

Bu tez çalışması Devlet Planlama Teşkilatı “DPT 2000K 120040” numaralı “Endüstriyel Otomasyon ve Teknoloji Geliştirme Merkezi Altyapı” projesi kapsamında yapılmıştır.

T.C.

150797

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİKLERE UYGULANAN ISIL İŞLEMLERİN
OTOMASYONU İÇİN BİR MEKATRONİK SİSTEM
TASARIMI

Barış GÖKÇE

150797

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Metal Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Süleyman TAŞGETİREN

Afyon
2004

Barış Gökçe'nin yüksek lisans tezi olarak hazırladığı "Çeliklere Uygulanan Isıl İşlemlerin Otomasyonu İçin Bir Mekatronik Sistem Tasarımı" başlıklı bu çalışma, lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddesi uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

10 / 08 / 2004

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Galip Said
(Başkan)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Süleyman Taşgetiren
(Danışman)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hasan Çimen

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 25.06.2004..... Gün ve
2004/08-02... sayılı kararı ile onaylanmıştır.


Doç. Dr. Recep ASLAN
Müdür
Enstitü Müdürü

CELİKLERE UYGULANAN ISIL İŞLEMLERİN OTOMASYONU İÇİN BİR MEKATRONİK SİSTEM TASARIMI

ÖZET

Son yıllarda teknoloji alanındaki gelişmeler yeni üretim ve işleme sistemlerini beraberinde getirmiş, bunlar da sanayinin her alanında kullanılmaya başlanmıştır. Büyük ölçekli işletmeler ve fabrikalar üretim sistemlerini insan gücünden alarak tam otomatik bilgisayar kontrollü sistemlere yaptırmaktadırlar. Bilgisayar kontrollü üretim sistemlerinin hızla artması ve gelişmesi ise bu sistemlerin gerekliliğini ön plana çıkarmıştır.

Bu çalışmada geleneksel yöntemlerle çeliklere uygulanan farklı ısıl işlem türlerinin endüstriyel otomasyon sistemlerinde uygulanabilirliği araştırılmış ve bir mekatronik sistem tasarlanmıştır. Bu amaçla uygulama için farklı boyutlarda üç parça için üç farklı ısıl işlem rejimi uygulanmıştır. Parçalar otomatik olarak tanınmış ve bu tanıma göre uygun ısıl işlem rejimi uygulanmıştır. Bu uygulama AKÜ Teknik Eğitim Fakültesi ne ait Festo FMS 50 model eğitim amaçlı esnek üretim sisteminde programlanmış, simüle edilmiş ve sistem üzerinde uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda endüstriyel otomasyon ile yapılan ısıl işlem geleneksel yöntemlerle yapılan ısıl işlemlerle karşılaştırılmış ve farklılıkları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Isıl İşlemler, Mekatronik, Esnek Üretim Sistemleri

A MECHATRONIC SYSTEM DESIGN FOR THE AUTOMATION OF STEEL HEAT-TREATMENTS

ABSTRACT

Recently, the technological developments in electronics have brought many new production and processing systems, which are used in every aspect of industry. Large-scale enterprises and factories use fully automatic computer systems through drawing their production systems from manpower. The increase in using computer controlled production systems highlights the necessity of this new system.

This study focused on the possible practices of different heat-treatment processing types through traditional methods that are applied to steel, and as a result of these practices, a mechatronic system has been designed. For this reason, there were three different heat-treatment processes for three different parts in different dimensions in the application process. The parts are automatically sensed and based on this sense, the suitable heat-treatment process system has been applied. This application has been programmed, simulated, and implemented in the flexible manufacturing system for the educational purposes of Festo FMS 50 model that AKU Technical Education Faculty owns. As a result of this study, the comparison and contrast in the use of heat-treatment process through industrial automation and traditional methods have been stated and discussed.

Keywords : Heat-Treatment, Mechatronic, Flexiable Manufacturing System.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
3. ISIL İŞLEMLER.....	8
3.1 Isıl İşlem Yöntemleri.....	9
3.2 Isıl İşlemdedeğiştirilebilen Özellikler(Topbaş 1993).....	10
3.3 Yumuşatma Tavı.....	12
3.4 Normalizasyon (Normalleştirme) Tavı	13
3.5 Küreselleştirme Tavı.....	13
3.6 Gerilme Giderme Tavı ve Ara Tavı.....	14
4. ENDÜSTRİYEL OTOMASYON	15
4.1 Esnek Üretim Sistemleri.....	15
4.1.1 Esnek Üretim Sisteminin Uygulama Yerleri	16
4.1.2 Esnek Üretim Sisteminin Faydaları.....	17
4.1.3 Geleneksel Üretim Sistemi ile Farklılıkları	18
4.1.4 Esnek Üretim Sistemi Hücreleri ve Esnek Hücresel Üretim	19
4.1.5 Hammadde Giriş Ve Dağıtım Hücresi (Distribution Cell)	20
4.1.6 Tutma Ve Kaldırma Hücresi (Handling)	21
4.1.7 İşleme Hücresi (Processing Cell)	22
4.1.8 Robot Birleştirme, Montaj Hücresi (Robotic Assembly Cell)	22
4.1.9 Otomatik Depolama ve Çekme Hücresi (ASRS, Automated Storage, Retrieval System)	24
4.1.10 Gruplayarak Dağıtım Hücresi (Sorting Cell)	25
4.1.11 Taşıma Bandı (Conveyor Band).....	26
4.2 Pnömatik.....	27

4.2.1 Pnömatik Sistemlerin Sağladığı Yaralar	27
4.2.2 Pnömatik Devre Elemanları	28
4.3 Elektropnömatik	28
4.3.1 Elektropnömatik sistemlerin üstünlükleri	28
4.4 Programlanabilir Mantıksal Denetleyiciler (PLC)	29
4.4.1 PLC nin Üstünlükleri	29
4.4.2 PLC nin Genel Yapısı	31
4.5 Algılayıcılar (Sensörler)	32
4.5.1 Algılayıcıların Kullanım Yerleri	33
4.5.2 Algılayıcı Çeşitleri	33
5. DENEYSEL ÇALIŞMA ve YÖNTEM	35
5.1 Parçaların Depodan Alınması	35
5.2 Parçaların Algılayıcılarla Tanınması	36
5.2 Parçaların Taşınması ve İşleme Hücreğine Aktarılması	37
5.3 İşleme Hücreğinde Isıl İşlemin Uygulanması	38
5.4 Isıl İşlemin Programlanması	40
5.5 Hazırlanan Program	43
5.5.1 Acil Stop Programı (CMP0)	43
5.5.2 Stop Programı (CMP1)	43
5.5.3 Program 0 (Kontrol Paneli ve İşleme Hücreğini Hazırlama)	44
5.5.4 Program 1 (Isıl İşlem)	45
6. TARTIŞMA ve SONUÇLAR	52
KAYNAKLAR	54
TEŞEKKÜR	
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Esnek üretim sistemlerinin farklı yerleşimi	7
Şekil 3.1 Bir ısıtma işlemde genel ısıtma işlem süreci	8
Şekil 4.1 Bir esnek üretim sistemi ve çalışma şekli	16
Şekil 4.2 İki tezgahlı üretim hücresi	20
Şekil 4.3 Eğitim amaçlı esnek üretim sisteminde dağıtım hücresi	21
Şekil 4.4 Tutma ve kaldırma hücresi ile işleme hücresi	22
Şekil 4.5 Robot birleştirme ve montaj hücresi	23
Şekil 4.6 Otomatik depolama ve çekme (ASRS) sistemi	25
Şekil 4.7 Gruplayarak Dağıtım Hücresi (Sorting Cell)	26
Şekil 4.8 Bir taşıma bandının çalışma şekli	26
Şekil 4.13 PLC nin sinyal akış şeması (Kurtulan 2003).	32
Şekil 4.14 Bir üretim bandından geçen kutuların algılanması	33
Şekil 5.1 Isıtma işlemine tabi tutulacak parçaların boyutları	36
Şekil 5.2 3 adet karşılıklı optik algılayıcının sırası ile yerleşimi	36
Şekil 5.3 3 farklı parçaya uygulanan ısıtma işleminin akış diyagramı	38
Şekil 5.4 İşleme hücresi dönen tabla üzerinde ısıtma ve soğutma istasyonları	39
Şekil 5.4 FST 4.02 programı görüntüsü	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Tablo 4.1 Esnek üretim sistemlerinde geleneksel üretim sistemine göre elde edilen kazanç (Dundon 2002).	19
Tablo 5.1 Farklı 3 parça için uygulanacak ısıtım rejimleri	39
Tablo 5.2 Giriş, çıkış ve dahili rölelerin adreslendiği atama listesi (Allocation list).....	42



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklamalar
ASRS	(Automated Storage, Retrieval System) Otomatik depolama ve çekme
BSD	Brinell sertlik değeri
CNC	(Computer Numerical Control) Bilgisayar sayısal kontrolü
CPU	(Central Processing Unit) Merkezi işlemci birimi
FMS	(Flexible Manufacturing System) Esnek üretim sistemi
NC	(Numeric Control) Sayısal kontrol
PIC	(Peripheral Interface Controller) Çevresel arayüz denetleyiciler
PLC	(Programmable Logic Controller) Programlanabilir mantıksal denetleyiciler
RAM	(Random Access Memory) Rasgele erişilebilir bellek
ROM	(Read Only Memory) Sadece okunabilir bellek
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
STL	(Structure Language) Yapısal programlama dili.

1. GİRİŞ

Isıl işlemler çelik ve alaşımlarının ergime sıcaklığının altında bir sıcaklığa kadar ısıtılması ve daha sonra suda, yağda, havada veya farklı sıvı banyolarında soğutulma işlemidir. Isıl işlemler ile çeliklerin plastiklik ve dayanım özellikleri düzenlenir.

Çok farklı ısıl işlem şekilleri vardır. Bunlar; normalleştirme, yumuşatma , gerilim giderme, menevişleme ve temperlemedir. Bir çelik amaca uygun olarak bu ısıtma işlemlerinden birine tabi tutulur, ısıtma işlemi demirin ergime sıcaklığının altında yapılır. Isıtma işlemi yapıldıktan sonra yine amaca uygun olarak soğutma işlemi yapılmaktadır. Soğutma işlemi için suda hızlı soğutma, yağda hızlı soğutma, farklı kimyasallar ile soğutma ve havada soğumaya bırakma şeklinde birkaç yöntem uygulanmaktadır. Soğutma işlemi çelik fırından çıktıktan hemen sonra başlar. Eğer hızlı soğuma istenirse çeliğin fırından çıkışı ile soğuma sıvısına girişini çok kısa sürede olmalıdır aksi halde istenilen özellikler elde edilmeyebilir. Bileşimi farklı her çelik için farklı ısıl işlem metotları kullanılmaktadır. Aynı zamanda amaca göre farklı ısıl işlem yöntemi kullanılır.

Örneğin SAE 1040 yapı çeliği tam tavlama için 800 ile 850 °C arasında ısıtılır, ısıtma işleminden sonra çelik suda soğutulur ve soğutma işlemi tamamlandıktan sonra aynı çelik temperleme için 650 °C ye kadar tekrar ısıtılır ve fırında yavaş soğumaya bırakılır. Bu gibi çeliğin türüne ve amaca göre ısıl işlemler farklılık gösterdiği gibi ardışık ısıl işlemler de yapılmaktadır.

Birçok ısıl işlemler insan gücüne ve kontrolüne dayalı yapılmaktadır. Bu yüzden yapılan işin hata toleransı fazla olmaktadır. Örneğin ısıl işlem tamamlandıktan sonra soğuma sıvısına gitme zamanı uzarsa çeliğin karakteristiği değişebilir. Isıl işlem insan merkezli olduğu için ardışık işlemlerin denetimi de insan tarafından yapılmaktadır. Örneğin sıcaklığın takip edilmesi, çeliğin soğuma sıvısına götürülmesi, soğuma banyosunun kontrolü, çeliğin ne kadar süre soğuma

banyosunda kaldığı gibi daha bir çok uygulamalar insan tarafından yapılmaktadır. Bu şartlar altında bir ısı işlem merkezinde işlem maliyeti artar.

Teknolojinin gelişmesinde beraberinde birçok yenilik ve buluşları da beraberinde getirmektedir. Örneğin bilgisayarın icadı teknolojiye büyük bir çağ açmış ve günlük hayatın her alanında kullanılır hale gelmiştir. Bilgisayarlar sadece iletişim alanında değil sanayide, taşımacılıkta, gıda ve sağlık endüstrisinde ve birçok alanda kullanılmaktadır. Bilgisayarlar endüstride 1960'lı yıllardan sonra kullanılmaya başlanmış ve üretimde varlığını hissettirmiştir.

1970'li yıllarda programlanabilir mantıksal denetleyiciler (PLC) endüstriyel bilgisayarlar olarak üretilmiş ve üretimde büyük kazanç elde edilmiştir. Teknolojinin ilerlemesi ile endüstriyel bilgisayarlar da gelişmiş ve birçok yeni cihazları da beraberinde getirmiştir. Algılayıcılar ile nesnelere dokunulmadan tanınmış ve bu tanıma doğrudan bilgisayarlar aktararak üretimin sürekliliğini ve güvenilirliğini sağlamıştır. Endüstriyel bilgisayarlar ve algılayıcılar ile üretimin daha hızlı, daha güvenli, daha kaliteli ve daha ucuz yapıldığı görülmüştür. Endüstriyel bilgisayarların gelişmesi ile üretim artık esnek üretim sistemleri adı verilen malzemelerin otomatik olarak alındığı işlendiği, robotlarla montajlandığı ve otomatik olarak depolandığı bir üretim sistemi ile bilgisayar kontrollü olarak yapılmaya başlanmıştır.

Esnek üretim sistemlerinde üretim tamamen bilgisayar kontrollü olduğu için el değmeden üretim yapılmakta, dolayısıyla kalite de artmaktadır.

Esnek üretim sistemleri; yapılacak olan işe göre algılayıcılar, hidrolik, pnömatik sistemler, robotlar ve otomatik depolama sistemlerinden oluşan ve bir üretim hattı üzerinde kurulan sistemlerdir. Sistem bilgisayarlarla istenilen şartlara bağlı olarak programlanabilir denetleyicilere (PLC) aktarılır ve sistem otomatik olarak çalışmaya başlar.

Bu tez çalışmasında insan gücüne dayalı yapılan ısıt işlemlerin esnek üretim sistemleri ile uygulandığında üretime sağlayacağı üstünlükler tartışılmış ve yapılan bir örnek çalışma ile sağladığı yararlar gösterilmiştir.

Çeliklere uygulanan ısıt işlemlerin otomatik üretim sistemlerinde uygulanması için bilgisayar ortamında programlanması ve modellenmesi yapılmış ve FESTO FMS 50 model eğitim amaçlı esnek üretim sisteminde uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda esnek üretim sistemlerinin üretime olduğu kadar ısıt işlemlere de büyük etkisinin olduğu gözlemlenmiştir.

Isıt işlemler esnek üretim sistemi ile yapıldığında işlem hacminin geniş olduğu, insan eli değmeden güvenli bir şekilde yapıldığı, iş gücünü azaltarak kaliteyi arttırdığı, işlem maliyetini azalttığı ve hata toleransının düşük olduğu gözlemlenmiştir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Üretim şekli içinde bulunduğumuz yüzyıl içerisinde önemli ölçüde değişmiştir. Esnek üretim, robotik üretim, bilgisayar destekli üretim gibi sistemlerin dünya pazarında yer edinmek için gerekli olduğuna inanılmıştır. Üretimin esnek üretim sistemine geçmesi ile beraberinde yeni organizasyon stratejileri ve iş gücü yönetimi politikalarını da getirmiş ve bu yeni üretim şekli, işletmelerde yeniden yapılanmalara sebep olmuştur. Üretimde teknolojinin esnekliği ile bir işletmenin iç yapısı arasındaki ilişki incelenmiş ve yapısal değişikliklerin gerekli olduğu görülmüştür (Gal-Or 2002).

