

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MADEN KONSANTRASYON TESİSLERİNDE KULLANILAN BİLYALI
DEĞİRMENLERİN OTOMASYONU VE VERİMLİLİK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Erdiç BAYKAN

DANIŞMAN : Doç. Dr. M. Emin MERAL

VAN-2014

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MADEN KONSANTRASYON TESİSLERİNDE KULLANILAN BİLYALI
DEĞİRMENLERİN OTOMASYONU VE VERİMLİLİK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Erdiç BAYKAN

VAN-2014

Bu tez çalışması; Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından “2012-FBE-YL049” numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

KABUL VE ONAY SAYFASI

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Doç. Dr. Mehmet Emin MERAL danışmanlığında, Erdiñ BAYKAN tarafından sunulan “Maden Konsantrasyon Tesislerinde Kullanılan Bilyalı Değirmenlerin Otomasyonu ve Verimlilik Analizi” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliđi' nin ilgili hükümleri gereğince 24.01.2014 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Mehmet Emin MERAL

İmza :

Üye : Yrd.Doç. Dr. Muzaffer ATEŞ

İmza :

Üye : Yrd.Doç. İrfan UÇKAN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

ÖZET

MADEN KONSANTRASYON TESİSLERİNDE KULLANILAN BİLYALI DEĞİRMENLERİN OTOMASYONU VE VERİMLİLİK ANALİZİ

BAYKAN, Erdinç

Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. M. Emin MERAL

Ocak 2014, 132 sayfa

Maden işleme tesisleri, ticari değer taşıyan cevherleri kaynağından alarak hammadde olarak kullanılabilir hale getiren endüstriyel tesislerdir. Cevher işlemenin önemli aşamalarından biri de öğütmedir. Öğütme, kısaca boyut küçültme olarak tanımlanabilir ve değirmenler vasıtasıyla gerçekleştirilir.

Bu çalışmada örnek bir Bakır Konsantrasyon Tesisi Öğütme Ünitesinde kullanılan bir bilyalı değirmenin Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC) ve Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi (SCADA) ile otomasyon tasarımı gerçekleştirilmiştir. Otomasyonlu çalışma ile otomasyonsuz çalışma arasında karşılaştırmalar yapılarak verimlilik analizleri yapılmıştır. Bilyalı değirmenin verimli çalışması, fabrikanın maliyetleri açısından kritiktir. Bilyalı değirmenin uygun değerlerde en verimli şekilde çalışmasının sağlanması ve tüketilen elektrik enerjisinden mümkün olduğunca tasarruf edilmesi, değirmenin kontrollü çalışmasına fazlasıyla bağlıdır. Bu da ancak oldukça iyi tasarlanmış ve programlanmış PLC ve SCADA sisteminin kullanılması ile mümkün olabilmektedir. PLC olarak SIEMENS S7 300 serisi ve Operatör panel (HMI) olarak SIEMENS MP 277 tipi panel kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen verimlilik analizleri sonucu, bilyalı değirmen için iyi tasarlanmış bir otomasyon sistemi ile verimlerin yükseldiği ve birim maliyetlerin düştüğü görülmüştür. Tasarlanan otomasyon sistemi geliştirilmeye ve bazı yeniliklerle benzer tesislerde de kullanıma uygundur.

Anahtar kelimeler: PLC/SCADA, Otomasyon, Maden Konsantrasyon Tesisi, Bilyalı Değirmen, Verimlilik

ABSTRACT

AUTOMATION OF BALL MILLS USING IN MINE CONCENTRATION PLANTS AND EFFICIENCY ANALYSIS

BAYKAN, Erdinç

Msc Thesis, Electrical and Electronic Engineering Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. M. Emin MERAL

January 2014, 132 pages

Mineral processing plants separate commercially valuable minerals from their ores. One of the mineral processing steps is grinding. Grinding simply defined as size reduction and it is accomplished by mills.

In this thesis, automation design of a ball mill which is used in a grinding unit of a sample copper plant has been accomplished with Programmable Logic Controller (PLC) and Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). Efficiency analysis is also carried out by comparison between the automated and non-automated systems. The efficiency of the ball mill is critical for the overall cost of the plant. Efficient operation of mill within the proper range and saving energy highly depends on the controlling and effective operation of the ball mill. Such an operation can only be achieved by using a well-designed and a well-programmed PLC and SCADA system. SIEMENS S7 300 series PLC products and SIEMENS MP277 type HMI panel were used.

As a result of performed efficiency analysis, a well-designed automation system for a ball mill has increased efficiency and reduced unit costs. The designed automation system is able to various modifications, developments and it is suitable for use in similar factories with some revisions.

Key words: PLC/SCADA, Automation, Mine Concentration Plant, Ball Mill, Efficiency

ÖN SÖZ

PLC ve SCADA ile tasarlanan sistemlerdeki verimlilik artışının endüstriyel tesislerde kullanılan bilyalı değirmenlerde de uygulanabilirliği tez çalışmam süresince nihai motivasyon kaynağı olmuştur. Çalışmalarım boyunca hiçbir yardım ve desteğini esirgemeyen, ayrıca göstermiş olduğu sabır ve ihsanlarından dolayı değerli hocam Doç. Dr. M. Emin MERAL' e, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım, projenin gelişiminde yaptıkları katkılarla beni yönlendiren iş arkadaşlarıma, tezin düzenlenmesi sırasında büyük yardımı bulunan arkadaşım Özge GÜL' e ve her zaman en büyük destekçim olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışması Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından “2012-FBE-YL049” numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Bilimsel Araştırma Projeleri Daire Başkanlığına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Erdoğan BAYKAN

Ocak 2014

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	4
3. BİLYALI DEĞİRMENLER	7
3.1. Cevher Zenginleştirme	7
3.2. Bilyalı Değirmenler Hakkında Genel Bilgiler	9
3.3. Bilyalı Değirmeni Oluşturan Unsurlar	9
3.3.1. Mekanik unsurlar	10
3.3.2. Hidrolik unsurlar	13
3.3.3. Pnömatik unsurlar	14
3.3.4. Elektriksel unsurlar	15
4. BİLYALI DEĞİRMENLERDE OTOMASYONUN GEREKLİLİĞİ	20
4.1. Giriş	20
4.2. Enerji Kalitesinin ve Tüketimlerin İzlenmesi	24
4.3. Vibrasyon Değerleri Ölçümü	26
4.4. Uzaktan Kumanda ve Kontrol İşlemlerinin Zorluğu	28
4.5. Bakım Saatleri	29
4.6. İş Kazaları ve İşçilikten Kaynaklanan Hataların Engellenmesi	30
4.7. Alarmların İzlenmesi	31
4.8. Verilerin Depolanması ve Raporlanması İhtiyacı	33
4.9. Uyumluluk	34

	Sayfa
4.10. Fonksiyonellik	34
4.11. Hız	35
4.12. Ölçüm Tekniği ve Doğruluk	36
5. PLC VE SCADA İLE TASARLANAN OTOMASYON SİSTEMİ	37
5.1. Otomasyon Sistemi Ekipmanları	40
5.1.1. Sahadaki enstrümanlar	41
5.1.2. PLC ve SCADA malzemeleri	45
5.2. Giriş ve Çıkışların Belirlenmesi	48
5.2.1. Dijital girişler	48
5.2.2. Dijital çıkışlar	51
5.2.3. Analog girişler	52
5.3. Montaj	53
5.3.1. Ana tahrik elektrik motoru ve reosta	53
5.3.2. Küçük güçlü alçak gerilim motorları	53
5.3.3. Analog sinyal ile çalışan sensörlerin montajı	55
5.3.4. Dijital sinyalle ile çalışan elemanların montajı	55
5.3.5. PLC ve MCC panosu montajı	56
5.4. PLC'nin programlanması	58
5.4.1. Bilyalı değirmen PLC akış diyagramları	58
5.4.2. Program bloklarının oluşturulması	73
6.5.2. PLC ile PC arası haberleşme	76
5.5. SCADA programının yazılması ve yüklenmesi	78
5.5.1. Çalışma öncesi set değerleri ekranı	79
5.5.2. Start şartları onay ekranı	79
5.5.3. Genel sistem görünümü	84
5.5.4. Yağlama sistemi ekranı	85
5.5.5. Çalışma limit değerleri sayfası	86
5.5.6. Vibrasyon ölçümleri sayfası	87
5.5.7. Enerji izleme sayfası	87
6. BULGULAR VE TARTIŞMA	92

	Sayfa
6.1. Enerjinin İzlenebilirliği ve Enerji Verimliliğinde Artış	92
6.2. Vibrasyon Ölçümleri ile Kestirimci Bakım	96
6.3. Dişli Yağlamanın Optimizasyonu	98
6.4. Trendlerin İzlenebilmesi ve Düzenli Raporlamanın Yapılması	101
6.5. Ürün Verimliliğinde Artış	102
6.6. Malzeme Maliyet Analizi	104
6.6.1. Sahadaki enstrümanlar	104
6.6.2. PLC ve SCADA malzemeleri	105
6.6.3. MCC panosu	107
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	108
KAYNAKLAR	109
EK A: OTOMASYON SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER	111
EK B: SIMATIC MANAGER VE WINCC FLEXIBLE	119
ÖZ GEÇMİŞ	120

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Ana Elektrik Motoru Teknik Özellikleri	16
Çizelge 3.2. Reosta Teknik Özellikleri	16
Çizelge 3.3. Yağlama motorları Teknik Özellikleri	17
Çizelge 3.4. Redüktör Fanı ve Yatak Yağı Soğutma Fanı Teknik Özellikleri	18
Çizelge 3.5. Yardımcı Tahrik Motoru Teknik Özellikleri	18
Çizelge 4.1. Otomasyondan Önceki ve Sonraki Durumlar	21
Çizelge 4.2. Otomasyon Öncesi ve Sonrası Enerji İzleme Karşılaştırması	25
Çizelge 4.3. Otomasyondan Önce ve Sonra Vibrasyon Ölçüm Karşılaştırması	27
Çizelge 4.4. Kumanda ve Kontrol İşlemlerinin Önceki ve Sonraki Halleri	29
Çizelge 4.5. Bakım Saatlerinin Ayarlanması	29
Çizelge 4.6. İşçilik Karşılaştırma Tablosu	31
Çizelge 4.7. Otomasyon Öncesi ve Sonrasında Alarmlar	32
Çizelge 4.8. Ölçü Aletleri ve Tekniği	36
Çizelge 5.1. CPU Özellikleri	47
Çizelge 5.2. Giriş ve Çıkış Kartları	47
Çizelge 5.3. HMI Panel Özellikleri	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Cevher Zenginleştirme Aşamaları	7
Şekil 3.2. Flotasyon yöntemiyle cevher zenginleştirme aşamaları	8
Şekil 3.3. Bilyalı değirmen genel görüntüsü	9
Şekil 3.4. Örnek Tesiste Kullanılan Bilyalı Değirmen	10
Şekil 3.5. Değirmen Astarları ve Aynaları	11
Şekil 3.6. Değirmen Yatağı	11
Şekil 3.7. Çevre ve Pinyon Dişli	12
Şekil 3.8. Redüktör	12
Şekil 3.9. Hidrolik Yağlama Sistemi	13
Şekil 3.10. Selenoid Hava Valfi	14
Şekil 3.11. Pnömatik Devre Elemanları	15
Şekil 3.12. Motor ve Reosta	16
Şekil 3.13. Soğutucu Fan	19
Şekil 3.14. Yardımcı Tahrik Motoru	19
Şekil 4.1. Otomasyondan Önce Yol Vermeye Hazırlık Talimatnamesi	22
Şekil 4.2. Otomasyondan Önce Değirmen Çalışırken Uygulanan Talimatlar	23
Şekil 4.3. Otomasyon Öncesi ve Sonrası Enerji Ölçü Aletleri	26
Şekil 4.4. Otomasyon Sistemi SCADA Bilgisayarları	28
Şekil 4.5. Vardiya Defteri	30
Şekil 4.6. Otomasyon Öncesinde Kullanılan Alarm Zili	32
Şekil 4.7. SCADA Ekranı Üretim Raporu	33
Şekil 5.1. Otomasyon Sistemi Tasarım Aşamaları	37
Şekil 5.2. Otomasyon Malzemeleri	40
Şekil 5.3. PT 100	41
Şekil 5.4. Elektrikli flatör	42
Şekil 5.5. Basınç Sensörü	42
Şekil 5.6. Yaklaşım Sensörü	43
Şekil 5.7. Yağ akış anahtarı	43
Şekil 5.8. Dağıtıcı Bloğa bağlı akış anahtarı	44
Şekil 5.9. Vibrasyon Sensörü	44
Şekil 5.10. Enerji Analizörü	45

	Sayfa
Şekil 5.11. PLC Panosu	46
Şekil 5.12. Reosta Bağlantı Şeması	54
Şekil 5.13. Alçak Gerilim Motorları Bağlantı Şeması	54
Şekil 5.14. Analog Sinyalle Çalışan Sensör Bağlantısı	55
Şekil 5.15. Digital Sinyalle Çalışan Sensör	56
Şekil 5.16. PLC Panosu Montajı	57
Şekil 5.17. Montajdan Sonra PLC ve MCC Panosu	57
Şekil 5.18. Taşıyıcı Yağ Sıcaklık Kontrolü Akış Diyagramı	59
Şekil 5.19. Taşıyıcı Yağ Akış Kontrolü	60
Şekil 5.20. Taşıyıcı Yağ Basınç Kontrolü	61
Şekil 5.21. Sargı Sıcaklıkları Kontrolü	62
Şekil 5.22. Rulman Sıcaklıkları Kontrolü	63
Şekil 5.23. Redüktör Yağ Sıcaklığı Ölçümü	64
Şekil 5.24. Kavrama Durumu Kontrolü	65
Şekil 5.25. Redüktör Yağ Sıcaklık Kontrolü	66
Şekil 5.26. Dişli Yağı Akış Kontrolü	67
Şekil 5.27. Sargı Sıcaklıkları Kontrolü	68
Şekil 5.28. Rulman Sıcaklıkları Kontrolü	69
Şekil 5.29. Taşıyıcı Yağ Basınç Kontrolü	70
Şekil 5.30. Yağ Sıcaklıkları Kontrolü	71
Şekil 5.31. Vibrasyon Değerleri Kontrolü	72
Şekil 5.32. Organizasyon Bloğu	73
Şekil 5.33. Fonksiyonlar	74
Şekil 5.34. Fonksiyon Bloklar	75
Şekil 5.35. PG/PC Interface	76
Şekil 5.36. PLC Bağlantı Şekli Seçimi	77
Şekil 5.37. PLC ile Online Olma	77
Şekil 5.38. PLC Programının Yüklenmesi	78
Şekil 5.39. Çalışma Öncesi Set Değerleri	80
Şekil 5.40. Start Şartları Onay Ekranı	81
Şekil 5.41. Set Değerleri Kontrolü	82
Şekil 5.42. Start Şartları Kontrolü	83

	Sayfa
Şekil 5.43. Genel Sistem Görünümü	84
Şekil 5.44 Yağlama Sistemi Görünümü	85
Şekil 5.45. Limit Değerler Ekranı	86
Şekil 5.46. Motor Ön Kısım Vibrasyon Ekranı	87
Şekil 5.47. Bağlantı Ekleme Seçeneği Ekranı	88
Şekil 5.48. IP ve Port Konfigürasyonu	88
Şekil 5.49. I/O Alanı Eklenmesi	89
Şekil 5.50. Değişken Formatı Belirleme	89
Şekil 5.51 Tag'lerin Belirlenmesi	90
Şekil 5.52. SCADA Enerji Takip Ekranı	91
Şekil 6.1. Gerilim Ölçümleri SCADA ve Analizör Görüntüleri	94
Şekil 6.2. SCADA ekranı ve Enerji Analizörü Güç Faktörü Değerleri	94
Şekil 6.3. SCADA Ekranı ve Enerji Analizörü Akım Harmonik Değerleri	95
Şekil 6.4. SCADA ekranı ve Enerji Analizörü Akım Harmonik Değerleri	95
Şekil 6.5. Motor Ön Kısım Vibrasyon Ölçümleri Sonuç Ekranı	97
Şekil 6.6. Motor Arka Kısım Vibrasyon Ölçümleri Sonuç Ekranı	97
Şekil 6.7. Değirmen Şase Vibrasyon Ölçümleri Sonuç Ekranı	98
Şekil 6.8. Otomasyondan Önce Dişlilerdeki Yağ Fazlalığı	99
Şekil 6.9. Otomasyondan Sonra Dişlilerdeki Düzgün Yağlama	100
Şekil 6.10. Otomasyondan Önce Dişlilerin termal görüntüsü	100
Şekil 6.11. Otomasyondan Sonra Dişlilerin termal görüntüsü	101
Şekil 6.12. Aylık Enerji Tüketimleri	103
Şekil 6.13. Birim Cevher Başına Enerji Tüketimleri	104

SİMGELER VE KISALTMALAR

PLC	: Programlanabilir Lojik Kontrolör
MCC	: Motor Kontrol Panosu
SCADA	: Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi
HMI	: İnsan Makine Ara yüzü (Operatör Panel)
PC	: Kişisel Bilgisayar
CPU	: Merkezi İşlemci Birimi
I/O	: Giriş/Çıkış
OG	: Orta Gerilim
AG	: Alçak Gerilim
AC	: Alternatif Akım
DC	: Doğru Akım
UPS	: Kesintisiz Güç Kaynağı
V	: Volt (Gerilim Birimi)
A	: Amper (Akım Birimi)
kWh	: Kilo Watt Saat (Saat Başına Tüketilen Enerji birimi)

1. GİRİŞ

Ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren birçok kıstas bulunmaktadır. Bu kıstaslardan biri de sanayileşmedir. Hammaddenin verimli kullanım ihtiyacı sanayileşmeyi hızlandırmıştır.

Sanayileşmenin hızla gelişmesiyle birlikte, farklı ve yeni teknolojiler içeren üretim tekniklerinin kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Bu teknikler hakkında birçok çalışma yürütülmüş ve geniş kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. İnsan kaynaklı hataların en aza indirilmesi, daha hızlı ve kaliteli üretim yapılması, maliyetlerin azaltılması, karışıklığın azaltılması ve güvenilir ürünler elde edilmesi için otomasyon sistemleri geliştirilmiştir.

Otomasyon sistemleri zaman içerisinde farklı evrelerden geçmiştir. Teknolojik gelişmeler baş döndürücü hızda ilerlemektedir. Bu gelişmeler sonucunda Programlanabilir Lojik Denetleyiciler üretilmiştir.

PLC endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda ve kontrol devrelerini gerçeklemeye uygun yapıda giriş / çıkış birimleri ve iletişim arabirimleri ile donatılmış, kontrol yapısına uygun bir sistem programı altında çalışan bir endüstriyel bilgisayardır. Başlangıçta, röleli kumanda sistemlerinin yerine kullanılmak üzere düşünülmüş ve ilk ticari PLC 1969 yılında Modicon firması tarafından geliştirilmiştir. O yıllarda röleli kumanda devreleri yerine kullanılmak üzere geliştirilen bu aygıt yalnız temel lojik işlem komutları ile işlem yapabilmekteydi. İlk ticari PLC' nin endüstride başarı ile uygulamasından sonra Allen Bradley, General Electric, Siemens, Westinghouse gibi firmalar orta maliyette yüksek performanslı PLC' ler üretmişlerdir. Günümüzde üretilen PLC' ler ise lojik temelli işlemlerin dışında ilave olarak aritmetik ve özel matematiksel işlemlerin yapılmasını sağlayan komutlar içermektedir. Komut kümesinin gelişmesi ile daha karmaşık kumanda ve kontrol işlemleri yapılabilmektedir. PLC' lerin en yaygın olarak kullanıldığı alanlar endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda devreleridir. Günümüzde bu tür devrelerin yerini aynı işlevi sağlayan PLC' li kumanda sistemleri almıştır. PLC' ler endüstriyel otomasyon sistemlerinde doğrudan kullanıma uygun özel giriş ve çıkış birimleri ile donatılmışlardır. Girişe basınç, seviye, sıcaklık algılayıcıları ve buton gibi iki değerli lojik bilgisi taşıyan elemanlar, çıkışa ise kontaktör, valf gibi kumanda devre elemanlarının sürücü elemanları doğrudan bağlanabilir (Akçura, 2010).

Endüstriyel kumanda sistemleri tüm işletim birimlerinin çalışma koşullarını düzenleyen ve mantıksal temellere dayanan sistemlerdir. Geri beslemeli denetim sistemi, tüm sistemin istenilen çalışma koşullarına göre işletimini engelleyecek koşulların algılanmasını ve bozucu etkilerin önlenmesini amaçlar. Veri iletişim sistemi ise işletim birimleri arasında güvenilir ve düzenli bilgi aktarımını sağlar. Endüstriyel otomasyonun her aşamasında önemli işlevi olan programlanabilir mantık denetleyici (PLC), günümüzde otomasyon sistemlerinde kullanılan en önemli elemandır (Kurtulan, 2008).

Madencilik sektöründe de üretimin kalitesini ve kapasitesini arttırmak, otomasyon sisteminin ve PLC ile çalışan makinelerin tasarımı ve kullanımı ile mümkündür. İnsan gücü yerine makinelerden faydalanmaya başlandıktan sonra hammaddelerin üretim miktarında artış olmuş ve yeraltı madenleri daha verimli işlenmeye başlanmıştır.

Ham cevherin işlenebilmesi için çoğu zaman öğütülerek boyutunun küçültülmesi gerekmektedir. Öğütmede kullanılan bu makinelere değirmen denir. Farklı işlevler için tasarlanan birçok değirmen tipi bulunur. Değirmenler içinde önemli bir yere sahip olan biri de bilyalı değirmenlerdir.

Genel olarak öğütme birimleri yani değirmenler cevher işleme sürecinde çok miktarda enerji harcarlar. Aynı zamanda değirmenlerin makine ve kurulum masrafı yüksektir. Bu sebeple bu makinelerin dikkatli işletilmesi ve korunması gerekmektedir.

Literatür taraması yapıldığında mevcut çalışmalar içinde bilyalı değirmen otomasyonu ile ilgili çalışmalar son derece yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple çalışma literatürdeki eksik bir noktayı kapatmaktadır. Bu tez çalışması genel olarak, mevcut durumda otomasyon sistemine sahip olmayan bilyalı bir değirmene PLC ve SCADA sistemlerinin kurulumun gerekliliği ve kurulum aşamasında nelerin yapılacağı konularını, kurulum aşamalarını, buna ilave olarak verimlilik analizlerini ve daha fazla verimlilik elde edilebilmesi geleceğe yönelik çeşitli önerileri içermektedir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde PLC ve SCADA ile otomasyon çalışması yapılmış literatürdeki çalışmalar tanıtılmış, otomasyon sistemi kurulmuş makineler konusunda genel tanıtımlar yapılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde madenciliğin olmazsa olmaz donanımlarından bilyalı değirmenler tanıtılmış, bilyalı değirmenleri oluşturan mekanik ve elektriksel unsurlar incelenmiştir.

Dördüncü bölümünde bilyalı bir değirmende otomasyon sistemine neden ihtiyaç duyulduğu, otomasyon öncesi ve sonrası durumlarda sistem yapısının nasıl olacağı konularına değinilmiştir.

Tez çalışmasının en önemli bölümlerinden biri olan beşinci bölümünde klasik yöntemlerle çalışan bilyalı bir değirmene PLC ve SCADA sistemleri kullanılarak otomasyonlu hale getirilmesi için neler gerektiği, hangi aşamalardan geçileceği anlatılmıştır.

Tez çalışmasının altıncı bölümünde klasik bir sistemle çalıştırılan bilyalı değirmen üzerine otomasyon sisteminin kurulması ile elde edilen bulgular ve geleceğe yönelik öneriler yer almaktadır.

Sonuç bölümü yürütülen tez çalışmasından elde edilen sonuçları kısaca özetlemektedir.

Bu tez çalışmasında sunulan bilgilerin; gelecekte PLC ve SCADA ile herhangi bir maden konsantrasyon tesisinde bulunan öğütme ünitesi elemanı olan bilyalı değirmenlere otomasyon sistemi kurmak isteyen mühendislere ve teknik personellere otomasyon sistemi entegrasyonu için neler yapılabileceği konusunda yol göstermesi hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Otomasyon sistemleri ve özellikle de PLC ve SCADA sistemlerinin kullanımına dair birçok çalışma yürütülmüştür.

Karahan (1998), 'PLC Kontrollü Bir Fabrika Örneği' çalışmasında PLC sistemlerini tanıtmış ve PLC sistemi kullanarak bir fabrikanın malzeme taşıma sistemi kontrolünü sağlamıştır.

Canigür (2001), 'Banvit Bandırma Tesisi OG – AG Enerji Dağıtım ve İzleme Otomasyon Uygulaması' çalışmasında bir fabrikanın enerji dağıtım sisteminin denetlenmesini sağlamak amacıyla PLC ve SCADA tabanlı bir otomasyon uygulaması konusunda çalışmıştır. Bu çalışma neticesinde dağıtım sistemini kontrol eden ve belli senaryolara göre kumanda eden bir otomasyon sisteminin enerji sorunlarından kaynaklanan üretim aksaklıklarını azalttığını belirtmiştir.

Gök (2003), Endüstriyel otomasyon sistemlerinde yoğun olarak kullanılan PLC sistemlerine arıza kaldıra bilirlilik özelliği kazandırılması konusunu incelemiştir. Kontrol sistemlerinin genel yapısı incelenmiş, güvenilirlik bakımından araştırılması yapılmış ve güvenilirlik için gerekli parametre değerleri belirlenmiştir. Ayrıca yedekleme metotları sınıflandırılmış ve arıza kaldıra bilirlilik özelliğinin sahip olduğu algoritmalar irdelenmiştir.

Çilek (2005), 'PLC ve SCADA Endüstriyel Otomasyon Uygulaması' çalışmasında PLC ve SCADA sistemleri kullanarak 'ASKİ İvedik Su Arıtma Tesisi' otomasyonunu yapmıştır. Tesisteki vanaların durum kontrolü ve tankların devreye alınma sırasının kontrolünü PLC ve SCADA yardımıyla yapmıştır.

Beyazıt (2005) PLC' nin genel çalışma prensip ve uygulama alanlarını örneklerle açıklamıştır. PLC bellek yapısı ve bu bölgelere erişim teknikleri ile dijital giriş ve çıkış modülleri ve giriş elemanlarına yer verilmiştir. Programlama dilleri ve tarama kavramları ile kombinasyonel lojik tasarım yöntemleri açıklanmıştır. Veri taşıma, karşılaştırma ve matematiksel işlemler örneklerle anlatılmıştır.

Bıçaklı (2005), 'Açık Tarımda Sulama Otomasyonu' çalışmasında GSM teknolojisinin kullanılabilirliğini araştırmış ve bir adet cep telefonu kullanarak uzak mesafelerden belli bir arazinin sulamasının gerçekleştirilebileceğini göstermiştir.

Yapılan çalışmayla tarım arazinin sulanması için harcanan emekten ve zamandan tasarruf edildiğini, bu teknolojiyle daha çok tarım alanının sulanabilmesinin ve verimliliğin artmasının mümkün olduğunu belirtmiştir.

Salim (2006), 'Bir Anaerobik Atık Su Arıtma Prosesinin PLC ve SCADA Kullanarak Otomasyonu' çalışmasında, metan gazı üretimi ve atık suyu geri dönüşümle tekrar kazanan anaerobik (havasız) bir arıtma sisteminin kontrol ve kumandasını sağlayan otomasyon sistemini tanıtmıştır.

Özkan (2006), 'Enerji Sektöründe SCADA Uygulamaları ve SCADA Otomasyonu Örnekleme' çalışmasında kalite ve kazancın artması, enerji sektöründe verimliliğin artırılması için SCADA sistemleri kullanımını incelemiştir.

Arifoğlu (2006), 'Dağıtım Otomasyon Sistemleri Ve Tübitak İstanbul Dağıtım Otomasyon Sistemi' çalışmasında otomasyon sistemindeki arıza sürelerini kısaltmak, maliyetleri ve kayıpları en aza indirmek, yatırım maliyetlerini düşürmek ve dağıtım sistemlerinde kaliteyi arttırmak için otomasyon sistemlerinin kullanımının gerekli olduğu sonucuna varmıştır.

Ölmez (2007), 'Kâğıt Hamuru Hazırlama Süreci Otomasyonu' çalışmasında otomasyon sisteminin kullanıldığı uygulamalardan biri olan kâğıt hazırlama sürecinin tasarımını anlatmıştır. Bu çalışmada tasarım için Step7 Simatic Manager programı ve WinCC Flexible programlarından faydalanmıştır.

Mirzaoğlu (2008), 'PLC ve SCADA Kullanarak İrmik Üretim Sisteminin Otomasyonu' çalışmasında bir makarna fabrikasında makarna üretim sürecinde elektrik enerjisi tüketimini düşürmek ve ürün kalitesini arttırmak için sistemin efektif çalışmasını PLC ve SCADA sistemlerini kullanarak sağlamıştır.

Kul (2009), '1500 kVA Gücünde 6,3 kV Çıkış Gerilimli Jeneratör Grubu ve Yüksek Gerilim Kesicilerinin PLC-SCADA İle Uzaktan İzlenmesi' çalışmasında 1500 kVA gücünde 6.3 kV çıkış gerilimi olan dizel motorlu jeneratör grubu ve bu gruba ait yüksek gerilim kesicilerinin otomasyon sistemini incelemiştir.

Bekar (2009), 'Hazır Beton Santrali Otomasyonu' çalışmasında Hazır beton santrali birimlerinin fiziksel olarak çok büyük olması ve kullanılan hammaddelerin ölçümlerinin hassas bir şekilde yapılması gerektiğini, ölçme ve kontrol işlerinin otomasyon sistemleri sayesinde daha isabetli olacağını, otomasyon sisteminin hazır beton santralinin kullanımını basitleştirdiğini belirtmiştir.

Kılınç (2009), 'Programlanabilir Mantık Denetleyici Denetimli Sulama Sisteminin Yapılandırılması ve Başarım Özellikleri' çalışmasında sulama ve drenaj çalışması amacıyla kurulmuş PLC denetimli bir pompa istasyonunun tasarımını yapmış ve başarım özelliklerini incelemiştir.

Kulaksız (2010), 'Alçak Gerilimde Enerji Otomasyonu Örnek Bir Uygulama' çalışmasında 400 yataklı orta büyüklükteki bir hastanenin, enerji dağıtım sistemini denetim altına almak amacıyla bir enerji otomasyon sistemi hazırlamıştır.

Yılmaz (2010), 'Ekstrüzyon Presin PLC Kontrollü Revizyonu' çalışmasında klasik kontrol yöntemiyle manuel olarak çalışan yatay ekstrüzyon presin klasik yöntemden PLC ve SCADA ile kontrolüne geçiş çalışmasını yapmıştır. Üretim verimliliğinin klasik yöntemle göre %25,3 oranında arttığını ve arıza sıklığının azalmasıyla birlikte verimliliğinin %6,69 oranında arttığını belirtmiştir.

İbrahim (2010), 'SCADA Sistemi Kullanarak Petrol Depolama ve Dağıtım Hatlarının Kontrolü ve Otomasyonu' çalışmasında petrol depolama ve dağıtım boru hatları SCADA sistemi vasıtasıyla izlenmesi ve kontrolünü incelemiştir.

Kabul (2010), 'Biyogaz Tesisinin PLC Otomasyon Sistemi ve İnternet Üzerinden Kontrolüne Yönelik Bir Çalışma' çalışmasında bir biyogaz tesisinin otomasyon sisteminin Delta marka PLC'ler kullanılarak tasarlanması ve internet üzerinden uzaktan kullanıcıların tesisi kontrol etmeleri ve gerekli müdahalelerin yapılması konusunu irdelemiştir.

Kılıç (2010), 'PLC ve SCADA Sistemlerinin Bir MDF Presi Dış Saha Besleme Hattına Uygulanması' çalışmasında MDF üretiminde kullanılan odun parçacıklarının ayrıştırılması ve boyutlandırılması için gereken otomasyon sistemini incelemiştir.

Akçura (2010), 'PLC ve Asenkron Motorla Garaj Kapısının Kontrolü' çalışmasında endüstriyel bir uygulama ile garaj kapısının uygulamasını gerçekleştirmiştir.

Soysal (2011), 'PLC Kontrollü Elektromanyetik Güç İle Çalışan Vakum Sistemli Kurutma Fırını Tasarımı ve İmalatı' çalışmasında bir kurutma fırınında kurutma sırasında yapılması gereken hesapların PLC tarafından yapılmasını sağlamış ve kurutmanın hızlandığını ve enerji tüketiminin azaldığını belirtmiştir.

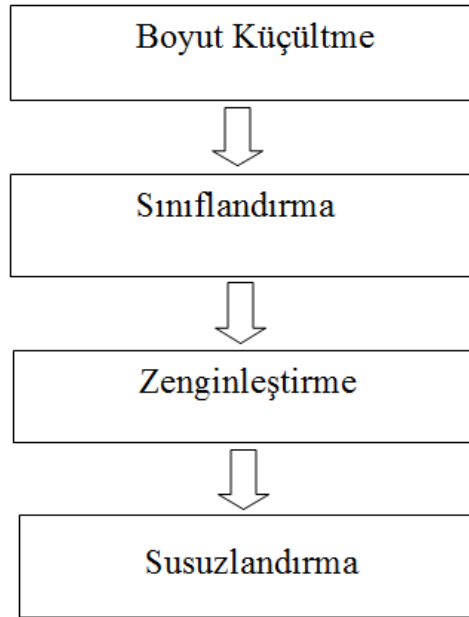
Saadet (2012), 'Üretim Sistemlerinde Otomasyon' çalışmasında üretim sistemlerinde kullanılan modelleri incelemiştir.

3. BİLYALI DEĞİRMENLER

3.1. Cevher Zenginleştirme

Ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren birçok faktör bulunur. Bunlardan biri de endüstriyel sanayinin gelişmişlik düzeyidir. Endüstrinin hammadde ihtiyacı yeraltı kaynakları tarafından karşılanır. Bu sebeple ülkelerin yeraltı kaynaklarını etkin şekilde kullanmaları ülkelerin ekonomisine büyük katkı sağlar.

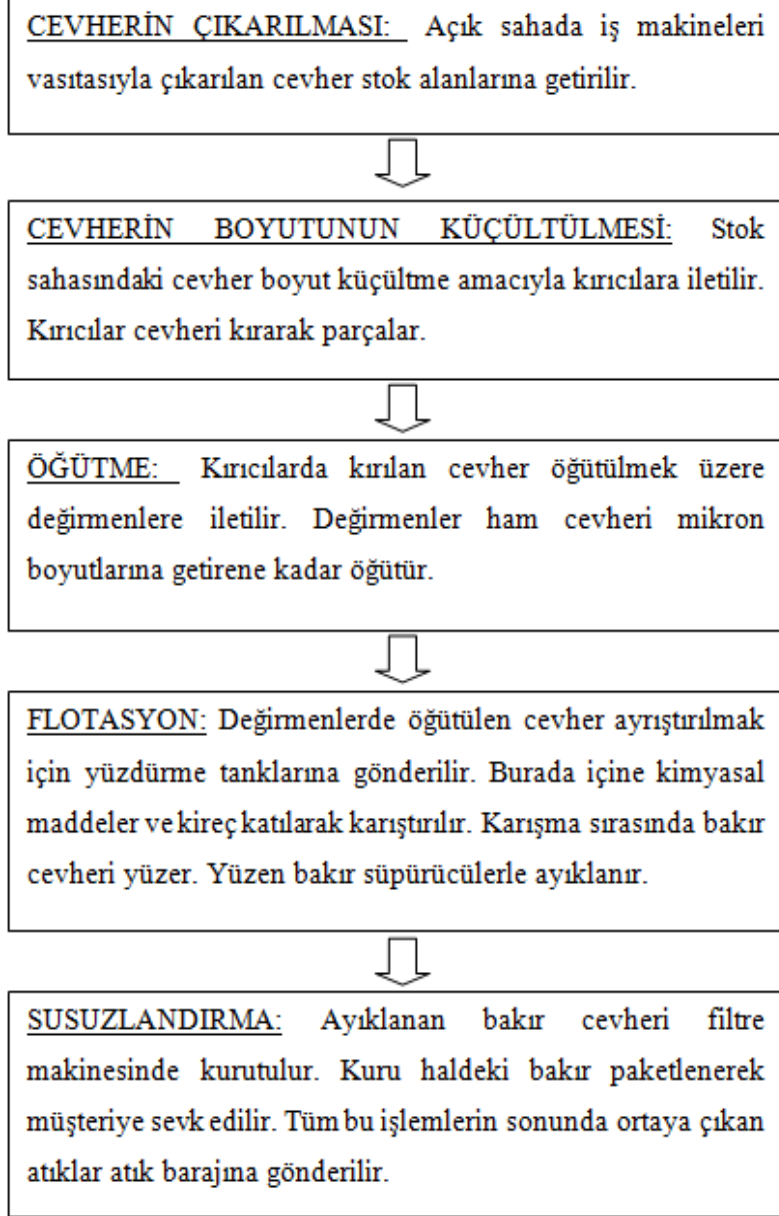
Yeraltı kaynaklarının araştırılması, çıkarılması ve işlenmesiyle ilgili teknik bilgi madencilik sektörünün konusudur. Yeraltından çıkarılan ham cevherin farklı işleme teknikleri vardır. Her cevherin özelliklerine göre farklı bir yöntem kullanılarak cevherin hammaddesi serbestleştirilerek değerli mineraller elde edilir. Cevher zenginleştirme aşamaları basitçe Şekil 3.1’ de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1. Cevher Zenginleştirme Aşamaları

Ayrıştırma işlemlerinden biri de ‘flotasyon’ veya diğer bir deyişle ‘yüzdürme’ yöntemidir. Flotasyon basitçe elde edilmek istenen minerallerin su içinde yüzdürülmesi veya batırılması tekniği olarak tanımlanabilir. Örneğin bakır minerallerinin

ayrıştırılması ve zenginleştirilmesi için flotasyon yöntemi sıklıkla kullanılır. Örnek tesiste flotasyon yöntemiyle bakır zenginleştirilmesi yapılır. Kullanılan cevher zenginleştirme aşamaları Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Flotasyon yöntemiyle cevher zenginleştirme aşamaları

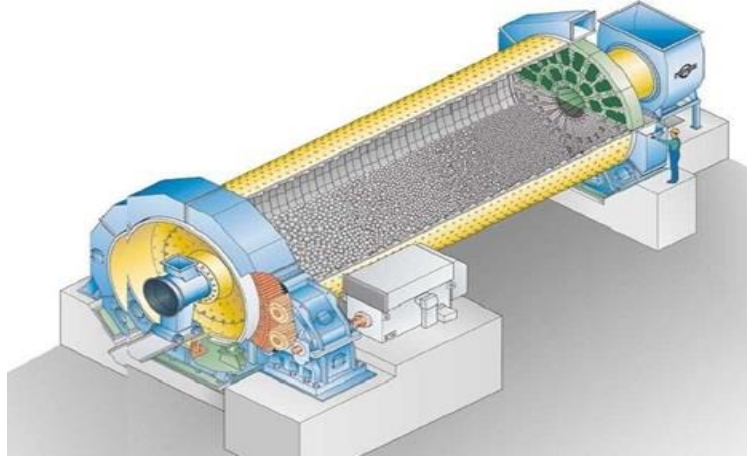
Cevherin öğütülmesini sağlayan makinelere değirmen denir. Değirmenlerin çalışma prensiplerine göre birçok çeşidi bulunmaktadır. Tez çalışmasında cevher öğütmesinde sıklıkla kullanılan bilyalı değirmenler tanıtılmıştır.

3.2. Bilyalı Değirmenler Hakkında Genel Bilgiler

Öğütme, kırma sonrası boyut küçültme sürecinin son aşamasıdır. Cevherin içerdiği bakır minerallerini ve diğer mineralleri birbirinden ayırmak, prosese uygun boyutlara getirmek için öğütme sistemi ve değirmenler kullanılmaktadır.

Farklı değirmen tipleri bulunmaktadır. Değirmenler öğütücü şekline göre bilyeli ve çubuklu olabilir. Öğütücü ortamı bilya olan değirmenlere bilyalı değirmen denir. Bilyalı değirmenler kendi eksenini etrafında bir motor vasıtasıyla dönerler. İçerisindeki bilyalar, cevherin üzerine düşerek çarpma ve sıkıştırma gücü kullanarak cevheri öğütür.

Bütün cevherlerin çeşitli faktörlere bağlı, ekonomik bir optimum öğütme derecesi vardır. Bu optimum öğütme derecesinin sağlanması ve kontrolü, iyi bir cevher hazırlamanın anahtarını oluşturmaktadır. Az öğütme, bakırın diğer minerallerden ayrıştırılmasının yapılamamasına aşırı öğütme ise kıymetli minerallerin verimli ayırma boyutlarından fazla öğütülmesine ve lüzumsuz enerji kaybına neden olur. Şekil 3.3' de bilyalı bir değirmenin genel yapısı görülebilmektedir.



Şekil 3.3. Bilyalı değirmen genel görüntüsü

3.3. Bilyalı Değirmeni Oluşturan Unsurlar

Bilyalı değirmenlerin yapısında mekanik, elektrik, hidrolik ve pnömatik elemanlar bulunmaktadır. Bu bölümde bilyalı değirmeni oluşturan mekanik, pnömatik ve elektriksel unsurlar tanıtılmıştır..



Şekil 3.4.Örnek Tesiste Kullanılan Bilyalı Değirmen

3.3.1. Mekanik unsurlar

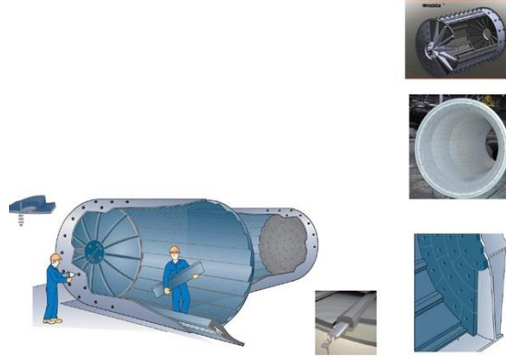
Bu bölümde değirmenin bilyalı değirmenlerin mekanik elemanları hakkında kısa bilgiler verilerek tanıtılmıştır.

Gövde: Bilyalı değirmenlerin silindirik gövdesi öğütücü ve öğütülen malzemeyi muhafaza eder. Çelik veya özel alaşımlı çelik plakaların kaynakla birleştirilmesi veya CNCtezgahlarında bu malzemelerin kesilmesiyle elde edilir. Üzerinde astarları civatalamak için delikler açılmıştır. Otomasyon sistemi kurulan bilyalı değirmenin iç çapı 4500 mm, boyu 6000 mm ve gövde et kalınlığı 45 mm'dir. Silindirik gövde malzemesi ST37.2 'dir.

Giriş Boğazı: Değirmen giriş boğazından ham cevher ve su beslemesi yapılır. Yaş öğütmede işlenmemiş cevherin öğütülmesi için uygun miktarda su verilmelidir. Bununla birlikte iyi bir öğütme malzemenin tane büyüklüğü ve malzeme besleme hızı uygun şekilde yapılmalıdır.

Astarlar: Bilyalı değirmenin iç yüzeyi astarlarla kaplıdır. Astarlar değirmen gövdesini bilyalardan ve cevherden darbelere karşı korur. Ayrıca astarlar tırtıklı şekilleri dolayısıyla bilyaların belirli bir yüksekliğe kadar çıkmasını sağlar. Belli yüksekliğe çıkan bilyalar cevherin üzerine düşer, böylece cevher bilyaların uyguladığı darbe ve sıkıştırma kuvveti sayesinde öğütülür . Astarlar bilyaların ve malzemenin uyguladığı kuvvetlerden dolayı zamanla aşınırlar. Belli periyotlarla astarların değiştirilmesi gerekmektedir.

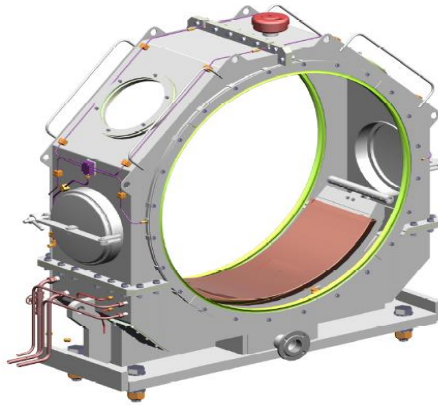
Bilyalar çelikten veya kauçuktan imal edilebilirler. Otomasyon projesinde kullanılan değirmenin astarları çeliktir. Şekil 3.5’ de bilaylı bir değirmenin astarları ve aynaları görülmektedir.



Şekil 3.5. Değirmen Astarları ve Aynaları

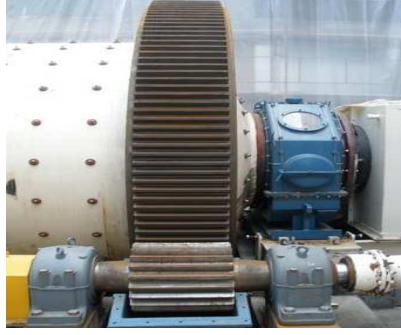
Aynalar: Değirmen aynaları çelik döküm plakalardan oluşmuştur. Şekilleri hafifçe bombelidir. Giriş ve çıkış tarafından yan kapak ortalarında silindirik uzantılar yapılarak yatakların yerleşmesi sağlanmıştır. Bu uzantılar dökme çelikten yapılarak yan kapaklara bağlanır.

Yatak: Yataklar kaymalı yatak tipindedir. Mil ve yatak olmak üzere iki ana elemandan oluşur. Kaymalı yataklarda mil ve yatak arasında kayma hareketi vardır. Kayma hareketi sırasında yatakların ve milin zarar görmemesi için basınçlı yağlama yapılarak milin ve yatağın arasında film tabakası oluşması sağlanır. Böylece yatak aşınmalardan uzun bir süre korunur.



Şekil 3.6. Değirmen Yatağı

Çevre Dişli ve Pinyon: Elektrik motoru ürettiği gücü pinyon ve çevre dişli vasıtasıyla değirmene aktararak değirmenin dönmesini sağlar. Dişliler üzerine büyük kuvvetler uygulanır. Bu sebeple kestirimci bakımların dikkatle yapılması gerekmektedir. Dişli yağlaması için özel bir gres yağı kullanılmaktadır. Çevre dişli ve pinyon yağlaması, bir pompa yardımıyla çalışan gres-sprey yağlama sistemi olarak tasarlanmıştır. Şekil 3.7’ de çevre ve pinyon dişli resmi görülmektedir.



Şekil 3.7. Çevre ve Pinyon Dişli

Redüktör: Redüktörler elektrik motorlarının yüksek dönüş hızlarını bünyesindeki dişliler yardımıyla makinelerin kullanabilecekleri hıza düşürürler. Ana redüktörde iki kademeli helisel dişli kutusu kullanılmaktadır. Bilyalı değirmen ana redüktörü motorun 991 rpm olan dönüş hızını düşürerek çıkışında 130 rpm dönüş hızı sağlar. Şekil 3.8’ de örnek tesisteki değirmenin redüktörü görülmektedir.

Kaplin: Kaplinler bir hareketli makinenin hareketini diğer ekipmana aktarmak için kullanılırlar. Bilyalı değirmen ana tahrik grubunda ana elektrik motoru ile redüktör arasında ve redüktörle pinyon arasında kaplin bulunur.

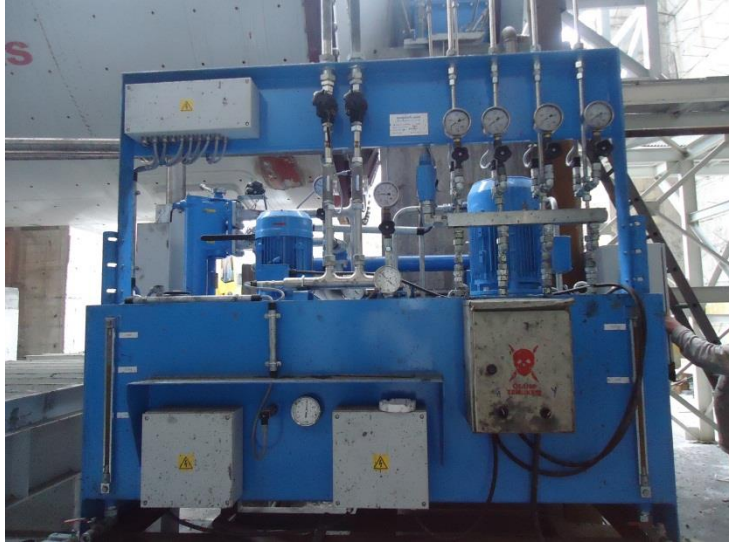


Şekil 3.8. Redüktör

3.3.2. Hidrolik unsurlar

Hidrolik kuvvet sayesinde büyük güç gerektiren işler sıvılardan faydalanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Bilyalı değirmenleri oluşturan unsurlardan biri de hidrolik ünitesidir. Hidrolik yağlama ünitesi değirmen yataklarını yağlamakta kullanılır. Değirmen kaymalı yatağında yağ filmi tabakasını oluşturmak için yüksek akışkanlıkta mineral özlü madeni yağlar kullanılmaktadır.

