

47054



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OTOMATİK MALZEME TAŞIMA
SİSTEMLERİNİN İŞLETMELERE
UYGULANMASI İLE İLGİLİ
BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASI**

Endüstri Müh. Nida CİVELEK

**F.B.E. Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Hüseyin BAŞLIGİL

İSTANBUL, 1995

İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	viii
TEŞEKKÜR	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1 ÜRETİM VE DAĞITIMDA MALZEME TAŞIMA	1
1.2 OTOMATİK MALZEME TAŞIMA.....	3
1.3 OTOMATİK MALZEME TAŞIMANIN ÖNEMİ	4
1.4 OTOMATİK MALZEME TAŞIMANIN TARİHÇESİ	5
BÖLÜM 2: MALZEME TAŞIMANIN ROLÜ.....	7
2.1 ÜRETİMDE MALZEME TAŞIMANIN ROLÜ	7
2.2 DAĞITIM MERKEZLERİNDE MALZEME TAŞIMANIN ROLÜ	8
2.3 OTOMATİK MALZEME TAŞIMA (OMT)	9
2.4 MALZEME AMBARLAMA.....	13
2.5 OMT KULLANIMI İÇİN AYARLAMALAR	14
BÖLÜM 3. SİSTEM BİLEŞENLERİ.....	15
3.1 SERBEST YOL EKİPMANLARI	16
3.1.1 Otomatik Kılavuzlu Araçlar (OKA)	16
3.1.2 Radyo Veri Terminalleri	21
3.2 SABİT YOL EKİPMANI	22
3.2.1 Otomatik İstif Vinçleri	22
3.2.2 Transfer Arabaları.....	25
3.3 STATİK EKİPMAN	26
3.3.1 Konveyörler	26
3.3.2 Kesit Ölçerler	27
3.4 KONTROL EKİPMANI	30

Bilgisayarlar	30
Soğuk Destek	31
Ilık Destek	32
Sıcak Destek	33
3.5 EMNİYET	34
Detaylandırma	35
Dizayn	36
Program Yapısı	36
Test Etme	36
BÖLÜM 4. TAKİP VE KONTROL	38
4.1 AMAÇ	38
4.2 KONVANSİYONEL TAKİP SİSTEMLERİ	40
4.3 BARKODLAR	41
4.4 ETİKETLEME SİSTEMLERİ VE ETİKETLER	47
4.5 RADYO FREKANSLI KARTLAR	50
4.6 SİSTEM BELİRTEÇLERİ	53
BÖLÜM 5. OMT SİSTEMLERİ	59
5.1 HİYERARŞİK OMT SİSTEMLERİ	59
5.1.1 Ortak Kademeler	61
5.1.2 Ambar Kontrol Sistemleri (AKS)	61
5.1.3 Yerel Kontrol Ünitesi (YKÜ)	62
5.4.1 Kendinden Kartlı Sistemler	64
5.2 ZEKİ YÜK KAVRAMI	64
5.3 DAĞINIK OMT SİSTEMLERİ	68
5.3.1 Yerel OKA Alt Sistemi	69
5.3.2 Yerel Vinç Alt Sistemi	71
5.3.3. Yerel Konveyör Alt Sistemi	71
5.3.4 Operatör Bağlantı Alt Sistemi	72
5.3.5 Veritabanı	73

5.4 OMT PRENSİPLERİ.....	73
5.5 OMT SİSTEMİ TASARIMI	75
5.6 SİSTEMLE İLGİLİ VERİMLİLİK ORANLARI	80
BÖLÜM 6. OMT VE DIŞ DÜNYA İLİŞKİLERİ.....	85
6.1 OTOMATİK VE OTOMATİK OLMAYAN MALZEME TAŞIMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	86
6.1.1 Faaliyet Alanı.....	86
6.1.2 Esneklik	86
6.1.3 İletişimler	88
6.1.4 Evrim	89
6.1.5 Kontrol	90
6.2 TEDARİKÇİ GÖZÜYLE OMT SİSTEMİ.....	91
6.3 MÜŞTERİ GÖZÜYLE OMT SİSTEMİ	92
BÖLÜM 7. GELECEĞİN OTOMATİZE FABRİKALARI	93
BÖLÜM 8. MALZEME TAŞIMA SİSTEMİYLE İLGİLİ BİR SİMÜLASYON UYGULAMASI	97
8.1 İŞLETMENİN TANITIMI	97
8.2 İŞLETMENİN ÜRETİM ÜNİTELERİNİN TANITIMI	97
8.2.1. Hortum Makinası	97
8.2.2 Ventil Makinası	99
8.2.3 Presler.....	99
8.2.4 Strech Film Sarma Makinası	99
8.3 UYGULAMA.....	100
8.3.1 Uygulamanın Amacı	100
8.3.2 Uygulamada Kullanılan Simülasyonu Dili (SIMAN)	101
8.3.3 Model İçin Gerekli Verilerin Toplanması	102
8.3.4 Verilerin Testi Ve Dağılımların Belirlenmesi.....	105
8.3.5 Uygulama İçin Yazılan SIMAN Programları	111
8.3.5.1 Mevcut Sistem İçin SIMAN Model Çatısı	111
8.3.5.2 Mevcut Sistem İçin SIMAN Deneysel Çatısı.....	114

8.3.5.3 Önerilen Sistem İçin SIMAN Model Çatısı.....	116
8.3.5.4 Önerilen Sistem İçin SIMAN Deneysel Çatısı	119
8.3.6 Programların Çıktıları.....	120
8.3.7 Elde Edilen Çıktıların Değerlendirilmesi	124
8.3.7.1 Gezen Birimler	124
8.3.7.2 Kuyruklar.....	125
8.3.7.3 Kullanım Oranları.....	126
SONUÇLAR.....	128
KAYNAKLAR	130
ÖZGEÇMİŞ.....	132



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

ŞEKİL 2.1 GENELLEŞTİRİLMİŞ MALZEME AKIŞI.....	8
ŞEKİL 2.2 GERİBESLEMELİ KONTROL ÇEVİRİMİ	9
ŞEKİL 2.4 SAFHA KONTROL ÇEVİRİMİ	10
ŞEKİL 2.5 DAĞITIM SAFHASI KONTROL ÇEVİRİMİ	11
ŞEKİL 3.1 BİR OMT ALT SİSTEMİ.....	15
ŞEKİL 3.2 MALZEME TAŞIMANIN GÖSTERİMİ	16
ŞEKİL 3.3 OMT SİSTEMLERİNİN GÖSTERİMİ	17
ŞEKİL 3.4 OKA YÜK BOŞALTMA SIRASI	20
ŞEKİL 3.5 OİV TRANSFER ARACININ YÖNELTİLMESİ	25
ŞEKİL 3.6 OMT SİSTEMLERİ HİYERARŞİSİ	32
ŞEKİL 3.7 SOĞUK DESTEK SİSTEM KONFIGÜRASYONU	32
ŞEKİL 3.8 ILIK DESTEK SİSTEM KONFIGÜRASYONU	33
ŞEKİL 4.1 ÖRNEK BARKOD	42
ŞEKİL 4.2 OMT'DE KULLANILAN BARKOD ÖRNEKLERİ	42
ŞEKİL 4.3 BARKOD OKUMA PRENSİBİ	43
ŞEKİL 4.4 YÜK SENSÖRÜYLE BARKOD OKUYUCUSUNUN KONTROLÜ	43
ŞEKİL 4.5 YÜK SENSÖRÜYLE BARKOD OKUYUCUSUNUN KONTROL MANTIĞI.....	44
ŞEKİL 4.6 BARKOD OKUMAK İÇİN IŞIN YÖNLENDİRME.....	44
ŞEKİL 4.7 BÖLGESEL OKUMA OLASILIĞI	45
ŞEKİL 4.8 KILAVUZ BARLARIN KULLANIMI	45
ŞEKİL 4.9 YÜKLER ÜZERİNDEKİ HAREKET EDEN BARKODLARIN TARANMASI	49
ŞEKİL 4.10 FARKLI POZİSYONLARDAKİ BARKODLAR İÇİN BARKOD TARAMA GÖSTERİMİ	50
ŞEKİL 4.11 BARKOD & PASİF RADYO KARTI & AKTİF RADYO KARTININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	52
ŞEKİL 4.12 ATAMA BİLGİLERİNİN ALT SİSTEMDEN ALT SİSTEME GEÇİŞ	58
ŞEKİL 5.1 HİYERARŞİK OMT KONTROL SİSTEMİ	60
ŞEKİL 5.2 TİPİK AKS KONFIGÜRASYONU	63
ŞEKİL 5.3 ÜRETİM HÜCRESİ KONFIGÜRASYONU	67
ŞEKİL 5.4 HÜCRE BAĞLANTI KONFIGÜRASYONU	67
ŞEKİL 5.5 BASİTE İNDİRGENMİŞ OMT YAZILIM YAPISI.....	69
ŞEKİL 5.6 AYRIK OMT SİSTEMİNİN ŞEMASI.....	69
ŞEKİL 5.7 GENİŞLETİLMİŞ BÖLGESEL İŞLEMLER.....	70

ŞEKİL 5.8 OKA ALT SİSTEMİ.....	70
ŞEKİL 5.9 OİV ALT SİSTEMİ.....	71
ŞEKİL 5.10 KONVEYÖR ALT SİSTEMİ.....	72
ŞEKİL 5.11 OPERATÖR BAĞLANTI ALT SİSTEMİ.....	72
ŞEKİL 8.1 İŞLETME YERLEŞİM PLANI VE MALZEME AKIŞ DİYAGRAMI	98
ŞEKİL 8.2 YENİ YERLEŞİM PLANI VE MALZEME AKIŞ DİYAGRAMI	100
ŞEKİL 8.3 MEVCUT SİSTEM İÇİN MODEL ÇATISI.....	114
ŞEKİL 8.4 MEVCUT SİSTEM İÇİN DENEYSSEL ÇATI	115
ŞEKİL 8.5 ÖNERİLEN SİSTEM İÇİN MODEL ÇATISI	119
ŞEKİL 8.6 ÖNERİLEN SİSTEM İÇİN DENEYSSEL ÇATI.....	120



TABLO 4.1 TAŞIMA KAYITLARININ İÇERİKLERİ.....	57
TABLO 5.1 OMT'NİN HİYERARŞİK KADEMELERİNİN TEMEL ÖZELLİKLERİ ..	66
TABLO 8.1 PRESLERE AİT İŞLEM SÜRELERİ.....	103
TABLO 8.2 VENTİLLERE AİT İŞLEM SÜRELERİ.....	104
TABLO 8.3 STRECH FİLM MAKİNASINA AİT İŞLEM SÜRELERİ	104
TABLO 8.4 KAMYON GELİŞLERİ ARASINDAKİ SÜRE.....	105
TABLO 8.5 PRES 1.'İN GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ.....	
SONUÇLARI.....	106
TABLO 8.6 PRES 2.'NİN GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ.....	
SONUÇLARI.....	106
TABLO 8.7 PRES 3.'ÜN GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ.....	
SONUÇLARI.....	107
TABLO 8.8 STRECH FİLM MAKİNASININ GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ SONUÇLARI.....	107
TABLO 8.9 KAMYON GELİŞ ARALIKLARI İLE İLGİLİ GÖZLEM DEĞERLERİNİN UYGUNLUK TESTLERİ	108
TABLO 8.10 VENTİL 1.'İN GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ.....	
SONUÇLARI.....	108
TABLO 8.11 VENTİL 2.'NİN GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ.....	
SONUÇLARI.....	109
TABLO 8.12 VENTİL 3.'ÜN GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ.....	
SONUÇLARI.....	109
TABLO 8.13 VENTİL 4.'ÜN GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ.....	
SONUÇLARI.....	110
TABLO 8.14 VENTİL 5.'İN GÖZLEM DEĞERLERİ UYGUNLUK TESTİ.....	
SONUÇLARI.....	110
TABLO 8.15 MEVCUT SİSTEMİN SİMÜLASYONU İLE İLGİLİ ÖZET RAPOR....	122
TABLO 8.16 ÖNERİLEN SİSTEMİN SİMÜLASYONU İLE İLGİLİ ÖZET RAPOR.	123
TABLO 8.17 KARŞILAŞTIRMALI KUYRUK TABLOSU.....	125
TABLO 8.18 KARŞILAŞTIRMALI KULLANIM ORANLARI TABLOSU	126

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde, sabrı ve sonsuz desteğiyle yardımını esirgemeyen danışmanım, değerli hocam Sayın Doç. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL Bey'e ve bugüne kadar yetişmemde emeği geçen ve haklarını ödeyemeyeceğim tüm hocalarıma ayrı ayrı teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırma sırasındaki ilgi ve yardımlarından dolayı Çumra Kağıt San. A.Ş. Genel Müdürü Sayın Rıdvan HOŞGÖR'e, değerli fikirlerinden yararlandığım Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışan arkadaşlara ve tezin yazım ve düzenlemesinde emeği geçen mesai arkadaşım Arş. Gör. M. Emin BAYSAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Nida CİVELEK

EYLÜL, 1995

ÖZET

Bu çalışmada, konvansiyonel malzeme taşıma sistemlerinin otomatize hale getirilmesinin verimlilik açısından ne gibi etkilerinin olacağını belirlemek amacıyla Çumra Kağıt San. A.Ş.'de yapılan bir uygulama sunulmuştur.

Uygulamaya konu olan bu işletmede, özellikle işlerin yoğun olduğu yaz aylarında, üretim birimleri önünde yarımamul stokları oluşmaktadır. Firmanın bu yarımamul stoklarından kurtulmak ve makina kapasitelerini arttırmak istemesi üzerine yeni otomatize bir malzeme taşıma sistemi tasarlanmıştır. Yeni tasarlanan bu sistemde, şu anda taşıma aracı olarak kullanılan forkliftlerin yerine konveyörler kullanılmıştır. Ancak firma yöneticileri yeni önerilen bu sistemin mevcut problemleri ortadan kaldırıp kaldıramayacağından emin olmadan, sadece varsayımlara dayanarak, köklü bir değişikliğe gitmek istememeleri üzerine önerilen sistemin taşımada sağlayacağı etkinliğin gösterilmesi amacıyla bir simülasyon çalışması yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmada SIMAN simülasyon dili kullanılarak iki ayrı program yazılmıştır. Bu programların modellenmesinde, tamamen gerçek sistemden elde edilen veriler kullanılmıştır. Model yapılarında sadece taşıyıcılar değiştirilerek diğer tüm özellikler aynı bırakılmıştır. Daha sonra programlar eşit süreler boyunca çalıştırılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve yeni önerilen sistemin daha etkin olduğu ortaya konulmuştur.

SUMMARY

This study was conducted to anticipate the productivity of the automated conventional material handling system in Çumra Kağıt San. A.Ş.

Especially during the busy days of summer, there is a problem of semiproducts being on the way, waiting in front of the production units. In order to prevent the semiproducts from being waited and to increase the capacity of machines, a new automated material handling system was designed. In this new system, forklifts are replaced by conveyors. The director of the company was reluctant to put this system into the practice because of the fact that they were not sure if that would solve the problem. Therefore, to show the effectiveness of this new system, simulation study was carried out using SIMAN language.

Two simulation programs, with true data made available by the company, were done based on SIMAN language. Only forklifts were changed to be used and all others were kept the same in the model frame. After that, these two programs (one was for the forklifts and the other was for conveyors) run for the same amount of time and results were compared to one another.

It was concluded that the suggested system was better than the old system.

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

1.1 ÜRETİM VE DAĞITIMDA MALZEME TAŞIMA

Bir üretim işleminin etkinliğinin belirlenmesi sadece üretime giren hammaddeden elde edilen çıktıyla ölçülemez. Bu etkinliğin diğer bir ölçütü ise üretim safhaları arasında hareket eden yarımamul ve ürün miktarıdır. Yarımamul ve mamullerin bu hareketleri malzeme taşıma olarak adlandırılır.

Otomatik Malzeme Taşıma Sistemlerini anlamaya çalışmadan önce genel malzeme taşıma sistemlerini anlamak gerekir.

Bir otomobil montaj hattını gözönüne aldığımızda, tüm bu karışık sistemde bu hattın, tüm sistemin sadece küçük bir parçası olduğunu düşünürüz. En çok dikkat ettiğimiz ise robotların nasıl çalıştığı, işçilerin parçaları nasıl taktığı olur. Ama hiçbir zaman düşünülmeyen bir olay tüm bu takılan parçaların nereden, nasıl fabrikaya geldiği, üretim safhaları arasında nasıl taşındığıdır. Eğer malzemeler ve parçalar fabrikaya istenildiği zaman, istenildiği miktarda ve doğrulukta gelmez ise hiçbir üretim tam zamanında gerçekleşemez. İşçiler çalışamaz, hat durur, para kaybı yaşanır. O zaman en büyük problem üretilecek ürün bileşenlerinin makinalara (tam zamanında) iletilmesidir. Bu iletim işlemi de Malzeme Taşıma Sisteminin görevidir.

Malzeme Taşıma çok geniş uygulama alanını ifade eden bir kavramdır. Bu kavram içerisine sıvıların ve gazların borularla taşınması veya bir üretimde montaj hatlarının beslenmesi yer alır. Bu kavrama bir kısıtlama getirmek için aşağıdaki şu tanımlamaları yapabiliriz.

Malzeme Taşıma, nesnelerin veya maddelerin bir çalışma yerine iletilmesi işlemidir. Malzeme Taşıma Sistemi ise bilgisayar, kağıt veya resmi olmayan yöntemlerle kontrol edilen, malzeme taşıma imkanlarından oluşan bir organizasyondur.

Bir malzeme taşıma sisteminden bahsedildiği zaman ilk akla gelen şey forkliftler ve konveyör sistemleri olmakla beraber aşağıdaki parçaları da içerir;

- Plastik tenekeler
- Etiketleme sistemleri
- Raflar
- Otomatik ambarlama

Bu kavrama dikkat edilirse taşımadan kastedilen, yerel hareketlerdir. Otomobil montaj hattı örneği ele alınırsa bileşenlerin fabrika kapısından girişiyle başlayıp, montaj hattında gördüğü tüm işlemler malzeme taşıma sisteminin önemli özelliklerini kanıtlamaktadır.

Kabul- Gelen malzemeler boşaltılır, belirlenir ve stoğa kaydedilir.

Ambarlama- Malzeme, olası bir kontrolü ve üretim alanından gelecek bir talebi karşılamak için ambar bölgesine taşınır.

Sipariş İşleme-Üretim için gerekli malzemenin malzeme taşıma sistemine aktarılması için bir sipariş oluşturulur.

Dağıtım- Malzemeler fiziksel olarak ambar bölgesinden üretim alanına taşınır ve işlemlere uygun bir durumda hazır bekletilir.

Tüm bu işlemler fiziksel bir malzemeyi taşımayı ifade eder ama bir malzeme taşıma sistemi oluşturmak için bu dördünün resmi ve gayriresmi, bilgisayarla veya elle birleştirilmesi gerekir.

Daha öncede bahsettiğimiz gibi büyük kütlelerin bir fabrikaya hava, kara veya deniz yoluyla taşınmasına da malzeme taşıma denir. Aradaki

ayırımı belirlemek için yapacağımız tanımlamada sadece birim yüklerden bahsetmek gerekir.

Birim yük kavramı, malzeme taşıma sistemlerinin kontrolünün incelenmesinde önemlidir. Birim yük, bir malzeme taşıma sistemi tarafından kullanılmak üzere yapılandırılmış sabit ve ayrık bir parçadır.

Aşağıdaki birim yük örnekleri kavramı daha iyi açıklayacaktır;

- Araba gövdesi
- Palet üzerindeki sabun kutuları
- Somun dolu plastik bir kutu

Tersine, aşağıdakileri birim yük kabul edemeyiz;

- İnce kum yığını (taşınabilir bir varlık değil)
- Ham yağ dolu statik bir tank (hareket ettirilemez)

Bunlar kutulara konulduğu zaman birim yük haline gelir.

1.2 OTOMATİK MALZEME TAŞIMA

Önceki bölümde malzeme taşıma konusu genel olarak işlendi. Ama bizim asıl istediğimiz otomatik malzeme taşımadır (OMT). İsminden de anlaşılacağı gibi OMT sistemi tam ve yarı otomatik olarak kontrol edilen bir malzeme taşıma sistemidir. Bir OMT sistemi bir veya birkaç malzeme taşıma bileşeniyle entegre olarak düşünülebilir. Bu bileşenleri 3 kategoriye ayırabiliriz:

1. **Serbest Yol Ekipmanı** bir bilgisayarın kontrolüyle normal zemin üzerinde, boyalı yolları veya kablolardan gelen sinyallerle belirlenen yolları izleyen araçlardır.
2. **Sabitlenmiş Yol Ekipmanı** raylar üzerinde yol alan araçlardır.
3. **Statik Ekipman** ise yükü hareketli yüzeyler üzerine yükleyen ekipmanlardır.

1. ve 2. kategoridekiler her yerde gördüğümüz forklift kökenli araçlardır. Her iki durumda da sürücü, merkezi bir bilgisayardan gelen komutları işleyerek aracı yöneten bir başka bilgisayardır.

1. kategorideki araçlar genelde yatay olarak çalışan ve yükü bir noktadan diğer bir noktaya taşıyan araçlardır ve çoğunlukla da **Otomatik Malzeme Taşıma Aracı** veya **Otomatik Kılavuzlu Araç (OKA)** olarak isimlendirilirler. 2. kategoridekiler ise yükü raflara ambarlayan ve tekrar boşaltan araçlardır ve genelde **Otomatik İstifleme Vinçleri (OİV)** olarak bilinirler. 3. kategoridekiler ise konveyör sistemleri olarak tanımlanabilir.

Otomatize bir ambarlama sisteminde bu kategorilerdeki araçlardan bir veya birkaç tanesi aynı anda kullanılır ve bu araçlar merkezi bir bilgisayar sistemi ve yazılımla desteklenir.

1.3 OTOMATİK MALZEME TAŞIMANIN ÖNEMİ

Amerika'da yapılan gözlemlere göre, üretim işçilik maliyetlerinin tahmini %20 ile %25'i malzeme taşımaya gitmektedir. İngiltere'de ise bu değer %30 civarlarındadır. OMT sistemleri bu maliyette önemli bir azalış sağlayabilir.

OMT sistemlerinin tasarlanıp uygulanmasıyla daha az stokta bulundurma, daha iyi bir ambar yerleşimi ve daha iyi sipariş yenileme sağlanır. OMT sisteminin kurulmasıyla %30 ile %50 arasında bir maliyet azalması sağlanmaktadır. OMT ile daha yoğun bir ambarlama sağlanır ve bina maliyetleri azalır. Ayrıca yarımamul haldeki malların azaltılmasıyla da bağlanmış olan atıl para maliyeti azalır.

Tüm bu faktörler sonucunda, üretim ve dağıtım maliyetlerinde bir azalma sağlanır. OMT projelerinin geri ödeme süreleri 1 ile 3 yıl arasında değişmektedir. Sadece bu sebeplerden dolayı dahi OMT'nin önemli bir disiplin olduğu söylenebilir.

OMT kullanımının sağladığı diğer yararlar ise ;

- Stok hareketlerinin otomatik kaydı
- Otomatik stok yönlendirme (ilk giren ilk çıkar)
- Enerji maliyetlerinin azaltılması - daha az ısıtma ve aydınlatma gerektirir
- Daha fazla kullanım - gerekirse 24 saat çalışma
- Bireysel otomatize üretim özelliklerinin entegrasyonu ile tek başına otomatize fabrika kurulmasının sağlanması

OMT sisteminin kurulmasında dikkatli bir dizayn yapılmaz ise ;

- İşyeri organizasyonunda ve şartlarındaki değişikliklerin esnek olmaması
- Ekipman arızalarının sık sık ortaya çıkması - özellikle bilgisayar donanımında iyi bir bakım desteği ihtiyacının doğması gibi sorunlar ortaya çıkabilir.

Bu problemler sistemin dizaynı ile ilgilidir ve iyi bir planlamayla azaltılabilir veya tamamen ortadan kaldırılabilir.

1.4 OTOMATİK MALZEME TAŞIMANIN TARİHÇESİ

Kablolu, radyo dalgalarıyla kontrol edilen konveyörleri saymazsak, ilk OMT kullanımı 1950'lerden itibaren, bilgisayar ve entegre teknolojilerin kullanılmasıyla başlamış oldu. 1954'te Mercury Motor Fabrikası için bir OKA sistemi kuruldu (South California). OKA bir sinyal kablosuyla yönetiliyordu ve o günün şartlarına bağlı olarak kontrolünde termiyonik lambalar kullanılmıştı.

İlk jenerasyon kontrolörlerin bir takım boyut ve güvenilirlik gibi dezavantajları vardı. 1960'larda ve 1970'lerde transistörlü ve sabit yapıli bileşen teknolojisinin gelişmesiyle bu problemlere çözüm getirildi. OKA

sistemleri pahalı olmaları sebebiyle, henüz Amerika'da bile geniş bir kullanım alanı bulamamıştır.

