

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ OTOMATİK STOKLAMA VE STOK YENİLEME SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE MERMER SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

İsmail YABANOVA

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan ÇİMEN

Bu çalışmada Otomatik Stoklama ve Stok Yenileme Sistemlerinin yapısı, çeşitleri, kullanım alanları incelenmiş ve mermer endüstrisine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte fabrikalardaki üretimde insan gücünün yerine bilgisayar kontrollü makineler ve robotlar kullanılmaya başlanmıştır. Üretilen ürünün depolanması, stok takibi ve istenildiğinde depodan tekrar geri alınması büyük önem taşımaktadır. Afyonkarahisar ve çevresinde mermer ocaklarının yoğunluğu mermer endüstrisinin gelişmesine neden olmuştur. Günümüzde farklı ürünlerin depolanmasında otomatik depolama sistemlerinin kullanılmasına karşın mermer endüstrisinde böyle bir uygulamaya rastlanmamaktadır. Mermer fabrikalarında işlenen mermerin taşınmasında ve depolanması esnasında birçok kaza meydana gelmektedir. Bu kazaları önlemek, insan faktöründen kaynaklanan hataları en aza indirmek ve maliyeti azaltmak için böyle bir çalışma yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmada işlenen mermerlerin renklerine göre depolanması sağlanmıştır. Uygulamada Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümünde bulunan esnek üretim sisteminin otomatik depolama istasyonu kullanılmıştır. Bu istasyonun kontrolü programlanabilir mantıksal denetleyici ile yapılmıştır. İstasyondaki parçaların stok takibi ve istasyonun kontrolünü görselleştirmek için istasyona SCADA programı yazılmıştır. Sonuç olarak mermer endüstrisine uygulanabilir şekilde otomatik stoklama ve stok yenileme sistemi gerçekleştirilmiştir.

2007, 76 sayfa

Anahtar Kelimeler: AS/RS, OSSYS, Otomatik depolama, PLC, SCADA, CIM, FMS

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF AUTOMATIC STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM AND APPLICATION TO MARBLE INDUSTRY

İsmail YABANOVA

Afyon Kocatepe University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electric Education

Supervisor: Prof. Dr. Hasan ÇİMEN

In this study, Automatic Storage and Retrieval System structures, types and usage scopes are investigated and a new implementation has been applied to marble industry. In these days that technology goes ahead too fast, computer controlled machines and robots are being started to be used instead of man power in production progress of factories. Storing of the product produced, tracking the inventory and retrieving the product on request, carry weight. The density of the marble quarries caused to development of marble industry in Afyonkarahisar and surroundings. Today although automatic storage systems are used for storing of various products, no such application can be seen in the marble industry. During the progress of transportation and storing the marble operated, too many accidents happen in marble factories. Such a study has been implemented in order to prevent and minimize the mistakes by man factor and also reduce the cost.

In this study it has been obtained to store the marbles in according to their colors. Flexible production system's AS/RS station in Electricity Education Department of Technical Education Faculty has been used in the application. Control of the station was provided by S7-300 PLC. SCADA program has been written for storage tracking and to visualize the control of station. Consequently Automatic storage and retrieval system has been realized which can be applicable for marble industry.

2007, 76 page

Keywords: AS/RS, Automatic Storage and Retrieval Systems, PLC, SCADA, CIM, FMS

TEŐEKKÖR

Yapılan çalıŐmalarımnda bana yol gÖsteren ve Öncölük eden danıŐmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Hasan ÇİMEN' e ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

İsmail YABANOVA

AFYONKARAHİSAR, Temmuz 2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
3. MATERYAL VE METOT	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. AS/RS	12
3.1.1.1. Birim Yük AS/RS (Unit Load)	13
3.1.1.1.1. Tek Derinlikli AS/RS	13
3.1.1.1.2. Çift Derinlikli AS/RS	14
3.1.1.1.3. Yüksek Yoğunluklu AS/RS	14
3.1.1.1.4. Akış Yönlü AS/RS	15
3.1.1.2. AS/RS nin Temel Bileşenleri	15
3.1.1.2.1. Depolamanın yapıldığı yapı	15
3.1.1.2.2. S/R Makineleri	16
3.1.1.2.3. Depolama Modülleri	16
3.1.1.3. Özellikleri	17
3.1.1.4. AS/RS' nin Faydaları	18
3.1.1.5. AS/RS' nin Başarısında Ölçü Olarak Alınan Kriterler	18
3.1.2. Uygulamada Kullanılan AS/RS İstasyonu	18
3.1.2.1. I/O Terminali	19
3.1.2.2. Yaklaşım Sensörleri	20
3.1.2.3. Sınır Anahtarları	21
3.1.2.5. Servo Motorlar	22
3.1.2.6. Servo Motor Sürücüler	23

3.1.2.7. Servo Motor Kodlayıcısı	23
3.1.2.8. Kontrol Paneli	25
3.1.2.9. Pnomatik Valf	26
3.1.2.10. Y Ekseni ve Tutucu	27
3.1.2.11. Lineer Elektromekanik Sürücü	27
3.1.3. PLC	27
3.1.3.1. S7 – 300' ün Tanıtımı	28
3.1.3.1.1. Mod Seçim Anahtarı	28
3.1.3.1.2. Durum ve Hata LED' leri	29
3.1.3.2. PLC' nin içyapısı	30
3.1.3.2.1. Merkezi İşlem Birimi	30
3.1.3.2.2. Bellek	31
3.1.3.2.3. Giriş Görüntü Belleği	31
3.1.3.2.4. Çıkış Görüntü Belleği	31
3.1.3.3. Giriş Birimi	31
3.1.3.4. Çıkış Birimi	32
3.1.3.5. Giriş Çıkış İşlemi	32
3.1.3.6. PLC Elemanları ve Eleman Numaraları	33
3.1.3.6.1. Giriş Rölesi	33
3.1.3.6.2. Çıkış Rölesi	33
3.1.3.6.3. Yardımcı Röle	34
3.1.3.6.4. Zaman Rölesi	34
3.1.3.6.5. Sayıcı	34
3.1.3.7. PLC' nin Programlanması	35
3.1.3.7.1. Kullanıcı Programının Yürütülmesi	35
3.1.4. Kullanılan PLC Programlama Yazılımı	37
3.1.4.1. SIEMENS Simatic Step 7 Programı	37
3.1.4.2. SIMATIC Manager	38
3.1.4.2.1. Simatic Manager' ı başlatma ve bir Proje oluşturma	38
3.1.4.2.2. SIMATIC Manager' da Proje Yapısı	41
3.1.4.3. Semboller ile Programlama	43
3.1.4.3.1. Mutlak Adresler	43

3.1.4.3.2. Sembolik Programlama	43
3.1.4.4. OB1 Bloğunda bir Program Oluşturmak	45
3.1.5. SCADA	47
3.1.5.1. Dağıtımlı kontrol sistemleri	49
3.1.5.2. Programlanabilir mantık kontrolörü	50
3.1.5.3. İşletme Yönetimi ve SCADA Sistemi	51
3.1.5.3.1. İşletme Kaynak Yönetim Katmanı	51
3.1.5.3.2. İşletme Yönetim Katmanı	51
3.1.5.3.3. Süreç Denetim Katmanı	51
3.1.5.3.4. İşletme Kontrol Katmanı	52
3.1.5.4. SCADA Sisteminden Beklenenler	52
3.1.5.5. SCADA Sisteminin Uygulama Alanları	53
3.1.5.6. SCADA Sistemlerinin İşlevleri	53
3.1.5.6.1. İzleme İşlevleri	53
3.1.5.6.2. Kontrol İşlevleri	54
3.1.5.6.3. Veri Toplama	54
3.1.5.6.4. Verilerin Kaydı Ve Saklanması	54
3.2. Metot	55
3.2.1. PLC Programı	55
3.2.2. Geliştirilen SCADA Programı	64
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	69
5. KAYNAKLAR	71
5.1 İnternet Kaynakları	75
6. ÖZGEÇMİŞ	76

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AS/RS	Otomatik Stoklama ve Stok Yenileme sistemleri (Automated Storage and Retrieval System)
OSSYS	Otomatik Stoklama ve Stok Yenileme sistemleri
FMS	Esnek üretim sistemleri (Flexible Manufacturing System)
NC	Sayısal kontrol (Numeric Control)
PLC	Programlanabilir mantıksal denetleyici (Programmable Logic Controller)
SCADA	Denetimli Kontrol ve Veri Toplama Sistemi (Supervisory Control and Data Acquisition)
S/R	Storage and Retrieval
OYT	Otomatik yönlendirmeli araçlar
AGV	Otomatik yönlendirmeli araçlar (Automated Guided Vehicle)
CNC	Bilgisayar sayısal kontrolü (Computer Numerical Control)
P&D	girdi/çıkış istasyonları P&D (pick-up and deposit)
FMC	Esnek üretim hücresi (Flexible Manufacturing Cell)
RTU	Remote terminal unit
FIFO	(First In, First Out)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 Çift Mekikli S/R Makinesi (Meller And Mungwattana 1997)	8
Şekil 2. 2 Üç Mekikli Bir S/R Makinesi İle Yapılan Depolama Ve Geri Verme İşlemi (Meller And Mungwattana 1997)	9
Şekil 3. 1 Örnek As/Rs Sistemi (İnt.Kyn.1)	13
Şekil 3. 2 Tek Derinlikli As/Rs (İnt.Kyn.1)	14
Şekil 3. 3 Çift Derinlikli As/Rs (İnt.Kyn.1)	14
Şekil 3. 4 Yüksek Yoğunluklu As/Rs (İnt.Kyn.2).....	15
Şekil 3. 5 Akış Yönlü As/Rs (İnt.Kyn.3).....	15
Şekil 3. 6 As/Rs Blok Diyagramı	19
Şekil 3. 7 Servo Motor Sürücü Bağlantı Şekli	23
Şekil 3. 8 Kodlayıcıdan Elde Edilen Sinyaller	24
Şekil 3. 9 Kontrol Paneli Bağlantı Şeması (Festo 2002)	26
Şekil 3. 10 Pnomatik Valf (Festo 2002)	26
Şekil 3. 11 S7-300 Plc	28
Şekil 3. 12 Mod Seçim Anahtarı	29
Şekil 3. 13 Durum Led Leri.....	29
Şekil 3. 14 S7-300 İle Bilgisayar Bağlantısı.....	35
Şekil 3. 15 Programın Yürütülmesi	36
Şekil 3. 16 Örnek Bir Otomasyon Sisteminin Yapısı (Siemens 2004).....	37
Şekil 3. 17 Mutlak Adresler.....	43
Şekil 3. 18 S7-300 De Kullanılan Programlama Dilleri.....	46
Şekil 3. 19 Tipik Bir Scada Sistemi (Bailey And Wright 2003)	48
Şekil 3. 20 Karmaşık Scada Sistemi (Bailey And Wright 2003).....	49
Şekil 3. 21 Dcs Sistemi (Bailey And Wright 2003)	50
Şekil 3. 22 Programlanabilir Mantık Kontrolörü (Bailey And Wright 2003)	50
Şekil 3. 23 As/Rs İstasyonuna Yazılan Plc Programının Akış Diyagramı.....	56
Şekil 3. 24 Sfb 47 Özel Fonksiyon Bloğu (Siemens 2001).....	58

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3. 1 Uygulamada Kullanılan AS/RS İstasyonu	19
Resim 3. 2 I/O Terminali.....	20
Resim 3. 3 Yaklaşım Sensörü (Festo 2002)	20
Resim 3. 4 Sınır Anahtarı	21
Resim 3. 5 Röle Modülü.....	21
Resim 3. 6 Kullanılan Servo Motorlar.....	22
Resim 3. 7 Servo Motor Kodlayıcısı (Festo 2002).....	25
Resim 3. 8 Y Ekseni Ve Tutucu (Festo 2002).....	27
Resim 3. 9 Lineer Elektromekanik Sürücü.....	27
Resim 3. 10 Step 7 Yeni Proje Oluşturma Sihirbazı	38
Resim 3. 11 PLC Modelinin Seçilmesi	39
Resim 3. 12 Programlama Dili Ve Kullanılacak Blokların Seçilmesi	40
Resim 3. 13 Projenin İsmi Belirlenmesi.....	41
Resim 3. 14 Simatic Manager Programı.....	42
Resim 3. 15 Sembolik Adresleme Programını Açmak.....	44
Resim 3. 16 Symbol Editor Programı.....	44
Resim 3. 17 Mutlak Adresin Sembolik Adreslenmesi	45
Resim 3. 18 LAD/STL/FBD Programı.....	47
Resim 3. 19 Öğretme Sisteminde Kullanılan Depo Noktaları.....	64
Resim 3. 20 Parçaların Taşıma Bandına Alınıp Verildiği Pozisyon	64
Resim 3. 21 Wincc Programı Proje Ana Ekranı.....	65
Resim 3. 22 Oluşturulan Tagler.....	65
Resim 3. 23 Graphics Designer İle Hazırlanan Giriş Ekranı.....	66
Resim 3. 24 Manüel Kontrol Ve Öğretme Ekranı	67
Resim 3. 25 AS/RS İstasyonu Depo Noktaları Gözleme Ve Kontrol Ekranı.....	68

1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla gelişmesi ile insan gücüne dayalı üretim kendini bilgisayar kontrollü makinelere ve robotlara bırakmaktadır. Buradaki amaç insan gücünü en aza indirmek, üretim kapasitesini ve kaliteyi arttırmak ve maliyeti azaltmaktır. Son yıllarda elektrik-elektronik, bilgisayar ve kontrol sistemlerinde çok büyük gelişmeler yaşanmıştır. Elektrik - elektronik, pnömatis-hidrolik, bilgisayar ve mekanik teknolojilerinin birlikte kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bu araştırmada birçok alanda kullanılan Otomatik Stoklama ve Stok Yenileme Sistemleri incelenmiştir. AS/RS (Automated Storage and Retrieval System) malzemelerin hassas, doğru ve hızlı bir şekilde alınmasını, depolanmasını ve bulunup getirilmesini içeren donanım ve denetimlerin bileşimidir. AS/RS manüel ve uzaktan kumanda sistemlerinin yerine tasarlanan otomatik stoklama sistemleridir. Amacı doğru malzemeyi, doğru zamanda, doğru yere ulaştırmaktır. Malzeme depoda tutulur ve gerektiğinde kullanım zamanına en yakın zamanda kullanım alanına ulaştırılır. AS/RS sistemi hassas konum kontrolü yapabilen X, Y ve Z ekseninde doğrusal hareket eden tutma ve kaldırma işlemini yapan, hem bilgisayar kontrollü hem de öğretim sistemine sahip malzeme stoklama sistemidir. Malzemelerin stoklanması için değişik yükseklikte raflar kullanılır. Raflar koridorlarla bölümlenir. Malzemeler raflara yerleştirilirken her malzemenin yeri ve varlığı otomatik olarak sisteme kaydedilir ve bu işler bir sıraya göre devam eder. AS/RS sistemi ile ürünlerin depolanmasında insan gücü en aza indirilmektedir. Aynı zamanda kontrol işlemi de bilgisayarlar ile uzaktan yapılabilmektedir.

AS/RS sistemleri dünyada depolamada yaygın olarak kullanılmaktadır. AS/RS iki yanında depo raflarından oluşan bir veya çoklu koridorlardan oluşmuş bilgisayar kontrollü depolama sistemleridir. S/R (Storage and Retrieval) makinesi koridorlarda depolama ve geri verme işlemini gerçekleştirmek için yolculuk yapar (Berg 2002). AS/RS sistemleri otomatik üretim ve dağıtım merkezlerinde yaygın bir şekilde kullanılan ana malzeme taşıma sistemleridir. AS/RS 'nin temel bileşenleri depolama

rafları, S/R makinesi veya otomatik yığıcı vinçler, giriş / çıkış yerleri ve toplama konveyörleridir (Banks and Carson 1984).

Tipik bir AS/RS depo hücrelerinden oluşan birçok paralel koridordan, her bir koridorda görev yapan S/R makinesinden ve bir giriş – çıkış istasyonundan oluşur. S/R makinesi yolculuk süresini azaltmak için “Tchebychev travel” denilen şekilde aynı anda dikey ve yatay yönlerde hareket eder. S/R makinesi tek komut ve çift komut olmak üzere iki modda çalışır. Tek komut işleminde S/R makinesi ya depolama ya da geri verme işlemini gerçekleştirir, çift komut işleminde ise tek yolculuk çevrimi süresinde parçaların hem depolaması hem de geri verilmesi işlemi yürütülür (Hur 2004). AS/RS sistemleri endüstriye ürünlerin hızlı depolanması ve tekrar geri verilmesi, depolama alanının verimli kullanılması, yüksek güvenilirlik ve daha iyi stok kontrolü, arttırılmış güvenlik ve zarar gören ürünlerin sayısında azalma gibi avantajlar getirmiştir (Potrc 2004). AS/RS sistemleri malzeme taşımada esneklik sunar. AS/RS 'ler depolama – geri verme politikaları, S/R makinesi işlem modu ve S/R makinesin ikamet edeceği nokta gibi birkaç faktörden etkilenen karmaşık sistemlerdir. Bu sistemler denetleyici bir bilgisayar tarafından kontrol edilen bir grup CNC (Computer Numerical Control) ile birbirine bağlı malzeme taşıma sisteminden oluşan esnek üretim sistemlerinde sıklıkla bulunurlar (Chetty and Reddy 2003).

AS/RS ile mevcut ve potansiyel pazardan gelen her türlü ürün talebine kolaylıkla cevap verme imkânı doğar. Bilgisayarlı kontrol sistemi, tüm işlemlerin seri şekilde yapılmasını sağlarken aşırı veya yetersiz depolama riskini de sıfıra indirir. Böylece işletmenin üretim, depolama ve lojistik ayağında etkin bir verimliliğe ulaşılmış olur. İşletmenin çok çeşitli mal ve dökümüne ve yüksek hızda mal dolaşımına sahip olması, otomatik bir depolama ve boşaltma sistemini kullanılmasını gerektiren en önemli nedendir. Günümüzde modern bir dağıtım merkezi kurmak, otomatik bir sipariş hazırlama sistemi gerektirdiği gibi, söz konusu sistemin, karışık süreçleri basit ve pratik bir hale getirme zorunluluğu doğmaktadır.

Günümüzde Afyonkarahisar mermer endüstrisinde AS/RS sistemlerinin uygulamasına rastlanmamaktadır. Mermer ocaklarından çıkarılan mermerler bloklar halinde fabrikaya

getirilmekte ve burada istenilen boyutlarda kesilip, gerekli işlemler yapıldıktan sonra işçiler tarafından renklerine göre ayrılarak kasalara depolanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada işlenen ürünlerin renklerine göre depolanması sağlanmıştır. Uygulamada Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümünde bulunan esnek üretim sisteminin AS/RS istasyonu kullanılmıştır. Bu istasyonun kontrolü S7-300 PLC ile yapılmıştır. İstasyondaki parçaların stok takibi ve istasyonun kontrolünü görselleştirmek için istasyona SCADA programı yazılmıştır. Sonuç olarak mermer endüstrisine uygulanabileceğine inanılan AS/RS sistemi gerçekleştirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Bilgisayarla bütünleşik imalat (CIM), firmanın belirlediği hedeflerine ulaşabilmesi için, üretimlerine bilgisayar teknolojisinin bütünleşik bir şekilde uygulanmasını ifade eder (Browne et.al. 1988). Bir diğer tanıma göre bilgisayar tümleşik üretim sistemleri, üretimin her aşamasında bilgisayar desteği, kontrol ve tümleşik otomasyon sağlayarak, otomasyon adalarını birleştiren sistemlerdir (Rânky 1990). Üretimde insan gücünün yerini makinenin kullanımının aldığı 1775’li yıllarda başlayan, 1960’larda insan kontrolünün NC / CNC makinelerine devredilmesiyle ve 1970’lerde FMS (Flexible Manufacturing System) ve CAD / CAM sistemlerinin devreye girmesiyle devam eden otomasyon, günümüzde bilgisayarla bütünleşik imalat adı altında, tüm bu ve diğer yeni bilgisayar destekli teknolojilerin kullanımı ile üretim süreçlerine uygulanmaktadır. Özet olarak bilgisayarla bütünleşik imalat, bir ürünün tasarımından teslim edilmesine kadar olan koordine edilmiş bir faaliyetler bütünü olarak görülebilir (Narasimhan et.al. 1995).

Fabrikalara 1960’lı yıllarda kontrol teknolojisinin girişi ile bazı makinelerin insan tarafından kontrolünün yerini nümerik veya bilgisayar kontrolü almıştır. NC tezgâhları, parça gruplarının üretilmesi için donanım veya makinelerde hiç bir değişiklik yapılmadan veya en az değişiklikle üretimine olanak tanır. İlk NC makinelerinde farklı gereksinimleri olan operasyonlarda üretim geçici olarak durdurulur ve makine yeni bir işlem için bir hazırlık safhası geçirirdi. Ancak bu yeni teknolojiyle, hazırlık zamanlarını azaltmak için otomatik alet değiştiriciler geliştirilmiş; makinelere eklenmiş ve üretime ara verilmeden devam edilmesi sağlanmıştır (Stecke 1981). Nümerik kontrol, bir makinenin işleyişinin numara veya sembollerle kontrol edildiği bir tür programlanabilir otomasyondur. Bu tür otomasyon ile yapılabilecek mümkün işlem sayısı, makinenin konfigürasyonu ile değil, mevcut programlarla belirlenir. Ancak bu otomasyon şekli genellikle organizasyonun tek bir makinesi veya belirli bir fonksiyonunu yerine getirmekle ilgilidir. Bu nokta otomasyonudur. Nokta otomasyonunda noktasal çözümlerin bütünleştirme veya bu çözümleri diğer noktalarda da uygulama açısından belirli bir stratejik yaklaşım yoktur. 1970’lerde daha güçlü ve ucuz bilgisayarların

ortaya çıkışı ile noktasal sorunların çözümlerinin bütünleşik hale getirilmesi söz konusu olmuştur. Bütünleşik noktasal otomasyon çözümlerini sağlamak üzere üretim prosesi için geliştirilen sistemlerden biri Esnek Üretim Sistemi'dir (Browne et al, 1988). Esnek üretim sistemlerinin sağladıkları faydalar, kısa zamanda çok çeşitli ve az miktarda üretim yapan üreticiler tarafından keşfedilmiş ve bu sistemler endüstrinin her alanında yaygınlaşmıştır. Günümüzde, esnek üretim sistemleri olgun dönemlerini yaşamakta olup birçok gelişmiş ülkede kullanılmaktadır (Luggen 1991). Esnek üretim sistemlerinin kontrolü bir bilgisayar hiyerarşisi tarafından yürütülür. Bu kontrol sistemi, esnek üretim sistemleri içerisinde çizelgeleme faaliyetlerinin hazırlanması, malzeme taşıma sisteminin koordine edilmesi ve makinelerin çizelgeyle uygun olarak işleyişinden sorumludur. Parçaları üretmek için gerekli programlar tekil CNC makinelerine yüklenir. Hangi parçanın nereye taşınması gerektiğini belirleyen siparişler ise malzeme taşıma sistemine gönderilir.

Esnek üretim sistemleri organizasyonlara sekiz farklı yönde esneklik sağlamaktadır. Bunlar (Browne et. al. 1988):

- Makine esnekliği: Parça kümelerinin üretilebilmeleri için gerekli değişikliklerin kolayca yapılabilmesi.
- İşlem esnekliği: Çeşitli işlerin bir arada yapılabilmesi.
- Ürün esnekliği: Yeni ürünlerin üretilebilmesi için gerekli değişikliklerin ekonomik olarak ve kısa zamanda yapılabilmesi.
- İşlem sırası esnekliği: Makine arızalarında üretimin en az etkilenmesi.
- Hacim esnekliği: Esnek üretim sistemlerinin değişik üretim hacimlerinde ekonomik bir şekilde işleyebilme yeteneği.
- Genişleme esnekliği: Esnek üretim sisteminin ihtiyaç halinde ve modüler bir şekilde genişleyebilme yeteneği.
- Operasyon esnekliği: Her ürün çeşidinin işlem sırasındaki yer değişimi yapabilme yeteneği.
- Üretim esnekliği: Esnek üretim sistemlerinin üretebileceği parça çeşitleri kümesi

Üretim süreci temelde malzeme işleme, malzeme taşıma ve enformasyon teknolojilerine dayanmaktadır. Ulusal ve uluslararası düzeylerdeki rekabetin boyutları bu rolün

önemini giderek artırmaktadır. Çünkü söz konusu rekabet üretim sürecinde verimlilik artışını ve bu artışı sağlayabilmenin başlıca unsurları arasında yer alan esnek üretim, esnek otomasyon tekniklerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Sonuç enformasyon teknolojisinin anahtar rolü oynadığı, bilgisayar tümleşik esnek üretim ve esnek otomasyonun giderek egemen hale geldiği bir fabrikadır. Bu bağlamda enformasyon teknolojisi üretim organizasyonunu yeni bir gelişim sürecine sokmuştur ve ürünün ortaya çıkması için gerekli olan bütün araçları ve yöntemleri etkilemektedir (Meins 1989). Stoklama sistemlerini de esnek üretim, esnek otomasyonun gereklerine yanıt verecek bir hale getirebilmek için otomatik malzeme taşıma sistemleriyle birlikte otomatik stoklama ve stok yenileme sistemleri (OSSYS) kullanılmaktadır. Otomatik stoklama ve stok yenileme sistemleri, günümüzde stok yönetim ve denetiminde ileri düzeyde otomasyonu temsil etmekte ve gerek iş gücü gerekse yer kullanımında büyük tasarruf sağlamakta, üretim verimini artırmaktadır (Kochan and Cowan 1986).