Sistemde kullanılan hidrolik yağlama ünitesinin markası Schmachtl' dir. Şekil3.9'da hidrolik yağlama ünitesi resmi bulunmaktadır.



Şekil 3.9. Hidrolik Yağlama Sistemi

Yağ Tankı: Yağın depolandığı birimdir. Yağ, borular yardımıyla buradan değirmen yataklarına basınçlı şekilde iletilir. Geri dönen yağ tekrar tankta birikir. Burada soğutulur ve filtrelerden geçerek temizlenir. Sistemdeki yağ tankı kapasitesi 1000 litre'dir.

Filtreler: Yağın içinde zamanla biriken toz ve yabancı maddeler yağın akış kalitesini bozarak yağlama sisteminin bozulmasına sebep olur. Filtreler yağı temizleyerek sistemin verimli çalışmasını ve yatakların uzun ömürlü olmasını sağlarlar. Gidiş ve dönüş boru hatlarında bulunurlar.

Hidrolik Pompalar: Yağ tankındaki yağı emer, basınçlandırır ve yatak yağlama görevini yerine getirmek üzere yataklara gönderir. Kapalı çevrim halinde yağ tankına

gelen yağı tekrar filtrelerden geçer ve hidrolik pompalar vasıtasıyla tekrar yataklara gönderilir.

3.3.3. Pnömatik unsurlar

Sıkıştırılmış havanın gücünden faydalanarak pinyon ve çevre dişlileri gres yağıyla yağlanır. Bilyalı değirmenin pnömatik aksamı kısaca tanıtılmıştır. Pnömatik sistem elemanları Şekil 3.11’de gösterilmiştir.

Kompresör ve Hava Tankı: Kompresörler ortamdaki havayı emerek sıkıştırır. Sıkıştırılan hava sisteme hava tankı üzerinden gönderilir. Hava tankı havayı depo etmekte ve sabit debili havayı sisteme basmakta kullanılır. Hava tankında biriken hava yoğunlaşma etkisiyle nemden arındırılır. Sistemde kullanılan kompresör markası ‘Atlas Copco’dur.

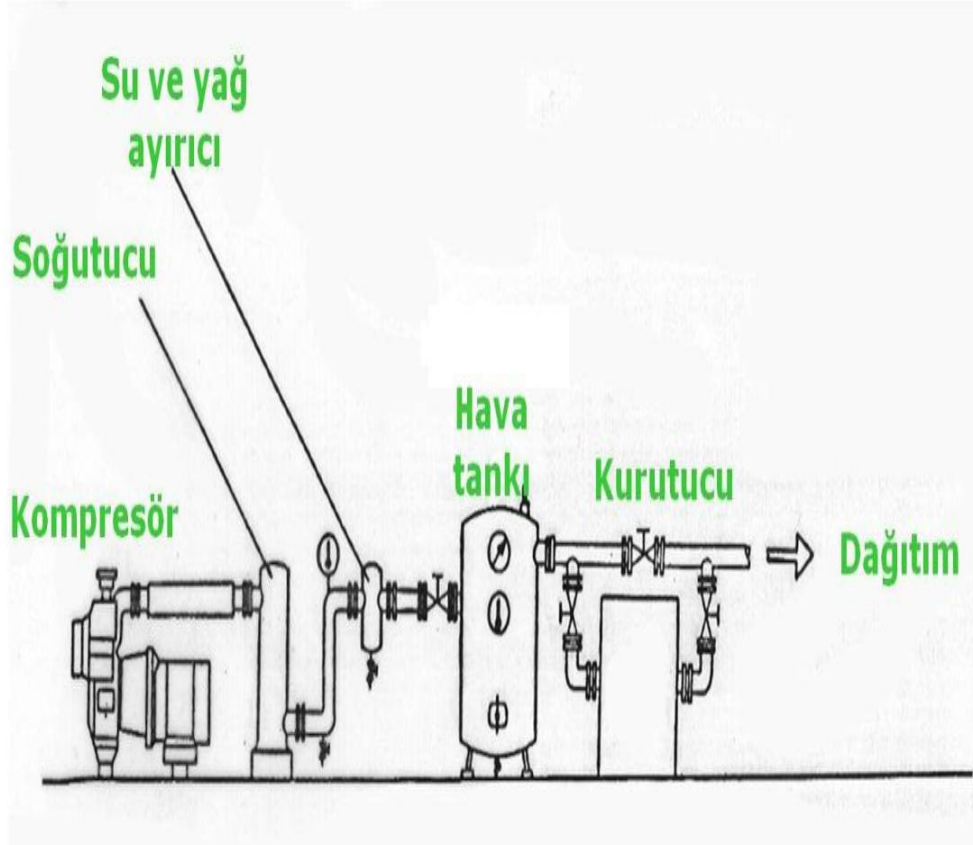
Silindirler: Basınçlı havanın gücü ile doğrusal olarak itme ve çekme hareketi yaparak gres yağının basınçlı hava ile dişlilere basılmasını sağlar. Kullanılan silindir markası ‘Bijur Delimon’dur.

Valfler: Havanın basıncını, akışını, miktarını ve yönünü kontrol eden devre elemanlarıdır. Kullanılan valf markası ‘Rexroth’tur. Şekil 3.10’da hava valfi görülmektedir.

Şartlandırıcı, Kurutucu ve Filtreler: Şartlandırıcı, kurutucu ve filtreler dişli yağlamasında kullanılacak havanın temizlenmesini, basınç ayarını ve nem oranını ayarlar.



Şekil 3.10. Selenoid Hava Valfi



Şekil 3.11. Pnömatik Devre Elemanları

3.3.4. Elektriksel unsurlar

Bilyalı değirmenin tahrik ve yardımcı tahrik sistemlerinde kullanılan motorlar, ana elektrik motoruna yol vermede kullanılan reosta, yağlama pompa motorları ve ısıtıcı rezistanslar bu bölümde tanıtılacaktır.

Ana Tahrik Elektrik Motoru: Endüstride en çok kullanılan hareketli elektrik makinesi asenkron motorlardır. Bilyalı değirmen3 sisteminde 'Helmke' marka asenkron motor kullanılmıştır. Çizelge 3.1' de motor teknik özellikleri bulunmaktadır.

Reosta: Büyük güçlü motorlara yol verme yöntemi olarak reostal (dirençli) yol verme sistemi kullanılır. Motorun stator uçlarına bağlanan dirençler sayesinde kalkış akımı düşürülür, motor yol almaya başladıktan sonra kademeli dirençler sırayla devreden çıkar. Çizelge 3.2' de reosta teknik özellikleri verilmiştir. Şekil 3.12' de de ana elektrik motoru ile reosta görülmektedir.

Çizelge 3.1. Ana Elektrik Motoru Teknik Özellikleri

TEKNİK ÖZELLİKLER	
Motor Markası	HELMKE
Motor Gücü (kW)	2400
Motor Çalışma Gerilimi (V)	3300
Çalışma Frekansı (Hz)	50
Motor Devir Sayısı (rpm)	985
Motor Nominal Akımı (A)	523
Güç Faktörü	0,84
Verim	%95,5
Rotor Gerilimi (V)	1660
Rotor Akımı (A)	878

Çizelge 3.2. Reosta Teknik Özellikleri

TEKNİK ÖZELLİKLER	
Marka	HELMKE
Starter tipi	Yağlı tip dirençli
Frekans (Hz)	50
Start alma süresi (s)	22
Rotor gerilimi (V)	1660
Rotor akımı (A)	878

**Şekil 3.12.** a) Motor, b) Reosta

Yatak Yağlama Pompa Motorları: Değirmen yatakları iki şekilde yağlanır. Bunlardan biri yüksek basınç diğeri alçak basınç yağlamadır.

Yüksek basınç yağlama pompası, değirmen çalışmaya başlamadan önce çalıştırılır ve değirmen yol aldıktan kısa bir süre sonra durdurulur. Aynı zamanda değirmen durdurulmadan önce yine yüksek basınç yağlama motoru çalıştırılır. Yüksek basınç pompaları değirmen yataklarının gereken şekilde yağlanmasını ve mil ile dişli arasında film tabakası oluşmasını sağlar.

Alçak basınç yağlama pompası, yüksek basınç pompasıyla birlikte devreye girer ve sürekli devrede kalır. Alçak basınç yağlamanın görevi oluşan film tabakasını sabit tutmaktır.

Çizelge 3.3. Yağlama motorları Teknik Özellikleri

	Yüksek Basınç Motoru	Alçak Basınç Motoru
Marka	WEG	WEG
Güç (kW)	11	7,5
Gerilim (V)	380	380
Frekans (Hz)	50	50
Devir Sayısı (rpm)	1465	1450

Isıtıcı Rezistanslar: Rezistanslar belirli bir yeri ısıtmakta kullanılırlar. Bilyalı değirmende kullanılan rezistanslar

- Ana elektrik motorunda sargıları ısıtmak için kullanılır. Motor uzun süre çalışmazsa havada bulunan nem sargıları etkileyerek izolasyonu bozabilir. Motor çalıştırılmadan önce rezistanslar çalıştırılarak sargıların kurumasi sağlanır.

- Yağ tankındaki hidrolik yağ ısıtmasında kullanılır. Hidrolik yağ belli sıcaklıkların altına düşerse akışkanlığı değişerek uygun bir yağlama yapamaz.

- Redüktör yağını ısıtmakta kullanılır.

Soğutucu Fanlar: Redüktör ve yağlama tankındaki yağlar, mekanik zorlanmanın etkisiyle ısınır. Belli sıcaklıkların üzerinde ısınan yağlar özelliklerini kaybederler. Yağın soğutulması için soğutucu fanlar kullanılır. Yağ sürekli devri daim edilir, ısınan yağ radyatör önünde hava üflenerek soğutulur. Şekil 3.12' de redüktör yağı soğutucu fan

resmi ve Çizelge 3.4’ de redüktör fanı ile yatak yağı fanının teknik özellikleri verilmiştir.

Yardımcı Tahrik Motoru: Bilyalı değirmen bakıma alındığında veya herhangi bir nedenden dolayı yavaş dönmesi istendiğinde yardımcı tahrik grubu devreye alınır. Çizelge 3.5’ de yardımcı tahrik grubu motoru teknik özellikleri ve Şekil 3.13’ de yardımcı tahrik motoru resmi verilmiştir.

Çizelge 3.4. Redüktör Fanı ve Yatak Yağı Soğutma Fanı Teknik Özellikleri

Kullanım Yeri	Redüktör Fanı	Yatak Yağı Fanı
Motor Markası	WEG	WEG
Motor Gücü (kW)	2,2	3
Motor Çalışma Gerilimi (V)	220 / 380	220 / 380
Çalışma Frekansı (Hz)	50	50

Çizelge 3.5. Yardımcı Tahrik Motoru Teknik Özellikleri

TEKNİK ÖZELLİKLER	
Motor Markası	GAMAK
Motor Gücü (kW)	22
Motor Çalışma Gerilimi (V)	380
Çalışma Frekansı (Hz)	50
Motor Devir Sayısı (rpm)	1455
Motor Nominal Akımı (A)	42
Güç Faktörü	0,84
Verim	% 90,7



Şekil 3.13. Soğutucu Fan



Şekil 3.14. Yardımcı Tahrik Motoru

4. BİLYALI DEĞİRMENLERDE OTOMASYONUN GEREKLİLİĞİ

4.1. Giriş

Otomasyon sistemlerinin yaygınlaşmasının en önemli sebepleri arasında ekonomik olması ve teknik açıdan birçok kolaylık sağlaması gösterilebilir.

Uygulamada elle yapılan kontrolün, insan tepki süresinin uzun olması, dalgınlık veya yapılan işle ilgili konsantrasyon eksikliğinden kaynaklı personel hatalarının olması gibi dezavantajları olmakla birlikte otomasyonsuz sistemin birçok yetersizliği bulunmaktadır. Bu da verimliliği düşürmektedir. Mevcut durumda yaşanan sorunlar genel olarak, bilyalı değirmen enerji sarfiyatları ve enerji kalitesinin takibinin ve kontrolünün zorluğu, yağ değişimi ve filtre değişimi gibi bakımların tam zamanında hatırlanmaması ve bakım saatlerinin geciktirilmesi, tesisin uzak noktasından bilyalı değirmenin anlık durumunun izlenememesi, iş kazalarının meydana gelmesi, yağ sıcaklıklarının dişli yağlaması yağ tank ile yatak yağlama tankındaki yağ miktarının ve takibini zorluğu ve bu yüzden çıkan mekanik sorunlar, verilerin ve trendlerin istenen şekilde kayıt altına alınamaması, alarmların takibinin zorluğu ve alarmlara müdahalenin yavaş olması, farklı şartlara adaptasyonun zorluğu, mevcut durumun fonksiyonel olmaması ve yeniliklere kapalı olması, arıza durumlarında arıza yerinin tespitinin zaman alması gerekli müdahalelerin gecikmesi gibi birçok sebepten dolayı otomasyonlu sisteme geçiş yapılması gerektiği düşünülmüştür.

PLC ve SCADA otomasyon sistemiyle yapılacak izleme, kontrol ve kumanda fonksiyonlarının, bilyalı değirmen işletmesine büyük katkıda bulunacağı, verimliliği arttıracacağı, çalışan makinelerden maksimum fayda sağlanacağı, üretim maliyetlerini azaltacağı insanlar tarafından yapılmakta olan işlerin otomatik olarak yapılabileceği gibi kazanımların olması tez çalışmasının yürütülmesinde motivasyon kaynağı olmuştur.

Çizelge 4.1' de bilyalı değirmen sisteminin otomasyon yapılmadan önce ve otomasyon kurulduktan sonra hangi parametrelerin değerlendirildiği ve nelerin değiştiği tablo halinde gösterilmiştir. Tablo' da ki veriler özet niteliğinde olup söz konusu başlıklar ilerleyen bölümlerde detaylandırılarak anlatılmıştır.

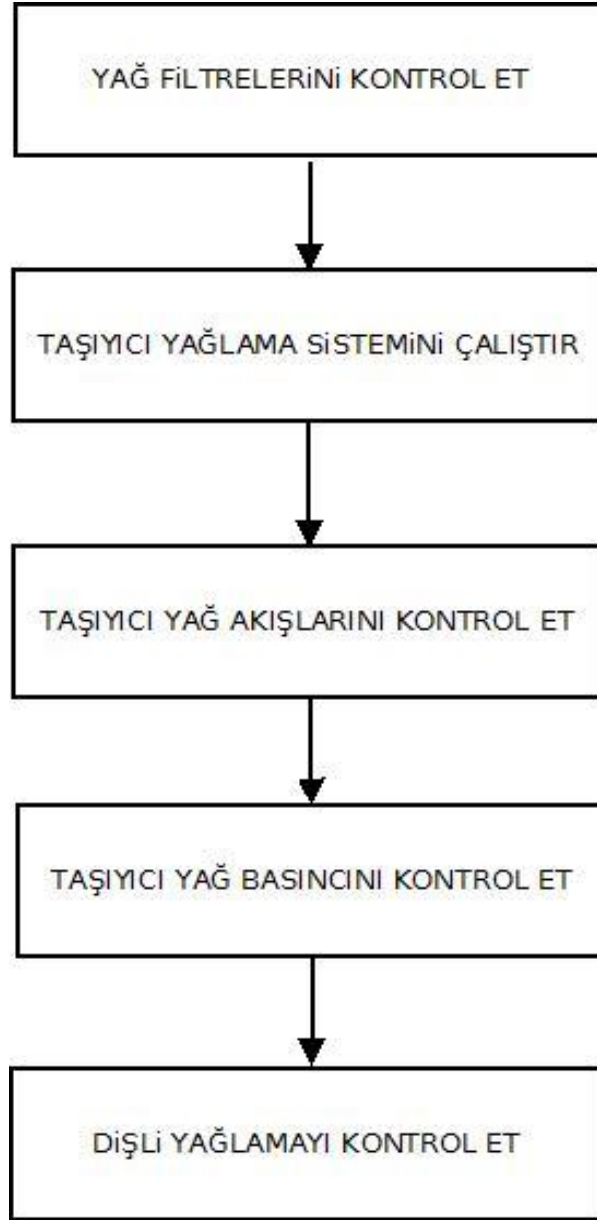
Çizelge 4.1. Otomasyondan Önceki ve Sonraki Durumlar

BİLYALI DEĞİRMEN SİSTEMİNİN OTOMASYON ÖNCESİ VE SONRASI DURUMLARI İÇİN KARŞILAŞTIRMA TABLOSU		
	OTOMASYONDAN ÖNCE	OTOMASYONDAN SONRA
ENERJİ İZLEME	Operatörler tarafından belli aralıklarla kontrol	SCADA ekranından sürekli kontrol
VİBRASYON ANALİZİ	Bakımlarda ölçülmektedir.	SCADA ekranında sürekli
KUMANDA VE KONTROL	Yakından	SCADA ekranından
ÖLÇME TEKNİĞİ	Mekanik ölçü cihazları ile	Elektrik ölçü cihazları ile
BAKIM SAATLERİ	Bakım defterinden takip	SCADA ekranında uyarı ile
VERİLERİN KAYDI	Vardiya defterine elle kayıt	SCADA rapor sayfalarında
İŞÇİLİK HATALARI	Hata ihtimali yüksektir	Hatalar minimum düzeydedir
İŞ KAZALARI	İş kazası ihtimali yüksektir	İnsan ve makine arasındaki iş dağılımı ile iş kazaları azalır
ALARMLARIN İZLENMESİ	Alarmların izlenebilirliği kısıtlı ve yerinden kontrolle mümkün	Sistemde oluşan tüm alarmlar SCADA ekranın anında izlenmekte ve müdahale edilmektedir.
UYUMLULUK	Uyumluluk sınırlı ve zahmetlidir.	Yeniliklere uyum sağlanabilmektedir
FONKSİYONELLİK	Farklı fonksiyonların eklenmesi zordur.	Sistemin çalışma fonksiyonları kolayca değiştirilebilmektedir.
HIZ	Sistemdeki parametrelere uzun sürede müdahale	SCADA ekranından anında müdahale

Mevcut durumda örnek bilyalı değirmen operatörler tarafından elle kontrol edilmektedir. Değirmenin çalıştırılması için gerekli adımlar talimatname halinde değirmen operatörlerine bildirilmiştir. Bu talimatnameye göre değirmenin çalıştırılması

için gerekli koşullar, durdurulması için gerekli koşullar ve arıza durumunda neler yapılması gerektiğine dair bilgiler mevcuttur.

Otomasyon kurulmadan önceki durumda operatörlerin bilyalı değirmenin çalıştırılmadan önceki talimatlar ve çalıştıktan sonra uyulması gereken talimatlar Şekil 4.1 ve Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Otomasyondan Önce Yol Vermeye Hazırlık Talimatnamesi



Şekil 4.2. Otomasyondan Önce Değirmen Çalışırken Uygulanan Talimatlar

Bölüm 4.2' de Enerji İzleme otomasyon sisteminden önce nasıl yapıldığı, otomasyona neden ihtiyaç duyulduğu ve otomasyon uygulamasından sonra nelerin değiştiği konuları işlenmiştir.

Bölüm 4.3’ de Vibrasyon değerleri ölçümünün otomasyondan önce ve otomasyondan sonra nasıl yapıldığı anlatılmıştır.

Bölüm 4.4 ‘ de Uzaktan kumanda ve kontrol işlemlerinin otomasyondan önceki ve sonraki durumları incelenmiştir.

Bölüm 4.5’ de Bakım saatlerinin ne zaman aralıklarla ve ne şekilde olduğu otomasyon öncesi durum ve otomasyondan sonraki durumlar karşılaştırılmıştır.

Bölüm 4.6’ da İş kazaları konusu ele alınmış, otomasyonun iş kazaları üzerindeki etkisi ve faydaları anlatılmış işçilik hatalarının nasıl en aza indirildiği üzerinde durulmuştur.

Bölüm 4.7’ de bilyalı değirmenin çalışması sırasında oluşan arızalarda meydana gelen alarmların izlenmesi ve müdahalenin nasıl yapıldığı konuları ele alınmıştır.

Bölüm 4.8’ de otomasyon sistemi öncesinde verilerin depolanma şekli ve nasıl kayda alındığına dair bilgiler verilerek otomasyon sisteminin kurulmasından sonra verilerin ve raporların nasıl elde edildiği anlatılmıştır.

Bölüm 4.9’da çalışmakta olan bilyalı değirmen sistemine yeni teknolojilerin uyumluluğu otomasyon öncesi ve sonrası durumları için ele alınmış ve otomasyonun uyumluluktaki avantajları belirtilmiştir.

Bölüm 4.10’da otomasyonlu bir bilyalı değirmenin otomasyonsuz bir sisteme göre fonksiyonelliği incelenmiştir.

Bölüm 4.11’ de otomasyon sisteminin klasik yöntemle kontrole göre nasıl daha hızlı olduğu konusu ele alınmıştır.

Bölüm 4.12’ de otomasyon öncesinde sahada kullanılan ekipmanların durum kontrolünün otomasyon önce hangi aletlerle yapıldığı, otomasyon kurulduktan sonra hangi aletlerle yapıldığı ve ölçüm teknikleri arasındaki farkların neler olduğu konusunda genel bilgiler verilmiştir.

4.2. Enerji Kalitesinin ve Tüketimlerin İzlenmesi

Elektrik, en çok kullanımı olan enerji kaynaklarından biridir. Bu sebeple maliyeti endüstriyel, hizmet ve hatta yerel ekonomi sektörlerinde doğrudan rol oynamaktadır (Sendra,2000).

Cevher işleme proseslerinde kullanılan bilyalı değirmenler yüksek miktarlarda elektrik enerjisi harcarlar. Bu sebeple bilyalı değirmenin enerji tüketimlerinin izlenmesi gerek ekonomik boyutta ve gerek teknik açıdan büyük önem arz etmektedir.

Çizelge 4.2. Otomasyon Öncesi ve Sonrası Enerji İzleme Karşılaştırması

BİLYALI DEĞİRMENDE ENERJİ İZLEME		
	OTOMASYONDAN ÖNCE	OTOMASYONDAN SONRA
AKIM ve GERİLİM	Analog Ölçü Aletlerinden	SCADA ekranından
GÜÇ	Hesaplanarak	SCADA ekranından
TOPLAM TÜKETİM	Hesaplanarak yaklaşık tüketimler tahmin edilir	SCADA ekranında enerji sayfasından takip edilir

Otomasyondan Önce

Mevcut durumda günün belirli saatlerinde ana elektrik motorunun orta gerilim kesicisi üzerindeki akım ve gerilim göstergelerinden alınan akım ve gerilim bilgisi, tüketilen enerji miktarı ve yükün güç faktörü vardiyaya defterine işlenmektedir. İşlenen bu verilerle saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık trendler elde edilmeye çalışılmaktadır.

Otomasyondan Sonra

SCADA sistemine Ethernet kablosu ile enerji analizörü vasıtasıyla entegrasyonu yapılan enerji takip sisteminin,

- Değirmene ait anlık enerji parametrelerin değerlerinin izlenebilmesi
- Değirmen çalışma performansı hakkında anlık ve uzun süreli bilgi sahibi olunması gibi birçok kazanımları olmuştur. Bu kazanımların sayesinde elektrik kaynaklı sorunlar hakkında detaylı bilgi toplanabilmesi, arıza sıklığının incelenebilmesi ve önlenmesi, birim ürün miktarını elde etmek için harcanan enerji, gelecekte yapılacak bütçe tahminlerinde isabetli kararlar alınabilmesi mümkün olmuştur. Şekil 4.3' de otomasyon öncesi ve sonrası durumlarda enerji izlemede kullanılan aygıtlar görülmektedir.



Şekil 4.3. Otomasyon Öncesi ve Sonrası Enerji Ölçü Aletleri

4.3. Vibrasyon Değerleri Ölçümü

Makinalardaki değişik hasarlar titreşim sinyalinin incelenmesiyle fark edilebilmektedir. Çalışan makinelerde oluşan titreşimler incelendiğinde, istenmeyen boyutlarda oluşan titreşim sinyallerinin birçok arızanın habercisi olduğu tespit edilebilir. Büyük sorunlarla karşılaşmadan önce önlem alınabilmesi titreşim analiziyle mümkün olmaktadır. Bu sebeple titreşim analizi makinelerin çalışma durumlarının nasıl olduğuyla ilgili bilgi almamızı sağlar.

Makinalarda beklenmedik ani arızaların oluşması üretim planını aksattığı gibi büyük finansal kayıplara da yol açmakta ve maliyet artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle makinalarda titreşim ölçümüne dayalı bakım önemli yer tutmaktadır. Bu yöntemde ana prensip, üretim sırasında yapılan ölçmelerle makinaların performansını

izleyerek, ne zaman bakıma gerek olacağına karar verip, kısa bir süre üretime ara vererek daha önceden belirlenen arızayı onarmaktır (Belek, 1991).

Çizelge 4.3. Otomasyondan Önce ve Sonra Vibrasyon Ölçüm Karşılaştırması

VİBRASYON ÖLÇÜMÜ		
	OTOMASYONDAN ÖNCE	OTOMASYONDAN SONRA
VİBRASYON ÖLÇÜMÜ	Vibrasyon Analizörü	Vibrasyon Sensörü
ÖLÇÜM SIKLIĞI	Bakım zamanlarında	SCADA' dan sürekli

Otomasyondan Önce

Mevcut durumda vibrasyon analizleri bakım için ayrılmış zamanlarda yapılmaktadır. Bilyalı değirmen bakım için durdurulduğunda içindeki malzemeler boşaltıldıktan sonra vibrasyon analizörü değirmenin motor ön kısım, arka kısım ve değirmen şasesinden vibrasyon değerleri almak üzere sırayla yerleştirilir ve değirmen çalıştırılır. Vibrasyon analizörünün okuduğu değerlere göre gereken müdahaleler yapılır.

Otomasyondan Sonra

Bilyalı değirmen motoru ve değirmen şasesine yerleştirilecek vibrasyon sensörleri vasıtasıyla SCADA ekranında vibrasyon değerlerinin takibi kolaylaştırılmış olacaktır. Vibrasyon değerlerinin izlenebilmesi ile

- Bilyalı değirmende oluşabilecek balans sorunlarının
- Değirmen kaidesinde veya şasesinde meydana gelebilecek mekanik gevşekliklerin
- Kaymalı yataklarda oluşmaya başlayan hasarların
- Ana elektrik motorunun rulman arızalarının
- Dişli sisteminde oluşabilecek çapaklanma veya hasarlanmanın

erken teşhis edilmesi ve arızaların başlangıç evresinde vakit kaybetmeden müdahale edilmesi sağlanmıştır.

4.4. Uzaktan Kumanda ve Kontrol İşlemlerinin Zorluğu

Kontrol, referans alınan bir bilginin sistemdeki değişken parametrelerle karşılaştırılmasına verilen addır. Kumanda ise bu değişken parametreye müdahale edilerek istenen aralıklarda ayarlanmasını sağlama işidir. SCADA ile bu işlemler kolaylıkla yapılabilmektedir. SCADA bilgisayarları Şekil 4.4' de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Otomasyon Sistemi SCADA Bilgisayarları

Otomasyondan Önce

Mevcut durumda bilyalı değirmenin çalışmadan önce ve çalışma sırasında yapılması gereken kontrol ve kumanda işleri operatörler tarafından yapılmaktadır. Bu durum insan kaynaklı faktörlerin bilyalı değirmenin çalışmasını büyük ölçüde etkilemesiyle sonuçlanmaktadır. Örneğin redüktör yağ sıcaklığını kontrol etmesi gereken operatör kontrol etmez ve yağ ısınırsa yağın yapısı bozulup yağlama görevini gerçekleştiremeyebilir.

Otomasyondan Sonra

PLC ve SCADA sisteminin kurulmasıyla birlikte uzaktan kontrol ve kumanda işlemleri belli ölçüde otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sayede insan ve makine arasında iş dağılımı sağlanmıştır. Bununla birlikte fabrikanın otomasyon birimi SCADA ekranından bilyalı değirmen çalışma parametrelerini izleyip değiştirebilmektedir.

Çizelge 4.4. Kumanda ve Kontrol İşlemlerinin Önceki ve Sonraki Halleri

UZAKTAN KUMANDA VE KONTROLÜN YAPILMASI		
	OTOMASYONDAN ÖNCE	OTOMASYONDAN SONRA
KONTROL	Yakın mesafeden	SCADA ekranından
KUMANDA	Yakın mesafeden	SCADA bilgisayarından

4.5. Bakım Saatleri

Bilyalı değirmen mekanik aksamına periyodik bakımın ne zaman ve nasıl yapılacağı üretici firmanın bakım talimatlarında belirtildiği şekilde yerine getirilmektedir. Periyodik bakımın en önemli unsurlarından biri de yapılan bakımların kaydını tutarak yapılan işleri yazmak ve gelecek bakım zamanını belirlemektir. Mevcut durumda bakım saatleri elle manuel olarak yazılmakta ve zamanı gelince bakımlar yapılmaktayken otomasyon sonrası otomatik bakım uyarıları alınmaya başlanmıştır. Çizelge 4.5’ de bakımların otomasyondan önce ve sonraki karşılaştırma tablosu yer almaktadır.

Çizelge 4.5. Bakım Saatlerinin Ayarlanması

BAKIM SAATLERİ		
	OTOMASYONDAN ÖNCE	OTOMASYONDAN SONRA
BAKIM UYARISI	Manuel olarak	Bakım zamanı uyarısı ile
YAPILAN İŞLERİN KAYDI	Bakım Defterine	SCADA bilgisayarlarına

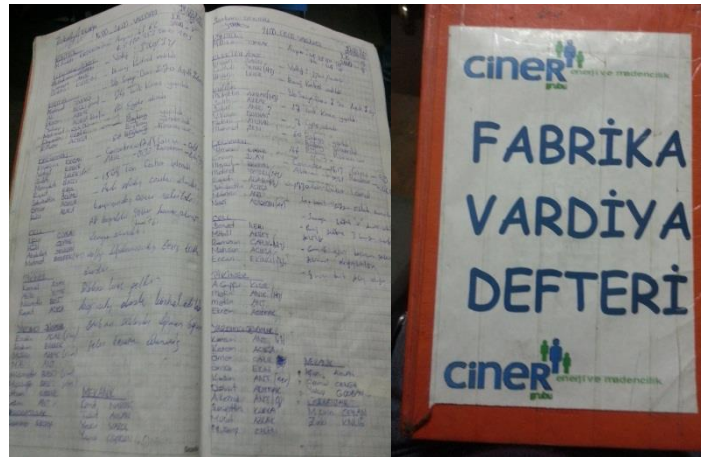
Otomasyondan Önce

Mevcut durumda kayıt alma ve kontrol işlemleri operatörler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bakım zamanı, bakım yapılan bölge, bakımda değişen parçalar, bakım sonrasında yapılan testler ve gözlem sonuçları bakım defterine işlenmektedir. Bir sonraki bakım tarihi bakım defterine yazılmakta ve bakımların takibi bakım defterinden yapılmaktadır.

Otomasyondan Sonra

Kurulacak otomasyon sistemi periyodik bakımları hatırlatıcı olarak görev yapacak, bir önceki bakımda hangi parçaların değiştiği, hangi işlemlerin uygulandığını operatörlere hatırlatacaktır.

Şekil 4.5’ de bakımların ve arızaların yazılı olduğu vardiya defteri görülmektedir.



Şekil 4.5. Vardiya Defteri

4.6. İş Kazaları ve İşçilikten Kaynaklanan Hataların Engellenmesi

İş yerlerinde meydana gelen iş kazalarında her yıl bir çok insan etkilenmektedir. Bu kazaların bir kısmı kalıcı sakatlık veya ölümlle sonuçlanmaktadır. İş güvenliği ve işçi sağlığı konuları son zamanlarda önem kazanmıştır. İş kazalarına karşı tedbirler almak ve kazaları önlemek işletmelerin öncelikli hedefleri arasında girmiştir. Bu sebeple iş kazalarını önlemek için insanların yapabileceği işleri makinelerin yapmasının yolları aranmaktadır. Makinelerin otomatik çalıştırılabilmesi için PLC ve SCADA

sistemlerinden faydalanılmaktadır. Çizelge 4.6’da işçilik hataları ve iş kazaları durumu otomasyon öncesi ve sonrası durumları için gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. İşçilik Karşılaştırma Tablosu

İŞ KAZALARI VE İŞÇİLİKTEN KAYNAKLANAN HATALAR		
	OTOMASYONDAN ÖNCE	OTOMASYONDAN SONRA
İŞÇİ ÜZERİNDEKİ İŞ YÜKÜ	Tüm sorumluluk işçide	İş yükü paylaşılmıştır.
İŞÇİ ÜZERİNDEKİ İŞ BASKISI	Baskı yüksektir	Baskı kısmen daha azdır.
ÇALIŞAN İŞÇİ SAYISI	Fazladır. Birçok işçi gerekmektedir.	Azdır. Kontrollerin çoğunu PLC yapmaktadır.
İŞ KAZASI VE İŞÇİLİK HATASI İHTİMALİ	Yüksektir	Kısmen daha düşüktür

Otomasyondan Önce

Mevcut haliyle bilyalı değirmenin çalıştırılması için gereken tüm işlemler operatörlerin sorumluluğundadır. Bu durumda tüm kontroller ve müdahaleler değirmen operatörleri tarafından yapılmaktadır. Bu da beraberinde kişisel hata ve yanlış müdahale sorunlarını getirmektedir.

Otomasyondan Sonra

Otomasyon sisteminin kurulmasından sonra makine ve insan arasında iş dağılım koordinasyonu sağlanmış ve işçilik hataları azaltılmıştır.

4.7. Alarmların İzlenmesi

Otomasyon sistemi ile birlikte alarlara müdahaleler kolaylaşmış ve hızlanmıştır. Çizelge 4.7 otomasyon öncesinde ve sonrasında alarlara müdahale konusunu özetlemektedir.

Çizelge 4.7. Otomasyon Öncesi ve Sonrasında Alarmlar

ALARMLAR		
	OTOMASYONDAN ÖNCE	OTOMASYONDAN SONRA
MÜDAHALE ZAMANI	Gecikmeler yaşanmakta	SCADA ekranından alarmlara hızlı müdahale
ALARMLARA MÜDAHALE ŞEKLİ	İşçiler tarafından yakından	Uzaktan müdahale imkanı
ARIZANIN TEŞHİSİ	Bulunması uzun sürmektedir	Bulunması kolaydır

Otomasyondan Önce

Mevcut durumda bilyalı değirmen sisteminde sadece belli tür bozukluklarda alarm alınmaktadır. Alarm sinyali sonrasında değirmenin yanına giden operatör alarmın kaynağını bulmaya çalışmaktadır. Bu da zaman kaybı demektir. Alarmlara ne kadar geç müdahale edilirse hem değirmenin çalışması olumsuz etkilenmekte, hem de üretim aksamaktadır. Şekil 4.6'da otomasyon öncesinde alarm oluştuğunda çalan zil resmi görülmektedir.

Otomasyondan Sonra

Bilyalı değirmenin çalışmadan önceki durumda yapılması gereken kontrollerin PLC tarafından yapılması ve çalışmakta olan değirmende oluşan alarmların hızlıca fark edilmesi ile anında müdahale edilmesi mümkün olmuştur.



Şekil 4.6. Otomasyon Öncesinde Kullanılan Alarm Zili

4.8. Verilerin Depolanması ve Raporlanması İhtiyacı

Otomasyondan Önce

Bilyalı değirmen çalışma verilerinin kaydının tutulması operatörlerce yapılmaktadır.

Otomasyondan Sonra

SCADA sistemi ile raporlar ve veriler bilgisayar ortamında otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Birçok noktadan alınan bilgilerin rapor haline getirilmesi, bilyalı değirmen çalışma verimi ve performans trendlerinin takibi mümkün olmuştur. Şekil4.7' de SCADA sistemi için oluşturulan üretim miktarları tablosu bulunmaktadır.

FABRİKA GÜNLÜK ÜRETİM RAPORU							19.01.2013	
Verilerin Tarihi ve Saati	TÜVENAN	GİRİŞ	ATIK	Cu Rgh cone	Ara Ürün Değ. Besleme	Middling Atık	BAKIR RANDIMAN	BAKIR KONSANTRE
18.01.13	BESLEME	% Cu	% Cu	% Cu	% Cu	% Cu		
01:00								
02:00								
03:00								
04:00								
05:00								
06:00								
07:00								
08:00								
09:00								
10:00								
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								
22:00								
23:00								
00:00								
Maximum								
Minimum								
Average								
Vardiya Üretimleri	Top. Tonaj	Flot Feed	Final Tail	%Rec			Günlük Toplam filtre cycle	
24/08 vardiya							Park Elektrik Madencilik A.Ş. Konsantre Tesis Müdürü	
08/16 vardiya								
16/24 vardiya								

Şekil 4.7. SCADA Ekranı Üretim Raporu

4.9. Uyumluluk

Bilyalı değirmenlerde farklı ihtiyaçlara göre zaman zaman farklı uygulamalar denenmekte veya mevcut uygulamalar değiştirilebilmektedir.

Otomasyondan Önce

Mevcut durumda bilyalı değirmen çalışma prosesinin revizyonu için kablo bağlantıları değiştirme, MCC panosuna malzeme ekleme veya değiştirme gibi birçok işlem yapılmaktadır. Tüm bu işlemlerin yapılması zaman kaybına sebep olmaktadır.

Otomasyondan Sonra

Otomasyon sisteminin kurulmasından sonra PLC ve SCADA programında sadece programın değiştirilmesiyle çalışma sisteminde revizyon yapılabilmesinin yolu açılmaktadır. Böylece bilyalı değirmen çalışma prosesi yeniliklere açık, hızlı ve esnek olmuştur.

4.10. Fonksiyonellik

Günümüz koşullarında mühendislerin odaklandığı en dikkate değer konulardan biri de bütçe ve maliyetlerdir. En ucuz şekliyle en verimli sistemlerin tasarımı ucuz ürün ve optimum çalışma ömrü ile elde edilebilir. Ancak ucuz ürünler tercih edilirken gelecekte çok pahalıya mal olabileceği ve sistemde meydana getirdiği arızaların ürün fiyatından çok daha büyük maddi kayıplara sebep olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu sebeple sistem tasarımına karar verilirken risk analizi yapılmalı ve gerektiğinde pahalı bile olsa daha fonksiyonel bir sistem tasarımı yapılmalıdır. (Özdemir, 2001)

Otomasyondan Önce

Klasik kumanda ve kontrol yöntemleriyle çalıştırılan bilyalı değirmen genişleme ve esneklik özelliklerine sahip değildir. Bununla birlikte genişleme için fazladan kablolama, fazladan devre elemanları kullanılmaktadır. Bu sebeple fonksiyonelliği sınırlıdır. Normal koşullarda röleli sistem ucuz gibi görünmektedir. Ancak uzun vadede düşünüldüğünde PLC ve SCADA sisteminin avantajları ortaya çıkmaktadır. Uzun vadede otomasyon sisteminin üretime yaptığı katkılar kendi kurulum maliyetlerini gözardı edecek kadar yüksektir.

Otomasyondan Sonra

PLC ve SCADA sistemleri modüler olduğu için birçok fonksiyon ve özellik sonradan eklenebilmektedir. İlk kurulum maliyetleri yüksek olsa bile, sistem çalışması sırasında karşılaşılan arıza sayısı azalmıştır. Çıkan arızaların yer tespiti ve arıza cinsi tespiti kolaylaşmıştır.

4.11. Hız

Artan rekabet ortamında, üretime verimliliğin, üretkenliğin ve kalitenin yükseltilmesi zorunluluğu işletmeleri üretim sistemlerinin daha titiz ve bilimsel olarak analizine, planlanmasına ve kontrolüne doğru yönelmiştir. Üretim yapan tesisler zamanı en verimli değerlendirme yollarını aramaktadırlar.

Otomasyondan Önce

Otomasyon sistemi kurulmadan önce

- Bilyalı değirmene yol verilmek istendiğinde genel kontroller yapılırken
- Bilyalı değirmen çalışırken yapılması gereken kontrollerde
- Arıza ve alarm durumlarında arıza cinsi ve arıza yerinin tespiti için
- Enerji giderlerinin kayda alınması ve anlık parametrelerin takibi
- Yeniliklerin ve ek fonksiyonların uygulanmasında

Operatörlerin makinelere oranla daha yavaş olması sebebiyle üretim kaybı yaşanmaktadır.

Otomasyondan Sonra

PLC ve SCADA sisteminin kurulmasından sonra işçi hataları ve insanların makineye oranla daha yavaş olmasının önüne geçilmiş, bilyalı değirmen sisteminde insan ve makine arasında uygun iş dağılımı yapılarak oluşması muhtemel arızalar hızlıca fark edilmiş, makine bakımları zamanları geciktirilmeden yapılmış, duruşlar en aza indirgenmiştir.

4.12. Ölçüm Tekniği ve Doğruluk

Sıcaklık, basınç, akış, gerilim, akım, vb. gibi büyüklüklerin ölçümleri mekanik veya elektriksel olarak yapılabilir. Her iki ölçüm tekniğinin de bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bilyalı değirmen sisteminde otomasyondan önce mekanik ölçü aletleriyle yapılan ölçümler otomasyon sisteminin kurulmasıyla birlikte elektriksel ölçü aletleriyle değiştirilmiştir.

Otomasyondan Önce

Bilyalı değirmene otomasyon sistemi kurulmadan önce kullanılan mekanik ölçü aletleri yeterli hassasiyette okuma yapamama sorunu yaşanmaktadır. Bununla birlikte herhangi bir parametreyi ölçmek isteyen işçiler ancak makinenin yanına kadar yaklaşarak ölçüm noktasından bazı verileri alabilmektedir. Bu durumda hem zaman kaybına hem de gereksiz işçiliğe sebep olmaktadır.

Otomasyondan Sonra

Otomasyon sisteminin kurulmasıyla birlikte ölçüm yapılmayan noktalara sensörler eklenmiştir. Daha hassas ve ölçümler yapılabilmiş ve değişken parametreler hakkında daha isabetli karar verilebilmesi sağlanmıştır. Çizelge 4.8’ de otomasyon öncesi ve sonrası için kullanılan ölçü aletleri ve ölçüm tekniği bulunmaktadır.

Çizelge 4.8. Ölçü Aletleri ve Tekniği

KULLANILAN ÖLÇÜ ALETLERİ VE ÖLÇÜM TEKNİĞİ		
	Otomasyon öncesi	Otomasyon sonrası
DİŞLİ YAĞI AKIŞ	Gözle kontrol	Yağ akış anahtarı 0-24 VDC
DİŞLİ YAĞI SEVİYE	Gözle kontrol	Elektrikli flatör. 230 VAC
SARGI SICAKLIK	Ölçülmemektedir	PT100 4-20 mA
RULMAN SICAKLIK	Ölçülmemektedir	PT100 4-20 mA
KAVRAMA DURUMU	Gözle kontrol	Endüktif sensör 24 VDC
YAĞ AKIŞ	Ölçülmemektedir	Yağ akış sensörü 24 VDC
YAĞ BASINÇ	Mekanik manometre	Basınç sensörü 4-20 mA
YAĞ SICAKLIK	Ölçülmemektedir	PT100 4-20 mA
VİBRASYON	Ölçülmemektedir	Vibrasyon sensörü 4-20 mA

5. PLC VE SCADA İLE TASARLANAN OTOMASYON SİSTEMİ

Otomasyonsuz bir sistem üzerine PLC ve SCADA kullanılarak kurulmak istenen bir projede atılması gereken adımlar Şekil 5.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Otomasyon Sistemi Tasarım Aşamaları

- Sistemin Analizi ve Beklentilerin Belirlenmesi: Otomasyon projesi ilk olarak, oluşturulacak sistemin tasarlanması, analizinin yapılması ve çalışma prosesinin incelenmesi aşamalarından oluşur. Bu safhada otomasyonun kurulacağı sistemi veya ekipmanı üreten firmaların teknik sorumlularının ekipmanların çalışma şartları ve uygun koşullarda mümkün olan en verimli şekilde nasıl çalıştırılabileceği gibi teknik bilgiler alınır. Ayrıca kurulacak sistemi yönetecek kişilerin fikirleri sorularak otomasyon

sisteminden beklentiler alınır, bu talepler değerlendirilir, en uygun çözüm ve senaryo konularında anlaşmaya varılır.

- Saha Ekipmanlarının Seçimi: Sistemin ana hatlarıyla kontrol edilecek cihazların içinde bulunduğu ekipman listesi oluşturulur. Ekipmanların listesi oluşturulduktan sonra bu ekipmanların kumanda ve kontrolü için gerekli saha enstrümanları seçilir. Saha enstrümanlarının seçimi gerekli ve yeterli şartları sağlamaya yönelik olmalıdır. Gereğinden fazla özelliklere sahip sensör ve transdüserler hem maliyetli olacak hem de özellikleri kullanılmayacaktır.

- Giriş ve Çıkışların Belirlenmesi: Sistemin tasarlanan projesi üzerinde sahadaki cihazlar incelenerek genel bir bakışla gerekli giriş ve çıkışların durumları incelenir. Ekipman listesinden kaydedilmiş sahadaki ekipmanlardan PLC'ye alınacak girişler ya da gönderilecek çıkışlar belirlenir. Dijital kontakların (NO,NC) ve analog sinyallerin durumları (0-20 mA, 4-20 mA, 0-10V) ve özellikleri detaylı olarak düşünülür.

- PLC ve SCADA'nın Konfigürasyonu: Ekipmanlardan alınacak bilgi ve giriş çıkış listesi oluşturulduktan sonra PLC konfigürasyonu modüllerin seçimi ve CPU seçimi olmak üzere iki başlık altında toplanır. Modül seçiminde kriter I/O sayısıdır. PLC tarafından işlenecek girişler ve çıkışlar belirlendikten sonra girişler ve çıkışlar belirlenir ve bu sayıya uygun modüllerin seçimi yapılır. CPU seçiminde kriterler, modül sayısı ve I/O kapasitesi, yazılacak programın uzunluğu ve senaryonun kritikliğine göre PLC programının döngü zamanıdır. Bununla birlikte SCADA ekranı detayları tasarlanır.

- Montaj: Otomasyon projesi oluşturulurken, pano tipi seçiminden başlanır. Pano tipi seçilirken panoyu kullanacak operatörlerin talep edebilecekleri özellikler de dikkate alınır. Daha sonra pano ölçüleri belirlenerek kanal boyutları seçimi, kablo girişi seçimi yapılır. Otomasyon projelerinde her panoda kullanılan temel ekipmanlar izolasyon trafosu 230VAC, güç kaynağı 230VAC-24VDC, kaçak akım sigortası, izolasyon röleleri ve klemens yerleşimleri oluşturulur. Kapakta kullanılacak cihaz varsa uygun şekilde yerleştirilir. PLC modüllerinden giriş ve çıkışlar klemenslere indirilir. Daha sonra saha projelerinden faydalanarak kablo listesi oluşturulur. Kablo listesinde sinyallerin fiziksel giriş ve çıkış noktaları gösterilir, arada kullanılacak kablo tipi ve uzunluğu da belirtilir.

- Haberleşme Konfigürasyonunun Yapılması: Sahada kullanılacak enstrümanlar belirlendikten sonra bu cihazlardan nasıl bilgi toplanacağı ya da bu cihazların nasıl kontrol edileceği saha yapısını da dikkate alınarak uygun haberleşme konfigürasyonu ve bu konfigürasyonda kullanılacak temel taşlar (pano sayısı, haberleşme cihazları, haberleşme altyapısı, protokolleri) belirlenir.

- PLC ve SCADA Programlarının Yazılması ve Yüklenmesi: CPU marka ve modeline uygun olarak üretilmiş PLC programıyla bilgisayar ortamında program yazılır. PLC programı kendi içinde data bloklar, fonksiyon bloklar ve fonksiyonlar gibi farklı parçalardan oluşturulur. Bununla birlikte HMI panel ekranını ve bilgisayarlardaki SCADA ekranını programlayan program ile SCADA ekranları tasarlanır ve yüklenir.

- Testlerin Yapılması: Oluşturulan otomasyon projesinin güvenilirliğini ve işlenebilirliğini izlemek amaçlı birtakım testler uygulanır. Testler kısaca özetlenecek olursa, panonun projeye uygunluk kontrolünü sağlayan testler, panoya girilen kabloların doğruluk testleri ve PLC bağlantılarının tamamlanmasından sonra canlı sistem üzerinde oluşabilecek senaryoların testleridir. Testlerin tamamlanması ve başarılı şekilde geçmesinden sonra devreye alma işlemine geçilebilir. Aşamalardan herhangi birinde sorun tespit edilirse gerekli düzenlemeler yapılır ve testlere baştan başlanır.

- Devreye Alma: Yapılan testlerden başarı ile geçen PLC panosu ve programı, sistemi işletecek operatörler ile birlikte devreye alınır. Devreye alınma sırasında program hakkında genel bilgi verilir. Prosesin çalışması, alarm durumlarında neler yapılması gerektiği, programın işleyişi ve acil durum yapılması gerekenler hakkında bilgi verilir ve devreye alma işlemi bitirilir.