1960'ların ikinci yarısında otomobil montaj fabrikalarında yeni bir kavram konuşulmaya başlamıştır. Üretim hattı olarak ortaya çıkan bu kavram, kalite geliştirme ve daha fazla araba üretme konusunda tek çıkar yol olarak düşünölmeye başlandı. Belli bir grup işçi, aracın belirli kısımlarını monte etmekle sorumluydu. Monte edilen kısımlar, daha sonra bir OKA üzerine konularak diğer işçilerin çalıştığı bölüme gönderilmekteydi. Bu uygulama büyük başarı sağladı ve diğer birçok firma da bu uygulamaya geçti.

- 1975'te Fiat oto gövdesi imalatında OKA kullandı
- 1976'da Volvo motor üretiminde OKA kullandı
- 1981'de Fiat montaj hatları arasında taşıma amacıyla OKA kullandı

Daha sonraları, merkezi bilgisayar sistemleriyle kontrol edilen, istifleme vinçlerinin kullanımıyla ilk AS/RS sistemler kuruldu. Bu sistemlerin kontrolünde bilgisayar yazılımları kullanılmaya başlandı. Yazılımlar, daha ucuz ve üretimlerinin kolay olması, hızlı kullanıma imkan tanımaları ve daha güvenilir olmaları sebebiyle kullanılmaya başlanmışlardır.

BÖLÜM 2

2. MALZEME TAŞIMANIN ROLÜ

Her türlü endüstri dalında malzeme taşıma vardır ve genellikle üretim, dağıtım konularında uygulanmaktadır. Üretim kavramı, hammaddenin mamule dönüşümünü anlatır. Dağıtım ise, üretilmiş olan mamullerin depolanması ve oradan da satış noktasına iletilmesini belirtir.

Üretimle dağıtım arasındaki ilişki değişkendir. Çoğu endüstride bu ikisi arasındaki ilişki çok fazla iken, kimi endüstrilerde çok ayrık konular olarak karşımıza çıkar.

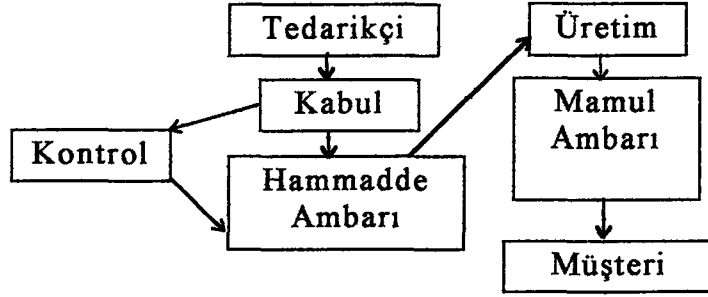
2.1 ÜRETİMDE MALZEME TAŞIMANIN ROLÜ

Bir üretim ortamında tipik işlem sırası aşağıdaki gibidir:

- a) Tedarikçiye hammadde siparişi yapılması
- b) Tedarikçiden hammaddenin alınması
- c) Hammaddenin kontrol edilerek kabul edilmesi
- d) Hammaddenin talep edilene kadar ambarlanması
- e) Hammaddenin montaj hattı için hazırlanması
- f) Mamul parçalarının montajı
- g) Mamullerin test edilmesi
- h) Mamullerin talep edilene kadar stoklanması
- i) Mamullerin müşteriye sevki

Yukarıda bahsedilen her adım kendi içinde birçok safhaya ayrılabilir. Bizim konumuz ise yukarıdakilerden sadece “mamullerin montajı” konusunu kapsamaktadır.

Üretimde genellikle montajcılar ve montaj ekipmanı sabit durur ve yarı tamamlanmış ürün bir montaj istasyonundan diğerine önceden belirlenmiş bir sırada hareket eder. Malzeme Taşımanın diğer bir yönü ise malzemelerin ve bitmiş mamullerin ambarlanmasıdır. Birincisi iç talebi diğeri ise dış talebi bekler.



Şekil 2.1 Genelleştirilmiş Malzeme Akışı

Yukarıdaki şekilde fonksiyonlar arası bağlantıyı sağlayan çizgiler Malzeme Taşımayı ifade eder.

2.2 DAĞITIM MERKEZLERİNDE MALZEME TAŞIMANIN ROLÜ

Bir dağıtım merkezi, üretim işlemleri kapsam dışı olan, bir fabrika olarak düşünülebilir. Tipik işlem akışı şu şekildedir:

- Tedarikçiden ürünlerin sipariş edilmesi
- Tedarikçiden ürünlerin alınması
- Ürünlerin kontrol edilerek kabul edilmesi
- Talep anına kadar ürünlerin ambarlanması
- Ürünlerin paketlenerek müşteriye sevki

Ambarlara taşınan mamullerde transit bir geçiş vardır. Mamul üzerinde hiçbir değişiklik yapılmaz (ancak yığınlar daha düşük miktarlardaki müşteri siparişlerini karşılamak amacıyla ufak gruplara dönüştürülebilir).

Ambarlama konusunda da, üretimde olduğu gibi stok seviyelerinin düşük tutulması ve min. envanter sağlanması konusunda bir baskı vardır.

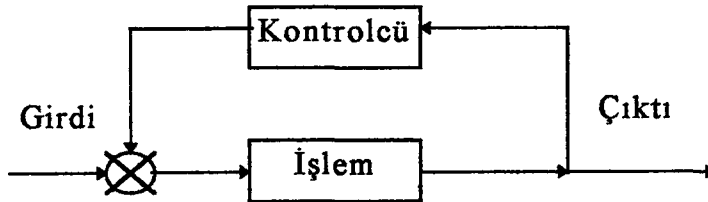
2.3 OTOMATİK MALZEME TAŞIMA (OMT)

Çoğu kontrol ortamında kullanılan kontrol yöntemi, kapalı bir çevrim şeklindedir. Bu çevrim Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

Kapalı çevrim kontrolörü, çıktıyı istenilen değerlerle karşılaştırır ve girdiyi, bu değeri elde edecek şekilde ayarlar.

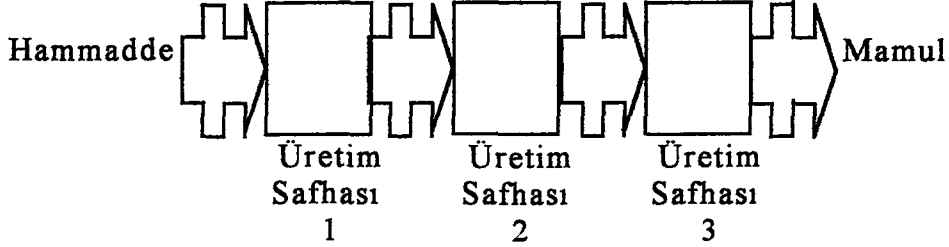
Şemada görüldüğü gibi, otomatik kontrol çevriminde, çıktıdaki farklılaşmalar kontrolcü tarafından düzeltilmektedir. Kontrolörün bir insan olduğu durumlarda, çıktının beklenen değerden farklılık göstermesi halinde, girdideki ayarlamalar elle yapılmaktadır. Gerçek hayatta otomatik kontrolör, girdilerde farklılaşma olması halinde, birçok değişkeni kontrol ederek, bunlarla ilgili ayarları otomatik olarak gerçekleştirmektedir.

Bir kontrolörün mevcut şartlarda meydana getireceği değişiklikler (ayarlamalar) için gerekli süre, sisteme bağlıdır. Bir merkezi ısıtma sisteminde, bir odanın ısısının düşmesi halinde, sistemin tekrar çalışır hale gelmesi dakikalar alır ve bu ısı değişimini hiç kimse farkedemez. Aksine, bir uçuş kontrol sisteminde, yüksek hızlı bir jet uçağında, pilotun verdiği komutların işleme konulması milisaniyeler mertebesinde. Kontrol çevrimini bir üretim ortamında ele alacak olursak, kontrol olayını, farklı üretim safhaları arasındaki malzeme akışının kontrolü, olarak ifade edebiliriz.

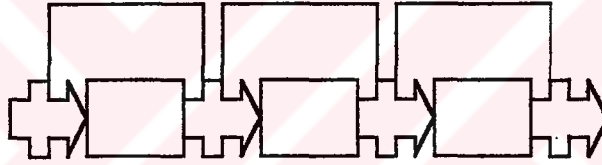


Şekil 2.2 Geribeslemeli Kontrol Çevrimi

Bu ifademizi aşağıda Şekil 2.3’de bir diyagram olarak görebiliriz. Her safhaya kontrol çevrimleri eklediğimizde Şekil 2.4’ü elde ederiz.



Şekil 2.3 Üretim Malzeme Akışı

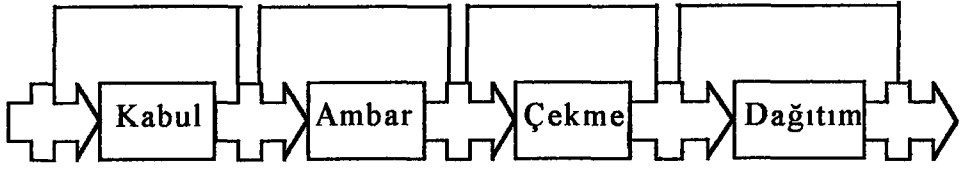


Şekil 2.4 Safha Kontrol Çevrimi

Günümüze kadar, yapılan kontroller bir açık çevrim şeklindeydi. Bir stok alanının dolduğu, ancak denetlemeler sonucunda anlaşılıyor ve malzemeler ise elle iletilen komutlarla hareket ettiriliyordu. Günümüzde ise JIT’e geçişte malzeme taşıma performansı JIT kurallarına uyacak bir performans göstermelidir. Bu da kapalı çevrim kontrolünün performans ve kontrol açısından en tatmin edici yöntem olduğunu göstermektedir. Tamamen kapalı çevrim kontrolleriyle yönetilen bir sistem oluşturmak için malzeme taşıma sistemi otomatize hale getirilmeli; ne zaman malzeme talebinde bulunulmalı ? ne zaman ambarlama yapılmalı ? gibi temel kararları alabilmelidir.

Üretim ve dağıtımdaki kontrol Şekil 2.5’te verilmiştir.

Burada bir ünite mamulün safhalar arasında sadece tek bir yol izlediğini kabul ediyoruz. Aslında safhalar arasında pekçok yol vardır. Bu çok yollu yöntem, bize çıktıda istenilen şartları sağlama konusunda değişiklik yapmamızı ve pahalı bir makinenin birçok amaç için kullanım kolaylığını sağlar. Yukarıdaki kontrol kavramı bu tip bir sistemde değişiklik göstermez. Ancak tüm kontrol fonksiyonun planlama nosyonu belirtilmelidir.



Şekil 2.5 Dağıtım Safhası Kontrol Çevrimi

Otomatize bir üretim ve dağıtım ancak malzemenin kendi kendine hareket ettirilmesiyle sağlanabilir. OMT, otomatize fabrika ve dağıtım merkezlerinin kurulması için bir bağlantı sağlar, bir köprü görevi görür. OMT'nin uygulanması diğer otomasyon uygulamalarından ayrı bir aktivitedir. Örneğin bir işleme merkezi üreticisi sadece makinenin çalışması için gerekli parçaları yükleme ve işlemi biten parçaların makineden boşaltılması ile ilgilenir. Fakat malzemelerin stok ve işlem bölgelerine iletilmesi ile ilgilenmez.

Bu yüzden OMT'nin diğer sistemlerle bağlantılandırılması gerekir. Sık sık bu durumla karşılaşırız çünkü OMT mevcut ekipmanların çevresine kurulması gereken en son sistemdir.

OMT'yi 3 başlık altında toplayabiliriz:

1. Sürekli taşıma
2. Tek parça taşıma
3. Karışık sistemler

Sürekli taşıma sistemlerinde farklı boyutlardaki birim yükler taşınabilir (bu da sistemin tipine bağlıdır). Sistemler çok geniş ve ağır yükler taşıyabileceği gibi dizaynı sebebiyle çok ufak yükler de taşıyabilirler.

Sürekli taşıma sistemlerine örnek verecek olursak,

- Kartonlar, kutular gibi ufak birimler taşıyan kayış konveyörler
- Farklı boyut ve ağırlıkta yük taşıyabilen, yerçekimi ivmesiyle hareket eden merdaneli konveyörler
- 1.5 Ton'a kadar yük taşıyabilen, motor gücüyle hareket eden merdaneli konveyörler
- 1 tona kadar veya daha ağır yükleri taşıyabilen zincir konveyörler

Merdaneli ve zincir konveyörlerde taşıma esnasında problem çıkmaması için yükler düz, yumuşak ve rijit bir oturma yüzeyine sahip olmak zorundadırlar.

Birim yük taşıyıcılar genellikle OKA veya otomatik istif vinçleri (OİV) kullanırlar. OKA'lar daha önceden belirlenmiş rotaları takip ederek, insansız ve akü gücüyle yol alan araçlardır. Rota belirtme işlemi ise, OKA'ya bağlı bir kablo aracılığıyla sinyal göndererek sağlanabilmektedir. Zemin çizilmiş manyetik yollar, raylar ve üçgenlere bölme gibi diğer rotalama teknolojileri de kullanılmaktadır.

Bir OKA tek birim yük taşıyabilir veya kendisine birkaç karoser daha bağlanarak daha fazla yük taşıyabilir. Kimi uygulamalarda, taşınacak olan birim OKA üzerine sabitlenir ve montaj istasyonları arasında taşınır. Montaj işlemi, parça OKA üzerindeyken yapılır. Diğer bazı OKA'lar ise parçayı alır, taşır ve işlemler sonunda yükü boşaltır.

İstifleme vinçleri sabit yol üzerinde hareket eden, yatay ve dikey taşıma yapan ve raflara istifleme veya boşaltma işlemi yapan araçlardır. Üzerine istif yapılan çerçeveler karşılıklı yüzeyleri birbirine bakacak

şekilde monte edilirler ve istif vinçleri bunların aralarında hareket ederek buralara istif yapar veya boşaltırlar.

Çoğu durumda ise forkliftler karşımıza çıkar. Bunlar, karşı dengeleyicili olanlar, yandan çatallı olanlar ve paletli olanlar şeklinde herbiri özel bir amaç için yapılmış olabilir. Her forklift için bir sürücüye ihtiyaç vardır. Bu sürücü bir insan olabileceği gibi OMT kontrol sisteminden gelen radyo dalgalarıyla yöneten, elektronik bir sürücü de olabilir. OMT sistemlerinin kontrolünü sağlayan yazılımların esnek olmaları sayesinde, birçok farklı taşıma teknolojisi, OMT sistemiyle entegre hale getirilebilir. Tipik sistemlerde konveyörlere bağlı olarak çalışan OKA'lar ve OİV'ler bulunabilir.

2.4 MALZEME AMBARLAMA

Yukarıda açıkladığımız gibi üretim ve dağıtım bilimleri her ne kadar gelişmişse de engellenemeyen üretim içi veya üretim sonrası stokları oluşur. Bu stokların ambarlanması için birkaç şekil olmalıdır. Birim yük stok tipi iki şekilde ortaya çıkabilir;

- Tampon veya üretim içi stok
- Hammadde ve bitmiş mamul stoğu

Tampon stoklar genellikle üretim uygulamalarında görünür ve üretim esnasında üretim safhaları arasındaki stok alanlarını kapsar. Bu stok tipi, üretim safhaları arasında, işlem süreleri arasındaki zaman farklılıklarından doğabilecek problemleri ortadan kaldırmak amacıyla gerçekleştirilir. Mevcut üretim anlayışında ise bu tip stok kavramının uygun olmadığına karar verilmiş ve bu tip stoğun çok az tutulması gerektiği, hatta mümkünse tamamen ortadan kaldırılması gerektiği savunulmuştur. Bununla beraber ideal bir dünyada yaşamadığımız için halen bu tip stok bulundurmak üretimin bir özelliği olarak kalmaya devam edecektir.

Tampon stoğun özellikleri;

- Az sayıda birim stoklanır
- Ambarlama süresi, gün veya haftalarla ölçülür
- Ambarlama yeri üretimin yapıldığı alan içerisindedir.
- Hammadde ve mamul stoklarının özellikleri;
- Çok sayıda birim yük stoklanır-binlerce veya onbinlerce
- Ambarlama süreleri günler veya haftalarla ölçülür
- Ambar alanı ayrı bir yerde, belki ayrı bir binadadır

2.5 OMT KULLANIMI İÇİN AYARLAMALAR

OMT, üretimde otomasyon bölgeleri arasındaki ve dağıtımda da ambar ve transport sistemi arasındaki bağlantıdır.

Forkliftlerin kullanıldığı OMT sistemlerinde, halen bir sürücüye ihtiyaç vardır. Fakat radyo dalgaları ile iletişim sağlayan forkliftlerde sürücü işini bitirdikten sonra yeni bir emir için sabit bir noktaya dönmek zorunda değildir. Bu da sistemin daha etkin çalışmasını sağlar.

OMT sistemlerinde ve taşıma araçlarında, insanlarda olduğu gibi karar verme hataları olmaz. Bunun sonucu olarak da daha az kaza ve malzeme hasarı oluşur.

OMT sistemi sayesinde ;

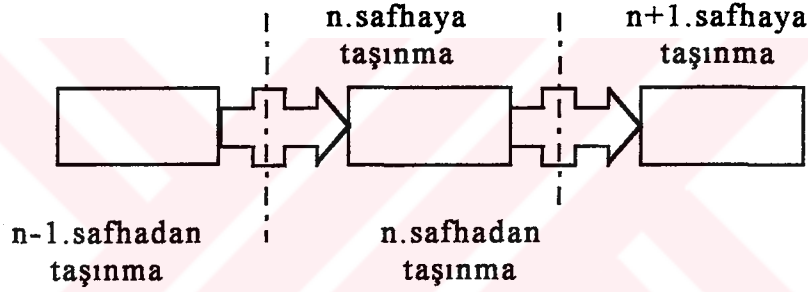
- Hızlı ve hatasız olarak, stok verilerinin yenilenmesi
- Hata çıkması durumunda hatanın daha kolay bulunması ve onarılması
- Stok verilerine daha hızlı ulaşım ve daha kolay değişiklik yapma
- Otomatik sipariş verilmesini sağlayan, otomatik stok seviyesi belirleme sağlanır.

BÖLÜM 3

3. SİSTEM BİLEŞENLERİ

OMT ile ilgili genel terimlerden önceki bölümde bahsedilmişti. Bu bölümde alt sistem bileşenlerini inceleyeceğiz.

Bir OMT alt sistemi, tüm OMT sisteminin, bir üretim safhasının kontrolünü sağlayan bir bölümü olarak düşünülebilir. Bu söylediğimizi Şekil 3.1’de görebiliriz.



Şekil 3.1 Bir OMT Alt Sistemi

Daha öncede belirttiğimiz gibi birimler birkaç üretim safhası arasında farklı yollar izleyerek hareket edebilirler. Hareket eden her birimin tüm safhalardan geçmesi mecburi olmayabilir. Böyle bir ortamda her safhanın kendine ait bir ambar bölgesi olması gerekmez. Genel bir ambar bölgesi olabilir ve tüm safhalar ortak olarak bu bölgeyi kullanabilirler. Bu görüş Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Buradaki diyagram Şekil 3.1’dekinin zıttı bir durumu göstermektedir. Malzeme taşıma, tüm işletmeye hizmet eden ayrı bir fonksiyon olarak düşünülebilir. Ve üretim safhalarına bağlı bir sistem olarak organize edilebilir. Şekil 3.2’yi bir OMT sistemi olarak düşündüğümüzde Şekil 3.3’deki duruma dönüşür.

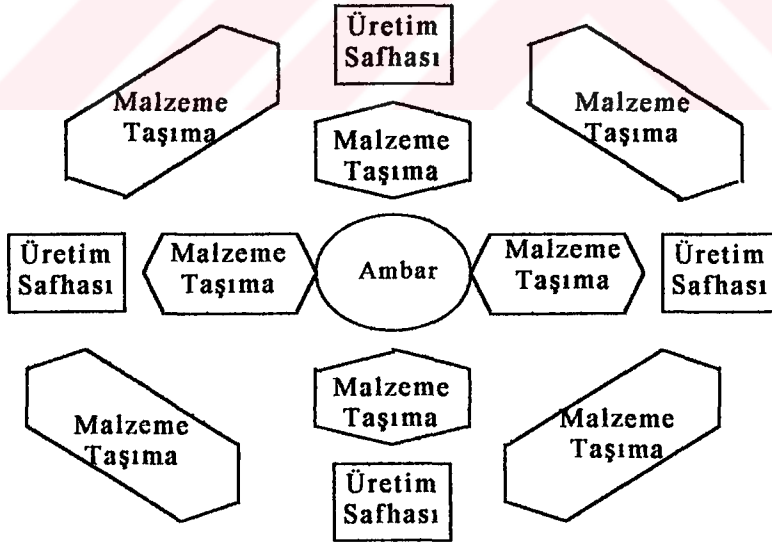
OMT sistemlerinin bileşenleri ,ileride de görüleceği gibi , çok farklılıklar gösterebilir ve çoğu özellikleri bünyesinde bulundurabilir. Bu yüzden sistem kurucunun tüm bileşenleri uyumlu bir şekilde birleştirecek ve yönetecek bir uzmanlığa sahip olması gerekmektedir.

3.1 SERBEST YOL EKİPMANLARI

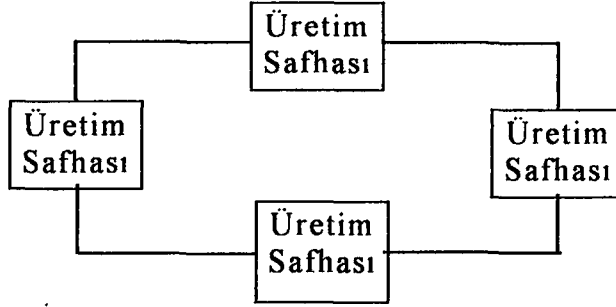
Serbest yol ekipmanları, her yönde hareket serbestisine sahip yük taşıyan hareketli araçlardır. Yönetilmeleri ise bir direksiyon tertibatı ile sağlanır. Bu tip araçlar forkliftlerden esinlenerek yapılmış araçlardır ve OKA olarak adlandırılmışlardır.

3.1.1 Otomatik Kılavuzlu Araçlar (OKA)

Bir OKA sabit bir yol üzerinde, zemine döşenmiş bir kablo yardımıyla sürücüsüz olarak yol alan araçlardır. OKA'lar, üzerlerine yerleştirilmiş bir bilgisayar sistemi aracılığıyla, elle veya elektronik olarak belirtilen yöne doğru, sabit bir yol izleyerek hareket ederler. Yükler OKA'nın çatalları üzerinde veya kendisine bağlı karoserlerin üzerinde taşınır.



Şekil 3.2 Malzeme Taşımanın Gösterimi



Şekil 3.3 OMT Sistemlerinin Gösterimi

Taşınan yükler, çoğu uygulamalarda olduğu gibi, ağırlığı 2 ton'a kadar varabilen kutular, sandıklar veya paletler olabilir.

OKA'lar üretim endüstrilerinde ve dağıtım merkezlerinde kullanılmaktadır. Dağıtımdaki tipik kullanımları, birim yükleri giriş, ambar ve dağıtım alanları arasında taşıyan basit yük taşıyıcılar şeklindedir. Üretimde ise, kullanımları daha komplekstir. Üretimde, OKA'lar FMS'in bir parçası olarak yer alırlar ve üretim safhaları arasında malzemeleri kompleks sıralar halinde taşırlar.

OKA'ların üretimde diğer bir kullanım şekli ise montaj hatlarına büyük esneklik getiren hareketli iş platformları şeklinde olmuştur.

OKA'ların önemli kullanım alanlarını yinelemek istersek;

- Giriş, ambar ve dağıtım bölgeleri arasında birim yüklerin taşınması
- Üretim yapılan bir fabrikada bileşenlerin ve montajı yapılan parçaların bölümler arasında dağıtımı
- Hareketli bir iş platformu olarak çalışmasıdır.

OKA'ların kontrolünü sağlayan bilgisayar sisteminde bir **Merkezi İşlem Ünitesi (MİÜ)** ve bir iletişim, hafıza ve iletişim devresi vardır. OİV'lerde de benzeri bir bilgisayar sistemi veya bir **Programlanabilir Mantık İşlemcisi (PMİ)** ile kontrol edilebilir. PMİ'ler merdaneli

konveyörlerin, yükleri kaldıran araçların kontrolleri için idealdirler. Kontrolü sağlayan donanımın sağlam bir yapıya sahip olması gerekir çünkü OKA'lar taşıma esnasında çeşitli çarpma ve sarsıntılara maruz kalabilirler.

OKA'ların güç üniteleri kurşun asitli, tekrar doldurulabilir akülerdir. Bu aküler normal oto akülerinden daha büyüktürler ve taşınabilmeleri için vinçlere ihtiyaç vardır. Eğer mümkünse OKA'lar çalışma gününün bitiminde özel bir şarj bölümüne gönderilirler. Alternatif bir yol ise, boşalmış olan akülerin doldurulması esnasında yedek akü kullanılmasıdır. OKA üzerinde bir akü şarj ölçeri vardır ve bu da bilgisayara bağlıdır. Akünün doluluk seviyesi belirli bir değerin altına düşünce bilgisayar OKA'yı şarj bölgesine gönderir. OKA'ların üzerlerindeki aküler bir vardiya boyunca sürekli çalışabilecek kapasitededirler.