Park'a (2000) göre bir esnek üretim sistemi; bir malzemeyi işleyen, taşıyan ve depolayan sistemden oluşan ve birbiri ile bağlantılı olan bir takım çalışma istasyonlarından oluşan sistem olarak tanımlanır. Zhou'ya göre (2001) esnek üretim sistemleri zaman kaybı olmadan benzer ürünlerin üretilmesinde kullanılan bir sistemdir. Ching (2003) esnek üretim sistemlerinin amacını insana dayalı iş gücünü azaltmak, makinelerden maksimum şekilde faydalanabilmek, üretim zamanını ve işçilik maliyetini azaltmak amacı ile tasarlanmış tam otomatik üretim sistemi olarak tanımlar.

Esnek üretim sisteminin endüstride bir çok uygulama alanları bulunmaktadır. Bunlar; otomatik dolun tesisleri, otomobil fabrikaları, gıda üretim fabrikaları, ilaç fabrikaları, makine parçaları montaj hatları gibi uygulama alanlarıdır. Esnek üretim sistemlerinin programlanması, modellenmesi, simülasyonu hata tanıma ve sistemin işletme üzerindeki etkisi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda yeni simülasyon ve kontrol yazılımları, kontrol organları ve yerleşim planları geliştirilmiş üretimin artırılmasının sistem üzerindeki etkisi de araştırılmıştır.

Esnek üretim sistemleri modüler üretim sistemleridir. Böylece birçok farklı modüllere ayrılabilir. Esnek üretim sistemi, malzeme taşıma sistemi ile bağlantılı

esnek üretim istasyonlarından meydana gelmektedir. Malzeme taşıma sistemi birkaç istasyon arasında iş parçalarının taşınmasında, malzemelerin depolanmasında ve depolanan malzemelerin yerinden alınmasında kullanılmaktadır. Sistem denetleyici ve eş zamanlı kaynak kontrolünden oluşan bir kontrol iskeleti kurularak modüler esnek üretim sistemlerinin işleyişi, malzemelerin depolanması, alınması ve yapılan işlemlerin doğrulanması gibi veriler saklanabilir ve sonraki zamanlarda modüllerin sistematik olarak karşılaştırılmasında kullanılabilir(Park vd 2000).

Esnek üretim sistemleri modern üretim tekniklerinin bir uygulamasıdır. Diğer üretim tekniklerinde olduğu gibi üretimin başarılı olabilmesi, işlemlerin sorunsuz olmasına bağlıdır. Üretim esnasında oluşabilecek hataları veya anormallikleri anında gözlemlemek, herhangi bir hata durumunda üretimi durdurmadan anında tamir etmek gerekmektedir. Hataların ve anormalliklerin tanımlanabilmesi için çeşitli gelişmiş tanıma teknikleri kullanılmaktadır. Bir modülde hata meydana geldiğinde modül hemen sistemden izole edilmeli ve arızası tespit edilip tamir edilmelidir. Tamir işlemi tamamlandıktan sonra modül tekrar devreye sokulmalıdır. Esnek üretim sistemlerinde meydana gelebilecek hataları tanımak için birçok teknikler geliştirilmiştir. Bunlar; çevrimiçi entegrasyonlu bilgi tabanlı hata tanıma sistemi, esnek üretim sisteminin gerçek zamanlı kontrolü için hiyerarşik ve modüler tasarımı, nesne yönelimli programlama ile kalitenin gözlemlenmesi gibi tekniklerdir. Esnek üretim sistemlerinin mekanik kısmının arıza teşhisi ve tamiri için geliştirilen uzman sistemler, hata bilgisi ve hata sınıflandırma tekniği ile hata kurtarma modülü, istatistiksel işlemler ile hatanın tanımlanması ve modellenmesi, yapay sinir ağları ve genetik algoritma tekniği ile hataların belirlenmesi teknikleri kullanılmaktadır(Hu 2000).

Üretim sistemlerinin analizi ve tasarımı için bir yazılım modeli ile simülasyon çok sık kullanılan yöntemlerden biridir. Simülasyon, analitik veya matematiksel modelleme ile kolayca tanımlanamayan karışık sistemlerin işletme analizinde ve tasarımında gerekli bir araçtır(Anglani vd 2002).

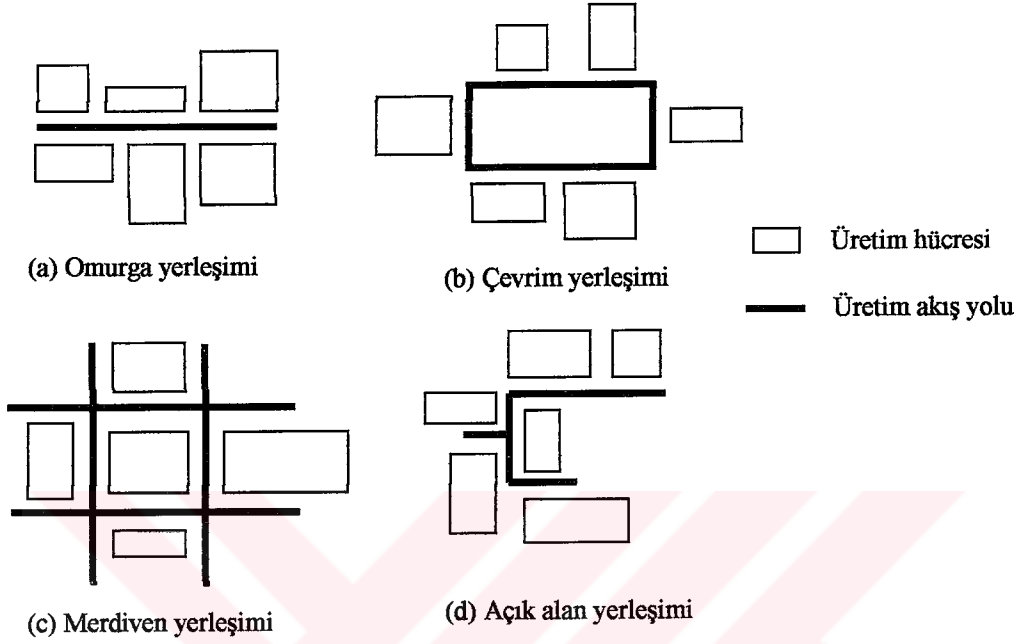
Esnek üretim sistemlerinin bilgisayar ortamında programlanması, modellenmesi, simülasyonu ve kontrolü için birçok araştırmalar yapılmış ve bunun için çok farklı yazılımlar geliştirilmiştir (Zhou vd 2001).

Esnek üretim sistemleri, sistemin akış zamanına, gecikme zamanına ve daha erken işlem zamanına göre farklı şekillerde simüle edilerek modellenmiştir. Bu modelleme sonucunda dağıtım kuralının sistem tarafından üretilen ürünlerin çıkış sayısına göre değiştiği gözlemlenmiştir. Esnek üretim sistemlerinin önemi geçtiğimiz on yıl içinde önemi daha da artmaktadır. Geçtiğimiz 20 yıl içersinde robot tasarımının gelişmesi ile elektro mekanik sistemlerin otomasyonu da artmıştır. Bir esnek üretim sistemi küçük, orta ve büyük boyutlarda birçok parçaları bir araya getirerek otomatik olarak işler (Chan 2003).

Esnek üretim sistemlerinde üretim planlaması ürünün kalitesini ve maliyetini doğrudan etkilemektedir. Bu yüzden sistemin kapasitesine göre üretim hacmi belirlenmelidir. Eğer retim planlaması yapılmazsa, ya aşırı üretim üretim olur sistem zarar görebilir, yada yetersiz üretim olur ürünün maliyeti artar. 1998 yılında İtalya Grandi Motori otomotiv fabrikasında yapılan bir üretim planlamasında esnek üretim sistemlerinde aşırı iş yüklemenin üretimde zaman kaybı oluşturduğu gözlenmiştir. Esnek üretim sisteminde üretilen parçalar işaretilenerek her ayın sonuna kadar tablolara işlenmiş, yapılan gözlemler sonucunda sistemde aşırı yüklenme olduğu zaman üretimde zaman kaybı meydana geldiği görülmüştür. Böylece esnek üretim sisteminin faydası azalmış ve üretim maliyeti de artmıştır (Parsi vd 1999).

Bir esnek üretim sisteminde en iyi üretimi başarabilmek ve üretim maliyetini azaltmak için malzeme akışının düzenlenmesi ve sistemin yerleşmesi çok önemli bir faktördür. Düzensiz yerleşim ve akış üretim maliyetinin yükselmesine ve üretim sresinin artmasına sebep olabilir. Bir esnek üretim sistemi genellikle birkaç hücre ve malzeme taşıma sisteminden meydana gelmektedir. Bu hücreler esnek üretim sisteminin yerleşimine göre düzenlenir. Üretim işlemine göre malzeme üretim ve montaj hattı belirlenir ve buna üretim akışı denir. Üretim

şekline göre sistemin yerleşimi değişebilir ancak bir esnek üretim sistemi doğrudan üretim akışına bağlıdır(Yang vd. 2004). Şekil 2.1 de bu esnek üretim sistemlerinin yerleşimi ile ilgili birkaç örnek gösterilmektedir.



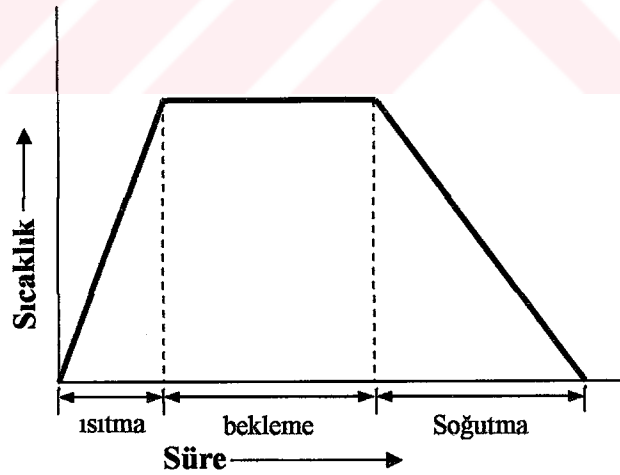
Şekil 2.1 Esnek üretim sistemlerinin farklı yerleşimi (Yang 2004)

3. ISIL İŞLEMLER

Genel anlamda ısıl işlem, metal veya alaşımlara istenilen özellikleri kazandırmak amacıyla katı halde uygulanan kontrollü ısıtma ve soğutma işlemleri olarak tanımlanır (Topbaş 1993). Başka bir ifade ile ısıl işlem metal malzemelerde katı halde sıcaklık değişimleri ile bir yada birbirine bağlı birkaç işlemle, amaca uygun özellik değişimleri şeklinde ifade edilebilir(Savaşkan 1999).

Yine ısıl işlem, katı haldeki metal veya alaşımlara belirli özellikler kazandırmak amacıyla bir veya daha çok sayıda, yerine göre birbiri peşine zamanlanarak uygulanan ısıtma ve soğutma işlemleri olarak tanımlanır (TS 1112 EN 10052).

Isıl işlemde bu tanıma uygun olarak, parçaların belirli bir sıcaklığa ısıtılması "ısıtma" bu sıcaklıkta uygun süre tutma "bekleme" ve belirli bir programa uygun olarak sıcaklığın oda sıcaklığına düşürülmesi "soğutma" ile üç kademede özellik değişimleri sağlanır. Derin soğutmalı ısıl işlem türü dışında, her tür ısıl işlem için geçerli olan bu proses Şekil 3.1 de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Bir ısıl işlemde genel ısıl işlem süreci

Çeliklere uygulanan bütün temel ısıl işlemler, östenit fazının dönüşümü ile ilgilidir. Dönüşüm ürünlerinin türü, bileşimi ve metalografik yapısı çeliğin fiziksel ve mekanik özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Başka bir deyişle; bir çeliğin fiziksel

ve mekanik özellikleri içerdiği dönüşüm ürünlerinin cinsine, miktarına ve metalografik yapısına bağlıdır.

Isıtma, parçanın sıcaklığını, oda sıcaklığından ısıtma işlemde öngörülen belirli bir sıcaklığa yükseltme işlemidir. Isıtma prosesinin herhangi bir anında, ısıtılan parçanın yüzeyindeki ve merkezindeki sıcaklık değerleri farklıdır. Isıtılan malzemenin direnç olarak kullanılarak elektrikle ısıtılması dışında, ısıtma ortamı ne olursa olsun, ortamın ısıtma gücüne bağlı olarak, parçanın yüzeyi belirli bir sıcaklığa ulaştığında, parçanın çekirdeği (merkezi), malzemenin boyutuna ve ısı iletme kabiliyetine bağlı olarak daha geç ısınacağından, sıcaklığı daha düşük olur. Diğer bir anlatım ile, parçanın yüzeyi öngörülen belirli bir sıcaklığa geldiğinde, çekirdeğinin de aynı sıcaklığa gelmesi için, biraz daha fazla sürenin geçmesi gerekir. Bu nedenlerle, ısıtma işleminde parça yüzeyinin ısınması dış ısınma ve merkezinin ısınması iç ısınma olarak ayrılır. Oda sıcaklığından itibaren, parça yüzeyinin öngörülen işlem sıcaklığına kadar ısınması için geçen süre dış ısınma süresi, merkezinin işlem sıcaklığına gelmesine kadar geçen süre iç ısınma süresi ve parça yüzeyi işlem sıcaklığına geldikten sonra, merkezinin işlem sıcaklığına gelmesi için geçen süre de iç ısınma için bekleme süresi olarak adlandırılır.

3.1 Isıl İşlem Yöntemleri

Metal malzemelerde ısıtma işlemle özellik değişimleri sağlanırken, malzemenin kimyasal bileşiminde değişiklik yapılmadan, kristal yada kafes yapısında düzenlemeler yapılabilir. Termik yöntem yada ısıtma yöntemi adı verilen bu tür ısıtma işleme örnek olarak, difüzyon tavlama (homojenleştirme tavlama), kaba tane tavlama, gerilim giderme tavlama, yumuşak tavlama, normal tavlama gibi çeliklerdeki tavlama işlemleri ile sertleştirme ve meneviş işlemleri söylenebilir. Malzemenin tümünde yada yalnızca cidarında (yüzeyinde) kimyasal bileşimde değişim yapılarak, özellik değiştirme de olanaklıdır. Kimyasal-termik yöntem yada kimyasal-ısıtma yöntemi adı verilen bu tür işlemlere örnek olarak sementasyon, nitrasyon, karbonitrasyon, sülfonitrasyon, sülfokarbonitrasyon, silisyumlama,

borlama, metal yada metal olmayan element yada bileşiklerinin difüzyonu gösterilebilir. Ayrıca, teknolojik ve termik işlemler birbiri peşi sıra uygulanarak mekanik-termik yöntem (Termomekanik yöntem) yada mekanik-ısıl yöntem ile örneğin rekristalizasyon tavlama, toparlanma tavlama, patentleme tavlama ve bazı özel sertleştirme işlemleriyle özellik iyileştirilmesi yapılabilir. Yukarıda ana hatları ile belirtilen yöntemler, çoğu zaman birbiri peşi sıra uygulanabilmektedir.

3.2 Isıl İşlemlerde Değiştirilebilen Özellikler(Topbaş 1993)

Yöntem ayırımı yapılmaksızın genel olarak, metal ve alaşımlarında ısıl işlemlerle değiştirilebilen özellikler şu şekilde özetlenebilir:

1. Herhangi bir yöntemle sertleştirilmiş yapı yumuşatılabilir. Malzemede talaşlı ve alaşımsız işlenebilirlik artırılır.
2. Malzemenin iç yapısında, daha homojen ve ince yapı taneler elde edilebilir.
3. Ötektik yada ötektoid yapıdaki intermetalik bağlantılar, lamel halden küresel forma dönüştürülebilir.
4. Tane sınırlarında bulunan lamel yada plaka formundaki intermetalik bağlantılar parçalanır ve küresel forma dönüştürülebilir.
5. Döküm yada haddeleme sonrası yapıda kalabilen alaşım, elementlerinin homojen olmayan dağılımı (makro ve mikro düzeyde bileşim farklılıkları), ısıl işlemlerle büyük ölçüde giderilebilir. Ayrıca, daha önceden ayrılmış özellikleri bozan partiküller tavlama ile parçalanarak, yapıda homojen faz elde edilebilir.
6. Dökümden sonraki katılaşmada, tane sınırları arasındaki empürite (arıtılamayan elemanlar) bağlantılarından belirli bir sıcaklıkta çözülebilenleri, tane içerisinde homojen olarak dağıtılabilir. Çözülmeyen empüriteler ise parçalanarak, malzemedeki kötü etkileri azaltılabilir, ayrıca homojen dağılımları sağlanabilir.