Bir esnek üretim sistemi; otomatikleştirilmiş makine araçları, malzeme taşıma, otomatik stoklama ve stok yenileme sistemleri gibi gerekli bileşenlerden oluşur. Bu sistemin her ögesinin en uygun performansı tüm esnek üretim sisteminin üretkenlik ve verimliliğini artırır. Bu kapsamda Jawahar et. all. (1998) AS/RS 'nin performansını arttırmak için buluşsal yöntem ve genetik algoritma olmak üzere iki farklı yöntem önermişlerdir. Eynan and Rosenblatt (1993) malzeme taşıma maliyetinin tüm üretim maliyetinin yaklaşık %30 una kadar olabildiğini göstermişlerdir. Buda AS/RS 'nin giderek artan bir öneme sahip olmasını sağlamıştır. Azadivar (1989) bir otomatik depolama sisteminde alanın en iyi şekilde kullanımı ile alakalı değişik bakış açılarını tartışmıştır. AS/RS sisteminin üretilen iş kapasitesinin aşağıdaki ana iki faktöre bağlı olduğunu bulmuştur;

- 1- Ulaşılabilir depo alanı
- 2- SR sisteminin verimliliği

Amerikan malzeme taşıma enstitüsü AS/RS 'yi ürünleri hassasiyet ve doğruluk ile taşıyan, depolayan ve tekrar geri veren sistem olarak tanımlar (Singh 1996). AS/RS ilk olarak 1965 de Avrupa' da sınırlı depo alanını verimli bir şekilde kullanmak ve insan gücünü ekonomik bir şekilde kullanmak için kurulmuştur. Bu sistem otomatik kontrol

ve bilgi yönetimi olmaksızın üç boyutlu olarak kurulmuştur (Wang 1995). Bununla birlikte son 20 yılda teknolojideki gelişmeler, özellikle elektronik ve bilgisayar endüstrisindeki gelişmeler AS/RS' yi başarılı bir ilerleme dönemine sokmuştur. AS/RS' nin FMS, FMC (Flexible Manufacturing Cell) ve CIM sistemlerinin geleceğinde anahtar rol oynamaya devam edeceğine inanılmaktadır (Singh 1996).

Otomatik stoklama ve stok yenileme sistemleri, malzemelerin depolama ve çekme işlemlerini bilgisayar kontrolü altında otomatik vinçler kullanarak gerçekleştiren sistemlerdir. Sistem genellikle barkot teknolojisini kullanarak gelen her malzeme için uygun bir depolama yeri tespit eder ve vinci o yere doğru yönlendirir. Herhangi bir malzeme isteği olduğu zaman da bilgisayar o malzemenin nerede depolandığını belirleyerek vinci o malzemeyi getirmek üzere harekete geçirir. AS/RS'lerin geleneksel depo yöntemlerine göre şu üstünlükleri vardır (Browne et.al. 1988):

- İyileştirilmiş yer kullanım yüzdesi
- Azaltılmış direkt işçilik maliyeti
- %100'e yakın bir stok ölçüm doğruluğu
- Daha az enerji tüketimi
- Azaltılmış ürün hasarı
- Geliştirilmiş müşteri hizmeti

AS/RS sistemleri son birkaç yılda birçok araştırmanın konusu olmuşlardır. Bu araştırmaların ana noktası analitik modeller ve simülasyon çalışmalarıdır (Potrc 2004).

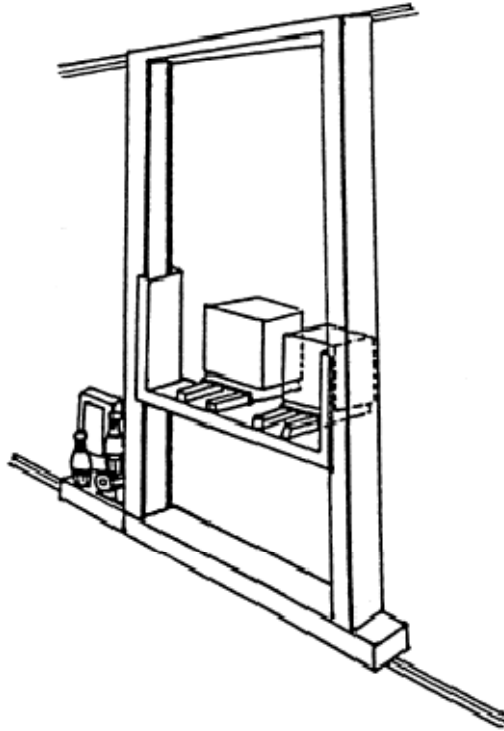
S/R makinesinin yolculuk süresi tüm sistem performansını etkileyen birçok sistem parametresinden biridir. Hausman et. al. (1976) S/R makinesinin yolculuk süresini değişik depolama politikaları ile araştırmış ve istatistiksel yaklaşımlar kullanarak bir analitik model önermişlerdir. S/R makinesinin yolculuk süresini düşürmek için ardışık geri verme problemi Bozer et.al. (1990) ve Han et.al. (1987) tarafından çalışılmıştır.

AS/RS nin performansı siparişlerin sıralanması politikası, depolama yerleşim politikası ve S/R makinesinin ikamet edeceği nokta gibi kontrol politikalarına bağlıdır. S/R

makinesinin ikamet edeceği noktanın seçimi literatürde önemli ölçüde dikkat çekmiştir. Berg (2002) otomatik stoklama ve stok yenileme sistemlerinin S/R makinesinin sistem boştaki iken nerede ikamet problemini incelemiştir. Graves et al. (1977) İkamet noktasını giriş çıkış istasyonunda olarak seçmişlerdir. Egbelu and Wu (1993) birkaç ikamet noktası politikasının performansını değerlendirmek için simülasyon kullanmışlardır.

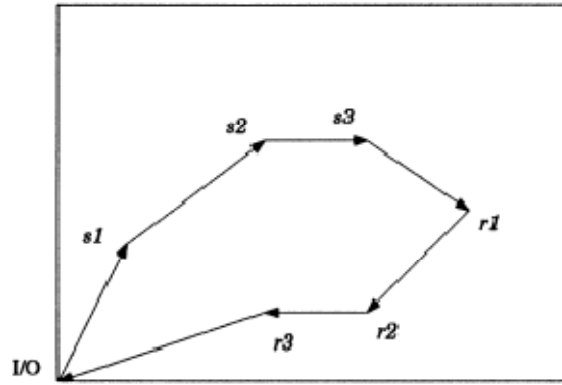
Potrc (2004) yükseklikte eşit hücreli AS/RS için buluşsal yolculuk süresi modelleri, tekli ve çoklu mekik sistemleri ile rastgele depolanmasını incelenmiştir. Araştırmacıların büyük çoğunluğu tek mekikli sistemleri analiz etmişlerdir. Bu nedenle üretilen iş kapasitesi S/R makinesinin azami teknik karakteristikleri ve yüksek depo raflarının optimum geometrisi ile sınırlıdır.

Çoklu mekikli AS/RS sistemleri tek mekikli sistemlere göre daha verimli olduklarından dolayı fabrikalarda ve dağıtım merkezlerinde kullanılmak için geliştirilmiştir (Meller and Mungwattana 1997). Çoklu mekikli AS/RS ler sistemin üretilen iş kapasitesini artırmak için geliştirilmiştir. Şekil 2.1 de çift mekikli bir S/R makinesi örneği verilmiştir. Sistemdeki mekik sayısı arttıkça boş yolculuk miktarı azaldığı için sistemin üretilen iş kapasitesi artar. Eklenen her mekik ile sistemin sermaye yatırımında artar.



Şekil 2. 1 Çift mekikli S/R makinesi (Meller and Mungwattana 1997)

Tek mekikli sistemler çift komut çevrimi denilen bir çevrimde bir depolama ve bir geri verme işlemini gerçekleştirebilirler. Çift mekikli sistemlerde dörtlü komut çevrimi denilen bir çevrimde iki depolama ve iki geri verme işlemi gerçekleştirebilirler. Benzer şekilde üçlü mekikli sistemlerde altılı komut çevrimi denilen bir çevrimde üç depolama ve üç geri verme işlemi gerçekleştirebilirler. Şekil 2.2 de üç mekikli bir sistem ile gerçekleştirilen depolama ve geri verme işlemi gösterilmiştir. Sonuç olarak ikili ve üçlü mekik sistemleri şu anda kullanımda olmasına rağmen pratikte üçten fazla mekikli sistemlerin olmadığına inanılmaktadır (Meller and Mungwattana 1997).



Şekil 2.2 Üç mekikli bir S/R makinesi ile yapılan depolama ve geri verme işlemi (Meller and Mungwattana 1997)

Lerher et. al. (2006) S/R makinesinin karakteristiklerini göz önünde bulundurarak çok koridorlu AS/RS sistemleri için analitik yolculuk süresi modelleri geliştirmek için çalışmışlardır. Çok koridorlu AS/RS sistemleri ihtiyaç duyulan palet fiyatları yüksek olduğunda ve üretilen iş miktarı oranla düşük olduğunda pratikte kullanılır. Bu nedenle tek koridorlu sistemlere oranla çok koridorlu sistemlerin kullanımı ile ilk yatırım maliyetlerinde dikkate değer tasarruf sağlanabilir (Lerher et. al. 2006).

Geleneksel AS/RS sistemlerinde depo hücrelerine ulaşmak için yığıcı vinçler kullanılır. Yığıcı vinçler aynı anda dikey ve yatay yönlerde hareket edebilmektedir. Ancak bu hareketler genellikle ağır mekanizmalar gerekmektedir, yığıcı vinçler bu sebepten dolayı deniz konteynır kargoları gibi fazla ağır yüklerde yetersiz kalmaktadır. Böyle uygulamalar için Hu et. al. (2005) yeni bir çeşit depolama ve geri verme sistemi sunmuşlardır. Yığıcı vinçlerin tersine yeni S/R mekanizması bir dikey platform ve N sıra AS/RS rafında işlem yapmak için N tane yatay platforma sahiptir.

Lee et. al. (2005) modüler hücreli AS/RS raflarını incelemiştir. Genel olarak birim yük AS/RS' ler eşit boyutlu hücreli raflara sahiptir. Birçok yazar eşit hücreli raflara sahip AS/RS' nin dizaynını çalışmıştır. Ancak bunlar bugünün iş çevrelerinde değişik boyutlardaki müşterilerin taleplerini karşılamada yetersiz ve verimsiz kalmaktadır. Depoların dizaynında temel olarak analitik optimizasyon metotları ve simülasyon olmak üzere iki yaklaşım çalışılmıştır. Roberts and Reed (1972) malzeme taşıma ve yapı maliyetlerini en aza indirmek, depo yuva konfigürasyonunun belirlenmesi için bir optimizasyon modeli sunmuşlardır. Ashayeri et al. (1985) ideal vinç sayısı ve deponun ideal en ve boyunu hesaplamak için sabit vinç hızları, üretilen iş ve yapı alanının sınırlılıklarına bağımlı olarak bir matematiksel model sunmuşlardır. Bafna and Reed (1972) yüksek yapılı otomatik depolama sistemlerinin alternatif dizaynını değerlendirmek için bir simülasyon programı önermişlerdir. Rosenblatt and Roll (1984) otomatik depolama sistemlerinde yapı ve işlem maliyetlerini en aza indirmenin en iyi çözümünü bulmak için bir simülasyon modeline arama prosedürü uygulamışlardır.

Günümüzün global pazarında kalite ve fiyat iki stratejik silah haline gelmiştir. Pazar taleplerinde meydana gelen değişiklikler ve sosyoekonomik yapının değişmesi sanayicileri kaliteyi arttırmaya ve üretim fiyatlarını düşürmeye zorlamıştır. Bu yüzden fabrika otomasyonu büyük önem kazanmıştır. Fabrikalarda karşılaşılan en büyük güçlüklerden biri üretilen ürünlerin taşınması ve nakliyesidir. Fabrikalarda zamanın %95 i ve toplam maliyetin %10 – 80 i ürünlerin bir bölgeden bir bölgeye taşınmasına veya daha başka işlemler için beklenmesine harcanmaktadır (Singh 1996, Wang 1995). Bilgisayar teknolojilerinde ortaya çıkan devrimler ile geleneksel verimsiz depo ve malzeme taşıma sistemleri yerlerini otomatik ve entegre sistemlere bırakmıştır. AS/RS ve AGV (Automated Guided Vehicle) bilgisayar bütünleşik imalat sistemleri için çok önemli iki bileşendir. AS/RS nin kullanımı verimli depolama ve geri alma işlemi yaptığı için sınırlı depolama kapasitesini etkin bir biçimde kullanmayı sağlar. AS/RS ve AGV sistemlerinin bir arada kullanılması ile birlikte ürün akışı tam olarak kontrol edilebilir ve bu yüzden boş süre büyük ölçüde azaltılır (Lee et. al.,2003).

Değişik giriş / çıkış konfigürasyonları ile dağınıklaştırılmış depolama ve depodan çıkarma işleri için tek komut ve çift komutta ortalama işlem zamanı Bozer ve White

(1984) tarafından hesaplanmıştır. Bir alternatif, rafların boyutunu düşürmektir. Bu ortalama taşıma zamanını azaltır. Fakat bu yaklaşım aynı depolama kapasitesini sağlamak için daha fazla koridor ve maliyet getirebileceği için etkili olmayabilir. Han et. al. (1987) depo çıkışlarını sıraya dizerek AS/RS' lerin birim zamanda taşıyabilecekleri kapasiteyi artırdılar. Depo çıkışlarını uygun bir biçimde sıralamak S/R makinesinin yükler arasındaki üretken olmayan seyahat süresini düşürebileceğinden birim zamanda taşınabilecek yük artırılmış oldu. Han et. al. (1987) birim yük konusunda sınırları çizilmiş bir AS/RS için görevler arasındaki seyahatlerin ortadan kaldırıldığı durumda gerçekleşeceğini belirtir bir kural ortaya koydular. Temel olarak bu ifade S/R (Storage and Retrieval) makinesinin tek komut yerine getirmesi durumunda, yukarıdaki maksimum iyileşmenin sağlanacağı anlamına gelir. Mevcut S/R makinelerinin tasarımı ile birim zamanda taşınan yükün azamiye çıkarılması çok zordur. Buna rağmen %100 çift komutlarla çalışan tipik bir AS/RS makinesi için en yakın komşu prensibi işler arası seyahati yaklaşık % 60 düşürerek birim zamanda taşınan yükte % 12 lik artış sağlamaktadır. Büyük sistemlerde bu % 12 lik artış bir koridorun kaldırılması ve S/R makinesinin bazı maliyetlerinin azalmasını sağlayabilir. Burada bir yerine iki mekiğe sahip olan S/R makinesinin alternatif tasarımı da analiz edilmiştir. Bu yeni tasarım depolama ve çıkış noktaları arasındaki seyahati ortadan kaldırır ve depolama / çıkış işlemlerinin ikisini de çıkış noktasında gerçekleştirir. Böylece Han et. al. (1987) hesapladıkları azami artışa ulaşılır (Elsayed and Unal 1989). Çift mekik S/R makinelerinin performansını iyileştirmeyi amaçlayan yeni bir tasarımıdır. Son zamanlarda birkaç firma yüksek taşıma yükü olan durumlarda maliyet açısından etkili bir alternatif olabileceğini belirterek bu tip tasarımları önermektedir. Fakat AS/RS sistemleri üzerinde yapılan çalışmaların çoğu tek mekik tasarımı üzerine kurulmuştur.

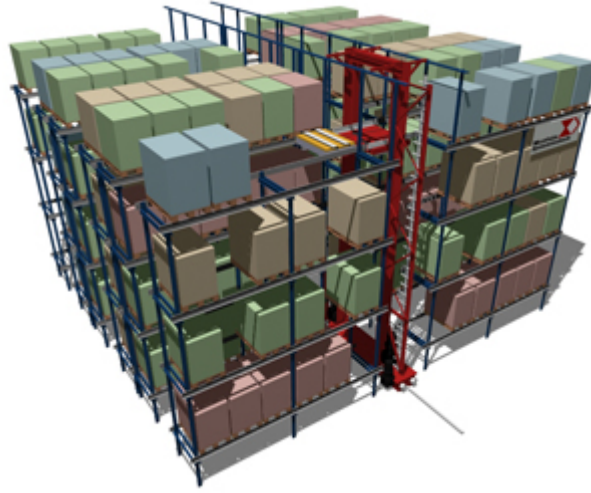
3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. AS/RS

AS/RS malzemelerin hassas, doğru ve hızlı bir şekilde depolanmasını ve bulunup getirilmesini sağlayan bir sistemdir. AS/RS ilk olarak 1965 de Avrupa’ da sınırlı depo alanını verimli bir şekilde kullanmak ve insan gücünü ekonomik bir şekilde kullanmak için kurulmuştur. Bu sistem otomatik kontrol ve bilgi yönetimi olmaksızın üç boyutlu olarak kurulmuştur (Wang 1995). AS/RS sistemi hassas konum kontrolü yapabilen X, Y ve Z ekseninde doğrusal hareket eden tutma ve kaldırma işlemini yapan, hem bilgisayar kontrollü hem de öğretim sistemine sahip malzeme stoklama sistemidir. Malzemelerin stoklanması için değişik yükseklikte raflar kullanılır. Raflar koridorlarla bölümlenir. Malzemeler raflara yerleştirilirken her malzemenin yeri ve varlığı otomatik olarak sisteme kaydedilir ve bu işler bir sıraya göre devam eder. AS/RS sistemi ile ürünlerin depolanmasında insan gücü en aza indirilmektedir. Aynı zamanda kontrol işlemi de bilgisayarlar ile uzaktan yapılabilmektedir.

AS/RS birçok depolama koridorundan oluşur ve bu koridorlarda bir veya daha fazla S/R makineleri işlem görür. Şekil 3.1 de örnek bir AS/RS sisteminin yapısı görülmektedir. Genelde her koridorda bir S/R makinesi bulunmaktadır. Ayrıca koridorlarda stoku yapılacak malzemeyi içeren depolama rafları vardır. S/R makineleri malzemelerin raflardan alınmasını ya da raflara ulaştırılmasını sağlar. AS/RS bir veya daha fazla girdi/çıkış istasyonuna sahiptir. Bu istasyonlarda malzemeler depolara konulmak üzere teslim edilir veya sistemden çekilir. AS/RS sistemlerinde girdi/çıkış istasyonları P&D (pick-up and deposit) istasyonları olarak geçer.



Şekil 3. 1 Örnek AS/RS Sistemi (İnt.Kyn.1)

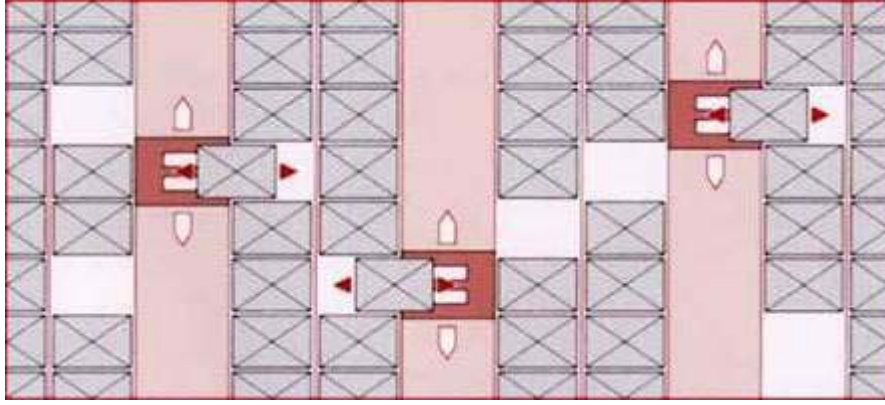
AS/RS sistemleri aşağıdaki kategorilere ayrılır

3.1.1.1. Birim Yük AS/RS (Unit Load)

Paletlerle ya da standart konteynırlarla depolanan üniteleri içeren, geniş bir otomasyona sahip olan sistemlerdir. Bu sistemler bilgisayar kontrollü; S/R makineleri, otomatik ve yükleri içeren konteynırları taşıyabilecek şekilde dizayn edilmiş sistemlerdir. Birim yük AS/RS genel bir AS/RS sistemi olup aşağıda tanımlanan sistemler bu birim yük AS/RS' nin çeşitleri niteliğindedir. Birim yük AS/RS ler aşağıdaki bölümlere ayrılır.

3.1.1.1.1. Tek Derinlikli AS/RS

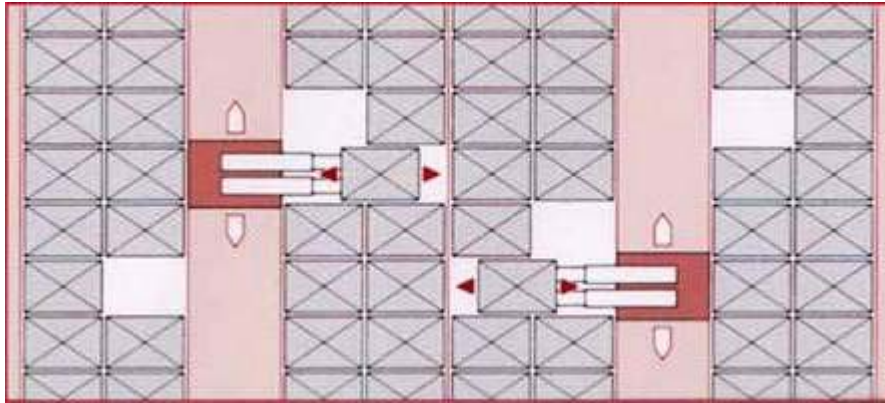
Tek derinlikli otomatik depolamada depolanan birim yükler iki taraftan da S/R makinesi tarafından alınabilir veya depolanabilir. Şekil 3.2 de tek derinlikli AS/RS nin yapısı verilmiştir.



Şekil 3. 2 Tek Derinlikli AS/RS (İnt.Kyn.1)

3.1.1.1.2. Çift Derinlikli AS/RS

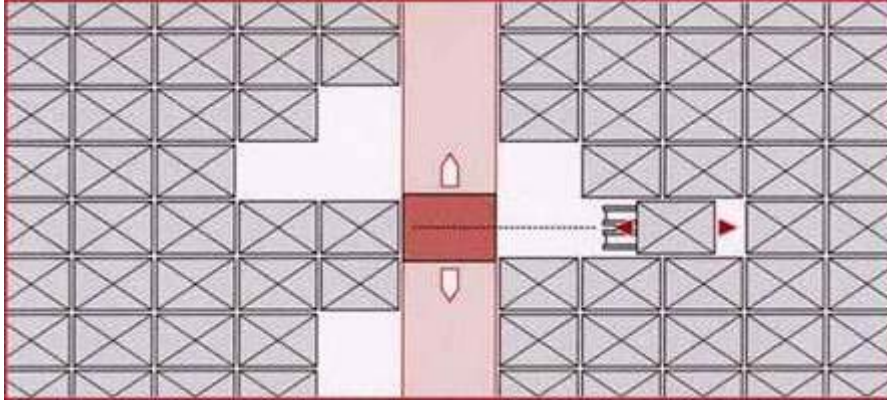
Çift derinlikli otomatik depolamada depolanan birim yükler iki taraftan da S/R makinesi tarafından çift derinlikli olarak alınabilir veya depolanabilir. Şekil 3.3 de çift derinlikli AS/RS nin yapısı verilmiştir.



Şekil 3. 3 Çift Derinlikli AS/RS (İnt.Kyn.1)

3.1.1.1.3. Yüksek Yoğunluklu AS/RS

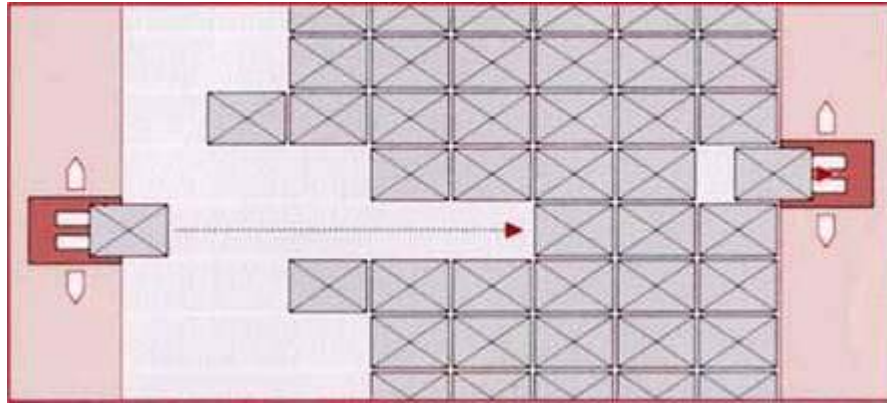
Yüksek yoğunluklu otomatik depolamada depolanan birim yükler iki taraftan da S/R makinesi tarafından yüksek yoğunluklu (2-12 derinlikli) olarak alınabilir veya depolanabilir. Şekil 3.4 de yüksek yoğunluklu AS/RS nin yapısı verilmiştir.