Tez çalışması konusu olan bilyalı değirmen sistemi tasarımı için yukarıda anlatılan adımlar dikkate alınmış ve bu doğrultuda ilerleme kaydedilmiştir. Buna göre,

‘Sistemin analizi ve Beklentiler’ Bölüm 4’ de anlatılmıştır.

‘Saha ekipmanları’ kısmı Bölüm 5.1’ de anlatılmış ve bu elemanların özellikleri ile ilgili bilgi verilmiştir.

‘Giriş ve Çıkışların Belirlenmesi’ Bölüm 5.2’ de anlatılmıştır.

‘PLC ve SCADA’nın Konfigürasyonu’ Ek bölüm’ de anlatılmıştır.

‘Montaj’ Bölüm 5.3’ de anlatılmış ve nasıl yapılacağı gösterilmiştir.

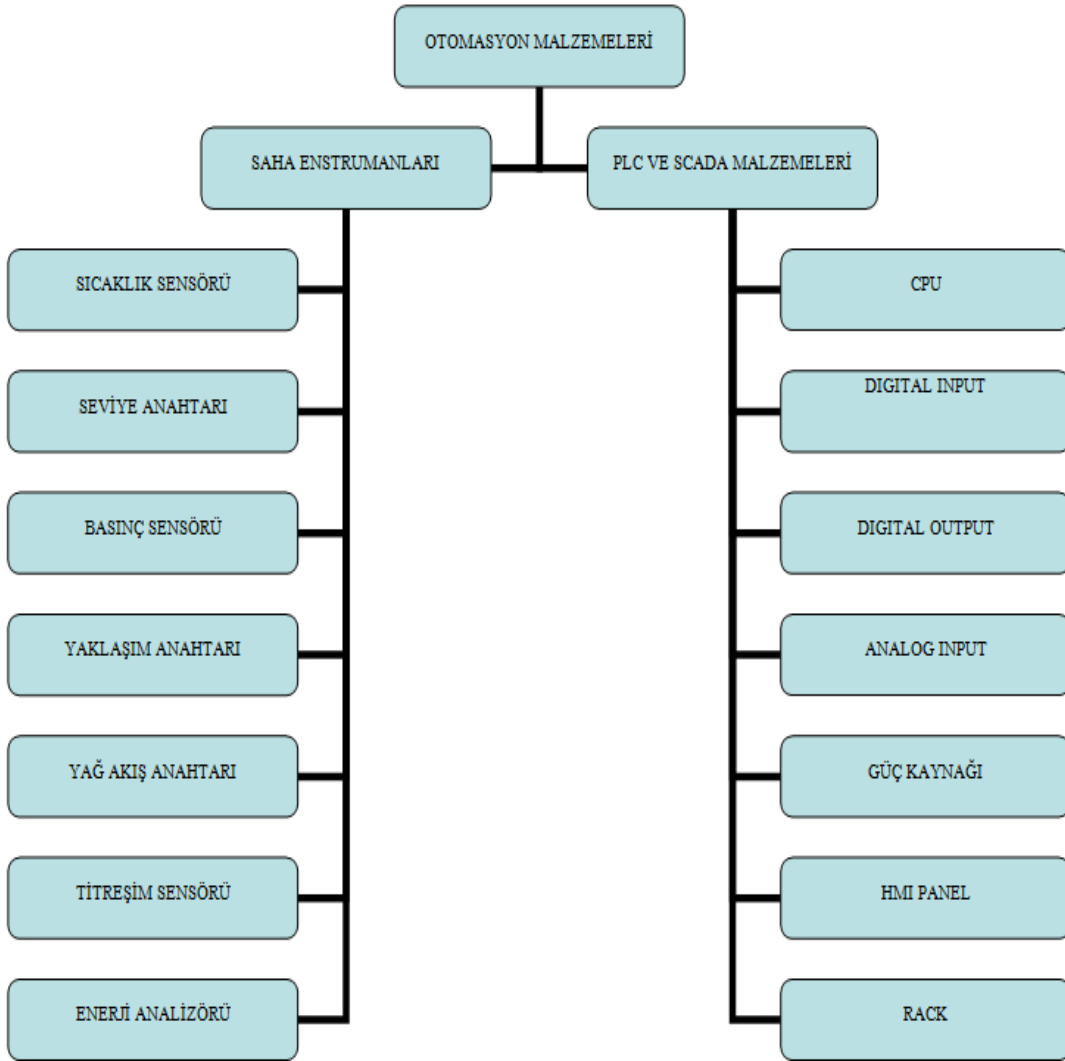
‘Haberleşme Konfigürasyonu’ Ek Bölüm’ de anlatılmıştır.

‘PLC ve SCADA Programının Yazılması’ Bölüm 5.4 ve 5.5’ de gösterilmiştir.

‘Testler ve Devreye Alma’ tasarım bittikten sonra gerçekleştirilmiştir.

5.1. Otomasyon Sistemi Ekipmanları

Bilyalı değirmen otomasyonunda kullanılan malzemeler ‘Saha enstrumanları’ ve ‘PLC ve SCADA Malzemeleri’ olarak iki başlıkta incelenebilir. Otomasyon malzemeleri listesi Şekil 5.2’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Otomasyon Malzemeleri

5.1.1. Sahadaki enstrümanlar

Sıcaklık Sensörü: Endüstriyel makinelerde ısının ölçülmesi için mekanik veya elektriksel ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Mekanik ölçümler yapılırken genellikle gaz termometresi, sıvı genleşmeli termometre, basınç termometreleri ve bimetalli termometreler gibi araçlar kullanılırken, elektriksel ölçümler için ısı çifti (termokupl) ve direnç termometreleri gibi araçlar kullanılır. Elektriksel ölçümler yapılarak, mekanik ölçümlere göre daha hassas sonuçlar elde edilebilir. Isı ölçümündeki küçük değişimlerin algılanması isteniyorsa elektriksel ölçme teknikleri kullanılmalıdır. Çeşitli ölçüm aralıklarında üretilen elektriksel ölçüm araçları -270°C ile 1150°C arasında ölçme yapabilme kapasitesindedirler.

Bilyalı değirmen otomasyonunda kullanılan ısıölçerler direnç termometreleri olarak bilinen PT100 model ısıölçerlerdir. Direnç termometreler direncin ısı ile değişmesi prensibi ile çalışır. Bu cihazlar farklı tiplerde ve modellerde imal edilirler. 0°C sıcaklıktaki dirençleri 100Ω 'dur. PT100 direnç termometredeki direnç ile ısı arasındaki ilişki $R = (1 + at + bt^2)$ formülünde belirtildiği gibidir. Bu denkleme göre sıcaklıktaki her 1 derece artış direnç değerinde ortalama 0.384 ohm'luk değişim meydana getirmektedir. Şekil 5.3'te PT100 görülmektedir.



Şekil 5.3. PT 100

Seviye Anahtarı: Teknolojik gelişmelerle birlikte sıvı seviyesini birçok metot bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, şamandıra metodu kullanılarak seviye ölçümü, elektrot kullanılarak seviye ölçümü, ultrasonik sinyaller kullanarak seviye ölçümüdür.

Bilyalı değirmen otomasyonunda yağ seviye ölçümünün yapılmasındaki amaç dişlileri yağlamak için kullanılan tankın içindeki gres yağı miktarının kontrolüdür.

Dişli yağ tankında seviye ölçümü için elektrikli şamandıra kullanılmıştır. Ucuz olması ve yağ seviyesi belirleme işlevini yapabileceği için şamandıra kullanımı seviye ölçüm sistemi için yeterlidir. Şekil 5.4' de elektrikli flatör bulunmaktadır.



Şekil 5.4. Elektrikli flatör

Basınç Ölçer: Akışkanın içinde bulunduğu ortam yüzeyinde meydana getirdiği kuvvet etkisine basınç denmektedir. Basınç sensörleri akışkanın basıncını elektrik sinyaline çevirirler. Elektrik sinyali de dönüştürücüler kullanılarak PLC'nin anlayacağı analog sinyallere dönüştürülür.

Yağ tankındaki yağın hidrolik basıncının iyi bir yağlama yapılabilmesi için belli seviyelerde olması istenmektedir. Yüksek basınç ve alçak basınç pompaları çalıştığı sırada basınç artar ve istenen seviyeye gelir. Ancak bazı durumlarda istenen basınç değerlerine ulaşamaz. Bunun önüne geçmek için taşıyıcı yağlama sisteminde sürekli basınç kontrolü yapılmalıdır.



Şekil 5.5. Basınç Sensörü

Yaklaşım Sensörü: Yaklaşım sensörleri elektrostatik alanına yaklaşan cismin neden olduğu kapasite değişikliğini algılar. Sensöre yaklaşan cisim sensörde kapasite değişimleri oluşturur. Yaklaşım sensörü de kapasite değişimlerini uygun bir sinyale çevirerek PLC' ye gönderir.

Tasarlanan sistemde kullanılan yaklaşım sensörü, tahrik ünitesinde kullanılmaktadır. Tahrik ünitesinin ana motor tarafında veya yardımcı tahrik grubu tarafında olduğunu algılamak için yaklaşım sensörü kullanılmıştır.



Şekil 5.6. Yaklaşım Sensörü

Yağ Akış Anahtarı: Dişli yağlama sisteminde veya taşıyıcı hidrolik yağ grubunda zaman zaman tıkanıklıklar meydana gelerek yağ akışı durabilir. Yağ akışının denetimi yapılmazsa bu tıkanıklıklardan dolayı yağlama yapılamaz ve dişliler veya yatak zarar görebilir. Şekil5.7 ve Şekil 5.8' de akış anahtarları görülmektedir.



Şekil 5.7. Yağ akış anahtarı



Şekil 5.8. Dağıtıcı Bloğa bağlı akış anahtarı

Titreşim Sensörü: İvmeölçerlerin aktif ölçüm elemanları piezoelektrik elemanlardır. Bu elemanlar transdüserin gövdesi ile sismik kütle arasında yay görevi yapmaktadırlar. Transdüser titreşim yaptığı zaman sismik kütlenin ivmesi ile kütlesi çarpımı kadar kuvvet üretilir ve bu kuvvet kesme kuvveti ya da bası kuvveti olarak piezoelektrik elemana etkir. Piezoelektrik eleman uygulanan kuvvete orantılı olarak bir elektrik şarjı üretir. Kütleler sabit olduğu için bu şarj ivme ile doğru orantılıdır. Sismik kütleler aynı genlik ve fazda çok geniş bir frekans aralığında hareket etmeye baslar, böylece transdüser, üzerine yerleştirilmiş olduğu yüzeyin titreşim ivmesi ile orantılı bir şarj üretmiş olur (Berçin, 1997).

Bilyalı değirmenin sisteminde çeşitli titreşim sensörleri kullanılmıştır. Böylece oluşması muhtemel arızaların erken tespiti ve büyümeden giderilmesi hedeflenmektedir.

Şekil 5.9'da vibrasyon sensörü bulunmaktadır.



Şekil 5.9. Vibrasyon Sensörü

Enerji Analizörü: Bilyalı değirmen sisteminin çalışması sırasında kullanılan elektrik enerjisinin tüm parametrelerini izlemek ve kayıt altına almak için enerji analizörü kullanılmıştır. Kullanılan enerji analizörü yüksek hassasiyete sahip Siemens firmasının ürettiği 'Sentron PAC3200' modelindeki analizördür. Şekil 5.10'da Enerji analizörü bulunmaktadır.

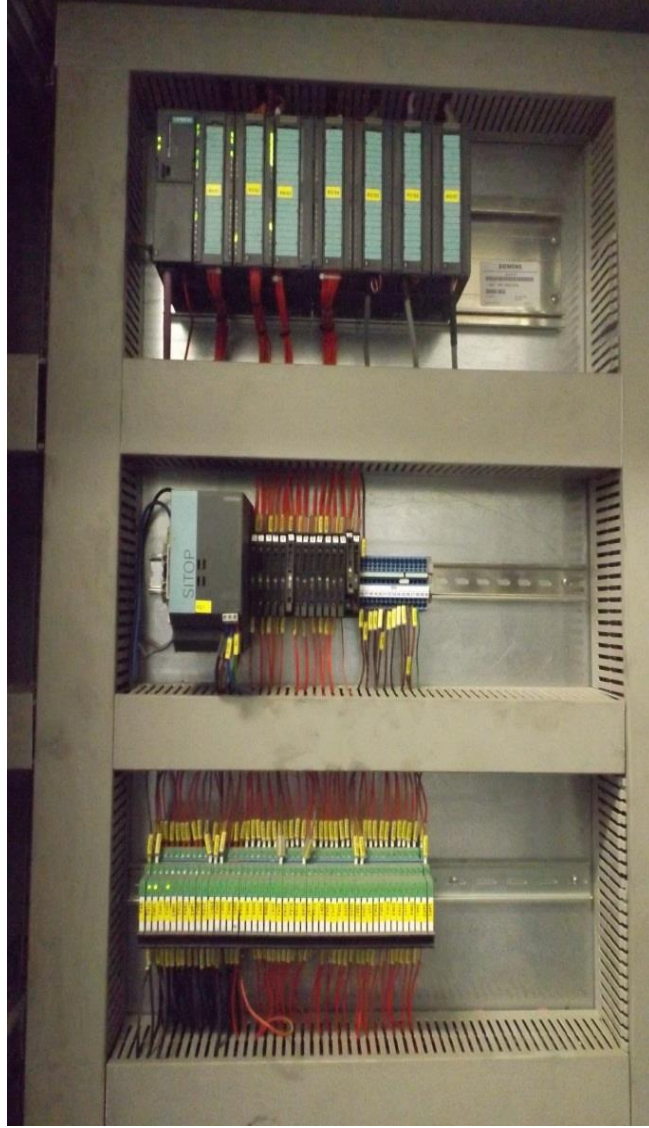


Şekil 5.10. Enerji Analizörü

5.1.2. PLC ve SCADA malzemeleri

Tasarımda kullanılan PLC ve SCADA'nın görevi; programcı tarafından yazılan PLC programını hafızasında tutmak, sahadan gelen bilgileri belirlenmiş parametrelere göre değerlendirmek ve uygun çıkışlar üreterek kumanda elemanlarının bağlı olduğu elektrik makinelerini kumanda etmektir. PLC panosunda dijital giriş ve çıkış kartları

analog giriş kartı, CPU, güç kaynağı ve birçok bağlantı klemensi bulunmaktadır. Bilyalı değirmen PLC panosu Şekil 5.11’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.11. PLC Panosu

CPU: Tasarlanan sistemdeki CPU markası ve modeli seçilirken, orta büyüklükte bir otomasyon projesine uygun olması, birçok uygulamanın geliştirilmesine olanak tanınması zengin ürün çeşidinin olması, MPI, Profibus ve endüstriyel ethernet gibi haberleşme ağlarına bağlanabilmesi gibi özellikler dikkate alınmıştır.

Çizelge 5.1’ de CPU özellikleri, Çizelge 5.2’ de Giriş/Çıkış Kartları özellikleri, Çizelge 5.3’te HMI panel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 5.1. CPU Özellikleri

Marka	Ürün Modeli	Parça Kodu
SIEMENS	CPU 313C-2 DP	6ES7 313-6CF03-0AB0

Giriş ve Çıkış Kartları: CPU modeline uygun modelde digital input, digital output ve analog input kartları seçilmiştir.

Çizelge 5.2. Giriş ve Çıkış Kartları

Marka	Ürün Modeli	Parça Kodu	Ürün Tanımı
SIEMENS	DI SM321	6ES7-321-1BL00-0AA0	Digital Giriş
SIEMENS	DI SM321	6ES7321-1BH02-0AA0	Digital Giriş
SIEMENS	DO SM322	6ES7322-1BL00-0AA0	Digital Çıkış
SIEMENS	AI SM331	6ES7331-1KF02-0AB0	Analog Giriş

Güç Kaynağı: PLC enerji ihtiyacını karşılamak üzere 230 VAC / 24 VDC 10 A kapasiteli bir güç kaynağı kullanılmıştır.

HMI Panel: Orta ölçekli işlerde kullanılacak bir HMI panel seçilmiştir. Tez çalışması için tercih edilen HMI ürünü, PLC ile uyumlu Simatic Multitouch MP277 10 inch dokunmatik ekranlı bir dokunmatik paneldir.

Çizelge 5.3. HMI Panel Özellikleri

Marka	Ürün Modeli	Parça Kodu
SIEMENS	Simatic 10 inch MP 277	6AV6643-0ED01-2AX0

Montaj Rayı (Rack): PLC seti malzemelerinin üzerine yerleştirilmesi için gerekli montaj rayı markası Siemens'tir. Boyu 480 mm'dir. Ürün kodu 6ES7390-1AE80-0AA0'dır.

5.2. Giriş ve Çıkışların Belirlenmesi

PLC ve SCADA ile tasarım yapılırken öncelikle sahadan gelecek girişlerin ve kontrol edilecek çıkışların belirlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple çalışmanın bu kısmında bilyalı değirmenin otomasyon sistemindeki giriş ve çıkış sinyalleri belirlenmiş işlevleri tanımlanmıştır.

5.2.1. Dijital girişler

- **Acil Stop:** Sistemde oluşacak acil durumlarda değirmeni derhal durdurmak için acil stop girişi kullanılmıştır. Acil stopa basıldığında, işletilen program derhal durdurulur ve değirmen enerjisi kesilir.

- **Otomatik Stop:** Otomatik stop prosesinin çalışması için dışardan bir adet otomatik stop girişi yapılmıştır. Otomatik stop butonuna basıldığında, PLC değirmenin yumuşak bir duruş için gerekli şartlarını sağlar ve durdurur.

- **Kesici Açtı:** Çalışmakta olan bilyalı değirmen ana kesicisinde meydana gelebilecek manuel bir açma veya rölede oluşacak arıza akımının sonucu oluşacak açmalarda PLC programına 'Kesici açtı' sinyalini göndermek için kullanılır.

- **Kesici Devrede:** Kesicinin devrede olup olmadığının kontrolü gerekmektedir.
- **Kavrama Ana Tahrik Motorunda:** Kaplin kavrama grubunun ana motorda olduğu sinyalini gönderir.

- **Kavrama Yardımcı Tahrikte:** Kaplin kavrama grubunun yardımcı tahrikte olduğunu belirtir.

- **Yardımcı Tahrik Motoru Çalışıyor:** Kaplin kavrama grubu yardımcı tahrik konumundayken, yardımcı tahrik motorunun çalıştığını bildirir.

- **Yardımcı Tahrik Motoru Arıza:** Yardımcı tahrik motorunun çalışması sırasında oluşabilecek aşırı akım, faz dengesizliği gibi arızalarda yardımcı tahrik motorunun ani duruşlarını PLC'ye arıza olarak bildirir.

- **Alçak Basınç Pompası Çalışıyor:** Taşıyıcı yağlama sistemindeki alçak basınç pompası, bilyalı değirmen yol almadan kısa süre önce çalışır ve değirmen durana kadar

sürekli çalışma durumunda kalır. Bu giriş sayesinde PLC'nin alçak basınç motorunun çalıştığını görmesi sağlanmaktadır.

- Alçak Basınç Pompası Arıza: Çalışmakta olan alçak basınç pompası motorunda oluşabilecek ani açmaların PLC tarafından bilinmesi sağlanmaktadır.

- Alçak Basınç Yağı Akış: Yağlama sistemi üzerindeki akış sensörleriyle alçak basınç uygulayan yağın akışı kontrol edilmektedir. Akışlarda sorun olursa düzgün yağlama sağlanamayacağı için operatörlere gereken uyarılar verilmelidir. Bu sebeple bu giriş yağ akışının olup olmadığını PLC'ye bildirir.

- Taşıyıcı Yüksek Basınç Pompası Çalışıyor: Taşıyıcı yağlama sistemindeki yüksek basınç pompası, bilyalı değirmen yol almadan önce çalışarak yatakları yağlar ve mil ile yatak arasında film tabakası oluşturur. Değirmen yol aldıktan kısa bir süre sonra devreden çıkar. Bu giriş yüksek basınç pompasının çalıştığına dair PLC'ye gönderilen sinyaldir.

- Taşıyıcı Yüksek Basınç Pompası Arıza: Yüksek basınç pompasında meydana gelebilecek arızaları PLC'ye bildirir.

- Yüksek Basınç Yağı Akış: Yüksek basınç borularında oluşabilecek tıkanıklıkları veya filtrelerin kirlenmesi sonucu oluşacak tıkanıklıkları tespit etmek için akış sensörleriyle PLC'ye bilgi verilmektedir.

- Redüktör Yağı Devri Daim Pompası Çalışıyor: Redüktör yağı dişlilerde meydana gelen mekanik etkiler sonucu yüksek sıcaklıklara ulaşmaktadır. Yağ sıcaklığının düşürülmesi ve dişliler üzerindeki koruyucu etkisinin devamı için soğutulması gerekmektedir. Redüktör devri daim pompasının görevi, yağın soğutma fanı radyatörü ile redüktör arasında devri daim yapmasını sağlamaktır. Bu giriş ile devri daim pompasının çalıştığı PLC'ye bildirilmektedir.

- Redüktör Yağı Devri Daim Pompası Arıza: Devri daim pompasında oluşabilecek arızaları PLC'ye bildirmektedir.

- Redüktör Yağı Soğutma Fanı Çalışıyor: Redüktör yağını soğutmak için kullanılan esanjör motorunun çalıştığını PLC'ye bildirir.

- Redüktör Yağı Soğutma Fanı Arıza: Herhangi bir sebepten dolayı duruşa geçerse PLC'ye sinyal gönderilmektedir.

- Pinyon Yatakları Gres Yağlama Çalışıyor: Pinyon dişlinin bağlı olduğu yataklardaki rulmanların yağlanması için gerekli pompanın çalıştığını CPU'ya bildirir.

- Pinyon Yatakları Gres Yağlama Arıza: Pinyon yatakları yağlama pompası arıza durumunu bildirir.

- Isıtıcılar Çalışıyor: Taşıyıcı yağlama sistemindeki yağın sıcaklığının belli değerler arasında olması gerekmektedir. Yağ fazla ısındığında esanjör devreye girerek soğutur, soğuk olduğunda da rezistans devreye girerek yağı ısıtır. Bu giriş sayesinde ısıtıcıların çalıştı sinyali PLC'ye bildirilir.

- Isıtıcılar Arıza: Isıtıcıların devreye giremezlerse veya girdikten sonra arıza verilerse PLC uyarılır.

- Dişli Yağlama Valfi Açık: Çevre ve pinyon dişli sistemi özel bir gres yağı ile yağlanmaktadır. Dişlilerin yağlanması belli aralıklarla ve belli sürelerde gerçekleştirilir. PLC'ye operatör tarafından girilen bu veriler, sistem tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Dişli sistemini yağlamak üzere devreye giren selenoid valfin çalıştı sinyalinin PLC tarafından bilinmesi gerekmektedir. Bu giriş valfin çalıştı sinyalidir.

- Dişli Yağlama Valfi Arıza: Bu giriş dişli yağlamasını sağlayan selenoid valfte oluşacak arızaların PLC'ye bildirimini sağlar.

- Dişli Yağı Hava Basıncı: Dişli yağlamadaki selenoid valfin çalışabilmesi için hava basıncının 5-8 bar aralığında olması gerekmektedir. Hava basıncı sensörüyle CPU'ya havanın yeterli olup olmadığı bilgisi verilir.

- Dişli Yağı Akışı: Dişlilerin yağlanıp yağlanmadığının kontrolünün PLC tarafından sağlanması gerekmektedir. Bu giriş akış sensöründen aldığı bilgiyi işlemciye iletmektedir.

- Reostadan Start Sinyali: Bilyalı değirmen ana motoru reosta ile yol almaktadır. Sistem hazır durumundayken ana motora yol verildiğinde, motor bilezikleri reosta üzerinden aşamalı olarak kısa devre edilir. Bu giriş reostadan start sinyalinin geldiğini PLC'ye aktarmaktadır.

- Reostadan Yol Alma Sonu: Reosta yol aldıktan sonra bilezikler kısa devre edilir. Reostanın yol alma sonuna geldiğinin sinyali CPU'ya bu girişle gönderilmektedir.

- Reosta Ana Kontaktör: Bilyalı değirmen çalıştığı esnada bileziklerin sürekli kısa devre konumunda olması gerekmektedir. PLC reostanın ana kontaktörünün konumunu bu sebeple takip etmektedir.

5.2.2. Dijital çıkışlar

- Yardımcı Tahrik Motorunu Çalıştır: Bilyalı değirmende bakım yapılacağı zaman değirmenin yavaş devirle dönmesini sağlamak için bilyalı değirmene yardımcı tahrik grubuyla yol verilir. Bu çıkış yardımcı tahrik grubu motorunun kontaktörünü çektilererek değirmenin yavaş devirle dönmesini sağlar.

- Alçak Basınç Pompasını Çalıştır: Gerekli koşullar sağlandığında yağlama sistemindeki alçak basınç pompası CPU'nun komutuyla çalışır.

- Yüksek Basınç Pompasını Çalıştır: Yağlama sistemindeki yüksek basınç yağlama motorunu çalıştırmak için CPU tarafından verilen komutla dijital çıkış kartından 24 V çıkış üretilir ve pompanın kontaktörü çektilerilerek yüksek basınç pompası motoru çalıştırılır.

- Redüktör Yağı Devri Daim Pompasını Çalıştır: Redüktördeki yağın soğuyabilmesi için soğutucu esanjörün radyatörlerine getirilmesi, soğuduktan sonra sisteme geri gönderilmesi gerekmektedir. Bu işlemler için bir adet çıkış alınarak redüktör yağı devri daim motoruna bağlanmıştır.

- Redüktör Yağı Soğutma Fanını Çalıştır: Redüktör yağının sıcaklık limitleri üzerine çıkması durumunda yağın soğutulması için fanın çalıştırılması gerekmektedir.

- Pinyon Dişli Yatağı Gres Pompasını Çalıştır: Pinyon dişlinin içinde bulunduğu rulmanları yağlayan gres pompasına çalışma komutu verilmektedir.

- Isıtıcıları Çalıştır: Yağ tankındaki yağın ısıtılması için bu çıkış kullanılmaktadır.

- Dişli Yağlama Hava Valfini Aç: Dişli yağlama için gereken hava basıncını ayarlayan valfin çalıştırılabilmesi için gerekli sinyaldir.

- Dişli Yağlama Valfini Aç: Belli aralıklarla çevre ve pinyon dişlilerinin yağlanması sağlanır. Dişlilerin yağlanma sıklığı üreticinin tavsiyesiyle operatörlerce belirlenmektedir.

- Kesiciye Sistem Hazır Sinyali Gönder: Bu çıkış, sistemin hazır konumunda olduğunu kesiciye bildirmektedir. Sistem hazırken sahadaki lokal panodan start butonuna basılırsa değirmen yol almaya başlayacaktır.

- Reostaya Start Ver: Sistem hazır durumundayken bilyalı değirmene yol verildiğinde reostanın devreye girmesi ve bünyesindeki kontaktörleri sırayla çektilererek kısa devre olması sağlanmaktadır.
- Kesiciye Reosta Yol Alma Sonu Sinyali Gönder: Reostanın tüm kontaktörleri çekip motor bilezikleri kısa devre olduktan sonra kesiciye reostanın yol alma durumunun başarılı olarak tamamladığının bildirilmesi gerekmektedir.
- Reostaya Kesici Devrede Sinyali Gönder: Reosta üzerindeki akıllı röleye kesicinin devrede olduğu sinyalinin gönderilmesi gerekmektedir. Bu durumda reosta da devrede kalacaktır.
- Alarm Çal: Bilyalı değirmen sisteminde meydana gelebilecek önemli arıza veya duruşlarda alarm çalınarak operatörler uyarılır.

5.2.3. Analog girişler

- Redüktör Yağı Sıcaklığı: Redüktör dişlilerini yağlayan ve aynı zamanda soğumasını sağlayan yağın sıcaklığı PT100 sensörleriyle ölçülmektedir.
- Taşıyıcı Alçak Basınç: Taşıyıcı yağlama sistemindeki alçak basınç pompasının kaç bar basınç ürettiği ölçülmektedir.
- Taşıyıcı Yüksek Basınç: Yüksek basınç pompasının oluşturduğu basınç ölçülmektedir.
- Ana Motor Sargı Sıcaklığı U1: Ana motor U1 fazındaki sargı sıcaklığı ölçülmektedir.
- Ana Motor Sargı Sıcaklığı V1: Ana motor V1 fazındaki sargı sıcaklığı ölçülmektedir.
- Ana Motor Sargı Sıcaklığı W1: Ana motor W1 fazındaki sargı sıcaklığı ölçülmektedir.
- Ana Motor Sargı Sıcaklığı U2: Ana motor U2 fazındaki sargı sıcaklığı ölçülmektedir.
- Ana Motor Sargı Sıcaklığı V2: Ana motor V2 fazındaki sargı sıcaklığı ölçülmektedir.

- Ana Motor Sargı Sıcaklığı W2: Ana motor W2 fazındaki sargı sıcaklığı ölçülmektedir.
- Ana Motor Ön Kısım Vibrasyon Seviyesi: Ana motorun ön kısmındaki vibrasyon seviyesi ölçülmektedir.
- Ana Motor Arka Kısım Vibrasyon Seviyesi: Ana motorun arka kısmındaki vibrasyon seviyesi ölçülmektedir.
- Değirmen Şase Vibrasyon Seviyesi: Değirmen şasesi üzerinde meydana gelebilecek arızalarda veya gevşekliklerde vibrasyon oluşacağından, bu vibrasyonları erken safhalarda ölçmek gerekmektedir.

5.3. Montaj

5.3.1. Ana tahrik elektrik motoru ve reosta

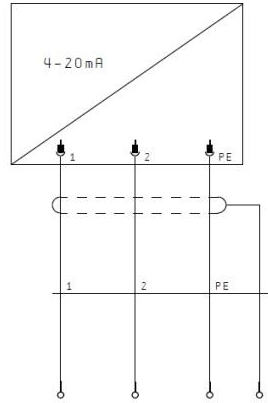
Ana tahrik motoru 3,3 kV gerilimde çalışmaktadır. Motoru besleyen kablo 3,6/6 kV XLPE kablodur. Vakumlu kesici ile ana tahrik elektrik motoru arasındaki mesafe takriben 100 metredir. Bu sebeple 300 metre 1x400/35 mm² XLPE kablo, kablo tavalara döşenerek motor giriş U-V-W klemenslerine bağlanmıştır. Motor statoruna yol verici reosta bağlanmıştır. Motor ve reosta şematik bağlantısı Şekil 5.12' de gösterilmiştir.

5.3.2. Küçük güçlü alçak gerilim motorları

Bilyalı değirmen yağlama motorları, redüktör yağı soğutma fanı motoru, yardımcı tahrik motoru gibi motorlar güçlerine göre çeşitli kablo bağlantılarıyla enerjilendirilmiştir. Kullanılan kablo NYY tipi kablodur. Motor kontrol panosu ile sahadaki motorlar arası mesafe 20-30 metre arasındadır. NYY kablolar motor kontrol panosundan çıkış alınarak motor klemenslerine bağlanmıştır. Örnek bir motorun bağlantı şeması Şekil 5.13' deki gibidir.

5.3.3. Analog sinyal ile çalışan sensörlerin montajı

Bilyalı değirmen seti üzerinde bulunan sıcaklık ölçer, basınç ölçer ve titreşim sensörleri ölçüm yapacağı noktalara yerleştirildikten sonra ekranlı sinyal kablosu ile PLC panosuna bağlanır. Saha ile PLC panosu arasında ekranlı kablo kullanılmasının nedeni elektromanyetik alanların sinyalleri bozmasının önüne geçmektir. Kablo kesiti $0,75 \text{ mm}^2$ 'dir. Panoya giriş yapılan kablolar projede belirlenen yerlerine bağlanmak üzere sigortalı klemenslere ve ardından da PLC' deki analog giriş adreslerine bağlanır. 4-20 mA ile çalışan sensörler analog sinyal üretirler. Projede kullanılan 4-20 mA kontrol akımıyla çalışan sensörlerin bağlantı ve montaj şekli Şekil 5.14' de gösterilmiştir.

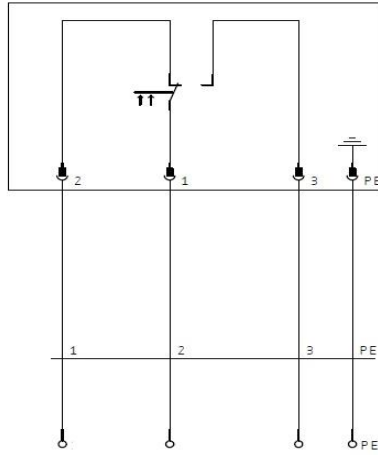


Şekil 5.14. Analog Sinyalle Çalışan Sensör Bağlantısı

5.3.4. Dijital sinyalle ile çalışan elemanların montajı

0-24 VDC ile çalışan ekipmanları giriş ve çıkış olarak ayırabiliriz. Giriş elemanları olarak yaklaşım anahtarı, yağ akış sensörü, seviye anahtarı gösterilirken, dijital çıkışlar röleler vasıtasıyla kontaktörleri çektirilen motorlar, valfler, fanlar ve ısıtıcılardır.

Kullanılan sinyal kabloları $0,75 \text{ mm}^2$ ekranlı kablodur. Sahadan PLC panosuna gelen ve giden kablolar projede belirlenen klemenslere irtibatlandırılır ve klemens çıkışları da dijital kartlardaki yerlerine bağlanır. Dijital giriş uygulamasına örnek bir akış sensörü bağlantı şeması Şekli 5.15.' de ve dijital çıkış bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 5.15. Digital Sinyalle Çalışan Sensör

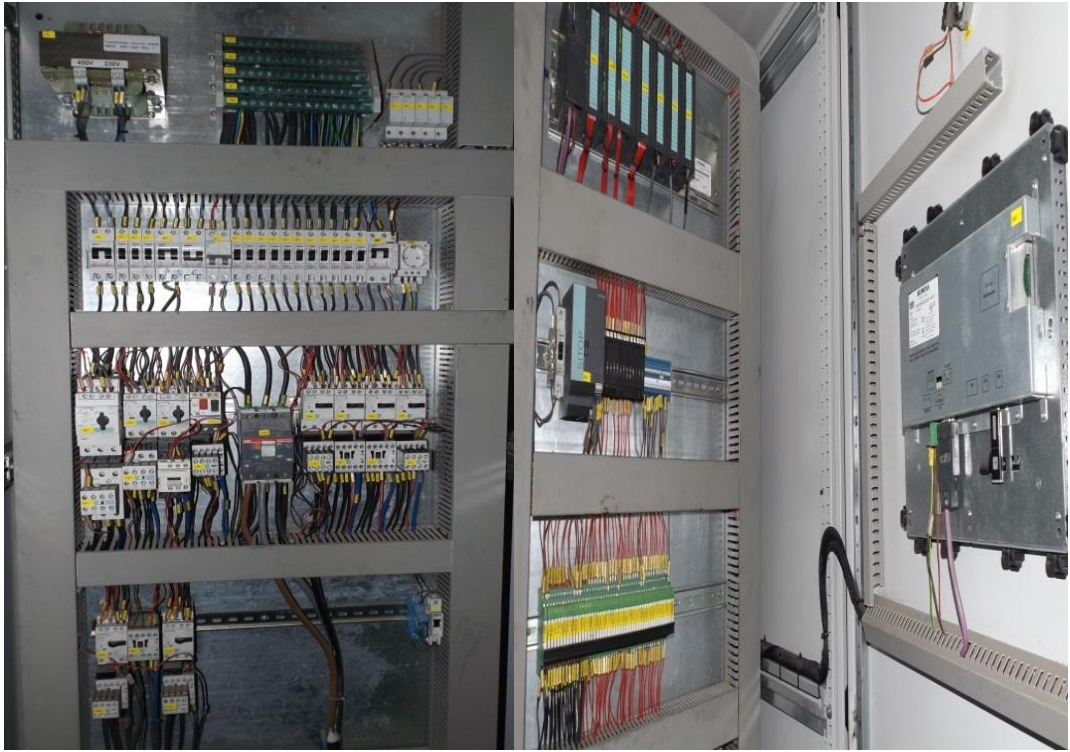
5.3.5. PLC ve MCC panosu montajı

Projede kullanılan devre elemanlarının boyutları ve toleranslar da hesaplanarak ekipmanların sığacağı ölçülerde panolar sipariş edilmiştir. Panolar seçilirken pano üzerindeki buton, şalter göstergeler veya ekranlar gibi elemanlar ile bunların ölçüleri ile kablo güzergahları, kablo giriş ve çıkış yerleri, panonun bara montajlı veya montajsız olması, panoda kullanılacak devre elemanlarının gerilimi gibi teknik özellikler üretici firmaya belirtilmiştir. Şekil 5.16'da PLC Pano montajı ve Şekil 5.17' de tamamlanmış PLC ve MCC panosu resimleri bulunmaktadır.

Projede kullanılan PLC ve MCC panosu içerisine kumanda panosunun besleme gerilimini sağlamak amacıyla izolasyon trafosu, sigortalar, termik manyetik şalter, sigortalı ve sigortasız klemensler, kabloların düzenli şekilde yerleştirilebilmesi için kablo rayları, 24 VDC röleler, motorlara yol vermek için kontaktörler, motor koruma şalterleri ve iç ihtiyaç için kullanılacak priz yerleşimi yapılmıştır. PLC'nin üzerine kurulacağı raf (rack) panodaki yerine civatalar vasıtasıyla tutturularak üzerine CPU kartı, giriş ve çıkış kartları monte edilmiştir. PLC' den sigortalı klemenslere kablo çekimi ve kablo kodlaması yapılmıştır. Pano üzerindeki HMI panel yerleştirilip enerji kablosu bağlandıktan sonra profibus kablosu ile ekran ve CPU bağlanmıştır.



Şekil 5.16. PLC Panosu Montajı



Şekil 5.17. Montajdan Sonra PLC ve MCC Panosu

5.4. PLC'nin programlanması

Bilyalı değirmen otomasyon sistemi tasarımı Siemens marka S7 300 PLC ile gerçekleştirilmiştir. S7 300 ve S7 400 PLC'lerin programlanması için Siemens firmasının geliştirdiği Step7 Manager programı kullanılmaktadır. Step7 Manager programı yapısal programlama yapabilen bilgisayar tabanlı bir programdır.

PLC programının yazımı için,

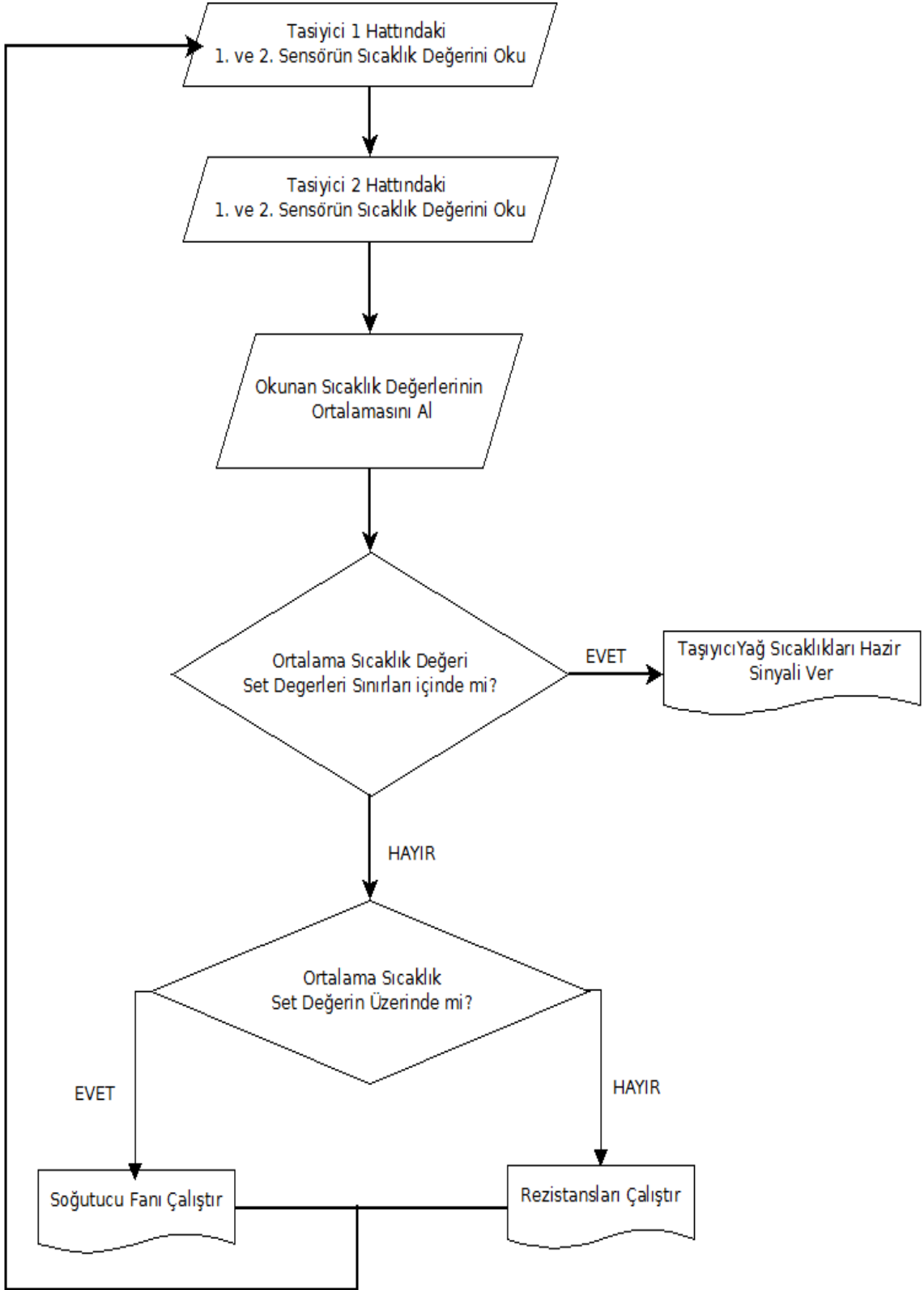
- Bilyalı değirmen çalışması incelenmiş, prosesin şekline göre akış diyagramları oluşturulmuş,
- Step7 Simatic Manager programı yapılandırılmış,
- Uygun senaryolara düşünülerek programlama yapılmıştır.

5.4.1. Bilyalı değirmen PLC akış diyagramları

Bilyalı değirmen otomasyon projesinin işleyiş prosesini 2 grupta inceleyebiliriz. Bunlar, bilyalı değirmen çalışmadan önceki kontroller ve kumanda işlemleri ile çalışmaya başladıktan sonraki kontrol ve kumanda işlemleridir.

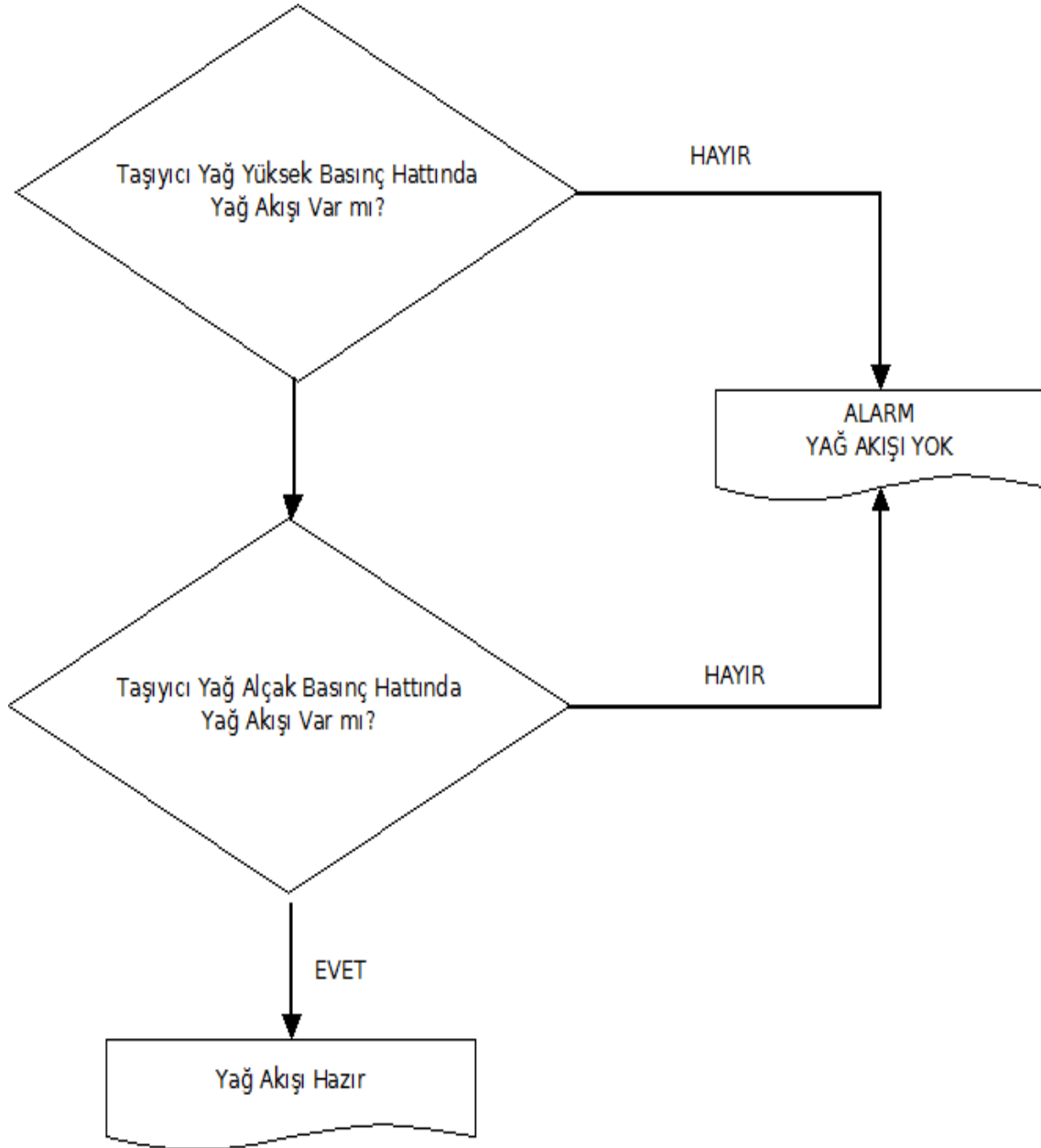
Değirmen Çalışmadan Önce: Bilyalı değirmen çalışmadan önce PLC tarafından tüm şartlar kontrol edilerek gereken düzeltmeler yapılmaktadır. Örneğin yağ sıcaklık değerleri olması gereken değerlerden çok düşüğe ısıtıcı rezistanslar devreye alınarak yağ sıcaklığının artması sağlanır. Buna benzer şekilde tüm şartlar uygun hale geldikten sonra bilyalı değirmen çalışmaya hazır hale gelmektedir.

- Taşıyıcı Yağlama Sistemi Yağ Sıcaklıkları Kontrolü: Taşıyıcı yağlama sistemindeki yağın belli sıcaklıklar arasında olması gerekmektedir. Bunun sebebi ideal bir yağlama ortamı oluşturmaktır. PLC programı ile taşıyıcı yağlama sistemindeki yağ sıcaklığı kontrol edilmektedir. Yağ sıcaklığı limit değerlerin üstünde ise soğutucu fanlar çalıştırılmakta, altında ise de ısıtıcı rezistanslar çalıştırılmaktadır. Bu şekilde yağ sıcaklığı ideal duruma getirilmektedir. Şekil5.18 programın işleyişini belirten akış diyagramıdır.