OKA'ların yönlendirilmesinde temel olarak iki teknoloji kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan ise zeminin 25 mm altına döşenmiş düşük voltajlı kablolardır. Kablolar, OKA'ya takılı bulunan sensörler tarafından algılanabilen ve direksiyon tertibatını yöneten alternatif akımlar taşırlar. Kablo üzerinden geçen farklı frekanslar sayesinde forkliftlere istenilen hareketler yaptırılabilir. Radyo dalgalarının karışmaması için yapılan kablo dizaynı çok kompleksdir.

İkinci tip teknoloji ise biraz tehlikelidir ancak kablolu teknolojiye göre daha fazla avantajları vardır. Bu sisteme üçgenleme yöntemi denir. Ambar yerleşimindeki stratejik noktalara geniş barkodlardan daha karmaşık olmayan pasif işaretler yerleştirilir. OKA üzerinde bu barkodları okuyacak bir laser tarayıcısı vardır. OKA bu noktalara geldiğinde bu barkodları okuyarak bulunduğu konumu ve gideceği yönü belirler. Bu yöntemin avantajı ise zeminden 25 mm derinliğinde metrelerce kablo döşeme zorunluluğunun ortadan kalkmasıdır. Bu yöntemin diğer bir avantajı ise

yeni bir alternatif yol belirlendiğinde yeniden kablo döşemek yerine bu pasif işaretlerin yerinin değiştirilmesiyle sorun çözülür. Ayrıca bu sistem kablo sistemine göre daha ucuzdur.

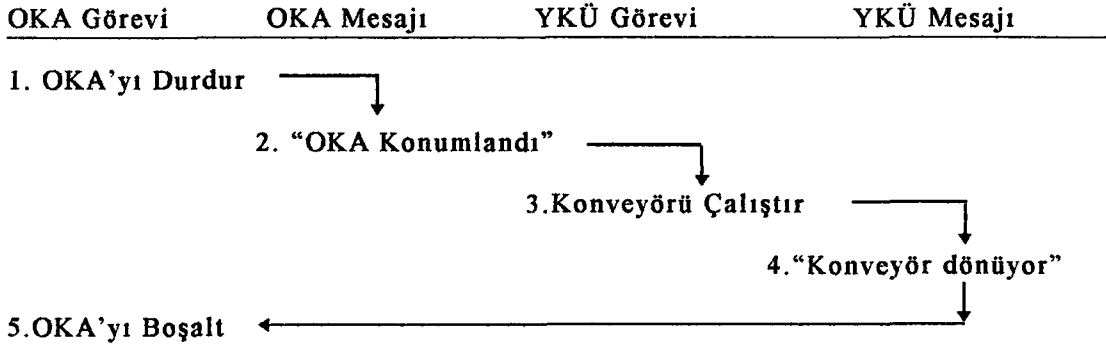
Burada ayrıca 3. Bir teknoloji de bahsedebiliriz. Bu teknoloji de OKA'ya kılavuzluk yapan, zemin üzerinde manyetik olarak boyanmış olan hatlardır. Bu sistem hem kablolu sistemin hem de üçgen kurma yöntemlerinin tüm avantajlarını taşımaktadır. Fazla kullanım alanı bulamamasının sebebi ise bu manyetik bantların üzerinde pislik birikmesi ve bu pisliklerin temizlenmesi esnasında boyanın üzerindeki kılıfın deformasyona uğraması ve bunlardan dolayı OKA'nın buraları okuyamaması gibi problemlerdir.

OKA'ların kontrolü üç seviyede yapılmaktadır;

- a) OKA'nın üzerindeki bilgisayar
- b) Yerel kontrol ünitesi
- c) Ambar kontrol sistemi

OKA üzerindeki bilgisayar anlık hareketleri kontrol eder. OKA belirli aralıklarla, zemindeki kılavuzlardan aldığı bilgileri radyo dalgalarıyla **Yerel Kontrol Ünitesine (YKÜ)** gönderir. Ayrıca YKÜ'ler OKA ile **Ambar Kontrol Sistemi (AKS)** arasında bağlantı sağlarlar. Basit küçük sistemlerde bu işi YKÜ kendi başına yapabilir. Bu bağlantıyı sağlayan cihazlar ya RS232 veya daha uzak mesafeler için RS422'lerdir. YKÜ'ler ayrıca mekanik bağlantıları da sağlarlar. Örnek olarak bir OKA yük boşaltmak için bir konveyöre geldiğinde gerçekleştirilen iletişim Şekil 3.4'de gösterilmiştir.

YKÜ'nün en önemli görevi OKA'ların trafik kontrolüdür. Trafik kontrolünde ise demiryollarında olduğu gibi bir bloklama yöntemi kullanılır. Aynı anda sadece tek bir OKA'nın tüm bölümleri gezmesine izin verilir.



Şekil 3.4 OKA Yük Boşaltma Sırası

AKS, OKA için yükleme ve boşaltma noktalarını belirler. Buna ek olarak OKA'ya yükün türü, yük miktarı, ürün kodu ve diğer önemli bilgileri de gönderir. OKA'ya ise işaretli noktalara geldiğinde hangi OKA olduğunu ve nereye gitmekte olduğunu YKÜ'ye bildirir. YKÜ de bu bilgileri AKS'ye iletir.

Yükleme ve boşaltma noktaları farklı özellik ve karakteristiklerde olabilir. Örneğin bu noktalar ;

- a) Bir konveyör
- b) Bir palet standı
- c) Özel bir taşıma ekipmanı olabilir.

Tüm boşaltma ve yükleme noktalarının karakteristikleri belirli parametrelere bağlanabilir ve bunlar yazılıma dahil edilebilir. Böylece OKA her noktada kontrol edilebilir veya konum sıralandırması yapılabilir. Bir OKA kontrol yazılımında genellikle kontrol edilen noktalar şunlardır;

- a) YKÜ iletişimi
- b) Hız kontrolü
- c) Direksiyon kontrolü
- d) Yön haritası belirleme

- e) OKA durumunun görüntülenmesi
- f) Yükleme/Boşaltma noktasının karakteristikleri

3.1.2 Radyo Veri Terminalleri

Radyo Veri Terminalleri (RVT), OMT sistemlerinin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanmış bir tür kısa dalga UHF radyo alıcılarıdır. İçerik olarak radyo bağlantısıyla çalışan OKA'larla benzerlik gösterirler fakat manuel olarak yönetilen Forkliftlerde kullanılırlar. Forklift üzerine bir klavye ve ufak bir likid kristal veya plazma gösterge monte edilir. Tüm bu üniteler, AKS'ye bağlı otomatik bir radyo istasyonuna radyo bağlantısı ile bağlanmıştır. Bilgiler ise dijital olarak kodlanmış sinyaller halinde iletilir. Bu radyo ünitelerinin çalışma mantığı, telefon hatlarında veri iletimini sağlayan modemlerle benzerdir.

Elle yönetilen forklitlerde RVT kullanmanın en büyük avantajı haberleşmeye kazandırdığı hızdır. Bir sürücü yükü boşalttığı anda bunu RVT'ye bildirir ve anında bu sürücüye yeni bir görev atanabilir. Ayrıca sürücü yeni görevini öğrenmek için sabit bir noktaya gitmek zorunda kalmaz. Bilgisayar yeni görevinin bulunduğu noktaya gitmesi için en kısa yolu belirler ve bunu sürücüye bildirir. Herhangi bir yerde talep belirdiğinde, örneğin üretim hattı sonunda palet bittiğinde sistem hemen işleme geçer ve sürücüye palet temini için bir emir gönderir.

Bir RVT sisteminde gerekli olan minimum donanım bir klavye ve bir göstergedir. Üretici firmaya bağlı olarak bunlar ayrıık üniteler olarak (ergonomik bir yerleşim sağlamak amacıyla) veya tek bir ünite olarak yerleştirilebilir. Bazı sistemlerde bu konfigürasyona bir mikrobilgisayar ve hafıza eklenebilmektedir. Bu da radyo aracılığıyla gönderilen verilerde bir azalma sağlar.

Bir RVT sisteminin kontrolü için kullanılan yazılım, bir OKA/OİV sistemininkiyle benzer özellikler gösterir.

Tipik özellikleri ise şunlardır;

- Atama kontrolü
- Taşıyıcılar arası haberleşmeyi sağlama
- Yön kontrolü
- Taşıyıcı pozisyonunun görüntülenmesi
- Performans istatistiklerinin hesaplanması

3.2 SABİT YOL EKİPMANI

Bu tip malzeme taşıma ekipmanları raylar üzerinde hareket eden hareketli üniteleri içerir. En iyi bilinen örnekleri ise otomatik istifleme vinçleridir (OİV).

3.2.1 Otomatik İstif Vinçleri

Otomatik istif vinçleri raylar üzerine oturtulmuş istif araçlarıdır. Bir OİV, raylar üzerinde yatay ve zincirler yardımıyla da dikey olarak 2 yönde hareket edebilir. Dikey hareketi sağlayan zincirler, taşıyıcı üzerindeki direkler üzerinde hareket ederler. Bu direklerin üst kısmında zincirleri sabitleyici ve kılavuzluk eden tekerler bulunur. Bu vinçlerin üzerinde, vinç hareketlerine göre dik çalışan, yatay yönde hareket edebilen çatallar vardır. Bu çatallar yükleri taşıma, raflara yükleme ve raflardan yükleri boşaltmada kullanılırlar. Vincin üzerinde hareket ettiği raflar arasında döşenmiş olan rayların bulunduğu yollara koridor denir. Üzerine istif yapılan raflar, minik gözleri olan bir matris şeklindedir. Bu gözler farklı boyutlarda olabileceği gibi hepsi aynı boyutta olabilir.

Bu vinçler tek bir koridorda çalışabilen sabit vinçler olabileceği gibi tüm koridorlar arasında otomatik olarak hareket edebilen bir vinç de olabilir. İlk durumda her koridorda bir vinç olmalıdır. Bu maliyeti arttırır fakat çıktı da artar. İkinci durumda ise tek vinç kullanımı sebebiyle çıktı miktarı azalır fakat maliyet de ters orantılı olarak azalır.

OİV'ler otomatik ve manuel olmak üzere iki şekilde kontrol edilebilir. İnsansız veya otomatik uygulamada vinç yükü depolar ve geri döner. İnsan kontrollü uygulama, uygulamanın esnekliğine izin verir. İnsan kontrollü uygulamada yükleme depo içinde yer alır.

Elle kontrol edilen vinçlerde vinç üzerine bir sürücü kabini yerleştirilmelidir. Ancak elle kontrol, vincin sadece bir özelliğini oluşturuyorsa o zaman daha güçlü ve rahat bir kabin yerleştirilmelidir. Operatörün sorumluluğundaki kontrol derecesi, vinçlerin tiplerine göre değişir. En basit modellerde, kabin içerisindeki bir gösterge sayesinde operatöre, gitmesi gereken bir sonraki konum yeri gösterilir ve operatör bu bilgiye göre vinci istenilen yere götürür. Alternatif olarak, operatör bir yerdeki görevi bitince kabin içerisindeki bir düğmeye basar ve vinç yeni çalışma bölgesine otomatik olarak hareket eder. Genellikle vinçlerle raflar arasındaki uzaklık 30 cm'den daha azdır ve vinç 9 km/saat hızla hareket eder.

OİV kullanımı, ambardaki zeminin ve alanın daha etkin bir şekilde kullanımını sağlar. OİV'ler sayesinde ambardaki en üst noktalara kadar stoklama yapılabilir. Bu yükseklikler 30 metreye kadar çıkabilmektedir.

OİV'lerin kontrolünde bir mikroişlemciye gerek vardır. Bu kontrolör ya klasik bir ünite (Örn: Motorola 6800) yada bir PMİ olabilir veya her ikisi de kullanılabilir. Kontrol olayı çok karmaşık olabilir. Özellikle bu karmaşıklık hata düzeltme olaylarında görülür. Bir vinç bir işlem bölgesinde görevini tamamladıktan sonra, başka bir işlem bölgesine hareket etmeden önce, güvenlik ve özel durum kontrolü yapılmalıdır. Bu kontroller fiziksel kontrollerdir ve fotoseller yardımıyla yapılır. Örnek verecek olursak ;

- Yük çatallar üzerine merkezlenmiş mi ?
- Yük koridora sığıyor mu ?
- Rafta yük var mı ?

- Raftaki yük boşaltıldı mı ?
- Çatallar yük genişliğine göre genişletildi mi ?
- Çatallar yük genişliğine göre daraltıldı mı ?

Merkezi bir bilgisayar sistemiyle kontrol edilen bir grup OİV, bir OMT ve geri elde sistemi oluşturur. Bu sistemde yükleme ve boşaltma işlemleriyle ilgili bilgiler bilgisayar sistemi yardımıyla veya yerel bir VDU yardımıyla otomatik olarak vince iletilir. Bu bilgi iletme işlemi ya anında ya da bilgiler biriktirilerek belirli aralıklarla yapılır.

Aralıklı olarak yapılan iletişim koridorlar sonunda bulunan kısa mesafe iletişim araçlarıyla gerçekleştirilir. Bu iletişim noktaları "yuva noktalar" olarak adlandırılır. Ayrıca vinçler üzerinde de birer tane iletişim aygıtı bulunur. Tipik olarak bu aygıtlar enfraruj ışık kaynaklarıdır. Bu da demek oluyor ki vinç her yükleme ve boşaltma işleminden sonra yuvaya dönmek zorundadır. Fakat bunun sonucunda sistemden beklenen etkinlik azalacaktır.

Eğer vinç hat bağlantısıyla (on-line) iletişim sağlıyorsa tasarım konusunda daha büyük esneklik sağlanmış olur. Eğer bir sistemde birden fazla yuva noktası bulunursa hat bağlantısı daha da kârlı bir hale gelir.

Mesela vinç koridorun bir ucundan yük alıp diğer uçtaki bir rafa yükleme yapıyorsa, yeni bir komut almak için koridorun diğer ucuna geri dönmek zorunda kalmaz. Bu, hatlı iletişim uygulamalarında birçok değişik yol vardır. Bu tip uygulamalarda koridor boyunca uzanan bir demir ray, ambardan aşağıya doğru sarkıtılmış bir kablo ve radyo veya enfrarujlu bir iletişim aygıtı kullanılır.

İstifleme esnasında, vinç bilgisayarının vinci tam istenilen pozisyona getirebilmesi çok önemlidir. Çünkü yükleme ve boşaltma esnasında vinç çatalları herhangi bir yere takılmamalıdır. Vincin konumlanmasındaki

hassasiyet en az % 0.01 olmalıdır.Yani 100 mt.lik bir koridorda en fazla 1 cm. hata oluşmalıdır.

Vincin yatay ve dikey olarak aldığı yol, dönen tekerleklerin veya zemindeki sabit işaretlerin ürettiği elektrik darbeleriyle (pulse) ölçülür. Prensip olarak bu yeterlidir. Ancak bu sistem ayrıca ışık yansıtan şerit ve raf veya zemin üzerine yerleştirilmiş manyetik işaret etiketleriyle desteklenir. Böylece belirli noktalarda vincin konumu yeniden ayarlanır.

3.2.2 Transfer Arabaları

Transfer araçları sabit bir yol üzerinde (genellikle sabit bir ray çifti üzerinde) yatay olarak yol alan, hareketli araçlardır. Önemli iki tipi vardır;

- Birim yük taşıyan transfer arabaları
- Ekipman taşıyan transfer arabaları

Birim yük taşıyan türü, yük taşıyan bir OKA'dan yükü alarak, bir işleme merkezinde boşaltır. Transfer arabası kullanımının avantajı ise bir yükün dağıtımında, OKA'ya göre daha iyi bir konumlandırma sağlamasıdır. Böylece hassas konumlandırma ekipman maliyeti azaltılır.

Sistemde kullanılan raylar ve mekanik bağlantılar sabit bir konuma sahiptirler. Kontrolleri ise merkezi bilgisayar sistemine bağlı bir PMI tarafından yapılır.

Bir OİV ambarlama sisteminde ise ekipman taşıyan bir transfer arabası Şekil 3.5'de de görüleceği gibi koridor bitiş noktaları boyunca çalışır.



Şekil 3.5 OİV Transfer Aracının Yöneltilmesi

Bu tip bir araç ise OİV'nin bir koridordan diğerine taşınmasında kullanılır. Transfer arabasına ayrıca bir vinç kılavuz rayı da monte edilmiştir. Böylece vinç transfer arabasından ayrı olarak çalışabilir ve koridorlardaki kendine ait raylara geçiş yapar.

Ekipman taşıyan transfer arabalarının kontrolü yine vincin kontrol sistemine bağlı bir PMİ tarafından gerçekleştirilir.

3.3 STATİK EKİPMAN

Statik ekipman sabit olarak konumlandırılmış ve konveyör sistemlerinde olduğu gibi döner elemanlar vasıtasıyla yükleri hareket ettiren araçlardır.

3.3.1 Konveyörler

Konveyörler sabit bir hat boyunca yatay olarak, merdaneler, kayışlar veya zincirler yardımıyla yük taşıyan sistemlerdir.

Yerçekim gücüyle taşıma yapan konveyörlerde yük iletimini sağlayan elemanlar serbest dönebilen merdaneler veya plastik tekerlerdir ve isminden de anlaşılacağı gibi taşımada yükün kendi ağırlığı kullanılır. Bu tip konveyörler farklı boyutlarda yüklerle yüklenmiş olan, paletlerin taşınmasında kullanılamaz. Ayrıca bu tip konveyörlerin dışarıdan kontrolü de mümkün değildir.

Tahrikli kayış konveyörler çoğunlukla büyük hacimli yüklerin taşınmasında kullanılır. Ancak bu tip konveyörlerde esnek bir konstrüksiyon ve kontrol yapısına sahip olmadıkları için OMT tasarımcıları tarafından pek tutulmazlar. En çok kullanım buldukları yerler düz ve hızlı taşımının istenildiği yerlerdir.

Konveyör kullanımının gerektiği yerlerde tahrikli merdane veya zincir konveyörler tercih edilmektedir. Elektrik tahrikli ve kontrollü olmaları, kontrol olayına büyük esneklik getirmiştir. Bu konveyörlerle taşınan

yükün yönünün değiştirilmesi ve bir hattan diğer bir hatta aktarılması daha kolaydır. Uygun donanım ve yazılım kullanılarak kompleks rotalama sistemleri kurulması da çok kolaydır.

OMT sistemleri içerisinde konveyörler iki amaçla kullanılır. Transfer konveyörleri, taşıma düzeninde aracı görevi görürler. Palet bir OKA tarafından konveyör üzerine konulur, konveyör tarafından bu palet ASRS'ye taşınır ve bir istifleme vinciyle ASRS sistemden alınır. Biriktirme konveyörleri ise genellikle taşıma hattı sonlarında bulunurlar.

Konveyörlerin kontrolünde geleneksel olarak röleli devreler kullanılmaktadır. Her ne kadar bu tip sistemlerin kullanımı, otomatik ekipmanlarla bağlantılarda (OKA'lar gibi) esnekliğe kısıtlama getiriyorsa da genelde kontrol amacıyla sadece fotosel ve rölelerin kullanımı yeterli olmaktadır.

Günümüzde ise konveyörlerin kontrol sistemlerinde kullanılan en önemli teknoloji PMİ'lerdir. PMİ'lerden kısaca bahsetmek istersek; bu araçlar dışarıdan tek tek gelen sinyalleri toplayan ve içlerine depolanmış programlar sayesinde, bu gelen sinyalleri işleyerek dijital çıktı sinyalleri oluşturan, elektronik aygıtlardır diyebiliriz. Basit bir örnek verecek olursak; bir PMİ, konveyör sonunda bir paletin mevcut olduğunu kontrol eden bir fotoselden gelen sinyali alır ve konveyörün doldurulması için bir çıktı sinyali gönderir. Konveyör kontrolünde PMİ kullanımı sayesinde konveyör sistemlerinin dizaynına büyük esneklik kazandırılır. Barkod okuyucu veya etiket baskı makineleri gibi harici aygıtlarla da entegrasyon sağlanmış olur.

3.3.2 Kesit Ölçerler

Otomatik bir sistemde, taşınacak olan yüklerin güvenli bir şekilde taşınıp ambarlanabilmesi için önceden belirlenen boyutlarda olması gerekmektedir. Belirlenen ölçüleri aşan yükler OİV ambarlama bölgelerinde karışıklığa yol açıp, taşıma yapan vinçleri işlem dışı

bırakabilirler. Konveyörle taşıma esnasında bazı yerlere takılabilir veya OKA'yı işlem dışı bırakabilirler. Böyle bir durumda ise OMT sisteminin bir kısmı veya tümü, elle düzeltme işlemi yapılana kadar durabilir. Özellikle bakım elemanının az olduğu gece vardiyalarında, bu tür karışıklıklar büyük zaman kayıplarına sebep olur.

Bu tür bir problemi ortadan kaldırmak için kesit ölçer ismindeki araçlar kullanılır. Bu kesit ölçerler, taşınacak olan yükün istenilen boyutları aşıp aşmadığını kontrol etmek amacıyla yükün 6 temel yüzünü kontrol eden fotosellerden oluşur. İki tipi vardır: Hareketli kesit ölçerler ve sabit kesit ölçerler.

Hareketli kesit ölçerlerde bir çift destek çubuğu bulunur. Böylece yükün OKA veya konveyör üzerinde istenilen konumda oturtulması sağlanır. Ayrıca rijit, metal bir çerçeve üzerine monte edilmiş , mekanik olarak aşağı-yukarı hareket edebilen, fotosel dedektörler yardımıyla yük boyutlarının istenilen boyutları aşıp aşmadığı kontrol edilir. Metal çerçeve, olması gereken yük boyuna kadar yükselir ve hareketli bir sensör yükün boyunu ölçer. Aynı işlem yükün alt kısmı içinde tekrarlanır ve böylece yükün veya paletin alt kısmında bir bozukluk veya kırıklık olup olmadığı kontrol edilir.

Sabit kesit ölçerlerde yükün yanal yüzeylerini kontrol amacıyla, dönen fotoseller haricinde hiçbir hareketli mekanizma bulunmaz. Hareketli kesit ölçerlere göre amaca daha az uygun olmasına rağmen, hareketli parçaların daha az olması, bu aygıtları daha güvenilir hale getirmektedir.

Kesit ölçerlere, istenilen ağırlığın aşıp aşılmadığını kontrol edebilmek için, ayrıca yük ölçerler de kolaylıkla monte edilebilir. Kesit ölçerler yük taşıyan bir konveyör üzerinde bulunabileceği gibi bir OKA bölgesinde ayrı bir istasyon olarak ta yer alabilirler. Kesit ölçerlerin kontrolleri yine PMİ'lerle yapılır.

Hareketli bir kesit ölçerin kontrol işlem sırası basitçe aşağıdaki gibidir:

1. OKA, kesit ölçer cihazının yük sensörü tarafından kontrol edilen yükü boşaltır
2. Hareketli çerçeve en üst kısımdan başlayarak müsaade edilen maximum yük boyunun hizasına gelinceye kadar aşağıya doğru hareket eder.
3. Sensör bu noktaya gelince yükün bu noktayı aşıp aşmadığını kontrol eder
4. Hareketli çerçeve sensörler yardımıyla yükün dört yüzünü de kontrol ederek aşağıya doğru hareket eder
5. Yükün alt kısmına gelince hareketli çerçeve durur
6. Sensörler yükün tabanını kontrol eder
7. OKA'nın yükü tekrar alabilmesi için hareketli çerçeve en yüksek konumuna çıkar
8. Boyutlarla ilgili gözlenen her türlü problem yerel bir panelde görüntülenir
9. Son durumla ilgili bilgiler AKS'ye iletilir
10. OKA yükü tekrar alarak uygun boyutlarda ise istenilen yere aksi halde reddedilen yükler bölümüne götürür. Bir sonraki OKA için aynı işlemleri gerçekleştirmek amacıyla kesit ölçer sıfırlanır

Sistem içerisinde bir kesit ölçerin bulunması çok önemlidir. ASRS sisteme gönderilecek olan bir malzeme ister yeni giriş yapıyor olsun isterse önceden girmiş olsun öncelikle ağırlık ve boyut testlerinden geçmelidir. Ek olarak, kesit ölçerin yerleşim planındaki yerinin önemli olduğunu söyleyebiliriz. Kesit ölçere giren ve çıkan malzeme akışının iyi düzenlenmesi gerekir. Bir kesit ölçerin işlem süresi yaklaşık 45 saniyedir. Diğer bölgelerdeki malzeme akışlarının aksamasını engellemek için dikkatli bir sistem dizaynı yapılmalıdır.

3.4 KONTROL EKİPMANI

OMT sistemlerinin gereksinme duyduğu tüm hesaplama elemanları bu sınıfa girer. Bunlardan bazıları olan PMİ ve mikrobilgisayarlardan daha önce bahsetmiştik. Bu kısımda sadece bu birimlerden biri olan bilgisayarların çalışma prensiplerinden bahsedeceğiz.

Bilgisayarlar

OMT bilgisayar sistemleri Şekil 3.6'da görülen hiyerarşik bir sınıflamaya sokulabilir.

Ortak sistem, normal DP fonksiyonlarını yerine getiren ve OMT sisteminden çıkan sonuçlardan etkilenmez. Zaten ortak sistem, prosedürde her zaman OMT sisteminden önce kurulması gereken bir sistemdir. Bu ise OMT sistemini, bu sisteme uyumlulukla ve iletişim kolaylığıyla kısıtlamış olur. Ortak sistem normalde büyük bir veri işleme merkezidir.