7. Soğuk şekillendirme ile şekillendirme doğrultusunda uzamış kristaller, daha küçük ve küresel forma dönüştürülebilir. Malzeme yumuşatılır ve tekrar soğuk şekillenebilirlik özelliği kazandırılır.
8. Kritik şekil değiştirme derecesinin altında soğuk şekillendirilmiş malzemelerde, pek az uzamış taneler, küresel biçime kavuşturulabilir ve şekillendirme öncesi özellikler, toparlanma ile yeniden kazandırılabilir.
9. Talaşlı şekillendirilebilmeyi kolaylaştırmak amacıyla, tane kabalaşması sağlanabilir.
10. Düşük karbonlu çeliklerde, östenitik alandan uygun soğutma yapılarak, ferrite nazaran perlit oranı artırılarak, yani perlitleştirme yaptırılarak talaşlı şekillenebilirlik iyileştirilebilir.
11. Soğuk şekillendirme, kaynak işlemi, döküm yada sıcak şekillendirme sonucu yapılan soğutma esnasında yada daha önce uygulanmış bir diğer ısı işlem sonucu oluşmuş iç gerilmeler (artık gerilmeler) ısı işlemle azaltılarak, malzemenin işlenmesinde yada kullanımında sorun yaratmayacak seviyeye indirilebilir.
12. Çeliklerde östenit stabilleştirilmesi yapılmak suretiyle, kalite yükselmesi sağlanır, soğuğa ve korozyona dayanım artırılabilir.
13. Emaye, laklama ve benzer yüzey kaplama işlemleri için malzeme yüzeyini hazırlamak amacıyla, parlak yüzey sağlanabilir.
14. Yüzeye yabancı atom difüzyonu ile yada dayanıklı bir oksit tabakası oluşturarak, atmosfere ve diğer korozyif ortamlara karşı korozyon direnci artırılabilir.
15. Katı halde dönüşüm meydana getirebilen alaşımlarda, yavaş soğumada meydana gelebilecek yapıların hızlı soğutma yapılarak engellenmesi ve tamamen farklı yeni yapıların oluşturulmasıyla (örneğin, çeliklerde martensitik yada beynitik yapı teşekkülü), yüzeyde yada tüm malzeme kesitinde önemli ölçüde sertlik artması sağlanabilir.
16. Aşırı doymuş katı çözümler teşekkül ettirilir ve ardından sertliği yüksek partiküller çöktürülerek (yaşlandırma, dinlendirme, ayrıştırma) çökeltme sertleşmesi yapılabilir.

17. Difüzyon yoluyla, malzeme yüzeyine yeni atomlar nüfuz ettirilerek, çeliklerin yüzeylerinde nitrür bağlantıları gibi sert yüzey sağlanabilir yada normal koşullarda yeterli sertleşmeyi yapmayan çeliklerde difüzyonla karbon nüfuz ettirmek suretiyle, yüzeyde yüksek sertlik değerlerine ulaşılması sağlanabilir.
18. Döküm malzemelerde yapı yeniden düzenlenebilir. Örneğin, metastabil sistemde ilk katılaşmasını yapmış döküm parçalar, siyah yada beyaz temper döküm haline gelecek tarzda işlem uygulanarak, mekanik ve teknolojik özellikleri çok iyi duruma getirilebilir.

Özet olarak belirtilen özellik değişmelerinin çok büyük bir kısmı çeliklerde olabilmektedir. Demir esaslı döküm malzemeler ile diğer metal ve alaşımlarında ise bu durum kısmen gerçekleşebilir. Çeliklerin, endüstride de diğer malzemelere nazaran daha fazla kullanıldığı göz önünde tutulduğundan çeliklere uygulanan ısıl işlem türleri şunlardır.

3.3 Yumuşatma Tavı

Genel anlamda; istenilen yapısal, fiziksel ve mekanik özellikleri elde etmek ve talaş kaldırmayı veya soğuk şekillendirmeyi kolaylaştırmak amacıyla metal malzemelerin uygun sıcaklıklara kadar ısıtılıp, gerekli değişiklikler sağlanıncaya kadar bu sıcaklıkta tutulması ve sonradan yavaş soğutulması işlemine tavlama denir.

Yumuşatma tavı ise sertliği azaltmak, talaş kaldırmayı kolaylaştırmak veya döküm ve dövme parçalarındaki iç gerilmeleri gidermek amacıyla, ötektoid altı çelikleri Ac_3 , ötektoid üstü çelikleri ise Ac_1 çizgilerinin üzerindeki belirli sıcaklıklara kadar ısıtıp, iç yapılarını östenite dönüştürdükten sonra fırın içerisinde tutarak çok yavaş soğutma işlemidir. Tavlama işlemi, bazı çeliklerde tane küçültmek ve çeliklerin elektrik ve manyetik özelliklerini iyileştirmek amaçları için de uygulanır. Östenitleştirmeden sonraki soğuma işlemi çok yavaş

olduğundan, yumuşatma tavi için demir-sementit (Fe-Fe₃C) denge diyagramı kullanılabilir.

3.4 Normalizasyon (Normalleştirme) Tavi

Normalizasyon tavi genelde tane küçültmek, homojen bir iç yapı elde etmek ve çoğunlukla mekanik özellikleri iyileştirmek amacıyla ötektoid altı çelikleri A_{C_3} ve ötektoid üstü çelikleri A_{C_m} dönüşüm sıcaklıklarının yaklaşık olarak 40-50 °C üstündeki sıcaklıklara kadar ısıtıp, tavladıktan sonra fırın dışında sakın havada soğutma işlemidir. Normalizasyon tavinin belli başlı amaçları;

1. Tane boyutunu küçültmek,
2. Homojen bir iç yapı elde etmek,
3. Ötektoid üstü çeliklerde tane sınırlarında bulunan karbür ağını dağıtmak,
4. Çeliklerin işlenme özelliklerini iyileştirmek,
5. Mekanik özellikleri iyileştirmek
6. Yumuşatma tavisine tabi tutulmuş çeliklerin sertlik ve mukavemetlerini artırmak

3.5 Küreselleştirme Tavi

Küreselleştirme tavi, çelikleri A_{C_1} sıcaklık çizgisi civarında uzun süre tuttuktan ve bu bölgede salınımlı olarak tavladıktan sonra, yavaş soğutma ile karbürlerin küresel şekle dönüştürülmesi işlemidir. Bu işlem, ostenitleştirmeden sonra kontrollü soğutma ile de yapılabilir. Yumuşatma tavi işleminde belirtildiği gibi, tavllanmış durumdaki ötektoid üstü çelikler iç yapılarında sert ve gevrek sementit tanelerinin bulunması nedeniyle işlenmeye elverişli değildir. Bu tür çeliklerin işlenmesini kolaylaştırmak ve sünekliğini artırmak amacıyla da küreselleştirme tavi

uygulanır. Tablo 3.1’de yumuşatma tavına tabi tutulmuş ve normalize edilmiş durumlardaki çeliklerin mekanik özellikleri gösterilmektedir.

Küreselleştirme tavlı aşağıdaki yöntemlerden biri ile gerçekleştirilir.

1. Çelik malzeme A_c çizgisinin hemen altındaki bir sıcaklıkta (örneğin 700°C) uzun süre (15-25 saat) tavllanır
2. Çelik malzeme, düşük kritik sıcaklık çizgisinin (A_{c1}) hemen altında ve üstündeki sıcaklıklar arasında ısıtılıp soğutulur, yani salınlı olarak tavllanır.
3. Malzeme, A_{c1} kritik sıcaklık çizgisinin üzerindeki bir sıcaklıkta tavlandıktan sonra ya fırında çok yavaş soğutulur, yada A_{c1} çizgisinin hemen altındaki bir sıcaklıkta uzunca bir süre tutulur.

3.6 Gerilme Giderme Tavlı ve Ara Tavlı

Gerilme giderme tavlı; döküm, kaynak ve soğuk şekil verme işlemlerinden kaynaklanan iç gerilmeleri azaltmak amacıyla, metalik malzemeleri dönüşüm sıcaklıklarının altındaki uygun bir sıcaklığa kadar ısıtma ve sonra yavaş soğutma işlemidir. Bu işlem, bazen dönüşüm sıcaklığı veya kritik sıcaklık altı tavlı olarak da adlandırılır. Çelik malzemeler 540°C ile 630°C sıcaklıkları arasında gerilme giderme tavına tabi tutulurlar.

Ara tavlı ise; gerilme giderme tavına çok benzeyen bir işlem olup, ötektoid altı çeliklerden sac ve tel yapımında soğuk şekillendirmeye devam edebilmek için çelik malzemelerin A_c dönüşüm sıcaklığının hemen altındaki bir sıcaklığa ($550-680^{\circ}\text{C}$) kadar ısıtılıp, yeniden kristalleşme sağlandıktan sonra yavaş soğutulması işlemidir.

4. ENDÜSTRİYEL OTOMASYON

Endüstriyel otomasyon sistemlerinde birçok otomasyon sistemleri bir arada kullanılmaktadır. Bunlar pnömatik, elektro-pnömatik, hidrolik, elektro-hidrolik, programlanabilir mantıksal denetleyiciler(PLC), algılayıcılar ve robotlardır. Bütün bu sistemler bir araya gelerek bir üretim sistemini oluşturmaktadır. Bu üretim sistemi esnek ve değişkense, ürettiği malzeme otomatik olarak taşınabiliyor ve depolanabiliyorsa bu gibi tümleşik sistemlere de esnek üretim sistemleri denmektedir. Esnek üretim sistemleri endüstriyel otomasyon uygulamasının vazgeçilmez bir unsurudur.

Çeliklere uygulanan ısı işlemlerin endüstriyel otomasyonla uygulamasında, eğitim amaçlı bir esnek üretim sistemi kullanılmış bu entegre sistem içerisinde da aşağıdaki cihaz ve sistemler kullanılmıştır. Bunlar

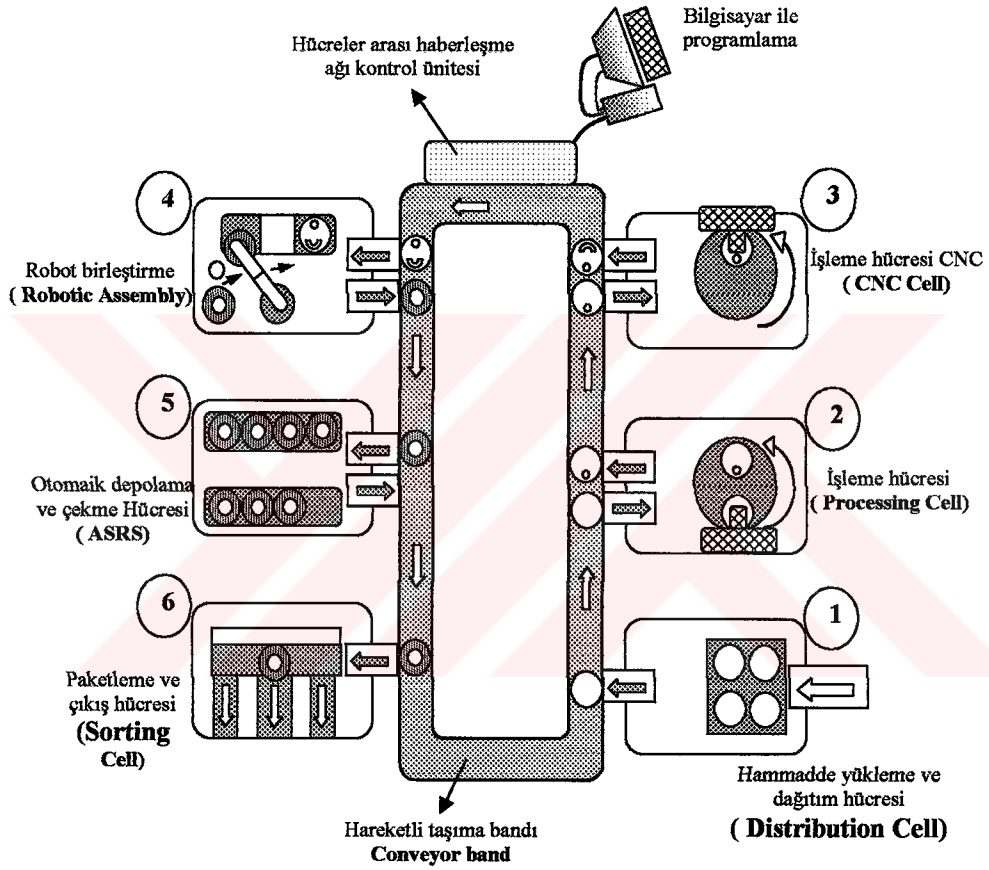
1. Esnek üretim sistemleri
2. Pnömatik sistem
3. Elektro-pnömatik sistem
4. Programlanabilir mantıksal denetleyiciler (PLC)
5. Algılayıcılar

4.1 Esnek Üretim Sistemleri

Esnek üretim sistemleri bir fabrika içerisinde belirli bir şekle göre kümelenmiş, yaptıkları iş birbirinden farklı ancak birbirleri ile haberleşerek çalışan, her birinin kendine özgü değişken donanımı olan üretim hücrelerinden (istasyon) oluşan üretim sistemleridir (Choi ve Kim 2002). Bir başka ifade ile daha kaliteli ve daha verimli ürün elde etmek için bir grup makine veya makinelerden oluşan işlem hücrelerinin birbirleri ile etkileşimli olarak çalışan bilgisayar kontrollü tam otomatik üretim sistemleridir. İngilizce karşılığı (Flexible Manufacturing System)

FMS dir. Bir esnek üretim sistemi farklı tipteki ürünleri üretme kapasitesine sahip yeniden programlanabilen üretim sistemidir.

Esnek üretim sistemlerinde hammadde bir noktadan girer taşıyıcı bantlar ile bütün hücrelerde farklı işlemlere tabi tutulur ve son hücreden montajı yapılmış bir şekilde dışarı çıkar (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Bir esnek üretim sistemi ve çalışma şekli

4.1.1 Esnek Üretim Sisteminin Uygulama Yerleri

Esnek üretim sistemleri otomasyon uygulamalarının (CNC, PLC, IPC vs.) yapıldığı, benzer ürünlerin üretildiği teknolojiye açık bütün fabrikalarda kullanılır.

Esnek üretim sistemlerinin uygulama alanlarını sıralarsak :

1. Birbirinden farklı ancak benzer ürünlerin üretildiği fabrikalarda,
2. Montaj hatlarında,
3. Ağır sanayide hammaddenin işlenmesinde (Isıl işlem)
4. Otomotiv sanayinde,
5. Gıda ve ilaç sanayinde,
6. Dijital dünya ürünlerinin üretildiği yerlerde (Televizyon, bilgisayar parçası, uydu, telefon vs.)

Bunlar gibi daha birçok üretim sahasında esnek üretim sistemleri kullanılmaktadır.