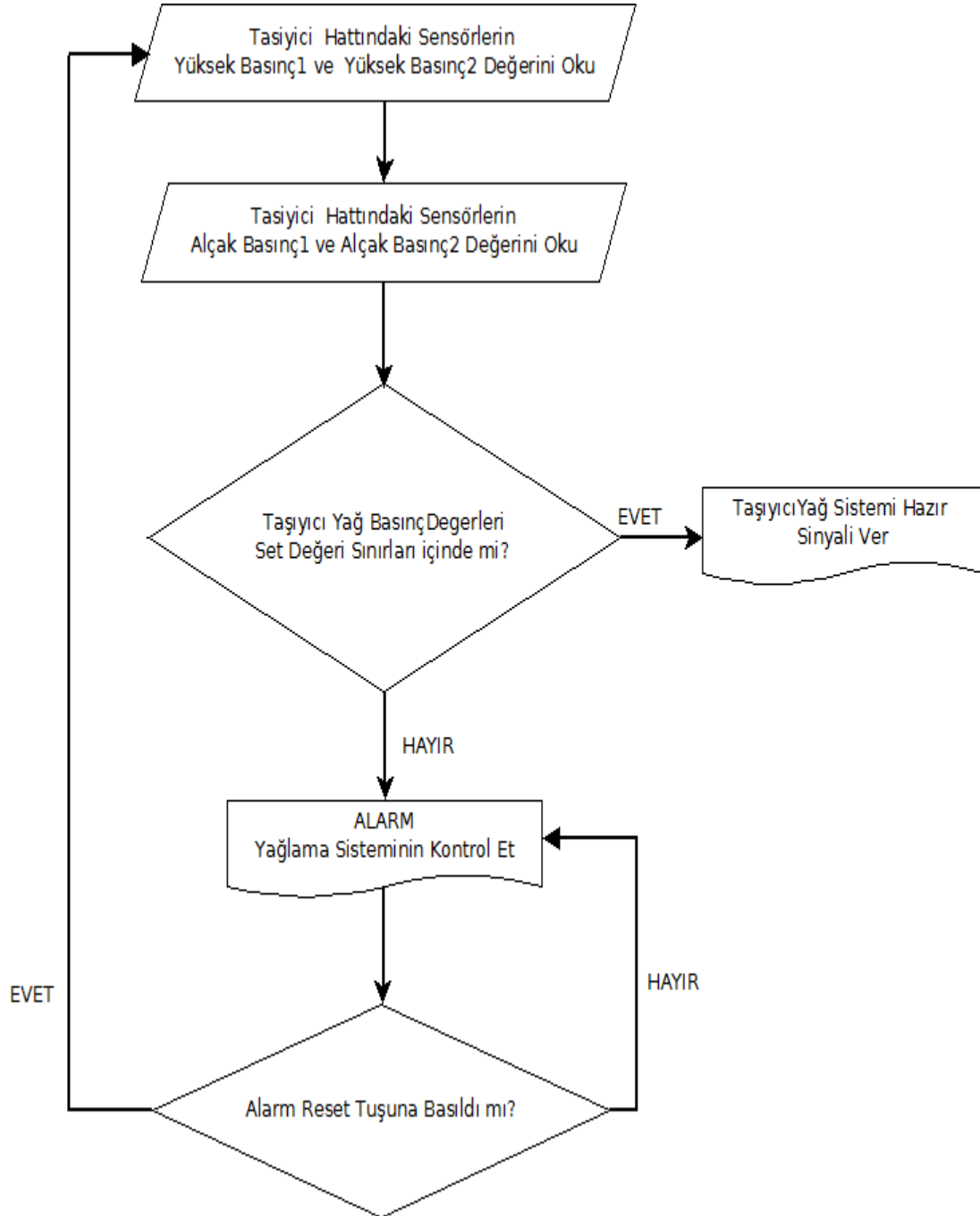
Şekil 5.18. Taşıyıcı Yağ Sıcaklık Kontrolü Akış Diyagramı

• Taşıyıcı Yağlama Sistemi Yağ Akışlarının Kontrolü: Taşıyıcı yağlama sistemi borularından zaman zaman tıkanıklıklar olabileceği gibi filtrelerin tıkanması sonucu yağın akışı olumsuz etkilenebilmektedir. Yağ akışlarının kontrolü PLC ile yapılmaktadır. Şekil 5.19'da yağ akışlarını kontrol eden program bloğunun akış diyagramı yer almaktadır.



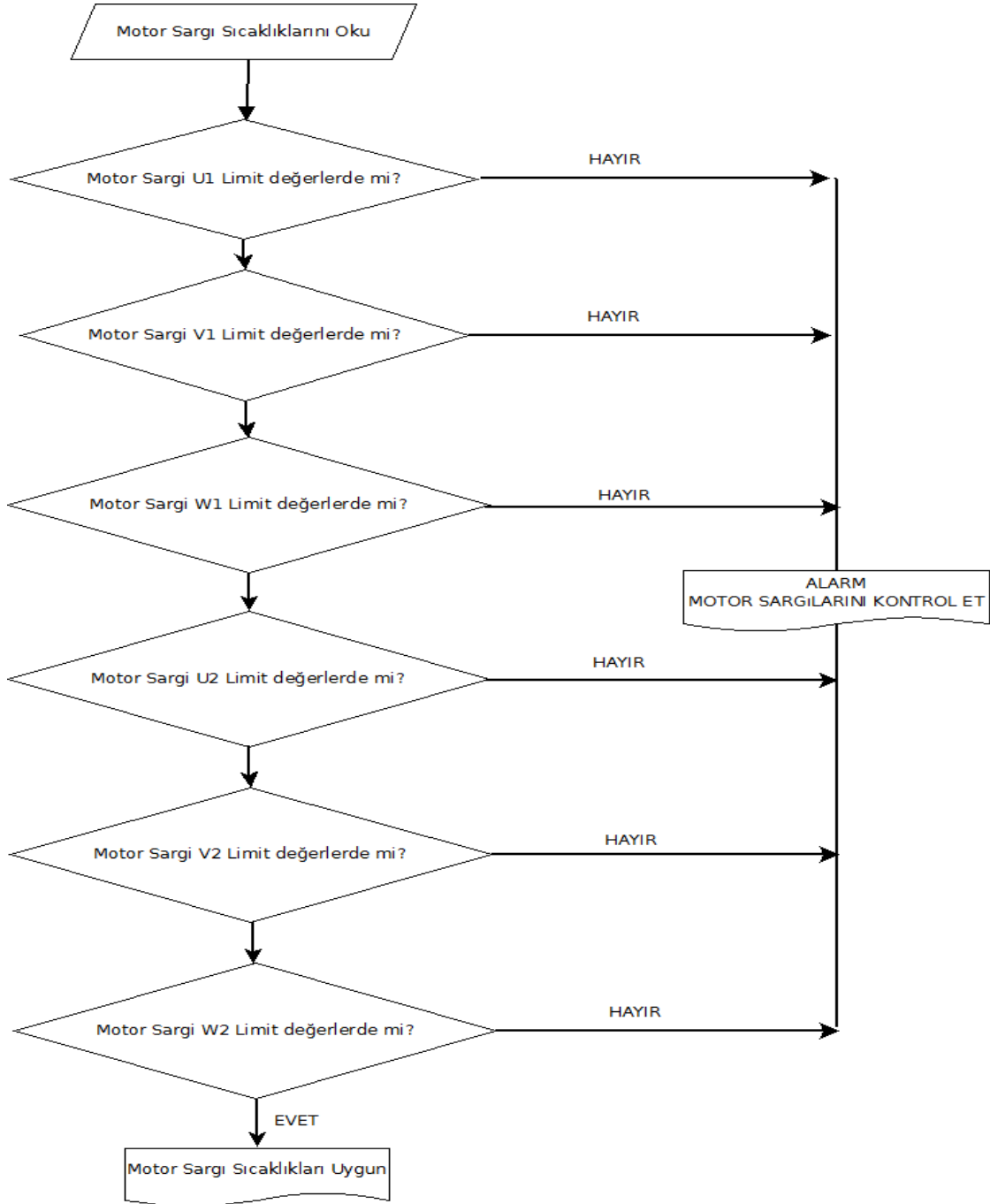
Şekil 5.19. Taşıyıcı Yağ Akış Kontrolü

• Taşıyıcı Yağlama Sistemi Yağ Basınçlarının Kontrolü: Bilyalı değirmenin kaymalı yataklar üzerinde kayabilmesi için yağ basınçlarının belli seviyelerde tutulması gerekmektedir. Yatakların zarar görmemesi için yağ basınçlarının kontrolü ve seviyelerinin ayarlanması son derece büyük öneme sahiptir. Şekil 5.20’ de Taşıyıcı yağ basınçlarının kontrolü akış şeması bulunmaktadır.



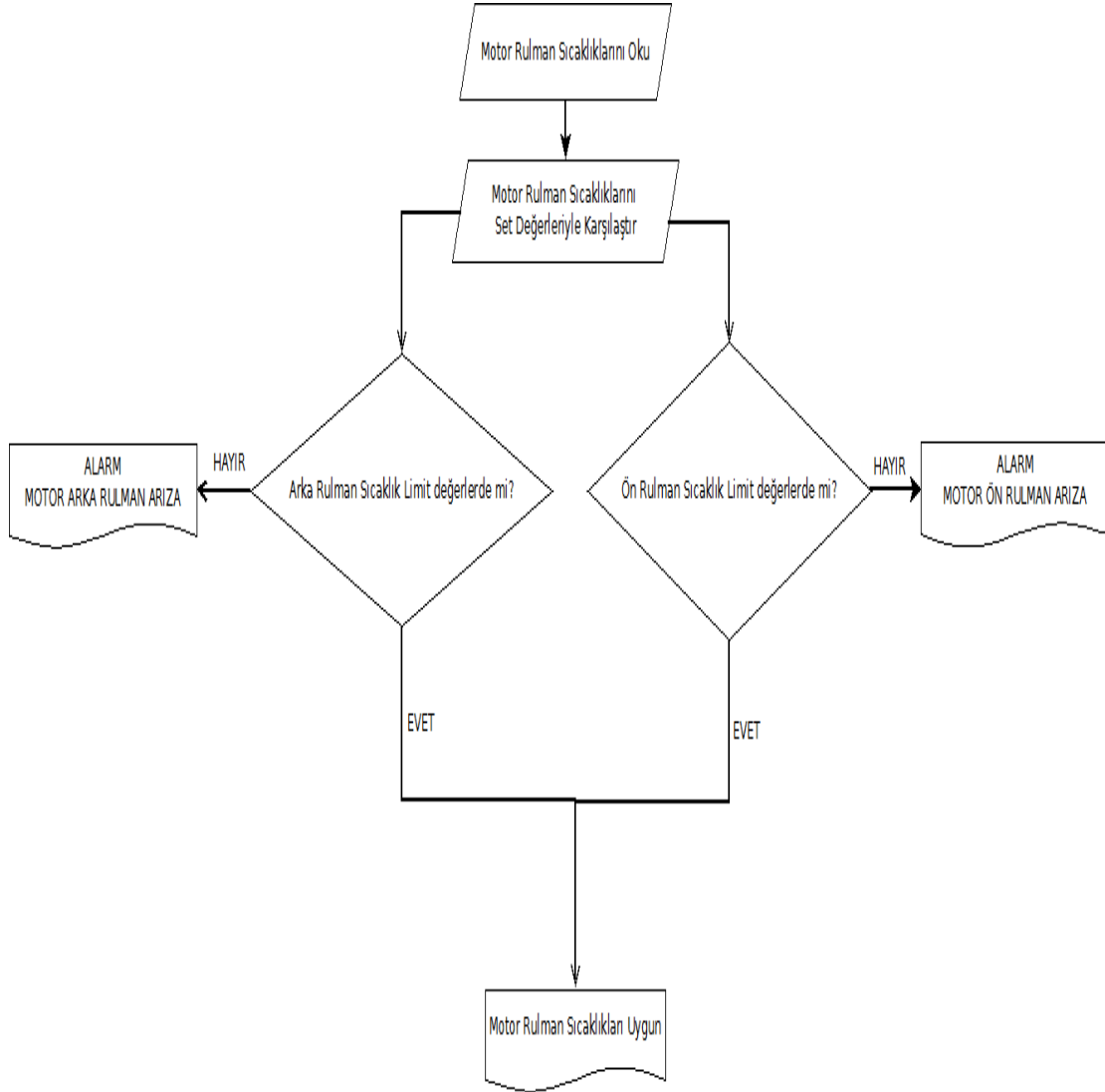
Şekil 5.20. Taşıyıcı Yağ Basınç Kontrolü

• Motor Sargı Sıcaklıkları Kontrolü: Bilyalı değirmen ana elektrik motoru sargıları çalıştırılmadan önce sargılarının sıcaklık değerleri ölçülmektedir. Sargı sıcaklıkları yüksekse motorun çalışmasına izin verilmemektedir. Şekil 5.21 Sargı sıcaklık ölçümü akış diyagramını göstermektedir.



Şekil 5.21. Sargı Sıcaklıkları Kontrolü

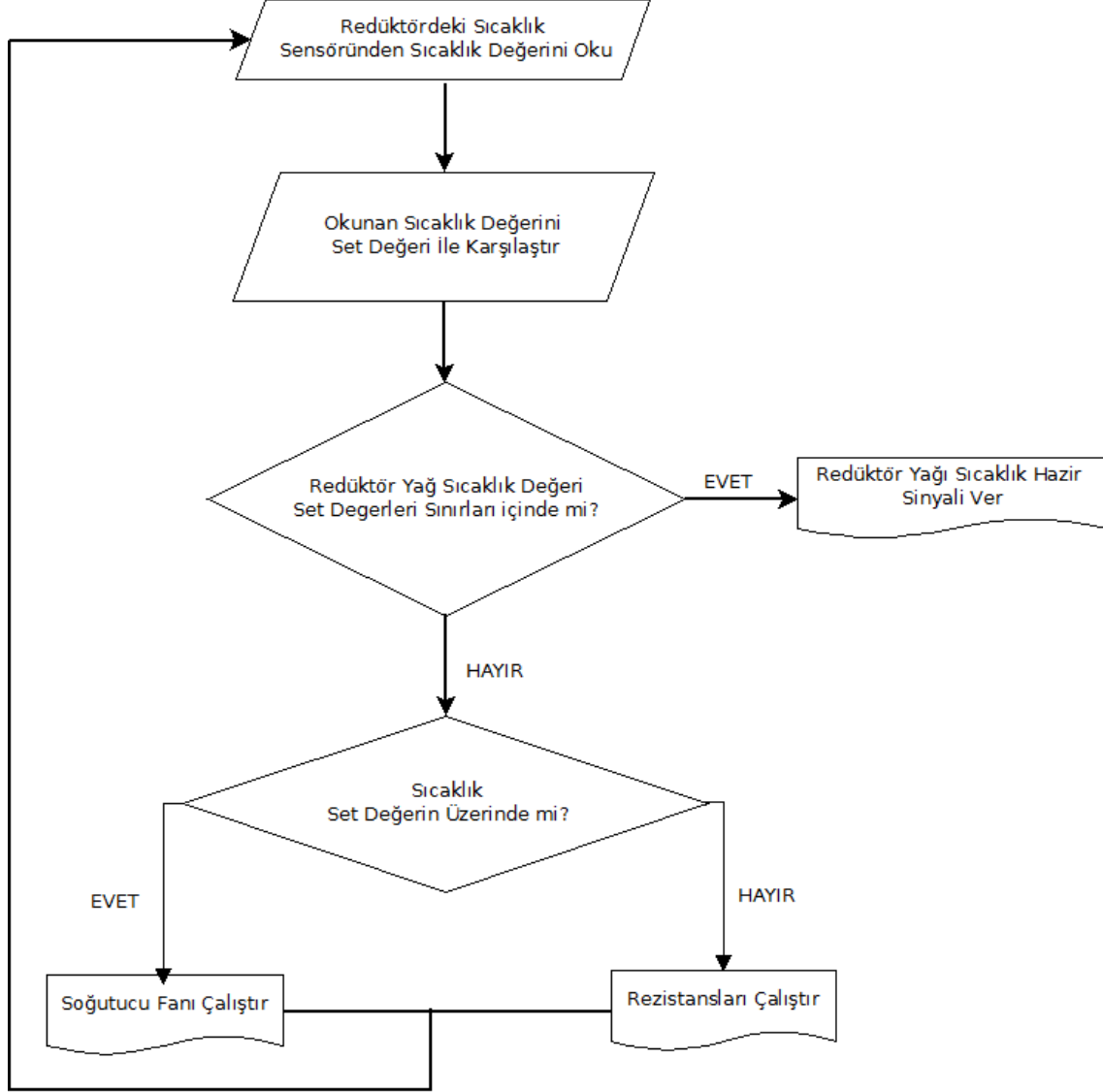
• Motor Rulmanları Sıcaklıkları Kontrolü: Bilyalı değirmeni tahrik eden ana elektrik motorunun rulmanları değirmen çalıştırılmadan önce sıcaklık kontrolünden geçer. Uygun sıcaklıklarda ise rulman sıcaklıklarının uygun olduğu sinyali alınır. Şekil 5.22 'de rulman sıcaklıkları kontrol akış şeması bulunmaktadır.



Şekil 5.22. Rulman Sıcaklıkları Kontrolü

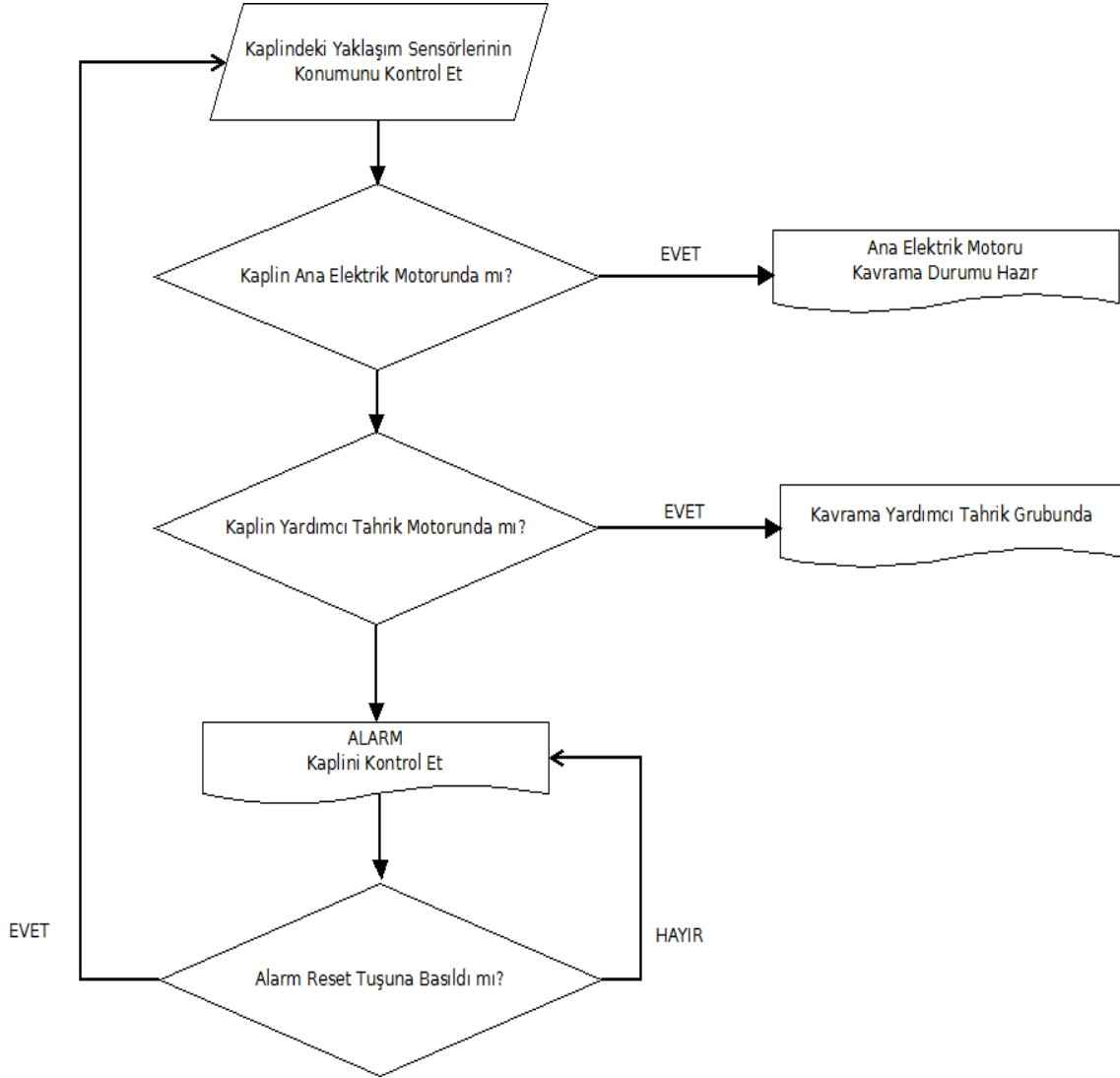
• Redüktör Yağı Sıcaklıkları Kontrolü: Redüktör yağı motorun çıkışındaki mekanik gücü değirmene ilettiği için mekanik zorlanmanın etkisiyle kısa sürede ısınır. Tam tersi de düşünülürse uzun süre çalışmayan sistemdeki redüktör yağı soğur ve istenen değerin altına düşer. Bu durumda PLC 'nin redüktör yağ sıcaklığını

uygunlaştırması gerekmektedir. Şekil 5.23’ de redüktör sıcaklığı kontrol akış şeması bulunmaktadır.



Şekil 5.23. Redüktör Yağ Sıcaklığı Ölçümü

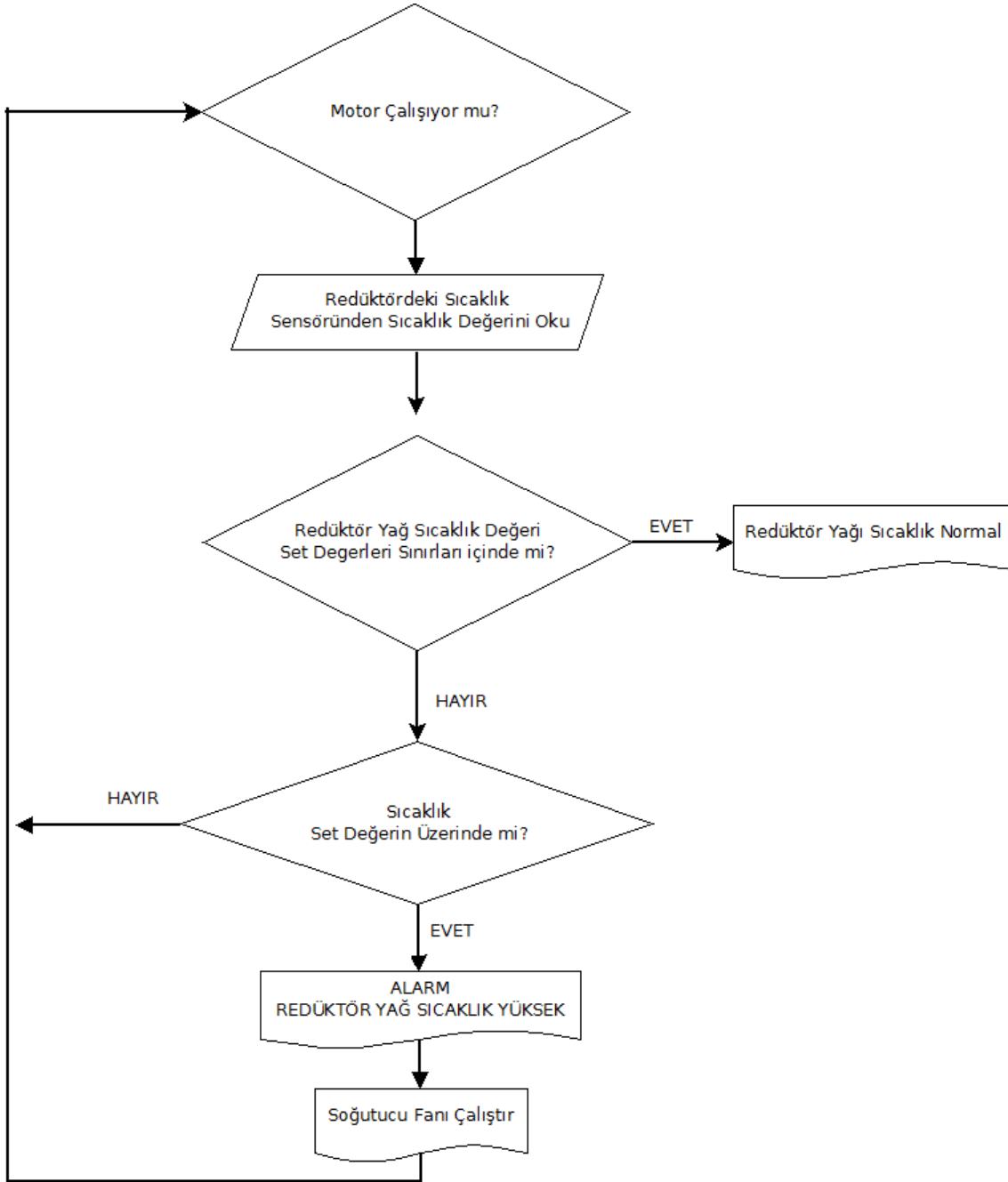
- Kavrama Durumu Kontrolü: Kaplin kavrama grubu bakım zamanlarında yardımcı tahrik grubu tarafına alınabildiği gibi genel çalışma şartlarında ana elektrik motoru tarafında olmalıdır. Kaplinin konumu PLC tarafından kontrol edilmektedir. Kaplin ana elektrik motoru durumunda değilse bilyalı değirmen çalıştırılmamaktadır. Şekil 5.24’ de kavrama durumu kontrolü akış diyagramı bulunmaktadır.



Şekil 5.24. Kavrama Durumu Kontrolü

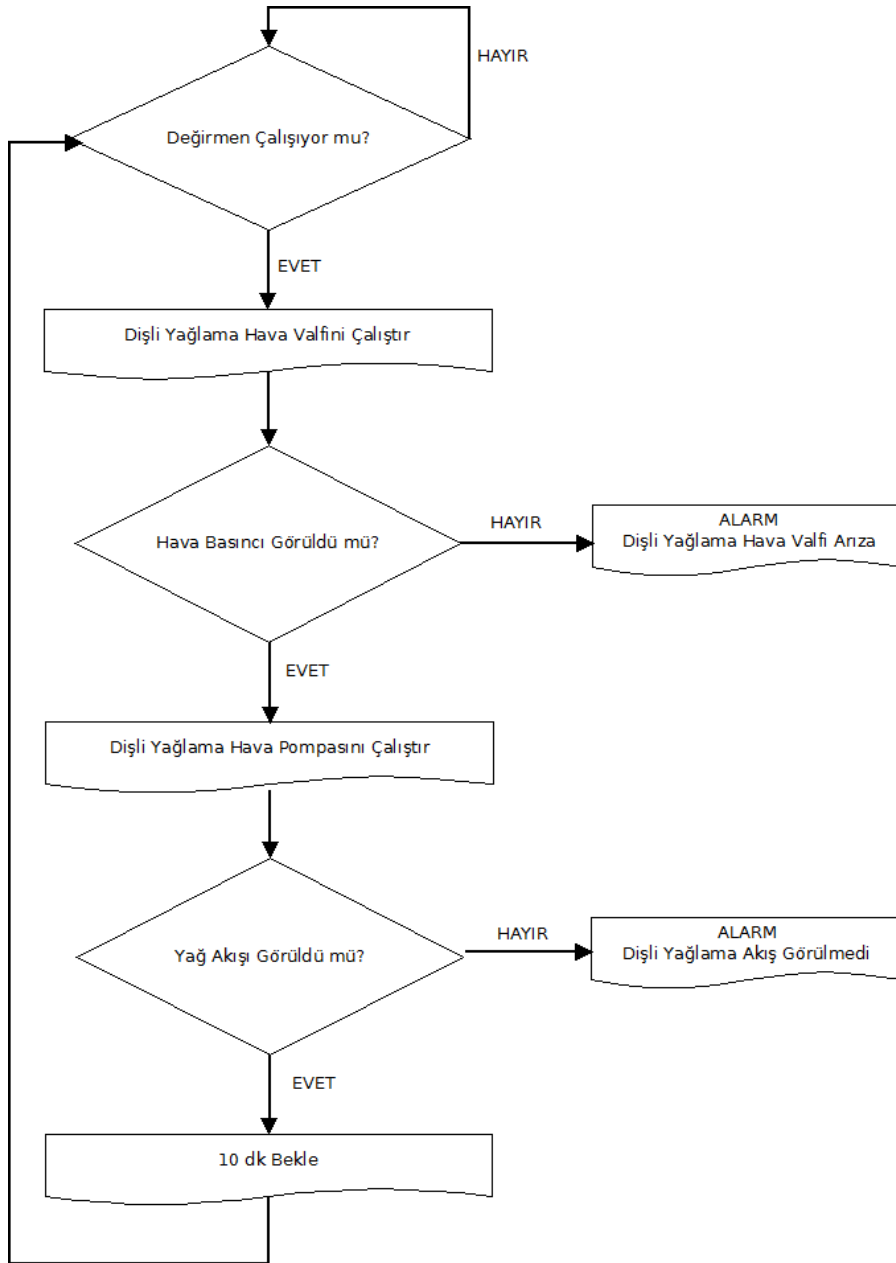
Bilyalı Değirmen Çalışırken: Bilyalı değirmen çalıştığı sırada otomasyon sistemi tarafından saha ekipmanlarından gelen sinyallerin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Prosesin doğru şekilde yürütülmesi, makinelerin korunması ve gerekli uyarıların yapılabilmesi otomasyon sisteminin sürekli denetimiyle mümkün olmaktadır. Bilyalı değirmen çalışırken yapılan kontrol ve kumanda işlemleri ve akış diyagramları incelenmiştir. PLC ve SCADA sistemiyle elde edilen en büyük kazanç, sistemdeki herhangi bir arıza veya yanlışlığın ilk anda tespit edilmesi ve makinelerin ömrünün uzatılmasıdır. Böylece uzun vadeli düşünüldüğünde makine ömrü ve makinelerin performansı konusunda verimlilik sağlanmaktadır.

• Redüktör Yağı Sıcaklık Kontrolü : Bilyalı değirmenin çalışması esnasında redüktör yağı maruz kaldığı mekanik kuvvetlerin etkisiyle ısınmaktadır. Redüktör yağının redüktör dişlilerini koruması ve yağlama yapabilmesi için gerektiğinde soğutma yapılmalıdır. Redüktör yağı soğutma sisteminin kontrol ve akış diyagramı Şekil 5.25’ de belirtilmiştir.



Şekil 5.25. Redüktör Yağ Sıcaklık Kontrolü

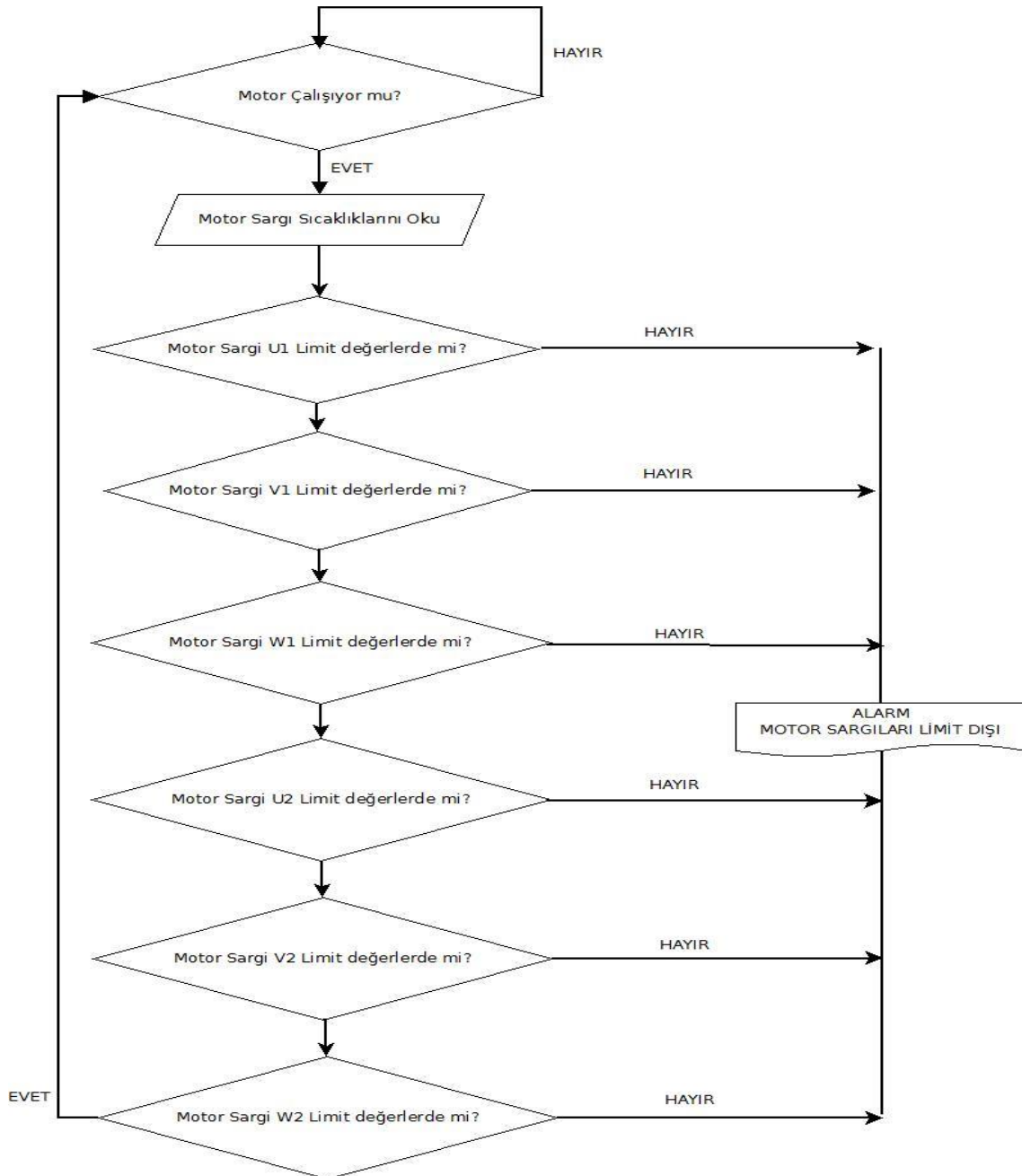
• Dişli Yağlama Kontrolü: Dişlilerin yağlama sisteminde kullanılacak yağ miktarı ve yağın püskürtülme süresi değirmen üreticisi tarafından belirtilmiştir. PLC, dişlileri 10 dakikada bir hava valfini çalıştırarak yağlamakta ve yağ akış sensörüyle yağın dişlilere ulaşip ulaşmadığını kontrol etmektedir. Her 10 dakikada yağ akış kontrolü tekrarlanmaktadır. Akış görülemezse dişli yağlamada arızanın olduğunu belirten alarm sinyali görünmektedir. Şekil 5.26' de PLC programının dişli yağlamasını gösteren akış diyagramı bulunmaktadır.



Şekil 5.26. Dişli Yağı Akış Kontrolü

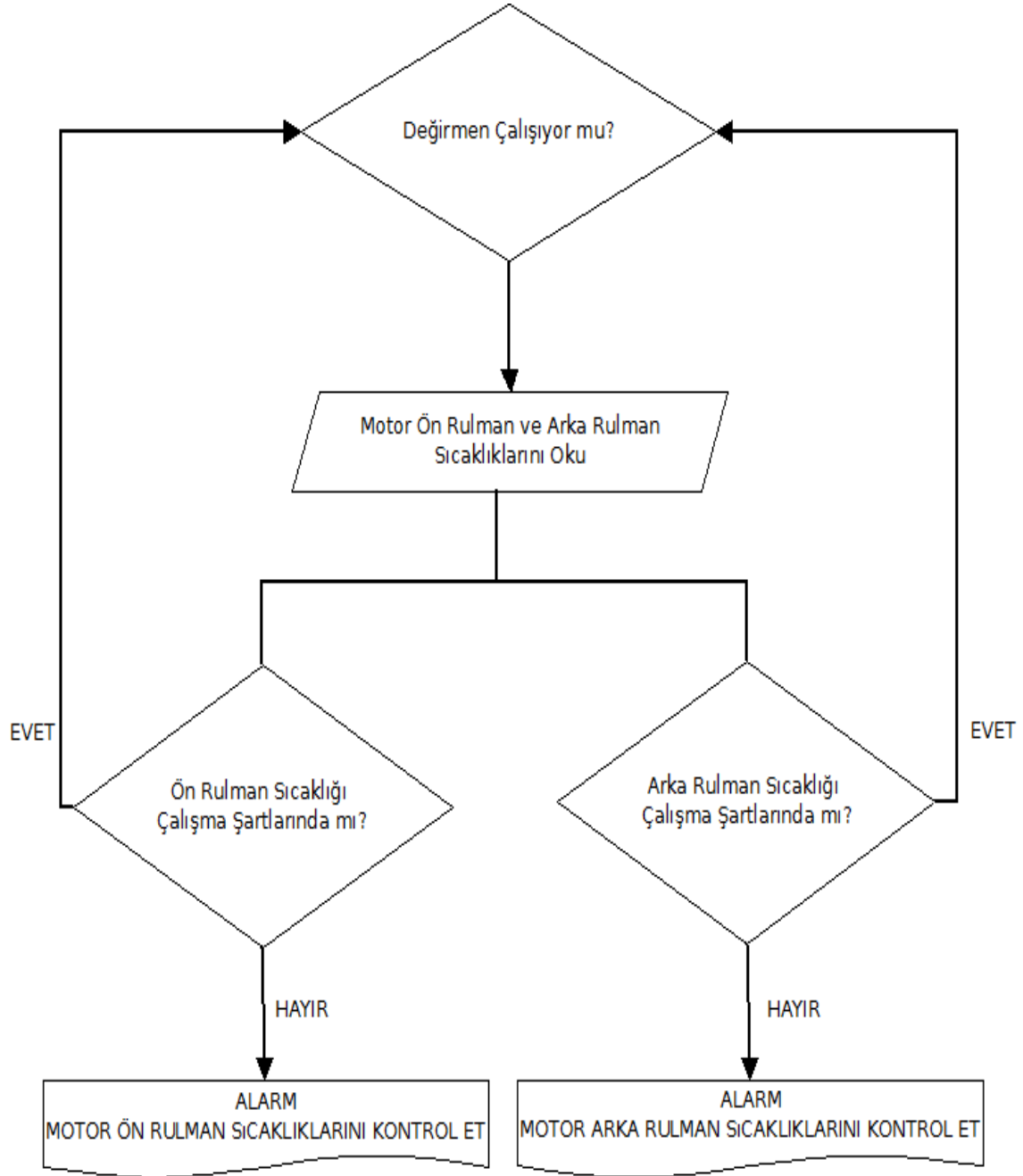
• Motor Sargı Sıcaklıkları Kontrolü: PLC sisteminin avantajlarından biri de programına eklenen sargı sıcaklıkları ölçüm ve uyarı prosesi ile ana elektrik motorunun korunmasıdır. Değirmen çalıştığı sırada motorun sargı sıcaklıkları limitlerin üstünde ise operatörler uyarılmalıdır.

Şekil 5.27' de Ana elektrik motorunun sargı sıcaklıklarının kontrolü akış diyagramı bulunmaktadır.



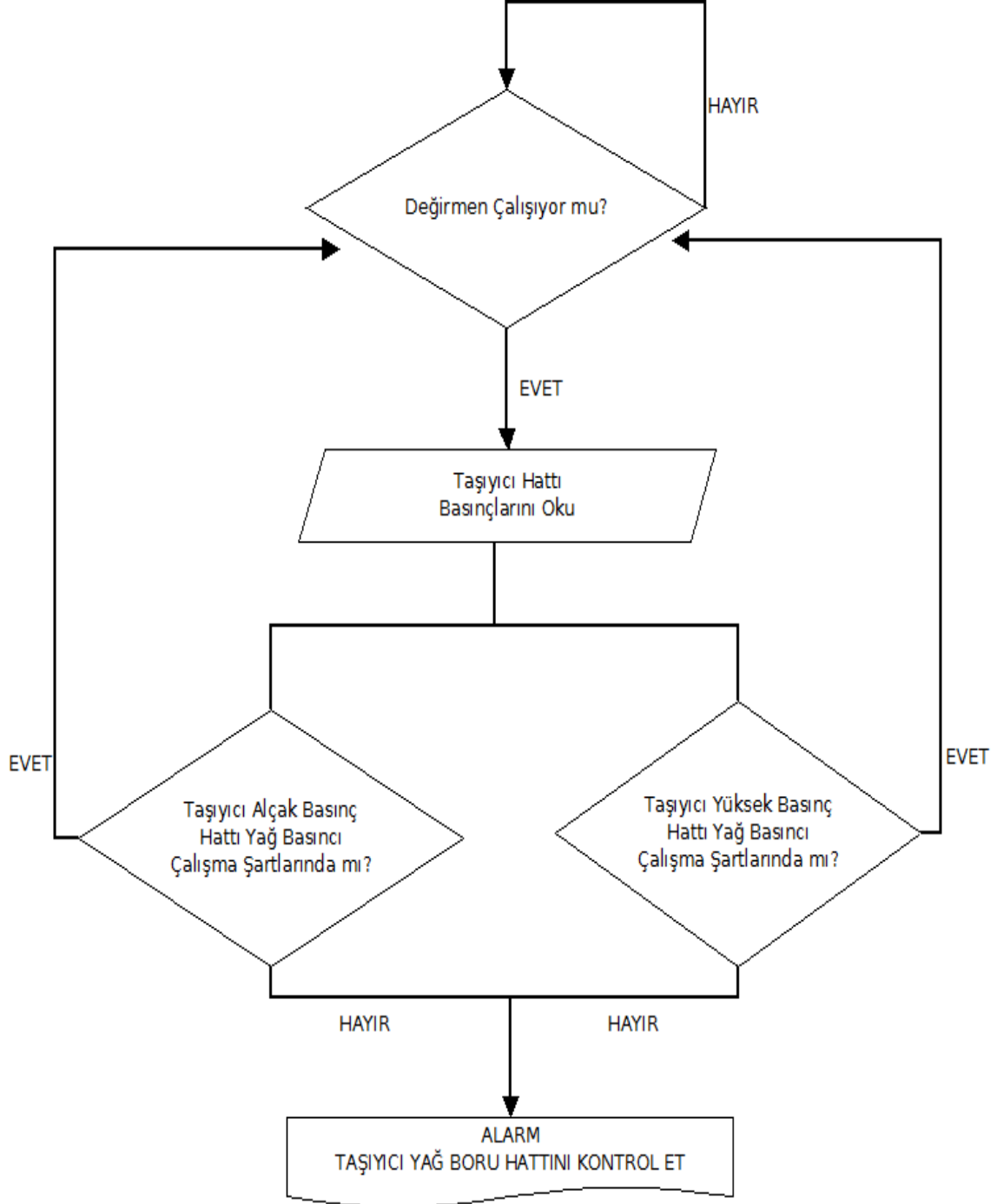
Şekil 5.27. Sargı Sıcaklıkları Kontrolü

• Motor Rulman Sıcaklıkları Kontrolü: Motor rulmanları sıcaklıklarının artması rulmanlarda oluşacak bir arızanın belirtisi olabilmektedir. Erken önlem alınırsa arıza büyümeden engellenebilir. Bu sebeple motor rulmanları sıcaklıklarının kontrolü önem kazanmaktadır. Şekil 5.28’ de Motor Rulman sıcaklıkları kontrolü akış diyagramı bulunmaktadır.



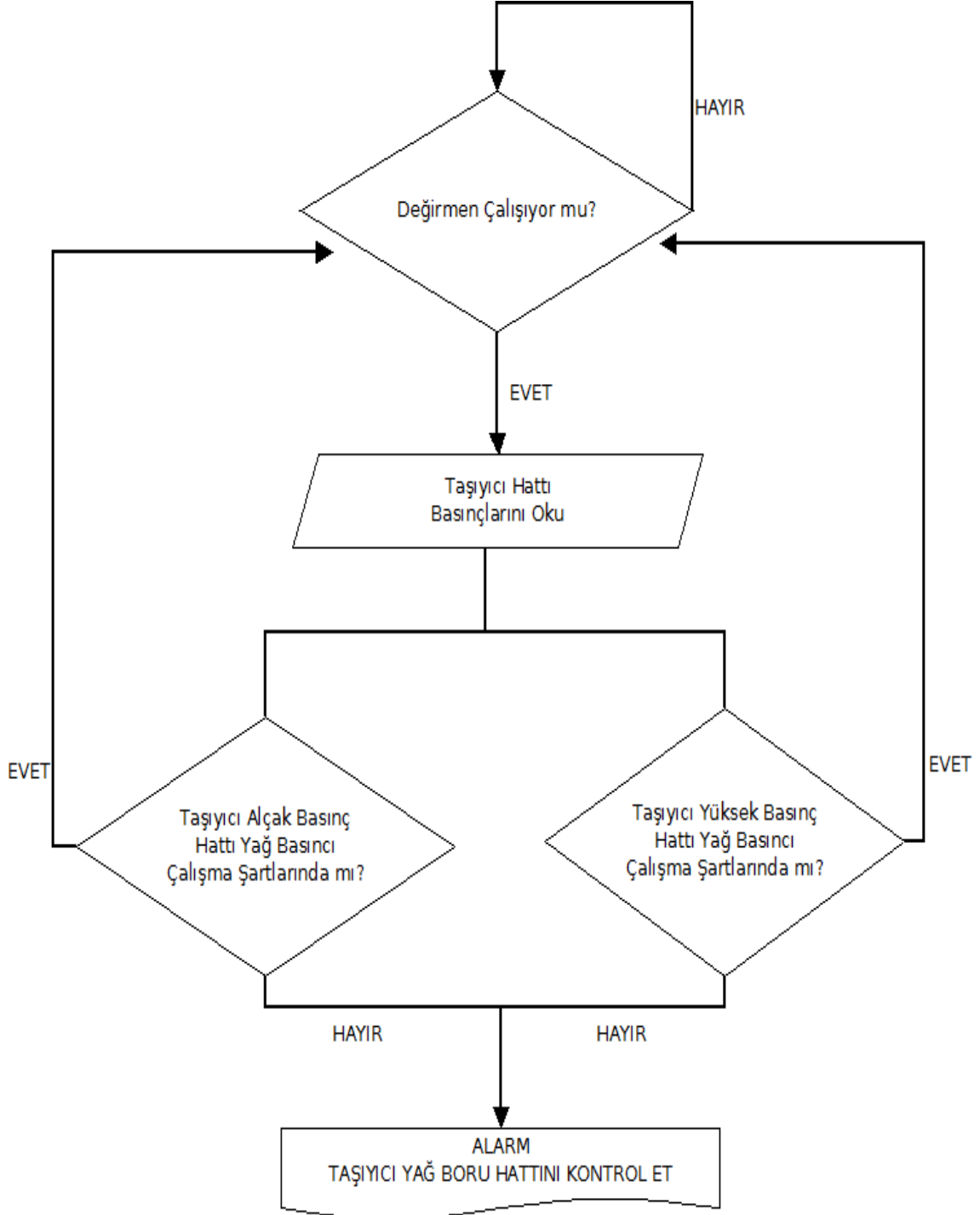
Şekil 5.28. Rulman Sıcaklıkları Kontrolü

• Taşıyıcı Yağ Basıncı Kontrolü: Taşıyıcı yağ basınç değeri değirmen yataklarında oluşması istenen film tabakası için önemli bir parametredir. Yağ basıncının düşmesi durumunda bilyalı değirmene müdahale edilmelidir. Şekil 5.29 'da Taşıyıcı yağ basıncı kontrolü akış diyagramı bulunmaktadır.



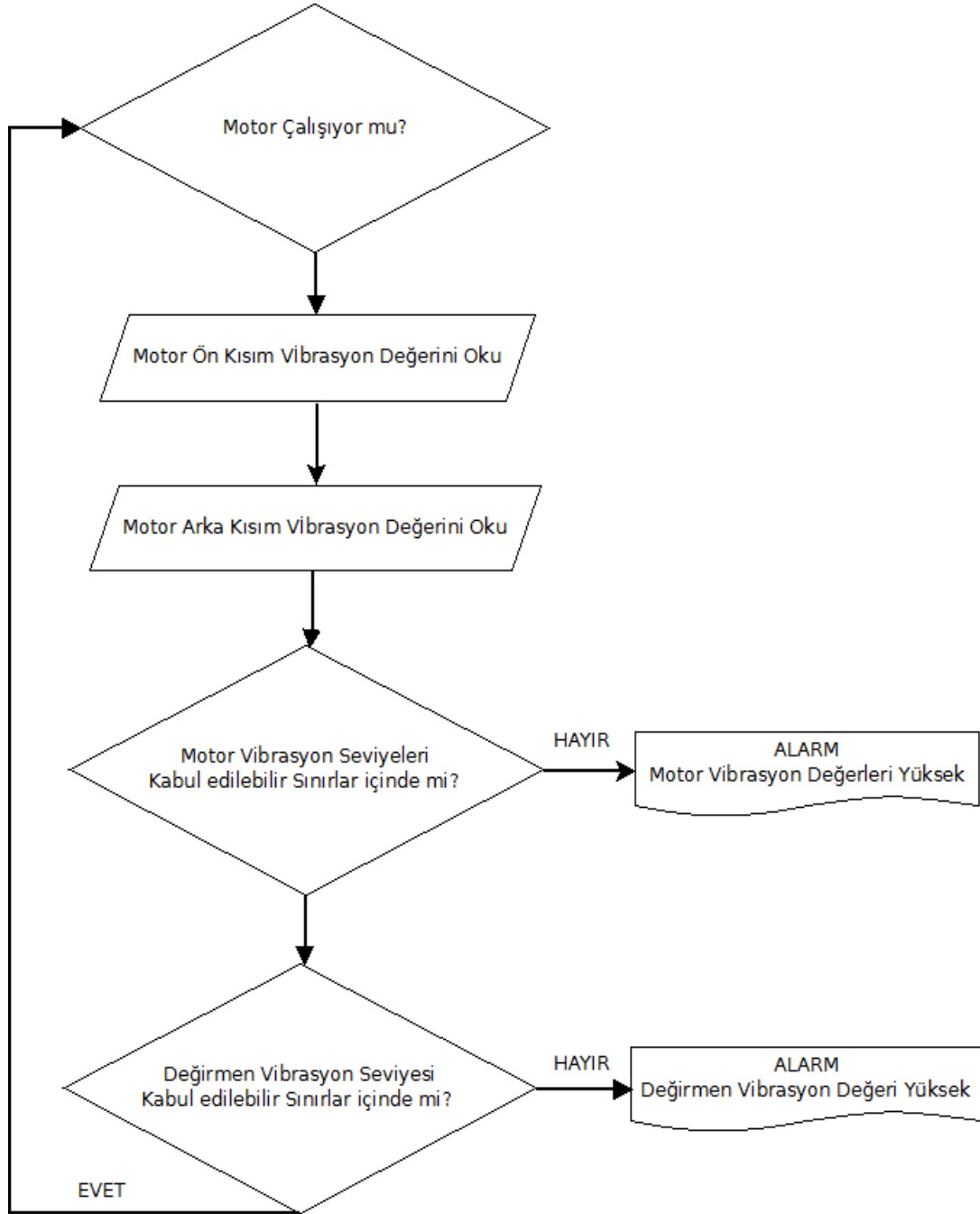
Şekil 5.29. Taşıyıcı Yağ Basınç Kontrolü

- Taşıyıcı Yağ Sıcaklığı Kontrolü: Bilyalı değirmenin çalışması sırasında taşıyıcı yağ sıcaklığının beklenmedik şekilde artış gösterirse operatörlerin uyarılması gerekmektedir. Şekil 5.30 taşıyıcı yağ sıcaklık kontrolünün akış diyagramıdır.