Ambar kontrol sistemleri ise, gerçek zaman uygulamalarına uygun, bağlantı kurucu birimlerden oluşan mikrobilgisayarlardan oluşur. Tipik olarak kullanılan bilgisayarlar DEC PDP-11, DEC MicroVAX ve Hewlett Packard 1000 serileridir.

Yerel kontrol seviyesinde kontrol amacıyla etrafa dağıtılmış birçok YKÜ vardır. YKÜ'ler OKA'ların yerel trafik kontrolünü ve OİV ve Kesit Ölçer gibi diğer birimlerle iletişim görevlerini üstlenirler. YKÜ'ler AKS'lerle RS232 ve RS422 gibi seri iletişim standartları aracılığıyla bağlantı kurarlar.

Ayrıca hem hareketli ekipmanlarda hemde kesit ölçer gibi sabit yerel ünitelerin üzerlerinde, birimin kendi kendisini kontrol edebilmesi için bir mikrobilgisayar bulunur. Bu bir PMİ veya sadece bir board olabilir.

Yerel kontrol sistemleri, merkezi ambar kontrol sisteminin üzerindeki yükü hafifletir. Böylece sistem gerektiğinde YKÜ'lerle, ASRS ile ve konveyör kontrolörleri ile daha hızlı haberleşme sağlayabilir.

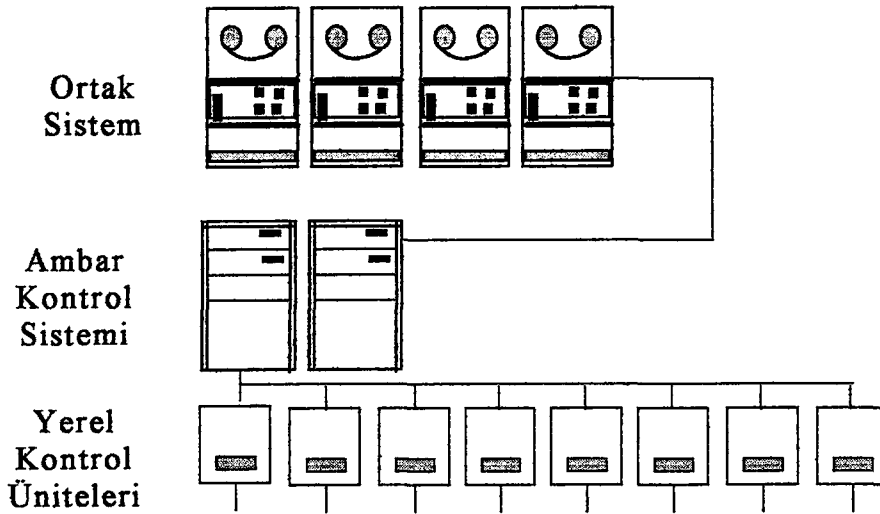
Bir OMT merkezi bilgisayarının tipik özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Gerçek zaman verilerinin eldesi için, esnek zaman aralıkları bırakmak amacıyla kesikli iletişim sağlama
- Adetleri 30'a kadar varabilen ve VDU, YKÜ, konveyör kontrolörleriyle ve OİV kontrolörleriyle haberleşmeyi sağlayan RS232 seri bağlantı cihazlarıyla bağlanabilme
- Donanım güvenilirliği ve montaj kolaylığı sağlaması

Donanım güvenilirliği çok önemlidir. Çünkü merkezi bilgisayarın donanımında meydana gelebilecek bir arıza tüm fabrikanın durmasına sebep olabilir ve bu arızanın giderilmesi de saatler alabilir. Bu tip durumlara karşı tedbir amacıyla birçok donanım üreticisi sistemi geçici olarak destekleyebilecek ikincil bir kontrol sistemini de ana sisteme dahil etmektedir.

Soğuk Destek

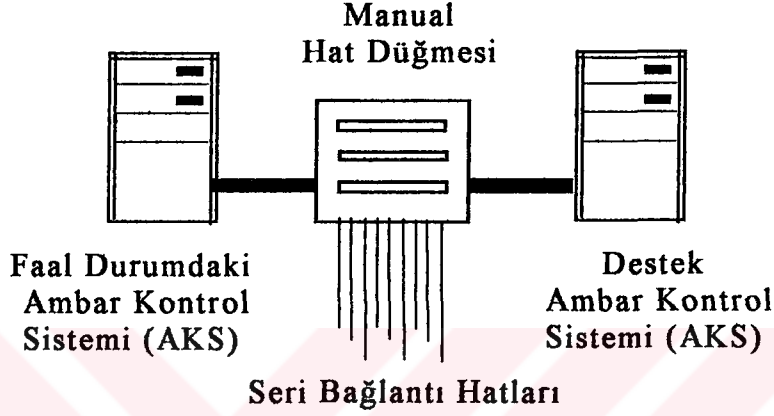
Yedek sistem, toptan bir değişiklik gerekmediği sürece, faal olan sisteme bağlanmaz. Değişiklik gerektiğinde ise yedek sistem elektriksel olarak veya kablo bağlantıları yapılarak faal olan sisteme bağlanır ve faal olan sistemden yedek sisteme bilgiler aktarılır.



Şekil 3.6 OMT Sistemleri Hiyerarşisi

Faal sistemdeki bir arıza durumunda sistem dosyaları ve veritabanı dosyaları kaybolmaması için ikinci bir disk sürücüyü aktarılır. Arıza anında bu yedek dosyalar kullanıma alınır.

Disk sürücüler ve terminaller gibi temel sistem bileşenleri her sistemde bir çift halinde bulunur.



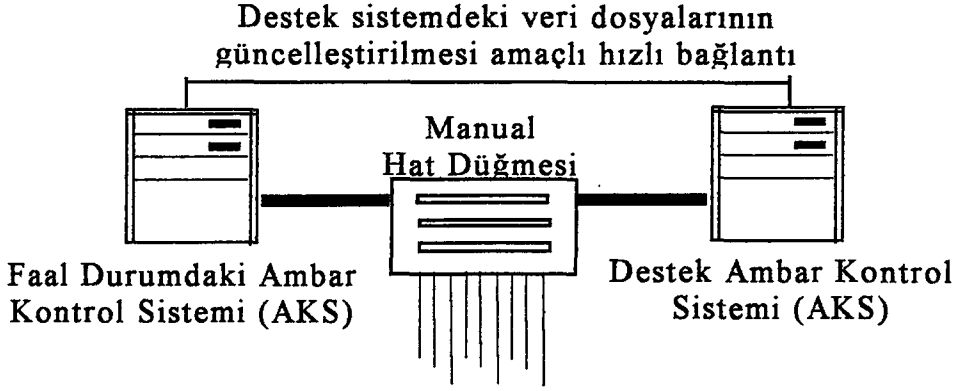
Şekil 3.7 Soğuk Destek Sistem Konfigürasyonu

Ana sistemle yedek sistemler arasındaki veri iletimi 10 dk. ile 45 dk. arasında değişir. Veri dosyalarının kibarıklığı veya kopye edilen programların çalıştırılarak kontrol edilmesi gibi ek uygulamalar bu süreyi uzatabilir. Tipik bir soğuk destek sistem konfigürasyonu Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

Ilık Destek

Bu tip durumlarda faal ve destek sistemler birbirleriyle bağlıdırlar ve sürekli birbirleriyle haberleşerek ortak kullanılan veri dosyalarını güncel hale getirirler. Faal sistemde bir arıza meydana gelmesi halinde destek sistem elle faaliyete geçirilir. Destek sistem programlarının daima kullanıma hazır olması ve yeniden kontrol veya kopya gerektirmemeleri sistemlerin görev değişimini daha hızlı kılar.

Diğer daha az önemli aygıtlarla bağlantı ise bir hat şeklinde döşenmiş düğmelerle yapılmaktadır. Bu bağlantı düğmeleri elle kontrol edilmektedir. Bu bahsettiklerimiz Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Ilık Destek Sistem Konfigürasyonu

Sıcak Destek

Burada ise her iki bilgisayar sistemi de çalışır durumdadır ve tam kapasite ile işlem yaparlar. Destek sistem sürekli olarak faal sistemi takip etmektedir. Faal sistemde bir arıza çıkması durumunda destek sistem otomatik olarak görevi devralır ve sisteme bağlı çevre sistemleri elektronik olarak çalıştırır.

Kullanıcı gözüyle olaya bakılırsa çevre sistemlerin çalıştırılması esnasında hiçbir değişiklik veya duraklama gözlenmez. Şekil 3.9’da konfigürasyonu verilmiştir.

Yine de destek sistemleri arasında en çok kullanılanı soğuk destek sistemleridir. Sebebi ise maliyetlerinin az olması ve sık sık 45 dk. Süren arızaların meydana gelme olasılığının az olmasıdır.

YKÜ’lerde, kendinden kartlı OKA’larda ve vinçlerde kullanılan mikro bilgisayarlar tek kartlı işlemcilerdir ancak bu kartların üzerinde de ek olarak şu kartlar bulunur:

- ROM ve RAM hafıza
- Dijital girdi/çıkı kartı
- Röle bağlantı kartı
- Haberleşme kartı
- Frekans üreteçleri (YKÜ'ler için)
- Frekans sensörleri (OKA'lar için)

Bu kartlar dayanıklı bir kart bölmesinde sarsıntılardan doğabilecek gevşemelere karşı, vidalarla sabitlenmiş olarak bulunurlar. Çoğu hatalar uzman bir elektronikçiye gerek duyulmadan sadece bu kartların değiştirilmesiyle giderilebilir. Girdi/çıkı kartlarının bakım ve test kolaylığının sağlanması amacıyla LED (Işık yayan diodlar) ismi verilen küçük lambalar kullanıcıların görebileceği yerlere monte edilmiştir.

3.5 EMNİYET

Tamamen yüklü bir OKA yaklaşık olarak 2 ton yük taşıyabilir ve 5-6 km/s hızla hareket edebilir. 20 mt. Yüksekliğindeki bir OİV 9 ton yük taşıyabilir ve 9 km/s hızla hareket edebilir. Bu üniteler uygun bir şekilde kontrol altında tutulmazsa ciddi bir güvenlik sorunu oluştururlar. Güvenlik konusu ise bir OMT sisteminde, bir OKA veya bir OİV kadar önemli bir bileşendir.

OMT sistemlerindeki güvenlik konusu Sağlık ve Güvenlik bakanlığının belirleyeceği bir konudur. OMT ekipmanlarının güvenliği için alınan tedbirlere örnek verecek olursak;

- Aracın çalışma sahası içerisine girebilecek nesnelere karşı aracı durdurmak amacıyla kullanılan OKA güvenlik tamponları ve fotoseller

- OKA'nın yük almak amacıyla istasyona yanaşması esnasında doğru konumlandırma sağlamak amacıyla kullanılan OKA yükleme pozisyon sensörleri
- OİV'ler çalışır durumda iken dışarıdan girişleri engellemek amacıyla kullanılan otomatik kilitlenen tel kafes çerçeveler.

Yazılım kalitesi ve yazılım dizaynı da sistem güvenliğinde önemli elemanlardır. Yazılımın güvenilirliği OMT sistemi güvenliği içerisinde anahtar bir eleman görevi görür. Yazılım güvenilirlik ölçütü ise yazılımı yapan kişilerin kalitesiyle ilgilidir. Güvenilirlik kavramı sürekli mekanik sistemlere uygulanmıştır ancak yazılımlarda bu kavramın kullanıldığını pek görmeyiz. Çünkü yazılımların mekanik bir tarafları yoktur ve arıza yapmazlar. Ancak, çoğu zaman yazılımlardaki yanlışlıklardan dolayı arızaların, hatta kazaların meydana geldiğini duyarız. Bunların sebebi ise yazılım dizaynında yapılan hatalardır. Yazılım güvenilirliğine etkileyen faktörler :

- Detaylandırma
- Dizayn
- Program yapısı
- Test edilmiş olmasıdır.

Detaylandırma

Detayları, kullanıcı isteklerinin bir listesi şeklinde basite indirgeyemeyiz. Detay, kullanıcının diliyle, çalışan sistemin basitçe bir tanımlaması olmalı ve kullanıcının tüm taleplerini açıklayan uygun bir formda olmalıdır. İyi bir detaylandırmada aşağıdaki kalite kriterleri olmalıdır:

- Anlam bütünlüğü (yanlış anlamlara gelmemesi)
- Sadelik

- Geniş kapsamlılık (sisteme dahil edilmesi gereken herşey)
- Akış şemaları veya programlama dili cümleleri gibi formal açıklama prosedürlerinde doğruluk
- Reddetme şartlarının kesin sınırlarının belirlenmesi

Detaylandırmadaki kalite alınacak sonuç kalitesinde bir göstergesidir.

Dizayn

İyi bir detaylandırma sonucunda tasarımcının görevi basitleşmiştir. Tasarımcının, bir tasarım üzerinde çalışırken, karşısına çıkabilecek her türlü olayda uygulaması gereken prensipler detaylandırma prensipleriyle aynı olacaktır. Tasarımcının şu prensibi de sürekli uygulaması çok önemlidir: 'Eğer şüpheyi düşünürsen-sor!'. Yazılım olayı, dizayn olayından sonra ortaya çıkan bir işlemdir. Tasarımcının ise, detaylar olmadığı zaman sistemin nasıl çalışacağı konusunda işlemsel kararlar verebilecek kalifiyede biri olması gerekmez. Yani yazılımcı, tamamen olayın dışındaki birisi olabilir.

Program Yapısı

Doğru yapıldığı sürece, bir programı genel bir yapı içerisine oturtmak her zaman daha kaliteli bir program oluşturur ve yapılaşdırılmamış bir kodlamadan daha iyidir. Birçok yapılandırma metodolojisi vardır ve bunlardan bazıları diğerlerine göre gerçek zaman programlamasına daha uygun düşer. Uygun metodolojinin kullanılması ise kaliteyi ve test kolaylığını arttırır.

Test Etme

Çok yönlü ve amaca uygun test etme olayı çok önemlidir. Test olayında genelde sondan başa doğru bir kontrol yapma gelenek halini almıştır. Ancak, başlangıca varılmadan hatalar bulunup düzeltilmiş olsa

dahi programın başlangıç kısımlarının düzgünce çalışıp çalışmadığı konusuna da dikkat etmek gerekir.

Program denemeye alındıktan birkaç hafta sonra, ilk önemli hatalar gözlenmeye başlanılır. Bu hataların sayısı, programın ne kadarlık bir kısmının test edilmesi gerektiğini yansıtır. Elbette ki her programda bazı problemlerin çıkması doğaldır. Ancak sistemin çalışması yazılımdaki problemlerden dolayı dikkati çekecek derecede aksıyorsa programın tamamının gözden geçirilmesi gerekir.

Şunu da belirtmek gerekir ki yazılım yapan kişilerin gerçek hayatta karşılarına çıkabilecek tüm aksaklıkları önceden kestirebilmeleri mümkün değildir. Bu yüzden günümüzde, programı test etmenin en kolay yolunun programı uygulamaya sokarak sonuçları gözlemek olduğu, inancı yaygındır.

BÖLÜM 4

4. TAKİP VE KONTROL

Bir OMT sisteminde merkezi bilgisayarın, yük ve yük taşıyıcılarını tanıyabilmesi çok önemlidir. Yükün tanınması işlemi yük üzerinde bulunan dışsal bir işaret yardımıyla veya yükün alınacağı noktadaki içsel bir bağlantı yardımıyla kolayca yapılabilir. Benzer olarak, yükle yük taşıyıcısı arasında da bir bağlantı olmalıdır. Böylece OKA bir iletişim noktasına ulaştığında, sistem OKA'nın tanı bilgilerine göre taşınan yükün ne olduğunu ve gideceği yönü öğrenebilir. Sistem tasarımcıları arasında sistem için detaylı bir yük tanımlamanın gerekmediği, sadece yük taşıyıcının tanı bilgileri ve transportasyon atamasının yeterli olduğu konusunda bir tartışma vardır. Normal şartlar altında bu doğru olabilir. Ancak, sistemde çıkabilecek aksaklıklar durumunda yükün bu aksaklıklardan etkilenmemesi ve durumunun ne olacağı konusunda kararlar verilebilmesi için daha detaylı yük tanı bilgilerinin belirlenmesi gerekir. Bu ek bilgilerin içerisinde tamamlanmış işlem sıraları ve tamamlanacak işlem sıraları yer almalıdır.

4.1 AMAÇ

Bir OMT sistemi içerisindeki yük tanımlamanın genel amacı yukarıda belirtilmişti. Herhangi bir yük taşıma sisteminde yük tanımlanmasının daha geçerli sebepleri de vardır. Bu sebepler:

- Fiziksel koruma
- Sistem korunmasının ve bütünlüğünün sağlanması
- Güvenlik

Tüm yüklerin tek tek tanımlandığı bir sistemde, yüklerin konum ve durumlarının kaydedilmesi ve kontrolü daha kolay hale gelir. Örneğin bir

yük, dolu bir palet olarak tanımlanmış ise ve daha sonra bu palette bazı birimlerin eksik olduğu anlaşılırsa diğer sistem prosedürlerine geçilmez. Bu tip çelişkiler iki şekilde kontrol edilebilir.

İlk yöntemde, iki hafta gibi bir süre için sistem durdurulur ve yıllık stok kayıtları incelemeye alınır. İkinci yöntemde ise gitgide daha fazla kabul görmekte olan, Sürekli Envanter Kontrolü uygulanır. Haftalık olarak yapılan stok kontrol listeleri birleştirilir ve rastgele -ancak tüm kayıtların kontrol edilmesi şartıyla- bir yıllık kayıtlar taramadan geçirilir. Bu yöntem sayesinde sistem durdurulmadan tüm kayıtlar incelenebilir. Ayrıca bu yöntem sayesinde sık yer değiştiren ve değerli birimlerin daha sık takibi mümkün olur.

Sürekli envanter sistemiyle , parçaların tek tek işaretlenmesi aynı anda uygulamaya sokulursa, daha sofistike bir kontrol olanağı sağlanır. Böylece birim gruplarının kontrolü yerine, her birimin tek tek stok kontrolü olanağı sağlanır. Bu tip bir kontrolün uygulanmasının operatöre sağladığı yarar ise bir paletin boşalması durumunda sistemin bunu onaylamasıdır.

Fiziksel koruma için gözle okunabilir bir tanımlama uygundur. Sistem korunması ve bütünlüğünün sağlanması için sistemin yapılan tanımları okuyabilmesi gerekir. Bu da barkodları, optik karakter tanımlamayı veya diğer metodların kullanımını gündeme getirir. Bu araçların çalışma prensipleri aşağıda verilecektir. Ancak bundan önce bazı otomatik tanımlama formlarından bahsetmek gerekir.

Eğer yapılan tanımlamalarda sistemin ve kullanıcının gereksinme duyduğu bilgilerin tümü bulunmuyorsa veya bu bilgiler makine üzerinde otomatik olarak okunabilecek şekilde düzenlenmemiş ise başlangıçta bazı değerleri elle girmek gerekir. Bu bilgi girme işlemi aşağıda açıklanacak olan, tanımlama istasyonlarında gerçekleştirilir. Bu noktadan hareketle, yüklere ilâştirilecek basit nümerik veya alfanümerik kodlar sayesinde yük,

makina üzerine gelince makina tarafından bu kod okunur ve o yük ile ilgili detaylı bilgiler sisteme aktarılabilir.

Merkezi bilgisayar sistemine bağlı olarak çalışan, tanı bilgilerini okuyucu üniteler, taşıma hattı üzerindeki stratejik noktalara yerleştirilirler. Yük bu okuyucuların önünden geçerken, üzerindeki tanı bilgileri bu okuyucular tarafından okunur. Aynı esnada, yük taşıyıcı, bilgisayar sistemiyle iletişime geçerek kendisini tanıtır. Böylece beklenen yük ve yük taşıyıcı arasındaki birleşme sağlanmış olur. Bu birleşme işleminin sistem tarafından yapılan atamayla aynı olup olmadığı kontrol edilir. Herhangi bir çelişki durumunda sistem bu sorunu uygun atamaları yaparak, otomatik olarak giderir veya elle bir düzeltme gerekiyorsa operatörleri uyarır.

4.2 KONVANSİYONEL TAKİP SİSTEMLERİ

Otomatik takip sistemlerine geçmeden önce konvansiyonel takip sistemlerini incelemek gerekir.

Birkaç yıl öncesine kadar üretim ve diğer fonksiyonların takibinde, iş kartları uzun bir süre kullanılmışlardı. Bu iş kartları, A6 ebatlarında üzerlerinde yapılması gereken işlem sıralarının belirtildiği, ufak formlardı. Bu kartlar ya direkt olarak iş parçaları üzerlerine iliştiliriyor ya da ayrı olarak istasyonlar arasında taşınıyorlardı. Kartların taşınması hangi yolla yapılırsa yapılsın bunlar temel kontrol dökümanlarıdır.

Ayrıca bu kartların üzerinde yapılacak olan kontroller , özel işlemler, özel işaretlemeler ve imzalar için bölümler bulunmaktaydı. Bu kartların ilk uygulandığı yerler ise kalite konusunun çok önemli olduğu askeriye ve havacılık alanları olmuştur.

Üretimde hiçbir otomasyon uygulamasına gidilmeden, iş kartlarını otomatize hale getirmek mümkündür. İş kartlarının otomatize hale getirilmesi için bir bilgisayar sisteminin olması yeterlidir. Sistemde

bilgisayar tarafından okunabilen kartlar kullanılır ve bilgisayar sistemi bu kart üzerinde okunan tüm işlem verilerini depolar veya işleme koyar. Bu sistem OMT sistemlerinde kullanılan birim yük tanımlanmasıyla benzer özellik gösterir. Bu tip bir sistemde tüm üretim alanı boyunca veri toplayan terminaller olması gerekir. Diğer bir alternatif yol ise, kartlar üzerindeki yazı kısımlarına sadık kalmak şartıyla, bu kartların makineler tarafından okunabilir hale getirilmesidir. Kartların makineler tarafından okunabilir hale getirilmesi için barkodlar kullanılır. Barkod kullanımı sayesinde işlem başlangıç ve bitişlerinin hızlı ve basit bir şekilde yapılması sağlanır.

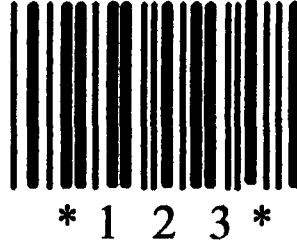
Dağıtımdaki takip ve kontrol problemi, stok kartları ve mamul çekme kartlarıyla halledilmiştir. Stok kartları ambar alanının kullanımını ve ambar hareketlerini gösterir. Mamullere göre sıraya konulmuş olan stok kartlarının herbiri, hangi ambar noktasında, hangi mamulün, ne miktarda bulunduğunu gösterir. Stokta bir hareket olması halinde, ilgili kartlar güncel hale getirilir.

Mamul çekme kartları ise kullanım amacıyla stoktan mal alımını sağlar. Bu kartların üzerinde, üretimde kullanılmak üzere talep edilen malların, isim veya kodları, hangi ambar noktasından alınacakları ve talep edilen miktarları bulunur.

4.3 BARKODLAR

Barkodlar, yansımayı sağlayan bir yüzey üzerine, standart aralıklarla, standart kalınlıklarda basılmış, düz dikey çizgilerdir. Şekil 4.1'de örnek bir barkod gösterilmiştir. Bu barların okuma cihazlarından çıkan ışınları yansıtma özellikleri barlar arasındaki boşluklarınkine göre daha düşüktür. Bu barların genişlikleri ve aralarındaki boşluklar bir kodlama modeli oluştururlar ve bu kodlar bir dekode (kod çözücü) yardımıyla deşifre edililerek, içerdiği bilgiler elde edilebilir. OMT sistemlerinde en çok kullanılan iki model Şekil 4.2'de verilmiştir. Bu iki tipin haricinde daha

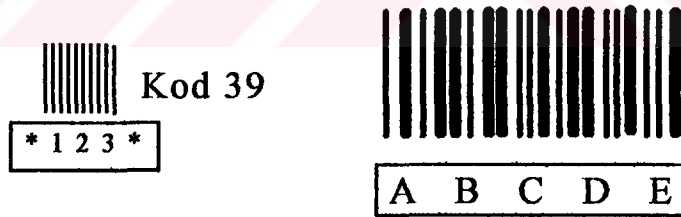
birçok değişik barkod standartları bulunmaktadır. Kimileri genel amaçlı kimileri de özel amaçlı kullanılabilmektedir.



Şekil 4.1 Örnek Barkod

Barkodların okunabilmesi, barlardan ve boşluklardan yansıyan ışığın kontrastının okuyucu aletin standartlarına uygun olmasına bağlıdır. Kontrastın istenilen değerlerde olması ise barların boyanmasında kullanılan mürekkebe, baskı metoduna ve barkod okuyucusunda kullanılan ışık kaynaklarına bağlıdır. Normalde kullanılan ışık kaynakları :

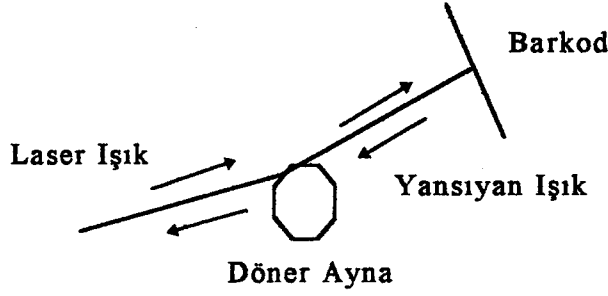
- Dalgaboyu 633 nanometre olan düşük güçlü laser ışığı (kırmızı)
- Dalgaboyu 900 nanometre olan Kızıl altı (infrared) ışık
- Görünür ışık.