4.1.2 Esnek Üretim Sisteminin Faydaları

Esnek üretim sistemlerinin üreticiye ve üretime birçok faydası bulunmaktadır, bunlar (Kasap1998):

1. Temelde birbirine benzeyen birden fazla ürün üretilebilir.
2. Üretim her safhasında kalite ve kontrol gözlemlenebildiğinden çıkan ürünler de kalitelidir.
3. Hemen hemen bütün işlemler endüstriyel bilgisayarla yapıldığı için elemanların sisteme müdahalesi çok azdır.
4. Tasarım ve modelleme bilgisayar desteği ile yapıldığı için sisteme uyarlanması çok kolaydır.
5. Hammaddenin işlenerek ürün olarak çıkma süresi kısadır.
6. Sistem tam otomatik ve yüksek koruma emniyetli çalıştığından iş güvenliği maksimum seviyededir.
7. Sistemin tam otomatik çalışması ile iş gücü maliyeti azalacağından üretim maliyeti de düşecektir. Buda tüketiciye düşük ürün fiyatı olarak yansır.
8. Üretim hacmi yükselir ve verimlilik artar.
9. İşleme esnasında hammadde kaybı azalır.
10. İşletmenin kar marjı artar.

4.1.3 Geleneksel Üretim Sistemi ile Farklılıkları

Geleneksel üretim sistemlerinde iki tip üretim bulunmaktadır. Bunlar :

1. Herhangi bir siparişe göre üretim,
2. Bir çeşit ürünün sürekli olarak üretilmesi (Seri üretim)

Herhangi bir siparişe göre üretimde bir fabrikada farklı tiplerde makinelerin sipariş verilen ürüne göre uyarlanarak işletilmesi ile üretim yapılır. Üretim yapan makinelerden sorumlu teknik elemanlar bulunur. Bu sistem insan gücü merkezlidir ve üretim maliyeti fazladır.

Bir çeşit ürünün sürekli üretilmesi ise tipik bir seri üretimdir. Fabrika sadece bir veya iki çeşit ürünü üretmek için kurulmuştur. Üretim yapan makineler belirli bir sisteme göre gruplandırılarak yerleştirilmiştir. Sistemin değiştirilmesi kolay değildir yeni bir ürün için sistemin uyarlanması üretim maliyetini çok arttırır. Esneklik yoktur, üretim yapan makinelerin sorumlu elemanları bulunur, kontrol insan merkezlidir.

Eğer üretimde farklılık ve yenilik isteniyorsa geleneksel üretim üretici tarafından benimsenmez. Çünkü geleneksel üretim sisteminde değişkenlik çok sınırlıdır.

Esnek üretim sisteminde hammaddenin üretilip tüketiciye ürün olarak ulaşması geleneksel üretim sisteminden çok daha hızlıdır. Esnek üretim sistemleri yeni üretim stratejilerine çok hızlı bir şekilde uyarlanabilir. Esnek üretim sistemi tamamen teknoloji yönelimli bir sistem olduğu için üretici firma diğer firmalarla çok rahat bir şekilde rekabet edebilir.

Esnek üretim sistemi ile geleneksel üretim sistemi karşılaştırıldığında üretimde meydana gelen kazanç tablo 4.1 de gösterilmektedir.

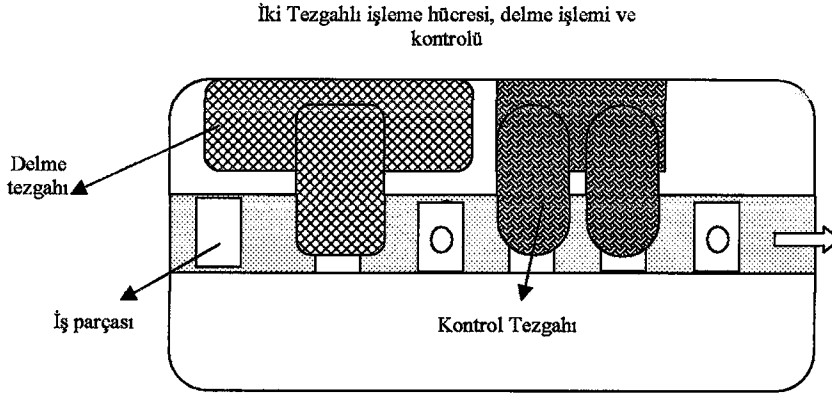
Tablo 4.1 Esnek üretim sistemlerinde geleneksel üretim sistemine göre elde edilen kazanç (Dundon 2002).

Üretim ve kalite kontrol maliyeti	%80 Azalır
Kurulma zamanı	%69 Azalır
Üretim zamanı	%70 Azalır
Ödeme gecikmesi	%82 Azalır
Hammadde envanteri	%42 Azalır
Bitmiş ürün envanteri	%60 Azalır
Ünite başına işçi çıkışı	%33 Azalır

4.1.4 Esnek Üretim Sistemi Hücreleri ve Esnek Hücresel Üretim

Esnek üretim sistemleri birden fazla üretim ünitelerinden meydana gelmektedir. Bu ünitelere istasyon veya hücre adı verilir. Bu hücreler görevlerine göre elektromekanik teçhizatlarla donatılmıştır. Bu teçhizatlar üretim şekline göre yeninden düzenlenebilir yani esnektir. Örneğin bir CNC tezgahı, bir işleme ünitesi (Delme, kontrol), her farklı iş için bilgisayar tarafından programlanabilir.

Her bir üretim hücresi bir veya daha fazla tezgahlara sahiptir. Bu tezgahlar da üretim şekline göre değişebilir. Şekil 4.2 de iki tezgahlı bir esnek üretim hücresinin temsili şekli gösterilmektedir. Şekil 4.1 de ise 6 farklı işleme ve stoklama hücresine sahip bir esnek üretim sistemi görülmektedir. Hücreler sadece üretim amaçlı değil aynı zaman ürün stoklama ve çıkış işlem için de kullanılmaktadır. Bir hücre Programlanabilir mantıksal denetleyiciler (PLC), çevresel arabirim denetleyicileri (PIC) veya endüstriyel bilgisayarlarla programlanır ve diğer hücreler ile haberleşme ağı oluşturularak sistem hücrelerle ilişkili olarak çalışır. Bir hücre verilen işi tamamladığında diğer hücreye işin tamamlandığına dair bir sinyal gönderir. Bu sinyal işleninceye kadar saklanır. Bütün bu programlama ve kontrol işlemleri bilgisayarlar tarafından kumanda edilir.



Şekil 4.2 İki tezgahlı üretim hücresi

Bir esnek üretim sistemi hücrelerini belirli gruplar altında incelersek bunlar :

1. Hammadde giriş ve dağıtım hücresi (Distribution cell)
2. Tutma ve kaldırma hücresi (Handling cell)
3. İşleme hücresi (Processing cell)
4. Robot birleştirme, montaj hücresi (Robotic assembly cell)
5. Otomatik depolama ve çekme hücresi (ASRS, Automated storage retrieval system)
6. Gruplayarak dağıtım hücresi (Sorting cell)
7. Taşıma bandı (Conveyor band)

4.1.5 Hammadde Giriş Ve Dağıtım Hücresi (Distribution Cell)

Otomatik üretim sistemlerinde hammadde belirli bir yerde stoklanır ve sistem kendi ihtiyacına göre bu stoklardan hammaddeyi alır. Bu işlemin yapıldığı yer hammadde giriş ve dağıtım hücresinin olduğu yerdir. Bilgisayar tarafından hücreye bağlı PLC veya PIC programlanır, parça konveyör bandına konur ve işleme hücresine gider. Bu sırada ikinci parça gönderilir ve ikinci parça işleme istasyonunda önceki parçanın işinin bitmesini bekler. Bu sırada dağıtım hücresi üçüncü parçayı göndermez çünkü işleme istasyonunda henüz birinci parçanın işlenmesi bitmemiştir. İşleme istasyonu birinci parçayı işlemeyi bitirdiğinde

dağıtım istasyonuna sinyal göndererek yeni bir parça daha göndermesini sağlar. Bütün bu ardışık işlemler bilgisayarlar ile programlanarak PIC veya PLC lere gönderilir. Parçaların taşınması esnasında tutma ve kaldırma hücresi veya özel sistem kullanılır. Şekil 4.3 de eğitim amaçlı esnek üretim sisteminin dağıtım hücresi gösterilmektedir.



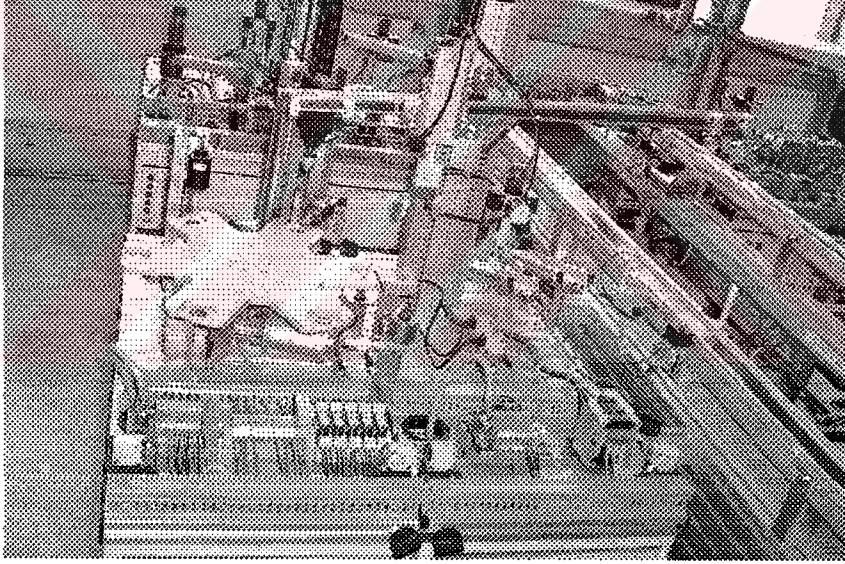
Şekil 4.3 Eğitim amaçlı esnek üretim sisteminde dağıtım hücresi

4.1.6 Tutma Ve Kaldırma Hücresi (Handling)

Esnek üretim sistemlerinde hücreler birbirlerine belirli bir mesafede kurulu olup her birinin kendi çalışma alanı bulunmaktadır. Dağıtım istasyonundan alınan parça taşıma bandına konur ve işleme istasyonunun girişine gider burada taşıma bandı ile işleme istasyonu arasında belirli bir mesafe varsa parçanın banttan işleme istasyonuna ve işleme istasyonundan da banda aktarılmasında tutma ve kaldırma ünitesi (handling) kullanılır(Şekil 4.4). Bu ünite hidrolik veya pnömatik doğrusal eksenlerle yapılmaktadır, ancak kontrol yine PLC veya PIC ile yapılır.

4.1.7 İşleme Hücresi (Processing Cell)

Esnek üretim sisteminin en önemli hücrelerinden biridir. Bir işleme ünitesinde birden fazla ürün işleme tezgahı bulunabilir. Bunlar CNC, NC, Delme, kontrol olabilir. İşleme hücresi de diğer hücrelerle haberleşerek çalışmaktadır. Ardışık işlemler işleme hücresinde yaptırılır. Bir silindir üretiminde silindir deliklerinin delinmesi, delik kontrolleri, dış açma vs. gibi daha bir çok işlemler ardışık olarak yaptırılabilir. İşleme hücresi parçayı işlemeyi tamamladığında kendinden sonraki hücreye parçanın işlendiğini ve gönderildiğini, önceki hücreye ise yeni bir parça işlemek için hazır olduğunu bir sinyal ile bildirir. Şekil 4.4 de eğitim amaçlı esnek üretim sistemde tutma ve kaldırma hücresi ile işleme hücresinin fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 4.4 Tutma ve kaldırma hücresi ile işleme hücresi

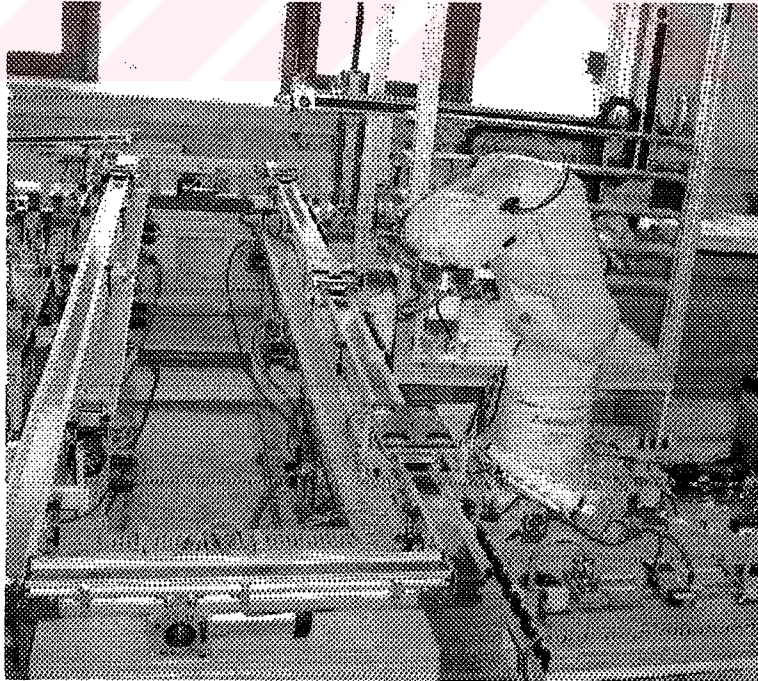
4.1.8 Robot Birleştirme, Montaj Hücresi (Robotic Assembly Cell)

Robotlar günümüz endüstriyel uygulamalarının vazgeçilmez bir unsurudur. İnsan gücünün ve erişiminin zorlandığı yerlerde, insan sağlığını olumsuz etkileyen yerlerde, tekrarlı ve sürekli yapılan işlerde, çok daha hassas konum kontrolünün olduğu yerlerde robot uygulamaları etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Robotlar

birçok insanın bir arada yaptığı pek çok işi kendi başlarına çok daha kısa sürede ve çok daha kaliteli bir şekilde yapmaktadır. Robotlar montaj, kaynak, birleştirme gibi birçok uygulamalarda kullanılmaktadır.

Robotlar sabit ve hareketli olmak üzere iki tiptedirler. 2 eksen den 7 eksene kadar hareket kabiliyetleri bulunmaktadır. Eksen hareketleri arttıkça robotların karmaşıklığı daha da artmaktadır. Robotlar dışarıdan bilgisayarlar vasıtası ile programlanabildiği gibi kendi öğretim sistemleri ile yapacakları işler öğretilmektedir. Bu özellik robotların kullanım kolaylığını göstermektedir.

Robot birleştirme ve montaj hücresi de diğer hücrelerde olduğu gibi yapacak işe göre programlanır veya öğretilir. İşlenmiş parça robot birleştirme hücresine geldiğinde robot otomatik olarak bunu algılar ve parçayı diğer parçalarla birleştirmeye başlar. İşlem tamamlandığında parça taşıma bandına yerleştirilir. Robot taşıma bandı üzerinde çalışıyor ise iş parçası tamamlandıktan sonra taşıma bandı tekrar hareket eder. Şekil 4.5 de eğitim amaçlı 6 eksenli bir robot kolu gösterilmektedir.



Şekil 4.5 Robot birleştirme ve montaj hücresi

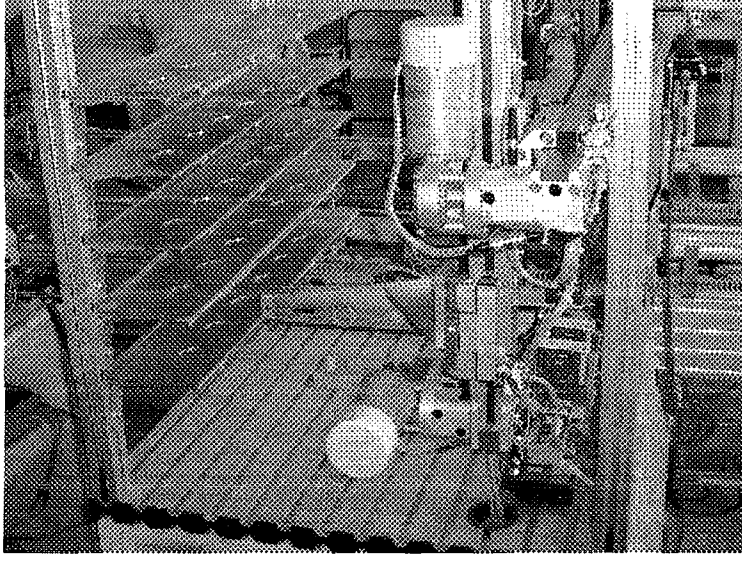
4.1.9 Otomatik Depolama ve Çekme Hücresi (ASRS, Automated Storage, Retrieval System)

Bir fabrikada artan ve azalan talepleri karşılamak amacı ile üretilen ürünler belirli yerlerde stoklanır ve ihtiyaç duyulduğu kadar çıkış yapılır. Esnek üretim sistemlerinde ürünlerin stoklanması belirli bir sisteme göre tasarlanır. Ürünlerin yerleştirilmesi ile yerleştirilen yerden alınması ASRS adı verilen otomatik depolama ve çekme sistemine göre yapılır.