Şekil 5.30. Yağ Sıcaklıkları Kontrolü

• Vibrasyon Kontrolü: Bilyalı değirmen sisteminde çalışmakta olan elektrik motorunda ve değirmenin şasesinde vibrasyon değerlerinin belli sınırları geçmemesi gerekmektedir. Şekil 5.31’ de değirmen şasesi ve ana elektrik motoru ön ve arka kısımları vibrasyon değerlerini değerlendirilip çıkış veren PLC programının akış diyagramı bulunmaktadır.



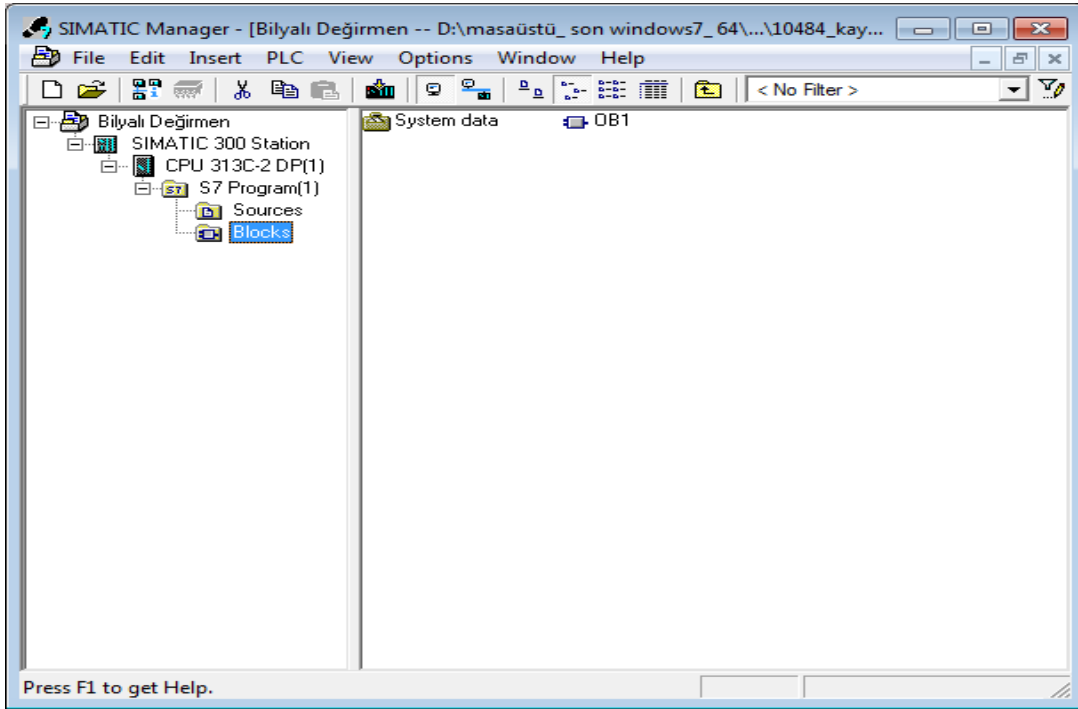
Şekil 5.31. Vibrasyon Değerleri Kontrolü

5.4.2. Program bloklarının oluşturulması

Program blokları kullanıcı tarafından oluşturulmaktadır. Blokların oluşturulma amacı PLC programının daha fonksiyonel ve bütün halinde yazımını sağlamaktır.

OB: Organizasyon blokları işletim sistemi ile kullanıcı arasındaki arayüzdür. Çeşitli görevlerde organizasyon blokları bulunmaktadır. OB1 ana bloktur. Bütün program ve blokların hangi sıra ile işleneceği 'OB1' tarafından belirlenir. OB1, donanım konfigürasyonu yapıldıktan sonra program tarafından kendi kendine oluşturulmaktadır. PLC programı sadece OB1 içinde de yazılıp çalıştırılabilir. Ancak daha fonksiyonel bir programlama için her program parçası ve veri grubu farklı bloklara yazılmalıdır.

Tasarlanan sisteme ait programda bir adet OB bloğunun yeterli gelmesi neticesinde bir adet OB kullanılmıştır. Program ana bloğu olan OB1, tüm fonksiyon ve fonksiyon bloklarını içerisinde barındırmaktadır. (Bkz. Şekil 5.32)



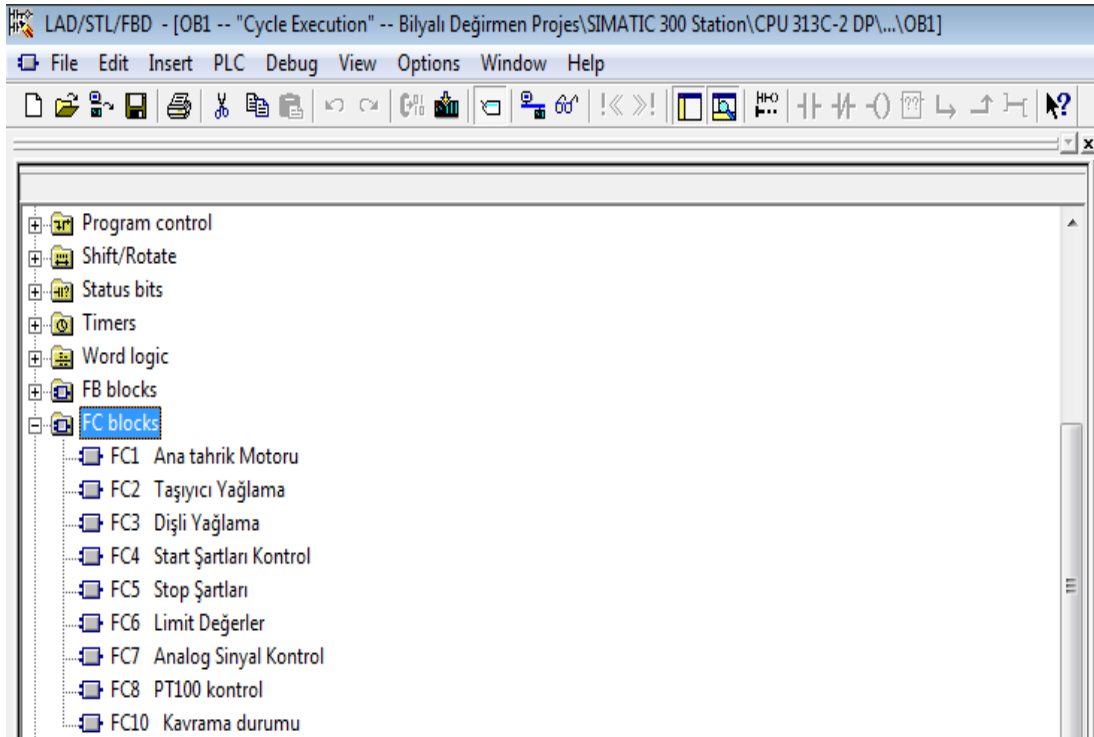
Şekil 5.32. Organizasyon Bloğu

FC: Fonksiyonlar, kullanıcı programının belirli bölümlerinin oluşturulmasında kullanılır. Genel olarak hazır blok oluşturma, veri aktarımları, tekrar eden lojik işlemler gibi amaçlarla FC'ler kullanılır.

Bilyalı değirmen projesinde kullanılan FC'ler aşağıdaki gibidir.

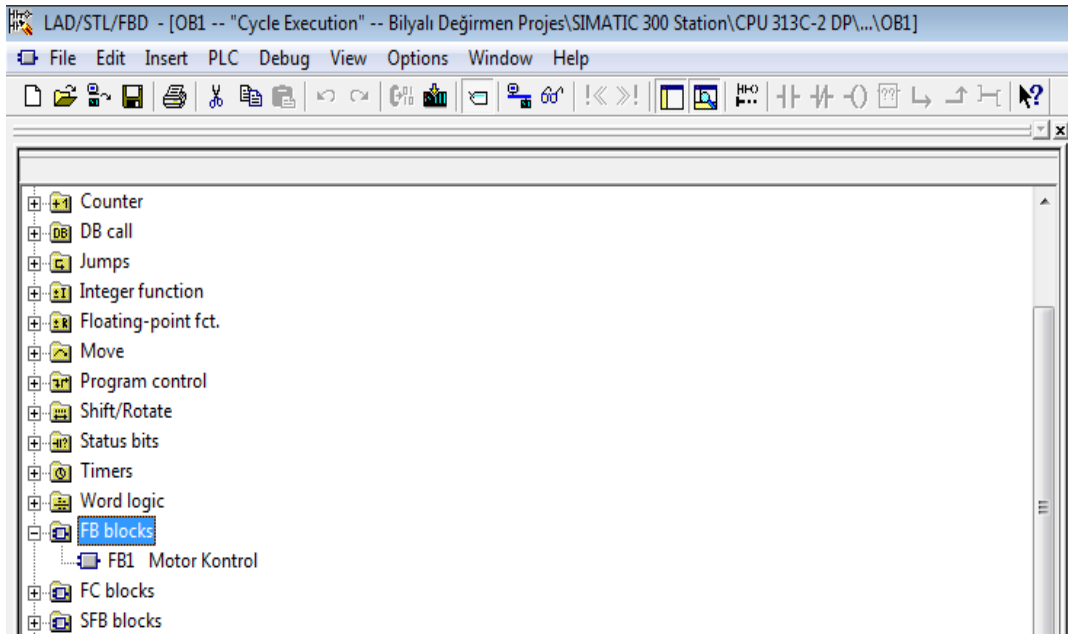
- 1- FC1: Ana motor çalışma şartlarının, motor ekipmanı ve yardımcı ekipmanın kontrollerinin yapıldığı bloktur.
- 2- FC2: Taşıyıcı yağlama sistemi kontrollerinin yapıldığı bloktur. Bu blok içerisinde değirmeni taşıyan yağın basınç, ısı akış ve seviye kontrolleri yapılır.
- 3- FC3: Dişli yağlamanın ve redüktöre ait verilerin kontrol edildiği bloktur.
- 4- FC4: Değirmenin çalışması için gerekli şartların uygunluğunu kontrol eden bloktur.
- 5- FC5: Değirmenin çalışması esnasında oluşabilecek hataları ve duruş gerektirecek verileri kontrol eden bloktur.
- 6- FC6: Çalışma limitlerinin belirlendiği bloktur.
- 7- FC7: Analog sinyallerin kontrol edildiği bloktur.
- 8- FC8: Proseste kullanılan PT100'lerin çalışmasını kontrol eden bloktur.
- 9- FC10: Değirmen kavrama sisteminin ana motorda veya yardımcı tahrik grubunda olduğu kontrol eden fonksiyondur.

Şekil 5.33' de Fonksiyonlar görülmektedir.



Şekil 5.33. Fonksiyonlar

FB: Fonksiyon bloklar, kullanıcı programının belirli bölümlerinin oluşturulmasında kullanılır. Bu blokların FC'lerden farkı kendi hafızalarının olmasıdır. Fonksiyon bloklar her zaman bir data blok ile kullanılır. FB çağrıldığında içindeki parametreleri barındıran ilgili data blokta hafızasındaki bilgileri transfer eder. Örneğin bir motorun çalışmasını kontrol etmek amacıyla standart bir fonksiyon blok oluşturularak birçok motor aynı fonksiyon blokla çalıştırılabilir. (Bkz. Şekil 5.34)



Şekil 5.34. Fonksiyon Bloklar

Değirmen PLC programında FB1 motor kontrol bloğu, ana elektrik motorunun çalışmasını kontrol eden bir fonksiyon bloğu bulunmaktadır.

DB: Data bloklar programlara göre özel oluşturulan bloklardır.

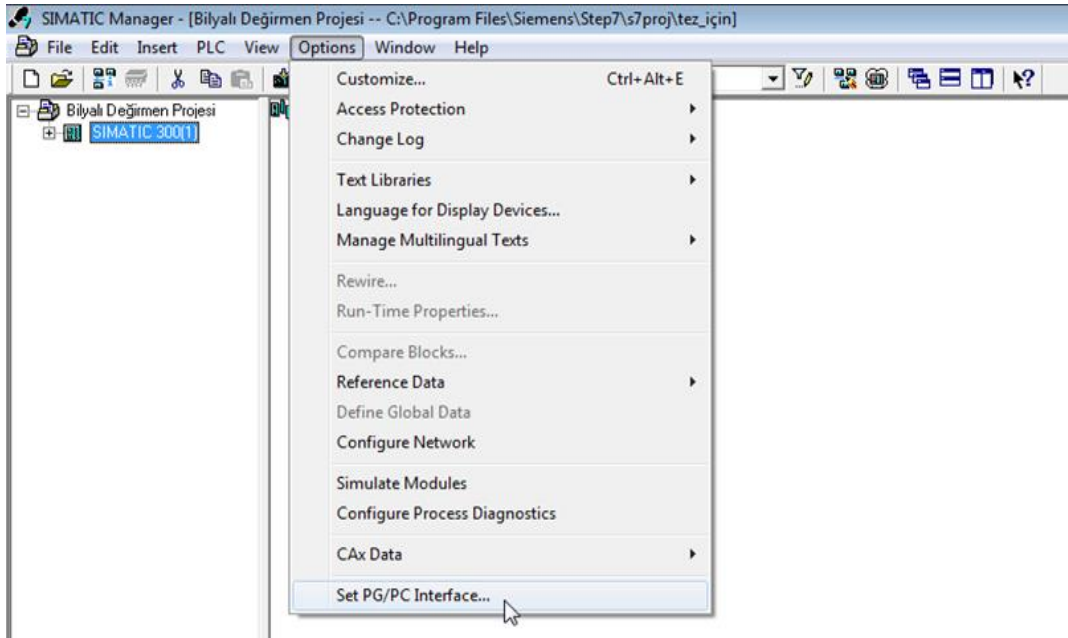
Değirmen projesi PLC programında kullanılan data bloklar,

- 1- DB1 : HMI'da bool kontrolleri
- 2- DB2: HMI'da Word kontrolleri
- 3- DB3: HMI start şartları kontrolleri
- 4- DB4: Alarmlar
- 5- DB5: Ayarlar
- 6- DB7: Isıtıcı1
- 7- DB7: Isıtıcı2

- 8- DB10: Alçak basınç pompası
- 9- DB11: Yüksek basınç pompası
- 10-DB13: Redüktör yağı devri daim pompası
- 11-DB14: Redüktör yağı soğutucu esanjör
- 12-DB15: Taşıyıcı1 yağlama motoru
- 13-DB16: Taşıyıcı2 yağlama motoru
- 14-DB17: Yardımcı tahrik motoru
- 15-DB18: Dişli yağlama motoru
- 16-DB20: Set değerleri
- 17-DB21: Bekleme Süresi

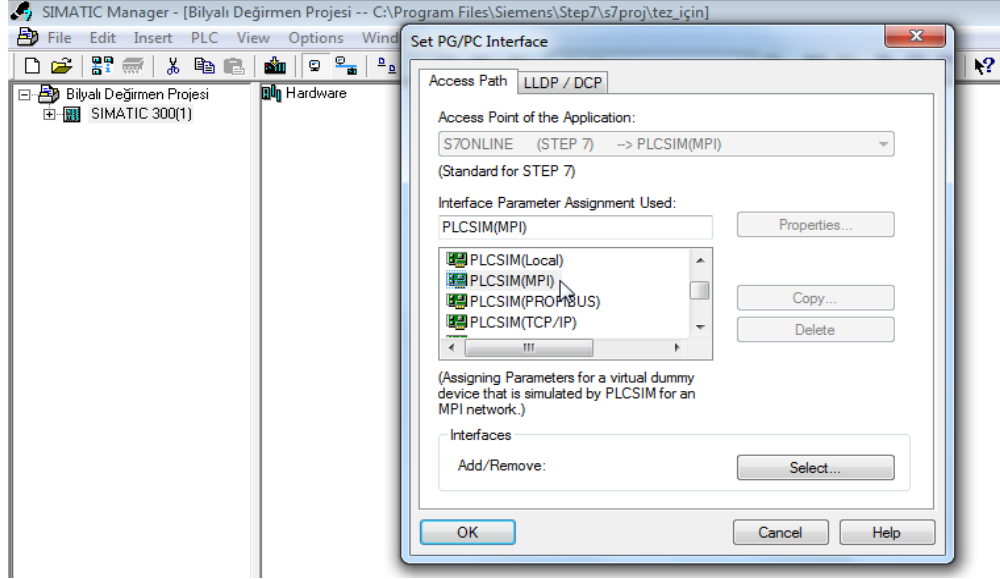
6.5.2. PLC ile PC arası haberleşme

Programlamaya başlayabilmek için bilgisayar ile PLC arasında haberleşmenin sağlanması gerekir.



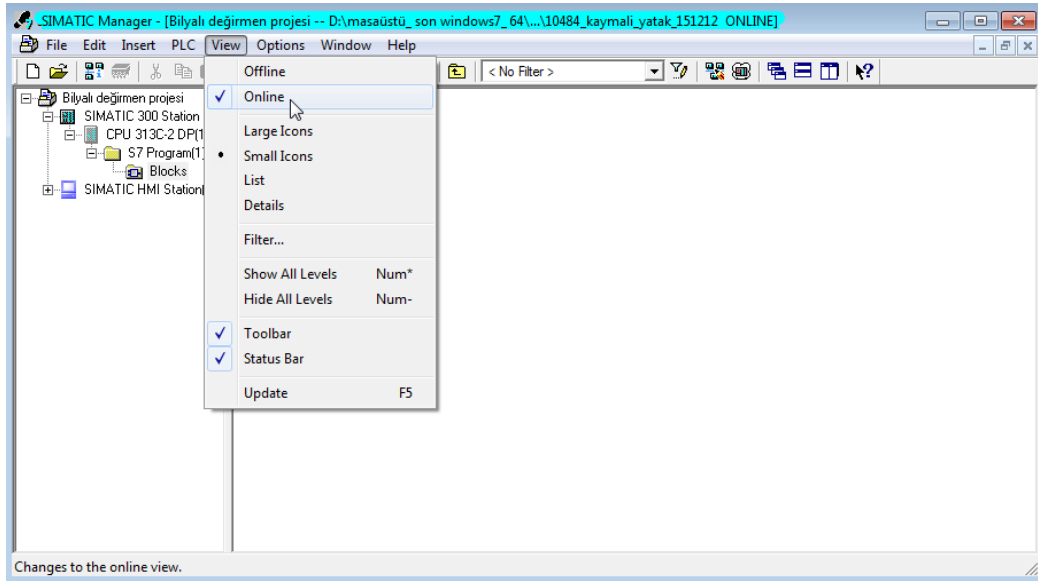
Şekil 5.35. PG/PC Interface

Options → Set PG/PC Interface menüsünün altında ‘MPI’ seçilir. (Bkz. Şekil 5.35 ve Şekil 5.36)

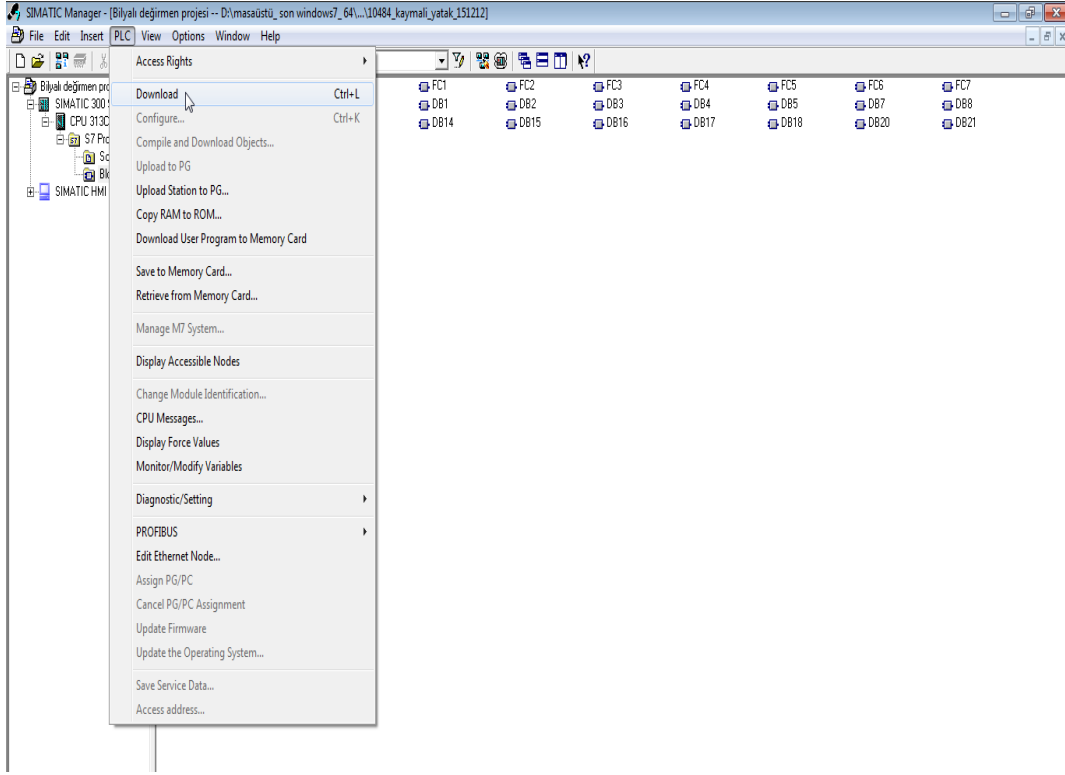


Şekil 5.36. PLC Bağlantı Şekli Seçimi

Bağlantı ayarlarının tamamlanmasından sonra PLC ile View menüsündeki ‘Online’ komutu ile haberleşme sağlanır ve PLC menüsündeki komutlar kullanılarak program yükleme, program indirme gibi işlemler yapılır (Bkz. Şekil 5.37 ve Şekil 5.38).



Şekil 5.37. PLC ile Online Olma



Şekil 5.38. PLC Programının Yüklenmesi

5.5. SCADA programının yazılması ve yüklenmesi

Bilyalı değirmen projesi SCADA uygulamasında WinCC Flexible 2008 programı kullanılmıştır. WinCC Flexible 2008 programı, üretim ve proses projeleri için tasarlanmış, ekranlama, kontrol ve denetim işlemlerini gerçekleştiren bir SCADA programıdır.

WinCC Flexible programı kullanılarak tasarlanan SCADA ekranları kullanışlı bir tasarıma sahip olması açısından basit ve kolay anlaşılabilir sayfalardan oluşmaktadır.

SCADA görüntüsü hem bilyalı değirmenin yakınındaki HMI panelden hem de fabrika otomasyon odasından eş zamanlı izlenebilmekte ve gerekli müdahaleler yapılabilmektedir.

Tasarlanan SCADA ekranları

- Start şartları set değerleri ekranı

- Start şartları onay ekranı
- Genel sistem görünüm ekranı
- Yağlama sistemi ekranı
- Çalışma limit değerleri ekranı
- Vibrasyon izleme ekranı
- Enerji izleme sayfası
- Alarmlar
- Trendler

5.5.1.Çalışma öncesi set değerleri ekranı

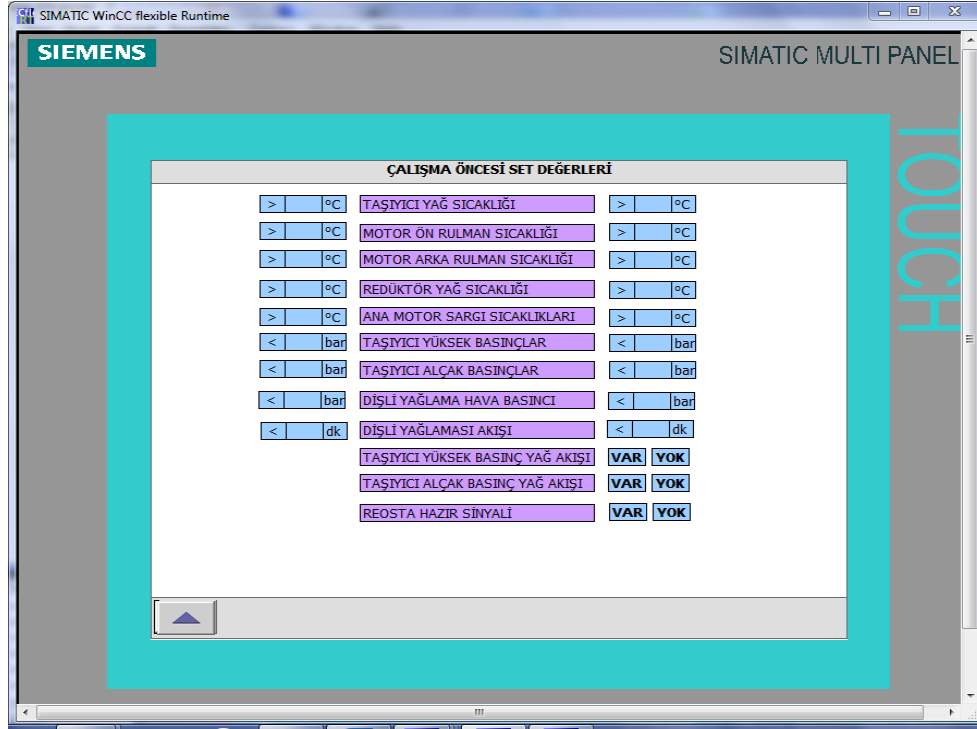
Start şartları bilyalı değirmen ana elektrik motoruna yol verilmeden önce kontrol edilecek parametrelerin düzenlendiği sayfadır. Bu sayfada taşıyıcı yağ sıcaklıkları, motor ön ve arka rulman sıcaklıklarının, redüktör yağ sıcaklığının, ana motor sargı sıcaklıklarının, alçak ve yüksek basınç aralıklarının, dişli yağlama hava basıncı, dişli yağı akışının kaç dakikada olması gerektiğinin, yağ akışlarının olup olmadığının ve reostanın hazır olup olmadığının kontrolü için set değerleri girilmektedir. Şekil 5.39 Çalışma öncesi set değerleri ekranının SCADA ekranı görüntüsüdür. Şekil 5.41Set değerleri Kontrol diyagramıdır.

5.5.2. Start şartları onay ekranı

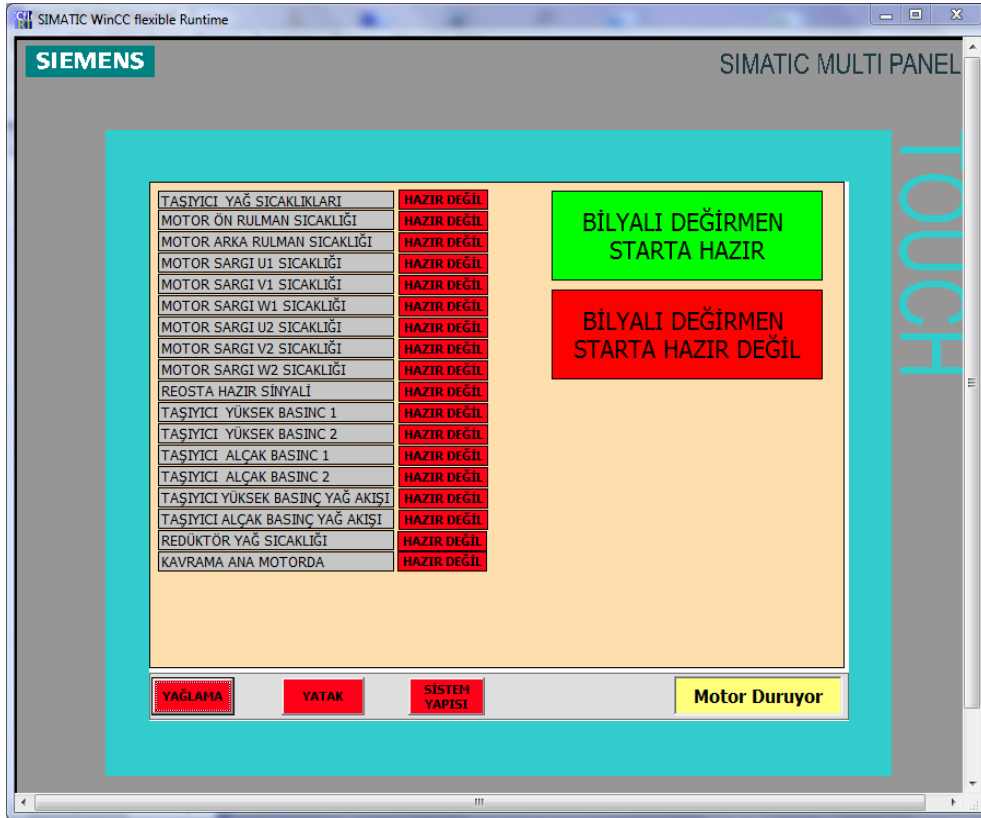
Start şartları onay ekranında taşıyıcı yağ sıcaklıklarının, motor rulman sıcaklıklarının, motor sargı sıcaklıklarının, reosta hazır olup olmadığının, taşıyıcı yüksek basınç ve alçak basınç değerlerine ulaşıp ulaşılmadığının, yağ akışlarının olup olmadığının, redüktör yağ sıcaklığının ve kaplin kavrama durumunun ana motorda olup olmadığının set değerlerine uygunluğu kontrol edilmektedir.

Kontrol edilen değerlerin uygun olması durumunda ‘Hazır’ sinyali görüntülenmekte, değilse ‘Hazır Değil’ sinyali görüntülenmektedir. Butonların tamamı ‘Hazır’ konumundaysa ‘Bilyalı Değirmen Starta Hazır’ sinyali görüntülenmekte aksi

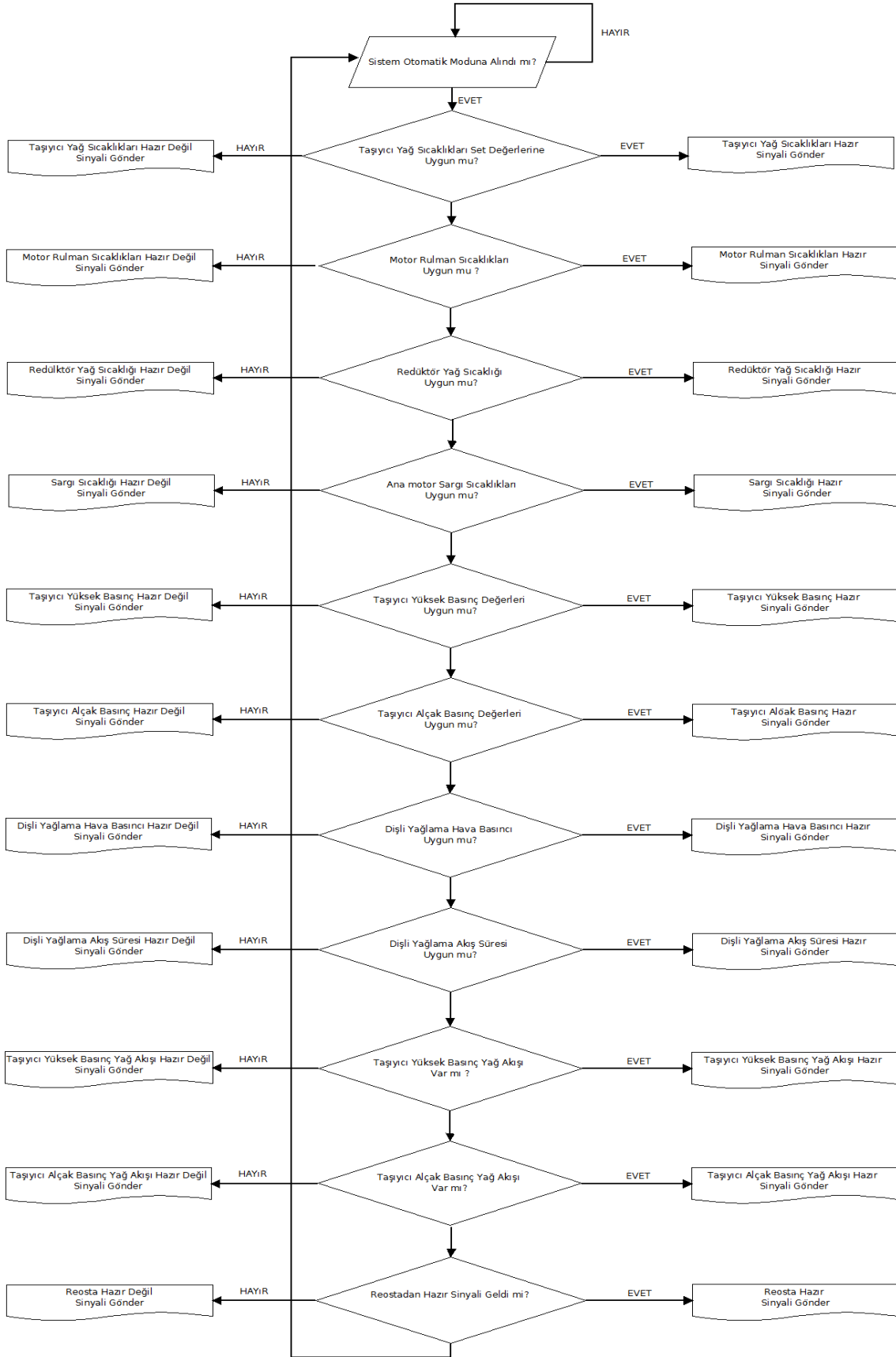
takdirde ‘Bilyalı Değirmen Starta Hazır Değil’ alarm sinyali görüntülenmektedir. Şekil 5.40’ta Start şartları onay ekranı görüntüsü verilmiştir. Şekil 5.42’ de start şartları onay ekranındaki kontrolleri sağlayan akış diyagramı bulunmaktadır.



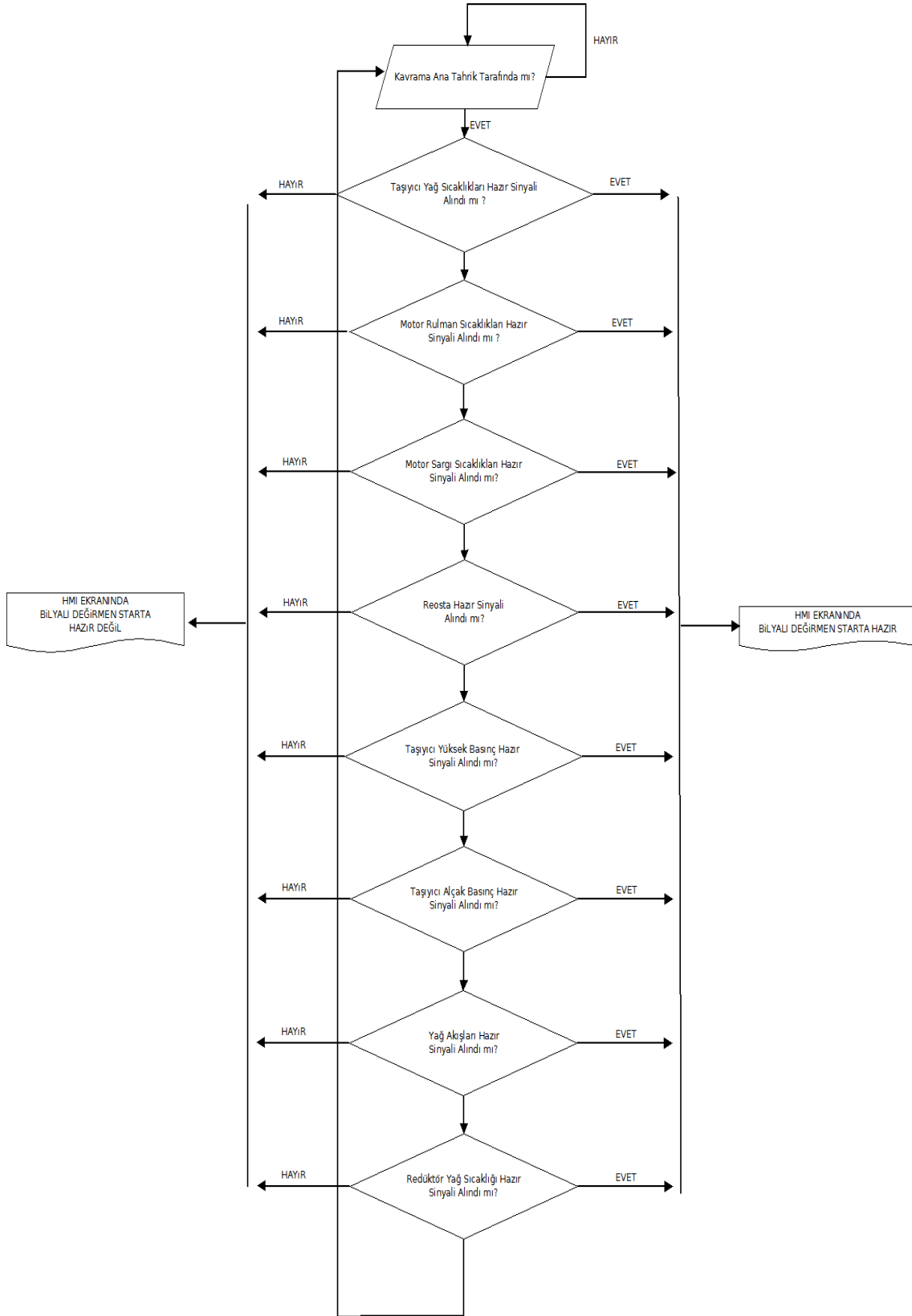
Şekil 5.39. Çalışma Öncesi Set Değerleri



Şekil 5.40. Start Şartları Onay Ekranı



Şekil 5.41. Set Değerleri Kontrolü

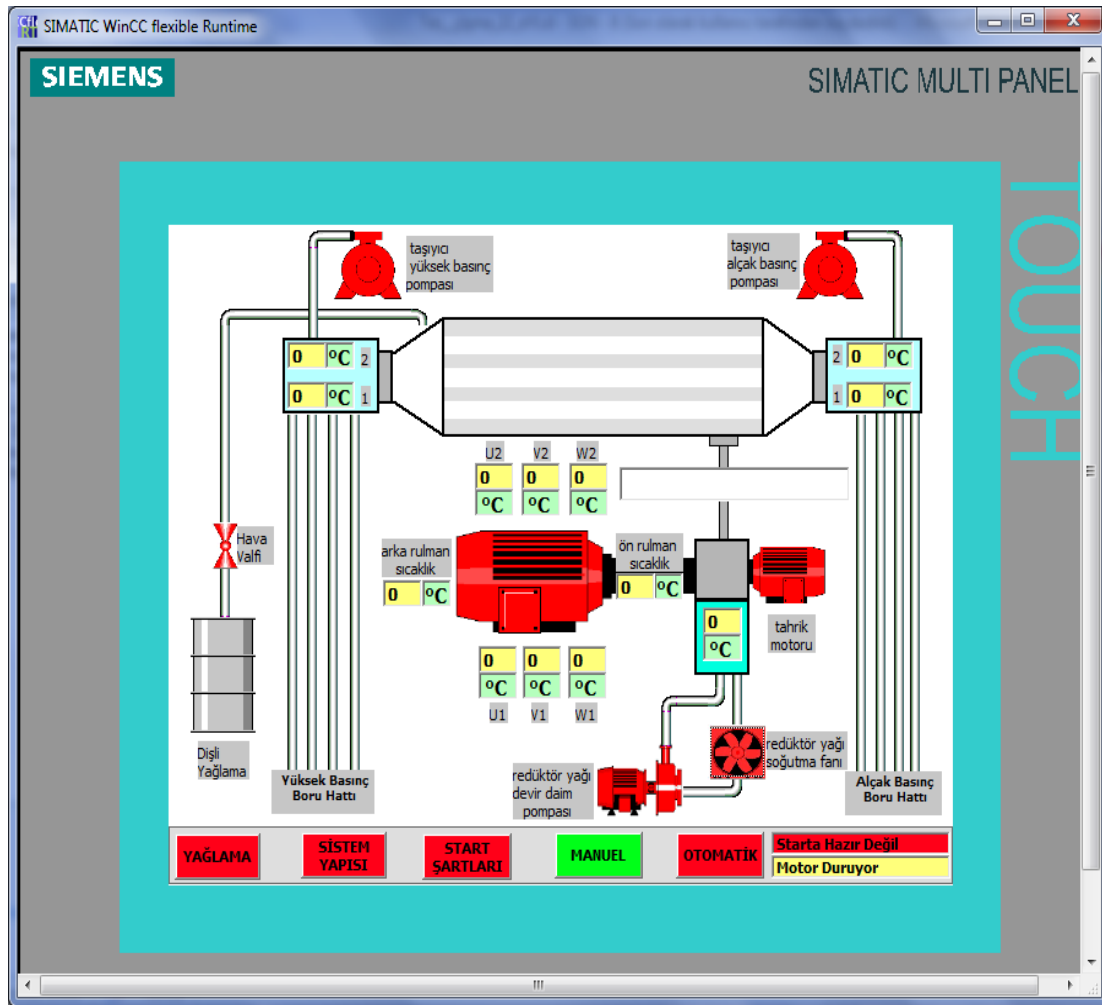


Şekil 5.42. Start Şartları Kontrolü

5.5.3. Genel sistem görünümü

Genel görünüm sayfasında dişli yağlama hava valfinin, dişli yağı akış sensörünün, taşıyıcı yüksek basınç ve alçak basınç pompalarının, ana elektrik motoru sargı sıcaklık, redüktör yağı sıcaklık ve motor rulman ve sargı sıcaklık göstergelerinin, ana elektrik motorunun, yardımcı tahrik motorunun, kaplin kavrama durumunun, redüktör yağı soğutma fanının, redüktör yağı devri daim pompasının, alçak basınç ve yüksek basınç akış sensörlerinin sembolleri gösterilmiştir.

Değirmen çalışması sırasında sensörlerden veya motorlardan biri çalıştığında sembol rengi yeşil renge dönüşmekte, çalışmayanlar ise kırmızı renkle gösterilmektedir. Ayrıca ekranın alt kısmında diğer ekranlara geçiş butonları yerleştirilmiştir. Şekil 5.43’ de genel sistem görünümüne ait SCADA ekranı gösterilmiştir.



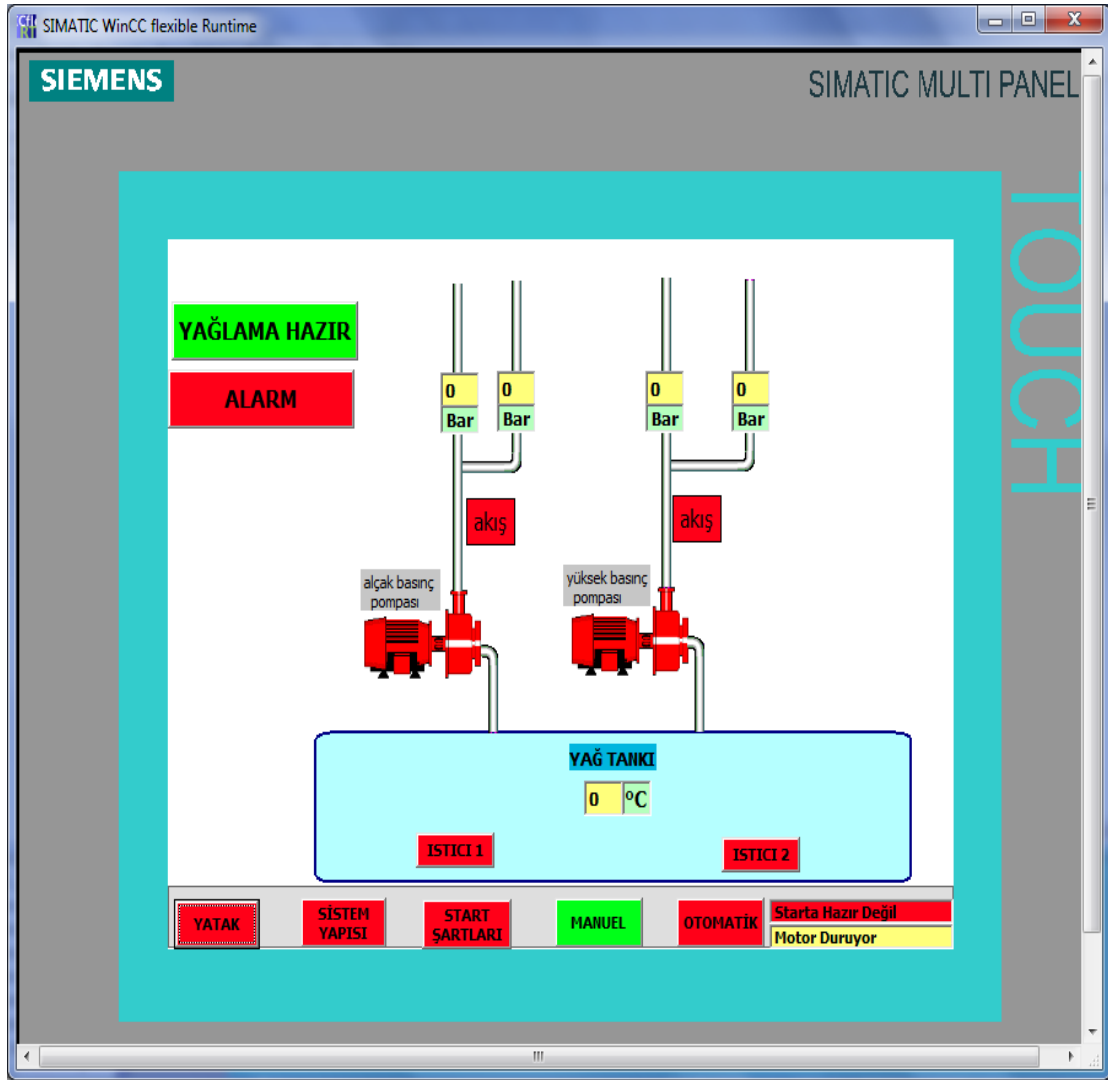
Şekil 5.43. Genel Sistem Görünümü

5.5.4. Yağlama sistemi ekranı

Yağlama sistemi ekranında bilyalı değirmenin yataklarını yağlayan taşıyıcı yağlama sistemi sembolleri görüntülenmektedir.

Taşıyıcı boru hattı alçak basınç ve yüksek basınç sensörleri, akış sensörleri alçak basınç ve yüksek basınç pompaları, yağ tankı sıcaklık sensörü ve ısıtıcıların sembolleri ile menü geçiş tuşları bulunmaktadır.