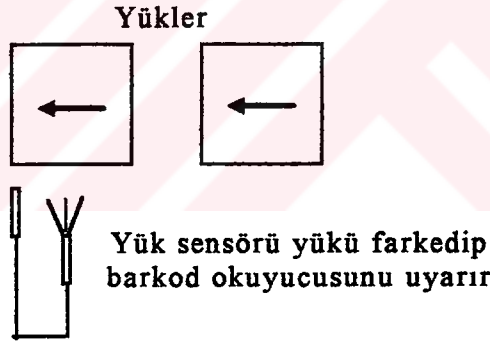
Şekil 4.2 OMT’de Kullanılan Barkod Örnekleri

Barkodların okunma prensibi oldukça basittir. Barkod okuyucuları içerisinde, bir laser ışık kaynağı, bu kaynaktan gelen ışınları barkod üzerine yansıtan döner polygonal (sekizgen) bir ayna, ve ışınların çok çabuk bir şekilde geri yansıtılmasını sağlayan lens sistemi bulunur. Sistemin çalışma prensibi Şekil 4.3’te gösterilmiştir.

Barkodlarla çalışan bir sistemde, barkodlar yüklerin üzerlerine iliştilir. Yükler hareket halinde iken önce bir yük dedektörünün önünden geçerler. Bu dedektör barkod okuyucuyu uyarır ve okuyucu önünden geçen barkodu okumaya başlar. Barkodun okunması bittikten sonra, okuyucu otomatik olarak durur. Bu işlemler Şekil 4.4'te şematik olarak gösterilmiştir. Sistemin çalışma mantığı ise Şekil 4.5'te verilmiştir.



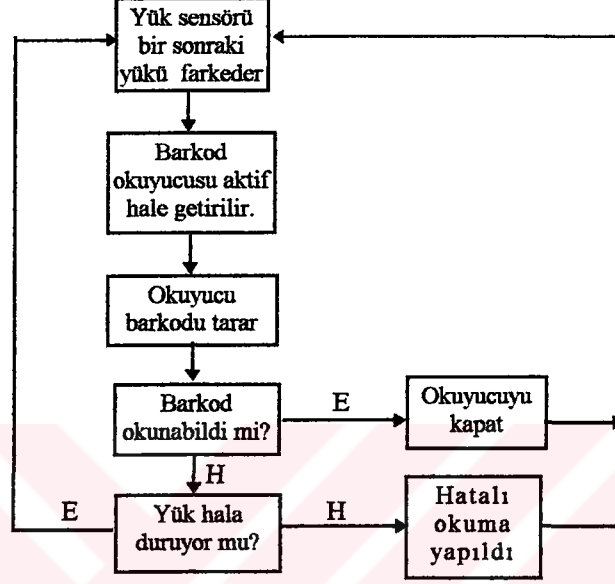
Şekil 4.3 Barkod Okuma Prensipleri



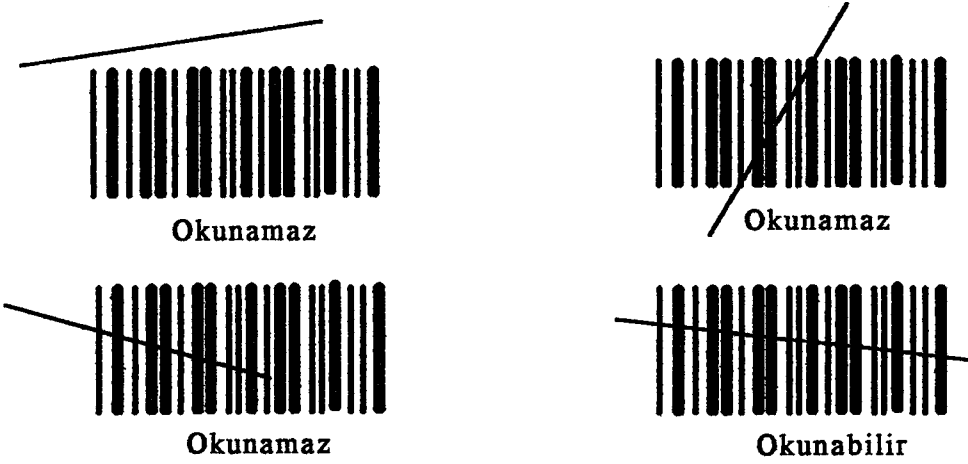
Şekil 4.4 Yük Dedektörü Yardımıyla Barkod Okuyucunun Kontrolü

Barkod okuyucular ya statik olarak ya da elle kullanılırlar. Statik barkod okuyucularında barkod, okuyucunun önünden geçer ve bu esnada okunur. Elle kullanılan barkod okuyucularda ise barkod sabittir, okuyucu hareket ettirilerek okuma gerçekleştirilir. Okuyucuların kullanımı ise şöyledir; okuyucu barkodun sol tarafındaki ilk çizginin biraz solunda tutulur ve kızılaltı ışık daima çizgiler üzerine düşecek şekilde sağa doğru normal bir hızda hareket ettirilir. Barkodların tam okunabilmesi için tüm

çizgilerin taranması gerekir. Doğru ve yanlış tarama şekilleri Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Yük Sensörüyle Barkod Okuyucusunun Kontrol Mantığı



Şekil 4.6 Barkod Okumak İçin Işın Yönlendirme

Kodlama sistemlerinde, okuma güvenilirliğinin arttırılması için uygulanan 3 temel teknik vardır:

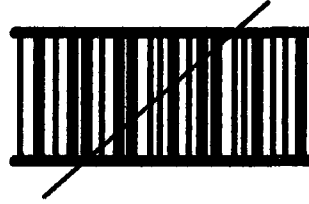
- Sabit uzunluktaki kodlar
- Kılavuz barlar
- Kontrol haneleri

Şekil 4.7'de verilen örnekte görüldüğü gibi bazı durumlarda barkodun sadece bir kısmının okunması da mümkündür.



Şekil 4.7 Bölgesel Okuma Olasılığı

Bu problemin ortadan kaldırılması için uygulanan tekniklerden birisi, sabit sayıda hane kullanılmasıdır. Bazı durumlarda bu sabit hane sayısı dekodere kaydedilerek, barkod okunması esnasında, okunan hane sayısı ile kaydedilen hane sayısı karşılaştırılır. Şekil 4.8'de barkodu saran kılavuz barların kullanım prensipleri gösterilmiştir. Kılavuz çizgiler barkodlardaki en kalın çizgilerden daha kalındırlar ve barkodun en üst ve en alt noktalarını belirtirler. Bu çizgiler sayesinde yanlış bir okuma engellenmiş olur.



Şekil 4.8 Kılavuz Barların Kullanımı

Kontrol haneleri birçok kodlama sisteminde kullanılan bir özelliktir. Bir kodun son hanesi, kod hanelerinden matematiksel olarak hesaplanıp, elde edilmiş bir değerdir. Okuyucu son olarak bu haneleri kontrol eder ve burada okuduğu rakamı daha önceden kaydedilmiş olan, beklenen değerle karşılaştırır. Böylece yanlış bir okuma engellenmiş olur.

Barkodların basımı ise kalite ve okunabilirliğin asıl anahtarıdır. Kullanılan mürekkep ve baskı yapılan kağıdın kalitesi barkodların okunabilirliğinde etkilidir. Çoğu siyah mürekkepler, laseri ve görünür ışığı absorbe edebilir. Ancak, kızılaltı ışığı absorbe edemeyebilirler. Bu yüzden kızılaltı ışıkla bir test yapmak gerekir. Kırmızı haricindeki renkli mürekkepler barkod basımında kullanılabilir. Fakat, kullanmadan önce kızılaltı ışıkla test edilmesi gerekir. Benzer kabuller beyaz ve renkli kağıtlar için de geçerlidir. Barlar ile boşlukların okuyucu tarafından ayırt edilebilmesi ve genişliklerinin ölçülebilmesindeki anahtar parametre ise bunların ışığı yansıtımalarındaki zıtlığın fazla olmasıdır. Barlar, gelen ışığı tamamen absorbe edebilmeli, boşluklar ise ışığın tamamını geri yansıtabilmelidir. Barkodların okunabilmesindeki diğer önemli bir faktör okuyucunun kalitesidir.

Işığın yansıtılmasındaki zıtlığa ek olarak baskının netliği de kodların doğru okunmasında etkilidir. Barkodların okunmasındaki çoğu problemlerin ana kaynakları, baskılardaki bulanıklıklar, kağıdın mürekkep absorbsiyon karakteristikleri, baskı mekanizmalarındaki hatalardan dolayı oluşan boşluklu (beyaz gözenekli) bar basımlarıdır. Bu tip hatalardan bazıları okuyucuların dizaynında yapılan değişikliklerle ortadan kaldırılabilir.

Barkod basımında kullanılan tekniklerden bazıları aşağıda verilmiştir:

- Nokta matriks yazıcılar (en ucuz ve en az kaliteli barkod basım tekniğidir)

- Kesikli eleman veya papatya tekerlekli yazıcılar (Şeritin kalitesinde bağlı olmak şartıyla kaliteli bir basım tekniğidir)
- Termal yazıcılar (yüksek kalite ve netlikte bir basım sağlar)
- Ofset baskı (uzun süre benzer kalitede barkod basımı sağlar)
- Laser yazıcılar (bilgisayar tarafından üretilebilen çıktılarla yapılan bir baskı tekniğidir ve baskı kaliteside çok iyidir)

Barkodların okunabilirlik kalitesiyle ilgili diğer önemli bir faktör ise barkodların açık mı, yoksa kapalı bir sistemde mi kullanılacağıdır. Aynı kodlamanın birçok kullanıcı tarafından kullanıldığı sisteme, Açık Sistem denir. Açık sistemlerde kullanılan barkodlara en iyi örnek, farklı aygıtlarla basılabilen ve farklı aygıtlarla okunabilen EAN barkodlarıdır. Bu durumda merkezi bir otoritenin belirlediği barkod basım standartlarına uyulmalıdır.

Kapalı sistem ise tek kullanıcı, özel amaca hizmet eden sistemlerdir. Baskı ve okuma sistemleri birbirine uygun olduğu sürece özel standartların kullanılmasına gerek yoktur.

Barkodlar, getirdikleri avantajlar sayesinde OMT sistemlerinde geniş kabul görmüşlerdir. Kullanıldıkları alanlar ise:

- Birim yüklerin tanımlanmasında;
- Ambar noktalarının kontrolünde;
- Kutu veya parça etiketlemede.

4.4 ETİKETLEME SİSTEMLERİ VE ETİKETLER

OMT sistemlerinde, çoğu mamul takip uygulamalarının ilk başlangıç noktası etikettir. Bir etikette aşağıdaki standart öğelerin bulunması gerekir. Bu standart öğeler şunlardır:

- Yapışkanlık
- Geridönüşüm (doğaya dönebilen-çoğunlukla kağıt)

• Açıklama

Kullanıcının seçimine bağlı olarak, temiz laminasyon kaplama da dördüncü bir öge olarak bunlara eklenebilir. Laminasyonun kullanım amacı ise etiketler üzerindeki açıklayıcı yazıların taşıma ve kullanımdan dolayı kirlenip silinmelerini önlemektir.

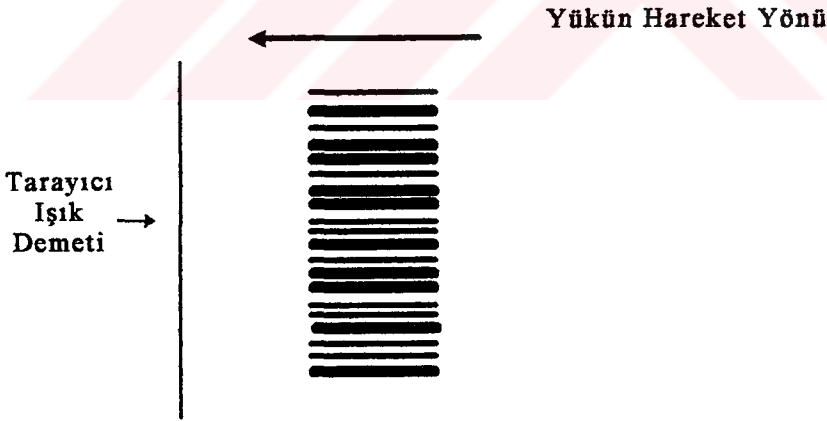
Etiket arkalarındaki yapıştırıcı elementler pek o kadar önemli görülmeyebilir. Ancak çok önemli olduklarını belirtmek gerekir. Düşünelim ki, aynı tip etiketi metal, tahta, kağıt veya plastik gibi birçok nesneye yapıştırmak istiyoruz. Eğer etiketimiz çok önemli bilgiler içeriyorsa etiketimizin düşüp gitmesini istemeyiz. Isıl işlem yapılan yerlerde etiketin düşmesini engellemek istiyorsak etiketin ısıya karşı dayanıklı olması gerekir. Tersinir olarak, gerektiğinde etiketin yapıştırılmış olduğu yerden kolayca çıkarılabilmesi gerekir.

Etiket yapımında kullanılan hammadde ise kağıt veya kağıt kökenli tekrar kullanılabilir bir madde olması gerekir. Sert yüzeylerde kullanım için plastik veya polyester kullanılabilir. İsteğe göre etiket yüzeyi kaplanmış veya düz olabilir. Yüzeyi kaplı olan etiketler, termal yazıcılarda basılan etiketlerdir. Bu etiketlerin yüzeyinde ısıtılınca kararan bir madde bulunur.

Açıklama kısmı ise etiket üzerindeki bir şekil veya okunabilir bir yazı olabilir. Etiket ne derecede okunaklı olması gerektiği ise okuma şartları ve etiket üzerindeki bilgileri deşifre eden aygıtın kalitesine bağlıdır. Örneğin, üzerlerinde barkod bulunan kimi etiketler, metal, plastik ve kağıt gibi farklı birçok madde üzerine basılabilir ve her açıdan rahatça okunabilir olmalıdır. Açıklama kısmının etiket üzerindeki yerleşimi çok önemlidir. Bu kısım makine önünden geçerken kolayca okunabilmeli, okuyucunun okuma yönüne uygun olacak şekilde hareket eden malzeme üzerine yapıştırılmalıdır. Etiket yük üzerine uygulanma şekli hem isteğe, hem de okuyucunun monte ediliş şekline bağlıdır. Aslında etiket

pozisyonunun ayarlanmasının en iyi yolu, otomatik etiket yapıştırıcıların kullanılmasıdır. Ancak bu çok fazla bir masraf gerektirir. İnsan tarafından yapıştırılan etiketlerin herbirinin konumları ve yapıştırma açıları farklı olur. Çoğu barkod tarayıcılar barkodu okumak amacıyla dikey bir ışık gönderirler. Bu durumda etiketlerin okuma yönlerine dik olacak şekilde yapıştırılmaları gerekir (Şekil 4.9). Etiket yapıştırılmasında küçük açılı eğikliklere müsaade edilebilir ancak bu eğim okuyucu ışığının başlangıç ve bitiş noktaları arasında etiket dışına çıkmasına sebep olacak kadar fazla olmamalıdır. Eğer etiket üzerindeki barların uzunlukları normalden uzun tutulursa eğim toleransı daha da fazla olabilir. Okuma kolaylığı ve doğruluğu açısından, uzun barlı kısa kodlar daha kabul edilebilir uygulamalardır (Şekil 4.6).

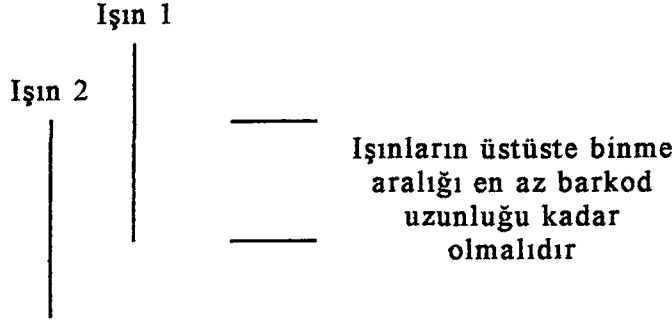
Etiketlerin elle yapıştırıldığı uygulamalarda, etiket yerleşimlerinin sürekli farklılıklar göstermesi sebebiyle farklı bir uygulama yapılabilir. Bu uygulamada, etiket iki ayrı ışık tarafından ardarda taranarak tarama aralığı genişletilir (Şekil 4.10).



Şekil 4.9 Yükler Üzerineki Hareket Eden Barkodların Taranması

Mamul üzerine etiket yerleştirme ile ilgili son olarak söyleyebileceğimiz, bu konu ile de ilgili bazı standartların olduğudur.

Bunların arasında en tanınmış olanı ise otomotiv endüstrisinde kullanılan, Odette etiket standartıdır.



Şekil 4.10 Farklı Pozisyonlardaki Barkodlar İçin Barkod Tarama Gösterimi

4.5 RADYO FREKANSLI KARTLAR

Radyo frekanslı kartlar, minyatürize radyo vericileridir. Üzerlerinde anten ve piller bulunur. Bu kartlar kullanım süresine, çevre koşullarına ve pilin ömrüne bağlı olmak şartıyla yıllarca çalışabilirler.

Kartlar bir okuyucuya yaklaştırılmadığı sürece sessiz olarak çalışırlar. Okuyucu sürekli olarak bir kartın cevap vermesi için sorgulama yapar. Okuyucu sorgulama yaparken, bir kart cevap verdiğinde karttaki tüm bilgiler okuyucuya aktarılır. Bazı modellerde, okuyucular kartlara bilgi gönderebilirler.

Çoğu kartlar iki radyo frekansı kullanırlar. Bunlar:

- 312 KHz'lik okuyucudan gelen sorgulama
- 66 KHz'lik karttan gelen cevap

Bunlar uzun dalga frekanslarıdır ve tahta, plastik gibi malzemelerin içerisinden geçebilirler. Böylece kartın ve okuyucunun birbirini tam olarak görmeden de haberleşebilmeleri mümkündür. Maksimum etkili saha

sınırları, aletlere göre değişmekle birlikte genellikle 1 ile 2 metre arasındadır.

Çoğu OMT uygulamalarında kartlar birim yüklerin üzerlerine tutturulur. Bu da demek oluyor ki, bu elektronik aygıtların ani darbelere, sarsıntılara karşı dayanıklı olması lazımdır. Bu sebeple kartlar içerisindeki elektronik aygıtlar ve piller, koruma amacıyla plastik veya reçine kapsüllerin içerisine monte edilirler. Pillerin ömrü yettiği sürece bu aygıtlarda hiçbir ayar veya düzeltme işlemi yapmaya gerek yoktur..

Yukarıda bahsedilen koruma yöntemi normal ısı şartlarında yeterlidir. Ancak yüksek ısı altında çalışılan yerlerde bu koruma, birkaç saniyelik bir dayanım sağlar. Bu tip çalışma koşulları için termal bir koruma da şarttır.

Uygulamalara bağlı olarak, kartlar sadece okunabilir veya okunabilir/yazılabilir olarak kullanılabilir. Normal olarak güvenlik uygulamalarında kullanılan kartlar, güvenli bir ortamda deşifre edilirler veya saklanırlar. Sadece okunabilir olan radyo frekanslı kartların barkodlara göre avantajlı oldukları hususlar şunlardır:

- Suya, yağa, kire ve boyaya karşı dayanıklıdırlar
- Okunabilmeleri için okuyucu tarafından görülebilmeleri gerekmez
- Isıya karşı dayanıklı hale getirilebilirler.

Okunabilir/yazılabilir kart kullanımının getireceği ek avantajlar ise:

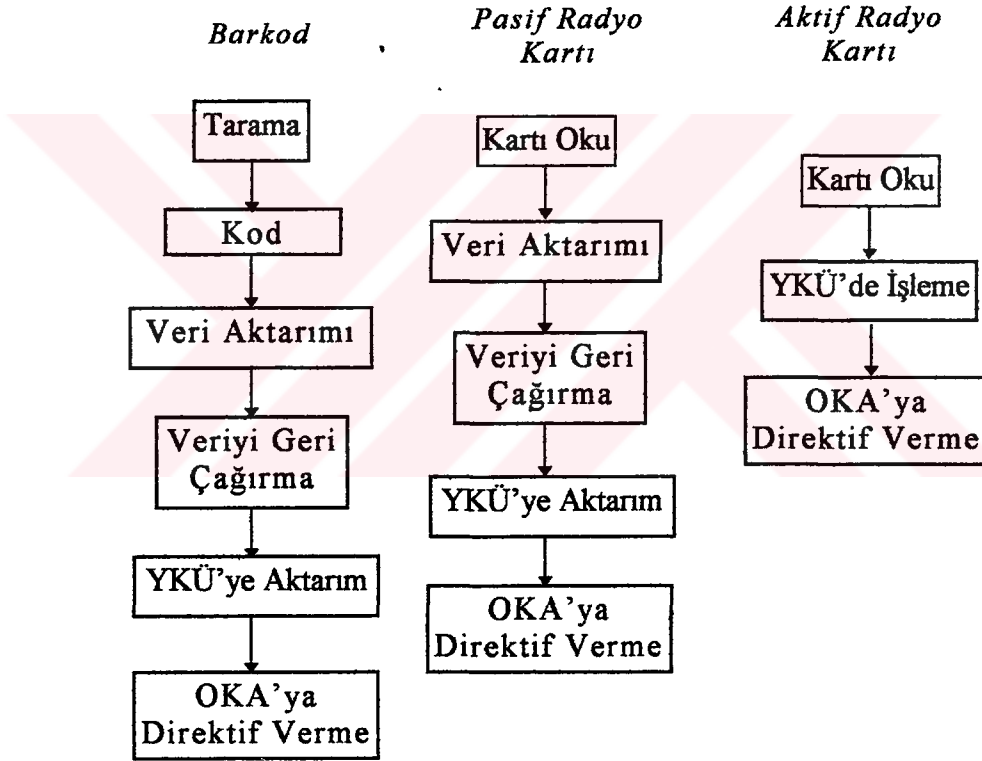
- Bir seferde 2000 karaktere kadar okuma veya yazma
- Bir ürünle ilgili 8000 karaktere kadar bilgi girme şeklindedir.

Şekil 4.11'de barkodlarla radyo frekanslı kartların karşılaştırılması yapılmıştır.

Birim yüklere, veri taşıma ve veri işleme kabiliyetlerinin eklenmesiyle OMT sistemine iki yeni kavram daha eklenmiş olur. Bunlardan ilki, üretim ve taşımayla ilgili tüm önemli bilgileri kendi üzerinde taşıyan, *zeki yük*

nosyonudur. İkinci kavram ise bu nosyondan geliştirilerek elde edilir. Hiyerarşik sistem kontrolü ve daha önemlisi üst düzeylerde birbirine bağımlılığı ifade eder. Zeki yüklerin uygulanmaya alınmasıyla birlikte bu bağımlılık azalır ve sistem daha yayılan bir OMT sistemine doğru kayar.

Ancak kart sisteminin maliyetinin fazla olması sebebiyle pratikte fazla kullanılmamaktadır. Fazla değerli olmayan birim yüklerde, radyo frekanslı kartların kullanımı, ekonomik olmamaktadır. En çok kullanıldıkları yerler ise araba gövdesi, motor, uçak parçaları gibi değerli parçaların takibi gibi yerlerdir.



Şekil 4.11 Barkod & Pasif Radyo Kartı & Aktif Radyo Kartının Karşılaştırılması

4.6 SİSTEM BELİRTEÇLERİ

Yukarıda açıklanan farklı teknikler, kontrol amacıyla gerekli olan araçları, yani verileri içermektedir. Gerçi, işin teknolojik açıdan en karmaşık kısmı da olsa, bu kısım ilk adımdır. Şimdi, tekrar kontrol ve malzeme hareketlerini takip amacıyla veri kullanımına geri dönelim. Bundan önce, birim yükün sisteme ilk tanıtıldığı araçların gözönüne alınması gerekir.