ASRS 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 yüksekliği 1m ile 3m arasında değişen 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.

Depolanan malzemenin yerinden alınması esnasında, sisteme kaydedilen malzemenin yeri ve varlığı bilinir ve yerleştirme sırasına göre malzemeler depodan alınır. Malzeme depodan alındığından, alınan malzemenin yeri sistemden otomatik olarak silinir çünkü yeni gelecek malzeme bu boş yere yerleştirilecektir.

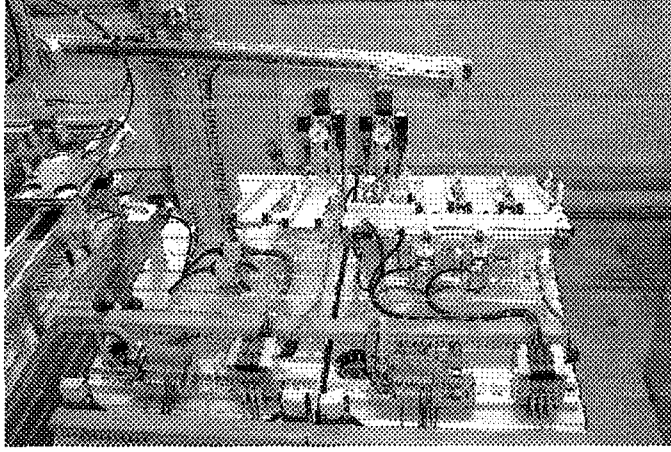
ASRS sistemi ile ürünlerin depolanmasında insan gücü en aza indirilmektedir. Aynı zamanda kontrol işlemi de bilgisayarlar ile uzaktan yapılabilmektedir. Basit ASRS sistemlerinden karmaşık ve gelişmiş ASRS sistemlerine kadar farklı yapıda ASRS sistemleri bulunmaktadır. Şekil 4.6 da eğitim amaçlı esnek üretim sistemine ait bir ASRS sistemi gösterilmektedir.



Şekil 4.6 Otomatik depolama ve çekme (ASRS) sistemi

4.1.10 Gruplayarak Dağıtım Hücresi (Sorting Cell)

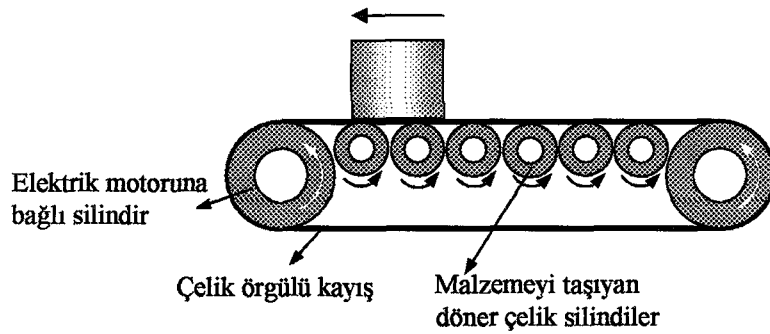
Bir fabrikada üretim çıkan ürün veya depodan gönderilen ürün tüketiciye ulaşabilmesi için işletmeden çıkış yapması gerekmektedir. Birden fazla ürün çeşidinin üretildiği işletmelerde her ürün için farklı bir çıkış yeri tanımlanır. Bu çıkış yerine göre ürün orada depolanır ve daha sonra yükleme yapılır. Çıkış hücresinin gelen ürünleri hangi özelliklerine göre tanıyacağını iyi bilmesi gerekmektedir. Bu tanıma işlemi renk, boyut, ağırlık, doluluk, boşluk, metal-metal değil gibi algılanabilecek özelliklere göre yapılmaktadır. Örneğin farklı renklerde üretilmiş aynı ürünler renklerine göre paketlenen veya yüklenecekse çıkış hücresinde renklere göre ayırım tanımlanır ve programlanabilir denetleyicilere yüklenir. Örneğin kırmızı renkli ürün geldiğinde 1. çıkış kapısına gönderilir, beyaz renk geldiğinde 2. çıkış kapısına gönderilir. Gümüş renk geldiğinde ise 3. çıkış kapısına gönderilir. Daha bunlar gibi birçok gruplandırma kriteri belirlenebilir. Şekil 4.7 da eğitim amaçlı esnek üretim sistemine ait bir çıkış hücresi gösterilmektedir.



Şekil 4.7 Gruplayarak Dağıtım Hücresi (Sorting Cell)

4.1.11 Taşıma Bandı (Conveyor Band)

Taşıma bandı adından da anlaşıldığı gibi hem hammaddenin hem de işlenmiş ürünlerin hücreler arası taşınmasında kullanılmaktadır. Şekil 4.8 de gösterildiği gibi elektrik motoruna bağlı bir silindirin döndürülmesi ile silindir üzerindeki kayış dönmektedir. Kayışın dönmesi ile malzeme ağırlığını taşıyan çelik silindirler de dönmekte ve kayış üzerindeki malzeme ileri doğru hareket etmektedir. Kayışların kullanım yerlerine göre özellikleri değişmektedir. Kopmaya karşı dayanımlı olması için çelik tel örgülü kayışlar kullanılmaktadır. Şekil 4.5 de bir taşıma bandı örneği görülmektedir.



Şekil 4.8 Bir taşıma bandının çalışma şekli

Taşıma bantları esnek üretim sistemlerinin vazgeçilmez bir ögesidir. Taşıma bantları hücrelere bağımlı veya bağımsız bir şekilde çalışabilmektedir. Hücrelere bağımlı taşıma bantlarında ürün işlenecek hücreye geldiğinde taşıma bandı durur ve işlemin bitmesini bekler işlem tamamlandığında ise bant tekrar hareket eder ve ürün diğer hücreye geçer. Hücrelerden bağımsız taşıma bantlarında ise bant sürekli olarak hareket eder, malzeme hücreye geldiği zaman bir tutucu malzemelerin ilerlemesini engeller, işlem bittiğinde ise tutucu malzemeyi serbest bırakır.

4.2 Pnömatik

Basınçlı havanın kumanda edilerek endüstride kullanılmasına pnömatik sistemler denir. Pnömatik Yunanca da hava anlamına gelen pnöma kelimesinden türemiştir. Uzun zamandır dünya endüstrisinde kullanılan bu sistemler ülkemiz endüstrisinde de sık kullanılır hale gelmiştir. Havanın sınırsız miktarda olması ve sıkıştırılabilir olması bir enerji olarak kullanılmasını sağlamıştır (Karacan 1994). Pnömatik sistemler diğer enerji kaynaklarına göre maliyeti daha az ve daha fazla esnek olan sistemlerdir.

4.2.1 Pnömatik Sistemlerin Sağladığı Yaralar

Pnömatiğin ana kaynağı hava olduğu için atmosferde sınırsız miktarda bulunmaktadır. Sıkıştırılmış hava uzak alanlara kolayca taşınabilmektedir. Devre elemanları oldukça basittir ve ucuzdur. Pnömatik sistemler oldukça temiz sistemlerdir ve havayı kirletmezler bu yüzden gıda, ilaç, kimya ve tekstil sanayinde sık kullanılmaktadır. Yağ molekülleri gibi ısıca karşı duyarlı değildir bu yüzden sıcak ortamlarda güvenle kullanılabilirler. Pnömatik sistemlerde yüksek silindir hızı ve düşük kuvvetler elde edilir ve bu ikisi de bağımsız olarak ayarlanabilir.

4.2.2 Pnömatik Devre Elemanları

Pnömatik sistemler farklı birçok devre elemanlarının birbirine tam bağımlı olarak çalışması ile meydana gelir. Bir pnömatik devre elemanın kendi başına hiçbir fonksiyonu yoktur. Bir pnömatik sistemin kurulmasında bilinmesi gereken temel devre elemanları ve prensipler şunlardır (Croser 1990).

1. Kompresörler
2. Basınçlı havanın hazırlanması
3. Valfler
4. Sayıcı, zamanlayıcı, sıralayıcı
5. Silindirler
6. Pnömatik motorlar
7. Pnömatik doğrusal eksenler
8. Kumanda elemanları

4.3 Elektropnömatik

Pnömatik sistemlerin elektrik rölesi, elektrik kontağı gibi elemanlarla kontrolüne elektropnömatik kontrol denir. Pnömatik kontrolün kaynağı hava enerjisi iken elektropnömatik kontrolün kaynağı elektrik akımıdır.

4.3.1 Elektropnömatik sistemlerin üstünlükleri

Enerji sarfiyatı düşük olduğu için enerji maliyeti de düşüktür. Pnömatik sistemlere göre daha esnektir. Pnömatikte sadece pnömatik limit anahtarı kullanırken elektropnömatikte birçok temassız algılayıcı (optik, indüktif, kapasitif vs.) kullanılabilir. Enerji iletimi pnömatik sistemlere göre çok daha esnektir. Bakımı kolaydır ve elemanlar daha ucuzdur(Kartal 1999). Röleler sayesinde aynı anda birçok anahtar kumanda edilebilir. Mantıksal (ve, veya) işlemler için ekstra elemanlara ihtiyaç yoktur. Sinyal çakışması pnömatik

sistemlere göre yok denecek kadar azdır. Bu yüzden adımlayıcı gibi elemanlara ihtiyaç yoktur.

4.4 Programlanabilir Mantıksal Denetleyiciler (PLC)

PLC elektronik cihazları ve makineleri kontrol etmek için sıralı rölelerin yerini alan bir cihazdır. PLC ler elektrik röle sisteminde olduğu gibi giriş/çıkış (I/O INPUT/OUTPUT) sisteminden meydana gelmektedir. Bun karşılık elektrik rölelerinde olduğu gibi içerisinde fiziksel röleler bulunmamaktadır(PLCS.NET 2004).

Bir PLC, sensörler, anahtarlar gibi elektronik cihazlardan gelen sinyalleri bir bellekte tutarak bunları işleyen zamana, sıraya veya ardışık işlemlere göre uygun cihazlara çıkış sinyalleri veren cihazdır. Yüzlerce rölenin, sayıcı rölenin, zaman rölesinin yaptığı işler çok kolay bir şekilde bir PLC ile yapılabilir.

PLC ler bilgisayar gibi kısa zamanda programlanarak fabrika üretim sistemlerine kolayca adapte olmaktadır, buda PLC nin çok esnek olabildiğini göstermektedir. Örneğin bir dolum tesisinde dolum ünitesi fiziksel ve yapısal değişikliğe uğradığında bir PLC ile yenilikleri uyarlayabilmek çok kolaydır. PLC yi kişisel bilgisayarlardan (PC) ayıran en büyük özellik işlemcisinin ve hafızasının düşük olması, giriş çıkış sistemlerinin olması, az enerji tüketmesi ve boyut olarak çok küçük olmasıdır. Boyutları küçük olması nedeniyle de her konuma rahatça adapte olabilmektedir. PLC ler çok kolay bir şekilde programlanabildiklerin öğrenmesi de oldukça kolaydır.

4.4.1 PLC nin Üstünlükleri

PLC ile yapılan otomasyon sistemleri diğer sistemlerle karşılaştırıldığında birçok üstünlükleri sayılabilir.

a. Güvenilirliği yüksek olması : Kurulan PLC sisteminde kontak arızalanması, devre bozulması, kontrol paneli arızası gibi istenmeyen durumlar bulunmamakta, PLC içerisine yüklenen programların bir yedeği olduğunda herhangi bir durumda kısa bir zamanda yeniden yüklenebilir olması güvenilir ve sağlam olduğunu göstermektedir.

b. Kontaklama süresi çok hızlı : Elektrik rölelerinin ardışık olarak kontaklanmasında belirli bir zaman geçmektedir. Oysa PLC lerde dahili röleler hafıza içerisinde olduğundan yüzlerde rölenin kontaklama süresi 1 s nin bile altındır. Bu da PLC nin ne kadar hızlı kontaklamaya sahip olduğunu göstermektedir.

c. Değiştirilebilir programlama sistemi : Elektrik röleli sistemler bir kez kurulduktan sonra tekrar değiştirmek veya yeniden ayarlamak hem zaman alacaktır hemde teknik elemana büyük uğraş verecektir. PLC de ise sadece bir programla bu iş yapılmakta ve değiştirilmek istendiğinde anında değiştirilmektedir.

d. Verilerin saklanabilmesi : PLC programlayıcısında hazırlanan program dosyaları disket, cd gibi veri depolama aygıtlarında tutulmakta istenildiğinde üzerinde değişiklikler yapılabilmektedir. Aynı zamanda program dosyaları PLC üzerinde de tutulabilmektedir.

e. Bakımının kolay olması : PLC ler elektrik röleleri gibi yüzlerde fiziksel kontaklardan ve rölelerden meydana gelmediği için sağlam ve bakımında oldukça kolaydır

f. Kurulmadan önce PC ortamında simülasyonunun uygulanması : PLC daha programlama esnasında sistemin işe uygun yapılıp yapılmadığı bilgisayar ortamında simüle edilebilir. Böylece zamandan kazanılmış olunur ve güvenilirliği sağlanır.

g. Diğer sistemlere göre ucuz olması : Yüzlere elektrik röleli bir işin elbette maliyeti de yüksek olacaktır. Çünkü hem kurulması, hem çalışmasının takip edilmesi maliyeti arttıracaktır. Aynı işlem PLC ile yapıldığında maliyet çok düşecek ve arıza takip edilmesi diye bir şey olmayacaktır.

4.4.2 PLC nin Genel Yapısı

PLC başlıca bir CPU, hafıza alanları ve giriş-çıkış datası almak için uygun devrelerden oluşur. PLC ler içerisinde yüzlerce birbirinden bağımsız veya bağımlı dahili röleler, sayıcılar, zamanlayıcılar ve data saklama bölgelerini içine alan bir kutuya benzetebilir. Şekil 4.13 bir PLC'nin yapısı gösterilmektedir. Bunlar fiziksel olarak cihaz içinde bulunmazlar sadece yazılımın birer parçasıdır. Bu cihazlar sinyalin alınmasını hafızada tutulmasını, sinyalin işlenmesini ve işlenen sinyalin gönderilmesini sağlarlar. PLC şu parçalardan meydana gelmektedir (Teközgen 1998).