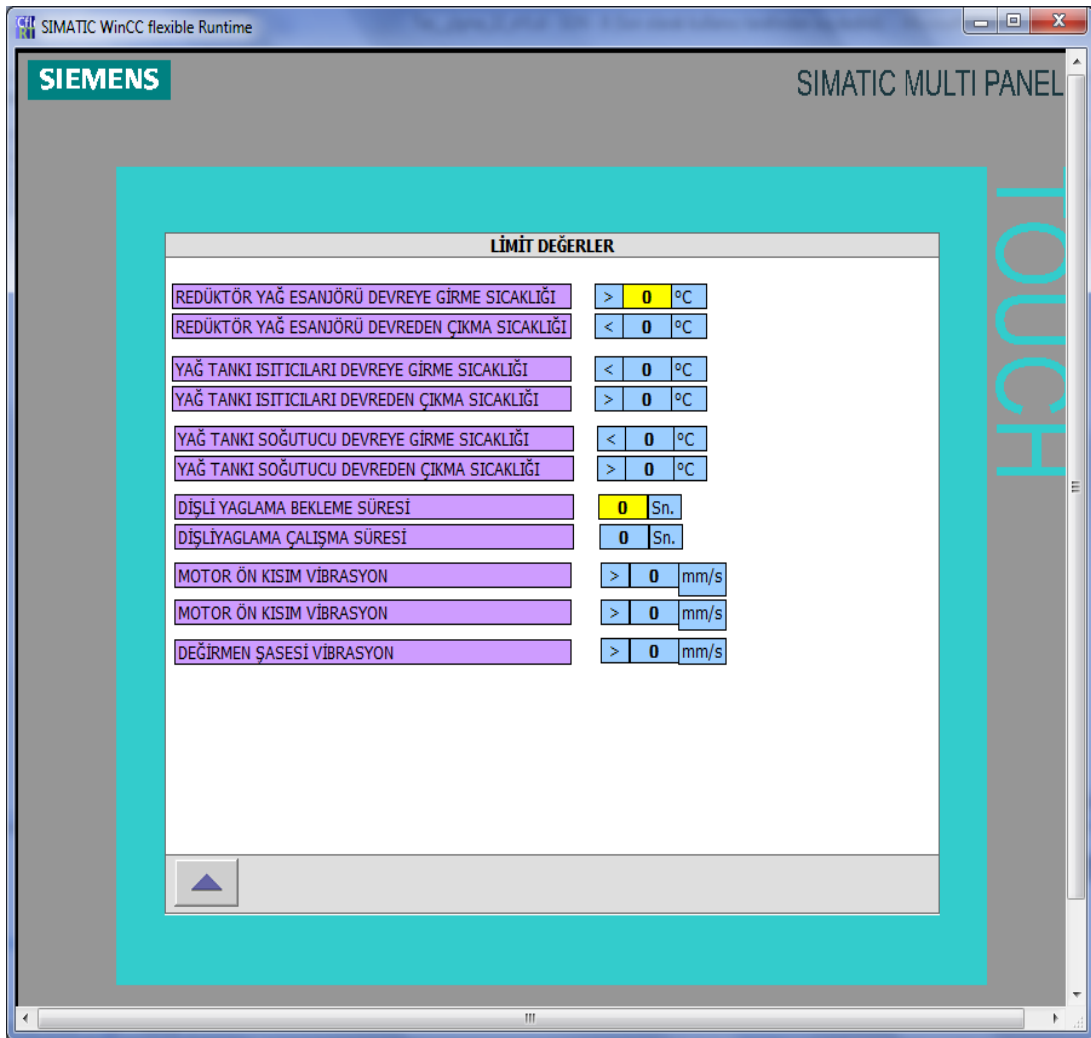
Yağlama sistemi sorunsuz çalışıyorsa yeşil renkli ‘Yağlama Hazır’ butonu yanarken sistemde aksaklık meydana geldiğinde kırmızı renkli ‘Alarm’ sinyali görüntülenmektedir. Şekil 5.44’ de yağlama sistemine ait SCADA ekranı gösterilmiştir.



Şekil 5.44 Yağlama Sistemi Görünümü

5.5.5. Çalışma limit değerleri sayfası

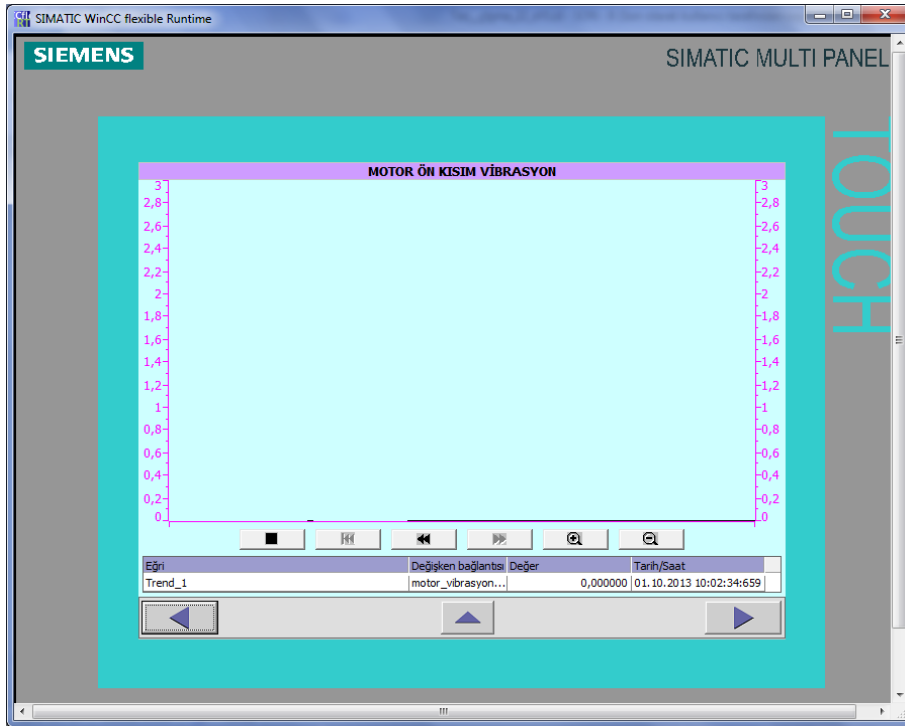
Bu sayfada bilyalı değirmen çalışırken kontrol edilecek parametrelerden, redüktör yağı soğutma fanı devreye girme ve devreden çıkma sıcaklığı, yağ tankı ısıtıcıları devreye girme ve devreden çıkma sıcaklığı, yağ tankı soğutucu fanı devreye girme ve devreden çıkma sıcaklığı, dişli yağlama bekleme süresi, dişli yağlama çalışma süresi, motor ön ve arka kısım vibrasyon değerleri ve değirmen şasesi vibrasyon değerleri gibi limit değerler operatörler tarafından girilmektedir. SCADA sistemi bu verileri sürekli kontrol eder. Limitlerin aşılması durumunda alarm verir. Şekil 5.45’ de çalışma değerleri limit sayfası SCADA görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5.45. Limit Değerler Ekranı

5.5.6. Vibrasyon ölçümleri sayfası

Vibrasyon ölçümleri izleme sayfalarında motor ön kısım motor arka kısım ve değirmen şasesi vibrasyon değerlerinin anlık takibi yapılabilmektedir. Değirmen çalışırken belirlenen limitlerin üstünde vibrasyon görüldüğünde PLC programı alarm vermektedir. Şekil 5.46’da vibrasyon ölçüm sayfalarını temsilen motor ön kısım vibrasyon ekranı SCADA görüntüsü verilmiştir.

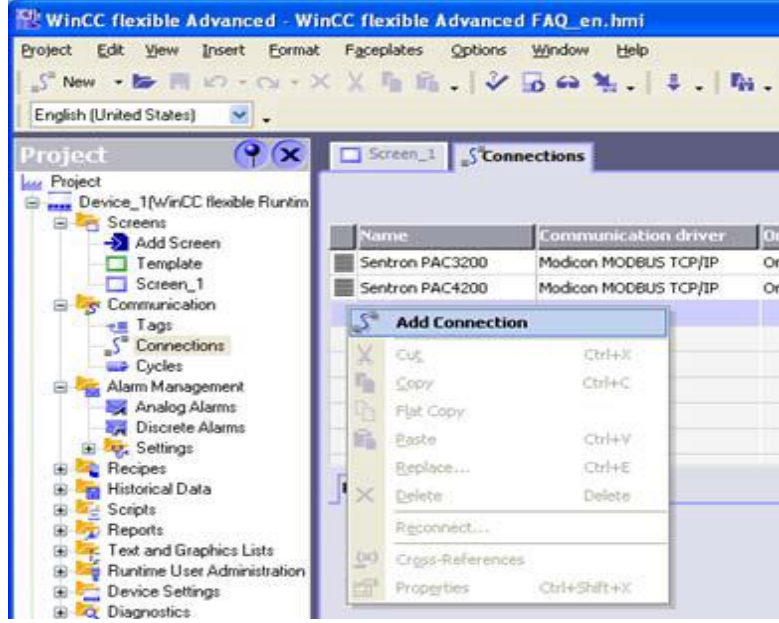


Şekil 5.46. Motor Ön Kısım Vibrasyon Ekranı

5.5.7. Enerji izleme sayfası

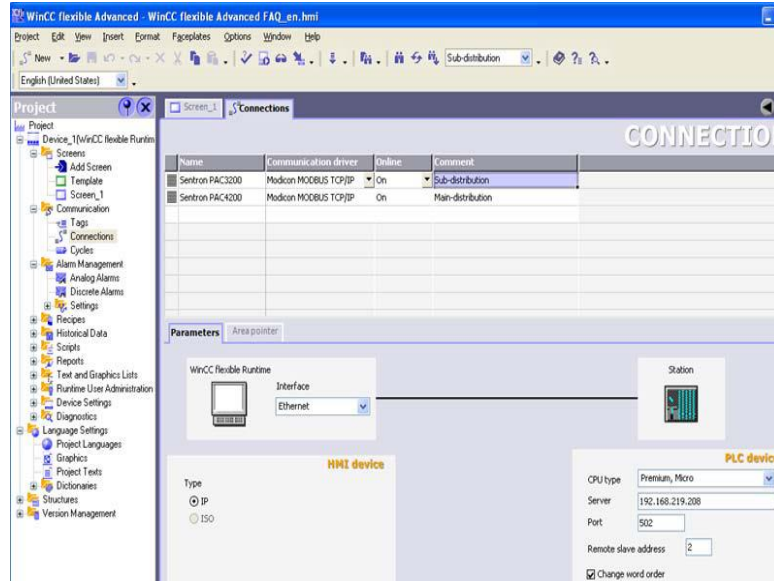
Enerji analizörü ile SCADA bilgisayarları arasında Ethernet haberleşmesi ile bilgi alış verişi yapılmaktadır. Bu sebeple SCADA bilgisayarının PLC’ den alınan sinyallerin dışında Ethernet haberleşme konfigürasyonunun yapılması gerekmektedir. Bu işlemlerin nasıl yapılacağı konusuna kısaca değinirsek,

- WinCC Flexible ekranında yeni bir bağlantı oluşturulur. Ekranda bağlantıya isim verilerek sağ tuş tıklanır ve ‘Add Connection’ tuşuna tıklanır. Bağlantı türü belirlenir. Bağlantı türü: TCP/IP ve Online : ON seçenekleri seçilir.(Bkz. Şekil 5.47)



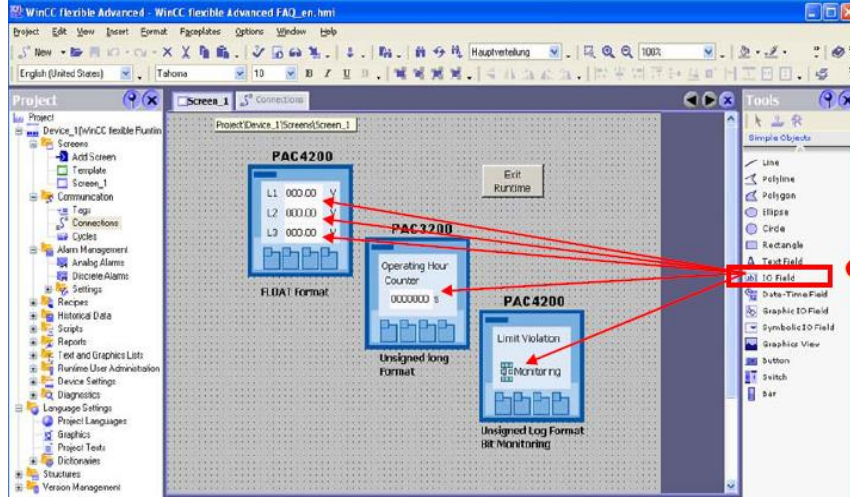
Şekil 5.47. Bağlantı Ekleme Seçeneği Ekranı

- İstasyon Konfigürasyonu için, CPU Type : Premium Micro, Server : 192.168.219.206, Port Numarası : 502, Remote Slave Adres : 1 , Change Word Order seçenekleri seçilir. Burada ki IP adresi ne olacağı isteğe bağlıdır ve değişik bir IP verilebilir. Port numarası ModBus haberleşme portu olan '502' seçilmelidir. (Bkz. Şekil 5.48)



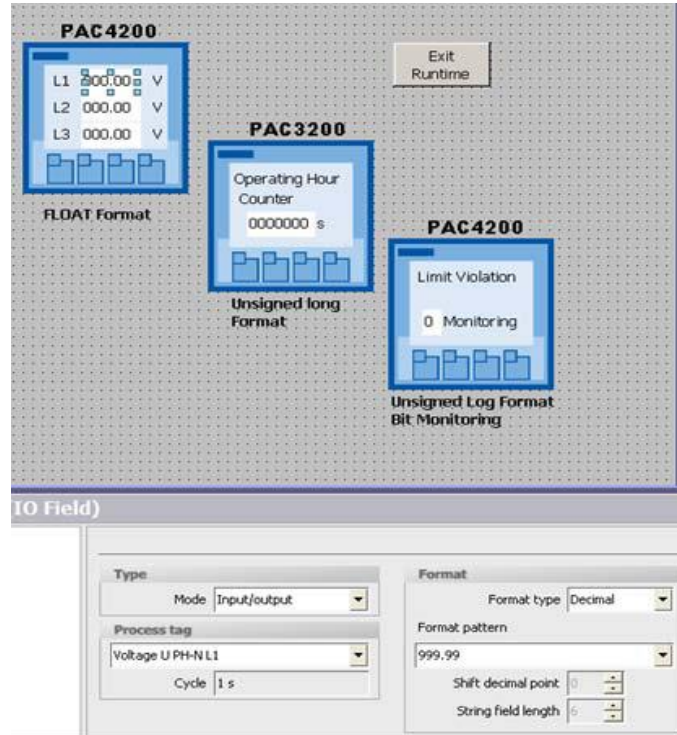
Şekil 5.48. IP ve Port Konfigürasyonu

- Tasarım Ekranı kısmının sağ tarafında bulunan I/O Field seçilerek ekranda uygun yerlere yerleştirilir.(Bkz. Şekil 5.49)



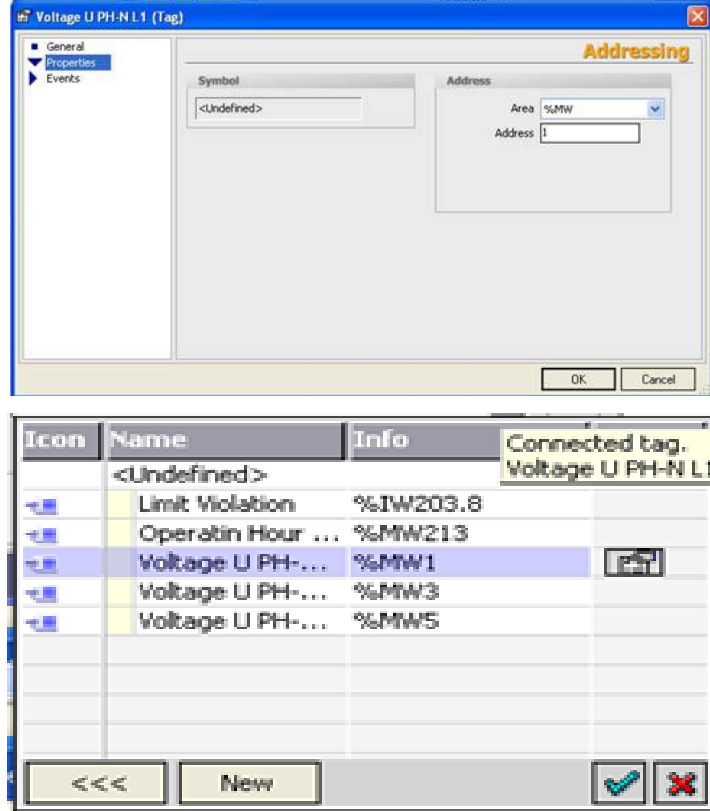
Şekil 5.49. I/O Alanı Eklenmesi

- Değişkenlerin formatları seçilir. (Bkz. Şekil 5.50)



Şekil 5.50. Değişken Formatı Belirleme

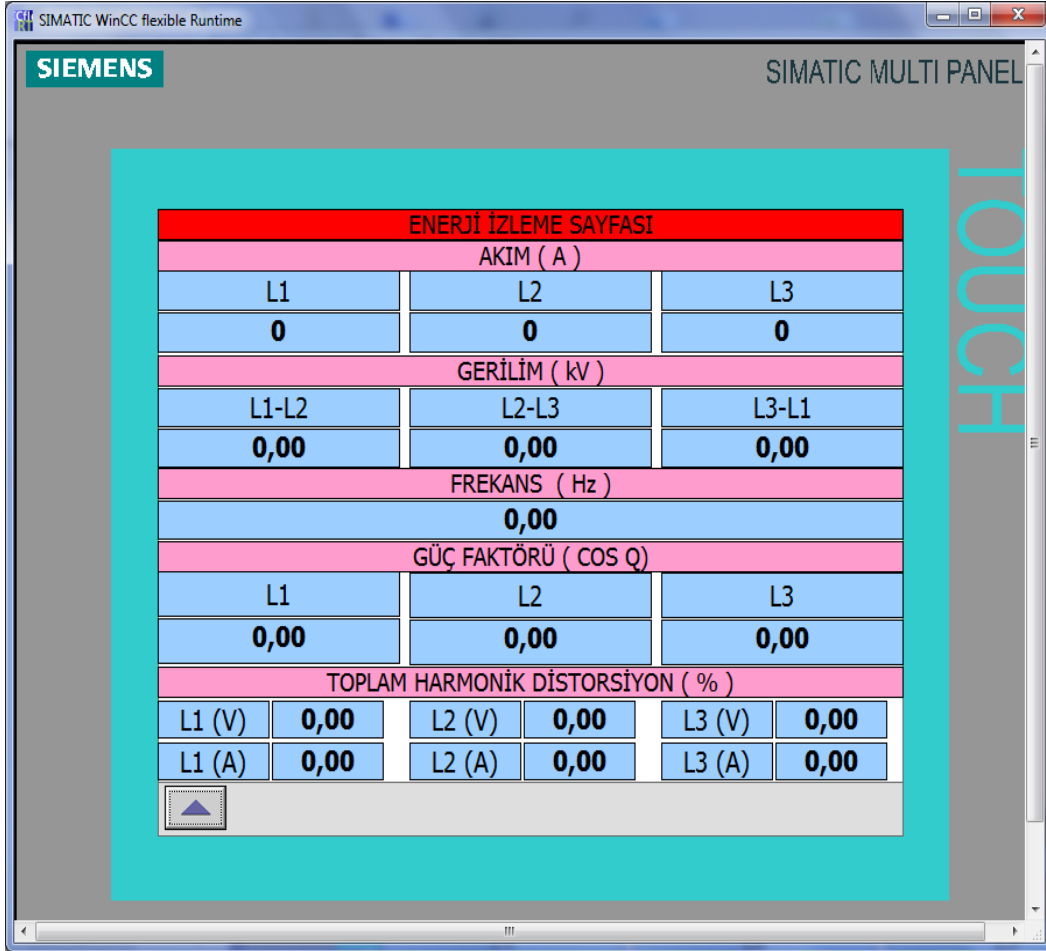
- Tag Adresleri Atanır. Tag adresleri SentronPAC3200 kullanım kılavuzunda belirlenmiştir. Örneğin L1-N gerilimi için tanımlanması gereken tag %MW 1 olmalıdır. (Bkz. Şekil 5.51)



Şekil 5.51 Tag'lerin Belirlenmesi

- Proje derlenir.
- Proje çalıştırılır.

Tasarlanan enerji izleme sayfasında bilyalı ana elektrik motorunun faz akımları, faz gerilimleri, şebeke frekansı, güç faktörü, faz akımlarının toplam harmonik distorsiyonu ve faz gerilimlerinin toplam harmonik distorsiyonu görüntülenmektedir. Tasarlanan SCADA ekranı Şekil 5.52' deki gibidir.



Şekil 5.52. SCADA Enerji Takip Ekranı

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Endüstriyel tesislerin PLC ve SCADA sistemlerini kullanmalarının başlıca sonuçları şöyle sıralanabilir,

- İş gücünden maksimum faydalanma
- Sistemlerin kolaylıkla izlenmesi ve denetimi
- Üretim kayıplarının düşürülmesi
- Arıza yerinin kolay tespiti
- Kestirimci bakım yöntemlerinin otomatik olarak yapılması ve erken uyarı sistemlerinin yardımıyla makinelerin çalışma performansının artırılması
- Ürün kalitesinin artırılması
- Geçmişe yönelik raporların ve trendlerin depolanması ve mevcut durumlarla karşılaştırılması

Bilyalı değirmenlerde PLC ve SCADA sistemlerinin yukarıda belirtilmiş avantajlarından faydalanılmak istenmiştir. Bilyalı değirmeni PLC ve SCADA kullanarak revize etmekteki amacı tek kelimeyle özetlemek gerekirse, ulaşılmak istenen sonuç 'Verimlilik' olmalıdır. Yapılan araştırmalar ve tasarım sonucunda mevcut tez çalışması ortaya çıkmıştır.

Bilyalı değirmene uygulanan PLC ve SCADA otomasyonunun gerçekleştirilmesi ile bazı bulgular elde edilmiştir. Elde edilen bulgular ve bulgular ışığında geleceğe yönelik öneriler detaylandırılmak üzere başlıklar halinde incelenmiştir.

6.1. Enerjinin İzlenebilirliği ve Enerji Verimliliğinde Artış

Yapılan tez çalışmasında bakır öğütme aracı olarak bilyalı değirmen kullanan bir tesisteki bilyalı değirmen enerjisinin denetimi sağlanmış ve yöntem olarak günümüz teknolojisinin endüstriyel tesislerde en çok kullanılan sistemi olan SCADA kullanılmıştır. SCADA ekranında elde edilen verilerle enerji kalitesi ve enerji tüketimleri kolaylıkla izlenebilmiştir. Enerji analizörü ile SCADA ekran görüntüsü arasındaki bazı değerlerdeki farklılığın sebebi, fotoğraf çekimi ve SCADA ekran görüntüsü alınması arasındaki zaman farkından kaynaklanmaktadır.

Bulgular

SCADA ile bilyalı değirmen enerjisinin izlemesinden elde edilen sonuçlar aşağıda belirtildiği gibi sıralanabilir.

- SCADA ekranlarında okunan değerler ile ana elektrik motoru kesicisi üzerindeki enerji analizöründen okunan değerlerin birbirlerine yakın olması sağlanmaya çalışılmıştır. Yapılan anlık ölçümlerin sonucunda tasarlanan sistemin SCADA ekranındaki anlık verilerin enerji analizöründeki değerlerle büyük oranda benzeştiği sonucuna varılabilir. SCADA ekran görüntüleri ile enerji analizöründen alınan görüntüler Şekil 6.1, Şekil6.2, Şekil6.3, Şekil6.4' de karşılaştırılmıştır.

- Daha önceden elektrik işçilerinin gün başı, gün ortası ve gün sonunda trafo dairesine giderek analizörden okudukları akım gerilim ve güç faktörü gibi değerler SCADA ekranından anlık olarak takip edilebilmiştir. Aynı zamanda enerji kalitesini etkileyen bu faktörlerin trendleri izlenebilmiştir.

- Faz gerilim değerlerinin denetlenebilmesi sayesinde, yüksek veya düşük gerilimlerin olduğu zamanlar derhal fark edilebilmiş, operatörler uyarılarak yük altında kademe değiştiricili trafonun kademe ayarı düzenlenmesi sağlanabilmiş ve ana elektrik motorunun optimum gerilimde çalıştırılması sağlanabilmiştir.

- Değirmen akımlarının izlenebilirliği ile akımlarda oluşan anormal haller fark edilmiş ve akım değerlerinin anormal olma sebepleri hakkında yorumlar yapılabilmektedir. Örneğin yüksek akım çeken bilyalı değirmenin mekanik zorlanmalara mı maruz kaldığı veya öğütme kapasitesindeki artıştan mı yüksek akım çektiği trendlerin takip edilmesiyle kolayca yorumlanabilmiştir.

- Değirmen güç faktörleri izlenebilmiş ve reaktif tüketimlerin kontrolü sağlanabilmiştir.

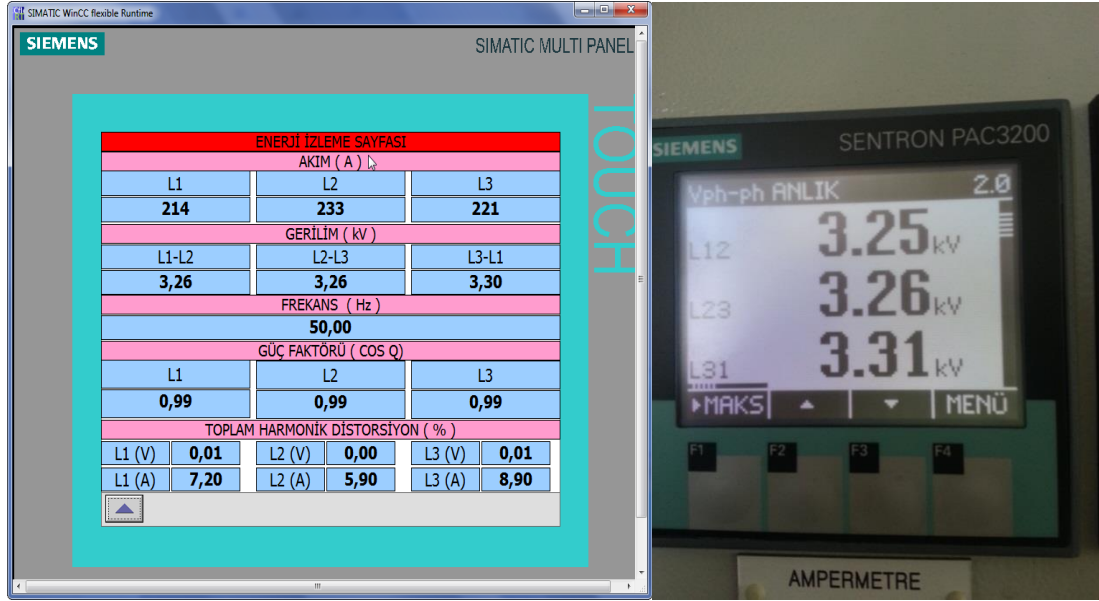
- Enerji tüketim trendlerinin izlenmesiyle ürün ve maliyet ilişkisi ve maliyet tahminleri daha isabetli yapılabilmektedir.

- Elektrik kaynaklı arızaların kayıtları tutulabilmiş, tekrarlanmaması için önlemler alınabilmiştir.

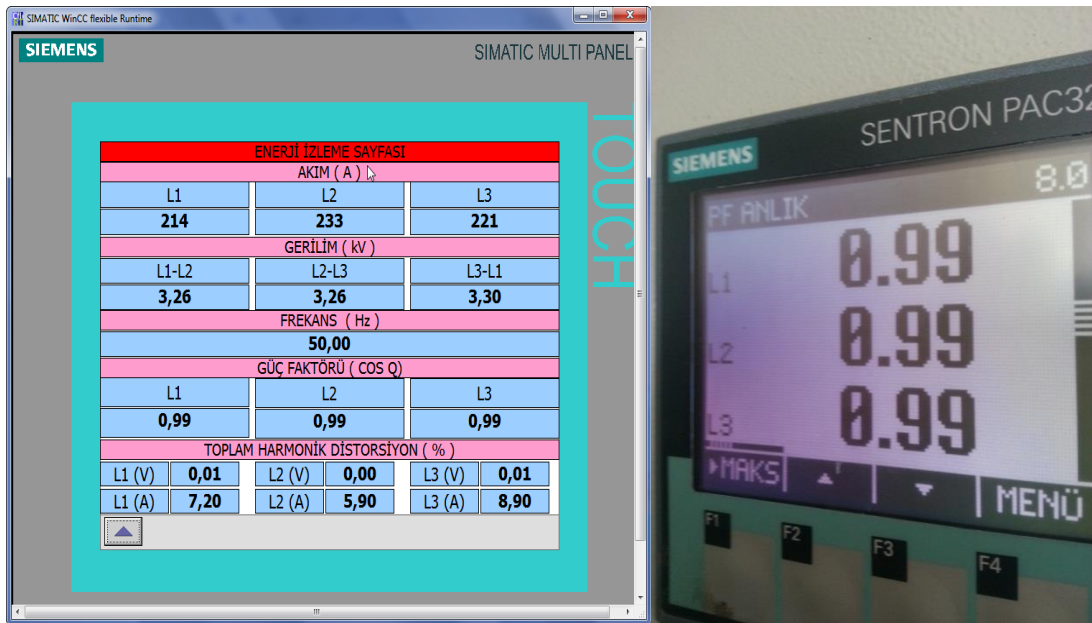
Öneriler

- Tasarlanan sistemdeki izleme işlevlerine ilaveten ana elektrik motorunun güç ihtiyacını karşılayan yük altında kademe değiştiricili trafonun da PLC tarafından denetimi ve kontrolü sağlanabilir.

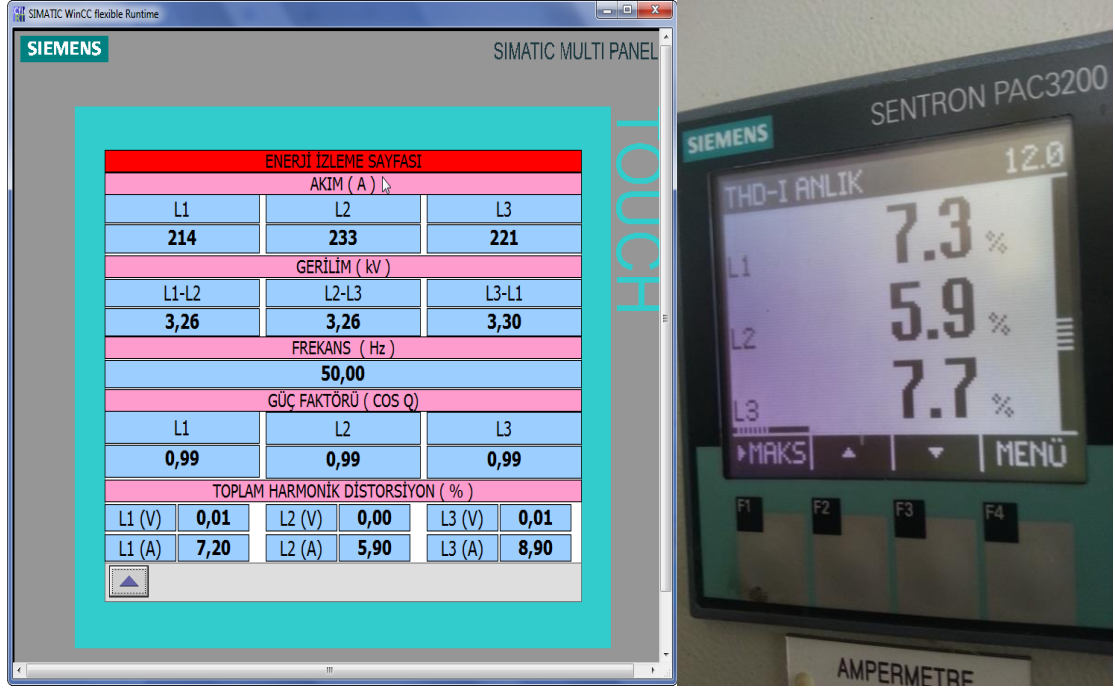
- Sadece ana elektrik motorunun değil, diğer elektrik motorlarının da akım, gerilim ve güç faktörü gibi SCADA üzerinden takibi ve kontrolü yapılabilir.
- Bilyalı değirmen sistemindeki motorlara hız kontrol cihazları montajı yapılarak PLC tarafından motor dönüş hızları kontrol edilebilir. PLC'nin hız kontrol ayarlamasıyla birlikte enerji sarfiyatları büyük ölçüde düşürülebilir.



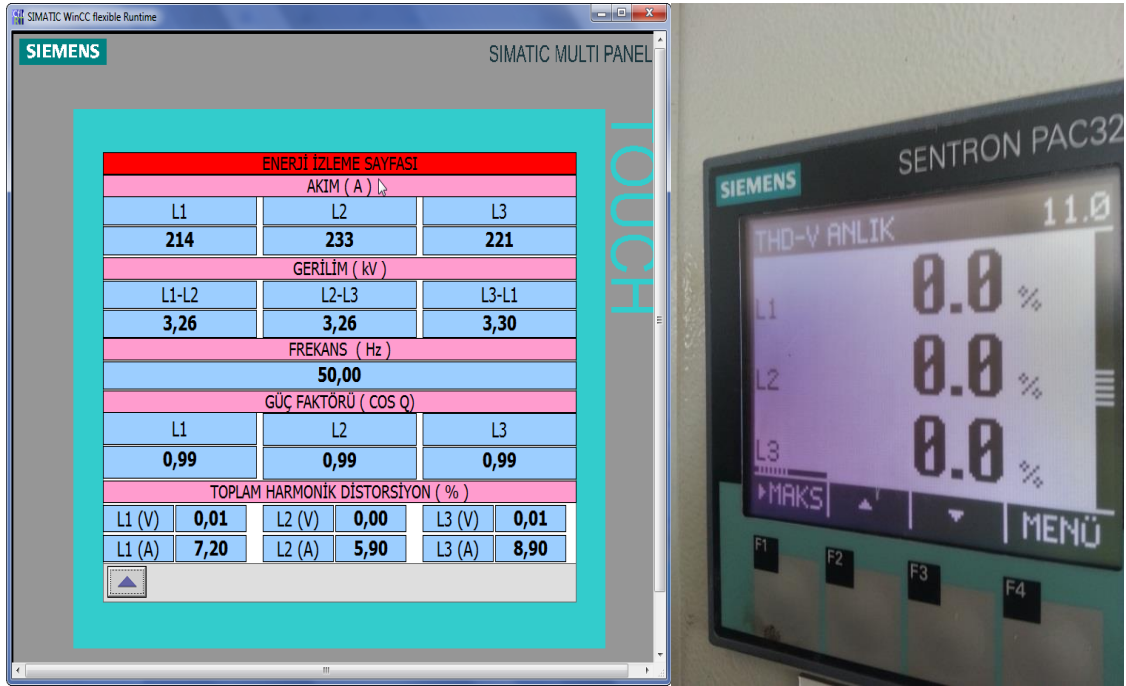
Şekil 6.1. Gerilim Ölçümleri SCADA ve Analizör Görüntüleri



Şekil 6.2. SCADA ekranı ve Enerji Analizörü Güç Faktörü Değerleri



Şekil 6.3. SCADA Ekranı ve Enerji Analizörü Akım Harmonik Değerleri



Şekil 6.4. SCADA ekranı ve Enerji Analizörü Akım Harmonik Değerleri

6.2. Vibrasyon Ölçümleri ile Kestirimci Bakım

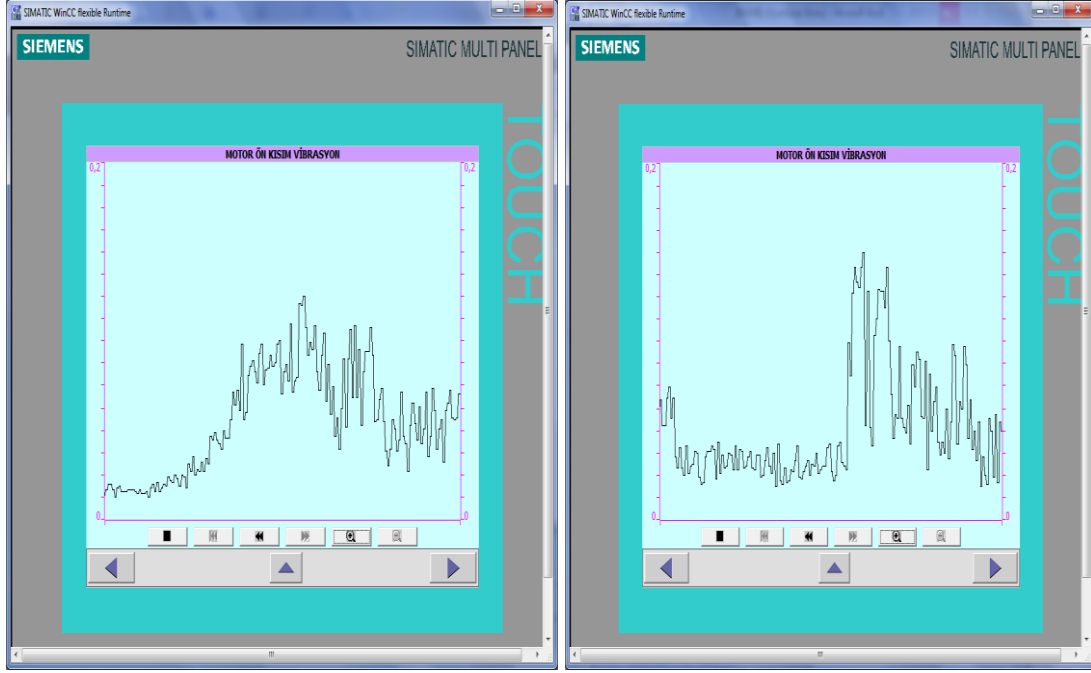
Kestirimci bakım yöntemlerinden biri olan motor vibrasyon analizinin SCADA sistemi üzerinden izlenmesi ve trendlerinin kaydedilmesine yönelik deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.7' de verilmiştir.

Bulgular

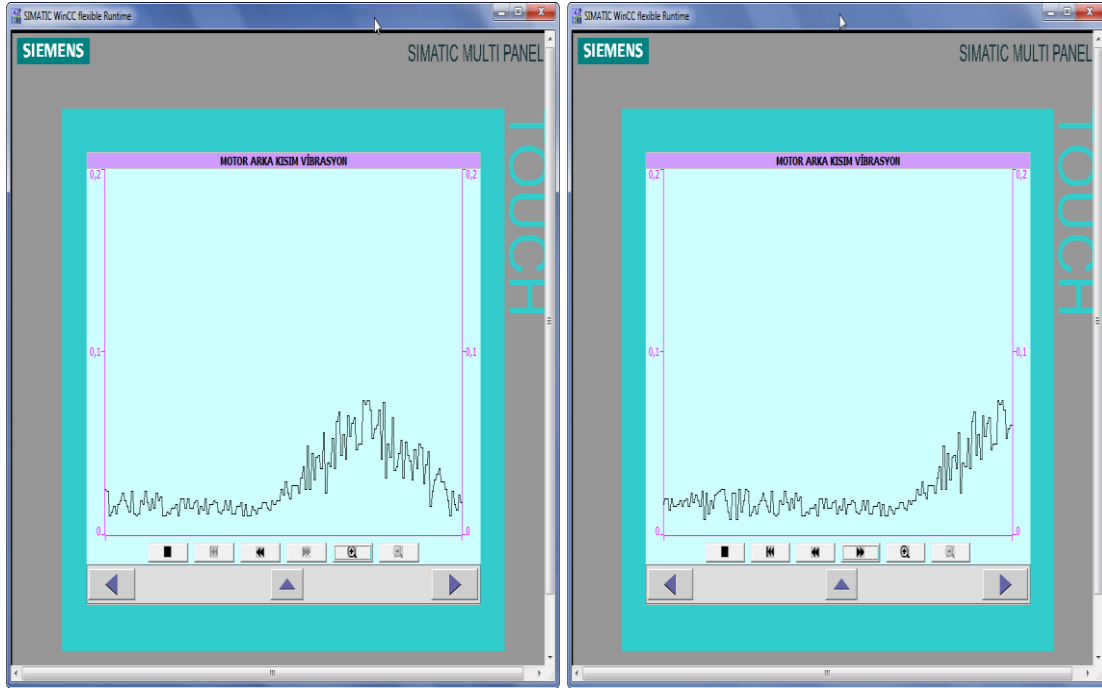
- Bilyalı değirmen için motor ön kısım, motor arka kısım ve değirmen şasesine yerleştirilen vibrasyon sensörleri yardımıyla vibrasyon trendleri SCADA ekranında izlenebilmiştir.
- Daha önce bilyalı değirmen durdurularak ve belli hazırlıklar yapıldıktan sonra vibrasyon ölçümleri yapılabilirken, SCADA sisteminin devreye alınmasından sonra sistem durdurulmadan vibrasyon değerleri izlenebilmiş ve kaydedilebilmiştir.
- Vibrasyon analizi ile ortaya çıkması muhtemel, rulman arızaları, yatak arızaları, gevşek bağlantı ve eksen kayması gibi olumsuz durumlara karşı önlem alınabilmiştir.

Öneriler

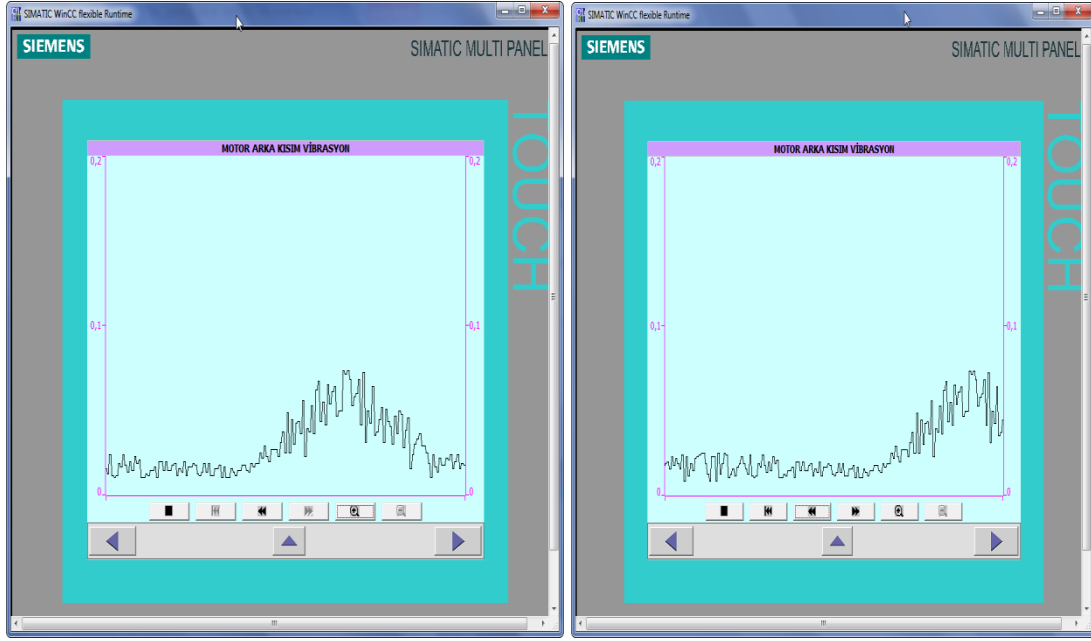
- Bilyalı değirmen vibrasyon sensörleri eklenebilir, böylece daha hassas ölçümler yapılabilir.
- SCADA programına vibrasyonun genliği ve frekansına bağlı bir uyarı sistemi eklenebilir. Vibrasyon analizi ile ortaya çıkan grafiklerdeki zaman- frekans analizi ile arızalı kısmın arızası ile ilgili daha isabetli tahminler yürütülebilir ve SCADA ekranında görüntülenebilir.



Şekil 6.5. Motor Ön Kısım Vibrasyon Ölçümleri Sonuç Ekranı



Şekil 6.6. Motor Arka Kısım Vibrasyon Ölçümleri Sonuç Ekranı



Şekil 6.7. Değirmen Şase Vibrasyon Ölçümleri Sonuç Ekranı

6.3. Dişli Yağlamanın Optimizasyonu

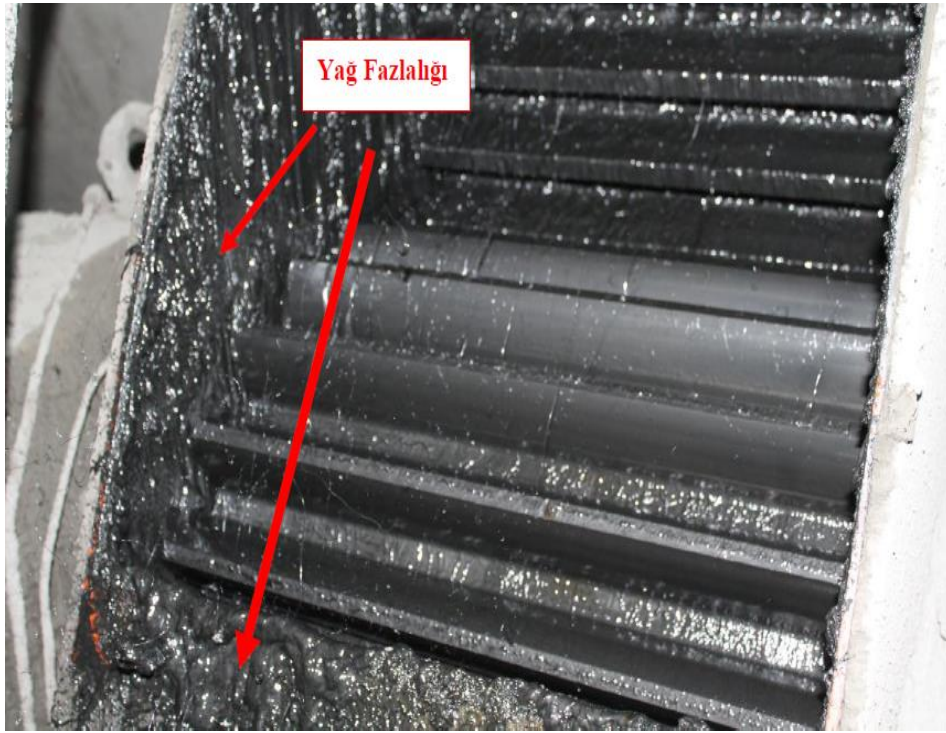
Bilyalı değirmenin pinyon ve dişli yağlama sistemi, dişlilerin aşınmasının önüne geçilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Dişli yağlamanın düzgünlüğü gözlem yoluyla ve termal kamera görüntüleriyle belirlenebilmektedir.

Bulgular

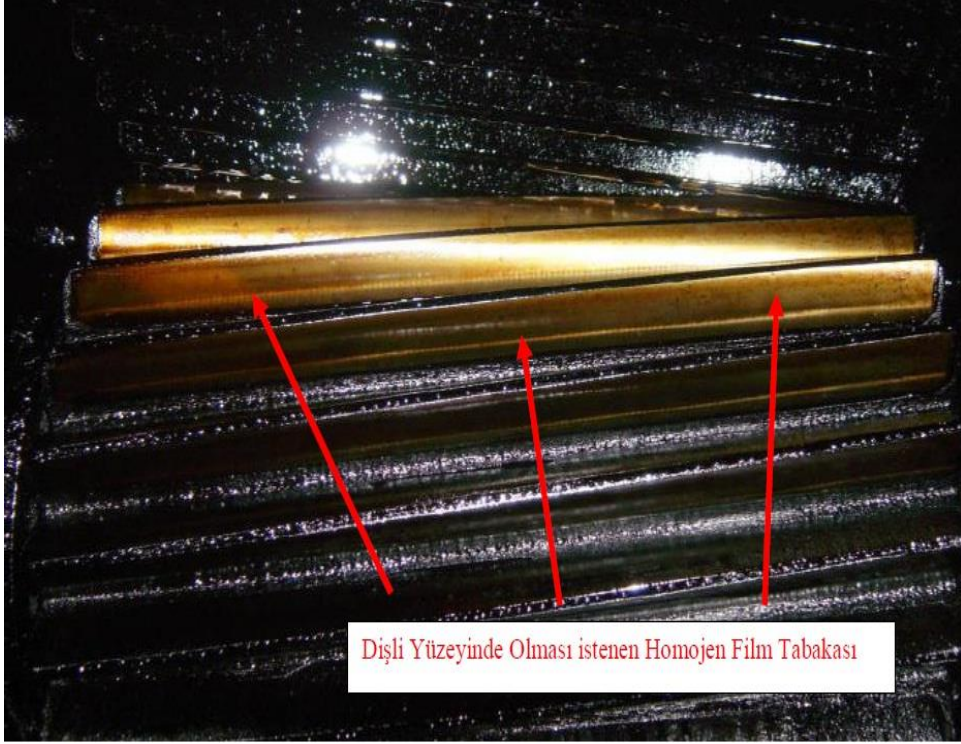
- PLC ve SCADA sistemi kurulmadan önce değirmen sorumlusu operatörlerce belirli aralıklarla kontrol edilen dişli yağlama miktarı ve kalitesi PLC ve SCADA sistemi sayesinde otomatik olarak gerçekleştirilebilmiştir.
- Dişliler üzerinde homojen bir film tabakası sağlanabilmesi için dağıtıcı blok yardımıyla eşzamanlı yağ püskürtmesi sağlanmış ve yağ akışının olup olmadığı PLC tarafından kontrol edilebilmiştir.
- Dişli yağlamanın yağlama zamanı ve yağ miktarı ortam şartlarına ve çalışma şartlarına göre değişebilmektedir. Operatörlerin yağlama zamanı ve yağ miktarını ortam şartlarına uyarlaması gerekmektedir. Otomasyon sisteminin kurulmasından sonra istendiği zaman HMI panelden yağlama zamanlarının

değiştirilebilmesinin yolu açılmış ve programdaki küçük bir değişiklikle istenen yağlama kalitesi değişik çalışma şartlarına uyarlanabilmiştir.