Tedarikçiler ve müşteriler arasında daha yakın bir koordinasyon sağlanmadıkça veya birim yüklerin dışa pazarlanmasında evrensel standartlar kabul edilmediği sürece, tüm OMT sistemleri, dışarıdan gelen birçok farklı etiket standartlarıyla karşı karşıya kalacaktır. Takip, stok kontrolü ve güvenlik amaçlarıyla ilgili yük bilgileri OMT sistemine tanıtıldıktan sonra, bazı dış tanıtıcı bilgiler gerekir. Bu da tanımlama istasyonunun görevidir. Bu istasyonlarda aşağıdakilerden bazıları veya tümü olabilir:

- Yüzeysel kontrol
- Yük içeriklerinin belirlenmesi
- Miktar kontrolü
- Kabul/Red kararının verilmesi
- Etiketleme

Aynı zamanda, bir birim yük OMT sistemine ilk kez girerken, aşağıdaki gibi benzer parametrelerin sistem tarafından yakalanması gerekir:

- Palet numarası
- Ürün
- Miktar

İster radyo frekanslı kart, isterse barkod kullanılsın amaç, yükün belirlenen güzergaha uygun olarak hareket edip etmediğini kontrol edebilmek için ilgili tanımlamaların tam olarak yapılmasıdır. Mükemmel çalışan bir sistemde, bu o kadar gerekli değildir. Ancak kontrol işlemlerinin mekanik veya fotoelektrik dedektörlerle yapıldığı sistemlerde, her zaman bir hata ile karşılaşma olasılığı vardır. Tasarımcı için en büyük problem ise bir arıza ile karşılaşıldığında ne yapması gerektiğine karar vermektir. Olaya malzeme taşıma yönünden baktığımızda en pratik çözüm, yük için yeni bir rotalama yapmak ve meydana gelen hatayı bir yazıcıdan rapor etmektir. Fakat olaya sistem açısından bakılırsa en uygun çözüm, sistemin durdurulması veya en azından hatanın olduğu yükün bir kontrol alanına gönderilmesidir.

Bir taşıma işleminde OMT sistemi, yükün fiziksel takibinin sağlanması amacıyla rutin yük takip işlemlerini gerçekleştirir. Bu takip işlemleri ise bir yazılım aracılığıyla sağlanır. Kullanılan yazılım yük için bir dahili numara ataması yapar. Daha sonra, bu numarayı yükü taşıyan birime ve en son olarak da gelen yük için ambarlama noktasına veya stok çıkışı yapılan bir yük için bir boşaltma noktasına iletir. Bu yük takip işlemi yük taşıyıcı birime bağlı olarak çok kompleks veya çok basit olabilir. OKA önceden belirtilen yükü aldığı için işaretini verdikten sonra, OKA ile iletişim kurularak yüke atanan numara, o OKA'nın numarasına atanır ve fiilen yük takibi başlatılır. OKA yükü boşalttığını işaret ettikten sonra bu iletişim kesilir. Konveyörlerde ise yapılan işlemler daha karmaşıktır. Burada konveyör üzerine yüklenen yüklerin yük listesine kaydı ve konveyörden alınan yüklerin listeden silinmesi için ek bir listeleme yapılması gerekir.

Şunu unutmamak gerekir ki, çoğu takip işlemleri belirli varsayımlarla yürütülür. Mesela, konveyör üzerinden alınacak yüklerin sırasının konveyöre konuluş sıralarıyla aynı olacağı kabul edilir. Benzer şekilde bir yük bir OKA tarafından taşındığı sürece hiçbir değişime uğramadığı farzedilir.

Bir OMT sistemi içerisinde gezen birim yükün hareketlerinin takibi, yükün fiziksel transferiyle benzerdir. Tanımlama istasyonunda yüke bir kimlik numarası atanır ve yükün taşındığı konveyör boyunca bu kimlik geçerli kalır. Yük bir OKA tarafından alınca bu kimlik önce OKA'ya daha sonra aktarıldığı OİV'ye ve daha sonra da konumlandırıldığı stok noktasına aktarılır. Tüm bu taşıma işlemleri gerçekleşirken AKS'ye bağlı veritabanı, her kimlik aktarımında sürekli olarak güncellenir. Böylece herhangi bir hata anında sistemin yeniden çalıştırılması gerekirse yükün hangi safhaları tamamladığı ve en son bulunduğu konum otomatik olarak yeniden elde edilebilir. Taşıma işlemi bittikten sonra tüm bu kayıtlar malzeme hareketlerinin ileride kontrolünü sağlamak amacıyla arşivlenir.

Taşıma kayıtları birim yük hareketlerinin takip ve kontrolü için anahtar teşkil ederler. Bu tip kayıtlarda bulunan genel içerikler Tablo 4.1'de verilmiştir ve aşağıda da açıklanmışlardır:

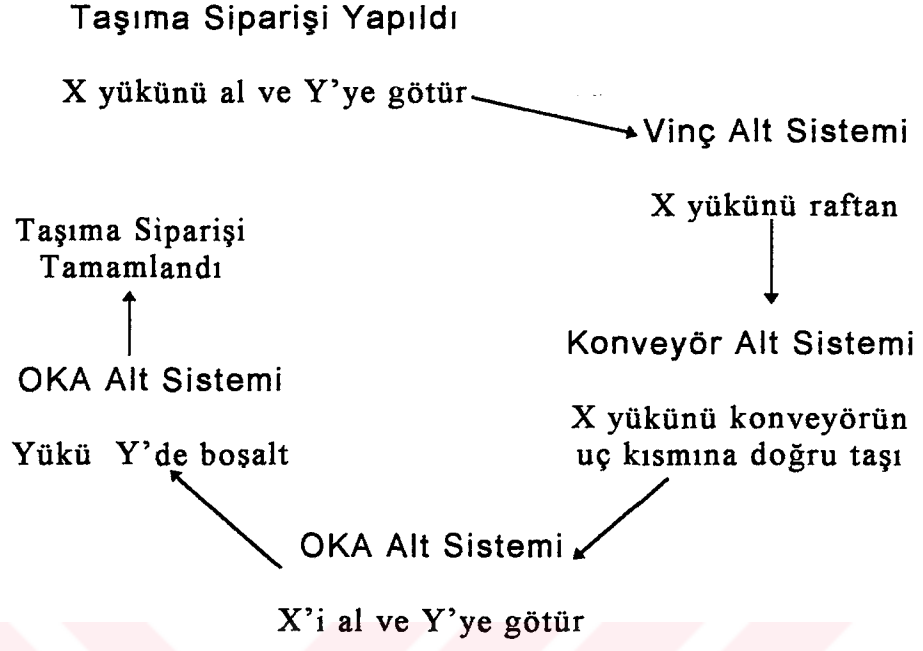
<i>Taşıma Sıra Numarası-</i>	tutulan raporlar için bir referans ve bilginin tekrar eldesi için yüke atanan özel bir kayıt sırası verisidir
<i>Yük Tanımlayıcı-</i>	taşıma esnasında yük üzerinde yapılan ve yapılacak olan işlemleri belirten ve yüke ait özel bilgileri (ağırlık, boyut, miktar vs.) içeren verilerdir
<i>Yük Taşıyıcı-</i>	yükün taşınmasını sağlayan mevcut hareketli üniteyle ilgili veridir
<i>Durum-</i>	sistemde hataların oluşması durumunda yükün kesit kontrolünü geçip geçemediği ile ilgili veridir

<i>Yük Tipi-</i>	özel bir taşımaya gereksinme duyulabileceği ihtimaliyle kaydı tutulan yük veya palet ölçüsü verisidir
<i>Taşıma Başlangıç Zamanı</i>	taşıma süresinin hesaplanabilmesi için tutulan veridir
<i>Taşıma Bitiş Zamanı</i>	taşıma süresinin hesaplanabilmesi için tutulan veridir
<i>Taşıyıcı Üzerinde Geçen Süre-</i>	taşıma esnasında meydana gelebilecek yük sıkışmalarından haberdar olabilmek amacıyla tutulan bir veridir;
<i>Hedef-</i>	yükün taşınacağı noktanın koordinat verileri;
<i>Son Rapor Yeri-</i>	hareketli ünitenin en son bulunduğu noktanın koordinat verileri;

Bir yükün ataması yapıldığı zaman, aynı anda bu atamayla ilgili bir de taşıma kaydı oluşturulur. Taşınan yük OMT sistemi içerisinde hareket ettikçe atamayla ilgili bilgiler de alt sistemden alt sisteme geçerler. Bu söylediklerimiz Şekil 4.12’de bir örnekle verilmiştir. Kayıtlarda meydana gelen tüm değişiklikler güvenlik amacıyla disklerde saklanırlar.

Tablo 4.1 Taşıma Kayıtlarının İçerikleri

a) Taşıma Sıra Numarası	f) Taşıma Başlangıç Zamanı
b) Yük Tanımlayıcı	g) Taşıma Bitiş Zamanı
c) Yük Taşıyıcı	h) Yükün Taşındığı Süre
d) Durum	i) Hedef
e) Yük Tipi	j) Son Rapor Edildiği Nokta



Şekil 4.12 Atama Bilgilerinin Alt Sistemden Alt Sisteme Geçiş

BÖLÜM 5

5. OMT SİSTEMLERİ

Önceki bölümlerde OMT kavramından ve OMT sistemi bileşenlerinden bahsettik. Bu bileşenlerden bahsederken, sistemi birarada tutmak için gerekli olan, gerçek-zaman kontrolüne ve takip prensiplerine de değindik. Bu bölümde ise tam teşekküllü bir OMT sisteminin tasarımında, tüm bunların nasıl birleştirildiğinden bahsedeceğiz.

Sistemler genelde birbirlerinden ayrık olarak çalışmazlar. OMT sistemler de bu tip sistemlerin dışında tutulamazlar.

Ortak çalışan iki sistemin çalışma anında, birbirlerini ne derecede etkilediklerini belirtebilmek için, bağlama (birleştirme) terimini kullanırız. Mesela bir üretim sisteminde, üretim için gerekli olan malzemelerin siparişini, bir bilgisayar yapıyorsa ve talep edilen malzemelerin taşınması işinde tüm kararları diğer sisteme bırakıyorsa bu tip sistemler arasındaki bağa gevşek veya zayıf bağ diyoruz. Bir sistemin davranışları diğer bir sistem tarafından kontrol ediliyorsa bu tip sistemler arasındaki bağa da kuvvetli bağ diyoruz.

Son olarak, sistem geliştirmeye bir giriş olması amacıyla OMT sistemlerinin dizaynıyla ilgili bir kısım burada verilmiştir.

5.1 HİYERARŞİK OMT SİSTEMLERİ

Hiyerarşik OMT sistemler, mini ve mikrobilgisayar ağlarından oluşan bir yapı gösterirler. Hiyeraraşik yapı içerisinde sürekli konuşulan dört kademe vardır:

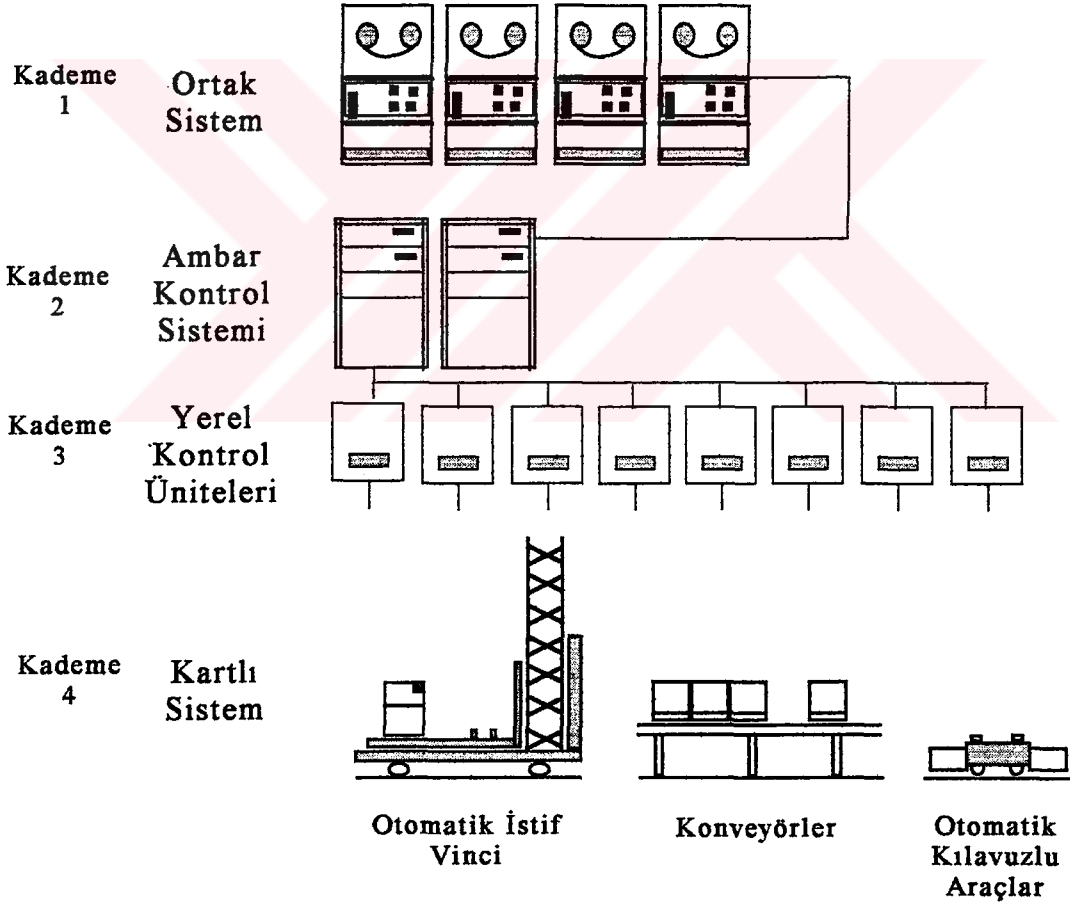
- Ortak Sistem
- Ambar Kontrol Sistemi (AKS)
- Yerel Kontrol Ünitesi (YKÜ)

• Kendinden Kartlı Sistem

Hiyerarşik bir sistem Şekil 5.1’de gösterilmiştir. Her kademe kendisine komşu olan kademeye bağlantılıdır ve iletişim içerisinde.

Bu tip bir sistemin etkinliği ise sistem yapısının özelliklerine bağlı olarak şekillenen tasarım disiplinlerine bağlıdır. Bu yüzden sistem tasarımı yapılırken kademeler arasındaki iletişimin belirli kurallara oturtulmuş olması şarttır.

Dışardan bir bakış açısıyla OMT sistemler tek başına bir birim olarak görülebilirler. Sistemin hiyerarşik yapısını ise dahili çalışmalar oluşturur. Şimdi, her kademeyi kısaca açıklayalım.



Şekil 5.1 Hiyerarşik OMT Kontrol Sistemi

5.1.1 Ortak Kademeler

Ortak kademedeki uygulamalar, sistemlerin kurulması aşamasında en çok değişkenlik gösteren kısımdır. Bazı kullanıcılar ortak kademe olarak adlandırılan bu kademe Çizelgeleme, Esnek Üretim ve Bilgisayar Bütünleşik İmalatın diğer elemanlarını da birleştirerek, tüm fabrikanın kontrolünü gerçekleştirmeye çabalamaktadırlar.

Bu hiyerarşideki ortak kademe, diğer birçok malzeme taşıma dışı uygulamalarla ve sistemlerle ortak olarak kullanılabilir. Bununla beraber, kolaylık olsun diye, bu kademe AKS'nin rapor sunduğu ve bazı sıralama bilgilerinin oluşturulduğu, bir tekil sistem olarak kabul edilmektedir. Ortak kademenin sahip olduğu genel karakteristikler aşağıdaki gibidir:

- Yüksek düzeyli programlama dili, (çoğunlukla Cobol)
- Veri işleme ve buna bağlı olarak çalışan yönetim bileşim sistemleri, (çoklu uygulama sistemleri)
- Terminallerden oluşan geniş ağ donanımı
- Kullanıcı ile araştırma-geliştirme grubu arasında sıkı bağlantı.

5.1.2 Ambar Kontrol Sistemleri (AKS)

Tüm OMT ekipmanlarının kontrolünü gerçekleştiren sistem AKS bilgisayarını kullanır. Kurulan sistemden, sisteme fark göstermekle birlikte, temel elemanları şunlardır:

- Ortak sistemle iletişimin sağlanması
- Taşıma siparişlerinin işlenmesi ve kontrolü
- OKA atanması ve kontrolü
- OİV atanması ve kontrolü
- Konveyör kontrolü
- YKÜ iletişimi.

AKS kademesinde kullanılan bilgisayar sistemi, daima kullanıma hazır halde tutulabilmesi ve yükünün azaltılması için bir çift halinde bulunur. Tipik bir AKS konfigürasyonu Şekil 5.2’de verilmiştir. AKS sistemi, tüm sistem içerisinde en fazla hiyerarşik yapı gösteren kademedir ve bu kademe OMT sistemini kuran firma tarafından kurulur. Kullanıcı açısından bakıldığında AKS sistem, anlaşılması zor, kara bir kutu şeklindedir. AKS sistemle ortak sistemin bir karşılaştırmasını yapacak olursak, AKS sisteminin şu farklı özellikleri vardır:

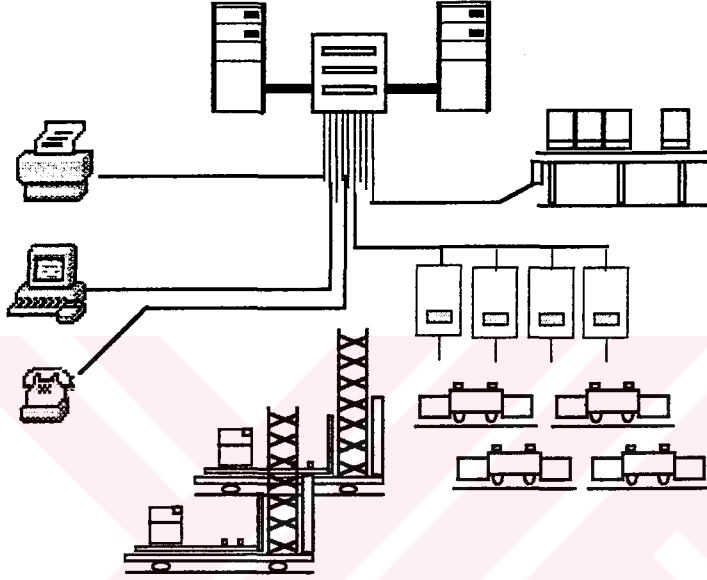
- Yüksek düzeyli programlama dili, (çoğunlukla Fortran veya C)
- Ortak sistemle haberleşebilen Mini veya mikrobilgisayar donanımı
- Modem aracılığıyla yazılım desteği
- Sistem geliştirici ile kullanıcı arasında daha az bağlantı.

AKS’nin ve daha az hiyerarşik seviyelerin desteklenmesi, iki ayrı organizasyonun işidir. Bunlardan biri malzeme taşıma ekipmanları (YKÜ’ler, OKA’lar, OİV’ler vs.) satan organizasyon, diğeri ise sistemi kuran organizasyondur. Malzeme taşıma ekipmanlarıyla mini bilgisayar donanımlarının entegrasyonunda en önemli olan husus, bunların kendi aralarında haberleşebilmeleridir. Bu haberleşmeyi sağlayan ara birimler ise RS232 gibi ticari ağlardır. Aynı aileden gelen RS422’ler ise daha çok manyetik alanların bulunduğu ortamlarda ve uzun mesafeli haberleşmelerde tercih edilmektedir.

5.1.3 Yerel Kontrol Ünitesi (YKÜ)

Yerel kontrol kademesinde bulunan birimler; YKÜ’ler, barkod tarayıcılar, kesit ölçerler, ve konveyör kontrolörleridir. Bu birimler AKS’ye bağlı olarak çalışırlar ve kimi durumlarda kendi aralarında da bağlanırlar. Bu birimler, dijital olarak çalışan, mikrobilgisayar veya PMİ tabanlı aygıtlardır. Bu birimler, hareketli birimlerle AKS arasındaki bağlantıyı sağlarlar ve gerçek zaman kontrolünün büyük bir bölümünü de

yine bu birimler gerçekleştirirler. Ayrıca hareketli ve statik ekipmanlar arasındaki mekanik bağlantının kurulması için bir iletişim köprüsü vazifesini görürler. Bu kademeki birimlerin çok farklı amaçlı üniteler olması sebebiyle bunların programlanmasında hem esnek hem de hızlı bir dil olan Assembly dili kullanılmaktadır.



Şekil 5.2 Tipik AKS Konfigürasyonu

Bu kademenin çalışması tipik olarak şöyledir; AKS, YKÜ'leri sürekli olarak sorgulama veya komut gönderme yoluyla denetler. YKÜ'ler de sürekli olarak durum bilgilerini AKS'ye sunar. YKÜ kademesiyle kendinden kartlı sistemler arasında da benzer bir diyalog geçer. Bu son bahsettiğimiz iletişim ise şu yollardan biriyle gerçekleştirilir:

- Seri bağlantı
- Enfraruj ışık
- Dijital sinyal
- Radyo.

Bu iki kademe arasındaki haberleşmede bir hata oluşması durumunda hiçbir zaman tüm sistemin kontrolüne gidilmez. Hata kontrolü için basit

benzerlik kurallarını uygulamak ve blok blok kontrol yapmak yeterli olmaktadır. Bu tip kontroller bize zaman kazandıracaktır.

5.4.1 Kendinden Kartlı Sistemler

Kendinden kartlı sistemlerde de YKÜ'lerde kullanılanların benzeri hesaplama aygıtları kullanılır. Bu hesaplayıcılar içinde en çok tercih PMİ'ler yönündedir. Bu sistemlerde hareketli ekipmanın kontrolünün yanında yükün kontrolü de yapılmaktadır. Yazılım konusunda, hızlı çalışmasından dolayı, yine Assembly dili kullanılır. Programlar EPROM'larda kayıtlı olarak bulunur ve veriler RAM'de tutulur. Tüm bu hiyerarşik kademelerin karşılaştırması Tablo 5.1'de verilmiştir.

5.2 ZEKİ YÜK KAVRAMI

Otomobil imalatında olduğu gibi ileri derecede kompleks parçaların üretiminde birçok üretim safhası vardır. Bu safhaların çeşitliliği model sayısı ile doğru orantılı olarak artar. Böyle bir durumda sabit bir konveyör sistemi rotalama ihtiyacının gerektirdiği esnekliği sağlayamaz. Bazı üreticiler, üretim için gerekli olan bu esnekliği sağlamak amacıyla üretimde kablolu OKA'ları kullanıma dahil etmektedirler. Bunun en iyi örneği 1. Bölümde bahsettiğimiz Volvo sistemidir.

4. Bölümde bahsettiğimiz otomatik tanı araçlarının kullanımıyla üretim hattındaki bir parça, bir nevi kendi kendine hareket edebilen ve kendinden sorumlu parça haline gelir. Böylece, üretimdeki parça hangi işlemlere gireceğini ve hangi rotayı takip edeceğini kendisi kontrol eder. Bu tip bir sistemdeki temel bileşenlerle ilgili bilgiler, bir model koduyla veya biliniyorsa bir sipariş numarasıyla tekrar tanımlanabilir. Bu bilgiler daha sonra radyo frekanslı kartlara aktarılarak, ileride birimlerin hareketlerinin ve işlem sıralarının takibi sağlanır.

Ayrıca bu kavram, üretim ortamına kazandırılan esnekliği de ifade eder. Örneğin, herhangi bir üretim alanını, farklı tipteki ürünler için

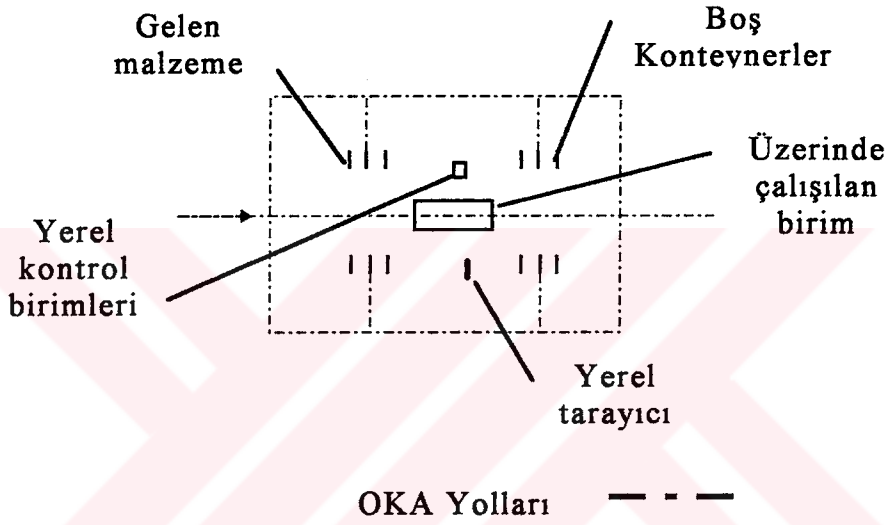
benzer işlemleri gerçekleştirmek amacıyla gruplandırılmış işlem merkezleri olarak düşünebiliriz. Bu merkezler bir OMT sistem tarafından bağlanarak bir Esnek Üretim Sistemine dönüştürülebilir. Böylece işlenecek parçalar gerekli işlem merkezlerine rotalanırlar. Ayrıca üretim için gerekli olan bileşenler ve hammaddeler de aynı sistemden yararlanarak otomatik olarak gerekli işlem merkezlerine taşınırlar.