Şekil 3. 4 Yüksek Yoğunluklu AS/RS (İnt.Kyn.2)

3.1.1.1.4. Akış Yönlü AS/RS

Akış yönlü otomatik depolamada depolanan birim yükler bir taraftan bir güçle veya yer çekimi ile depolanırken diğer taraftan ihtiyaç duyulduğunda aynı anda alınabilir. Şekil 3.5 de akış yönlü AS/RS nin yapısı verilmiştir.



Şekil 3. 5 Akış Yönlü AS/RS (İnt.Kyn.3)

3.1.1.2. AS/RS nin Temel Bileşenleri

Bütün AS/RS sistemleri temel yapı blokları içerir. Sistemin bileşenleri şunlardır;

3.1.1.2.1. Depolamanın yapıldığı yapı

Depolamanın yapıldığı yapı AS/RS' nin içerdiği yükleri destekleyen, ayakta tutan çelik iskeletlerdir. Yapı yeterli sertliğe ve mukavemete sahip olmalı, iskeletler yük

değişmelerinden ve diğer bazı kuvvetlerden önemli ölçüde etkilenmemelidir. Depolamanın yapıldığı yapı ayrıca çatıyı ve binanın AS/RS kısmını desteklemek için kullanılır. Depolamanın yapıldığı yapının bir fonksiyonu da koridor donanımını desteklemek, AS/RS' nin parça depolama bölümlerine uygun bir şekilde S/R makinelerini hizalamaktır. Bu donanım, yapının üstünde ve altında yönetici rayları, son durakları ve S/R makinelerin güvenliğini sağlayacak özellikleri içerir.

3.1.1.2.2. S/R Makineleri

S/R makinelerinde istenilen hareketi sağlayabilmek için, 3 sürüş sistemi gereklidir; dikey, yatay ve mekik. Modern bir S/R makinesi 500 ft/dk' nın (152,4 m/dk) üstünde bir hıza sahiptir. Dikey de ise 100 ft/dk (30,48 m/dk) ile sınırlıdır. Bu hızlar, yüklerin P&D istasyonlarından depolardaki ilgili kısımlara götürülmesi için gereken sürenin belirlenmesinde yardımcı olur. S/R makinelerinin hızlandırılması veya yavaşlatılmasının, transfer zamanı üzerindeki etkisi mesafe arttıkça artmaktadır.

3.1.1.2.3. Depolama Modülleri

P&D istasyonları AS/RS' lerden veya AS/RS' lere transfer etmeyi sağlar. Bu istasyonlar genellikle koridorların sonunda bulunur. P&D istasyonları koridorun karşı uçlarında veya aynı yerde olabilirler. Bu girişlerin orijin noktalarına veya çıkışların hedeflerine bağlıdır. P&D istasyonları hem S/R makinelerine hem de dış taşıma sistemlerine uyumlu olacak şekilde tasarlanmalıdır. P&D istasyonlarında, AS/RS dışına taşımalarda en çok kullanılan transfer metotları manüel yükleme/boşaltma, forkliftler, konveyör sistemleri ve AGV ler dir.

3.1.1.3. Özellikleri

AS/RS sistemlerinin büyük bir kısmında her koridorda bir S/R makinesi vardır. Fakat yüklemelerin fazla olduğu bazı sistemlerde her koridora bir S/R makinesi atanması yeterli olmamaktadır. Bu da S/R makinelerin nerelerde kullanılacağı sorusunu getirir. Koridor transfer arabaları bu mesafelerde, koridorlar arasında S/R makinelerini öne arkaya getirerek yükleme işlemlerini gerçekleştirmelerini sağlar. Koridor transfer arabaları S/R makinelerini taşıyabilecek yeterli mukavemete sahip olmalıdır. Arabalar koridor boyunca koridorun sonuna kadar ilerleyebilmelidirler.

Boş/dolu kap detektörleri, bir depodaki S/R makinelerin hazır ve dolu veya boş olduğunu belirler. Bunu yaparken ışığın veya sesin sıçrayışlarından, dalgalarından yararlanan optik veya sonar sensörleri kullanır. Yükleme yoksa sensörden sinyal alınmaz. Bu sayede dolu olan depolara yükleme yapılması ve boş olan kompartımanlarda da boşaltma işleminin yapılması önlenmiş olur.

Ölçüm istasyonları kabul edilebilir büyüklükte olmayan yüklerin AS/RS' ye girişini engelleyerek sistemi korur. S/R makinesinin alacağı yük uygun büyüklükte olmazsa ya sıkışır ya da yere düşer. Ölçüm istasyonlarında yükün uzunluğu, genişliği ve ağırlığı ölçülür. Eğer boyutları kabul edilebilir seviyenin üstündeyse ya özel bir yere götürülür ya da yeniden ölçülendirilir.

Yük tanımlama istasyonları yükün mevcut yerinin belirlenmesi için gerekli tanımlayıcı bilgilerin girilmesinde kullanılır. Yükün tanımlanması manüel, yarı otomatik ya da oto manüel metotlarla olabilir. Oto manüel metotta bir operatör malzemenin veya konteynırın kimlik numarasını okur ve sisteme girer. Yarı otomatik metotta ise bir operatör, barkot okuyucusuyla malzemeyi tanımlar. Kimlik belirleme okuyucunun sabitlenip, malzemenin oradan geçerken barkodunun okunmasıyla da sağlanabilir.

3.1.1.4. AS/RS' nin Faydaları

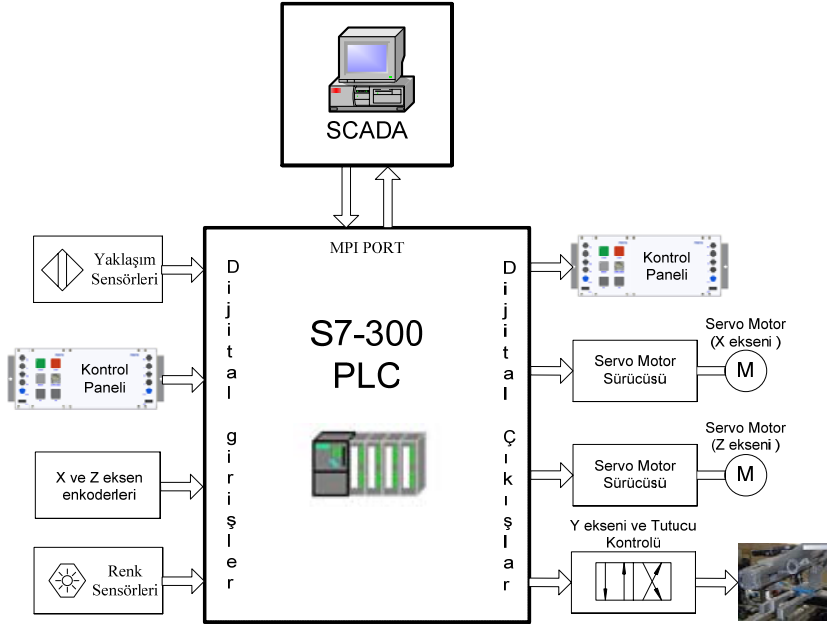
- 1) Geliştirilmiş envanter yönetim ve kontrolü
- 2) Güvenli ve hızlı dağıtım
- 3) Alan etkinliği
- 4) Basit ve hızlı envanter karşılama
- 5) Farklı çevrelerde çalışma kabiliyeti
- 6) Kayıp veya yanlış yerleştirilmiş teçhizat, bölüm ve araç miktarlarında düşüş
- 7) Geniş menzilli yüklerde tasarım esnekliği
- 8) Düşük emek masrafları
- 9) Eksiksiz envanter ve yük yerleştirme
- 10) Stokta düşüş
- 11) Fayda potansiyelinde artış
- 12) Artık ve tekel işlemlerinde düşüş

3.1.1.5. AS/RS' nin Başarısında Ölçü Olarak Alınan Kriterler

- 1) Vinç hızı
- 2) Depolama raflarının faydalı kullanım oranı
- 3) AGV ve forkliftlerin girdi-çıkı taşımalarındaki hızı ve etkinliği
- 4) Depolama parçalarının tertibi
- 5) Girdi-çıkı çalışmalarının karışımı,
- 6) AS/RS' de bilgisayar kontrolünün hızı
- 7) Açık girdi-çıkı noktaları

3.1.2. Uygulamada Kullanılan AS/RS İstasyonu

Uygulamada kullanılan esnek üretim sisteminin birim yük otomatik depolama istasyonu Resim 3.1 de ve bu istasyonun blok diyagramı ise Şekil 3.6 da verilmiştir.



Şekil 3. 6 AS/RS Blok Diyagramı



Resim 3. 1 Uygulamada Kullanılan AS/RS istasyonu

3.1.2.1. I/O Terminali

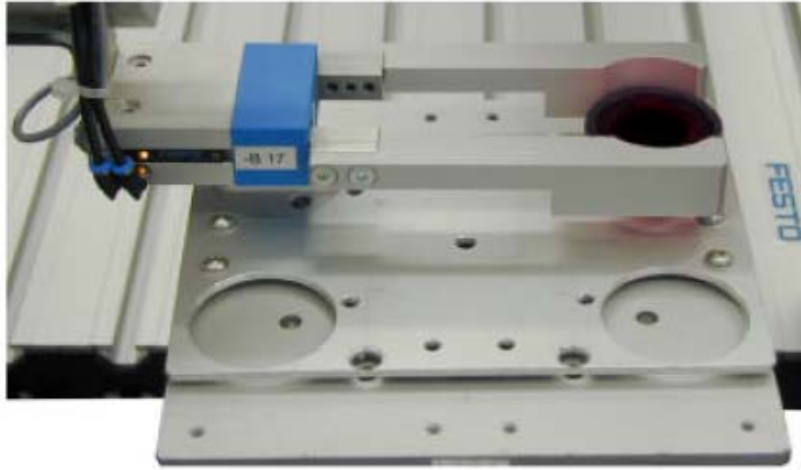
8 giriş ve 8 çıkıştan oluşmuş basit bir giriş çıkış birimidir. Ayrıca sensörler ve diğer birimlerde kullanmak için 0 V ve +24 V bağlantı uçları mevcuttur. I/O terminali Resim 3.2 de verilmiştir.



Resim 3. 2 I/O Terminali

3.1.2.2. Yaklaşım Sensörleri

Bu sensörler pnomatik pistonların üzerine monte edilir. Pnomatik pistonun konumunun algılanmasında kullanılır. Kalıcı bir manyetik etkiye maruz kaldıklarında kontaklarının konumu değişir. Resim 3.3 de B17 yaklaşım sensörü verilmiştir.



Resim 3. 3 Yaklaşım Sensörü (Festo 2002)

3.1.2.3. Sınır Anahtarları

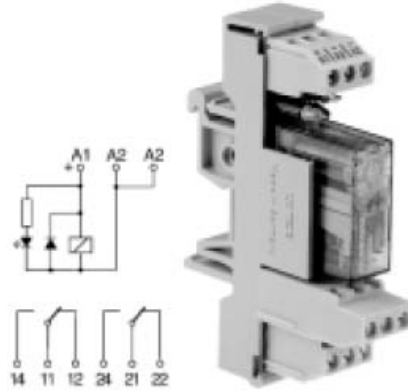
Resim 3.4 de istasyonda kullanılan sınır anahtarı verilmiştir. PLC nin çıkışı ile motor sürücüler arasında bağlanmıştır. Normalde kapalı kontakları kullanılmış ve bu sayede sistemin X ve Z ekseninde belirli sınırlar dışına çıkması engellenmiştir.



Resim 3. 4 Sınır Anahtarı

3.1.2.4. Röleler

Tutucunun geri pozisyonunu algılayan B14 sensöründen enerji alırlar. Her bir rölenin kontakları PLC nin çıkışları ile motor sürücüler arasında bağlıdır. Tutucu ileri pozisyondayken X ve Z eksenindeki hareketi engellemek amacıyla kullanılmıştır. Röle modülü ve bağlantı şekli Resim 3.5 de verilmiştir.



Resim 3. 5 Röle Modülü

3.1.2.5. Servo Motorlar

İçinde bulunduğumuz sanayi sürecinde servo motorlar küçük olmaları, az yer kaplamaları, fırçasız olmaları, değişik kumanda ve komutlarla duyarlı olarak geniş bir hareket kabiliyetlerinin bulunması sebebiyle günümüzde otomasyon sistemlerinin oluşturulmasında kullanılan en önemli elemanlardır. İstasyonda kullanılan servo motor Resim 3.6 da verilmiştir.



Resim 3. 6 Kullanılan Servo Motorlar

Servo Motorların Kullanıldığı Yerler

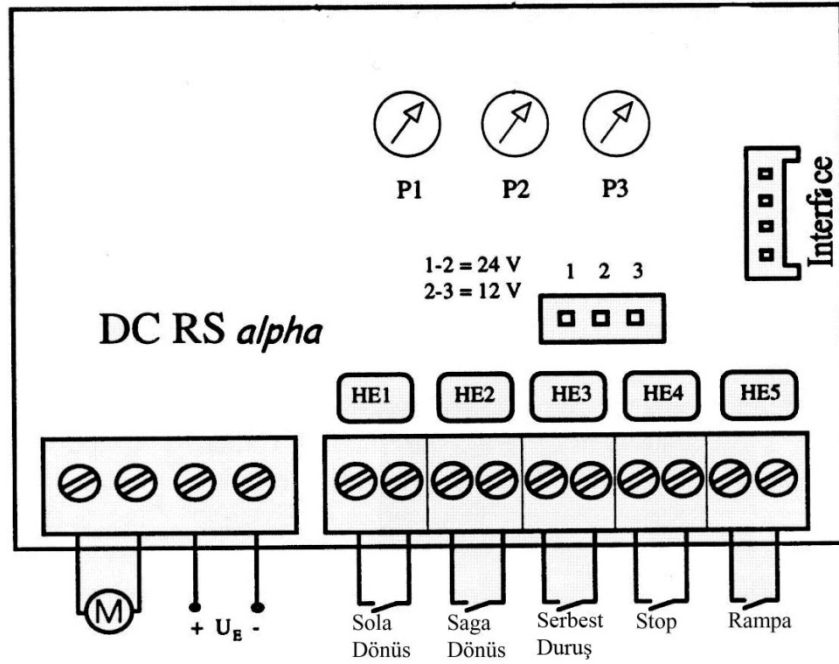
- Bilgisayarlarda ve hafızalı makinelerde
- Endüstriyel aletlerde
- 400 Hz frekanslı olanları askeri silah sanayinde
- Küçük rotorlu olanlar saatlerde, oyuncaklarda ve bazı vantilatörlerde
- Elektrik santrallerinde, alternatör devir ayar sistemlerinde
- Tam otomatik regülatörlerin kumanda sisteminde

Ayrıca sayısal kontrollü makinelerde;

- Pozisyon belirlenmesinde
- Çalışma kararlılığının sağlanmasında
- Çalışma şekline göre belirlenen istekleri servo motorlar tarafından ayarlanır.

3.1.2.6. Servo Motor Sürücüler

Şekil 3.7 de servo motor sürücünün bağlantıları görünmektedir. Motoru sola döndürmek için HE1 girişine +24 V uygulanmalıdır. Aynı şekilde sağa dönüş için HE2 girişine gerilim uygulanmalıdır. Motorun serbest durması için HE3 girişine, ani durması için HE4 girişine gerilim uygulanmalıdır. HE5 girişi ise motorun yüksek devir sayısında hareket etmesi için kullanılır.



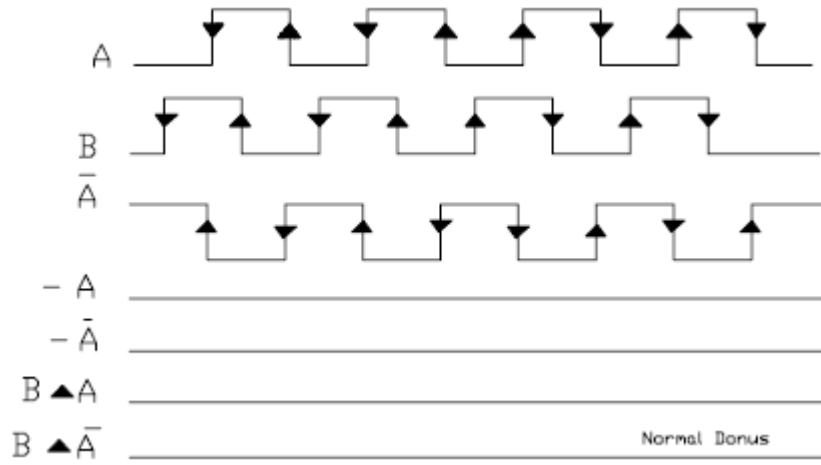
Şekil 3. 7 Servo Motor Sürücü Bağlantı Şekli

3.1.2.7. Servo Motor Kodlayıcısı

Artımsal kodlayıcılar geri beslemeli kontrol sistemlerinde pozisyonların teyidi ve geri besleme sinyallerinin üretilmesinde kullanılırlar. Genel olarak mutlak ve artımsal olmak üzere iki tiptedirler. Artımsal kodlayıcılar mutlak kodlayıcılara oranla ucuz olmaları ve yapılarının basit olması sebebi ile tercih edilmektedir (Hurmali 1992, Kuo and Tal 1978). Tipik bir kodlayıcıda A B ve Z şeklinde üç farklı sinyal çıkışı mevcuttur. Bunlardan A ve B fazına ait sinyaller, aralarında 90° faz farkı olan iki sinyaldir. Z sinyali ise referans sinyali olarak adlandırılır ve sayıcıyı reset etmekte veya bir dönüşü ait mutlak pozisyon bilgisinin belirlenmesinde kullanılır. Bununla birlikte bazı artımsal kodlayıcı mekanizmaları A B ve Z sinyallerine ek olarak bunların değillerini de çıkış

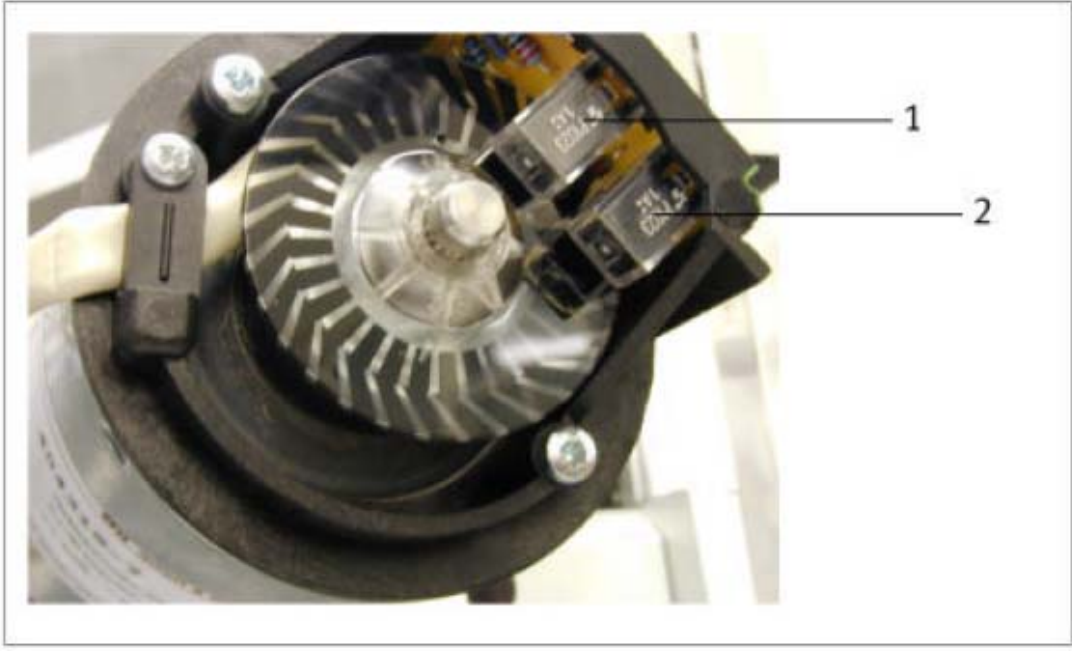
olarak veren yapıda yapılmaktadır. Kodlayıcıdan elde edilen çıkış darbeleri mutlak pozisyon bilgisini göstermez. Kodlayıcının verdiği darbe sayısı bağlı olduğu shaftın dönme miktarı ile orantılıdır. Eksen dönme miktarının mutlak değeri kodlayıcıdan alınan çıkış darbelerinin bir sayıcı devresi kullanılmak suretiyle depolanması ile elde edilir.

Şekil 3.8 de kodlayıcıdan alınan çıkış sinyalleri ve rotor dönüş yönünün belirlenmesi esası gösterilmektedir.



Şekil 3. 8 Kodlayıcıdan Elde Edilen Sinyaller

X ve Z ekseninin servo motorlar ile konum kontrolünü yapmak için servo motorun enkoderinden gelen sinyaller PLC de hızlı sayıcısı ile sayılarak istenilen konuma ulaşılır. Resim 3.7 de servo motor enkoderlerinin yapısı görülmektedir. Resimde 1-2 ile gösterilen optik algılayıcılardan A ve B palsleri alınır.

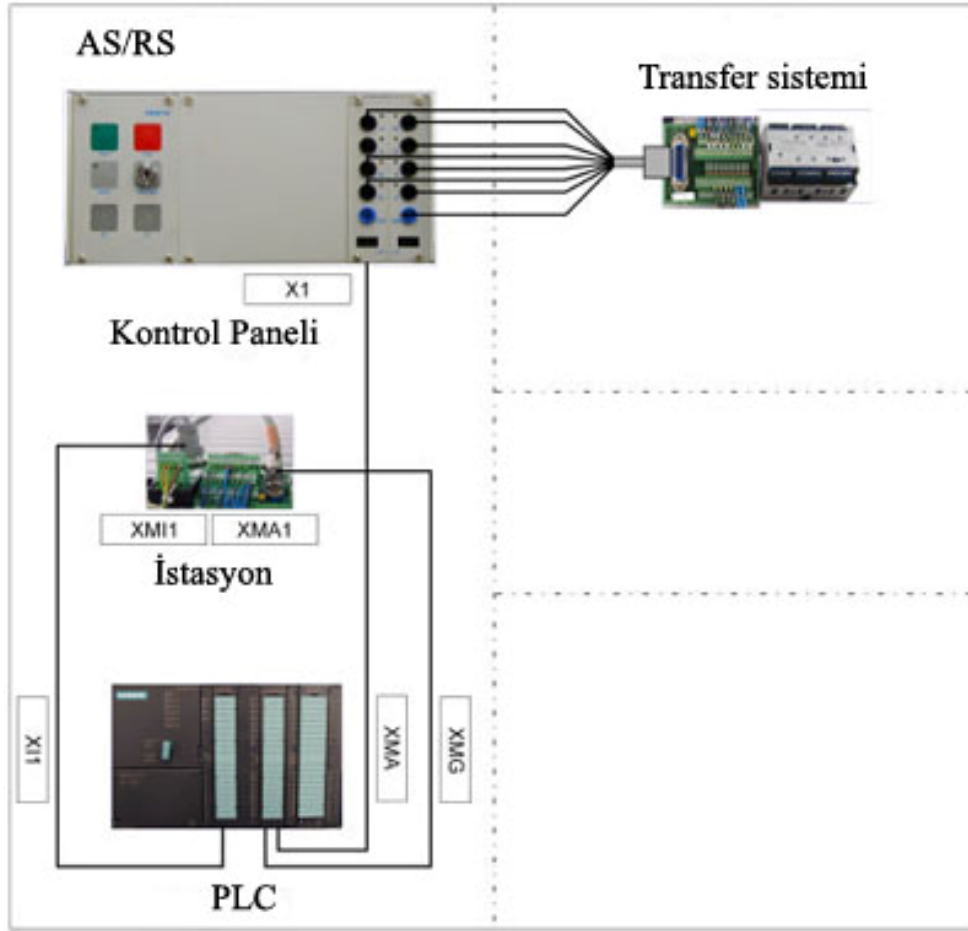


Resim 3. 7 Servo Motor Kodlayıcısı (Festo 2002)

Motorun 1 tur dönüşünde enkoder 30 pals üretir.