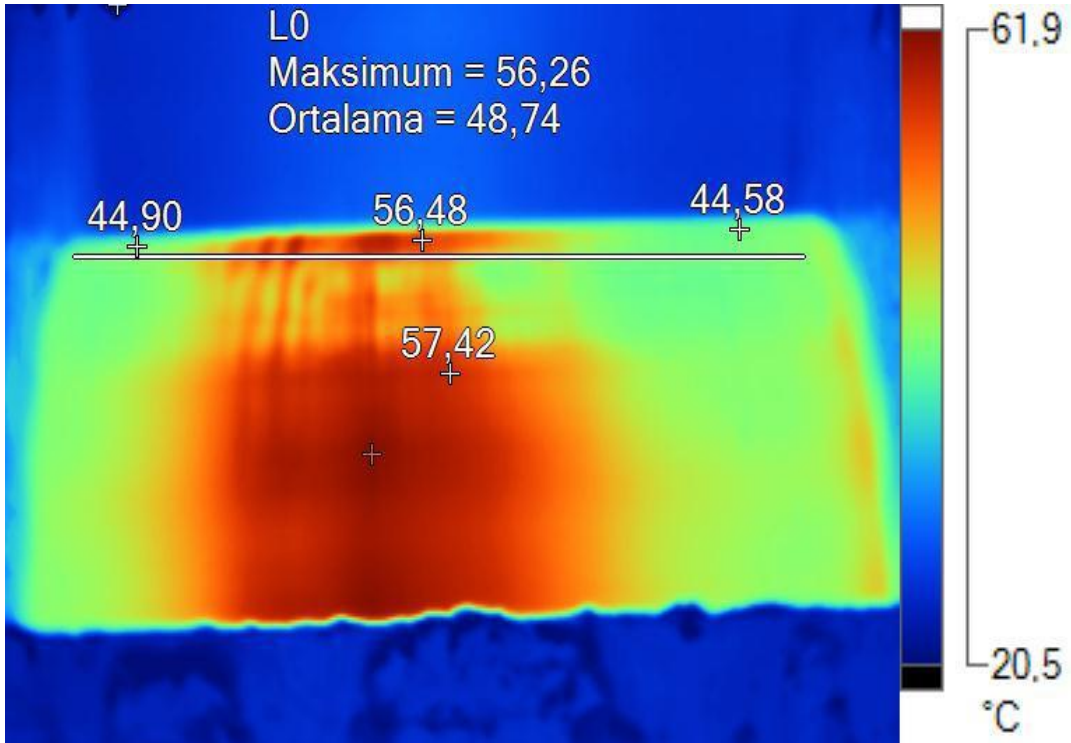
- Kullanılan yağ miktarında tasarruf sağlanabilmiştir.
- SCADA sisteminin kurulumundan önce ve sonraki durumlarda görünür ışık görüntüleri ile termal kamera görüntüleri alınarak termal kamera görüntüleri incelenmiştir. Elde edilen görüntülerden de anlaşılacağı üzere otomasyon sonrasında kullanılan yağ miktarı optimize edilebilmiş, yağın dişliler üzerine homojen dağılması sağlanabilmiş, oluşan düzgün film tabakasının dişlilerin aşırı ısınmasının önüne geçilebilmiştir. Elde edilen görüntüler Şekil 6.8 ve , Şekil 6.9’da otomasyon önce ve sonrası için yağlama durumları, Şekil6.10 ve Şekil 6.11’ de termal kamera görüntüleri verilmiştir.



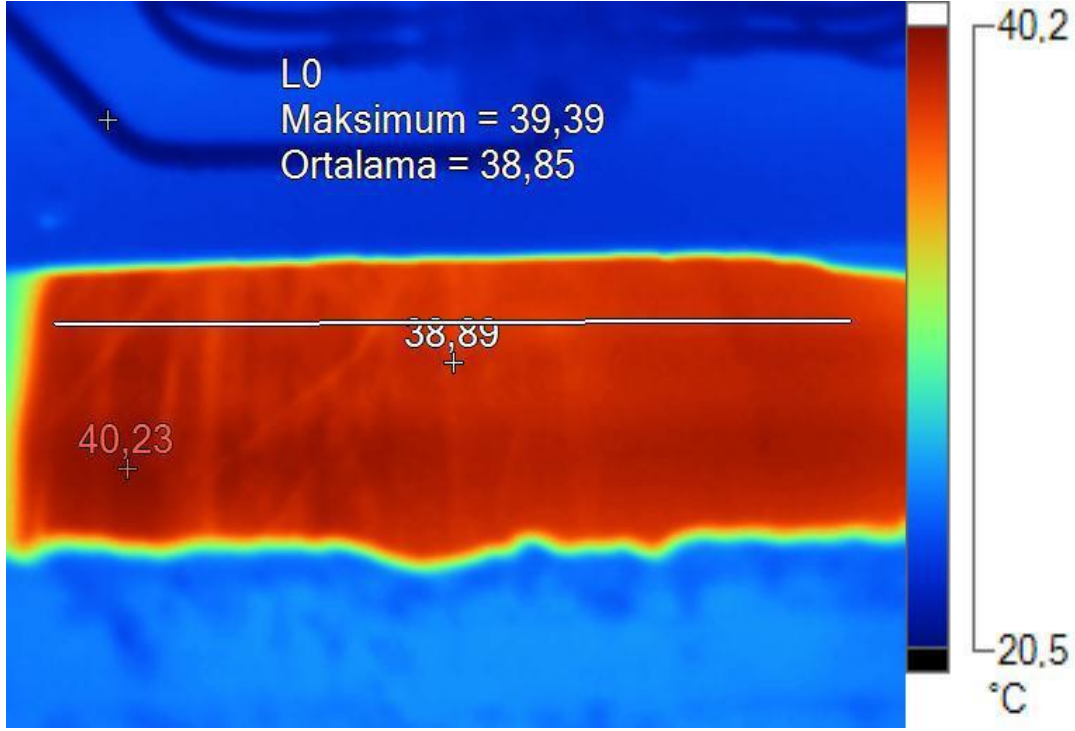
Şekil 6.8. Otomasyondan Önce Dişlilerdeki Yağ Fazlalığı



Şekil 6.9. Otomasyondan Sonra Dişlilerdeki Düzgün Yağlama



Şekil 6.10. Otomasyondan Önce Dişlilerin termal görüntüsü



Şekil 6.11. Otomasyondan Sonra Dişlilerin termal görüntüsü

Öneriler

- PLC programının ortam koşullarını kontrol ederek yağlama zamanı ve süresini otomatik olarak ayarlaması sağlanabilir.
- Çevre ve pinyon dişli sisteminin önüne termal bir kamera yerleştirilerek dişlilerin sıcaklık değişimleri kontrol altında tutulabilir ve SCADA'nın görüntü işleme fonksiyonunun sonrasında optimum yağlama miktarını belirleyerek yağlama süresi ve miktarını kendisinin hesaplaması sağlanabilir.

6.4. Trendlerin İzlenebilmesi ve Düzenli Raporlamanın Yapılması

Trendlerin izlenmesinin ve raporların otomatik olarak oluşturulmasının üretim verimliliğine katkısı olmuştur. Raporlama sayesinde hangi zamanda hangi şartlarda ne kadar ürün elde edildiği tespit edilebilmektedir. Daha önceden el ile alınan verilerin vardiya defterine kaydı ile oluşturulan raporlar otomasyondan sonra SCADA tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bulgular

- SCADA sisteminde oluşturulan trend ekranlarıyla, taşıyıcı yağ sıcaklıkları, taşıyıcı yağ basınçları, redüktör yağ sıcaklığı, motor sargıları sıcaklığı, motor rulman sıcaklıkları, dişli yağı akışları, enerji trendleri ve vibrasyon trendleri izlenebilmiştir.
- Değirmende oluşan alarmların sıklığı, alarmların oluşma tarihi ve arızaların sebebi takip edilebilmiştir. Buna bağlı olarak arızalar hakkında geniş bilgi sahibi olunmuş ve oluşması muhtemel arızalar için gerekli önlemler alınabilmiştir.
- Bilyalı değirmenin çalışma saatleri incelenebilmiştir. Buna bağlı olarak üretim miktarı, ürün verimliliği ve üretim maliyetleri konularında daha isabetli tahminler yürütülebilmektedir.
- Düzenli raporlar alınabilmiş ve raporlar SCADA bilgisayarlarında arşivlenebilmiştir.

Öneriler

- SCADA tarafından toplanan çalışma verileri kendi arasında karşılaştırma yapılarak grafik haline getirilebilir ve daha görsel raporlar elde edilebilir.

6.5. Ürün Verimliliğinde Artış

Otomasyon sistemi kurulmadan önce ve kurulduktan sonra enerji tüketimlerinde farklılıklar görülmektedir. Otomasyon kurulduktan sonra bilyalı değirmenin tesisteki enerji sarfiyatı düşmüş ve aylık elektrik faturasına yansımıştır. Şekil 6.12’ de aylık Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş.’nin Ciner Group Park Elektrik Bakır Konsantrasyon Tesisi için düzenlemiş olduğu aylık elektrik faturalarından alınan veriler ve Şekil 6.13’ de elektrik giderlerinin birim başına maliyetleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde enerji tüketimlerinde ve birim maliyetlerde azalma olduğu tespit edilebilmektedir.

Bulgular

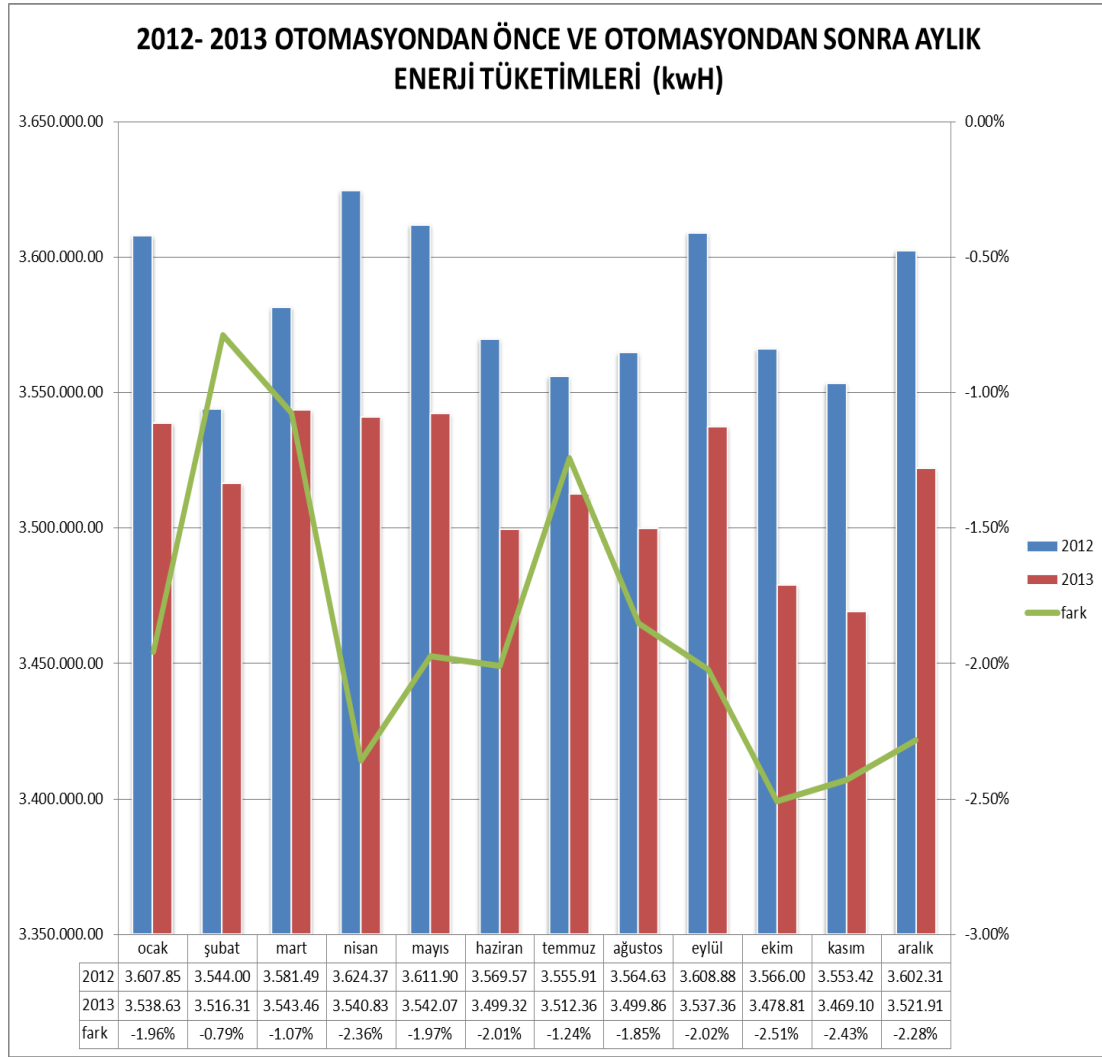
- Değirmen içerisinde öğütücü görevi yapan bilyaların aşınması ve değirmen dışına atılması sonucunda değirmen öğütme görevini tam anlamıyla yerine getirememektedir. Bunun neticesinde öğütme boyutlarının istenen seviyelerde sabit tutulabilmesi için öğütme zamanı artmakta bu da gereksiz enerji sarfiyatlarına sebep

olmaktadır. Yapılan çalışmayla enerji izleme ekranından enerji sarfiyatları takip edilebilmekte, bilya miktarları hakkında bilgi sahibi olunmakta ve bilya şarjı yapılması gereken zamanlar uygun zamanda yapılabilmektedir.

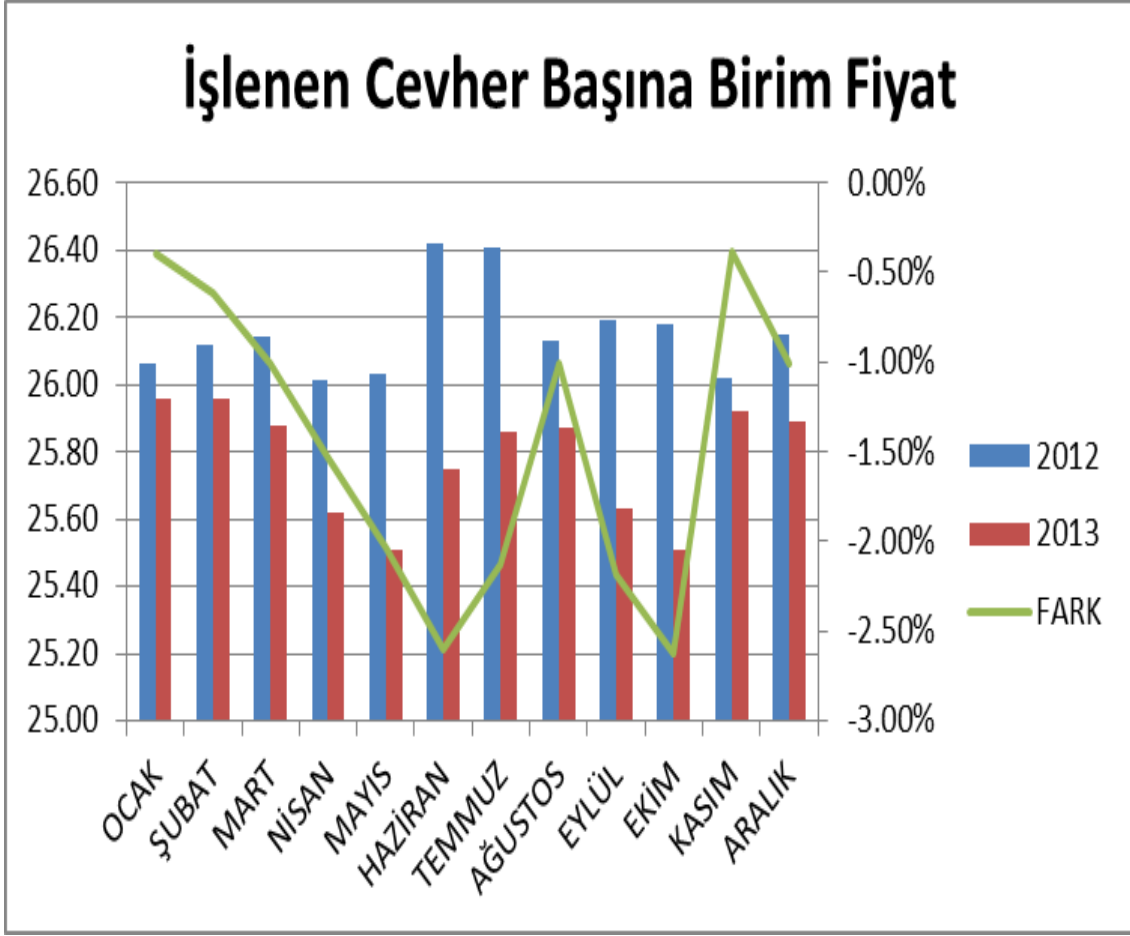
- Bilyalı değirmenin dişlilerinin optimum miktarda yağlanması ve değirmen taşıyıcı yağ trendlerinin izlenebilmesi sayesinde bilyalı değirmenin ideal çalışma şartlarında çalışabilmesi sağlanabilmekte ve sürtünme kayıpları azaltılabilmektedir.

Öneriler

- PLC ve SCADA programlarında enerji tüketim verileri kullanılarak bilya şarjı durumunu bildiren bir fonksiyon eklenebilir ve bilya şarj durumu anlık takip edilebilir.



Şekil 6.12. Aylık Enerji Tüketimleri



Şekil 6.13. Birim Cevher Başına Enerji Tüketimleri

6.6. Malzeme Maliyet Analizi

Bilyalı değirmenin klasik kumanda ve kontrol sisteminden PLC ve SCADA ile otomasyonu için ayrılan bütçe ve otomasyon sisteminde kullanılan malzemelerin maliyet analizi yapılmıştır.

6.6.1. Sahadaki enstrümanlar

- PT100 Sıcaklık Sensörü: Taşıyıcı yağ alçak basınç ve yüksek basınç borularında 2 adet, redüktör yağ tankında 1 adet, motor sargılarında 6 adet olmak üzere

toplam 9 adet PT100 kullanılmıştır. Kullanılan PT100 markası Endress&Hausser' dır. 1 adet PT100 fiyatı takriben 45 €'dur. Bu durumda 9 adet PT100 maliyeti 405 €'dur.

- Seviye Anahtarı: Dişli yağlama sisteminde kullanılan gres yağının seviyesini ölçmek için 1 adet elektrik 'EMAS' marka seviye flatörü kullanılmıştır. Seviye flatörünün fiyatı takriben 10 €'dur.

- Yağ Basınç Ölçer: Taşıyıcı yağlama sistemi alçak basınç hattında 1 adet ve yüksek basınç hattında 1 adet olmak üzere 2 adet basınç transmitteri kullanılmıştır. Kullanılan transmitter markası 'Neuson'dur. Transmitter fiyatı takriben 550 €'dur. 2 adet yağ basınçölçerin maliyeti 1100 € olmaktadır.

- Hava Basıncı Ölçer: Dişli yağlamayı sağlayan pompaya gelen havanın basıncını ölçmek için 1 adet basınç transmitteri kullanılmıştır. Kullanılan transmitter markası 'Bijur Delimon'dur. Fiyatı takriben 50 €'dur.

- Yağ Akış Anahtarı: Bilyalı değirmen sisteminde 2 farklı çeşit yağ akış anahtarı kullanılmıştır. Bunlardan biri dişlilere gres yağı akışının olup olmadığını kontrol eden 'Bijur Delimon' marka akış anahtarı, diğeri ise taşıyıcı yağlama sistemindeki alçak ve yüksek basınç hatlarında akışı kontrol eden 'Meister' marka akış anahtarıdır. Bijur Delimon akış anahtarının fiyatı takriben 60 € olup 1 adet kullanılmıştır. Meister marka akış anahtarından 2 adet kullanılmış olup birim fiyatı takriben 50 €'dur. Bu durumda yağ akış anahtarlarının toplam maliyeti 160 €'dur.

- Titreşim Sensörü: Motor ön kısım, motor arka kısım ve değirmen şasesi vibrasyon değerlerini izlemek için toplam 3 adet 'Monitran' marka titreşim sensörü kullanılmıştır. Birim fiyatı takriben 100 € olan sensörlerin toplam maliyeti 300 €'dur.

- Enerji Analizörü: Değirmen ana elektrik motorunun elektrik tüketiminin ve enerji kalitesinin izlenmesi için 1 adet 'Siemens' marka enerji analizörü kullanılmıştır. Fiyatı takriben 450 €'dur.

Saha enstrümanlarının toplam maliyeti 2475 € olmaktadır.

6.6.2. PLC ve SCADA malzemeleri

- CPU: Otomasyon sisteminde kullanılan Siemens marka 6ES7313-6CG04-0AB0 parça numaralı S7-300 model CPU fiyatı takriben 800 €'dur.

- Digital Input: Otomasyon sisteminde kullanılacak ve yedek ihtiyacını karşılayacak 2 adet farklı digital giriş kartı kullanılmıştır. Siemens marka 6ES7321-1BL00-0AA0 parça numaralı kartın takribi fiyatı 220 € ve 6ES7321-1BH02-0AA0 numaralı kartın fiyatı takriben 100 €'dur. Digital giriş kartları toplam maliyeti 320 € olmaktadır.
- Digital Output: 1 adet dijital çıkış kartı kullanılmıştır. Kartın parça kodu 6ES7321-1BH02-0AA0 ve fiyatı 310 €'dur.
- Analog Input: Projede 1 adet kullanılan analog giriş kartı, akım, gerilim, ve PT100 giriş bilgilerini okuyabilmektedir. Kartın parça kodu 6ES7331-1KF02-0AB0 ve fiyatı takriben 300 €'dur.
- MMC Card: Yazılan programı hafızasında tutmak için CPU'ya bir adet hafıza kartı takmak gerekmektedir. Tercih edilen kart parça kodu 6ES7953-8LF20-0AA0 ve fiyatı takriben 30 €'dur.
- Güç Kaynağı: PLC CPU ve kartlarının enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için 1 adet güç kaynağı kullanılmıştır. Güç kaynağı giriş gerilimi 230 V AC ve çıkış gerilimi 24 V DC'dir. Çıkış akım kapasitesi 10 A'dir. Siemens marka güç kaynağının parça kodu 6EP1334-2BA20 ve fiyatı takriben 130 €'dur.
- Profibus Konnektör: CPU'ya takılan profibus konnektörü ile CPU ve HMI panel arasında kablo bağlantısı yapılarak haberleşme sağlanmaktadır. 1 adet konnektör ücreti 30 €'dur.
- Programlama Kablosu: Bilgisayarda yazılan programı CPU'ya yüklemek için 1 adet programlama kablosuna ihtiyaç duyulmuştur. Tedarik edilen kablo S7-300 PLC serisine uyumlu USB girişli MPI kablodur. Kablo parça kodu 6ES7972-0CB20-0XA0 ve ücreti takriben 290 €'dur.
- HMI Panel: Bilyalı değirmenin yakınına kurulan PLC panosuna yakından kontrol ve kumanda işlerini yürütmek amacıyla 1 adet HMI panel kullanılmıştır. HMI panelin parça kodu 6AV6643-0CD01-1AX1 ve fiyatı takriben 3000 €'dur.
- WinCC Flexible Programı: SCADA programlamada kullanılmak üzere satın alınan lisanslı programın fiyatı takriben 1000 €'dur.
- Simatic Manager V5.5: PLC'yi programlama üzere satın alınan lisanslı programın takribi fiyatı 1200 €'dur.

6.6.3. MCC panosu

MCC panosu içinde sigortalar, kontaktörler, termik röleler, motor koruma şalterleri, izole trafo, akım-gerilim göstergeleri, klmensler, baralar, termik manyetik şalterler gibi birçok şalt teçhizatı bulunmaktadır.

- Tasarlanan sistemdeki MCC panosu maliyeti takriben 2500 €'dur.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üretim yapan endüstriyel tesisler teknolojik gelişmelere paralel olarak giderek büyümüş ve birçok kontrol gerektiren karmaşık bir yapıya sahip olmuşlardır. Bu karmaşık sistemlerin insan eliyle manuel olarak izlenmesi ve kontrol edilmesi zorlaşmıştır. Ayrıca bu tür karmaşık yapıdaki sistemlerde oluşabilecek arızaların belirlenmesinde ve giderilmesinde güçlükler yaşanmış, bu arızaların zamanında hızlı bir şekilde giderilememesi birçok sorunun yaşanmasına neden olmuştur. Gelişen otomasyon sistemleri sayesinde çok karmaşık sistemlerin dahi kontrol ve kumandası PLC ve SCADA tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Gelişmiş PLC ve SCADA sistemleri sayesinde izlenen parametrelerle ilgili ölçümler alınabilmekte ve bu değerler üzerinden analizler yapılabilmektedir. Bu da çalışan sistemlerde verimliliğin artmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmada Ciner Group Siirt Bakır Konsantrasyon Tesisi öğütme ünitesinde kullanılan bir bilyalı değirmenin PLC ve SCADA ile otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan otomasyon sistemi beraberinde birçok avantaj getirmiştir. Öncelikle PLC ve SCADA sisteminin daha güvenli ve verimli olduğu görülmüştür. Sadece Bilyalı değirmeni çalıştırabilmek için görevlendirilmiş olan birçok personel başka birimlere yönlendirilerek daha çok iş gücü sağlanmıştır. Maliyetlerin düşürülmesi sağlanmaya çalışılmış, elde edilen verilerle ürün başına enerji giderlerinin azaldığı görülmüştür. Bilyalı değirmendeki mekanik ve elektrik donanımların sürekli kontrolü sağlanarak kestirimci bakım sayesinde uzun ömürlü olmalarının yolu açılmıştır. Tasarlanan ve uygulaması yapılan otomasyon sistemi farklı tesis koşullarında kolay değişiklik yapılabilir ve ihtiyaca göre genişletilebilir özelliğe sahiptir.

Gelecekte bilyalı değirmen sisteminde çalışan küçük güçlü motorlara hız kontrol cihazı monte edilerek bu motorların kontrolü de otomasyon sistemine yaptırılabilir ve bunun sonucunda da tasarruf sağlanabilir. Bununla birlikte enerji kalitesinin artırılması amacıyla harmonik filtre ve kompanzasyon sistemi kurulabilir ve bu sistemlerin PLC ve SCADA tarafından kontrolü sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Ackerman, W.J. Block, W.R., 1992. Understanding Supervisory Systems. *IEEE Computer Applications in Power*, 37-40.
- Akçura, D.,2010. *PLC ve Asenkron Motor ile Garaj Kapısının Kontrolü*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aker, Ö., 2006. *Bilgisayar Kontrollü Güneş Enerjili Ahşap Kurutma Fırınının Otomasyonu Sistemi Tasarımı ve Bir Simülasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, F.B. Enstitüsü, Muğla.
- Bailey, D., Wright, E., 2003. *Practical SCADA for Industry*, An imprint of Elsevier, Oxford, England.
- Belek, T. , Toprak, T. 1991. *Endüstriyel Tesislerde Makina Performansının izlenmesi ve Bilgisayar Destekli Bakım Planlanması*. Brüel & Kjaer Teknik Personel Eğitimi Kurs Notları, İTÜ Makina Fakültesi.
- Berçin, N., 1997. *SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve OG Elektrik Dağıtım Tesislerine Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Beyazıt, H. 2005. *Uygulamalı PLC Programlama ve Operatör Panel Konfigürasyonu*. Nobel Yayın No: 669, Teknik Yayınları Dizi No: 59. ISBN: 975-591-653-9, Ankara.
- Boyer, A.S. 1993. *SCADA Supervisory Control And Data Acquisition*. America 2.nd.Edition.
- Coşkun, C., 2000. *Scada Sistemi ve İğdaş Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Çalışkan, N.O., 2007. *Elektrik Dağıtım Sisteminin Bilgisayarla Programlanması ve Otomasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çolak, G., Bayındır, R., Kuruşçu, S., 2007. Plc Kontrollü Asansör Eğitim Seti Tasarımı ve Uygulaması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1-2), 86-94.

- Erzurum, O., 2002. *Scada sistemi yardımıyla enerji dağıtım sistemlerinin otomasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Gök, A. D., 2003. *Arıza kaldırabilir PLC sistemlerinin tasarlanması ve uygulaması*. Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Gümüş, S., 2009. *PLC Kontrollü Boy Kesme Makinesinde SCADA Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gündoğdu, S. , Şahin, Ö., 2007. Su Dağıtım Sistemleri İçin SCADA Sistem Haberleşme Planlaması. *Haberleşme Teknolojileri ve Uygulamaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. İstanbul. 121-126.
- Kurtulan, S., 2008. *PLC ile Endüstriyel Otomasyon SIMATIC S7-200 ve S7-300/S7-400 Uygulamaları*. Birsen Yayınevi, İstanbul, 1-11.
- MEGEP, 2007. *Temel Plc Sistemleri*. MEB, Ankara.
- Mirzaoğlu, İ, 2008. *Plc Ve Scada Kullanarak İrmik Üretim Sisteminin Otomasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Özdemir, M., 2001. *Bir un değirmeninde hava stabilizasyonun otomasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Sağlamyürek, İ., 1997. *Seralarda Ürün Toplama Ve İlaçlama Makinasının Plc ile Kontrolü*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sendra, J., 2000. *Elektrik enerjisinin kalitesi ve akılcı kullanımı*. Circutor S.A. 11-103, Barcelona, İspanya.
- Smith, H. L., Block, W. R., 1993. RTUs Slave for Supervisory Systems. *IEEE Computer Applications in Power*. 27-32.
- Yücel, A., 2005. *Elektrik Dağıtım Şebekeleri İçin SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve Bir Bölge Uygulamasının Bilgisayar Ortamında Yapılması*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

EKLER

EK A: OTOMASYON SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Otomasyon sistemlerini genel olarak mevcut bir üretim ya da karmaşık bir hizmet biriminin, bilgisayar destekli kontrol edilmesine yarayan yazılım ve donanım bileşenlerinin bir bütünü olarak tanımlamak mümkündür. Buradan da anlaşılacağı üzere otomasyon sistemleri, yazılım ve donanım bileşenlerinden oluşan, karmaşık ve otomasyonu yapılacak olan alana özgü yapıya sahiptir.

▪ PLC (Programlanabilir Mantık Denetleyiciler)

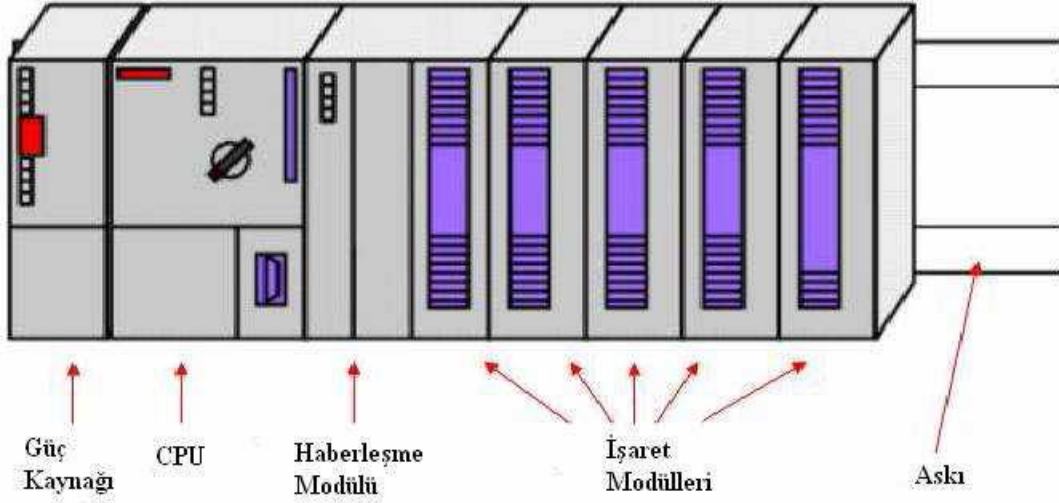
PLC 'nin Tanımı: Programlanabilir Mantıksal Denetleyiciler (Programlanabilir Lojik Kontrolör, PLC) endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda ve kontrol devrelerini gerçekleştirmeye uygun yapıda giriş-çıkış birimleri ve iletişim arabirimleri ile donatılmış, kontrol yapısına uygun bir sistem programı altında çalışan endüstriyel bir bilgisayardır (Kurtulan, 2008).

PLC, bir makineyi veya sistemi, bünyesinde barındırdığı analog ve/veya dijital giriş kartlarından aldığı bilgi üzerinde mantıksal kontrol, zamanlama, sayma, aritmetik işlem yapma gibi fonksiyonları gerçekleştirerek analog ve/veya dijital çıkış kartlarına gönderdiği komutlarla kontrol eder.

Endüstriyel uygulamaların her dalında yapılan genel amaçlı kumanda ve otomasyon çalışmalarının bir sonucu olan PLC tekniği, kullanıcılara A'dan Z'ye her türlü çözümü getiren süreç kontrol uygulamalarının vazgeçilmez elemanıdır (Bayazıt,2005).

Endüstriyel uygulamaların her alanında yapılan genel amaçlı kumanda ve otomasyon çalışmalarının bir sonucu olan PLC tekniği, kullanıcılara her türlü çözümü getiren komple bir teknoloji alt grubudur. Endüstriyel kontrolün gelişimi PLC'lerin gerçek yerini belirlemiştir (Berçin, 1997).

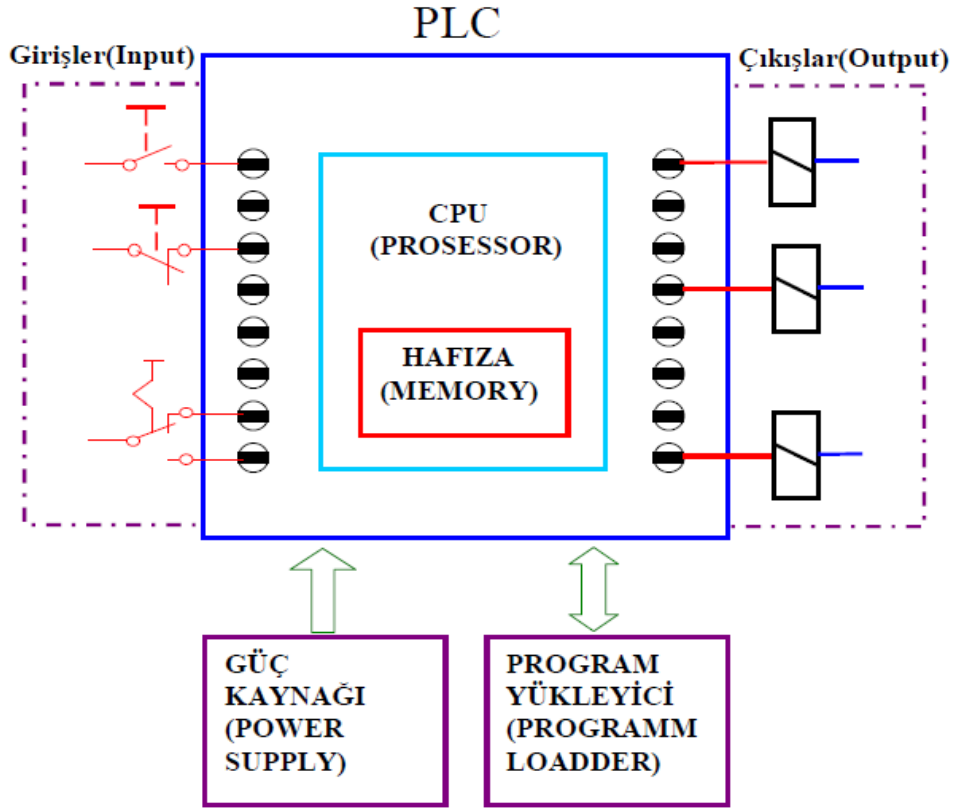
PLC' nin Yapısı:



Şekil A1. PLC'nin Modüler Yapısı (Kurtulan, 2008)

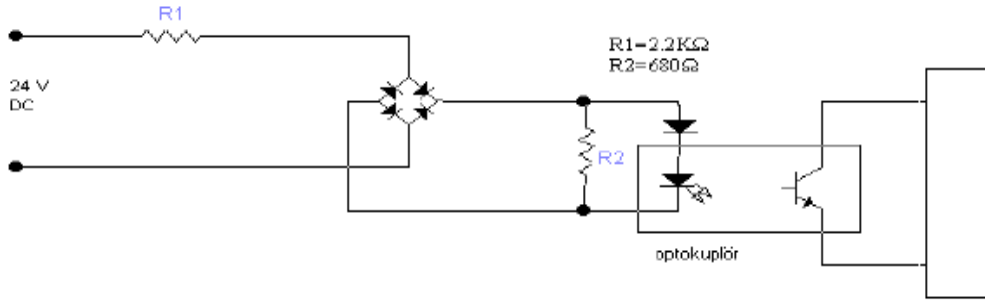
Bir PLC'nin donanımı şu ana birimlerden oluşmuştur.

- Güç kaynağı
- CPU (merkezi işlem birimi)
- Giriş/ Çıkış(I/O) ünitesi
- Haberleşme Modülü (istenildiği takdirde)
- Programlama ünitesi
 - Güç Kaynağı: PLC'lerin ve çevre birimlerinin güç ihtiyacını karşılamak için güç kaynağına ihtiyaç duyulur. PLC'nin güç ihtiyacı sistemdeki giriş ve çıkış kartlarının adedine bağlıdır. Kontrol edilen makine veya sistemi kontrol edecek uygun güç kaynağı seçilmelidir.
 - Merkezi İşlem Birimi (CPU): Bu birim işlemci - bellek modülleri ve güç kaynağı arasındaki haberleşmeyi sağlar. CPU ifadesi işlemci ifadesi ile aynı anlamda kullanılmaktadır. İşlemci sürekli olarak makineyi veya prosesini kontrol edecek olan programın derlenmesini ve icrası için bellek ile karşılıklı haberleşme içindedir. CPU'nun büyük bir bölümünü oluşturan işlemci-bellek birimi programlanabilir denetleyicilerin beynidir. Bu birim mikroişlemci, bellek çipleri, bellekten bilgi isteme ve bilgi saklama devreleri ve programlama aygıtlarıyla işlemcinin ihtiyaç duyduğu haberleşme devrelerinden oluşur. İşlemci zamanlama, sayma, tutma, karşılaştırma ve temel dört işlemi içeren matematik işlemleri gerçekleştirilebilir (Megep, 2007)



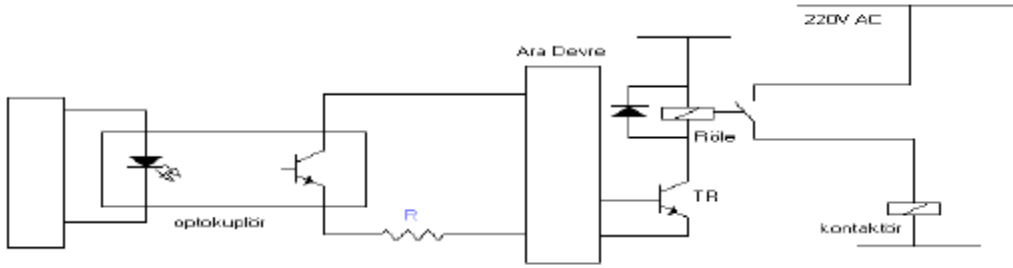
Şekil A2. Merkezi İşlem Birimi Yapısı (Megep, 2007)

- **Giriş Görüntü Belleği:** Program yürütüldüğü esnada giriş birimindeki sinyallerin oluşturduğu durumları saklayan bellek alanıdır. Her çevrim bitişinde girişteki değerler yeniden okunarak giriş görüntü belleğine alınır ve çevrim süresi boyunca değişmeden kalır.
- **Çıkış Görüntü Belleği:** Program yürütüldüğü esnada çıkış birimine yansıyan değerlerin hafızada tutulduğu birimdir. Çıkış görüntü belleğine atanan değerler programın çevrimi süresince değişmeden saklanır.
- **Giriş Birimi:** PLC'nin kontrol ettiği makine veya sistemden gelen elektriksel sinyalleri uygun sinyallere çevirerek CPU'ya ileten birimdir. Giriş birimine bilgiler basınç sensörü, seviye sensörü, sıcaklık sensörü, anahtar, buton gibi devre elemanlarından gelir. Dışardan gelen bilgiler genellikle gerilim seviyesindedir. Gerilim seviyeleri 24 V, 48 V, 100 - 120 V, 200- 240 V biçiminde olmaktadır.



Şekil A3. 24 V DC ile Uyarılan Giriş Birimi

- Çıkış Birimi: PLC'nin kontrol ettiği sistemdeki röle, kontaktör, valf, gibi son kumanda elemanlarını hareket ettirmek için uygun elektrik sinyal çıkışı yapan birimdir. Çıkış birimi kontak çıkışlı, transistör çıkışlı veya triyak çıkışlı olabilir.



Şekil A4. Kontak Çıkışlı Devre

- Programlama Birimi: PLC'yi programlamak için kullanılan birimdir. Kişisel bilgisayarlar yaygın olarak programlayıcı olarak kullanılmaktadır. Bilgisayarda PLC'yi programlayacak uygun yazılımın yüklü olması gerekmektedir. PLC programı bilgisayar ortamında yazılır. Bilgisayar PLC'ye bağlanarak bilgisayardan PLC'ye programın aktarımı yapılır.

▪ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) SİSTEMLERİ

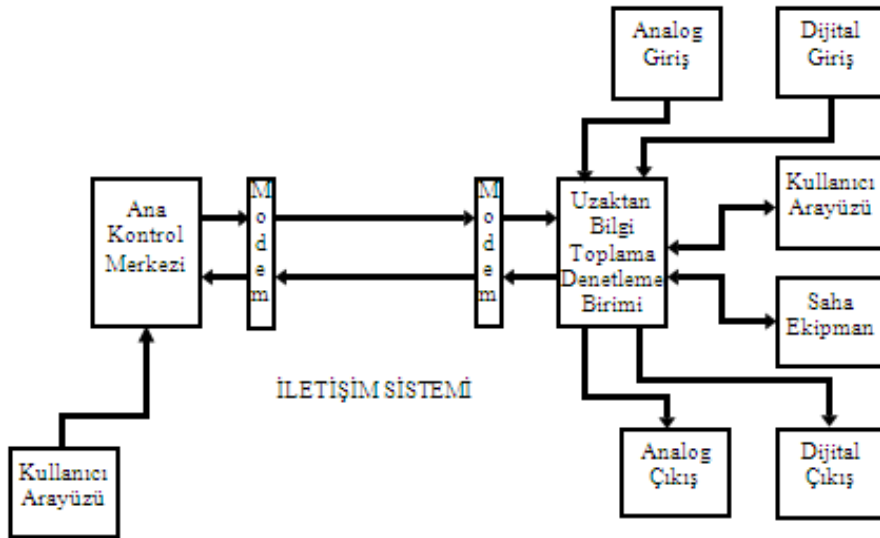
SCADA'nın Tanımı: SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition kelimelerinin ilk harflerinden oluşmuştur. Türkçeye Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi olarak çevrilir. SCADA sistemi geniş bir alana yayılmış cihazların bir merkezden bilgisayar aracılığıyla denetlenmesini, izlenmesini, önceden tasarlanmış bir

mantık içerisinde işletilmesini ve geçmiş zaman birimine ait verilerin saklanması sağlayan sistemlere verilen genel addır. Kısacası SCADA sistemi, İzleme, Danışma, Kontrol ve Veri Toplama işlevlerini yerine getirir (Yücel, 2005).

Kapsamlı ve entegre veri tabanlı bir kontrol ve gözetleme sistemi olan SCADA kontrol sistemi sayesinde, bir tesise veya işletmeye ait tüm ekipmanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözetimi de sağlanabilir. SCADA değişik işletmelerin tüm kontrol ihtiyaçlarının kademeli olarak gerçekleştirilmesine imkân tanır (Gündoğdu ve Şahin, 2007).

SCADA Sisteminin Yapısı: SCADA sistemleri 3 ana bileşenden oluşur. SCADA sistemlerini oluşturan bileşenler aşağıda belirtildiği gibidir.

- Ana Kontrol Merkezi (Master Terminal Unit, MTU)
- Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi (Remote Terminal Unit, RTU)
- MTU ile RTU arasında haberleşme sağlayan iletişim birimi (Coşkun, 2000).

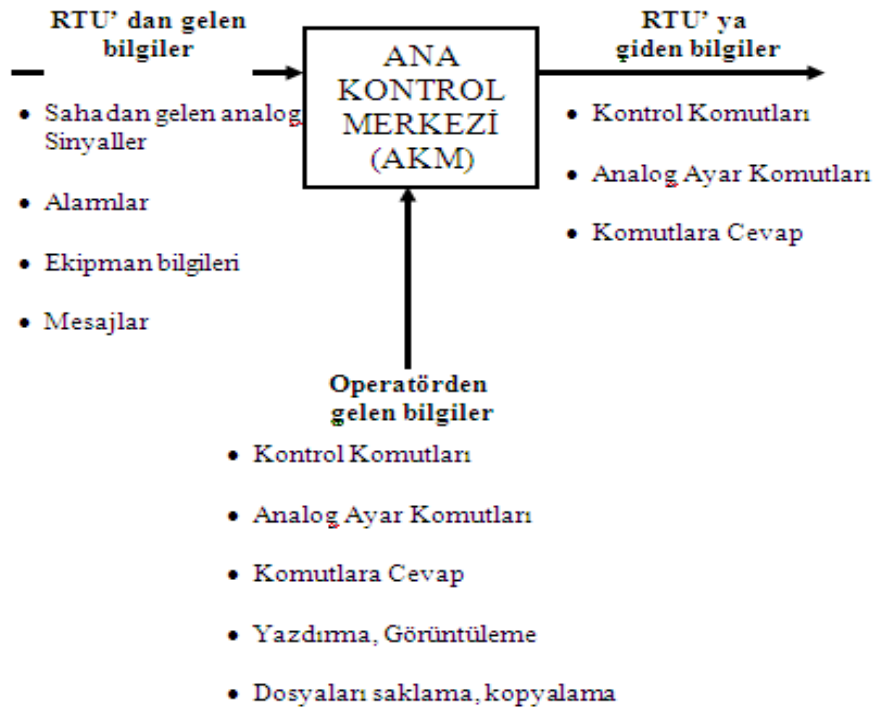


Şekil A5. SCADA Sisteminin Genel Yapısı (Ackerman ve Block, 1992)

- Ana Kontrol Merkezi (MTU): Ana Terminal Birimi ifadesi “Master Terminal Unit” kelimelerinin Türkçeye çevrilmesi ile elde edilmiş bir ifade olup, tesisin bilgisayar destekli bir yapıda kontrol edilerek, izlendiği ve yönetildiği kısım olarak tanımlanabilir (Erzurum, 2002).

En genel anlamda Ana Kontrol Merkezi, kumanda edilen sistemdeki saha donanımlarının bilgisayar tabanlı bir sistemle uzaktan izlendiği, kontrol edildiği ve yönetildiği birimdir. Kontrol edilecek sistemin istenen hedefler doğrultusunda çalışmasına ait sorumluluk Ana Kontrol Merkezine aittir (Boyer, 1993).

Kısaca Ana Kumanda Merkezi, SCADA sistemi içinde geniş bir coğrafi alana yayılmış RTU'lardan gelen bilgileri yorumlayarak kullanıcılara sunan, ayrıca kullanıcının isteklerini RTU'lara ileterek merkezi kumandanın gerçekleşmesini sağlayan birimdir. Ana Kontrol Merkezinin yapısını belirtir (Boyer, 1993).

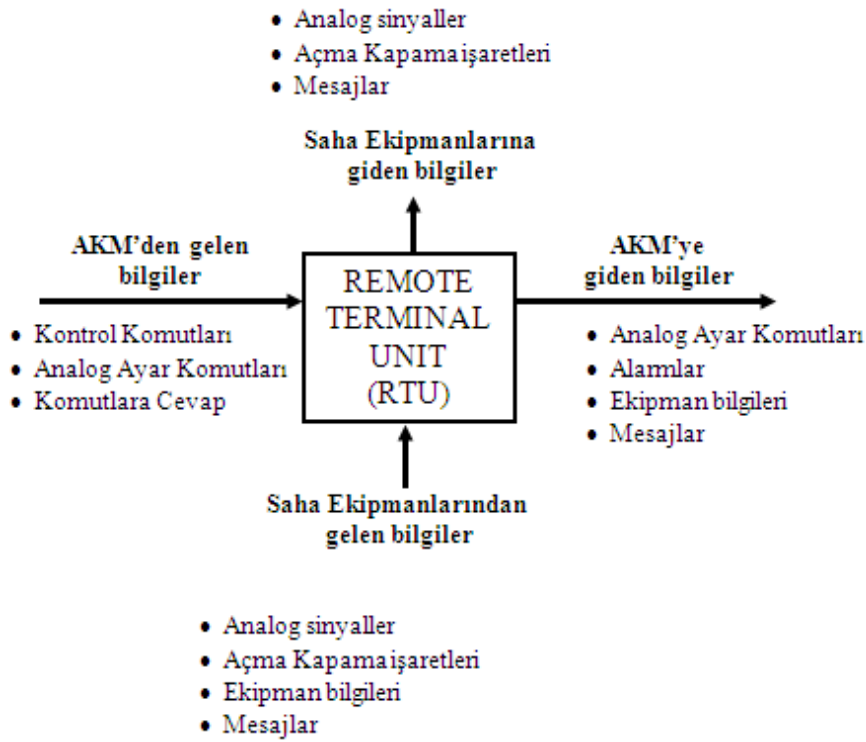


Şekil A6. Ana Kontrol Merkezi Yapısı (Boyer, 1993)

- **Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi (RTU):** “Remote Terminal Unit” kelime karşılığı “Uzak Uç Birimi” olan RTU, yaptığı iş göz önüne alındığında, “Uzaktan Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi” (RTU) olarak isimlendirilmesi daha doğrudur. Genellikle micro denetleyici tabanlı bir yapı olup, bulunduğu kontrol merkezinden uzak yerlerde, sistem değişkenlerine ilişkin bilgileri toplayan, depolayan, gerektiğinde bu bilgileri ana kontrol merkezine belirli bir iletişim ortamı ile gönderen, ana kontrol merkezinden gelen komutları uygulayan birimdir (Bailey ve Wright, 2003).