Şekil 5.3'te benzer bir plan dahilindeki oluşabilecek üretim hücre yerleşimini gösterilmektedir. Şekil 5.4'te ise örnek daha ileri götürülerek hücreler bir ağ şeklinde bağlanmış ve rotalamaya kazandırdığı esneklik gösterilmeye çalışılmıştır. Şekil 5.3'teki hücre yerleşimi, bir üretim safhasını göstermektedir. İş istasyonunun merkezi boyunca bir OKA yolu geçmektedir ve istasyonun tam orta kısmında, taşınan iş parçası üzerinde istenilen işlemlerin yapılabilmesi için bir OKA durak noktası vardır. Yan kısımlardaki yollar ise ürün bileşenlerinin getirilip boşaltıldığı noktalarla boş konteynerlerin biriktirildiği noktalar ve bu noktalarla hammadde/yarımamul ambarları arasındaki bağlantı yollarıdır. Üretim noktasına getirilen bileşenler de üretim parçaları gibi bir tanımlama işleminden geçerler. Fakat bu tanımlama işlemi, elbette dahi basit bir kodlama şeklinde olacaktır. Hücre içerisine yerleştirilen otomatik bir okuyucu gelen yükü algıladıktan sonra, yükle ilgili tanı bilgileri sayesinde yükün gerekli işlemlere tabi tutulmasını sağlar. Yerel kontrol üniteleri üzerinde, komutların verilebilmesi için bir VDU veya yazıcı ve bir yükün diğer bir safhaya gitmek için hazır olduğunu belirtmek amacıyla kullanılan, düğmeler bulunmalıdır.

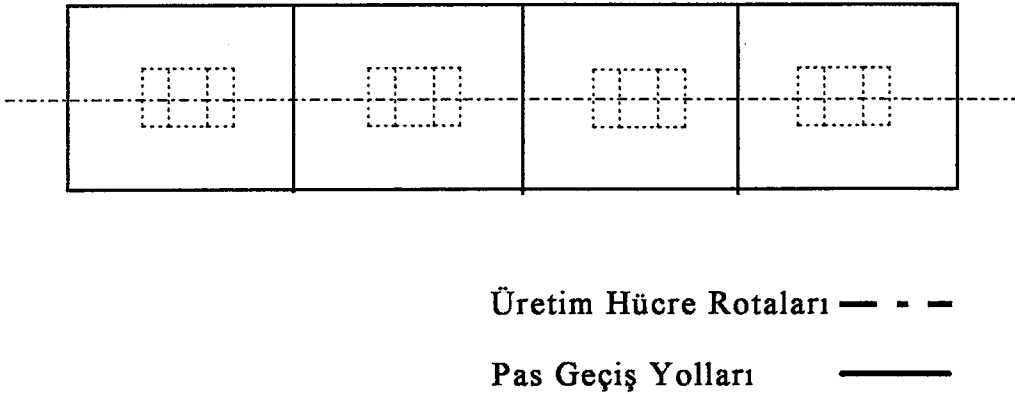
Tablo 5.1 OMT'nin Hiyerarşik Kademelerinin Temel Özellikleri

Kademe	Kontroller	Olası Hatalar	Zamanın Önemi	Girdi/Çıktı	Hata Düzeltme
Ortak Sistem	Malzeme hareketleri, stok ve işlem kontrolleri	İletişim hataları, OMT sisteminin durumu	Az veya hiç	VDU'lar, satır yazıcılar, diskler, iletişim arabaları	Yedek kopyalar, peryodik boşaltma, keşim kayıtları
AKS	Sevkiyat, stok yerleri ve hareket durumlarının kontrolü	YKÜ durumu ve hataları, operatör hataları, veri yetersizliği	Çok kritik değil fakat zaman sınırları aşılırsa hareketli ünite işlem dışı kalabilir	VDU'lar, iletişim arabaları, yazıcılar, tarayıcılar, YKÜ'ler	Destek sistemler-soğuk/ılık/sıcak, sistem veritabanı, YKÜ'lerle sürekli haberleşme
YKÜ	Alan denetleme, ilgili YKÜ'le olan bağlantı, hareketli ünitelerle olan iletişim ve bu ünitelerin yerel kontrolleri	İletişim ve hareketli ünite hataları	Mekanik bağlantıların kontrolü ve hareketli ünitelerin gözlenmesi için önemlidir	Dijital sinyaller, indüktif akımlar, radyo, enfraruj ışın, diğer YKÜ'lerle ve AKS ile kurulan bağlantılar	AKS'den gelen sorgulamaların yeniden yüklenmesi
Kartlı Sistemler	İletişim noktaları arasındaki hareketler	Kartlı ekipman, yük sensörleri, güvenlik sensörleri	Yük kontrolü, güvenlik sistemleri, sürüş kontrolü için çok önemlidir	Sensörler, YKÜ bağlantıları	Atama detaylarının YKÜ'den yeniden sorgulanarak yüklenmesi

Şekil 5.4 'teki geniş yerleşimde, olası bir yerleşim şekli olan, hücrelerin bağlanarak yerleştirildiği diğer bir metod daha gösterilmiştir. Bu dizayn şekli, normal akışın şekilde görülen iş sırasına göre olacağı kabul edilerek yapılmıştır. Fakat aynı zamanda bu dizayn şeklinde istenilen safhaların atlanması veya tamamen sıranın değiştirilmesi mümkündür. OKA'nın yolları, kontrolünün kolaylaşması amacıyla çok yönlü olacak şekilde dizayn edilmiştir.



Şekil 5.3 Üretim Hücresi Konfigürasyonu



Şekil 5.4 Hücre Bağlantı Konfigürasyonu

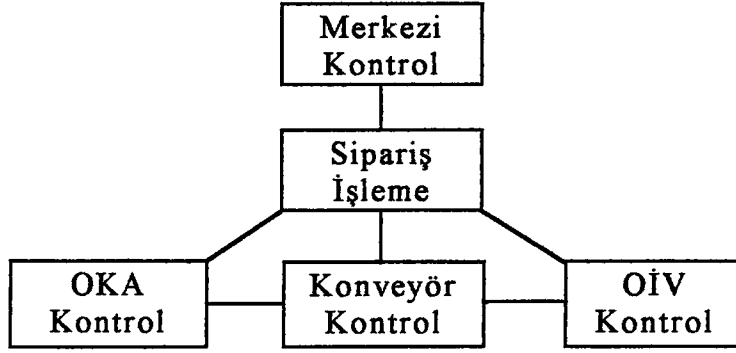
5.3 DAĞINIK OMT SİSTEMLERİ

Dağınık OMT sistem nosyonu, iki fikirden ortaya çıkmıştır. Bunlardan ilki, zeki yük kavramıdır. Bu kavram hiyerarşik sistemin en alt kademesine özerklik ve AKS sistem tarafından yapılması gereken kontrollerin azalmasını sağlar. İkinci yardım ise AKS yazılımının dizaynından gelir. Yazılım dizaynı yaparken, programın aynen fonksiyonel alan gibi çalışmasına dikkat edilmelidir. Yani, taşımayla ilgili yapılan atamalar programdan programa atlamalıdır. Bu söylediklerimiz Şekil 5.5'te gösterilmiştir.

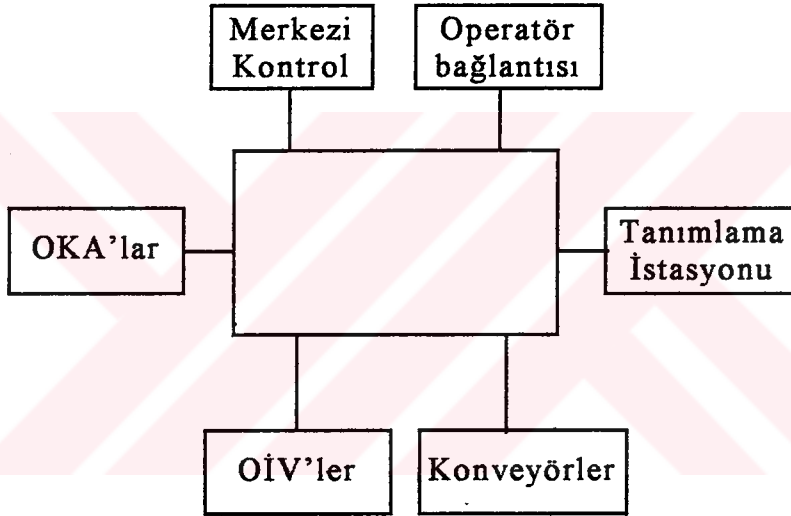
Dağınık OMT sistemi, sistem içerisindeki her ana fonksiyonel bölge için ayrı bir bilgisayar kullanır. Bu bilgisayarlar bir ağ üzerinde birbirine bağlı olarak çalışırlar. Her fonksiyonel bölge bir miktar özerktir ve diğerlerinden bağımsız olarak çalışır. Bölgelerin ayrık olarak çalışma sebepleri ise aralarındaki hız ve yazılım farklılıklarıdır.

Dağınık OMT sistemi, daha genel bir yapıya sahiptir. Çünkü tüm fonksiyonel birimler benzer bir donanımla çalışırlar. Benzer donanım kullanımı ise bakım kolaylığı ve daha fazla güvenilirlik sağlar. Ayrıca ilerde ekstra fonksiyonel yapıların bağlanmasına da izin verecek esnek bir yapıya sahiptir. Bu genel yapıyı genişletme işlemi standardize edilmiş ağ bağlantıları kullanılarak daha basit hale getirilebilir. Ağ kullanımı ise sistemin çoklu işlem alanlarında kullanılabileceğini ifade eder. Bu tip bir dizayn Şekil 5.7'de gösterilmiştir.

Tüm fonksiyonel alanlar, yerel zeki sistemlerle ve bilgilerin depolandığı disklerle desteklenmiştir. Böylece ortak bilgisayar sisteminden gelen bir sipariş için istenilen, malzeme çekme atamaları kolaylıkla yapılabilir. Her işlem bölgesinde bir radyo istasyonu ve binalar arasında bölgesel olarak hareket eden forkliftlerin kontrolünü sağlayan bir sistem bulunur.



Şekil 5.5 Basite İndirgenmiş OMT Yazılım Yapısı



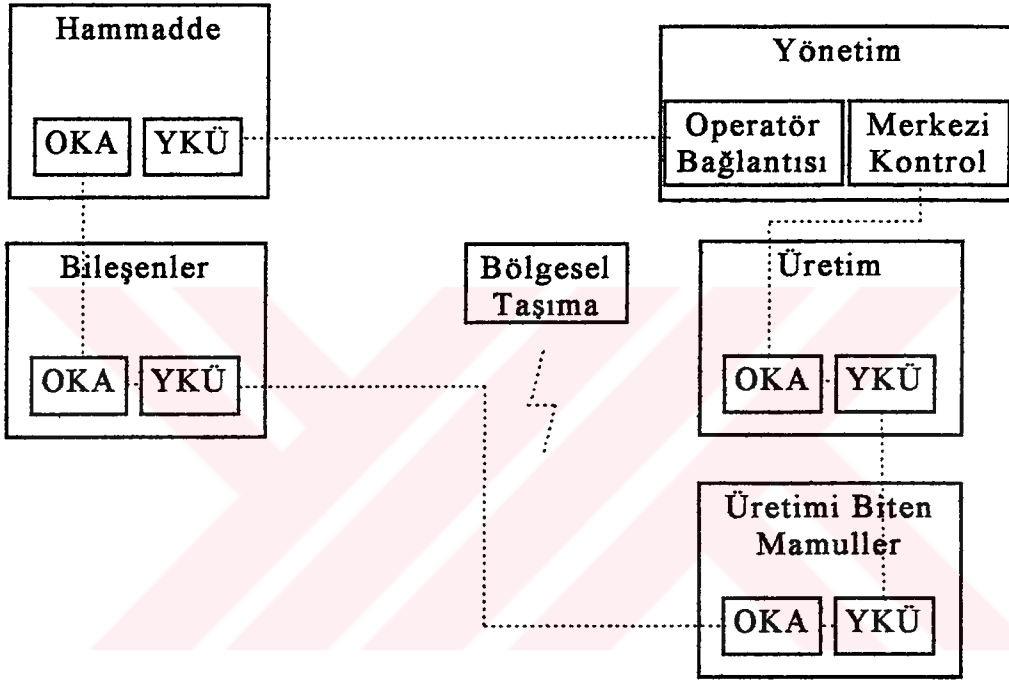
Şekil 5.6 Ayrık OMT Sisteminin Şeması

Şimdi de fonksiyonel kademedeki alt sistemleri inceleyelim.

5.3.1 Yerel OKA Alt Sistemi (Şekil 5.8)

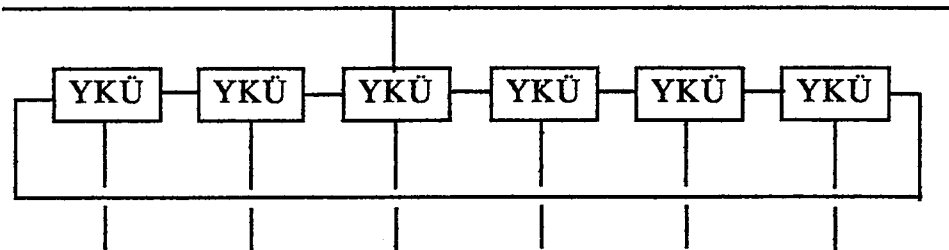
Ana ağ sistemi, yerel YKÜ'lerin bağlı bulunduğu alt-ağ sistemindeki ana YKÜ'ye bağlıdır. Bu alt-ağ sistemi bir OKA yerleşim bölgesindeki tüm hareketlerin kontrolünü gerçekleştirir. YKÜ'ler kendi bölgelerinde hareket eden OKA'ların hareketlerini kontrol ederler. Bir OKA'nın veya bir yükün bulunduğu alanı terk etmesi gerekirse ana YKÜ bir rotalama yapar ve bunu ana ağa bildirir. Böylece, OKA/yük diğer istasyona doğru

hareket eder. Benzer şekilde OKA üzerinde taşınmakta olan bir yük, bir alt-ağ tarafından kontrol edilen bir alana girmek istediğinde bu durum ana YKÜ tarafından ana ağa bildirilir. Sistem içerisinde taşınan yüklerin tümünün atanma bilgilerini içeren bir kartları olduğunu kabul ettiğimize göre yükle ilgili tüm bilgilerin alt sistemler arasında aktarılmasının sadece bu kartların aktarılmasıyla kolayca gerçekleştirilebileceğini söyleyebiliriz.



Şekil 5.7 Genişletilmiş Bölgesel İşlemler

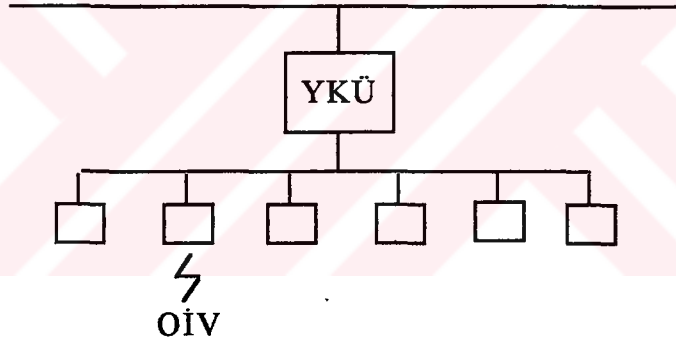
Tüm yerel hareketlerin kontrolü ve bağlantıları, uygun alt sistemlere mekanik olarak bağlı bulunan YKÜ'ler tarafından gerçekleştirilmektedir. Güvenilirliği arttırmak için ikinci bir destek YKÜ daha ana sisteme bağlanarak, bağlantı çiftleştirilebilir.



Şekil 5.8 OKA Alt Sistemi

5.3.2 Yerel Vinç Alt Sistemi (Şekil 5.9)

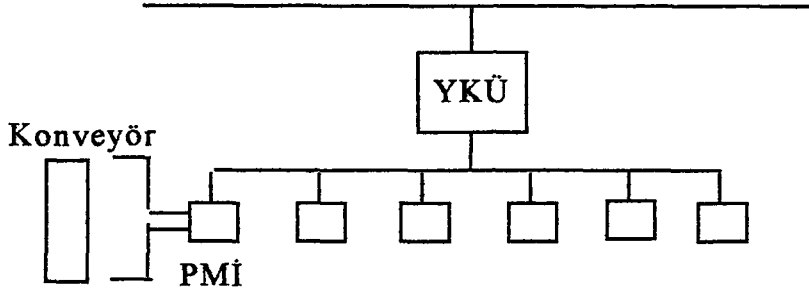
Tüm OİV'lerin kontrolünü, ağa bağlı bir YKÜ yerine getirir. Vinçler, YKÜ ile ya vinçler üzerinde ya da belirli haberleşme noktalarında bulunan, iletişim aygıtları aracılığıyla haberleşirler. Ambardan malzeme çekmek için ise ağdan vince bir taşıma mesajı gönderilir. Bu mesajda, yük üzerindeki karta kodlanmak üzere gönderilen, detaylı rotalama bilgileri bulunur. Kodlama işlemi vinç alt sistemi tarafından gerçekleştirilir. YKÜ'lerin kontrol edebilecekleri vinç sayıları kısıtlıdır. Vinç sayısı YKÜ'nün kontrol edebileceğinden fazla ise destek amacıyla ek bir YKÜ devreye girer. Ek olarak kullanılan bu ikinci YKÜ, direkt olarak ağa bağlı olabilir veya OKA alt sisteminde olduğu gibi diğer bir alt sistem tarafından kontrol edilebilir.



Şekil 5.9 OİV Alt Sistemi

5.3.3. Yerel Konveyör Alt Sistemi (Şekil 5.10)

Basit tekli bir konveyör konfigürasyonunda, ana ağ direkt olarak konveyörü kontrol eden PMİ'ye bağlıdır. Daha kompleks yerleşimlerde, PMİ'lerden oluşan, bir alt sisteme bağlı bir veya daha fazla YKÜ kullanılır. OKA'larla ve vinçlerle olan mekanik bağlantılar ya vinç ya da OKA alt sistemleri tarafından kontrol edilir. Taşınan ünite konveyör üzerindeyken, yük üzerindeki kart okunur ve bu karttan alınan bilgilere göre gerekli rotalama işlemi yapılır.

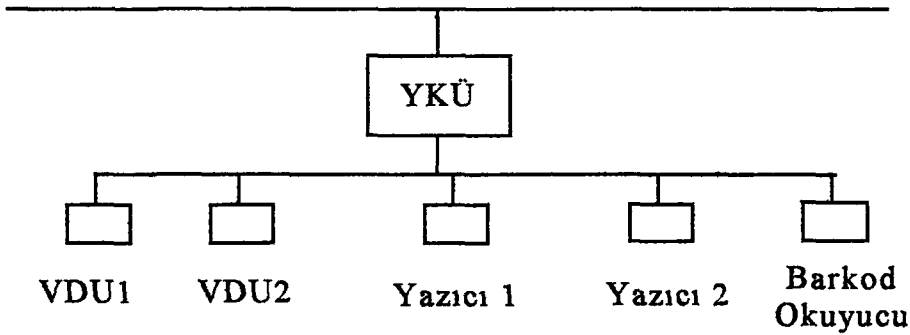


Şekil 5.10 Konveyör Alt Sistemi

5.3.4 Operatör Bağlantı Alt Sistemi (Şekil 5.11)

Operatörlerin çalışma yerleri çeşitli ekipmanlarla donatılabilir. Bu ekipmanlar tek bir VDU olabileceği gibi yazıcı, barkod okuyucu ve kart yazıcı/okuyucularıyla donatılmış bir VDU istasyonu olabilir. Bu tip ekipmanların fiyat olarak YKÜ'lerden ucuz olması sebebiyle ilerde bu tip ekipmanlardan kurulu terminal ve ağların daha fazla kullanılacağını söyleyebiliriz.

Operatör bağlantı kısmının, ağ üzerindeki tüm alt sistemlerle bağlantısı olmak zorundadır. Bunu sebebi ise gerektiğinde YKÜ'ye bağlı olarak çalışan ekipmanların elle kontrollerinin gerçekleştirilebilmesidir.



Şekil 5.11 Operatör Bağlantı Alt Sistemi

Bu sistem ađ üzerindeki diğer alt sistemleri sorgular ve operatörün direktifleri yine ađ üzerinden ilgili alt sisteme iletilir. Operatör bağlantı alt sistemine en iyi örnek, tanımlama istasyonlarıdır.

5.3.5 Veritabanı

Sistem içerisinde kullanılan verilerin kayıtları için ek bir alt sistem ayrılmamıştır. Tüm YKÜ'lerin kendilerine ait bir yerel veri depolama diskleri vardır. Bu diskler genelde sabit olmakla birlikte verilerin sistemden taşınabilmesi için elle sökülebilir tipte olanları da vardır.

5.4 OMT PRENSİPLERİ

Son onbeş yılda malzeme taşıma konusunda çok büyük değişiklikler yaşandı. Üretim teknolojileri modernleşti, otomasyon kullanımı alışılmadık bir olgu olmaktan çıkıp sıradan bir olay haline geldi. Üretim sistemlerinin tasarımında temel amaç, üretim içi stokların ve toplam işlem süresinin azaltılması oldu. Üretim sektöründeki tüm bu değişikliklerde bazı eğitim kurumlarının da büyük etkisi olmuştur. Bu kurumlardan biri olan CICMHE (endüstrinin malzeme taşıma konusunda eğitimiyle ilgilenen bir üniversite kuruluşu) bundan yirmi yıl önce malzeme taşıma tasarımı ile ilgili 20 tane prensip ortaya koymuştur.

Bu prensipler şunlardır:

1. *Planlama Prensibi* Tüm işlemlerden maksimum performans sağlanabilmesi için tüm malzeme taşıma ve depolama aktivitelerini planlayın
2. *Sistemler Prensibi* Olabildiğince fazla malzeme taşıma aktivitesini (işlemler, gelen malların kabul edilmesi, ambarlama, üretim, kontrol, paketleme, mamul ambarlama, sevk, ihraç etme, taşıma vs.) ortak bir sistem altında birleştirin

3. *Malzeme Akış Prensibi* Malzeme akışını optimize edecek bir işlem sırası ve ekipman yerleşimi belirleyin;
4. *Basitleştirme Prensibi* Gereksiz hareketleri ve ekipmanları azaltarak, ortadan kaldırarak veya birleştirerek taşıma işini basitleştirin
5. *Yerçekimi Prensibi* Kullanıma uygun olan her yerde malzemenin taşınması için yerçekimini kullanın
6. *Alan Kullanım Prensibi* Bina alanını olabildiğince optimum kullanın
7. *Birimlerin Boyut Prensibi* Birim yüklerin miktarını, boyutlarını veya ağırlıklarını ve akış oranını azaltın
8. *Mekanizasyon Prensibi* Taşıma işlemlerini olabildiğince mekanik hale getirin
9. *Otomasyon Prensibi* Üretim, taşıma ve ambarlama fonksiyonlarının hepsini otomasyona dahil etmeye çalışın
10. *Ekipman Seçim Prensibi* Taşıma ekipmanlarının seçiminde taşınacak malzemeye ilgili tüm özellikleri, hareket şeklini ve taşıma yöntemini gözönüne alın
11. *Standardizasyon Prensibi* Taşıma ekipmanlarını tip ve boyut gibi özellikler yönünden sınıflayarak standart hale getirin
12. *Adaptasyon Prensibi* Farklı görev ve uygulamalarda kullanılabilecek genel amaçlı yöntem ve ekipmanları kullanın
13. *Ölü Ağırlık Prensibi* Hareketli yük taşıyıcısının ölü ağırlık oranını azaltın
14. *Kullanım Prensibi* Taşıma ekipmanlarının ve insan gücünün optimum kullanımı için planlar yapın
15. *Bakım Prensibi* Tüm taşıma ekipmanlarının koruyucu ve periyodik bakımları için planlar hazırlayın

16. *Kullanılmazlık Prensibi* Daha etkin yöntem ve ekipmanlar bulundukça kullanılmaz hale gelen ekipman ve yöntemleri yenileriyle değiştirin
17. *Kontrol Prensibi* Üretim, envanter ve sıra takip kontrollerinin geliştirilmesi için malzeme taşıma aktivitelerini kullanın
18. *Kapasite Prensibi* İstenilen üretim kapasitesinin sağlanabilmesi için taşıma ekipmanlarını kullanın
19. *Performans Prensibi* Taşıma işleminin performansını belirlemek için taşınan birim yük başına düşen maliyeti hesaplayın
20. *Güvenlik Prensibi* Güvenli bir taşıma için uygun metod ve ekipmanların kullanımını sağlayın

Burada bahsedilen prensipler, birbirleriyle ve malzeme taşımanın amaçlarıyla tamamen uyumludurlar. Bazı prensiplerin yerine getirilmesi diğer prensiplerin de gerçekleşmesine yardımcı olur. Bu uyumluluğu kanıtlamak için şu örnek verilebilir.

Mekanizasyon prensibi uygulandığı zaman, elle taşıma işi azalacak, böylece taşımadan doğan kaza ve yaralanmalar azalacak, sonuçta güvenlik prensibi yerine getirilmiş olacaktır.

OMT sistemlerinin tasarımlarını gerçekleştiren kişilere, bu prensiplere uymaları tavsiye edilir. Ancak, bazı durumlarda para, binanın fiziksel karakteristikleri ve ekipman özellikleri gibi faktörler yüzünden bu prensiplerin tümünün uygulanması mümkün olmamaktadır.