3.1.2.8. Kontrol Paneli

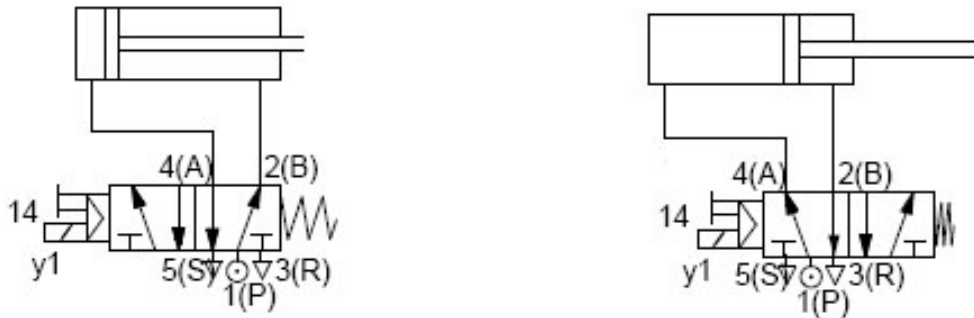
Şekil 3.9 da AS/RS istasyonunun kontrol panelinin taşıma sistemi ve PLC ile olan bağlantıları verilmiştir.



Şekil 3. 9 Kontrol Paneli Bağlantı Şeması (Festo 2002)

3.1.2.9. Pnömatik Valf

Şekil 3.10 da Y eksenli ve tutucu için kullanılan pnömatik valflerin yapısı görülmektedir. Sisteme 24V uygulandığında piston ileri hareket eder, enerji kesildiğinde ise valf yay geri dönüşlü olduğu için piston geri hareket eder.



Şekil 3. 10 Pnömatik Valf (Festo 2002)

3.1.2.10. Y Ekseni ve Tutucu

Y ekseninde mekik hareketini sağlayan bir piston ve iř parçasının taşınmasını sağlayan bir tutucu pistondan oluşur. Y eksenini ve tutucu Resim 3.8 de verilmiştir.



Resim 3. 8 Y Ekseni ve Tutucu (Festo 2002)

3.1.2.11. Lineer Elektromekanik Sürücü

X ve Z ekseninin servo motor sayesinde hareketlerini sağlayan lineer elektromekanik sürücü Resim 3.9 da verilmiştir.



Resim 3. 9 Lineer Elektromekanik Sürücü

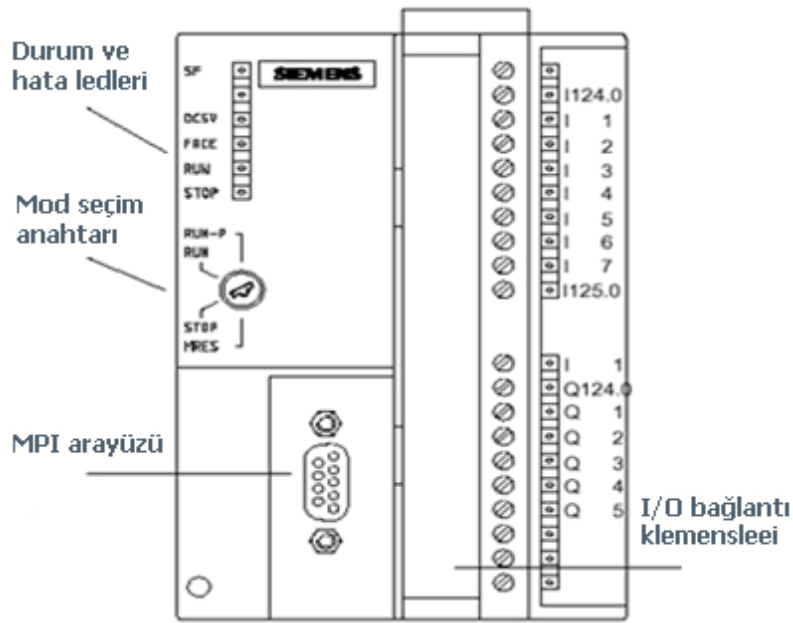
3.1.3. PLC

Programlanabilir Kumanda Cihazı (PLC) Otomasyon devrelerinde; yardımcı röleler, zaman röleleri, sayıcılar gibi kumanda elemanlarının yerine kullanılan mikroişlemci temelli cihazlardır. Bu cihazlarda zamanlama, sayma, sıralama ve her türlü ardışık lojik

işlemler yazılımla gerçekleştirilir. Bu nedenle karmaşık otomasyon problemlerini hızlı ve güvenli bir şekilde çözmek mümkündür. Günümüzde PLC'lerin oldukça geniş kullanım alanı oluşmuştur. Bunlara enerji dağıtım sistemleri, fabrika otomasyonu, asansör tesisatları, konveyörler vb. örnek verebiliriz.

3.1.3.1. S7 – 300' ün Tanıtımı

Şekil 3.11 de S7-300 PLC nin ön görünüşü verilmiştir.



Şekil 3. 11 S7-300 PLC

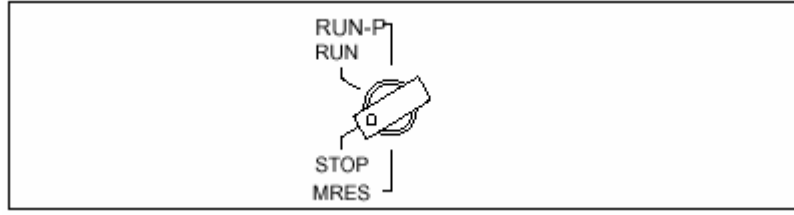
3.1.3.1.1. Mod Seçim Anahtarı

PLC' nin çalışma modunu belirler. S7 – 300' ün 3 adet çalışma modu vardır. Bu anahtar Şekil 3.13 de verilmiştir.

1- Stop: Bu durum adından da anlaşılacağı gibi durma durumudur. PLC bu durumda hafızasında bulunan herhangi bir programı yürütmez. Bu durum ayrıca PLC' nin programlama durumudur.

2- Run: Çalışma durumudur. PLC hafızasına yüklü olan programı bu durumda işletir.

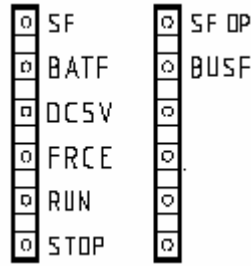
3- Run – P: Çalışma ve programlama durumudur. Bu durumdayken PLC hem hafızasındaki programı yürütür hem de programlanabilir.



Şekil 3.12 Mod Seçim Anahtarı

3.1.3.1.2. Durum ve Hata LED' leri

S7 – 300' ün durumunu ve var ise hatalarını kullanıcıya belirtmek için kullandığı Led ler Şekil 3.13 de verilmiştir.



Şekil 3.13 Durum LED leri

SF: Bu LED' in yanması; donanım, yazılım, programlama, aritmetik işlem, timer hatalarını gösterir.

BATF: S7 – 300 içinde bulunan bataryada bir problem olduğunu gösterir.

DC5V: Dahili 5V DC kaynağın çalıştığını gösterir.

RUN: PLC' nin çalışma modunda olduğunu gösterir

STOP: PLC' nin programlama modunda olduğunu gösterir

3.1.3.2. PLC' nin içyapısı

Bir PLC şu temel kısımlardan oluşur; Bir mikrobilgisayar (Mikroişlemci + Bellek + Giriş - Çıkış arabirimi) veya kontrolör, giriş ve çıkış birimleri, programlayıcı birimi, güç kaynağıdır. Ayrıca programı yedeklemek ve başka bir PLC' ye aktarmak için EEPROM (yazılır - okunur hafıza) modülü, giriş-çıkış sayısını arttırmak için genişleme birimi, enerji kesilmeleri durumunda PLC' yi besleyen yedek güç kaynağı ve seri haberleşme arabirimi gibi elemanlar bulunur.

3.1.3.2.1. Merkezi İşlem Birimi

Bütün sayısal bilgisayarlar gibi PLC, bir mikroişlemci, bellek ve giriş - çıkış arabirimlerinden oluşur. PLC' de tek bir mikroişlemci yerine mikro kontrolör veya mikrobilgisayar olarak adlandırılan elemanlar da kullanılır. Bu elemanların mikroişlemciden farkı; işlemci, bellek ve giriş-çıkış arabirimlerinin bir arada bulunmasıdır. Mikrobilgisayar veya mikro kontrolör, PLC işletim sistemi altında kullanıcı programını yürüten, PLC' nin çalışmasını düzenleyen ve bu işlemleri yapmak için gerekli birimleri bulunan en önemli elemandır. Her adımda şu işlevleri gerçekleştirir:

1. Giriş modüllerindeki bilgilerin incelenerek denetlenen prosesin durumunun gözlenmesi,
2. Bu bilgiler ile bellekteki uygulama programının yürütülmesi,
3. Denetim gerekliliğine karar verilmesi,
4. Gerekli olduğu durumda çıkış modüllerine bir işaret göndererek işlevin gerçekleşmesi.

3.1.3.2.2. Bellek

Bellek olarak, salt okunur bellek (ROM) ve rasgele erişimli bellek (RAM) kullanılır. İşletim sistemi ve PLC' ye ilişkin değiştirilemeyen veriler salt okunur bellekte; veriler, kullanıcı programları ve giriş-çıkış işaret durumları rasgele erişimli bellekte tutulur. Giriş-çıkış işaret durumlarının tutulduğu özel bellek alanı giriş - çıkış görüntü belleği olarak adlandırılır. Giriş-çıkış arabirimi, bir giriş-çıkış birimi üzerinden kumanda elemanlarına bağlanır.

3.1.3.2.3. Giriş Görüntü Belleği

Programın yürütülmesi sürecinde giriş birimindeki işaret durumlarının (var-yok) saklandığı özel bellek alanıdır. Her çevrimin başlangıcında giriş birimindeki değerler yeniden alınır ve bu değerler bir çevrim süresince değişmez.

3.1.3.2.4. Çıkış Görüntü Belleği

Kontrol programının yürütülmesi sürecinde hesaplanan değerlerin saklandığı özel bir bellek alanıdır. Kullanıcı programının yürütülmesi tamamlandığında çıkış birimine transfer edilir ve bir sonraki işleme kadar bu değerler tutulur.

3.1.3.3. Giriş Birimi

Kontrol edilen sistemle ilgili algılama ve kumanda elemanlarından gelen elektriksel işaretleri lojik gerilim seviyelerine dönüştüren birimdir. Kontrol edilen sisteme ilişkin basınç, seviye, sıcaklık sensörleri, butonlar ve sınır anahtarları gibi elemanlarından gelen iki değerli işaretler (var - yok, 0 veya 1) giriş birimi üzerinden alınır. Gerilim seviyesi değerleri 24V, 48V, 100V-120V, 200V-240V doğru veya alternatif akım olabilir. PLC giriş birimi devresine gelen bir işaretin lojik 0 kabul edilebildiği bir alt

sınır ve lojik 1 olarak kabul edildiği bir üst sınır vardır. Giriş bilgisinin doğru olarak algılanabilmesi için işaret gerilim seviyesinin bu değerler arasında olması gerekir.

3.1.3.4. Çıkış Birimi

Kontrol edilen sistemdeki, kontaktör, röle, selenoid gibi kumanda elemanlarını sürmeye uygun donanımda olan birimdir. Bunlar; röle, triyak ya da transistor çıkışlı olabilir. Özellikle, çalışma sırasında çok sayıda yüksek hızlı açma - kapama gerektiren durumlarda, doğru akımda transistörlü, alternatif akımda triyaklı olan çıkışlar kullanılır. PLC üzerindeki çıkışlardan büyük akımlar çekilemez. Örneğin kontak çıkışlı devreler 6A mertebesinde, triyak ve transistorlu devreler 1A ya da 2A mertebesinde yüklenebilirler. Çıkış birimlerinin akım kapasiteleri PLC' lere ait kullanım kitapçıklarında verilir. Elektrik motorlarının kumandasında kullanılan kontaktörler genellikle röle çıkışlı çıkış birimleri ile sürülür.

3.1.3.5. Giriş Çıkış İşlemi

PLC, program başlamadan önce bütün girişlerin ON - OFF durumlarını kontrol eder. Program devam ederken, eğer girişte bir değişiklik olursa, giriş hafızası değişmez. Değişiklik ancak bir saykıl sonra meydana gelir. Programdaki sıraya göre fonksiyonların ON-OFF durumları, giriş bilgileri ile birlikte kontrol edilir. Bu işlemler, fonksiyon hafızasında giriş ve çıkış işlemleri olarak yerine getirilir. Bütün komut ve işlemler tamamlandıktan sonra, çıkışların ON - OFF durumları çıkış tutma hafızasına gönderilir. Buradaki bilgiler çıkış terminalinde gerçek çıkışlar olarak ortaya çıkar. Giriş ile çıkış arasındaki (programın başlangıcı ile bitişı arası) bir seri çalışma için geçen zaman " çalışma saykılı " olarak isimlendirilir.

3.1.3.6. PLC Elemanları ve Eleman Numaraları

Elemanlar deyimi PLC içerisindeki zaman rölesi, röle, sayıcı gibi fonksiyonları ifade eder. Her bir elemanın, PLC merkezi işlem ünitesi tarafından tanınan bir numarası vardır. Üretici firmalar tarafından PLC' lere verilen numaralandırma sistemleri arasında farklar vardır.

3.1.3.6.1. Giriş Rölesi

Giriş rölesi PLC' nin giriş terminaline bağlanmıştır ve optik olarak yalıtılmış bir elektronik röledir. Giriş rölesinin normalde açık ve normalde kapalı olmak üzere birçok kontağı bulunur. Yalnız bu kontaklar ve PLC içerisindeki buna benzer diğer kontaklar ile giriş röleleri sürülemezler. Giriş terminal sayısı farklı PLC' ler imal edilirler (6-8-12-16 girişli gibi). Giriş devresi primer ve sekonder olmak üzere iki devreden oluşur. Bu iki devre optokuplör ile birbirinden yalıtılmıştır. Sekonder devrede R - C filtre devresi bulunur. Filtre devresi ile kontakların açılıp kapanması sırasında oluşacak titreşimlerin veya gürültü sinyallerinin oluşturabileceği hatalı çalışma durumları önlenir.

Giriş devresinin güvenli bir şekilde ON/OFF yapılabilmesi için gerekli akım değerinin elde edilmesi gerekir. "Kullanma kılavuzunda" verilen özellikler tablosunda bu değerler yazılıdır. Örneğin: Giriş devresi gerilimi DC 24V, çalışma akımları OFF / ON = DC 4mA ,ON / OFF = DC 1.5 mA gibi. PLC' lerin giriş devresi için genellikle DC 24 V' luk güç kaynağı kullanılır. Bu güç kaynağı genelde PLC' nin içerisine monte edilmiştir. Bazı PLC' lerde ise harici olarak temin edilir.

3.1.3.6.2. Çıkış Rölesi

Çıkış, PLC tarafından harici yüke sinyal gönderilmesi, yani yükün anahtarlanması demektir. Çıkış rölesinin kontağı PLC' deki çıkış terminaline bağlanmıştır. Çıkış terminal sayısı farklı PLC' ler imal edilirler (4-6-10-16 çıkışlı gibi). Çıkış devresinde

röle kullanılmasının yanında, transistör çıkışlı ve triyak çıkışlı olarak imal edilen PLC'lerde vardır. Çıkış devresinde röle kullanıldığında AC veya DC gerilimle çalışan yükler kumanda edilebilir. Transistör çıkışlıda sadece DC yükler, triyak çıkışlıda ise AC yükler kumanda edilir. Kumanda edilecek yükün cinsine göre uygun PLC seçilmelidir.

3.1.3.6.3. Yardımcı Röle

PLC içerisinde birçok yardımcı röle vardır. Yardımcı röleler, PLC içerisinde bulunan her bir eleman tarafından çıkış rölesinin sürülmesinde olduğu gibi sürülebilirler. Yardımcı röleler, PLC' de yapılacak kumanda devresinde kullanılırlar. Yardımcı rölelerin normalde açık ve normalde kapalı olmak üzere birçok kontağı vardır. Fakat harici yüklerle bu kontaklar ile direkt yol verilmezler.

3.1.3.6.4. Zaman Rölesi

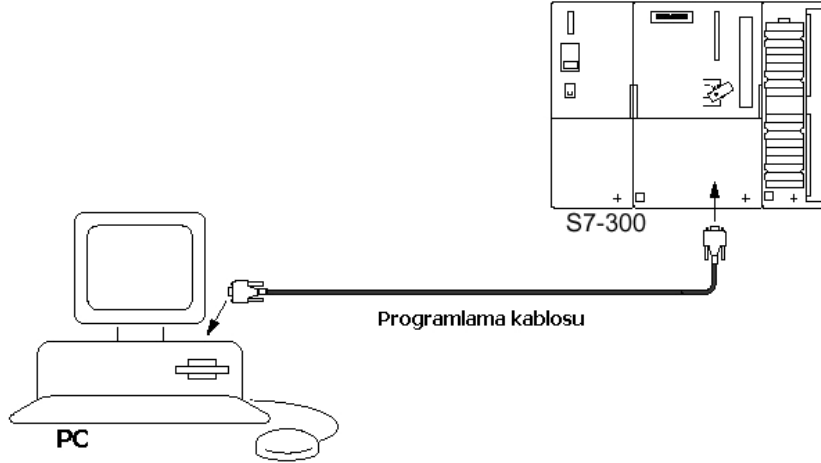
Zaman rölelerinin zaman gecikmesi ile açılıp kapanan birçok normalde açık ve normalde kapalı kontağı bulunur. Ani açılıp kapanan kontak gerekli olduğunda, zaman rölesine paralel bir yardımcı röle bağlanarak yardımcı rölenin kontakları kullanılabilir. PLC'lerde değişik zaman aralıklarında zaman gecikmesi elde etmek için zaman röleleri bulunur.

3.1.3.6.5. Sayıcı

Sınır anahtarı, fotoelektrik anahtar vb. gibi elemanlar yardımıyla elde edilen pulsler PLC giriş terminalinden uygulanarak fiziki miktarları sayma işlemi yapılabilir. Sayma işlemi için kullanılan elemanlara " sayıcı " denir. Sayıcının reset girişi ve sayma girişi olmak üzere başlıca iki girişi vardır. Reset girişinin ON / OFF olması ile sayıcı reset edilir. Yani ayar değerine döndürülmüş olur. Sayma girişindeki ON / OFF süresi veya başka bir ifadeyle frekansı artarsa bunun için yüksek hızlı sayıcılar kullanılır.

3.1.3.7. PLC' nin Programlanması

Programın yazılması komut ve bilgilerin PLC içerisindeki RAM hafızaya kaydedilmesi demektir. PLC ünitesinde program EEPROM içerisine kaydolur. Program yazma işlemine başlamadan önce mod seçici anahtar program konumuna alınır. Şekil 3.14 de S7 - 300 ile bilgisayar arası bağlantı gösterilmiştir.

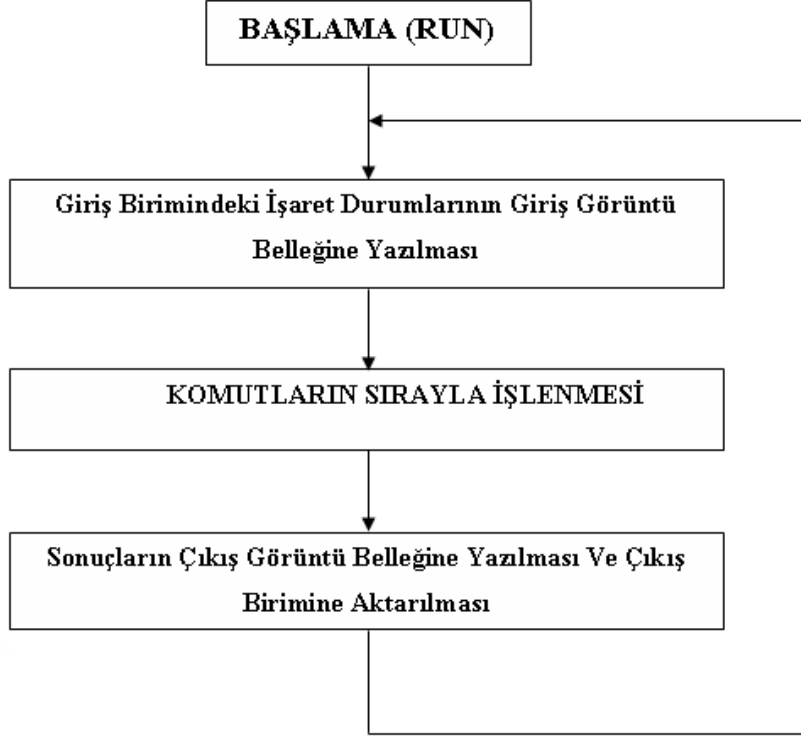


Şekil 3. 14 S7-300 ile Bilgisayar Bağlantısı

3.1.3.7.1. Kullanıcı Programının Yürütülmesi

PLC program belleğine yüklenmiş bir kullanıcı programı, birinci komuttan başlanarak son program komutuna kadar bütün komutların sırayla yürütülmesi biçiminde gerçekleşir. Programın son komutuna erişildiğinde tekrar birinci komuta dönülür. Bu çalışma biçimi sonsuz çevrime girmiş bir program parçası gibi düşünülebilir. Bu çalışma biçiminde komutların işleme sırası atlama, altprogram, çağırma gibi komutlar kullanıldığında ya da kesmeli çalışma durumlarında değişebilir. Ancak her tarama çevriminin belirli bir sürede tamamlanması gerekir. Bir tarama işleminin belirli bir sürede tamamlanmaması durumunda sistem programı PLC çalışmasını durdurur. Bu süre genellikle 300 ms ile 1000 ms arasında değişir. Bu işlem bir gözetleme zamanlayıcısı (Watchdog Timer) ile sağlanır. PLC' lerde bir çevrimin tamamlanması için geçen süreye tarama zamanı denir. PLC nin tarama zamanı giriş – çıkış sayısına,

programın içeriği ve uzunluğuna, işlemcinin çalışma frekansına bağlıdır. Bir PLC' de altprogram ve kesmeli çalışma yapılmadığı durumlarda kullanıcı programının yürütülmesi Şekil 3.15 deki akış diyagramında verildiği gibidir.



Şekil 3. 15 Programın Yürütülmesi

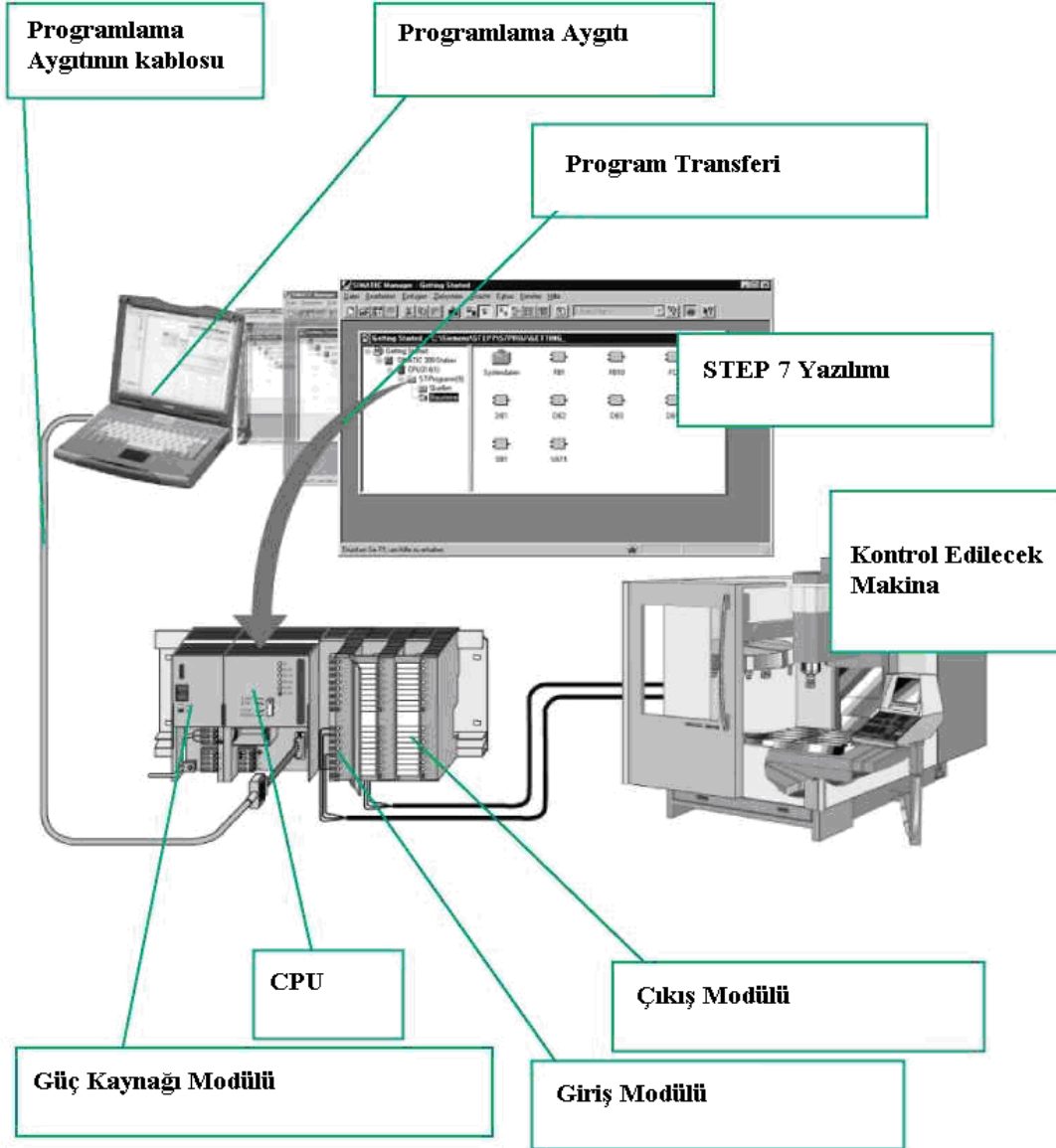
Bir PLC çalışma (RUN) durumuna getirildiğinde sırayla aşağıdaki işlemler gerçekleşir.