RTU, SCADA sisteminin kontrol edilecek olan sistemle (dış dünya) haberleşmesini ve bilgi alış verişini yapmasını sağlayan kısımdır. SCADA sisteminin algılama ile ilgili tüm işlevleri bu birim tarafından yapılmaktadır. Eğer ki, SCADA sistemi içerisinde ana kontrol merkezi bir insan vücuduna benzetilecek olursa RTU'lar vücudun gözleri, kulakları ve elleri denilebilir (Smith, 1993).

RTU'lar bünyelerinde barındırdıkları analog ve dijital verileri toplayarak iletişim sistemi üzerinden Ana kontrol Merkezine iletir. Şekil RTU'da bilgi akışını göstermektedir.



Şekil A7. RTU'da bilgi akışı

1-) Bilgi toplama RTU'nun öncelikli görevidir. RTU bilgi toplama işlemini kusursuz olarak yapmak zorundadır.

2-) Kontrol ve Kumanda: RTU'nun yapması gereken temel fonksiyonlardandır. Ana kontrol Merkezinin değerlendirmelerine göre gerekli kumanda işlemleri gerçekleştirilmelidir.

3-) İzleme: Gerçekleştirilen işlemlerin operatörlerce izlenebilmesini sağlayan fonksiyondur.

4-) Arıza yeri tespiti ve izolasyonu: Arıza modülleriyle sistemde oluşan arızaların durumu ve yeri takip edilir.

Operatör Paneller (HMI): HMI İngilizce Human-Man Interface kelimelerinin kısaltmasından oluşturulmuştur. Türkçe'ye insan makine arayüzü olarak çevrilmiştir. HMI paneller sahadaki sensörlerden okunan verilerin saha personeli tarafından izlenebilmesi ve kontrolü için üretilmiş ekranlardır.

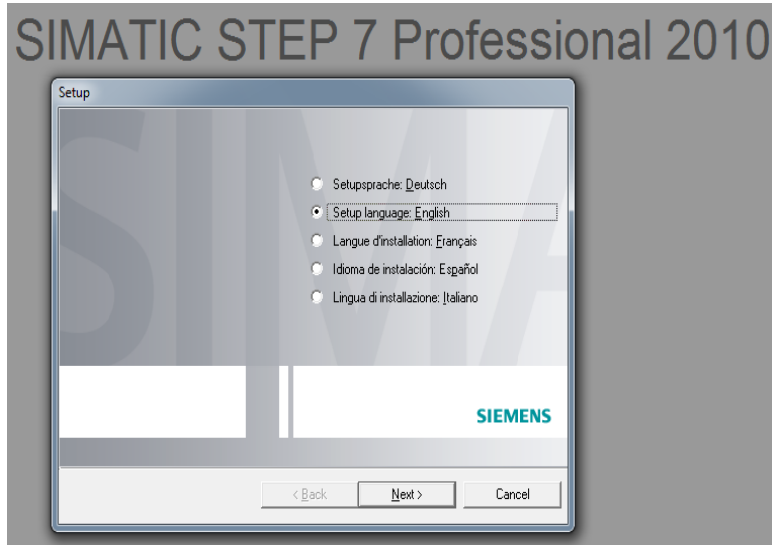
PLC ve SCADA ile çalışan bir otomasyon sisteminin izlenmesi ve kontrolü iki yolla yapılabilir. Bunlardan biri SCADA bilgisayarları vasıtasıyla yapılan müdahaleler, diğeri ise sahadaki HMI panel üzerinden operatörlerce yapılan müdahalelerdir. HMI paneller aktif olarak sistemin tüm parametrelerinin göstererek makinelerin dilini insanların anlamasını sağlar.

EK B: SIMATIC MANAGER VE WINCC FLEXIBLE

STEP7 SIMATIC MANAGER Programı Kurulumu

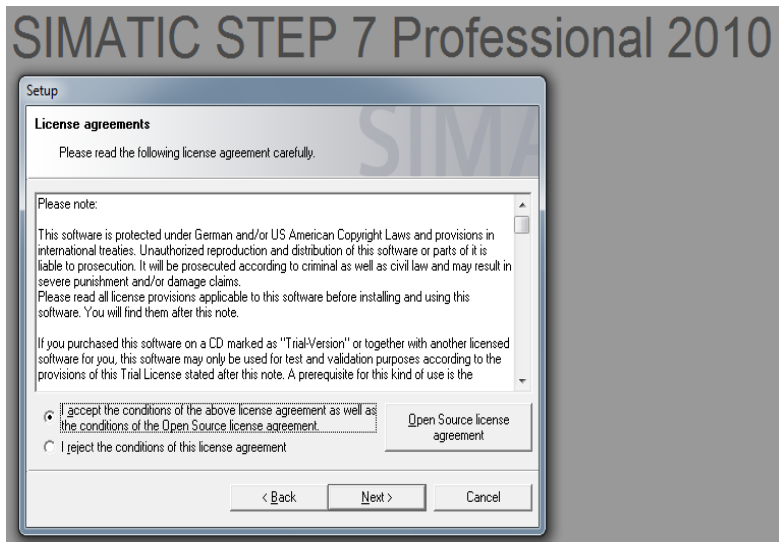
Kurulum CD'si takılır ve kurulum işlemi başlatılır.

Kurulum dili seçilir (Bkz. Şekil B1).



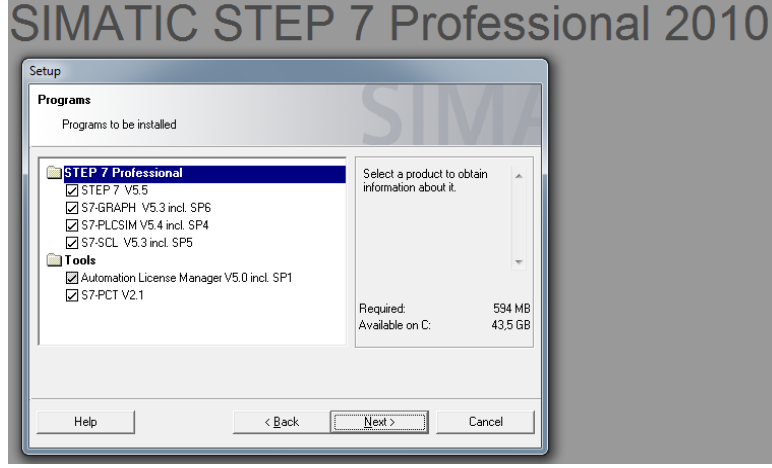
Şekil B1. Dil Seçimi

Lisans sözleşmesi okunarak kabul edilir (Bkz. Şekil B2).



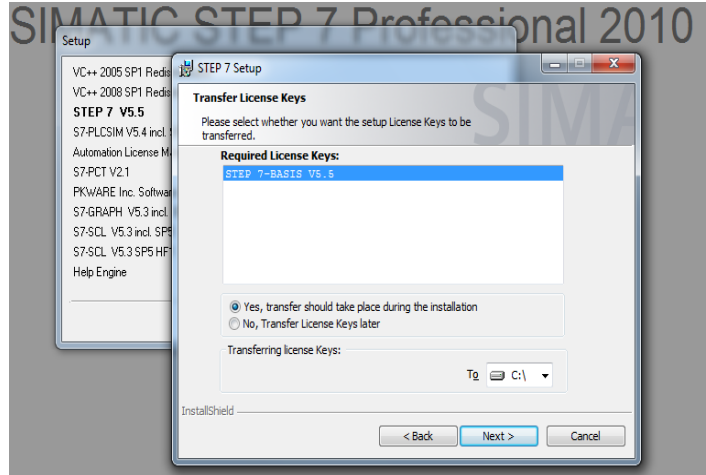
Şekil B2. Lisans Sözleşmesi

Kurulacak bileşenler seçilir. ‘Next’ butonuna basılarak kurulum başlatılır (Bkz. Şekil B3).



Şekil B3. Kurulacak Bileşenler

Kurulumun bu aşamasında ‘Lisans anahtarı’ transferi istenmektedir. Orijinal ürünlerle birlikte gelen USB bellek bilgisayara takılarak lisans transferi gerçekleştirilir (Bkz. Şekil B4).

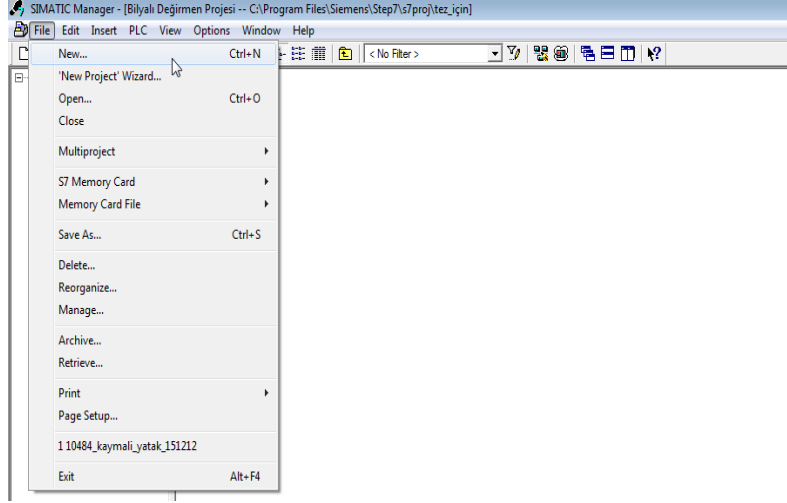


Şekil B4. Lisans Transferi

Kurulum bittikten sonra bilgisayar yeniden başlatılır. STEP7 Manager programının kurulumu bu şekilde tamamlanmış olur. Bu aşamadan sonra masaüstünde oluşturulan STEP7 kısa yoluna tıklanarak program başlatılabilir ve yeni PLC projeleri oluşturulabilir.

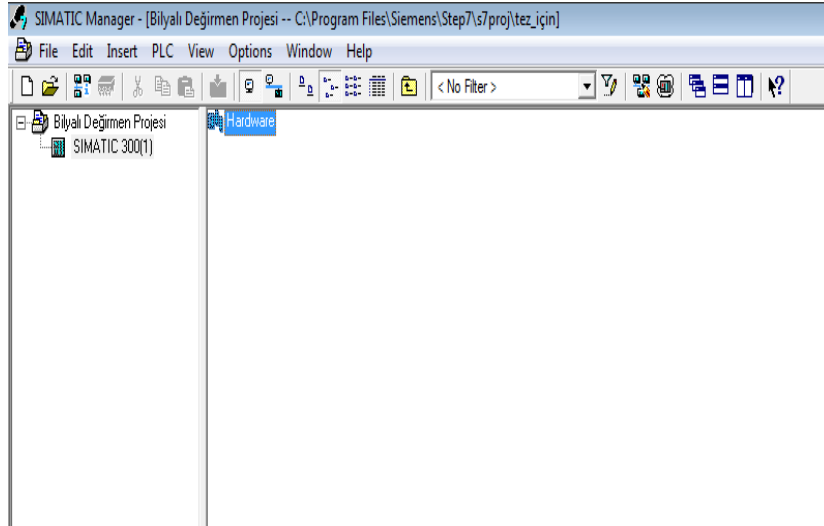
STEP7 Simatic Manager Programında Donanım Konfigürasyonu

File → New ile yeni istasyon oluşturulur. Projeye isim verilir. Projede kullanılacak CPU seçilir (Bkz. Şekil B5).



Şekil B5. Yeni Proje Açma

CPU seçiminden sonra sağ taraftaki 'Hardware' butonuna çift tıklanarak donanım konfigürasyon sayfasına geçilir (Bkz. Şekil B6).

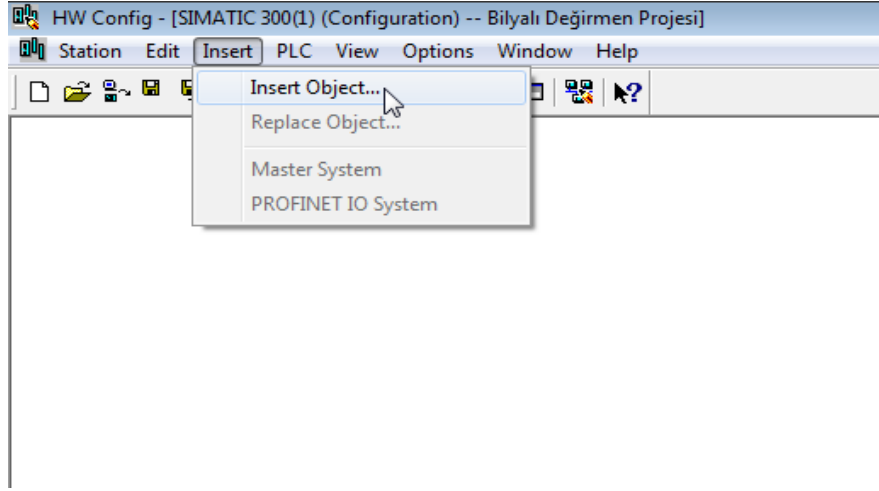


Şekil B6. Donanım Konfigürasyon Sayfası

Donanım konfigürasyon ekranında, kullanılacak raf, CPU modeli, güç kaynağı modeli, giriş ve çıkış kartları seçilir.

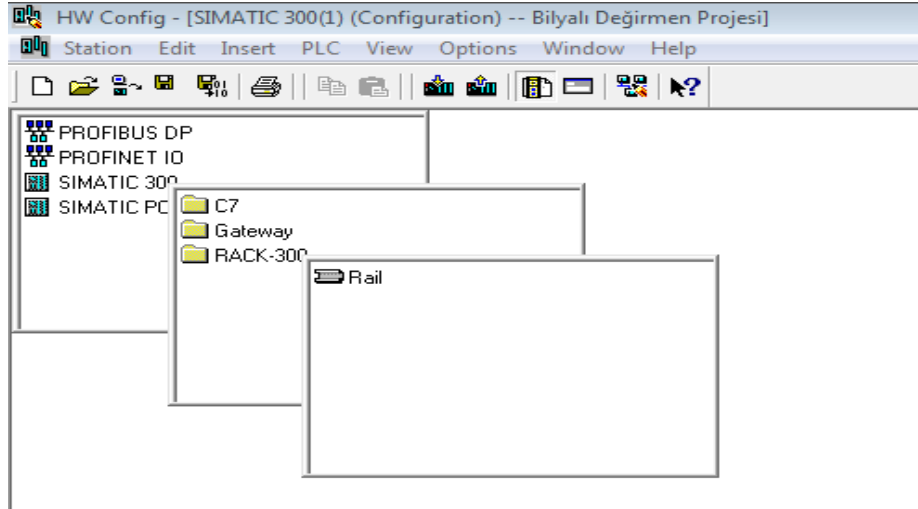
1-) Rack Oluşturma

Insert → Insert Object tuşlarına basılarak yeni obje ekleme bۆlümü açılır (Bkz. Şekil B7).



Şekil B7. Yeni Obje Ekleme

Simatic 300 → RACK-300 → Rail ift tıklanarak raf oluşturulur (Bkz. Şekil B8).

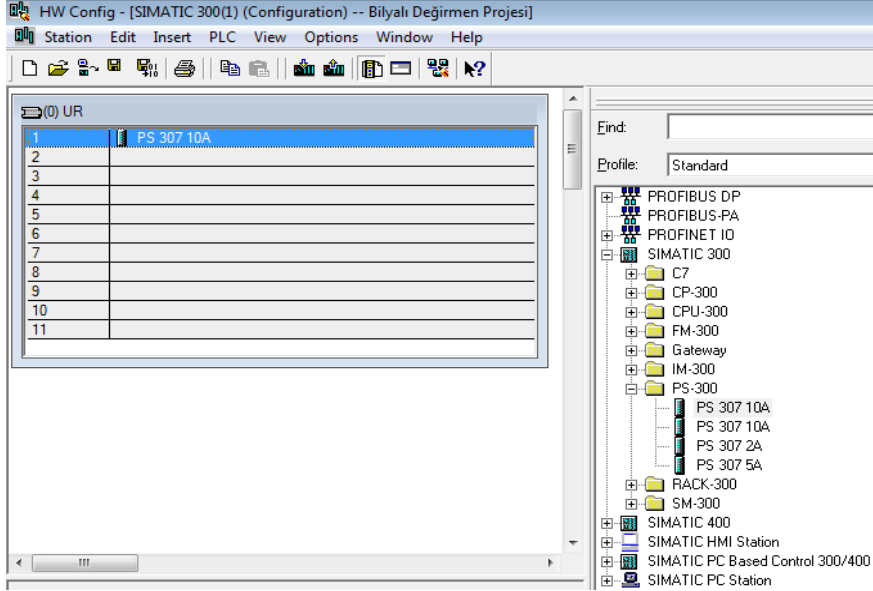


Şekil B8. Yeni Raf Oluşturma

Oluşturulan raf üzerine projede kullanılacak diğer malzemeler sırayla yerleştirilir.

2-) Güç Kaynağı Yerleşimi

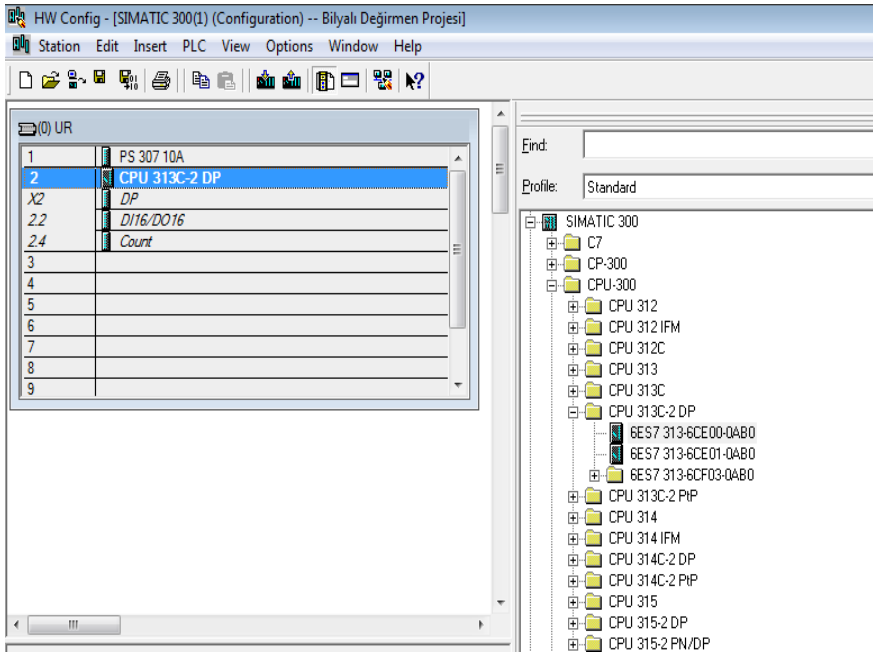
Güç kaynağı rafın 1.slotuna yerleştirilir (Bkz. Şekil B9).



Şekil B9. Raza Kartların Yerleştirilmesi

3-) CPU Seçimi

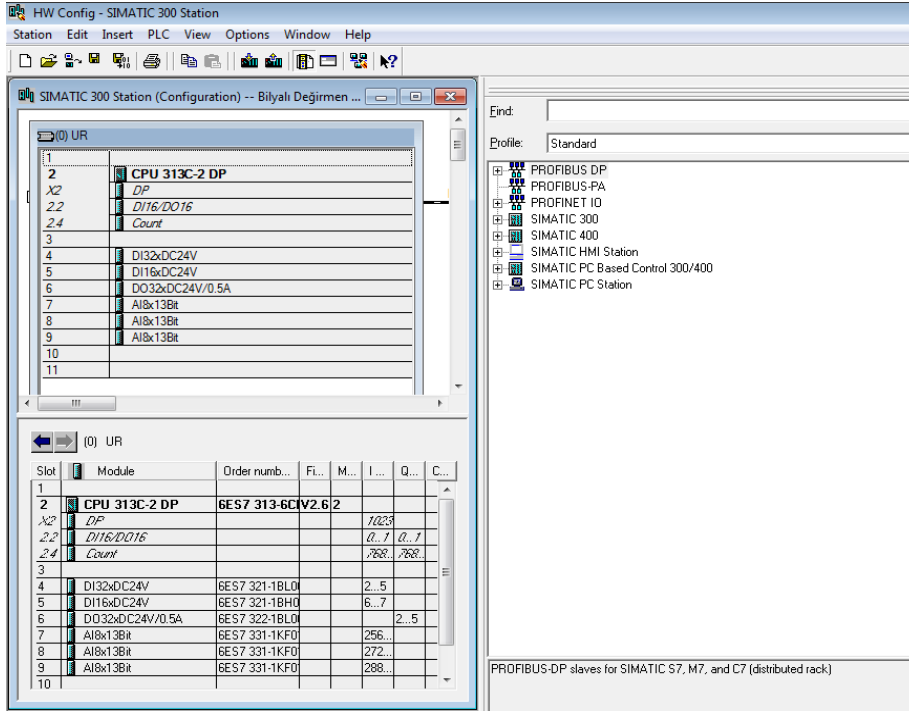
Rafın 2. slotuna projede kullanılacak CPU modeli yerleştirilir (Bkz. Şekil B10).



Şekil B10. Donanımların Seçimi

4-) I/O Kartlarının Seçimi

Giriş ve çıkış kartlarının bulunduğu menü SM300 menüsüdür. Bu menünün altında bulunan giriş ve çıkış kartları listesinden projede kullanılacak olanlar sırasıyla seçilerek rack üzerine sürüklenir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus bulunur. 3 numaralı slot boş bırakılmalıdır çünkü o slot sadece Interface (bağlantı) modüllerine ayrılmıştır. Buraya başka bir eleman yerleştirilmesine izin verilmemektedir. Şekil B11’ de donanım konfigürasyonu görülmektedir.

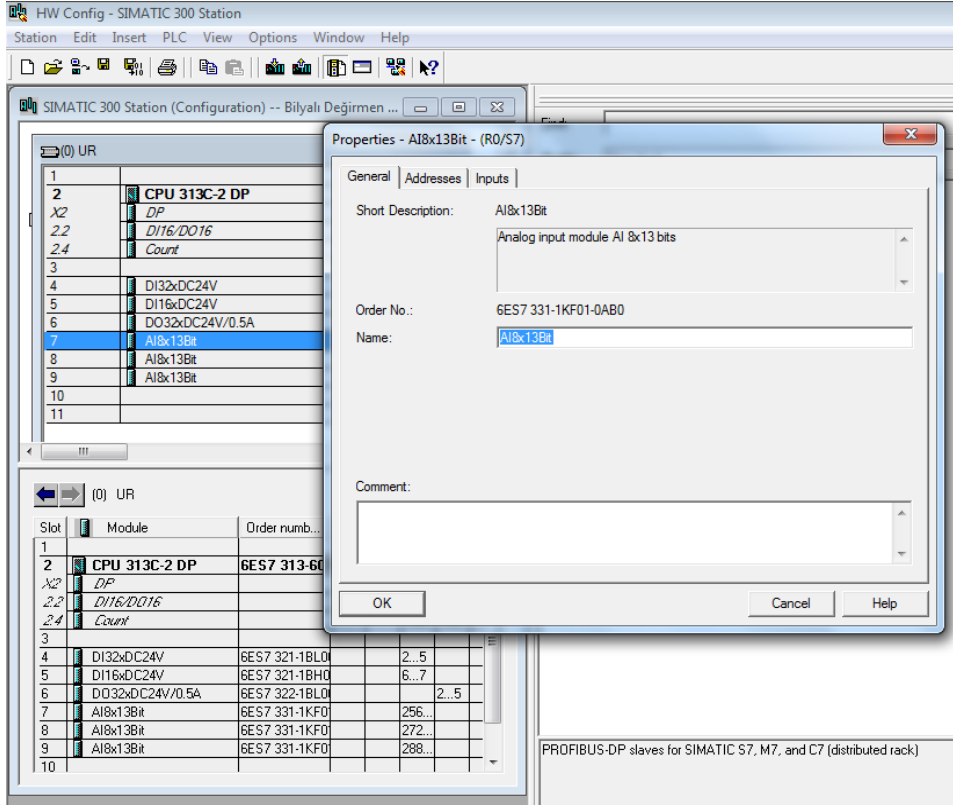


Şekil B11. Donanım Konfigürasyonu

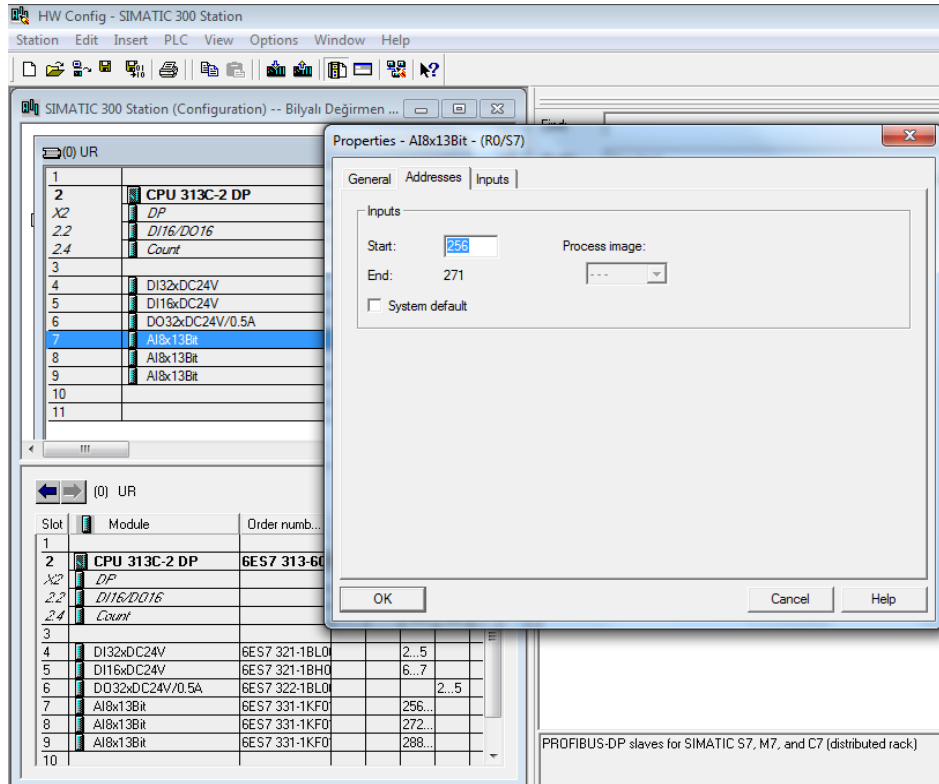
5-) I/O Kartlarının Özelliklerinin Belirlenmesi

Analog giriş çıkış ve digital giriş çıkış kartları seçildikten sonra, projede kullanılacak sensör ve transdüserlerle uyumlu olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Analog Kartlar : Analog kartların genel özellikleri ‘General’ menüsü altında bulunmaktadır. Burada istenirse kartın ismi değiştirilebilir. İstenirse kart hakkında yorum yazılabilir. ‘Adresses’ kısmında kartın adres aralıkları belirtilir. Start kısmına istediğimiz değeri yazınca end kısmı otomatik olarak ayarlanır. İstenirse ‘default’ seçilerek otomatik adres atanabilir. Şekil B12’ de I/O kartları özellikleri sayfası görülmektedir.



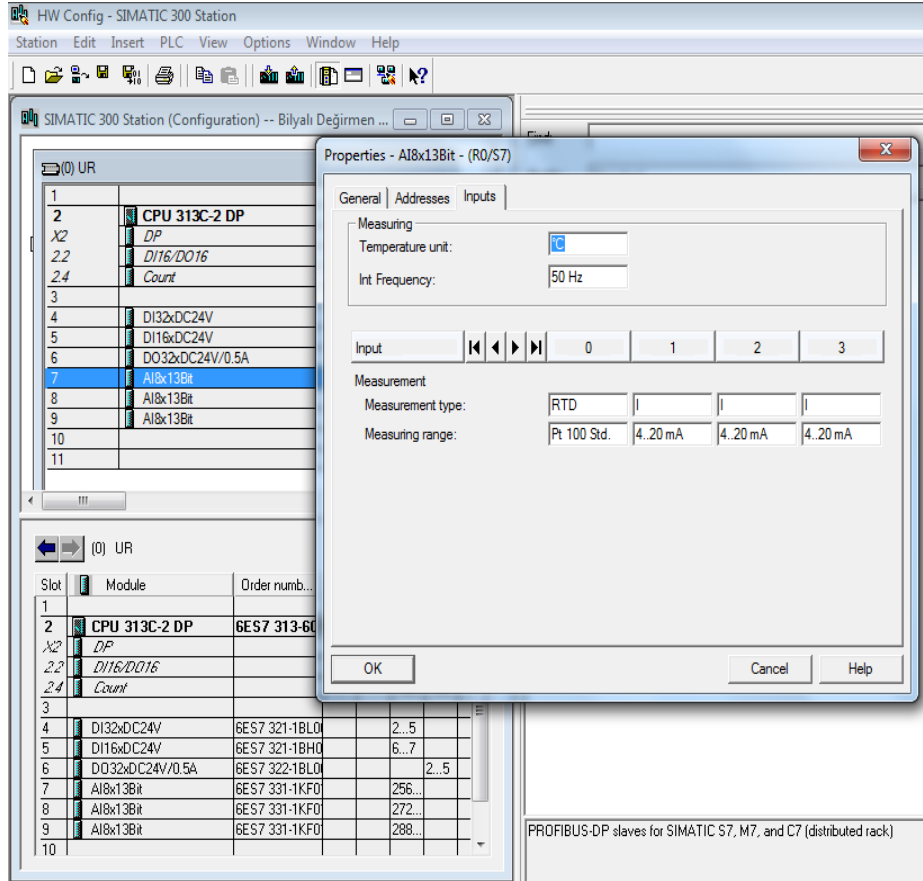
Şekil B12. I/O Kartları Özellikleri Seçimi



Şekil B13. Analog Giriş Kartı Ayarları

Analog Input kartının çeşitli şekillerde kullanılabilceği ayarlar Inputs/Outputs kısmından yapılmaktadır. Ölçüm ve çıkış sinyalleri buradan seçilir. (Bkz. Şekil B13 ve Şekil B14).

Tezde kullanılan ısıölçerler PT100 ve analog giriş sinyalleri 4-20 mA, digital giriş-çıkış gerilim 24 V DC'dir.

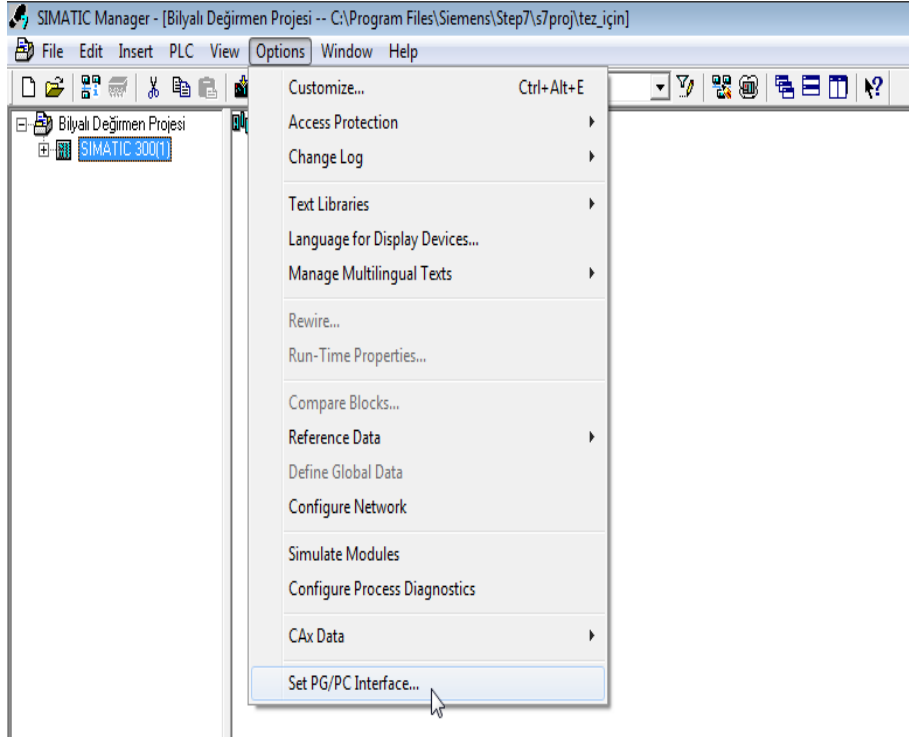


Şekil B14. Analog Kart Ayarları

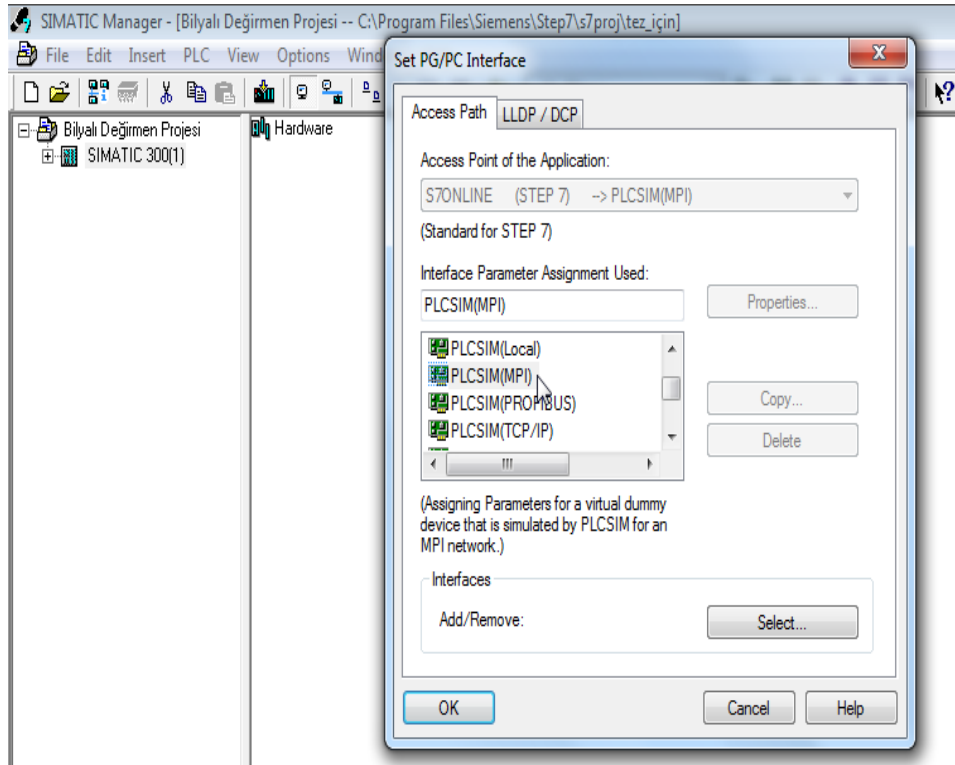
PLC ile PC Arasında Haberleşmenin Sağlanması

Programlamaya başlayabilmek için bilgisayar ile PLC arasında haberleşmenin sağlanması gerekir.

Options → Set PG/PC Interface menüsünün altında 'MPI' seçilir. (Bkz. Şekil B15 ve Şekil B16).



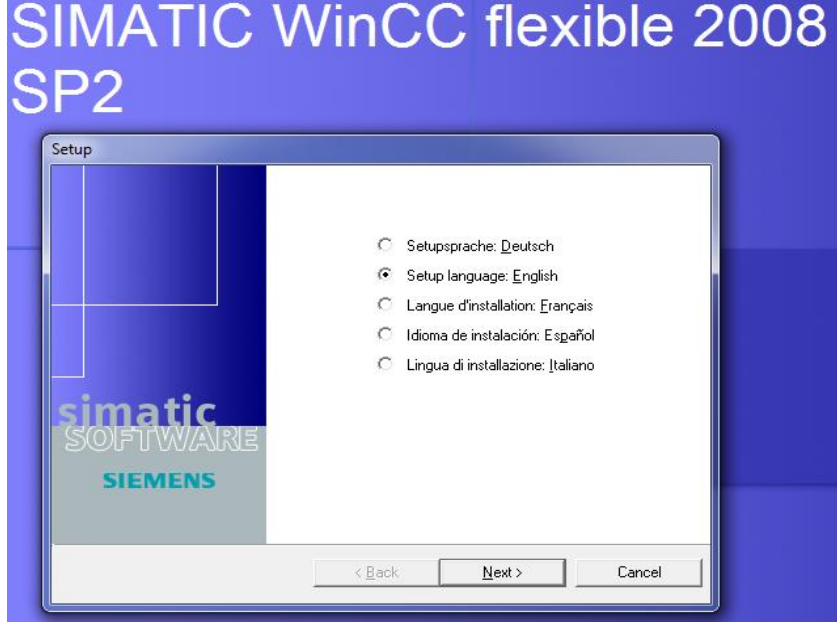
Şekil B15. Set PG/PC Interface



Şekil B16. MPI Bağlantısı Seçimi

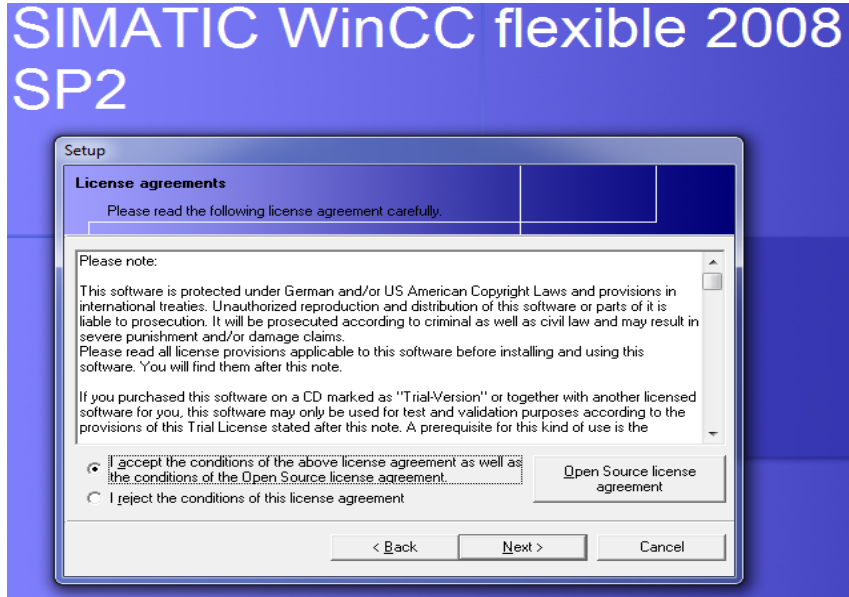
WinCC Flexible 2008 Programının Kurulması

Program Cd'si takılır. Kurulum dili seçilir.(Bkz. Şekil B17)



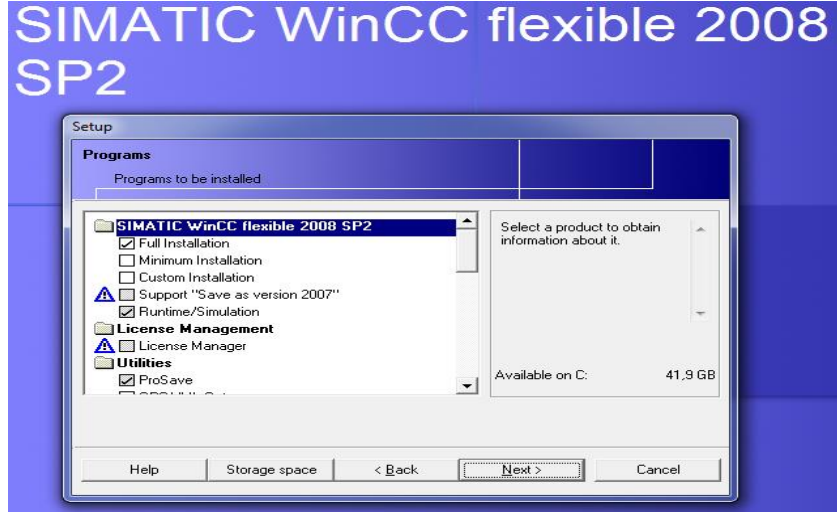
Şekil B17. Kurulum Dili Seçimi

Lisans sözleşmesi kabul edilerek 'Next' tuşuna basılır.(Bkz. Şekil B18)



Şekil B18. Lisans Sözleşmesi

Kurulması istenen bileşenler seçilir.(Bkz. Şekil B19)

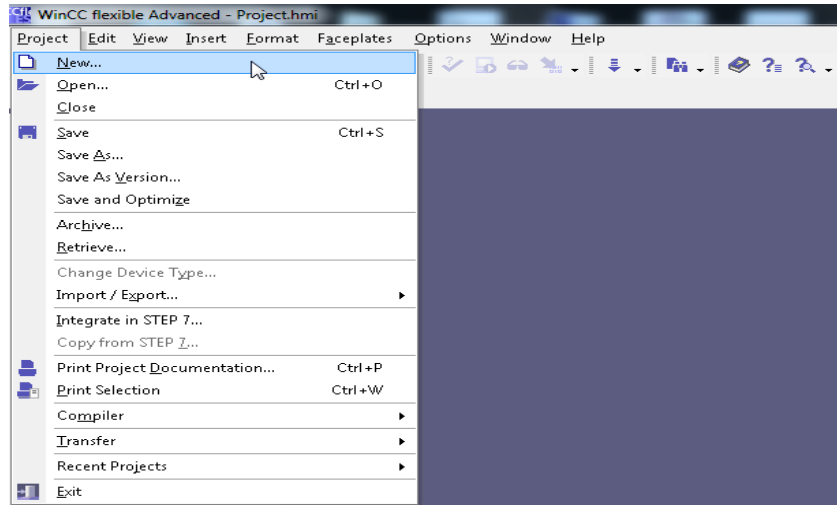


Şekil B19. Kurulacak Bileşenlerin Seçimi

Kurulum başlatılır ve tamamlanana kadar beklenir. Kurulum tamamlandıktan sonra bilgisayar yeniden başlatılır. Böylece WinCC Flexible Programının tamamlanmış olur.

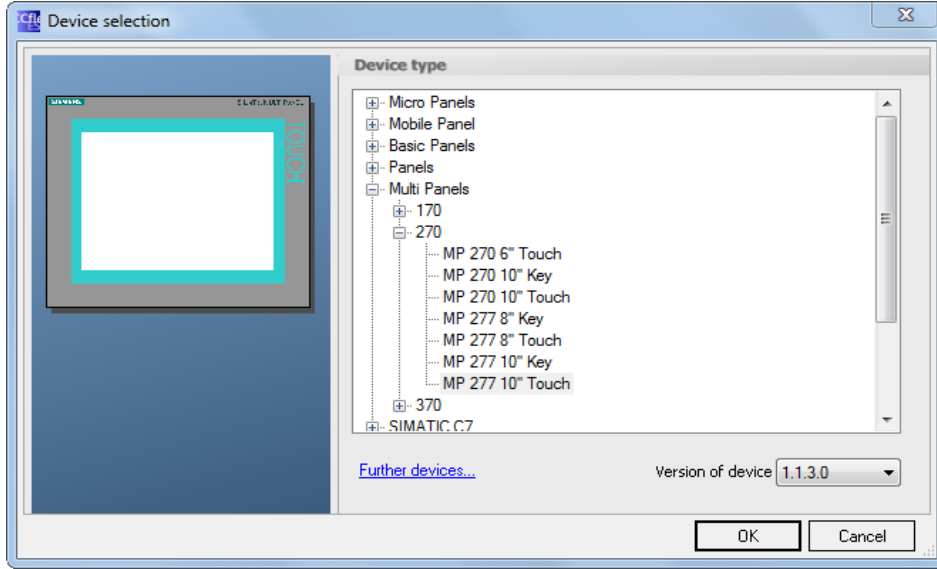
WINCC FLEXIBLE 2008 Scada Programının Konfigürasyonu

Kurulum bittikten sonra masaüstünde simgesi bulunan WinCC Flexible programına çift tıklanarak program başlatılır. Açılan sayfada 'Project' → 'New' tuşlarına basılarak yeni bir proje oluşturulur.(Bkz. Şekil B20)



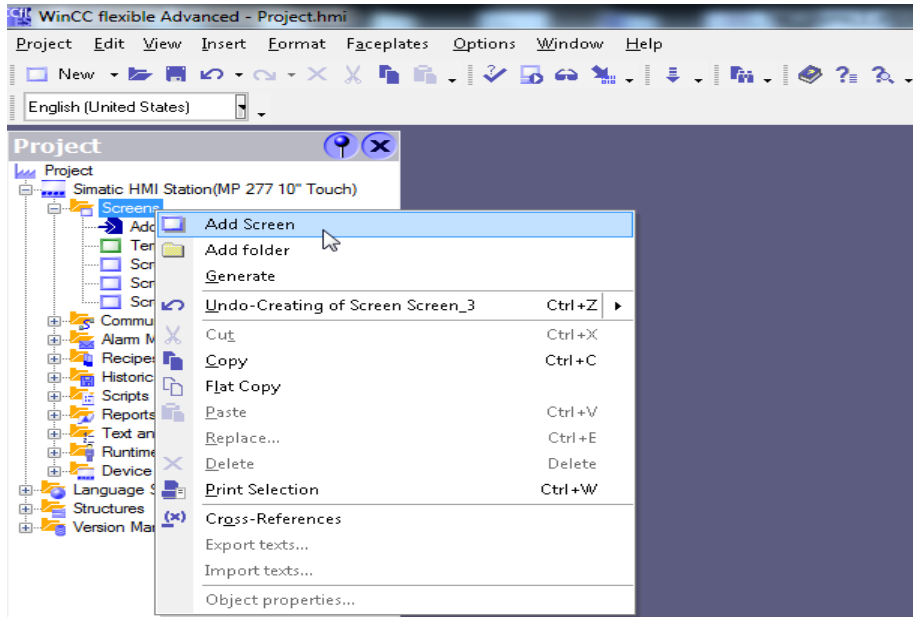
Şekil B20. Yeni Proje Oluşturma.

Tasarlanacak sistemde kullanılacak HMI operatör paneli seçimi yapılır (Bkz. Şekil B21).



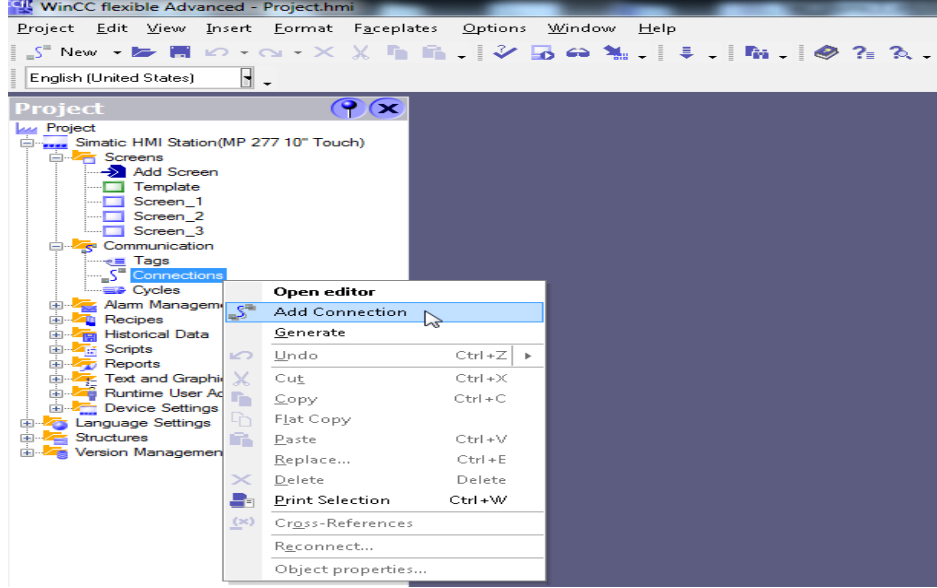
Şekil B21. HMI panel Seçimi

Projede kullanılacak ekranlar 'Screens' → 'Add screen' seçeneğiyle yerleştirilir(Bkz. Şekil B22).



Şekil B22. Yeni Pencere Ekleme

'Connection' penceresinin altında bağlantı türü ve cihazları konfigürasyonu yapılır. Burada istenen bağlantı türü ve bağlantı seçenekleri belirtilerek PC ve HMI arasında haberleşme sağlanabilir.



Şekil B23. Bağlantı Türü Seçimi

ÖZ GEÇMİŞ

Erdiñ BAYKAN 1983 yılında Siirt' de doğdu. Orta Öğretimini 2001 yılında Siirt Atatürk Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi'nde Elektrik Elektronik Mühendisi diplomasını aldı. Sırasıyla DTS Transformatör, Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş.' de çalıştıktan sonra Ciner Grup Siirt Şirvan Madenköy Bakır Konsantrasyon Tesisinde Elektrik Birim Şefi olarak çalıştı. Halen Ciner Grup'taki işine devam etmektedir.