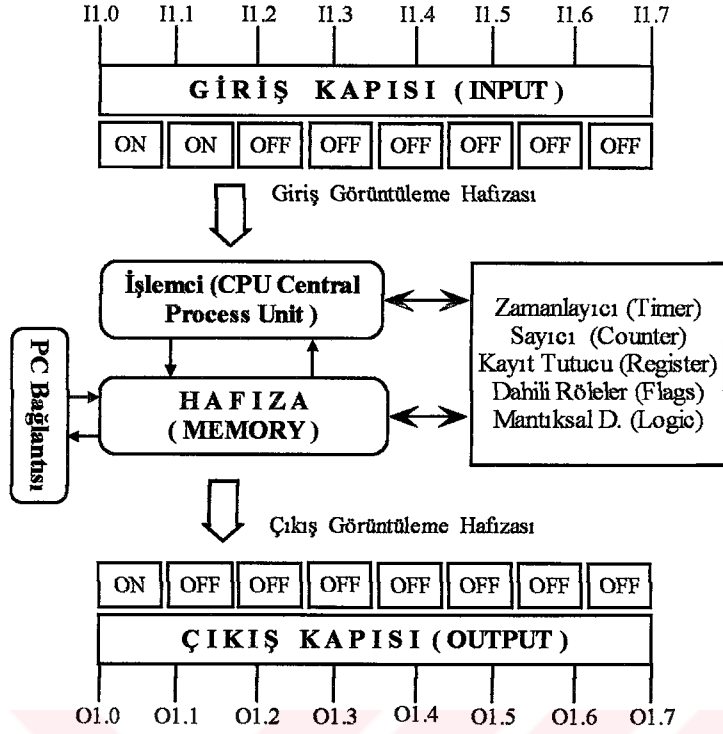
Enerji kaynağı (Power Supply)

Giriş kapısı (Input Door)

Hafıza (Memory)

İşlemci (CPU Central Process Unit)

Çıkış Kapısı (Out Door)



Şekil 4.13 PLC nin sinyal akış şeması (Kurtulan 2003).

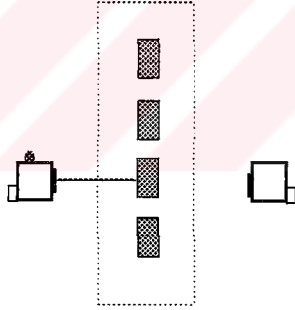
4.5 Algılayıcılar (Sensörler)

Algılayıcılar biyolojik sistemin duyu organlarına benzetilebilir. İnsan oğlu bir nesneyi gördüğünde veya sıcak bir nesneye dokunduğunda beyine nesneyi algıladığını ve algıladığı bu nesnenin sıcak olduğunu belirten bir sinyal gönderir. Beyin bu sinyali alır almaz işleme koyar ve ellerine bu sıcak nesneden uzaklaşması için bir sinyal gönderir. El sıcak nesneden çekilir. Bu işlem belki saniyenin binde biri zamanda gerçekleşir. Algılayıcılar ve programlanabilir mantıksal denetleyiciler (PLC) canlılardaki bu sistem ile aynıdır. Eller veya gözler temaslı veya temassız algılayıcı, sinirler ve kablolar sinyal taşıyıcı, beyin ve PLC ise bir sinyal işleyicidir. Algılayıcılardaki temel mantık algıladığı değeri (sıcaklık, basınç, renk, vs.) bir mantıksal denetleyiciye dijital veya analog sinyal olarak göndermesidir.

Algılayıcılar fiziksel büyüklükleri ölçen ve değerlendiren ve bu değerleri dijital ve analog sinyallere dönüştüren cihazlardır(Ebel 1991). Bu cihazlar makaralı valfler gibi temaslı olabildiği gibi optik, ses üstü gibi temassız algılayıcılarda olabilir. Algılayıcılar farklı sınıflarda gruplandırılabilir. Bu gruplandırma algılayıcının ölçtüğü değerlerin büyüklüğüne, çıkış sinyalinin türüne göre değişir.

4.5.1 Algılayıcıların Kullanım Yerleri

Algılayıcılar otomotiv, makine, paketleme endüstrisinden, günlük hayatta bankalarda, mağazalarda ve birçok işyerinde aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Bir parçanın istenilen yerde olup olmadığını anlamak veya bir üretim bandında geçen nesnelerin algılanması (Şekil 4.14) amacı ile kullanılabilir. Örneğin tezgahların koruma kafeslerinin kapanıp kapanmadığını algılamak. CNC veya deney tezgahlarında güvenlik amacı ile kapıların kapalı olduğunu anlamak amacı ile kullanılabilir(Ebel 1991).



Şekil 4.14 Bir üretim bandından geçen kutuların algılanması

4.5.2 Algılayıcı Çeşitleri

1. Manyetik Algılayıcılar
 - a. Reed anahtarı
 - b. İndüktif algılayıcı
 - c. Kapasitif algılayıcı
2. Foto Elektrik (Optik) algılayıcılar

- a. Karşılıklı optik algılayıcılar
 - b. Reflektörlü optik algılayıcılar
 - c. Difüzyonlu (Cisimden yansımali) optik algılayıcılar
 - d. Fiberoptik tasarımı algılayıcılar
3. Ses üstü (Ultrasonic) algılayıcılar
 4. Isıl algılayıcılar
 5. Kimyasal algılayıcılar
 6. Basınç algılayıcılar



5. DENEYSEL ÇALIŞMA ve YÖNTEM

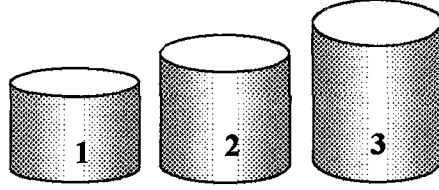
Bu çalışmada, farklı boyutlarda ve karışık olarak depolanmış üç farklı çeliğe farklı ısı işlem rejimlerinin uygulanması için eğitim amaçlı esnek üretim sisteminde bir mekatronik sistem tasarlanmış, programlanmış simüle edilmiş ve uygulaması yapılmıştır. Farklı boyutlardaki bu üç çelik otomatik olarak depodan alınacak, optik algılayıcılarla birbirinden ayırt edilerek tanımlanacaktır. Her bir çelik için farklı ısıtma sıcaklıkları ve farklı soğuma banyoları belirlenmiştir. Parçalar otomatik olarak tanımlanacak ve bu tanımlanan parçaya uygun ısı işlem rejimi uygulanacaktır.

Isıl işlemler için mekatronik sistem tasarımında DPT projesi kapsamında alınan AKÜ Teknik Eğitim Fakültesi Mekatronik laboratuvarında bulunan FESTO FMS 50 model esnek üretim sistemi kullanılmıştır. Bu sistemde malzeme dağıtım hücresi (Distribution cell), malzeme tutma ve kaldırma hücresi (Handling cell), taşıma bandı (Conveyor band) ve işleme hücresi (Processing cell) bulunmaktadır. Dağıtım hücresi, tutma ve kaldırma hücresi ve işleme hücresi Festo Fec640 model PLC ile kontrol edilmektedir. Bu hücreler yapılacak işe göre Festo firmasına ait FST4.02 PLC yazılımı ile programlanmakta ve iletişim kablosu ile bu programlar PLC cihazlarına aktarılmaktadır. Bu çalışmada FST4.02 programı ve STL (komutlara dayalı) dil yapısı kullanılmıştır. Esnek üretim sisteminin üzerinde bulunan standart üretim programı bu çalışma için değiştirilerek yeniden programlanmıştır.

5.1 Parçaların Depodan Alınması

Isıl işleme tabi tutulacak parçalar üç farklı boyuttadır. Bu üç farklı boyuttaki parçalar için farklı ısı işlem yöntemleri uygulanacaktır. Birinci parça, yüksekliği en düşük olan parçadır. İkinci parça, yüksekliği birinci parçaya göre biraz fazla olan parçadır. Üçüncü parça ise yüksekliği en fazla olan parçadır (Şekil 5.1). Parçalar dağıtım hücresine rasgele depolanmıştır. Parçalar dağıtım hücresinden belirli zaman aralıkları ile otomatik olarak taşıma bandına aktarılmaktadır. Taşıma

bandı üzerindeki parça tutucular parçaların konumlanmasını ve taşınmasını sağlamaktadır.



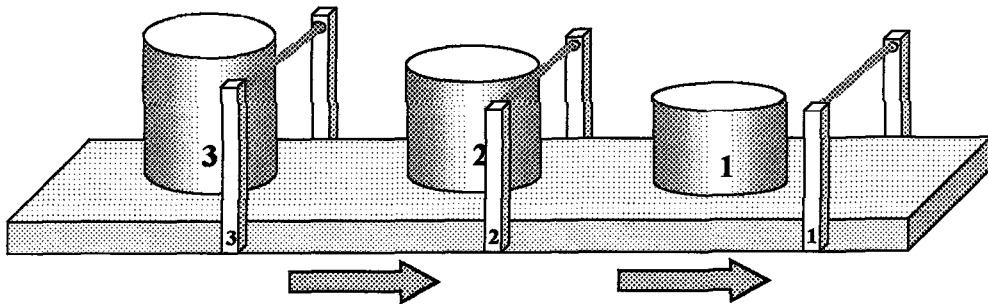
Şekil 5.1 Isıl işleme tabi tutulacak parçaların boyutları

5.2 Parçaların Algılayıcılarla Tanınması

Farklı yüksekliklerdeki üç parçanın algılanması için taşıma bandı üzerine belirli aralıklarla üç adet karşılıklı optik algılayıcı yerleştirilmiştir. Bu optik algılayıcılar, farklı yüksekliklerdeki 3 çeliği tanımlamak ve bu tanımlamayı işleme istasyonuna bir sinyal olarak göndermek için kullanılmaktadır. İşleme istasyonuna gelen bu sinyale göre üç ısıl işlem rejiminden biri uygulanacaktır.

Her bir optik algılayıcı tanıyacak olduğu parçanın yüksekliğinin 2 mm altında mesafede yerleştirilmiştir. Örneğin 1 nolu parçanın yüksekliği 30 mm, 1 nolu algılayıcının algılama yüksekliği ise 28 mm dir. 2 nolu parçanın yüksekliği 34 mm, 2 nolu algılayıcının algılama yüksekliği 32 mm dir.

Algılayıcıların taşıma bandı üzerine yerleştirilmesi, şekil 5.2 de gösterildiği gibi ilk önce 3 nolu algılayıcı, sonra 2 nolu algılayıcı ve son olarak 1 nolu algılayıcıdır.

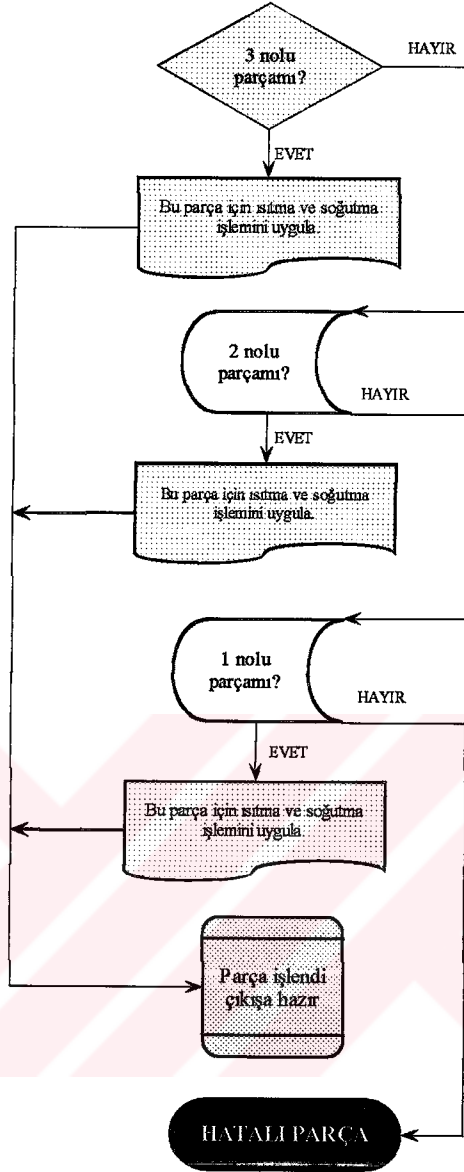


Şekil 5.2 3 adet karşılıklı optik algılayıcının sırası ile yerleşimi

Eğer 1 nolu parça (Yüksekliği en düşük olan) taşıma bandından geliyor ise, ilk olarak 3 nolu algılayıcıdan geçecektir. Yüksekliği en az olan parça olduğu için 3 nolu algılayıcı bu parçayı tanıyamayacaktır. 2 nolu algılayıcı için de aynı şey geçerlidir. Son olarak 1 nolu algılayıcı, karşılıklı ışığın kesilmesi ile bir parçanın var olduğunu algılayacak ve sinyal olarak işleme hücreğine gönderecektir. Eğer 3 nolu (Yüksekliği en fazla olan) parça taşıma bandında olsa idi, ilk olarak 3 nolu algılayıcı parçayı tanıyacaktı. Parça algılandıktan sonra işleme hücreğine gelen parçanın 3 nolu parça olduğu sinyali gönderilecektir. 2 ve 1 nolu algılayıcılar 3 nolu parçayı tanırsalar dahi işleme hücreğine bir sinyal gidecek ancak bu iki sinyal dikkate alınmayacaktır. Çünkü ilk olarak 3 nolu algılayıcı parçayı algılamıştır. İşleme hücreсі 3 nolu parça için programda gerekli adıma geçmiş ve parçanın işleme hücreğine gelmesini beklemektedir. Şekil 5.3 de 3 algılayıcının parçayı tanıması ve işleme hücreğine sinyal göndermesine ilişkin akış diyagramı gösterilmektedir.

5.2 Parçaların Taşınması ve İşleme Hücreğine Aktarılması

Parçalar dağıtım hücrelerinden işleme hücreğine kadar taşıyıcı bant üzerindeki taşıyıcı kızaklarla taşınır ve bu esnada parçanın hangi parça olduğu algılanır. Taşıyıcı kızak işleme hücreсі önüne geldiğinde eğer üzerinde parça varsa kızıağın önü kesilir ve kızak işleme hücreсі önünde durur. Parça durduktan sonra tutma ve kaldırma hücreсі bu parçayı alır ve işleme hücreсіnin giriş istasyonuna bırakır. Yine işleme hücreсіnde parçanın doğru yere bırakılıp bırakılmadığı kontrol edilir.

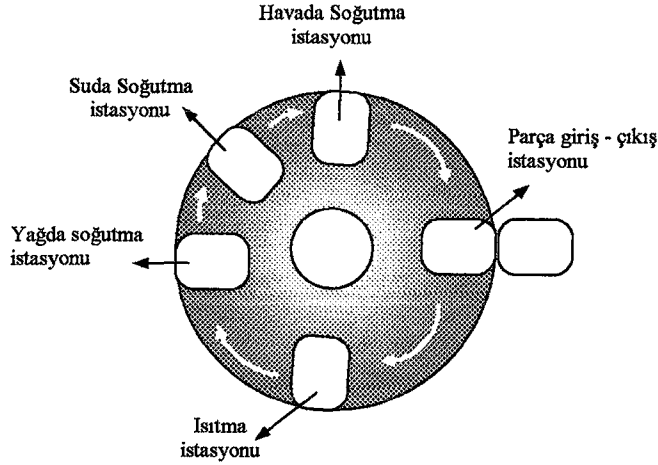


Şekil 5.3 3 farklı parçaya uygulanan ısıtma işlemi akış diyagramı

5.3 İşleme Hücresinde Isıtma İşlemi Uygulanması

İşleme hücresi ısıtma işlemi uygulandığı ve ısıtma işlem programının yazıldığı hücredir. Bu hücrede, belirli bölümleri olan ve algılayıcılarla konumlanmış olan servo motorlu bir dönen tabla bulunmaktadır. Bu tablo üzerindeki 5 bölme ısıtma işlem rejimi için kullanılmıştır. Bunlardan bir tanesi parçanın giriş ve çıkış yapıldığı konum (giriş çıkış istasyonu), bir tanesi ısıtma istasyonu ve diğer üç konum ise soğutma istasyonlarıdır. Soğutma istasyonları yağda soğutma, suda

soğutma ve havada soğutma olmak üzere üç istasyondan oluşmaktadır. Şekil 5.4 de işleme hücresi üzerindeki dönen tabla ve bu tabla üzerinde tanımlanmış ısıtma ve soğutma istasyonları gösterilmektedir.



Şekil 5.4 İşleme hücresi dönen tabla üzerinde ısıtma ve soğutma istasyonları

Parça, taşıma hücresi yardımı ile işleme hücresinin giriş çıkış istasyonuna yerleştirilir. Giriş-çıkış istasyonu altına bulunun bir kapasitif algılayıcı ile parçanın varlığı algılanır. Parça konduktan sonra otomatik olarak dönen tabla hareket eder ve ısıtma istasyonuna gider.