- 1- Giriş birimindeki değerler giriş görüntü belleğine alınır ve saklanır. Bu değerler bir sonraki çevrime (taramaya) kadar değişmez.
- 2- Yazılan programa göre program komutları adım adım sırayla işlenir. Ancak giriş değerleri için giriş görüntü belleğinden okundukları andaki değerler geçerlidir ve bir program çevrimi süresince bu değerler değişmez.
- 3- Kullanıcı programının yürütülmesi tamamlandıktan sonra hesaplanan değerler çıkış görüntü belleğine yazılır ve çıkış birimine gönderilir. Çıkış birimine aktarma işlemi tamamlandıktan sonra tekrar birinci adıma dönlür. Çıkış görüntü belleği ve çıkış birimindeki değerler bir sonraki çevrime kadar değişmez.

3.1.4. Kullanılan PLC Programlama Yazılımı

3.1.4.1. SIEMENS Simatic Step 7 Programı

Step 7 programı kullanarak S7 PLC programları bir proje içinde meydana getirebilir. S7 programlanabilir kontrolörler bir CPU, güç kaynağı ve giriş çıkış birimlerinden meydana gelir. Programlanabilir mantıksal denetleyici S7 programı sayesinde kontrol edilecek makineyi izler ve kontrol eder (Siemens 2004). Şekil 3.16 da örnek bir otomasyon sisteminin yapısı verilmiştir.

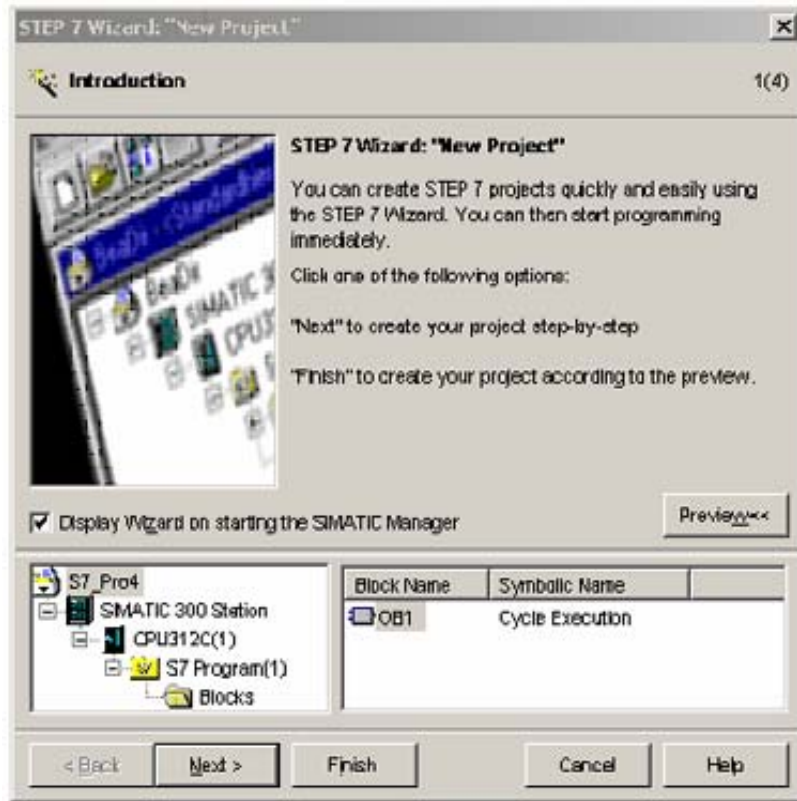


Şekil 3. 16 Örnek bir Otomasyon Sisteminin Yapısı (Siemens 2004)

3.1.4.2. SIMATIC Manager

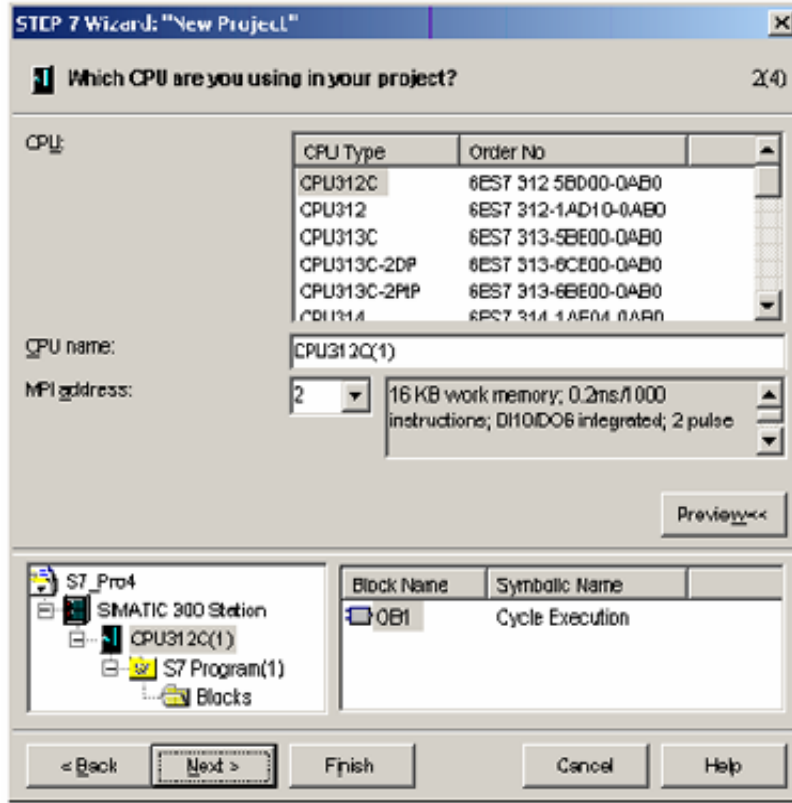
3.1.4.2.1. Simatic Manager' ı başlatma ve bir Proje oluşturma

Simatic Manager' ı başlatmak için masaüstündeki SIMATIC Manager ikonuna çift tıklanır veya Başlat→Simatic→ SIMATIC Manager seçilir. Simatic Manager açıldıktan sonra ekrana Resim 3.10 daki gibi Step 7 yeni proje oluşturma sihirbazı gelir.



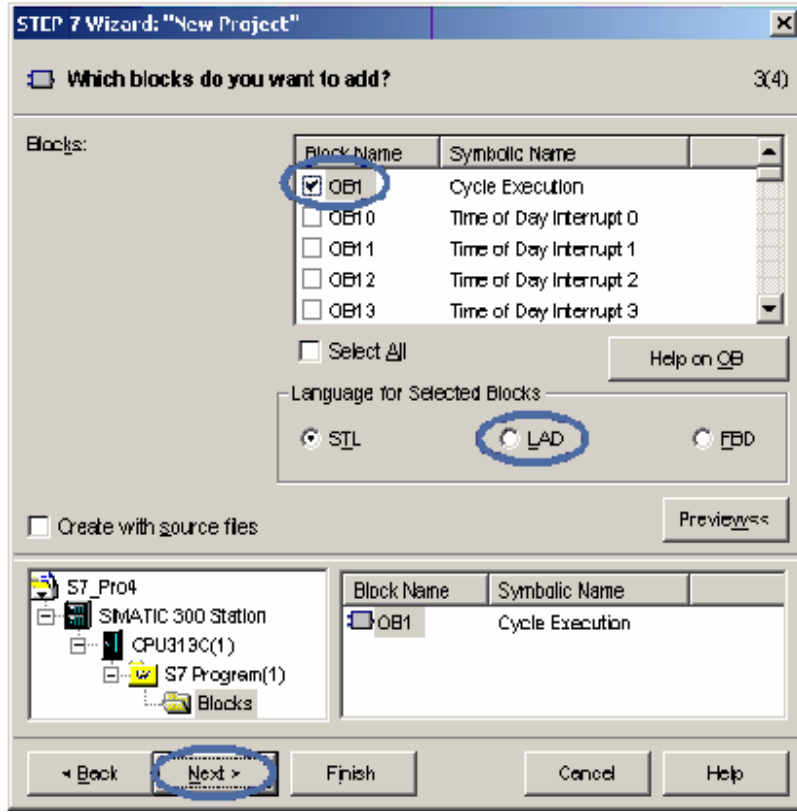
Resim 3. 10 Step 7 yeni proje oluşturma sihirbazı

İlerlemek için Next butonuna basıldığında Resim 3.11 deki pencere ekrana gelir. Bu pencerede programlanacak PLC nin model seçimi yapılır.



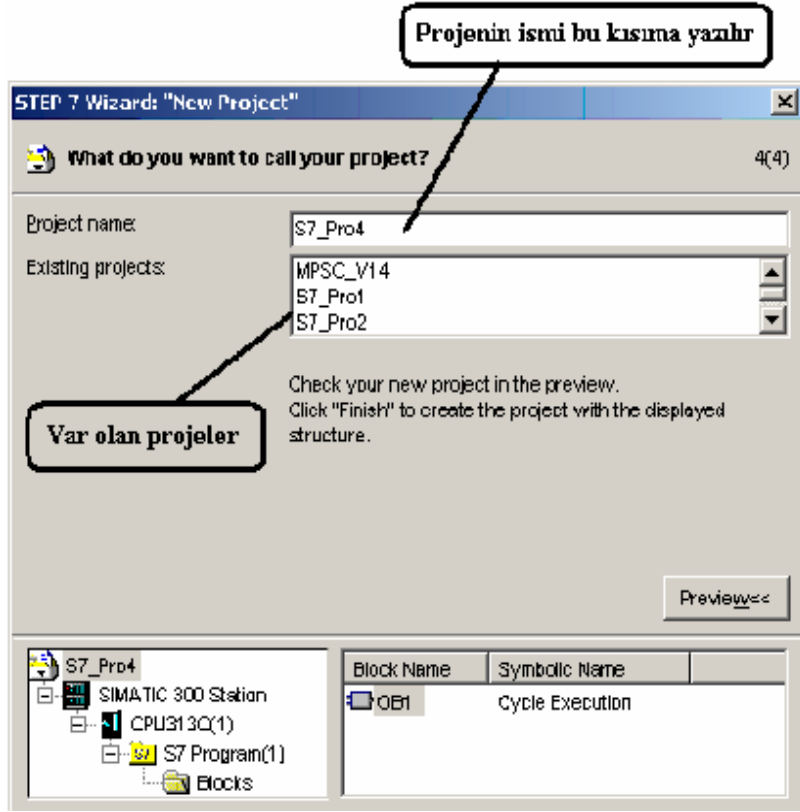
Resim 3. 11 PLC modelinin seçilmesi

İlerlemek için Next butonuna basılır. Resim 3.12 deki gibi programlama dili ve kullanılacak blokların seçildiği ekran gelir.



Resim 3. 12 Programlama dili ve kullanılacak blokların seçilmesi

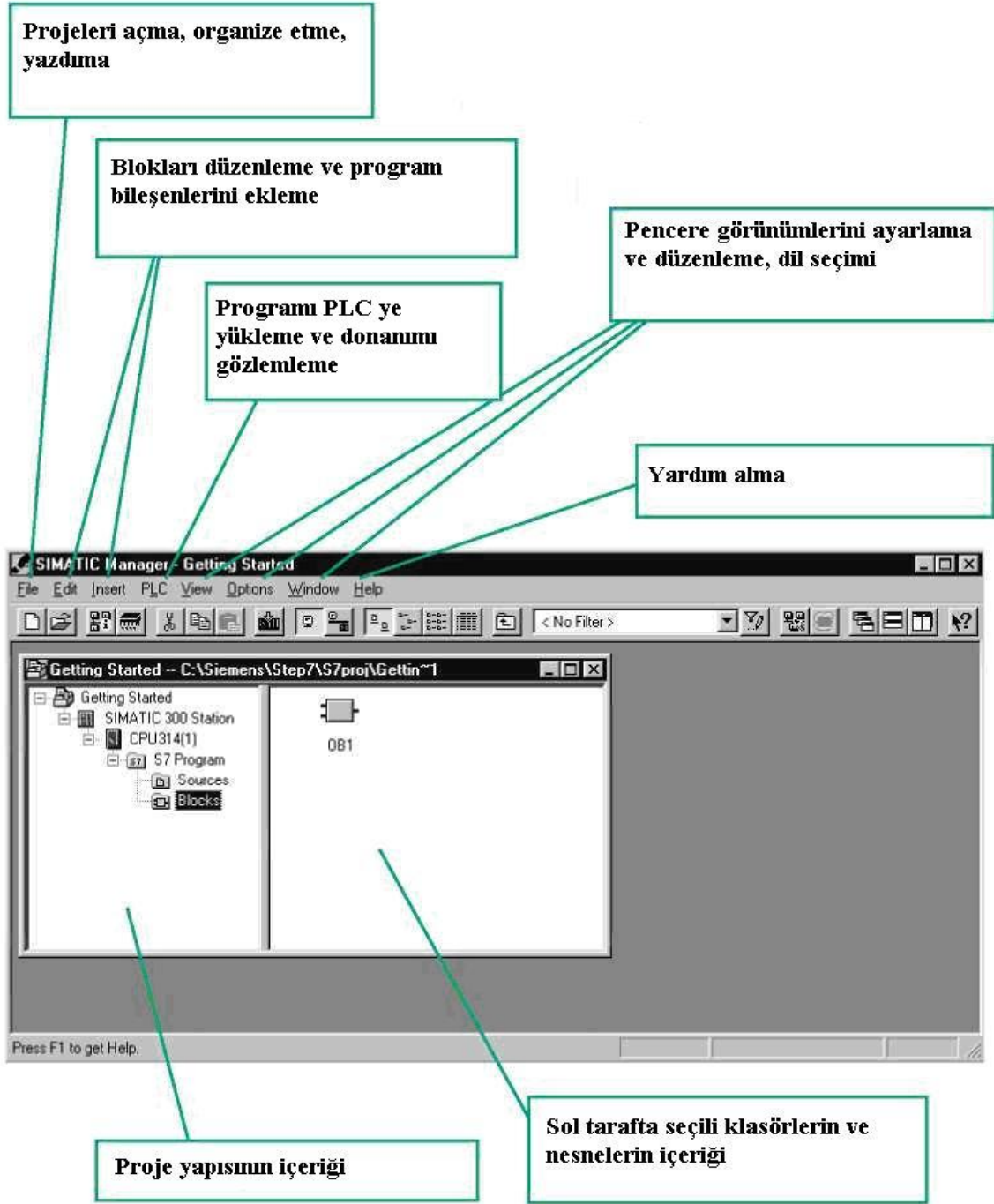
OB1 organizasyon bloğunu eğer seçili değilse seçilir. Kullanmak istenilen programlama dili seçilir: LAD, Statement list (STL) veya Function Block Diagram (FBD). OB1 Bloğu S7 programındaki diğer blokları organize eder. İlerlemek için Next butonuna basılır. Projenin ismi Resim 3.13 deki gibi yazıldıktan sonra Finish butonuna basılarak proje tamamlanmış olur.



Resim 3. 13 Projenin isminin belirlenmesi

3.1.4.2.2. SIMATIC Manager' da Proje Yapısı

Step 7 proje sihirbazı kapanır kapanmaz Simatic Manager oluşturulan proje ile açılır. Simatic Manager Programı Resim 3.14 de verilmiştir.

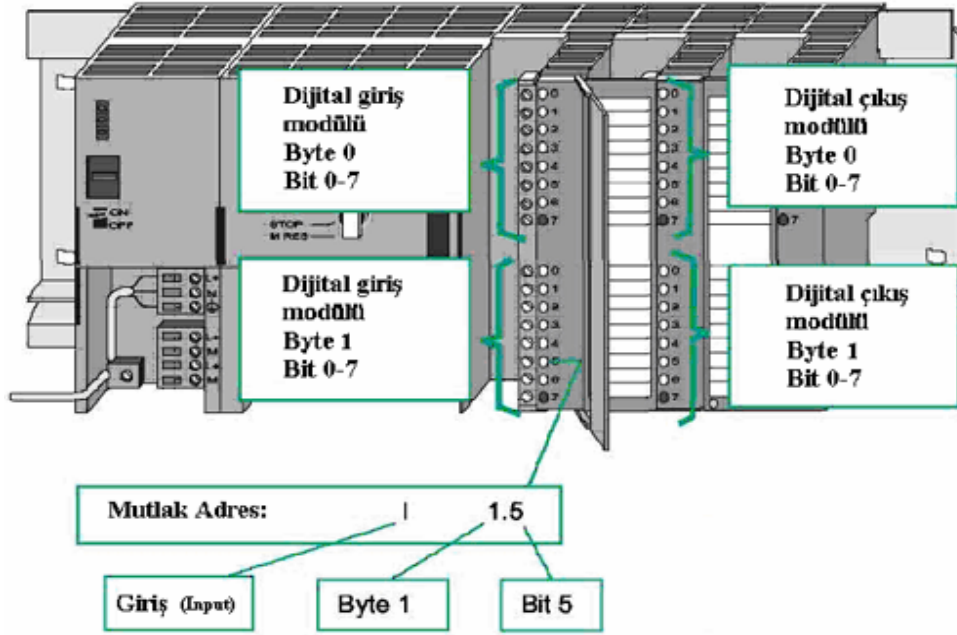


Resim 3. 14 Simatic Manager Programı

3.1.4.3. Semboller ile Programlama

3.1.4.3.1. Mutlak Adresler

Tüm giriş ve çıkışlar Hardware konfigürasyonu tarafından tanımlanan bir mutlak adrese sahiptir. Mutlak adresler ismini sizin seçebileceğiniz bir sembolik adrese temsil edilebilir. Şekil 3.17 de mutlak adreslerin gösterimi verilmiştir.



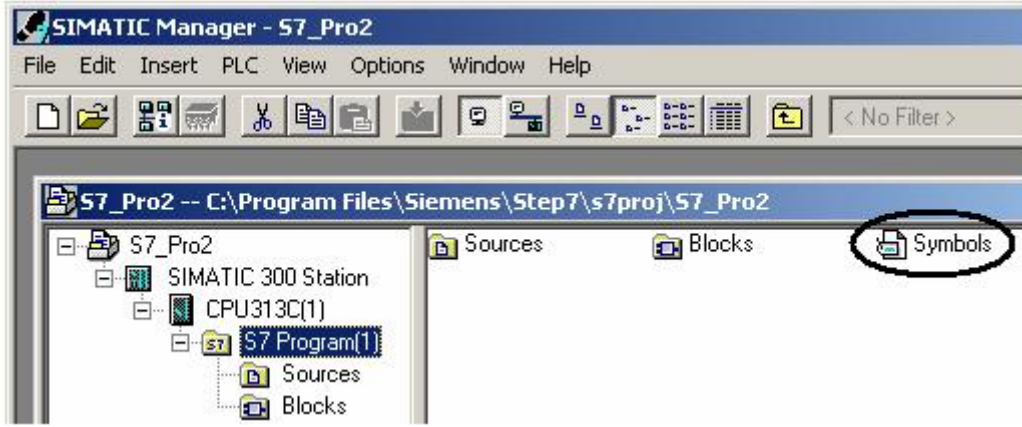
Şekil 3. 17 Mutlak adresler

Eğer çok girişli ve çok çıkışlı bir program yazılacaksa sembolik adresleme işi kolaylaştıracaktır. Giriş ve çıkış sayısı çok değilse mutlak adresleme kullanılabilir.

3.1.4.3.2. Sembolik Programlama

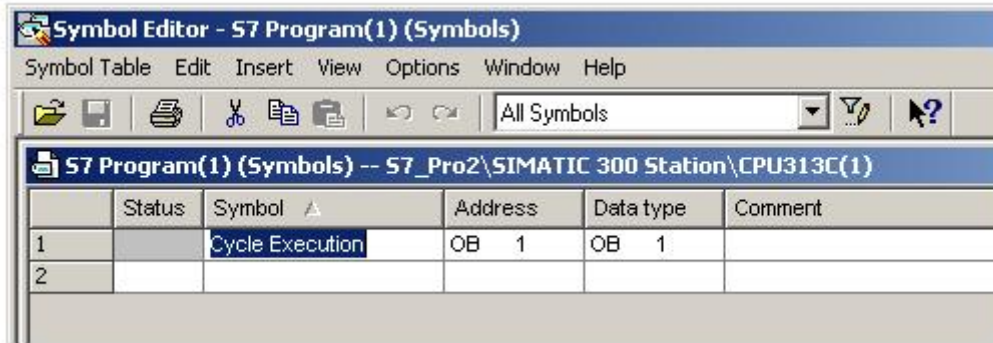
Sembol tablosundan tüm mutlak adreslere bir sembolik isim atanabilir ve ayrıca bu sembolik adreslerin veri tipleri de buradan belirlenebilir. Örnek olarak giriş I0.1 in sembolik adresi Start olsun. Bundan sonra tüm program bölümlerinde bu sembolik adres kullanılabilir.

Symbol editörünü açmak için S7 Program (1) dizinine tıklanır ve buradan Resim 3.15 deki gibi Symbols bileşenine çift tıklanır.



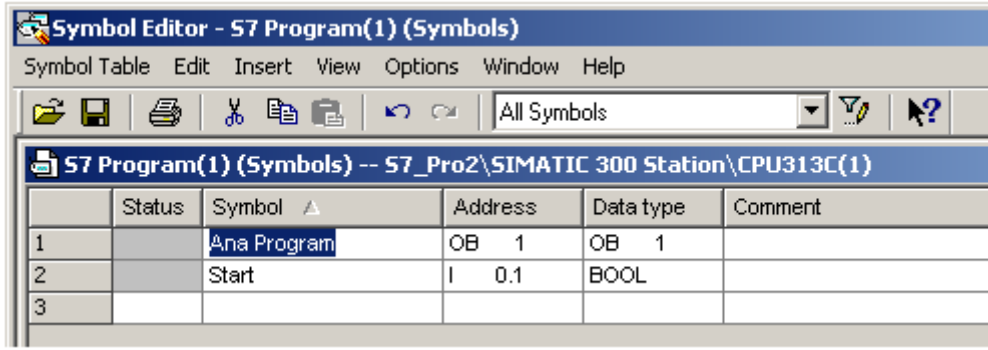
Resim 3. 15 Sembolik adresleme programını açmak

Resim 3.16 da Symbol editor programı verilmiştir. Programımızda OB1 bloğu olduğu için symbol editörde görebiliriz. Örnek olarak OB1 bloğunun sembolik adresini “Ana Program” olarak değiştirelim. Bunun için Symbol yazan sütunda OB1 bloğunun olduğu satıra tıklanır ve verilmek istenen sembolik adres yazılır.



Resim 3. 16 Symbol Editor programı

Daha sonra I0.1 mutlak girişinin sembolik adresini Start olarak değiştirmek için adres sütununa I0.1, symbol sütununda Start yazarak sembolik adres verme işlemini Resim 3.17 de görüldüğü gibi gerçekleştirilmiş olur.



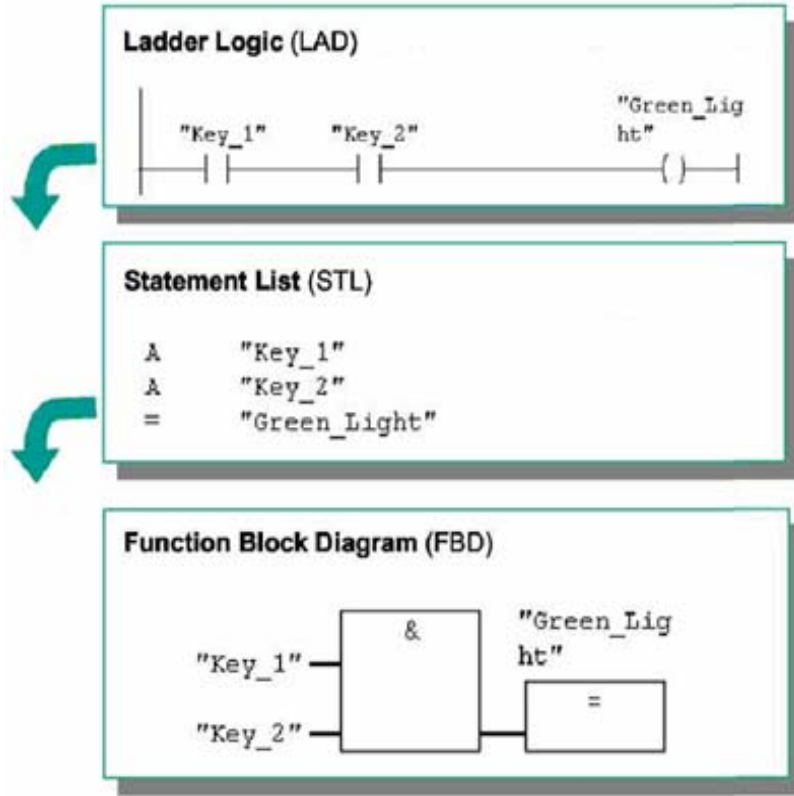
	Status	Symbol ▲	Address	Data type	Comment
1		Ana Program	OB 1	OB 1	
2		Start	I 0.1	BOOL	
3					

Resim 3. 17 Mutlak adresin sembolik adreslenmesi

Comment sütununa istenilen adres ile ilgili açıklama yapabilir. Sembolik adreslemeler yapıldıktan sonra bu girilen veriler kaydedilmelidir.

3.1.4.4. OB1 Bloğunda bir Program Oluşturmak

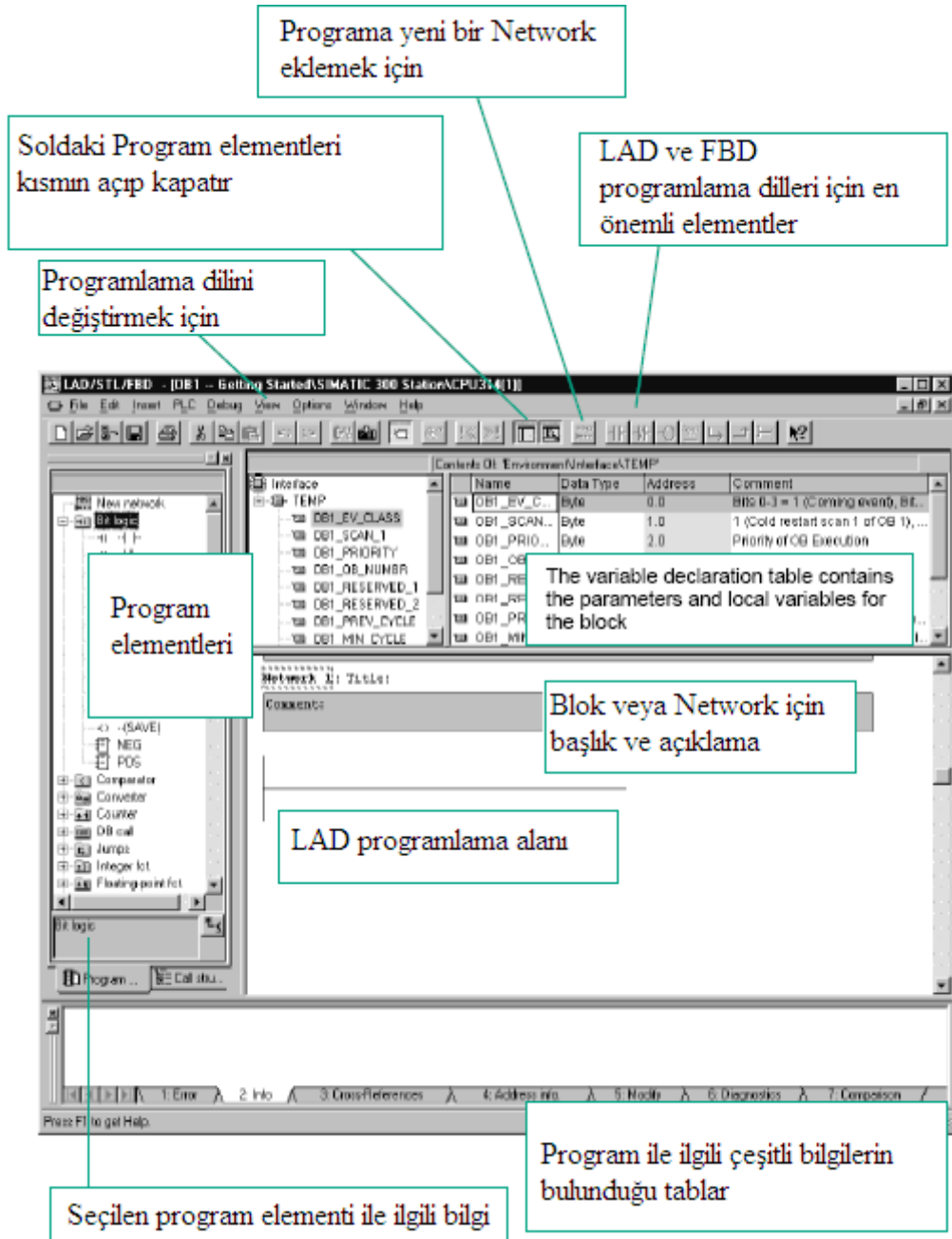
Step 7 programı ile standart programlama dilleri LAD, STL ve FBD dillerinde programlar oluşturabilir. Ladder programlama dili elektrik mühendisliği alanında çalışanlar için uygundur. STL programlama dili bilgisayar teknolojileri alanında çalışanlar için uygundur. FBD programlama dili devre mühendisliği alanında çalışanlar için uygundur. Şekil 3.18 de bu programla dilleri ile yazılmış aynı program verilmiştir.



Şekil 3. 18 S7-300 de kullanılan programlama dilleri

OB1 bloğunu açmak için bu bloğun üzerine çift tıklanır. Projeyi oluştururken OB1 bloğu için hangi programlama dili seçilmiş ise o programlama dili ile LAD/STL/FBD programı açılır. Daha sonra bu programlama dili değiştirilebilir. OB1 bloğu PLC tarafından döngüsel olarak işletilir. PLC satır satır okur ve program komutlarını işletir. PLC ilk program satırına döndüğünde bir çevrim tamamlanmış olur. Bu süreye tarama çevrim zamanı denir.

Tüm bloklar LAD/STL/FBD programında programlanır. Örnek olarak Resim 3.18 de Ladder programlama dili ile açılmış bir program verilmiştir.

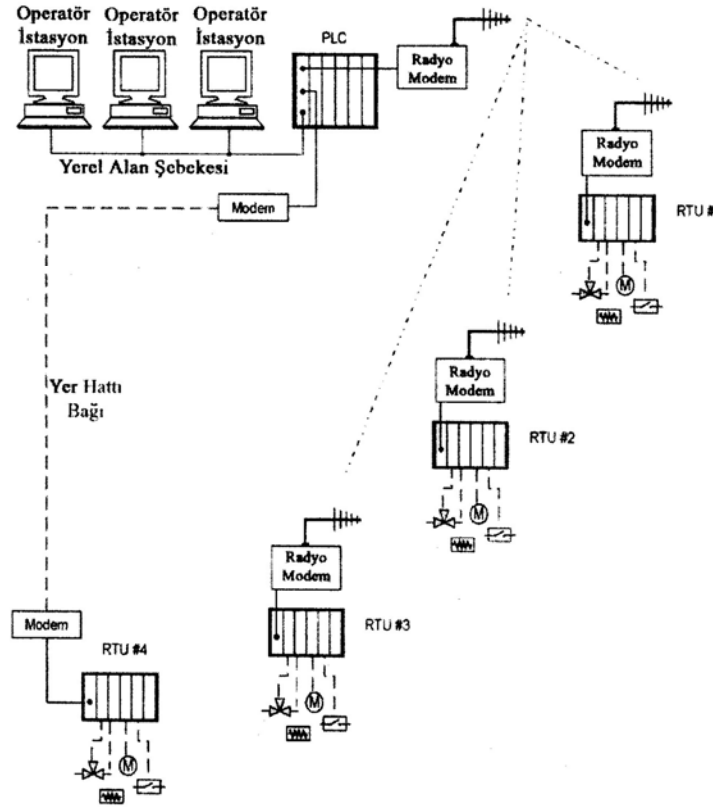


Resim 3. 18 LAD/STL/FBD programı

3.1.5. SCADA

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 saklanmasını sağlayan sistemlere verilen genel addır (İnt.Kyn.4). SCADA birçok uzat terminal birimlerinden veya RTU dan (Remote

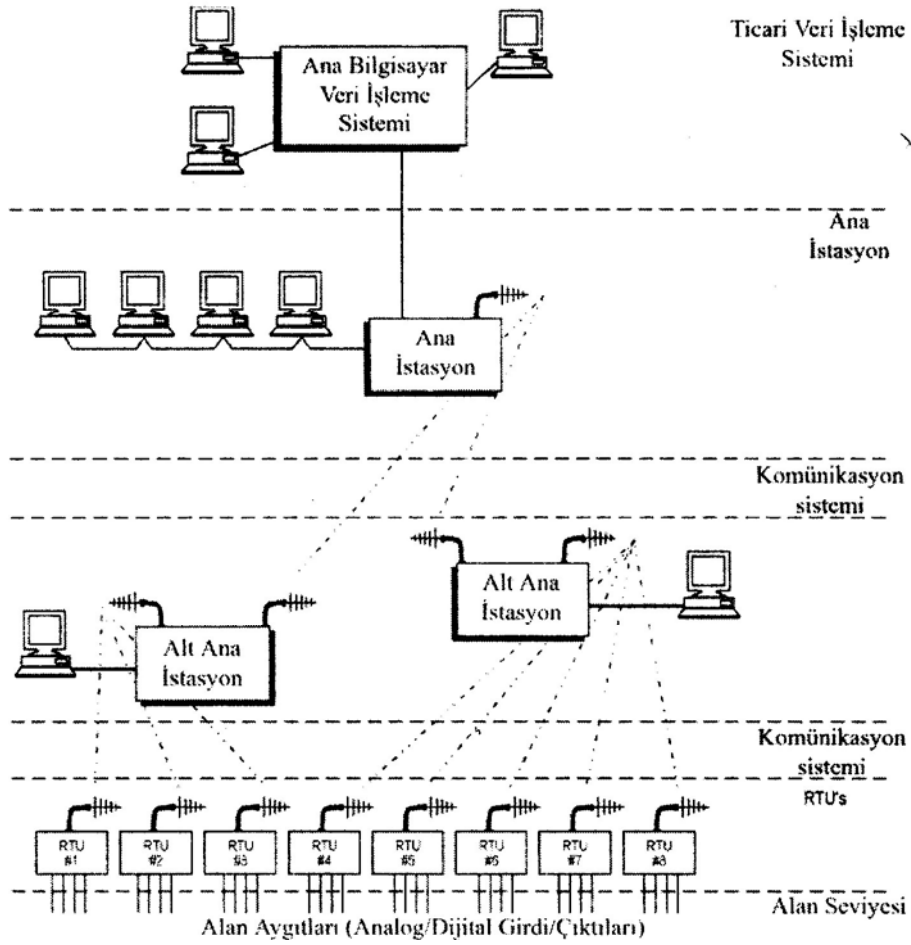
terminal unit) oluşan bir sistemdir. Bu birimler iletişim sistemi yolu ile ana istasyona bağlı olan bilgiyi toplar. Ana istasyon elde edilen veriyi gösterir ve ayrıca operatörün uzak kontrol işlemlerini yapmasını sağlar (Bailey and Wright 2003).



Şekil 3. 19 Tipik bir SCADA sistemi (Bailey and Wright 2003)

Daha karmaşık bir SCADA sistemi üzerinde 5 önemli seviye ve hiyerarşi vardır.

- Alan seviyesinde donanım ve kontrol aletleri
- Düzenleyici terminaller ve RTU lar
- Komünikasyon sistemi
- Ana istasyonlar
- Ticari veri işlem bölümü bilgisayar sistemi



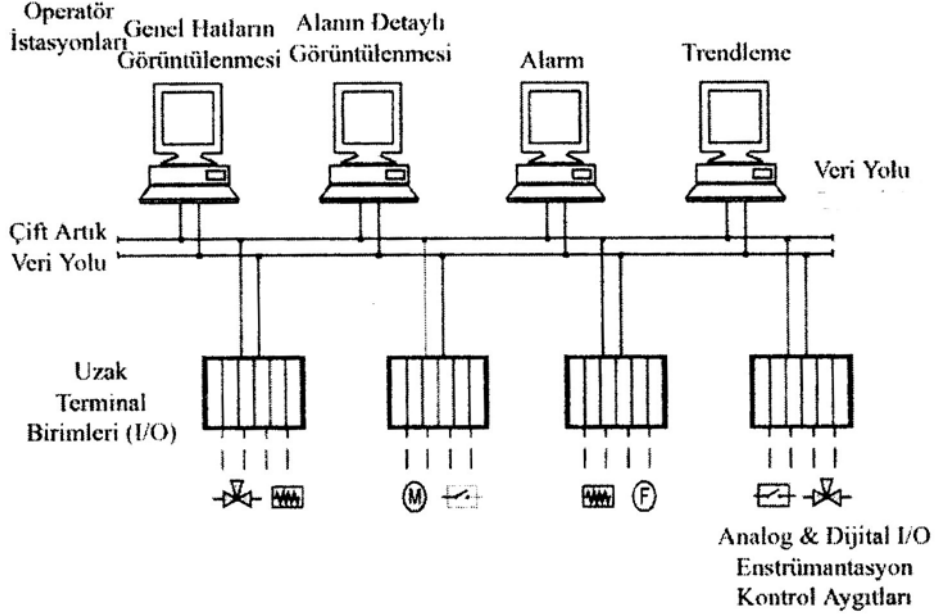
Şekil 3. 20 Karmaşık SCADA sistemi (Bailey and Wright 2003)

RTU, her uzak bölgeye yerleştirilmiş, analog ve dijital sinyaller için bir ara yüz sağlar. Komünikasyon sistemi; ana istasyon ve uzak bölgeler için ulaşım yolu sağlar. Ana istasyon farklı RTU lardan veri toplar ve genellikle bilgi gösterimi ve uzak bölge kontrolü için operatör bağlantısı sağlar. SCADA teknolojisi 60 ların başlarından beri mevcuttur ve günümüzde dağıtım/dağılmış kontrol sistemi (DCS) ve programlanabilir mantık kontrolü (PLC) olmak üzere iki yaklaşım arasında rekabet söz konusudur. (Bailey and Wright 2003).

3.1.5.1. Dağıtımli kontrol sistemleri

DCS de veri edinimi ve kontrol fonksiyonları kontrol edilen aletlerin yanına yerleştirilmiş çok sayıda dağıtımli mikroişlemci temelli üniteler veya verilerin

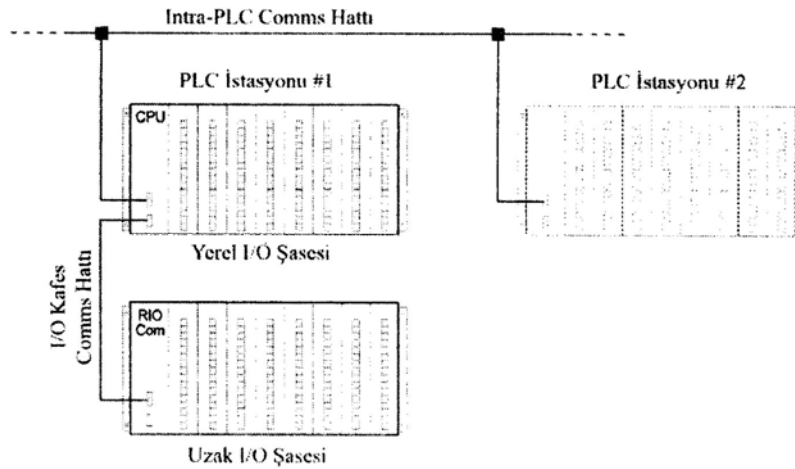
toplandığı araçlar yardımıyla yapılır. DCS sistemi, çok gelişmiş analog kontrol yeteneği sağlayan sistemlere dönüşmüşlerdir. Veri ağı genelde oldukça yükseğe sahiptir (1 mbps – 10 mbps ye kadar).



Şekil 3. 21 DCS Sistemi (Bailey and Wright 2003)

3.1.5.2. Programlanabilir mantık kontrolörü

Standart donanım çözümü sundukları ve ekonomik oldukları için SCADA ve RTU uygulamalarında sık sık kullanılırlar.



Şekil 3. 22 Programlanabilir mantık kontrolörü (Bailey and Wright 2003)

3.1.5.3. İşletme Yönetimi ve SCADA Sistemi

Kapsamlı ve bütünleşmiş bir 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 gözlenmesi sağlanabilir.

3.1.5.3.1. İşletme Kaynak Yönetim Katmanı

İşletmenin Üretimi için gerekli kaynakların planlandığı bu katman’ da üretim ve hizmet politikalarını destekleyecek kararlar alınır ve uygulanır. Hizmet ve üretim yönetimi bölümleri ile diğer departmanlar arasındaki işbirliği gerçekleştirilir. Burada “İşletme Kaynakları Planlaması” (ERP) yazılımları bu düzeydeki yönetim fonksiyonlarını desteklemek amacıyla kullanılır. Entegre bir SCADA kontrol sisteminin bu katmanında en alt katmandan gelen veriler değerlendirilerek işletmelerin stratejileri geliştirilir, politikalar saptanır ve işletme ile ilgili önemli kararlar alınır.

3.1.5.3.2. İşletme Yönetim Katmanı

İşletmelerde veya tesislerde bulunan bölümler arası işbirliği bu düzeyde sağlanır. İşletme yönetim katmanında bir önceki seviyede saptanmış stratejilere uygun kararlar oluşturulur ve işler sırası ile yürütülür. Bu katman daha çok bir işletme müdürlüğü işlemini üstlenir.

3.1.5.3.3. Süreç Denetim Katmanı

Süreç denetim katmanında izleme ve veri toplama fonksiyonlarının gerçekleştirilmesiyle tesisler ve makineler arası eşzamanlılık sağlanması amaçlanır. Bu

katman, genellikle merkezi kontrol odası bünyesinde kontrol cihazları ve SCADA yazılımları içerir.

3.1.5.3.4. İşletme Kontrol Katmanı

İşletmelerin Fiziksel Kontrollerinin yapıldığı katman olarak tanımlanabilir. Burada, mekanik ve elektronik aygıtlar arabirimlerle bağlanarak işletme fonksiyonlarını yürütürler. Denetim komutları bu düzeyde tesisin çalışmasını sağlayan elektriksel işaretlere sinyallere ve makine hareketlerine dönüşür, bu dönüşümler elektronik algılayıcılar aracılığıyla toplanır. Toplanan veriler elektrik işaretlerine çevrilerek SCADA sistemine aktarılır. Tahrik motorları, vanalar, lambalar, hız ölçü cihazları, yaklaşım detektörleri, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları burada bulunur. SCADA sisteminden verilen komutlar, bu katmanda, elektrik işaretlerine çevrilerek, gerçek dünyada istenen vanaların açılması, ısıtıcıların çalıştırılıp durdurulması gibi hareketlerin oluşması sağlanır (Avcı 1998).

3.1.5.4. SCADA Sisteminden Beklenenler

- Sisteme ait elektriksel ve endüstriyel parametrelerin PC' den izlenebilmesi
- Set edilen değerler için alarm alabilme
- İstenen değerlerin talep edilen dönemlerle kaydedilmesi
- Grafik Trend izleme ve kaydetme imkânı
- Enerji tasarrufuna imkân sağlayan veri tabanı
- Ürün bazına indirgenebilen enerji maliyeti
- Elektrik sarfiyatının faturalandırılması
- Tek bir merkezden dükkân, ofis, grup ve bina bazında yük kontrolü
- Öncelik seçimli yük atma ve yük alma
- Arıza Takibi
- Sistemdeki her noktaya PC' den kumanda imkânı

3.1.5.5. SCADA Sisteminin Uygulama Alanları

SCADA sistemlerinin birçok uygulama alanları vardır. Geniş bir coğrafya alanına yayılmış, bölgesel ve yerel tesislerin birçoğunda kullanılmaktadır. Başka sistemlere de alt yapı teşkil etmektedir. SCADA sistemlerine ilave işler eklenerek enerji yönetim sistemleri (EMS) ve dağıtım yönetim sistemleri (DMS) gibi sistemler oluşturur.

SCADA sistemlerinin başlıca kullanım alanları şunlardır:

- Kimya Endüstrisi
- Doğal ve Petrol boru hatları
- Petrokimya Endüstrisi
- Demir Çelik Endüstrisi
- Elektrik Üretim ve İletim Sistemleri
- Elektrik Dağıtım Tesisleri
- Su Toplama, Arıtma ve Dağıtım Tesisleri
- Hava Kirliliği kontrolü
- Çimento Endüstrisi
- Otomotiv Endüstrisi
- Trafik Kontrolü
- Gıda Endüstrisi
- Bina Otomasyonu
- Proses Tesisleri

3.1.5.6. SCADA Sistemlerinin İşlevleri

3.1.5.6.1. İzleme İşlevleri

- Durum denetimi (açık-kapalı)
- Eşik ve limit değer denetimi (analog ölçümler)
- Olay ve alarmların rapor edilmesi, gruplandırılması, sınıflandırılması
- Trend denetimi

3.1.5.6.2. Kontrol İşlevleri

- Kontrol edilecek cihazların tek tek kontrolü (ayırıcı ve kesicileri uzaktan açılıp kapatılması, trafo değiştirici kontrolü vb.)
- Regülatörlere veya rölelere kontrol işaretleri gönderilmesi

3.1.5.6.3. Veri Toplama

- Analog ölçümler (akım, gerilim, aktif ve reaktif güçler, yağ ve sargı sıcaklıkları, kademe değiştirici konumu, vb)
- Durum ölçüleri (kesici ve ayırıcıların açık kapalı konumları, röle kontak konumları vb.)
- Enerji ölçümleri (sayaç çıkışlarından alınan birim enerji işaretlerinin sayılması)

3.1.5.6.4. Verilerin Kaydı Ve Saklanması

Denetlemeli kontrol ve veri toplama işlevlerinden elde edilen veriler isteğe bağlı aralıklarla ve istenen şekillerde kaydedilerek istenen sürelerde saklanır (Akarcan 1999, Berçin 1997).

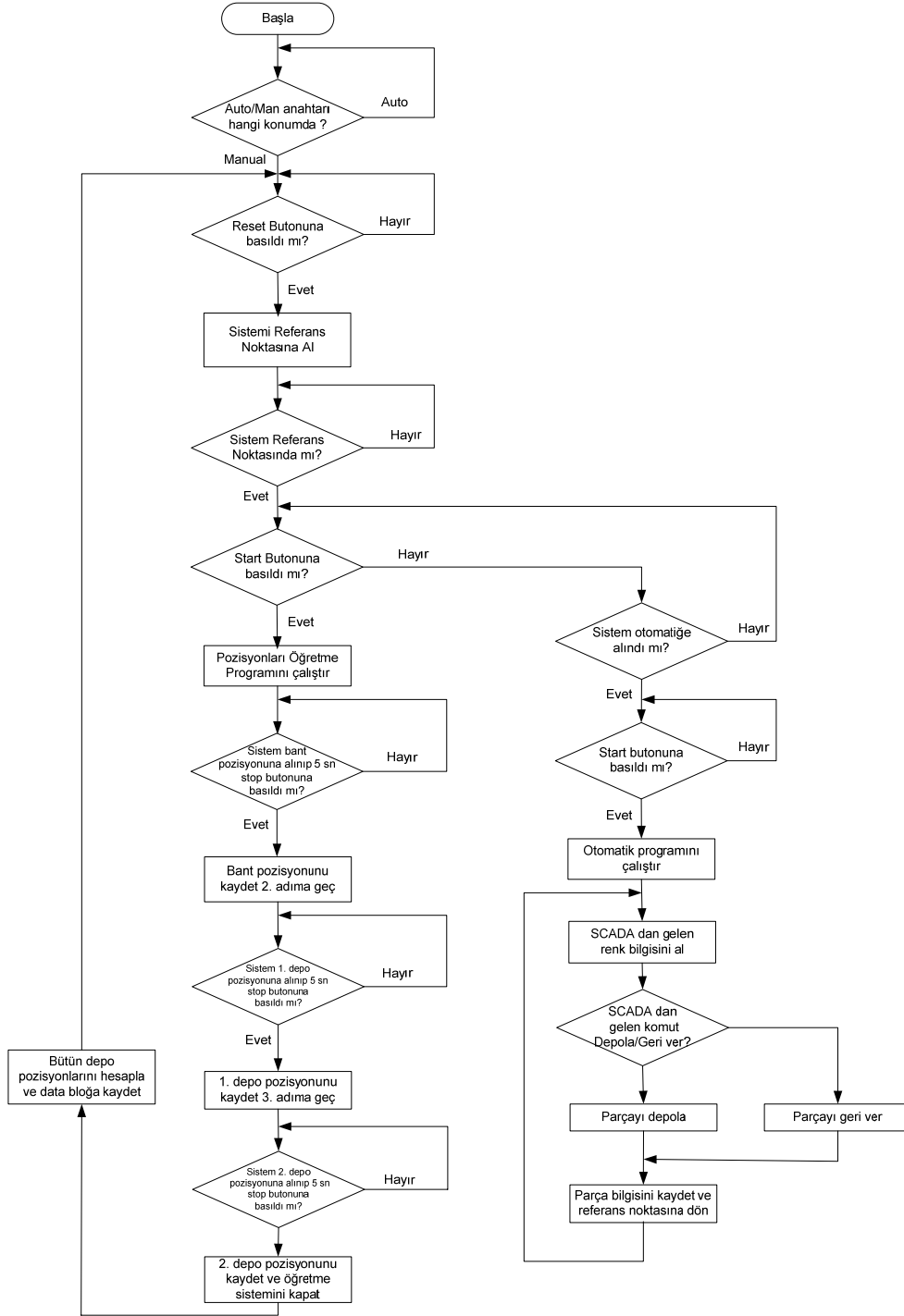
3.2. Metot

Günümüzde Afyonkarahisar mermer endüstrisinde AS/RS sistemlerinin uygulamasına rastlanmamaktadır. Mermer ocaklarından çıkarılan mermerler bloklar halinde fabrikaya getirilmekte ve burada istenilen boyutlarda kesilip, gerekli işlemler yapıldıktan sonra işçiler tarafından renklerine göre ayrılarak kasalara depolanmaktadır. Mermer fabrikalarında işlenen mermerin taşınmasında ve depolanması esnasında birçok kaza meydana gelmektedir. Bu kazaları önlemek, insan faktöründen kaynaklanan hataları en aza indirmek ve maliyeti azaltmak için böyle bir çalışma yapılmıştır.