Isıl işlem uygulanacak parçalar işleme hücresine gelmeden önce hangi parça olduğu algılanmış ve işleme hücresine sinyal olarak gönderilmiştir. Gönderilen bu sinyal ısıl işlem programında parçaya ait adıma geçer parça gelinceye kadar saklanır. Üç parçadan hangisi gelirse o parçaya göre programlanan ısıl işlem rejimi uygulanmaya başlar. Farklı 3 parça için uygulanan ısıl işlem rejimleri tablo 5.1 de gösterilmektedir.

Tablo 5.1 Farklı 3 parça için uygulanacak ısıl işlem rejimleri

	Isıtma İstasyonu	Bekleme süresi	Yağda soğutma istasyonu	Suda soğutma istasyonu	Havada soğutma istasyonu
1 Nolu parça	900 °C ye kadar ısıtma	30 dk	10		
2 Nolu parça	1050 °C ye kadar ısıtma	15 dk		5 dk	
3 Nolu parça	650 °C ye kadar ısıtma	20 dk			60 dk

Eğer ısıtma işlemi uygulanacak parça birinci parça ise, bu parça önce ısıtma fırınına gidecek. Burada parça 900 °C ye kadar ısıtılacak ve bu sıcaklıkta 30 dakika bekleyecektir. Bekleme süresi tamamlandıktan sonra hemen yağda soğutmak için 1 nolu sıvı banyosuna gidecek 10dk soğuma işlemi için soğuma banyosunda bekleyecektir. İşlem tamamlandıktan sonra çıkış bölümüne giderek parça buradan alınacaktır.

Eğer ısıtma işlemi uygulanacak parça ikinci parça ise bu parça önce ısıtma fırınına gidecek. Burada parça 1050 °C ye kadar ısıtılacak ve bu sıcaklıkta 15 dakika bekleyecektir. Bekleme süresi tamamlandıktan sonra suda soğutmak için 2 nolu sıvı banyosuna gidecek 5dk soğuma işlemi için soğuma banyosunda bekleyecektir. İşlem tamamlandıktan sonra çıkış bölümüne giderek parça buradan alınacaktır

Eğer ısıtma işlemi uygulanacak parça üçüncü parça ise bu parça önce ısıtma fırınına gidecek. Burada parça 650 °C ye kadar ısıtılacak ve bu sıcaklıkta 20 dakika bekleyecektir. Bekleme süresi tamamlandıktan sonra havada soğutmak için 3 nolu soğuma alanına gidecek ve 1 saat soğuma işlemi için bekleyecektir. İşlem tamamlandıktan sonra çıkış bölümüne giderek parça buradan alınacaktır

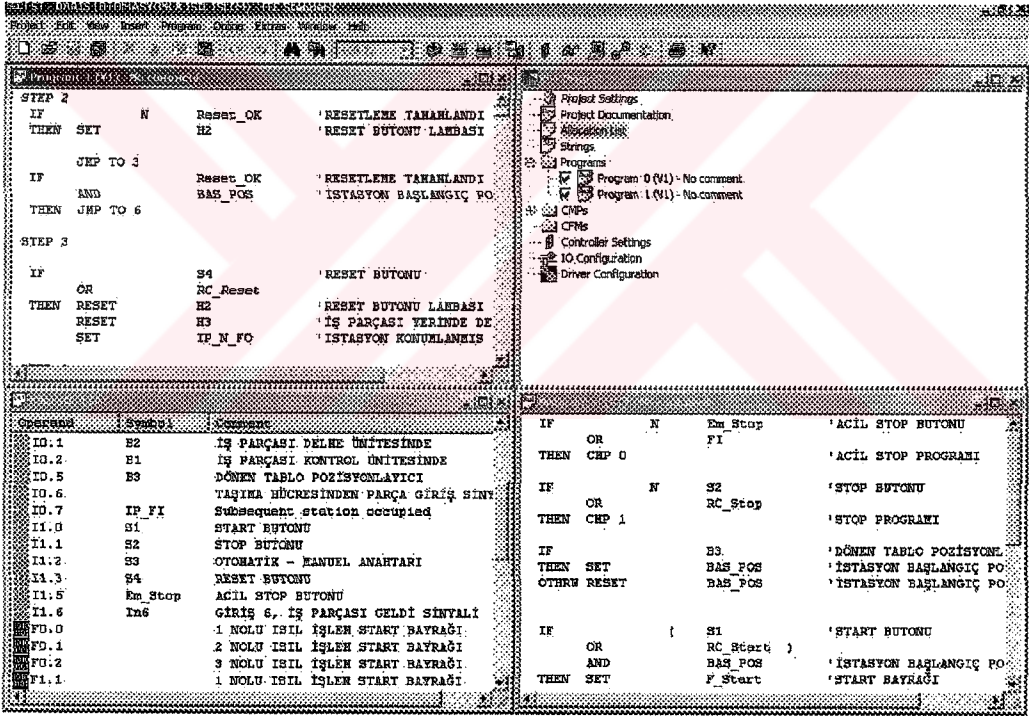
İşleme hücrelerinde ısıtma işlemi biten parça tutma ve kaldırma hücreleri yardımı ile tekrar işleme ünitesinde alınarak taşıma bandında bekleyen taşıyıcının üzerine konur. İlerlemesi engellenen taşıyıcı parçayı aldıktan sonra ilerlemeye devam eder. Otomatik depolama ve çekme hücreleri tarafından işlemi tamamlanan parçalar sırası ile alarak raflara yerleştirilir.

5.4 Isıtma İşleminin Programlanması

Hazırlanan ısıtma işlemi projesi iki modülden ve iki dahili programdan oluşmaktadır. Üretim esnasında meydana gelebilecek kaza veya arıza gibi durumlarda sistemine

bir bütün olarak durdurulması ve resetlenmesi gerekmektedir. Sadece arızalı hücreler bir stop butonu ile durdurulabildiği gibi sistem bir bütün olarak belirli noktalara yerleştirilmiş acil stop butonları ile de durdurulmaktadır.

Projedeki iki modülden biri herhangi bir olumsuz duruma karşı (CMP0 ACİL STOP) komple sistemi durdurmak amacıyla, diğeri ise (CMP1 STOP) sadece işleme hücrelerini durdurmak amacı ile hazırlanmıştır. Sistemin belirli noktalarına yerleştirilen acil stop butonlarından birine basıldığına sistem üretimin hangi aşamasında ise o anda durdurulur. Eğer işleme hücresi kontrol panelindeki stop butonuna basılırsa sadece işleme hücresi işlemi durdurur. Şekil 5.4 te programlamanın yapıldığı FST 4.02 PLC programı gösterilmektedir.



Şekil 5.4 FST 4.02 programı görüntüsü

Projedeki iki programdan biri (Program 0) işleme hücresine ait kontrol panelini kullanıma hazır hale getirmek ve sistemi başlangıç konumuna getirmek için hazırlanmıştır. Diğer program ise (Program 1) yapılacak olan ısıl işlem için belirli koşullara bağlı olarak hazırlanan ana programdır.

Programın hazırlanması esnasında işleme hücrelerinde bulunan algılayıcı, start, stop, reset butonları gibi bütün girişler (INPUT), motor, diğer hücreye sinyal çıkışı gibi bütün çıkışlar (OUTPUT) ve program içinde kullanılan dahili röleler (FLAG) atama listesinde (Allocation List) adreslendirilmiştir. Yapılan bu adresleme tablo 5.1 de gösterilmektedir.

Tablo 5.2 Giriş, çıkış ve dahili rölelerin adreslendiği atama listesi (Allocation list)

GİRİŞLER (INPUT)		
Adres	Etiket	Fonksiyon (Açıklama)
I0.0	PARCA_OK	İŞ PARÇASI YERİNDE İŞLENEBİLİR
I0.1	B4	3 NOLU (EN UZUN) PARÇA ALGILANDI
I0.2	B2	2 NOLU (ORTANCA) PARÇA ALGILANDI
I0.5	B3	DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
I0.6	B1	1 NOLU (EN KISA) PARÇA ALGILANDI
I0.7	IP_FI	TAŞIMA HÜCRESİ İLE BAĞLANTI
I1.0	S1	START BUTONU
I1.1	S2	STOP BUTONU
I1.2	S3	OTOMATİK - MANUEL ANAHTARI
I1.3	S4	RESET BUTONU
I1.5	Em_Stop	ACİL STOP BUTONU
I1.6	In6	YENİ PARÇA GELDİ SİNYALİ
ÇIKIŞLAR (OUTPUT)		
Adres	Etiket	Fonksiyon (Açıklama)
O0.1	K1	DÖNEN TABLA MOTORU
O0.7	IP_N_FO	İSTASYON KONUMLANMIŞ DURUMDA
O1.0	H1	START BUTONU LAMBASI
O1.1	H2	RESET BUTONU LAMBASI
O1.2	H3	İŞ PARÇASI YERİNDE DEĞİL LAMBASI
O1.6	Out6	İSTASYON ÇIKIŞI (Out6)
O1.7	Out7	İSTASYON ÇIKIŞI (Out7)
OW0	OWStat	İSTASYON ÇIKIŞ BİTİ
OW1	OWPan	İSTASYON ÇIKIŞ PANELİ

Tablo 5.2 Giriş, çıkış ve dahili rölelerin adreslendiği atama listesi (Allocation list) (Devamı)

DAHİLİ RÖLELER (FLAG)		
Adres	Etiket	Fonksiyon (Açıklama)
F0.0		1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
F0.1		2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
F0.2		3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
F1.1		1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
F1.2		2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
F1.3		3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
F34.0	F_Start	START BAYRAĞI
F34.1	BAS_POS	İSTASYON BAŞLANGIÇ POZİSYONUNDA
F34.2	Reset_OK	RESETLEME TAMAMLANDI
F34.3	CEV_SON	ÇEVİRİM SONLANDI
F34.5	Init_Bit	BAŞLANGIÇ DURUM BİTİ
F34.6	P2hazir	2 NOLU PROGRAM HAZIR
F34.7	P3hazir	
F34.8	P4hazir	
F100.0	RC_Start	
F100.1	RC_Stop	
F100.2	RC_Reset	
FW34	Var1	
FW35	Buffer	HATALI İŞ PARÇASI
P1		
FI	MIA	
T0	Timer1	1 NOLU ZAMANLAYICI
TON1	ON_TIMER	ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI

5.5 Hazırlanan Program

5.5.1 Acil Stop Programı (CMP0)

```

THEN  LOAD      V128
      TO        OWStat      'İSTASYON ÇIKIŞ BİTİ
      LOAD      V0
      TO        OWPan      'İSTASYON ÇIKIŞ PANELİ
      TO        Var1
      TO        Buffer      'HATALI İŞ PARÇASI
      RESET     P1

```

5.5.2 Stop Programı (CMP1)

```

IF
THEN LOAD      NOP
      TO      V128
      LOAD    OWStat      'İSTASYON ÇIKIŞ BİTİ
      TO      V0
      TO      Var1
      TO      Buffer      'HATALI İŞ PARÇASI
RESET      P1

IF
THEN RESET     H1      'START BUTONU LAMBASI
           H1      'START BUTONU LAMBASI

IF
THEN RESET     H2      'RESET BUTONU LAMBASI
           H2      'RESET BUTONU LAMBASI

```

5.5.3 Program 0 (Kontrol Paneli ve İşleme Hücresini Hazırlama)

```

IF          N   Em_Stop      'ACİL STOP BUTONU
      OR     FI
THEN CMP 0   'ACİL STOP PROGRAMI

IF          N   S2          'STOP BUTONU
      OR     RC_Stop
THEN CMP 1   'STOP PROGRAMI

IF          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET     BAS_POS    'İSTASYON BAŞLANGIÇ POZİSYONUNDA
OTHRW RESET BAS_POS    'İSTASYON BAŞLANGIÇ POZİSYONUNDA

IF          (S1          'START BUTONU
      OR     RC_Start )
      AND     BAS_POS    'İSTASYON BAŞLANGIÇ POZİSYONUNDA
THEN SET     F_Start    'START BAYRAĞI

IF          (CEV_SON     'ÇEVİRİM SONLANDI
      AND     S3          'OTOMATİK - MANUEL ANAHTARI
      OR     N   Em_Stop  'ACİL STOP BUTONU
      OR     RC_Stop
THEN RESET   F_Start    'START BAYRAĞI

IF          N   P1
THEN SET     P1

IF          N   S2          'STOP BUTONU
      OR     N   Em_Stop  'ACİL STOP BUTONU
      OR     RC_Stop
THEN RESET   P1

IF          FI
THEN LOAD    V128
      TO      OWStat      'İSTASYON ÇIKIŞ BİTİ

```

5.5.4 Program 1 (Isıl İşlem)

```
STEP 2
IF          N Reset_OK          'RESETLEME TAMAMLANDI
THEN SET    H2                  'RESET BUTONU LAMBASI

        JMP TO 3
IF          Reset_OK            'RESETLEME TAMAMLANDI
AND        BAS_POS              'İSTASYON BAŞLANGIÇ POZİSYONUNDA
THEN JMP TO 6

STEP 3

IF          S4                  'RESET BUTONU
OR          RC_Reset
THEN RESET  H2                  'RESET BUTONU LAMBASI
RESET      H3                  'İŞ PARÇASI YERİNDE DEĞİL LAMBASI
SET        IP_N_FO              'İSTASYON KONUMLANMIS DURUMDA

STEP 4
IF          BAS_POS              'İSTASYON BAŞLANGIÇ POZİSYONUNDA
THEN SET    Reset_OK            'RESETLEME TAMAMLANDI

STEP 5
IF          BAS_POS              'İSTASYON BAŞLANGIÇ POZİSYONUNDA
AND        Reset_OK              'RESETLEME TAMAMLANDI
THEN        NOP

STEP 6

IF          NOP
THEN RESET  CEV_SON              'ÇEVİRİM SONLANDI
IF          F_Start              'START BAYRAĞI

THEN JMP TO 7

IF          N F_Start            'START BAYRAĞI
THEN SET    H1                  'START BUTONU LAMBASI

STEP 6A

IF          F_Start              'START BAYRAĞI
THEN RESET  H1                  'START BUTONU LAMBASI

STEP 7

THEN RESET  IP_N_FO              'İSTASYON KONUMLANMIS DURUMDA
RESET      H1                  'START BUTONU LAMBASI
SET        Out6                'İSTASYON ÇIKIŞI (Out6)

STEP 8

IF          B1                  '1 NOLU (EN KISA) PARÇA ALGILANDI
THEN SET    F0.0                '1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
```

```

        JMP TO 9

IF          B4          '3 NOLU (EN UZUN) PARÇA ALGILANDI
THEN SET    F0.1        '2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        JMP TO 10

IF          B2          '2 NOLU (ORTANCA) PARÇA ALGILANDI
THEN SET    F0.2        '3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        JMP TO 11

STEP 9

IF          F0.0        '1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
THEN SET    F1.1        '1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.1        '2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.2        '3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.0        '1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        JMP TO 12

STEP 10

IF          F0.1        '2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
THEN SET    F1.2        '2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.0        '1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.2        '3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.1        '2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        JMP TO 12

STEP 11

IF          F0.2        '3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
THEN SET    F1.3        '3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.0        '1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.1        '2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        RESET    F0.2        '3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI

STEP 12

IF          PARCA_OK    'İŞ PARÇASI YERİNDE İŞLENEBİLİR
        AND          In6    'YENİ PARÇA GELDİ SİNYALİ
THEN SET    IP_N_FO    'İSTASYON KONUMLANMIS DURUMDA
        RESET    Out6    'İSTASYON ÇIKIŞI (Out6)
        SET          Timer1    '1 NOLU ZAMANLAYICI
        WITH          1s

STEP 13

IF          F1.1        '1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        AND          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN RESET  F1.1        '1 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        JMP TO 20

IF          F1.2        '2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        AND          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN RESET  F1.2        '2 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        JMP TO 40

IF          F1.3        '3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI

```

```

        AND          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN  RESET        F1.3        '3 NOLU ISIL İŞLEM START BAYRAĞI
        JMP TO 60

STEP 20

IF          PARCA_OK          'İŞ PARÇASI YERİNDE İŞLENEBİLİR
THEN  SET    Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   1s

STEP 21

IF          N Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
THEN  SET    Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   0.5s
      SET    K1              'DÖNEN TABLA MOTORU

STEP 22

IF          N Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3              'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN  SET    Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   0.5s

STEP 23

IF          N Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3              'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN  RESET  K1              'DÖNEN TABLA MOTORU

STEP 24

IF          N Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3              'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN  SET    ON_TIMER        'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
      WITH   5s

STEP 25

IF          ON_TIMER          'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
      AND    B3              'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN  SET    Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   0.5s
      SET    K1              'DÖNEN TABLA MOTORU
      RESET  ON_TIMER        'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI

STEP 26

IF          N Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3              'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN  SET    Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   0.5s

STEP 27

IF          N Timer1          '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3              'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI

```



```

THEN RESET      K1          'DÖNEN TABLA MOTORU

STEP 28

IF              N Timer1    '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET       ON_TIMER    'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
  WITH        3s

STEP 29

IF              ON_TIMER    'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
  AND          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET       Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  WITH        0.5s
  SET         K1          'DÖNEN TABLA MOTORU
  RESET       ON_TIMER    'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI

STEP 30

IF              N Timer1    '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET       Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  WITH        0.5s

STEP 31

IF              N Timer1    '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN RESET     K1          'DÖNEN TABLA MOTORU
  SET         CEV_SON      'ÇEVİRİM SONLANDI
  SET         Out7         'İSTASYON ÇIKIŞI (Out7)

STEP 32
IF              N PARCA_OK  'İŞ PARÇASI YERİNDE İŞLENEBİLİR
THEN RESET     Out7         'İSTASYON ÇIKIŞI (Out7)
  RESET       CEV_SON      'ÇEVİRİM SONLANDI
  JMP TO 6

STEP 40

IF              PARCA_OK    'İŞ PARÇASI YERİNDE İŞLENEBİLİR
THEN SET       Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  WITH        1s

STEP 41

IF              N Timer1    '1 NOLU ZAMANLAYICI
THEN SET       Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  WITH        0.5s
  SET         K1          'DÖNEN TABLA MOTORU

STEP 42

IF              N Timer1    '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND          B3          'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET       Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  WITH        0.5s

```

STEP 43

```
IF          N Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3           'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN RESET  K1           'DÖNEN TABLA MOTORU
```

STEP 44

```
IF          N Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3           'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    ON_TIMER     'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
      WITH   10s
```

STEP 45

```
IF          ON_TIMER     'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
      AND    B3           'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   0.5s
      SET    K1           'DÖNEN TABLA MOTORU
      RESET  ON_TIMER     'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
```

STEP 46

```
IF          N Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3           'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   0.5s
```

STEP 47

```
IF          N Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3           'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   0.5s
```

STEP 48

```
IF          N Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3           'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN RESET  K1           'DÖNEN TABLA MOTORU
```

STEP 49

```
IF          N Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      AND    B3           'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    ON_TIMER     'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
      WITH   3s
```

STEP 50

```
IF          ON_TIMER     'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
      AND    B3           'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
      WITH   0.5s
      SET    K1           'DÖNEN TABLA MOTORU
      RESET  ON_TIMER     'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
```

STEP 51

```
IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
            AND      B3      'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN RESET  K1      'DÖNEN TABLA MOTORU
            SET      CEV_SON  'ÇEVİRİM SONLANDI
            SET      Out7     'İSTASYON ÇIKIŞI (Out7)
```

STEP 52

```
IF          N  PARCA_OK    'İŞ PARÇASI YERİNDE İŞLENEBİLİR
THEN RESET  Out7         'İSTASYON ÇIKIŞI (Out7)
            RESET      CEV_SON  'ÇEVİRİM SONLANDI
            JMP TO 6
```

STEP 60

```
IF          PARCA_OK      'İŞ PARÇASI YERİNDE İŞLENEBİLİR
THEN SET    Timer1       '1 NOLU ZAMANLAYICI
            WITH        1s
```

STEP 61

```
IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
THEN SET    Timer1       '1 NOLU ZAMANLAYICI
            WITH        0.5s
            SET      K1      'DÖNEN TABLA MOTORU
```

STEP 62

```
IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
            AND      B3      'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    Timer1       '1 NOLU ZAMANLAYICI
            WITH        0.5s
```

STEP 63

```
IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
            AND      B3      'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN RESET  K1      'DÖNEN TABLA MOTORU
```

STEP 64

```
IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
            AND      B3      'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    ON_TIMER     'İSITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
            WITH        7s
```

STEP 65

```
IF          ON_TIMER     'İSITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
            AND      B3      'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
THEN SET    Timer1       '1 NOLU ZAMANLAYICI
            WITH        0.5s
            SET      K1      'DÖNEN TABLA MOTORU
            RESET    ON_TIMER  'İSITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
```

STEP 66

```

IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND      B3
THEN RESET  K1            'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
                        'DÖNEN TABLA MOTORU

STEP 67

IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND      B3
THEN SET    ON_TIMER      'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
  WITH     3s             'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI

STEP 68

IF          ON_TIMER      'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI
  AND      B3
THEN SET    Timer1        'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
  WITH     0.5s           '1 NOLU ZAMANLAYICI
  SET      K1
  RESET    ON_TIMER      'DÖNEN TABLA MOTORU
                        'ISITMA VE SOĞUTMA ZAMANI

STEP 69

IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND      B3
THEN SET    Timer1        'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
  WITH     0.5s           '1 NOLU ZAMANLAYICI

STEP 70

IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND      B3
THEN SET    Timer1        'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
  WITH     0.5s           '1 NOLU ZAMANLAYICI

STEP 71

IF          N  Timer1      '1 NOLU ZAMANLAYICI
  AND      B3
THEN RESET  K1            'DÖNEN TABLO POZİSYONLAYICI
  SET      CEV_SON        'DÖNEN TABLA MOTORU
  SET      Out7           'ÇEVİRİM SONLANDI
                        'İSTASYON ÇIKIŞI (Out7)

STEP 72

IF          N  PARÇA_OK    'İŞ PARÇASI YERİNDE İŞLENEBİLİR
  AND      Out7
THEN RESET  CEV_SON        'İSTASYON ÇIKIŞI (Out7)
  RESET    CEV_SON
  JMP TO 6                  'ÇEVİRİM SONLANDI

```

6. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Geleneksel yöntemlerde ısıtım işlemleri sürekli insan kontrollü olarak yapılmaktadır. İşlemler en az bir insan tarafından sürekli olarak takip edilmektedir. Birden fazla ısıtım ünitesi olursa iş gücü sayısı artar böylelikle doğabilecek kaza riski de artar. İş gücünün artması parça başına düşen işlem maliyetini de artırır.

Isıtım işlemine tabi tutulan parça bir gecikmeden dolayı soğuma sıvısına geçtiğinde çelikte istenilen özellik elde edilemeyebilir. Dolayısıyla aynı parça tekrar ısıtılmak zorunda kalınabilir. Böylelikle iş hacmi azalacak çelikte istenilen özelliği yakalamak zorlaşacaktır.

Küçük ölçekli işletmelerde ısıtım işlemlerinin endüstriyel otomasyonla uygulanması maliyet açısından büyük yük getirebilir. Ancak ağır sanayide ve büyük fabrikalarda tercih edildiği zaman birçok avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada ısıtım işlemlerinin endüstriyel otomasyonla uygulanabilirliği denenmiş şu sonuçlar elde edilmiştir.

Her bir ısıtım ünitesi için gerekli olan vasıflı elemana gerek duyulmaz. Bütün sistem, eğitimli birkaç teknik personel tarafından kontrol edilmektedir. Dolayısıyla iş gücü maliyeti ve iş kazaları riski büyük oranda azalır.

Geleneksel ısıtım işlem yöntemlerinde üniteler arası geçişler akıcı ve seri olmadığından zaman kaybı fazla olmaktadır. Bu da günlük iş hacmini düşürür. Endüstriyel otomasyon sisteminde yapılan işlemin ardışık ve akıcı olması günlük iş hacmini büyük oranda arttırmaktadır.

Endüstriyel otomasyonda yapılan işlemlere insan eli değmediği için iş kazaları azalmakta ve algılayıcı sistemlerle güvenlik maksimum dereceye çıkarılmaktadır.

Isıtma işleminden soğuma ortamına geçiş süresi azaldığında kalitede süreklilik gözlenir ve optimum verim elde edilir. Geleneksel yöntemlerle yapılan ısıl işlemlerde ise kalitede sürekliliği elde etmek mümkün değildir.

Farklı şekil ve özelliklerdeki malzemeler otomatik olarak ayırt edilerek istenilen ısıl işlem ünitelerine yönlendirilebilmektedir. Isıl işlemi tamamlanan parçalar otomatik olarak depolanmakta istenildiği zaman paketleme ve yükleme yine otomatik olarak yapılmaktadır.

Sonuç olarak endüstriyel otomasyonla yapılan ısıl işlemler işlenen malzemenin kalitesini ve işletmenin kar payını arttırmaktadır. Endüstriyel otomasyon, içinde bulunduğumuz ve gelecek çağın vazgeçilmez bir üretim ve işleme sistemidir.



KAYNAKLAR

- Ackerman, R., Franz, J., Hartman, T., Hopf, A., Kantel, M., Plegman, B., 1990, "Programlanabilir Lojik Kontrol Organları (Temel Seviye TP301 Öğretim Kitabı)" Festo San. ve Tic. Aş., İstanbul
- Anglani, A., Grieco, A., Pacella, M., Tolio, T., 2002, "Object-oriented modeling and simulation of flexible manufacturing systems: a rule-based procedure" *Simulation Modelling Practice and Theory* 10, 209–234
- Berkay A., Şeker M., Esin M. E., 2003, "Ultrasonik Sonar İle Mesafe Ve Nesne Algılama" <http://izmir.emo.org.tr/sayfalar/otokitap/03.01.doc>, (23-05-2004)
- Chan, F.T.S., Chan, H.K., Lau, H.C.W., Ip, R.W.L., 2003, "Analysis of dynamic dispatching rules for a flexible manufacturing system" *Journal of Materials Processing Technology* 138, 325–331
- Ching, W.K., Loh, A.W., 2003, "Iterative methods for flexible manufacturing systems" *Applied Mathematics and Computation* 141, 553–564
- Choi, B. K., Kim, B. H., 2002, "MES (manufacturing execution system) architecture for FMS compatible to ERP (enterprise planning system)" *Int. J. Computer Integrated Manufacturing*, vol. 15, no. 3, 274–284
- Croser, P., 1990, "Pnömatik (Temel Seviye TP101 Öğretim Kitabı)" Festo San. ve Tic. Aş., İstanbul
- Dundon T., 2002, "Cellular Manufacturing" Boise State University http://www.freequality.org/beta/freequal/fq_web_site/Training/Classes_Spring_2002/Cellular_Manufacturing-Tiffany_Dundon.ppt (25.06.2004)
- Ebel, F., Nestel, S., 1991, "Algılayıcıları Kullanma ve Algılayıcılarla Çalışma Teknikleri (Fonksiyon Paketi FP 1110 Öğretim Kitabı)" Festo San. ve Tic. Aş., İstanbul
- Gal-Or, E., 2002, "Flexible manufacturing systems and the internal structure of the firm" *International Journal of Industrial Organization* 20, 1061–1096
- <http://www.kirbyrisk.com/allen-bradley/racatcd/c112/proximit/2922.pdf>
(15.06.2004)
- http://www.ncdjsolutions.com/namco/Documents/Photo_gen_info-132137.pdf
(16.06.2004)
- <http://www.plcs.net/contents.shtml> (21.06.2004)

- Hu, W., Starr A.G., Zhou Z., Leung A.Y.T., 2000, "A systematic approach to integrated fault diagnosis of flexible manufacturing systems" International Journal of Machine Tools & Manufacture 40, 1587–1602
- Jack, H., 2003 "Automating Manufacturing Systems with PLCs" Version 4.2
<http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books.html> (20.06.2004)
- Karacan İ., 1994, "Pnömatik kontrol" Bilim Yayınları 6. Baskı Ankara
- Kartal, F., 1998, "Hidrolik ve Pnömatik" Modül Teknik Eğitim ve Hizmet Organizasyonu, Manisa
- Kartal, F., 1999, "Elektro pnömatik ve Otomasyon Sistemleri" Modül Teknik Eğitim ve Hizmet Organizasyonu, Manisa
- Kasap G. C., 1998, "Esnek Üretim Sistemine Geçiş Aşamasında Yönetimin Rolü Ve Değerlendirmesi", Uludağ Üniversitesi IIBF Dergisi, Cilt: 16 Sayı: 4 Kış Dönemi Aralık 1998.
- Kremin V., 2004, "Çok Fonksiyonlu Optik Sensör (Uygulama Notu)"
<http://www.destekelektronik.com/docs/2042-turkish.pdf> (01-06-2004)
- Kurtulan, S., 2003, "PLC ile Endüstriyel Otomasyon Uygulamaları" 3. Baskı Birsen Yayınevi İstanbul
- Matick, N., 2003, "Introduction to PLC controllers"
<http://www.mikroelektronika.co.yu/english/product/books/PLCbook/plcbook.htm> (22.06.2004)
- Merkle, D., Schrader, B., Thomes, M., 1991, "Hidrolik (Temel Seviye TP501 Öğretim Kitabı)" Festo San. ve Tic. Aş., İstanbul
- Özadamar, C., 2000, "Programlanabilir Lojik Kontrolörler (PLC)" Birsen Yayınevi İstanbul
- Park, J., Park, J., Kim J., 2000, "A generic event control framework for modular flexible manufacturing systems" Computers & Industrial Engineering 38 (2000) 107±123
- Persi, P., Ukovich, W., Pesenti, R., Nicolich, M., 1999, "A hierarchic approach to production planning and scheduling of a Flexible manufacturing system" Robotics and Computer Integrated Manufacturing 15, 373-385
- Ruof, H., 1993, "Elektro pnömatik (Temel Seviye TP201 Öğretim Kitabı)" Festo San. ve Tic. Aş., İstanbul
- Savaşkan, T., 1999, "Malzeme Bilgisi ve Muayenesi" Derya Kitapevi, İstanbul

Teközgen, E., 1998, "PLC ve Uygulamaları" Birsen Yayınevi İstanbul

Topbaş, M. A., 1993, "Isıl İşlemler" Prestij Basın ve Yayın Hizmetleri, İstanbul

TS 1112 EN 10052, Demir ve Çelikler İçin Isıl İşlem Terimleri Sözlüğü, 2002, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

Yang, T., Peters, B.A., Tu, M., 2004, "Layout design for flexible manufacturing systems considering single-loop directional flow patterns" European Journal of Operational Research, (Article in Pres)

Zhou, M.C., Venkatesh, K., Fan, Y., 2001, "Modelling, Simulation and Control of Flexible Manufacturing System – A Petri Net Approach" Mechatronics 11, 947-950



TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışmamda bana yol gösteren ve öncülük eden danışmanım ve değerli hocam Doç.Dr.Süleyman TAŞGETİREN'e mekatronik laboratuvar imkanını bana sunan değerli hocam Doç.Dr. Hasan ÇİMEN'e, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Mersin'in Mut ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Mut Gazi İlkokulu ve Mareşal Fevzi Çakmak Ortaokulu'nda, ortaöğrenimini Mut Endüstri Meslek Lisesi Metal İşleri bölümünde 1996 yılında tamamladı. Lisans Eğitimini Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Metal Öğretmenliği bölümünde 2001 yılında tamamladı. 2001 yılı ağustos ayında AKÜ Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi bölümü Tasarım ve Konstrüksiyon Eğitimi anabilim dalında asistan olarak göreve başladı. Yüksek lisansı AKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Metal Eğitimi bölümünde 2004 yılında tamamladı.