Afyonkarahisar' daki mermer sektörüne uygulanabilecek şekilde FMS sisteminin AS/RS istasyonu kullanılarak yazılan PLC ve SCADA programları sayesinde taşıma bandından gelen iş parçalarının renklerine göre depolanması ve tekrar geri verilmesi sağlanmıştır. Renkler operatör tarafından belirlenebildiği gibi renk sensörleri aracılığı ile de belirlenebilmektedir. Şekil 3.6 da sistemin blok diyagramı verilmiştir.

3.2.1. PLC Programı

İstasyonu kontrol için yazılan PLC programının basitleştirilmiş akış diyagramı Şekil 3.23 de verilmiştir. Yazılan PLC programı çeşitli işlemleri gerçekleştirmek için fonksiyonlardan (FC) oluşmuştur. Bu fonksiyonlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 3. 23 AS/RS İstasyonuna Yazılan PLC Programının Akış Diyagramı

OB1: PLC nin devamlı işlettiği bloktur. Diğer fonksiyonlar ve fonksiyon blokları bu bloktan çağırılmadan işletilmezler.

FC16: Servo motorların kodlayıcısından gelen sinyallerin yayılmasını sağlayan fonksiyondur. CPU 313C nin 3 adet hızlı sayıcı kanalı vardır. Bu sayıcılar 30 kHz e kadar olan sinyalleri saymaktadırlar (Siemens 2001). Hızlı sayıcıları kontrol eden özel fonksiyon bloğu SFB47 dir. Bu özel fonksiyon bloğu Şekil 3.24 de verilmiştir. X ve Z eksenini için 2 adet hızlı sayıcı kanalı kullanılmıştır. FC16 ya yazılan program aşağıda verilmiştir. Network 1 ile X ekseninden gelen, Network 2 ile de Z ekseninden gelen sinyallerin sayılması sağlanmıştır.

NETWORK 1

```

A(
  O(
    A(
      O(
        A "M_Teach"
        L S5T#1S500MS
        SS T 15
        NOP 0
        NOP 0
        NOP 0
        A T 15
      )
      O "Q_Comm_IN7"
      O "Q_MotX_Re"
      O "Q_MotX_Le"
    )
    L S5T#1S
    SF "Timer_1"
    NOP 0
    NOP 0
    NOP 0
    A "Timer_1"
  )
  ON "I_AUTMAN"
)
= L 0.0
BLD 103
A(
  A "Q_MotX_Re"
  A(
    A "I_SenInd_B10"
    FP "M_Flag3"
  )
  O
  A "M_REF_SET3"
  A "I_SenInd_B11"
  ON "I_EMERG"
)
A "I_AUTMAN"
= L 0.3
BLD 103
CALL "COUNT", DB62
LADDR :=W#16#768
CHANNEL :=0
SW_GATE :=L0.0
CTRL_DO :=
SET_DO :=
JOB_REQ :=L0.3
JOB_ID :=W#16#1
JOB_VAL :=L#0
STS_GATE:=
STS_STRT:=
STS_LTCH:=
STS_DO :=

```

NETWORK 2

```

A(
  O(
    A(
      O(
        A "M_Teach"
        L S5T#1S500MS
        SS T 15
        NOP 0
        NOP 0
        NOP 0
        A T 15
      )
      O "Q_MotZ_do"
      O "Q_MotZ_up"
    )
    L S5T#1S
    SF "Timer_2"
    NOP 0
    NOP 0
    NOP 0
    A "Timer_2"
  )
  ON "I_AUTMAN"
)
= L 0.0
BLD 103
A(
  A "Q_MotZ_do"
  A(
    A "I_SenInd_B13"
    FP "M_Flag4"
  )
  O
  A "M_REF_SET4"
  A "I_SenInd_B12"
  ON "I_EMERG"
)
A "I_AUTMAN"
= L 0.3
BLD 103
CALL "COUNT", DB63
LADDR :=W#16#768
CHANNEL :=1
SW_GATE :=L0.0
CTRL_DO :=
SET_DO :=
JOB_REQ :=L0.3
JOB_ID :=W#16#1
JOB_VAL :=L#0
STS_GATE:=
STS_STRT:=
STS_LTCH:=
STS_DO :=
STS_C_DN:=

```

```

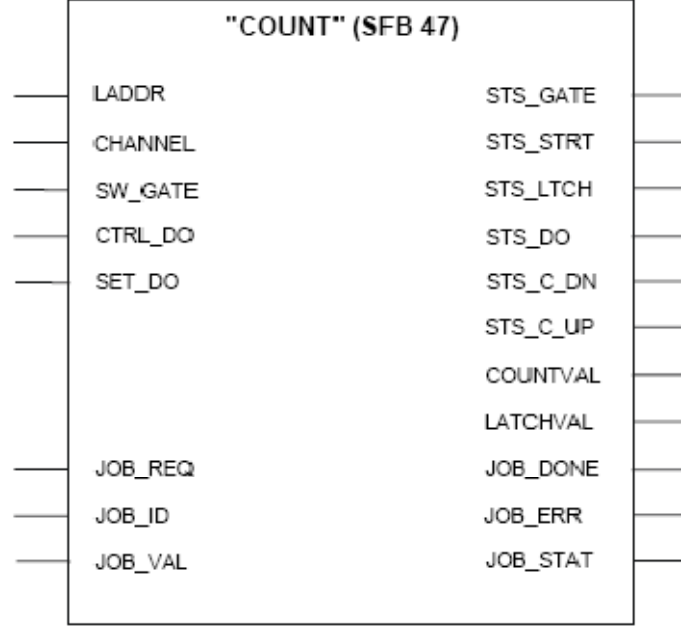
STS_C_DN:=
STS_C_UP:=
COUNTVAL:="M_Count_ValX"
LATCHVAL:=
JOB_DONE:=M144.1
JOB_ERR :=M144.0
JOB_STAT:=MW140
NOP 0

```

```

STS_C_UP:=
COUNTVAL:="M_Count_ValZ"
LATCHVAL:=
JOB_DONE:=
JOB_ERR :=
JOB_STAT:=
NOP 0

```



Şekil 3. 24 SFB 47 Özel Fonksiyon Bloğu (Siemens 2001)

FC10: Auto/Man anahtarı Man konumundayken istasyonun Reset butonuna basıldığında istasyonu referans noktasına alır ve DB lerdeki depo noktalarının değerlerini sıfırlar. FC10 a yazılan program aşağıda verilmiştir.

```

NETWORK 1
A "I_EMERG"
JC ski1
L P#0.0
T #address
L 64
NEXT: T #Loop
L L#0
T MD [#address]

L #address
L P#4.0
+D
T #address
L #Loop
LOOP NEXT
ski1: NOP 0
NETWORK 2
A "I_EMERG"
JC ski2
OPN "Code_Pos"
OPN "Code_Pos_p"
OPN "Code_Pos_m"
L P#0.0
T #address

```

```

NETWORK 7
A "M_REF_SET2"
A "I_SenInd_B12"
S "M_REF_SET4"
A(
O "M_REF_SET5"
O "M_CYCLE"
O "M_REF"
ON "I_EMERG"
)
R "M_REF_SET4"
NOP 0
NETWORK 8
AN "M_REF_SET3"
AN "M_REF_SET4"
JC REF2
L 15000
L "M_Count_ValX"
-D
T "M_OFF_ValX"

L 10000
L "M_Count_ValZ"
-D
T "M_OFF_ValZ"

```

```

L 10
NEX2: T #Loop
L L#0
T DBD [#address]
L #address
L P#4.0
+D
T #address
L #Loop
LOOP NEX2
ski2: NOP 0
NETWORK 3
A "M_REF_SET6"
A "I_SenInd_B13"
A "I_SenInd_B10"
A "I_SenInd_B14"
A "I_SenInd_B16"
S "M_REF"
A(
ON "I_EMERG"
O "M_CYCLE"
)
R "M_REF"
NOP 0
NETWORK 4
A "M_RESET"
S "M_REF_SET1"
A(
O "M_REF_SET3"
O "M_REF_SET5"
O "M_CYCLE"
O "M_REF"
ON "I_EMERG"
)
R "M_REF_SET1"
NOP 0
NETWORK 5
A "M_RESET"
S "M_REF_SET2"
A(
O "M_REF_SET4"
O "M_REF_SET5"
O "M_CYCLE"
O "M_REF"
ON "I_EMERG"
)
R "M_REF_SET2"
NOP 0
NETWORK 6
A "M_REF_SET1"
A "I_SenInd_B11"
S "M_REF_SET3"
A(
O "M_REF_SET5"
O "M_CYCLE"
O "M_REF"
ON "I_EMERG"
)
R "M_REF_SET3"
NOP 0
REF2: NOP 0
NETWORK 9
A(
A "M_REF_SET3"
A "M_REF_SET4"
L S5T#500MS
SD "Timer_3"
NOP 0
NOP 0
NOP 0
A "Timer_3"
)
S "M_REF_SET5"
A(
O "M_REF_SET6"
O "M_CYCLE"
O "M_REF"
ON "I_EMERG"
)
R "M_REF_SET5"
NOP 0
NETWORK 10
AN "M_REF_SET5"
JC REF5
L "M_Count_ValX"
L "M_OFF_ValX"
+D
T "M_REF_ValX"

L "M_Count_ValZ"
L "M_OFF_ValZ"
+D
T "M_REF_ValZ"
REF5: NOP 0
NETWORK 11
A "M_REF_SET5"
A "I_SenInd_B10"
A "I_SenInd_B13"
S "M_REF_SET6"
A(
O "M_CYCLE"
O "M_REF"
ON "I_EMERG"
)
R "M_REF_SET6"
NOP 0

```

FC11: Sistemin çalışma durumunu belirler. Sistem 3 durumda çalışmaktadır.

- 1- Reset: Sistemin resetlenmesi gerektiğinde aktif olan durumdur.
- 2- Otomatik: Sistemin SCADA veya bant ile haberleşip depolama veya geri verme işlemi yaptığı çalışma durumudur.

3- Öğretme: Sisteme depo pozisyonların öğretilmesini sağlayan durumdur.

FC11 e yazılan program aşağıda verilmiştir.

```
NETWORK 1
A "I_AUTMAN"
  A(
    O "Reset_bit"
    O "RC_Reset"
  )
  AN "M_CYCLE"
  AN "M_REF"
  = "M_RESET"
NETWORK 2
A(
  O "Start_bit"
  O "RC_Start"
)
A "M_CYCLE"
AN "I_AUTMAN"
S "M_Auto"
A(
  ON "I_EMERG"
  O "Stop_bit"
  O "RC_Stop"
)
R "M_Auto"
NOP 0
NETWORK 3
A "M_REF"
  AN "M_CYCLE"
  A "I_AUTMAN"
  S "M_Teach"
  A(
    ON "I_EMERG"
    ON "I_AUTMAN"
  )
  R "M_Teach"
  NOP 0
NETWORK 4
A "M_REF"
  AN "I_AUTMAN"
  A "Start_bit"
  S "M_CYCLE"
  AN "I_EMERG"
  R "M_CYCLE"
  NOP 0
NETWORK 5
A "M_REF"
  AN "I_AUTMAN"
  A "Start_bit"
  S "M_Set_Step1"
  A(
    ON "I_EMERG"
    O "M_RESET"
    O "M_Step1"
  )
  R "M_Set_Step1"
  NOP 0
NETWORK 6
A "Reset_bit"
  A "M_Search_Error_Empty"
  JC Err1
  JU OK1
NETWORK 7
Err1: OPN "Code_Pos"
  OPN "Code_Pos_p"
  OPN "Code_Pos_m"
  L 0
  T "Code_Pos".Code_Pos1
  T "Code_Pos".Code_Pos2
  T "Code_Pos".Code_Pos3
  T "Code_Pos".Code_Pos4
  T "Code_Pos".Code_Pos5
  T "Code_Pos".Code_Pos6
  T "Code_Pos".Code_Pos7
  T "Code_Pos_p".Code_Pos1
  T "Code_Pos_p".Code_Pos2
  T "Code_Pos_p".Code_Pos3
  T "Code_Pos_p".Code_Pos4
  T "Code_Pos_p".Code_Pos5
  T "Code_Pos_p".Code_Pos6
  T "Code_Pos_p".Code_Pos7
  T "Code_Pos_m".Code_Pos1
  T "Code_Pos_m".Code_Pos2
  T "Code_Pos_m".Code_Pos3
  T "Code_Pos_m".Code_Pos4
  T "Code_Pos_m".Code_Pos5
  T "Code_Pos_m".Code_Pos6
  T "Code_Pos_m".Code_Pos7
  NOP 0
NETWORK 8
OK1: NOP 0
```

FC12: Bant sistemi veya SCADA ile haberleşip depolanacak parçanın rengine uygun boş depo noktasının bulunması, depolanan parçaların konumlarının hafızaya kaydedilmesi ve sisteme geri verilecek parçanın yerinin bulunması gibi işlemleri gerçekleştiren fonksiyondur. FC12 ye yazılan program aşağıda verilmiştir.

```
NETWORK 1
A(
  O "M_Set_Step1"
  O "M_Set_Step2"
  A "M_Step6"
  A "M_Write_Done_New"
  O "M_Write_Done_Old"
  A "M_Step12"
  A "M_Write_Done_Empty"
  O "M_Write_Done_Old"
  A(
NETWORK 5
A(
  A "M_Step4"
  L S5T#500MS
  SD T 20
  NOP 0
  NOP 0
  NOP 0
  A T 20
)
A "M_Start_Pos_IN"
```

```

O "RC_Reset"
O "Reset_bit"
)
A "M_Search_Error_Empty"
)
AN "Q_Comm_IN4"
A "M_Start_Pos_OUT"
A "M_Start_Pos_IN"
AN "M_Running_IN"
AN "M_Running_OUT"
S "M_Step1"
A(
ON "I_EMERG"
O "M_Step2"
)
R "M_Step1"
A "M_Step1"
S "M_Search_Start_Empty_bit"
R "M_Search_Start_Old"
NETWORK 2
A "M_Step1"
A(
O "M_Search_Done_Empty"
O "M_Search_Error_Empty"
)
S "M_Step2"
A(
ON "I_EMERG"
O
A(
O "RC_Reset"
O "Reset_bit"
)
A "M_Search_Error_Empty"
O "M_Step3"
)
R "M_Step2"
A "M_Step2"
S "M_Search_Start_Old_bit"
NETWORK 3
A "M_Step2"
A(
O "M_Search_Done_Old"
O "M_Search_Error_Old"
)
S "M_Step3"
A(
ON "I_EMERG"
O "M_Step4"
O "M_Step10"
O
A(
O "RC_Reset"
O "Reset_bit"
)
A "M_Search_Error_Empty"
)
R "M_Step3"
NOP 0
NETWORK 4
A "M_Step3"
A "M_Auto"
A "Q_Comm_IN4"
AN "Q_Comm_IN7"
A "Q_Comm_IN6"
A "M_Search_Done_Empty"
A "M_Start_Pos_IN"
AN "M_Running_IN"
AN "M_Running_OUT"
S "M_Step4"
A(
ON "I_EMERG"
S "M_Step5"
A(
ON "I_EMERG"
O "M_Step6"
)
R "M_Step5"
A "M_Step5"
= "M_Start_IN"
R "M_Search_Start_Empty"
NETWORK 6
A "M_Step5"
A "M_Ready_IN"
S "M_Step6"
A(
ON "I_EMERG"
O "M_Step1"
)
R "M_Step6"
A "M_Step6"
= "M_Write_Start_New"
NETWORK 7
A "M_Step3"
A "M_Auto"
A(
O "Q_Comm_IN4"
O "Parca_ver"
)
AN "Q_Comm_IN6"
A(
O "Q_Comm_IN7"
O "Parca_ver"
)
A "M_Search_Done_Old"
A "M_Start_Pos_OUT"
AN "M_Running_IN"
AN "M_Running_OUT"
S "M_Step10"
A(
ON "I_EMERG"
O "M_Step11"
)
R "M_Step10"
A "M_Step10"
= L 0.0
A L 0.0
A "siyah"
AN "pembe"
AN "metal"
JNB _004
L "M_Pos_Old"
T "L_Platz"
_004: NOP 0
A L 0.0
A "pembe"
AN "metal"
AN "siyah"
JNB _005
L "M_Pos_Old"
T "L_Platz_p"
_005: NOP 0
A L 0.0
A "metal"
AN "pembe"
AN "siyah"
JNB _006
L "M_Pos_Old"
T "L_Platz_m"
_006: NOP 0
A L 0.0
BLD 102
R "M_Search_Start_Empty"
NETWORK 8
A(

```

```

O "M_Step5"
)
R "M_Step4"
A "M_Step4"
= L 0.0
A L 0.0
A "siyah"
AN "pembe"
AN "metal"
JNB _001
L "M_Pos_Empty"
T "L_Platz"
_001: NOP 0
A L 0.0
A "pembe"
AN "metal"
AN "siyah"
JNB _002
L "M_Pos_Empty"
T "L_Platz_p"
_002: NOP 0
A L 0.0
A "metal"
AN "pembe"
AN "siyah"
JNB _003
L "M_Pos_Empty"
T "L_Platz_m"
_003: NOP 0
A L 0.0
BLD 102
R "M_Search_Start_Old"

A "M_Step10"
L S5T#500MS
SD T 21
NOP 0
NOP 0
NOP 0
A T 21
)
A "M_Start_Pos_OUT"
S "M_Step11"
A(
ON "I_EMERG"
O "M_Step12"
)
R "M_Step11"
A "M_Step11"
= "M_Start_OUT"
R "M_Search_Start_Old"
NETWORK 9
A "M_Step11"
A "M_Ready_OUT"
S "M_Step12"
A(
ON "I_EMERG"
O "M_Step1"
)
R "M_Step12"
A "M_Step12"
= "M_Write_Start_Empty"
NETWORK 10
AN "I_EMERG"
R "M_Start_OUT"
R "M_Start_IN"
R "M_Search_Start_Empty"
R "M_Search_Start_Old"

```

FC1: SCADA ile pozisyonları öğretme işlemini sağlayan fonksiyondur.

```

NETWORK 1
A M 4.0
= "Q_MotX_Re"
NETWORK 2
A M 4.1
= "Q_MotX_Le"
NETWORK 3
A M 4.2
= "Q_Slow_X"
NETWORK 4
A M 4.3
= "Q_MotZ_up"

NETWORK 5
A M 4.4
= "Q_MotZ_do"
NETWORK 6
A M 4.5
= "Q_Slow_Z"
NETWORK 7
A M 4.6
= "Q_Cla_cl"
NETWORK 8
A M 4.7
= "Q_CylY_Out"

```

FC13: PLC nin tüm mutlak çıkış adresleri bu bloktan kontrol edilmiştir. Aşağıda örnek olarak tutucuyu açmak için kullanılan program verilmiştir.

```

O "M_IN_Step2"
O "M_IN_Step3"
O "M_IN_Step11"
O "M_IN_Step12"
O "M_OUT_Step1"

O "M_OUT_Step2"
O "M_OUT_Step3"
O "M_OUT_Step11"
O "M_OUT_Step12"
= "Q_Cla_cl"

```

FC32: Sistemde öğretme durumu aktif edilmişse bu fonksiyon sayesinde PLC ye depo konumları öğretilmektedir. Öğretme programı 3 adımdan oluşmaktadır.

1. Adım: Tutucu bant sisteminde parça alıp – vereceği pozisyona götürülür. 5 sn süre ile Stop butonuna basılır ve bu pozisyon hafızaya alınmış olur. Sistem otomatik olarak sağ üst pozisyona gelir. Tekrar Start butonuna basıldığında referans noktasına gelir ve 2. adıma geçilir.
2. Adım: Bu adımda tutucu siyah parçaların 1. depo noktasına götürülür ve Stop butonuna 5 sn süre ile basılır ve bu pozisyon hafızaya alınmış olur. Sistem yine sağ üst pozisyona gelir. Tekrar Start butonuna basılarak sistem referans noktasına alınır ve 3. adıma geçilir.
3. Adım: Bu adımda tutucu metal parçaların 7. depo noktasına götürülür ve Stop butonuna 5 sn süre ile basılır. Bu noktada hafızaya alınır ve ara depo noktalarının hesabı yapılarak ilgili data bloğa kaydı yapılır.

Öğretme sisteminde birinci adımda parçanın banda alınıp verileceği nokta öğretilir. İkinci adımda ise siyah parçaların rafının dikey eksenindeki (Z) pozisyonu ve tüm renkteki parçaların 1. depo pozisyonu öğretilmiş olur. Üçüncü adımda ise metal parçaların rafının dikey eksenindeki pozisyonu ve tüm renkteki parçaların 7. depo pozisyonu öğretilmiş olur. Daha sonra ara pozisyonlar hesaplanır. Her bir rafta 7 depolama noktası olduğundan metal parçaların 7. depo noktasının yatay (X) ekseninden siyah parçaların 1. depo noktasının yatay eksenini çıkarılır ve bu değer 6 ya bölünür. 1. depo pozisyonlarına elde edilen değer eklenerek diğer depo noktalarının yatay eksenindeki pozisyonları belirlenmiş olur. Aynı şekilde depo sisteminde 3 raf bulunduğu için dolayı metal parçaların 7. depo noktasının dikey ekseninden siyah parçaların 1. depo noktasının dikey eksenini çıkarılır ve bu değer 2 ye bölünür. Elde edilen değer siyah parçaların dikey eksenine eklenerek pembe parçaların dikey eksenine değeri bulunmuş olur. PLC nin enerjisi kesilse bile depo pozisyonlarının kaybolmaması için depo pozisyonları data bloklara kaydedilmiştir. Resim 3.19 da depo rafları ve öğretme sisteminde kullanılan depo noktaları, Resim 3.20 de ise parçaların taşıma bandına alınıp verildiği nokta verilmiştir.



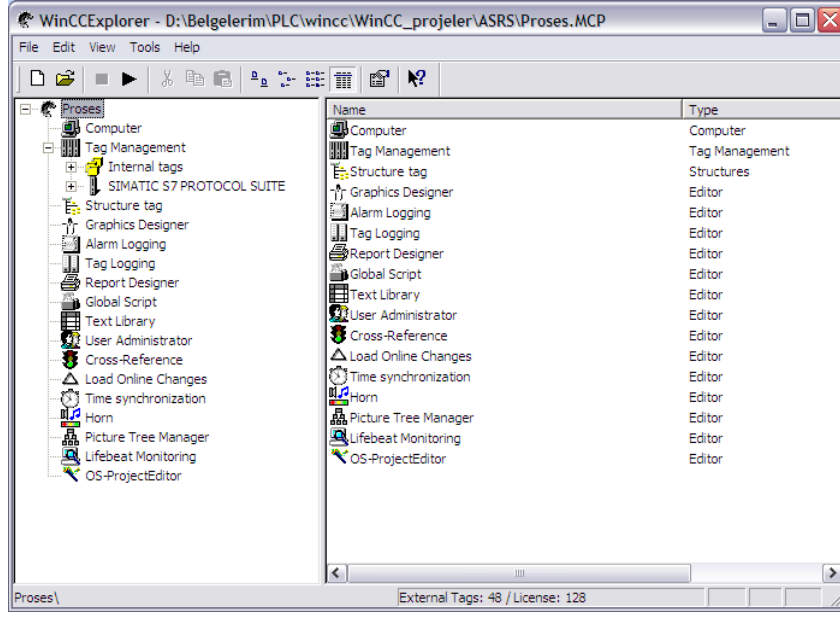
Resim 3. 19 Öğretme sisteminde kullanılan depo noktaları



Resim 3. 20 Parçaların taşıma bandına alınıp verildiği pozisyon

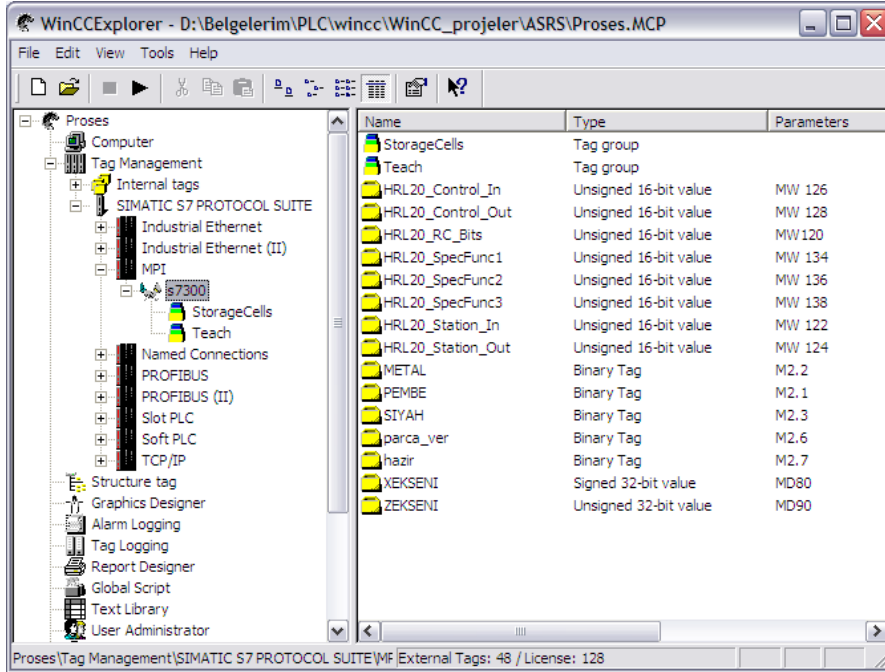
3.2.2. Geliştirilen SCADA Programı

SCADA programı için WinCC SCADA yazılımı kullanılmıştır. Resim 3.21 de programın ekran çıktısı verilmiştir.



Resim 3. 21 WinCC Programı proje ana ekranı

Yazılan SCADA programının PLC ile haberleşmesi için gerekli etiketler kullanılacak haberleşme protokolünün altında oluşturulmalıdır. Resim 3.22 de Tag Management altında oluşturulan etiketler verilmiştir.

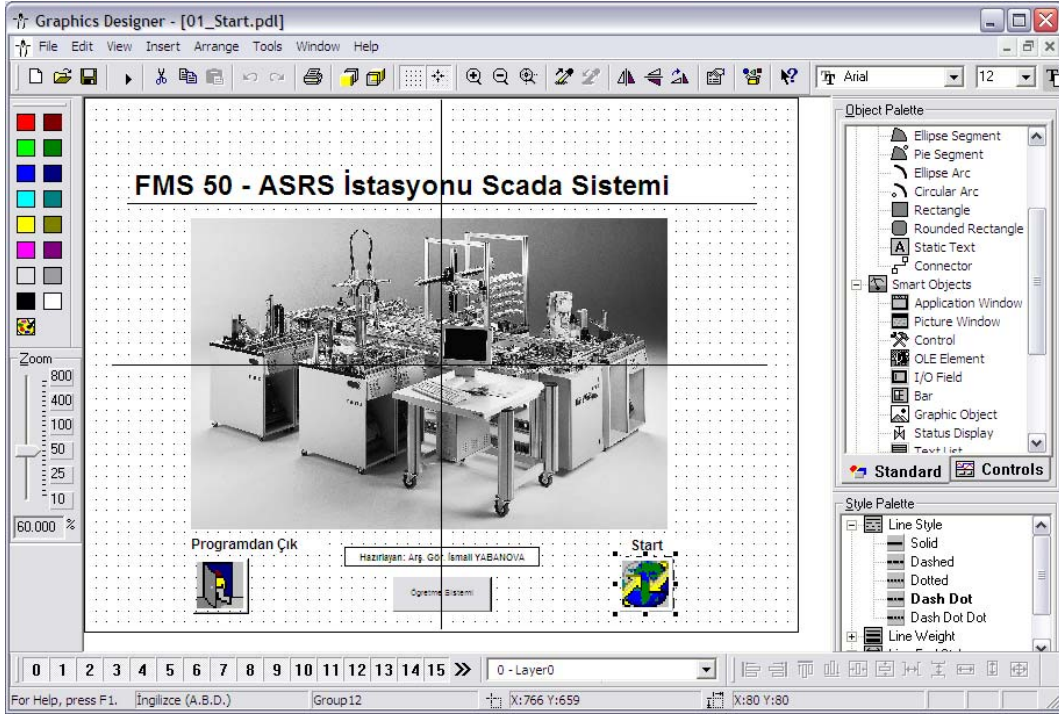


Resim 3. 22 Oluşturulan Tagler

Daha sonra görsel kontrol ekranını oluşturmak için Graphics Designer kullanılır. Resim 3.23 de hazırlanan giriş ekranı verilmiştir. Ekran istenilen butonlar resimler vb.

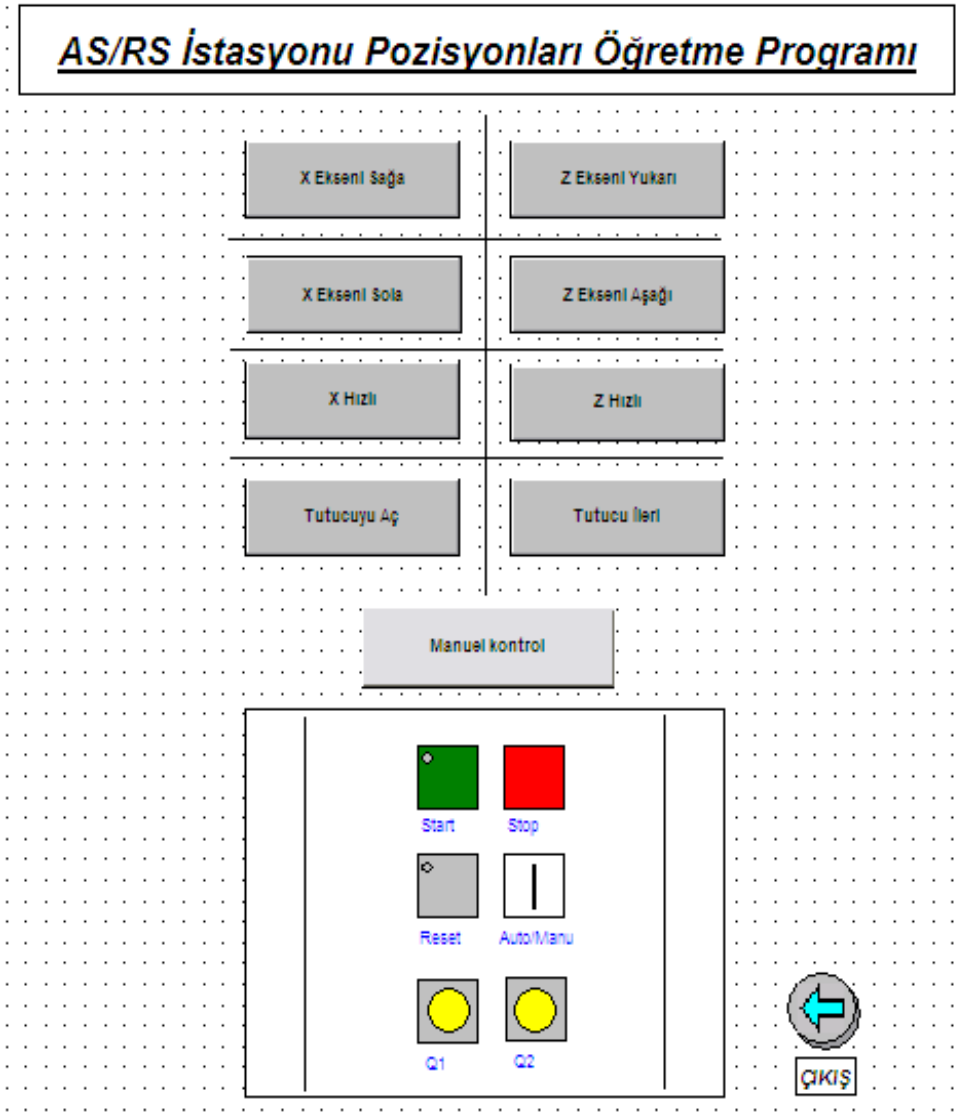
bileşenler yerleştirildikten sonra butonlara fonksiyonların atanmasında C programlama dili kullanılmıştır. Örneğin depo pozisyonlarını gözlemlene ve kontrol ekranına geçiş için kullanılan Start butonu için yazılan C programı aşağıda verilmiştir.

```
#define PIC_0 "ASRS.pdl"  
OpenPicture(PIC_0);  
}
```



Resim 3. 23 Graphics Designer ile hazırlanan giriş ekranı

İstasyona pozisyonları öğretmek için istasyonun kontrol paneli ile kontrolü yanında ayrıca bir SCADA ekranı hazırlanmıştır. Bu ekran Resim 3.24 de verilmiştir.



Resim 3. 24 Manüel kontrol ve öğretme ekranı

Şekildeki butonlar kullanılarak sistem bilgisayardan kontrol edilerek depo pozisyonları öğretilmektedir. Yine butonlara fonksiyon atanmasında C programlama dili kullanılmıştır. Örnek olarak X eksenini sağa hareket ettirmek için bu butona fare ile sol tıklandığında bu işlemi sağlayan ve buton bırakıldığında hareketi durduran C programı aşağıda verilmiştir.

```
#include "apdefap.h"
```

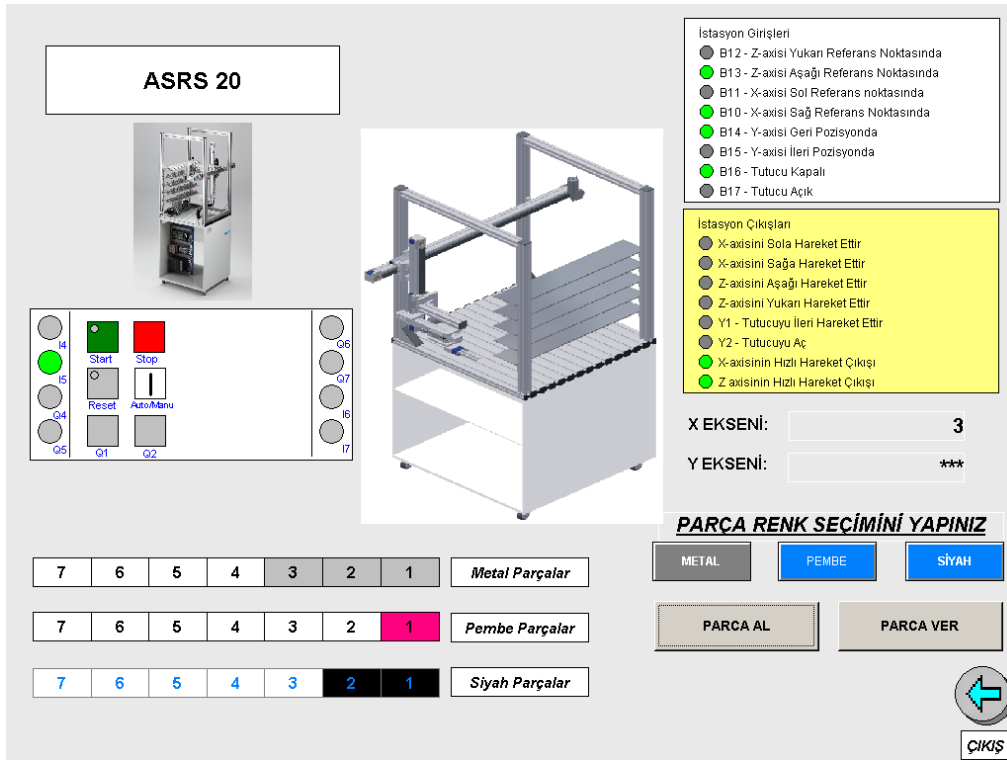
```
void OnLButtonDown(char* lpszPictureName, char* lpszObjectName, char*  
lpszPropertyName, UINT nFlags, int x, int y)
```

```

{
SetTagBit("X_saga",1);
#include "apdefap.h"
void OnLButtonUp(char* lpszPictureName, char* lpszObjectName, char*
lpszPropertyName, UINT nFlags, int x, int y)
{
SetTagBit("X_saga",0);

```

Butona basıldığında X_saga etiketi 1 yapılmıştır ve buton bırakıldığında bu etikete 0 değeri atanarak gerekli bilgi PLC ye gönderilmiştir. Depo noktalarının durumlarını, PLC giriş çıkışlarını ve parça alıp vermeyi sağlayan ekran Resim 3.25 de verilmiştir. Depolanacak veya geri verilecek parçanın rengi o renge ait buton ile belirlendikten sonra taşıma bandından parça alınmak isteniyorsa Parça Al butonuna basılır, alınan parça ilgili rengin rafına depolanır. Eğer sisteme depolanan parça geri verilmek isteniyorsa rengi seçildikten sonra Parça Ver butonuna basılarak parça taşıma bandına verilir. Her renge ait raf ve bu rafa depolanan parçaların durumu, PLC nin giriş çıkışları, X ve Z eksenlerinin konumları gözlemlenebilmektedir.



Resim 3. 25 AS/RS istasyonu depo noktaları gözlemlene ve kontrol ekranı

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada AS/RS sistemlerinin yapısı, çeşitleri, kullanım alanları incelenmiş ve mermer endüstrisine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. AS/RS sistemleri otomatik üretim ve dağıtım merkezlerinde yaygın bir şekilde kullanılan ana malzeme taşıma sistemleridir. AS/RS sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksek olduğundan kullanılacak olan sistemin ihtiyaçları belirlendikten sonra en uygun yapı ve kontrol sistemi belirlenmelidir.

Yapılan uygulamada kullanılan AS/RS istasyonu X, Y ve Z eksenlerinde hareket edebilen kartezyen robottan oluşmuştur. X ve Z eksenlerinin hareketleri servo motorlar ile Y ekseninin hareketi ise pnomatik piston ile sağlanmıştır. PLC 'nin hızlı sayıcısı ile servo motorların enkoderlerinden gelen sinyaller sayılarak servo motor sürücüleri kontrol edilmiş ve bu sayede X ve Z eksenlerinde hassas konum kontrolü yapılmıştır. Ayrıca yazılan program sayesinde depo noktalarının otomatik olarak öğretilmesi sağlanmıştır.

AS/RS istasyonu ve bu istasyonun kontrolü için yazılan PLC ve SCADA programları detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Çalışmanın amacı mermer endüstrisinde veya ürünlerin çeşidine göre depolanması gereken alanlarda kullanılabilecek otomatik depolama ve geri verme sistemi gerçekleştirmektir. İstasyonun kontrolü için yazılan PLC programıyla taşıma bandından gelen parçalar renk sensörleri ile veya SCADA programından belirtilen renk bilgisine göre renklerine göre ayrılarak farklı depo raflarına depolanması ve gerek olduğunda depolanan parçaların sisteme geri verilmesi sağlanmıştır. SCADA programı ile istasyonun görsel olarak uzaktan kontrolü ve depo raflarındaki parçaların durumunun gözlemlenmesi sağlanmıştır. SCADA programı iki ana ekrandan oluşmuştur. Birinci ekranda AS/RS istasyonunun manuel kontrolü ve depo pozisyonlarının otomatik öğretilmesini sağlayan program, ikinci ekranda ise depo raflarının durumları, istasyonun giriş-çıkışlarının durumları ve depolama veya geri verme işlemi için renk seçimi butonları bulunmaktadır. Sistemde depolanmak için siyah, pembe ve metal olmak üzere 3 çeşit iş parçası tanımlanmıştır. Bu sayede iş

parçalarının renklerine göre depolanması gereken birçok sektöre uygulanabileceğine inanılan otomatik depolama ve geri verme sistemi gerçekleştirilmiştir. Yazılan programlarda ufak eklemeler ve değişiklikler yapılarak daha farklı alanlarda kullanılacak otomatik depolama sistemi gerçekleştirilebilir.

AS/RS sistemlerinin; iyileştirilmiş yer kullanım yüzdesi, azaltılmış direkt işçilik maliyeti, %100'e yakın bir stok ölçüm doğruluğu, daha az enerji tüketimi, azaltılmış ürün hasarı, geliştirilmiş müşteri hizmeti gibi birçok faydası bulunmaktadır. Yapılan uygulamada ise depolanmak istenen ürünlerin çeşidi SCADA programında belirtilerek farklı ürünlerin farklı raflara depolanması sağlanmıştır. Ayrıca depo raflarındaki ürünler SCADA programından gözlenebildiği için etkin bir stok kontrolü sağlanmıştır. Ürünlerin raflara depolanmasında FIFO (First In, First Out) mantığı kullanıldığı için daha az enerji tüketimi ve sistemin talebe daha hızlı cevap vermesi sağlanmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Akarcan, B., 1999, "Enerji Dağıtım Sistemlerinin Bilgisayar Destekli İzlenmesi", Y.T.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Ashayeri, J., Gelders, L.F., Van Wassenhove, L., 1985, "A microcomputer-based optimization model for the design of automated warehouses", International Journal of Production Research Vol. 23, pp. 825–839
- Avcı, O., 1998, Güvenilir Bir Entegre Kontrol Sistemi, Eksen Yayıncılık, 50 s.
- Azadivar, F., 1989, "Optimum allocation of resources between the random access and rack storage spaces in an automated warehousing system", International Journal of Production Research, Vol. 27, pp, 119-131
- Bafna, K.M., Reed Jr., R., 1972, "An analytical approach to design of high-rise stacker crane warehouse systems", Journal of Industrial Engineering Vol. 8, pp. 8–14
- Bailey, D. and Wright, E., 2003, "Practical SCADA for Industry", Bölüm 2 SCADA sistemleri Hardware ve Firmware, Bileşim Yayıncılık, 11-15 p.
- Banks, Y., Carson, S.J., Discrete-Event System Simulations, Georgia Institute of Technology, 1984.
- Berçin, N., 1997, "SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve O.G. Elektrik Dağıtım Tesislerinde Uygulanması", İ.T.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Berg, J. P., 2002, "Analytic expressions for the optimal dwell point in an automated storage/retrieval system", Int. J. Production Economics, Vol.76, pp.13–25

- Bozer, Y. A., Schorn, E. C., Sharp, G. P., 1990, "Geometric approaches to solve the Chebyshev travelling salesman problem", IIE Transactions, Vol. 22, pp. 238–254.
- Bozer, Y.A. and J.A. White, 1984, "Travel-Time Models for Automated Storage/Retrieval System.
- Browne, J.B., Harhen, J., Shivnan, J., 1988, "Production Management Systems: A CIM Perspective", Addison – Wesley Publishing Co.
- Chetty, O.V. K., Reddy, M. S., 2003, "Genetic algorithms for studies on AS/RS integrated with machines", Int J Adv Manuf Technol, Vol. 22, pp. 932–940
- Egbelu, P.J., C.-T. Wu, 1993, "A comparison of dwell point rules in an automated storage/retrieval system", International Journal of Production Research, Vol.31, pp. 2515–2530
- Elsayed, E.A. and Unal, O.I., 1989, "Order batching algorithms and travel-time estimation for automated storage/retrieval systems", International Journal of Production Research, Vol. 27, pp.1097-1114.
- Eynan, A. and Rosenblatt, M. J., 1993, "An interleaving policy in automated storage/retrieval systems", International Journal of Production Research, Vol. 31, pp. 1-18
- Festo 2002, "Automatic Storage and Retrieval System", ASRS MPS 2000 Instructors Edition
- Graves, S.C., Hausman, W.H., Schwarz, L.B., 1977, "Storage–retrieval interleaving in automatic warehousing systems", Management Science, Vol. 23, pp. 935–945

- Han, M. H., McGinnis, L. F., Shieh, J. S., White, J. A., 1987, "Sequencing retrievals from automated storage/retrieval systems", *IIE Transactions*, Vol.19, pp.56–66
- Hausman, W. H., Schwarz, L. B., Graves, S. C., 1976, "Optimal storage assignment in automatic warehousing systems", *Management Science*, Vol. 22, pp.629–638.
- Hu, Y.-H., Huang, S. Y., Chen, C., Hsu, W.-J., Toh, A. C., Loh, C. K., Song, T., 2005, "Travel time analysis of a new automated storage and retrieval system", *Computers & Operations Research*, Vol. 32, pp.1515–1544
- Hur, S., Lee, Y. H., Lim, S. Y., Lee M. H., 2004, "A performance estimation model for AS/RS by M/G/1 queuing system", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 46, pp. 233–241
- Hurmali, G.K., 1992, "Servo Denetim Sistemlerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi
- Jawahar, N., Aravindan, P. and Ponnambalam, S. G., 1998, "Optimal Random Storage Allocation for an AS/RS in an FMS", *Int J Adv Manuf Technol*, Vol. 14, pp. 116-132
- Kochan, A. and D. Cowan, 1986, "Implementing CIM, IFS (Publications) Ltd.", U.K., Springer-Verlag, Berlin
- Kuo, B.C., Tal, J., 1978, "DC Motors and Control Systems", SRL Publishing, 30-40 p.
- Lee, A. H., Wei, C-C., Wang, C. F., 2003, *International Journal of Manufacturing Technology and Management (IJMTM)*, Vol. 5, No. 1/2
- Lee, Y. H., Lee, M. H., Hur, S., 2005, "Optimal design of rack structure with modular cell in AS/RS", *Int. J. Production Economics*, Vol. 98, pp.172–178

- Lerher, T., Sraml, M., Kramberger, J., Potrc, I., Borovinsek, M., Zmazek, B., 2006, “Analytical travel time models for multi aisle automated storage and retrieval systems”, *Int J Adv Manuf Technol*, Vol. 30, pp. 340–356
- Luggen, W.W., 1991 “Flexible Manufacturing Cells and Systems”, Prentice-Hall.
- Meins, W., (Herausgeber), 1989, *Handbuch Fertigungs- und Betriebstechnik*, Vieweg
- Narasimhan, S.L., McLeavey, D.W., Billington, P.J., 1995, “Production Planning and Inventory Control”, 2nd edition, Prentice-Hall.
- Potrc, I., Lerher, T., Kramberger, J., Sraml, M., 2004, “Simulation model of multi-shuttle automated storage and retrieval systems”, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 157–158, pp.236–244
- Meller, R. D., Mungwattana, A., 1997, “Multi-shuttle automated storage/retrieval systems”, *IIE Transactions*, Vol. 29, pp. 925-938
- Ránky, P. G., 1990, “Manufacturing Database Management and Knowledge Based Expert Systems”, CIMware Ltd., Guilford, Surrey, England.
- Roberts, S.D., Reed Jr., R., 1972. “Optimal warehouse bay configurations”, *IIE Transactions*, Vol. 4, pp.178–185
- Rosenblatt, M.J., Roll, Y., 1984, “Warehouse design with storage policy considerations”, *International Journal of Production Research*, Vol. 22, pp. 809–821
- Siemens 2001 SIMATIC Automation System S7-300 CPU 31xC Technological Functions Manual.

Siemens 2004 Working with STEP 7 V5.3 Getting Started Manual

Singh, N. (1996) System Approach to Computer-Integrated Design and Manufacturing,
John Wiley & Sons Inc.

Stecke, K. E., 1981, “Production Planning Problems for Flexible Manufacturing
Systems,” Ph.D. dissertation, Department of Industrial Engineering, Purdue
University

Wang, C.B., 1995, “The current status of domestic AS/RS and AGV”,
Machinery Year Book, Special issue for 1995 Taipei International
Machine Tool Show.

5.1 İnternet Kaynakları

1- <http://www.westfaliausa.com/products/ASRS/storage-density-double.html>,
21.04.2007

2- <http://www.westfaliausa.com/products/ASRS/storage-density-multiple.html>,
21.04.2007

3- [http://www.westfaliausa.com/products/ASRS/ASRS-StoragebyDensity-
FlowThroughSystems.htm](http://www.westfaliausa.com/products/ASRS/ASRS-StoragebyDensity-FlowThroughSystems.htm), 21.04.2007

4- <http://uzak.mersin.edu.tr/UserFiles/EndOto/elo-206/bvt2.pdf>, 21.04.2007

6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İsmail YABANOVA
Doğum Yeri : AFYONKARAHİSAR
Doğum Tarihi : 06/12/82
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyon Merkez Anadolu Meslek Lisesi 2000
Lisans : Marmara Üniversitesi TEF Elektrik Eğitimi 2004
Yüksek Lisans : Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Elektrik Eğitimi ABD 2007

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

2004 – Halen AKU TEF Elektrik Eğitimi Bölümü

Yayınları (SCI ve diğer)

Cimen, H., Nartkaya, M., Çınar, M., Yabanova, İ., A new microcontroller experiment set for undergraduate students, 4th International Forum on Engineering Education-Integrating Teaching&Reseach with Community Service, 2006