5.5 OMT SİSTEMİ TASARIMI

OMT sisteminin ilk amacı, malzeme hareketlerinin sağlanmasıdır. Diğer amaç ise bu malzemelerin en etkin ve ekonomik yolla taşınmasıdır. Bu bahsettiğimiz amaçlara göre, kurulacak olan sistem, mantık kurallarına uygun, her yönden dört dörtlük bir sistem olmalıdır. Bir OMT sistem incelenirken iki şey gözönüne alınır; yazılım ve donanım. Tasarımın

yazılımla ilgili kısmı, ilerideki bölümlerde daha geniş olarak ele alınacaktır. Burada sadece, yazılım tasarımının temel karakteristiklerinden bahsedeceğiz. Bu karakteristikler şunlardır:

- Her ne kadar donanımın işlem kapasitesi, yazılımı kısıtlayıcı bir etken ise de genelde yazılım tasarımı, donanım tasarımından sonra yapılır
- Yazılım tasarımları detaylar ve bağlantılar üzerinde durmalıdır, özellikle insan bağlantıları

İlk OMT tasarımı, temel kısıtlar altında çalıştırılır. Bu kısıtlar ise tasarımın üzerine oturtulmaya çalışıldığı paketin uygulanabilirliği ve kullanılan yazılımın neler yapıp yapamayacağı gibi şeylerdir. Burada, son bahsettiğimiz nokta bazen unutulmakta veya gözardı edilmektedir. Böyle bir durumda yapılan tasarım, kısıtlamalardan yoksun bir oluşum göstermektedir. Bu durumda, tasarımcının, kurmaya çalıştığı sistemi kendine ait güçlü disiplinlere oturtması gerekir. Aksi takdirde, yeni kurulacak olan sistem hantal, güvenilmez ve hata oluşumuna meyilli bir yapı oluşturur.

Tasarımcı için başlangıç noktası, sistem amaçlarının tariflenmesi olmalıdır. Bu amaçlar şöyle gruplandırılabilir:

- Ortak amaçlar
- Bölümsel amaçlar
- Bir çalışma alanındaki gereksinimler

Bu amaçların sonucu olarak, otomatik malzeme taşıma ihtiyacı ortaya çıkar. Bu ihtiyacın tanımlanmasında, iki konudan bahsedilir. Bunlar tesis yerleşimi ve malzeme akışı konularıdır.

Kendi bünyesinde bir OMT sistemi kurmak isteyen çoğu firma, sistemin kurulması konusunda yeterli uzmanlığı sahip olmadığından dolayı başarısız olur. Oysa, daha önce bahsettiğimiz gibi her türlü özel amaca

yönelik donanım kurabilen ve yıllarca denenmiş olan yazılım paketleri satan firmalar çok fazladır. Ayrıca bu tip bir sistemin kurulmasında, proje yönetim aktivitelerinin de sistem tasarımıyla birlikte yürütülmesi gerekmektedir. Bu yüzden, bu tip bir sistemin kurulması işini daha önceden bu konularda çalışmış olan firmalara bırakmak, en iyisidir.

Sistemin kurulması için yapılacak çalışmalara başlanmadan önce, ilgili bürokratik işlemlerin tamamlanması gerekir. İzlenecek bürokratik adımlar şu şekilde gelişir; Kullanıcılarla ve sistemle ilgili herkesle oturup konuşularak bir talep tarifnamesi hazırlanır. Bu belge sistem kurulması ile ilgili verilecek olan teklif için bir baz oluşturur. Tekliflerin verilmesi ve bu tekliflerden birisinin seçimi haftalar sürer. Bu süre içerisinde, acele edilmemelidir. Müşterilerle teklif veren firmalar arasında, birçok görüşme yapılır. Bu görüşmeler esnasında, sunulmakta olan tasarımın, yerleşim ve sistemin çalışması açısından ne gibi karlılıklar sağlayacağını ve diğer rakip satıcılara göre ne gibi ek avantajlar sunabileceklerinin, satıcı firmaya (sistemi kuracak olan firma) iyice açıklattırılması gerekir.

Bir sistem projesi talebinde bulunacak bir firmanın, uygulaması gereken aşamalar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Sistemin ne yapmasının istendiğinin detaylıca açıklandığı ve varsa bilinen kısıtların belirtildiği bir talep şartnamesinin hazırlanması
- Talep şartnamesini de içeren, bir teklif kabul dökümanının ve çalışma şartlarının detaylarının bulunduğu, bir şartnamenin hazırlanması
- Daha önceden yapmış oldukları teklifleri daha detaylı olarak açıklamaları amacıyla satıcılarla görüşmeler yapılması
- Teklif veren sistem kurucu firmalar arasından, objektif yöntemlerle yapılacak olan bir seçimle kısa bir liste oluşturulması (Firmalar arasında yapılacak olan bu seçimlerde, sadece hislerimiz veya teklifte sunulan fiyat etkili olmamalıdır)

- Son tekliflerin yapılması
- Teklifte bulunan firmaların daha önce iş yaptıkları ve referans gösterdikleri firmaların gezilmesi ve burada kurulmuş olan sistemlerin incelenmesi
- En son olarak, oluşturulan bu son listeden en uygun satıcı yani, sistemi kuracak olan firmanın seçimi

Bir satıcı firma seçildikten sonra, tasarım süreci bir ortak çalışmaya dönüşür. Önce de belirttiğimiz gibi yapılacak tasarımın temelinde, malzeme akışının sağlanması, yerleşimin düzenlenmesi ve talep şartnamesindeki içeriklerin karşılanması olmalıdır. Bahsettiğimiz bu hususlardaki bir değişiklik, tüm tasarımı etkileyeceği için bu tip sorunlar ilk başta ortadan kaldırılmalı veya olabildiğince en aza indirilmelidir. Sistem içerisindeki yük taşıyıcıların rahat hareket edebilmeleri ve kolaylıkla manevra yapabilmeleri gerektiğinden, sistemin içinde çalışacağı ortamın yerleşiminin, uygun bir şekilde yapılması çok önemlidir. Konuyla ilgili gözönüne alınması gereken diğer hususlar şunlardır:

- OKA'ların kolaylıkla hareket edebilmeleri ve OİV'ler için döşenecek olan rayların, montaj düzgünlüğünün sağlanabilmesi için zemin yüzey kalitesine
- Zeminin altına döşenecek olan kabloların görevlerini yerlerine getirmelerinin engellenmemesi ve raf, OİV rayları gibi zemine gömülerek sabitlenecek ekipmanların uygulayacağı dinamik güçleri karşılayacak olan zemin malzemesine
- Kılavuz sinyallerin ve veri aktarımlarının karışıklığa uğramasına sebep olabilecek, potansiyel elektromanyetik dalga kaynaklarının yerleşimlerine
- Yaya yollarıyla mekanik ekipman yollarının çatışmamasına
- Kullanılabilir yüksekliklere ve binanın iç boyutlarına

- Güç kaynakları, basınçlı hava ve diğer ilgili servislerin, bina içindeki yerleşimlerine dikkat edilmelidir.

Malzeme akışı konusu ise tam bir belirsizliği ifade eder. Çünkü bu konuda yapılan çalışmaların tümü, aslında bir tahmin ve ideal durum kabullerine dayanır. Çoğu akışlarda, belli zamanlarda yoğunluk gözlenir. Malzeme akış planı yapılırken, tasarımın bu tip durumlara uygun olması çok önemlidir. Bir dereceye kadar kontrolün mümkün olduğu durumlarda, çalışma günü boyunca, birim zamandaki yük hareketlerinin sayısını belirlemek mümkün olabilir; aksi takdirde akış zamanı olarak ortalama bir yoğunluk süresi kabul edilmelidir. Ayrıca, mevsimsel yoğunlukları ve trendleri de hesaba katmak lazımdır.

Bir OMT sistemi her türlü durumda, kabul edilebilir sınırlar içerisindeki, kısa süreli yoğunlaşmaları karşılayabilecek durumda tasarlanmalıdır. Tasarımcının, ekipmanlar için bir kullanım faktörü belirlemesi gerekir. Ayrıca, işlerin hafif olduğu periyotlarda, boşta bekleyen OKA'larla, yoğun olan dönemlerde ekipman yetersizliği sorunları için ortak bir çözüm bulması gerekir. Bu tip problemlerin çözümü için ilk yaklaşım metodu, simülasyon uygulamasıdır. Simülasyon uygulamaları konusuna ileride değineceğiz.

Akış detayları belirlendikten sonra, hareketli ve statik ünitelerin sayısının kararlaştırılmasına geçilebilir. Böylece yerleşim konusu bitirilmiş olur. Bundan sonra detaylı bir yazılım tasarımına geçilebilir.

Bir OMT sisteminin yazılım bileşenleri arasında, diğerlerinden daha önemli olan bir husus vardır. Bu husus, diğer sistemlerin ortak sistemle olan ilişkileridir. Bu ilişki dört kademede incelenebilir:

- Bağlantı yok; bu tip durumlarda sistemler birbirleriyle bağlı değildir ve aralarında hiçbir haberleşme işlemi gerçekleşmez. AKS açısından olaya bakılırsa ortada ortak bir sistem yoktur

- Kablosuz bağlantı; bu tip durumlarda, veri aktarımları fiziksel taşıma yoluyla (disk, manyetik teyp vs.) aktarılır
- Kablolı bağlantı; bu tip sistemlerde, malzeme siparişleri, hareket detayları ile ilgili veriler, AKS sistemle ortak sistem arasında bağlı olan kablolar aracılığıyla aktarılır
- Kapalı bağlantı; bu tip sistemlerde, ortak sistem AKS'de gerçekleşen tüm olaylardan ve OKA'larla OİV'lerin kullanıma hazır olup olmadıklarından, haberdardır. AKS'de yapılması gereken tüm fiziksel hareket komutları, bu bölüm tarafından direkt olarak ekipmanlara iletilir

Yazılım tasarımı yapıldıktan sonra, sistem tasarımı genel hatlarıyla bitirilmiş sayılabilir. Tasarım uygulamaya konulduktan sonra, bir değerlendirilmesinin yapılması gerekir. Yapılacak bu değerlendirmede sistemin:

- İyi planlanmış
- Olabildiğince mekanize ve minimum elle taşımının sağlandığı
- Güvenli
- Malzemeyi koruyan
- Maksimum ekipman kullanımı sağlayan
- Ekonomik bir sistem olup olmadığının gözlenmesi gerekir

5.6 SİSTEMLE İLGİLİ VERİMLİLİK ORANLARI

Bir üretim fabrikasındaki tüm sistemler, üretim maliyetlerinin düşürülmesi için etkin olarak çalışmak zorundadırlar. Sistem performanslarının ölçülmesi için birçok değişik verimlilik oranları vardır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir. Ancak, burada verilen oranlama yöntemleri her yerde aynı şekilde uygulanacak demek değildir. Her firma kendine uygun bir verimlilik oranlama yöntemi geliştirmektedir veya

verilen bu yöntemlerdeki bazı faktörleri kendine uygun faktörlerle değiştirerek, kullanmaktadır. Bu oranların periyodik olarak gözlenip, kabul edilebilir toleranslar içerisinde olup olmadıklarının, kontrol edilmesi gerekir. Periyodlar arasında bir dalgalanma gözleniyorsa bu, sistemin tam olarak çalışmadığına bir işarettir. Aşağıda verilen faktörler MHI (Malzeme Taşıma Enstitüsü) tarafından tanımlanmışlardır.

Kaynak Kullanımı

1. *Malzeme Taşıma-İşçilik Oranı (MTİ)*

$$MTİ = \frac{\text{Malzeme Taşımada Kullanılan Kişi Sayısı}}{\text{Toplam Çalışan Kişi Sayısı}}$$

2. *Malzeme Taşıma-Direkt İşçilik Oranı (MTDİ)*

$$MTDİ = \frac{\text{Direkt İşçilik Tarafından Harcanan Malzeme Taşıma Süresi}}{\text{Toplam Direkt İşçilik Zamanı}}$$

3. *Üretim Ekipmanının Kullanım Oranı (ÜEK)*

$$ÜEK = \frac{\text{Fiili Çıktı}}{\text{Teorik Çıktı}}$$

4. *Taşıma Ekipmanı Kullanım Oranı (TEK)*

$$TEK = \frac{\text{Birim Zaman Boyunca (Saat) Taşınan Yük Veya Ünite Sayısı}}{\text{Teorik Kapasite}}$$

5.Ambar Alanı Kullanım Oranı (AAK)

$$AAK = \frac{\text{Malzemeler Tarafından İşgal Edilen Ambar Alanı}}{\text{Net Kullanılabilir Alan}}$$

6.Koridor Alanı Yüzdesi (KA)

$$KA = \frac{\text{Koridorlar Tarafından İşgal Edilen Alan}}{\text{Toplam Ambar Alanı}}$$

7.Enerji Kullanım Oranı (EK)

$$EK = \frac{\text{Toplam Enerji Tüketimi}}{\text{Ambar Alanı}}$$

Yönetim Kontrolü**1.Envanter Geri Dönüş Oranı (EGD)**

$$EGD = \frac{\text{Yıllık Satışlar}}{\text{Ortalama Yıllık Envanter Yatırımı}}$$

2.Hareket-İşlem Oranı (Hİ)

$$Hİ = \frac{\text{Toplam Hareket Sayısı}}{\text{Toplam Verimli İşlem Sayısı}}$$

3.Ortalama Mesafe-Hareket Oranı (OMH)

$$OMH = \frac{\text{Gün Boyunca Alınan Toplam Mesafe}}{\text{Gün Boyunca Yapılan Toplm Hareketler}}$$

4.Tahrip Olan Yük Oranı (TOY)

$$TOY = \frac{\text{Tahrip Olan Yük Sayısı}}{\text{Toplam Yük Sayısı}}$$

5. Envanter Fire Oranı (EF)

$$EF = \frac{\text{Mevcut Envanter Miktarı}}{\text{Beklenen Envanter Miktarı}}$$

İşlem Etkinliği

1.Mal Kabul Oranı (MK)

$$MK = \frac{\text{Günlük Kabul Edilen Yük Ağırlığı}}{\text{Günlük Çalışma Saati}}$$

2.Mal Sevk Oranı (MS)

$$MS = \frac{\text{Günlük Sevk Edilen Yük Ağırlığı}}{\text{Günlük Çalışma Saati}}$$

3.Üretim Sürecinin Etkinliği (ÜSE)

$$ÜSE = \frac{\text{Makineler Üzerinde Geçen Toplam Süre}}{\text{Üretim Sisteminde Harcanan Toplam Süre}}$$

4.Çıktı Verimlilik Endeksi (ÇVE)

$$\text{ÇVE} = \frac{\text{Günlük Çıktı Miktarı}}{\text{Günlük Çıktı Kapasitesi}}$$



BÖLÜM 6

6. OMT VE DIŞ DÜNYA İLİŞKİLERİ

Bir OMT sistemi, hiçbir zaman boşlukta kendi kendine çalışan, bağımsız bir sistem değildir. OMT sistemler, artık tüm dünyada kullanılmakta ve tüm ülkeler bu sistemlerin yararlarını kabul etmektedirler. Bu tip sistemlerin tasarımına geçmeden önce bu sistemlerle ilgili genel anlayışların incelenmesi gerekir.

Bu bölümün genel temasını açıklamak amacıyla önce, otomatik ve otomatik olmayan malzeme taşıma sistemlerinin genel karakteristiklerini tekrar hatırlamakta yarar vardır. Bu tip bir karşılaştırmayı yapabilmek için RVT sistemleri, otomatize sistemler olarak ele alacağız. Sistemler arasındaki farklar incelenirken ele alacağımız konuları da birkaç başlık altında toplayacağız. Bu başlıklar ise şunlardır:

- Faaliyet alanı
- Esneklik
- İletişim
- Evrim
- Kontrol

Yukarıda bahsedilen konu başlıkları ile ilgili çalışmaları yaptıktan sonra, aşağıdaki spesifik ilişkilerin incelenmesine geçilmelidir:

- Müşteri organizasyonları (iş ilişkileri)
- Taşıma sistemleri ile ilgili fiziksel ilişkiler
- Sistemle ilişkisi bulunan iç ve dış çalışanlar

6.1 OTOMATİK VE OTOMATİK OLMAYAN MALZEME TAŞIMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

6.1.1 Faaliyet Alanı

Elle yönetilen bir malzeme taşıma sistemi, birçok fonksiyonu yerine getirebilir. Bu fonksiyonlara örnek verecek olursak:

- Hammadde, üretim içi mamul ve mamullerin hareketleri
- Boş konteyner ve paletlerin toplanıp tekrar sürece dahil edilmesi
- Ekipmanların hareketlerinin sağlanması
- Bakım amaçlı platform görevlerinin yerine getirilmesi
- Reddedilen veya hurda maddelerin toplanması

Bu saydığımız fonksiyonların yerine getirilmesi ise sadece fiziksel ekipmanların karakteristikleriyle sınırlanabilir. Halbuki, bir OMT sisteminde gerçekleştirilecek tüm işlemler, uzun ve hassas çalışmalar sonucunda tasarlanır. Kullanılacak olan ekipmanlar da kimi zaman genel amaçlı ekipmanlar olabileceği gibi kimi zaman o iş için özel olarak tasarlanmış, araçlar olabilmektedir.

6.1.2 Esneklik

Herkesin kabul edeceği gibi, özenle seçilmiş parametreler ve özel amaçlar üzerine kurulmuş olan bir sistemin, değişen amaçlara göre çok fazla bir esneklik göstermesi beklenemez. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi:

- Yerleşim
- Yükün boyutu, şekli ve ağırlığı
- Binanın fiziksel şekli ile ilgili kısıtlar

sebebiyle sistem içerisinde çalışan ekipmanlara, birçok farklı amaçlı mekanik özellikler eklenmektedir. Bu tip ek özelliklerin sisteme dahil

edilmesi ise sistemi esneklikten uzaklaştırır. Sistemi esneklikten uzaklaştıran tipik bileşenlerden bazıları şöyledir:

- OKA yük kılavuz ekipmanları
 - Paralel barlar
 - Çatallar
 - Konveyörler
 - Hareketli yük taşıyıcılar
- OKA otomatik yön belirleyicileri
 - Kılavuz kabloları
 - İletişim noktaları
 - YKÜ noktaları
- Ambarlama
 - Raf hücrelerinin boyutları
 - Raf hücre sayıları
 - Farklı palet yapıları için destek sistemler
- OİV'ler
 - Çatal yapıları
 - Operatör kabinleri

Elle yönetilen ekipmanlarda ise esnekliğin sınırlandırılmasına sebep olabilecek, daha az bileşen bulunmaktadır. Her yerde kullanılan, bildiğimiz forkliftlerin izlemeleri gereken, belirli bir yön veya kılavuz kablolar bulunmamaktadır. Müsait olan, her yönde hareket ettirilebilirler. Benzer olarak ambar yapıları da fazla problem çıkarmamaktadır. Bir yükün rafa yerleştirilmesinde tek önemli olan, yükün doğru rafa yerleştirilmesidir. Aksi takdirde, yükün raf içerisindeki yerleşim koordinatları o kadar

önemli değildir. Ayrıca elle yönetilen malzeme taşıma sistemlerinde, her türlü durumda insan zekasının kullanılması, sisteme aşırı derecede esneklik sağlamaktadır. OMT sistemlerde ise daha önceden düşünülmemiş olan, ters bir durumun ortaya çıkması durumunda, yazılımların yeniden yazılması veya en azından düzeltilmeleri gerekir. Düzeltme işlemleri ise zaman kaybı veya yeni aksaklıkların ortaya çıkması için yeni ortamların oluşması demektir.

6.1.3 İletişimler

Otomatik olmayan bir sistemde, bir forklift sürücüsüyle, konuşma veya yazışma yoluyla iletişim kurulur. Konuşma yoluyla iletişim kurulması halinde, yanlış anlamalar ortaya çıkabilir. Yazışma yoluyla iletişim kurmak ise epey zaman alıcıdır. Forklift üzerinde çift kanallı bir radyo bulunmaması durumunda -yani konuşma yoluyla iletişim kurulması durumunda- forklift sürücüsü her seferinde bir sonraki direktifini alabilmek için belli bir noktaya -çoğunlukla boş olarak- dönmek durumundadır. Tabii bu da forkliftin yararlı kullanım süresini azaltacaktır.

Bir OMT sisteminde ise iletişim daha hızlı ve hatasız olarak gerçekleştirilir. Sistem içerisindeki tüm hareketli ve statik ekipmanlar, ambar kontrol sistemi ile sürekli olarak iletişim halindedirler. OİV gibi kimi ekipmanlar ise sürekli iletişim yerine, belirli iletişim noktalarına geldiklerinde, ambar kontrol sistemi ile iletişime geçerler.

Tüm bu bahsettiklerimizden çıkan sonuç ise OMT sistemlerdeki iletişimin elle yönetilen sistemlere göre daha hızlı gerçekleştiği ve yanlış anlamaların hemen hemen hiç olmadığıdır. Yani, OMT sistemlerin çalışması daha hassastır. Ortak sistemden gelen bir komut, direkt ambar kontrol sistemine iletilir ve buradan da birkaç saniye veya daha kısa bir sürede hareketli bir üniteye, gerekli komutlar aktarılır. Ortak sistem bağlantısı olmadan AKS, YKÜ ve statik/hareketli ekipmanlar arasındaki iletişim

dakikalar alır. İşin içerisine bir de sözlü iletişim girerse verilen komutların doğru olarak uygulanma güvenilirliği daha da azalır.

6.1.4 Evrim

Burada evrim kelimesi ile ifade etmeye çalıştığımız olgu, sistemin, içerisinde çalıştığı ortamda meydana gelen değişikliklere kendini adapte etme çalışmalarıdır.

Elle yönetilen sistemlerin tabiatında, bu özellik zaten mevcuttur. İnsan sürücüler, sistemde bir değişiklik meydana gelmesi durumunda, bu değişikliklere kendilerini kolayca adapte edebilmektedirler ve;

- Ekipmanların yeniden yerleşimi
- Bina yapısındaki değişiklikler
- Yeni taşıma gereksinimleri
- Yeni yük konfigürasyonları
- Ambar değişiklikleri

gibi durumlarda, bu adaptasyon sezgisel olarak gerçekleşir. Bu tip adaptasyon kolaylığı elbette çok kullanışlıdır. Ancak, tüm adaptasyonlar standart bir şekilde gerçekleşmiyorsa kontrol altına alınması gerekir. Elle yönetilen sistemlerde kullanılan, malzeme taşıma araçlarının hızlı bir şekilde ortama uygulanabilir hale getirilebilmeleri, bu adaptasyon kolaylığını sağlamaktadır.

Daha önce de söylediğimiz gibi OMT sistemleri, tam teşekküllü olarak tanımlanmış parametreler üzerinde, rijit bir biçimde kurulmuş sistemlerdir. Mesela, bir sistemin kurulması esnasında veritabanı oluşturulurken, gelen siparişlerin on satırı geçmeyeceği kabulü yapıldığını varsayalım. Müşteri, bu sayıyı yükseltmek istediğinde, veritabanının yeniden tasarlanması ve bu yeni tasarıma göre yeniden bir veritabanı oluşturulması gerekir. Fakat sonuçta, müşterinin karşısına çıkan maliyet tutarı çok yüksek olacaktır.

Bir sistemdeki, ileride meydana gelebilecek tüm değişiklikleri karşılayabilecek bir yazılımın geliştirilip, sürekli yenilenmesi, çok pahalı ve zaman alıcı bir işlemdir.

6.1.5 Kontrol

Çoğu malzeme taşıma sistemlerinin kontrolünde, ortak bir anlayış hakim değildir. Operatörlerin kontrolü için işletme içinde genelde otoriter bir yapı her zaman mevcuttur. Ancak, taşıma sisteminin performansının ayarlanması ile ilgili, tüm işletmelerde geçerli olan böyle ortak bir otorite mevcut değildir. Bu işlerle işletme içinde birçok kişi ilgilenebilir.

OMT sistemlerinin elle yönetilen sistemlere göre, izlenmesi ve kontrolü otomatize olması sebebiyle daha kolaydır. Sistemin proses şemaları ve akış şemaları olduğu için hata takibi çok kolaylaşır. Zaten, sistemin incelenmesinde, sezgisel bir karar vermeye yer yoktur. Eğer bir OKA, işletme içerisinde yol alırken rotasından kaysa ve kılavuz kabloyu kaybetse araç durur ve el yardımıyla tekrar kablo üzerine yerleştirilene kadar bekler. Arkadan gelen diğer bir OKA da kullanım dışı OKA'ya rastlayınca duracaktır. Bu tip problemler, VDU'ların ve hata raporlarının incelenmesi ve bazen de direkt gözlemlene yoluyla saptanır ve ortadan kaldırılır. Bu tipteki problemler gerçekten çok önemlidir. Çünkü bu tip hatalar sonucu, OMT sistemi geçici olarak veya sürekli olarak durabilir. Bu duruşlar da sistem performansını aksi yönde etkiler. Bu tip problemlerden bazıları şunlardır:

- OKA'nın kılavuz kabloyu kaybetmesi
- OİV'lerin raflara yük yüklerken veya boşaltırken sıkışmalar olması
- Yazılım hataları

Hareketli aracın önemli bir parçasındaki bozukluk ta farkedilip, giderilinceye kadar aynı etkileri gösterir.

Şu ana kadar bir OMT sistemi, klasik malzeme taşıma sistemlerinden ayıran bazı özellikleri gördük. Şimdi de tedarikçiler gözüyle OMT sistemlerini inceleyelim.

6.2 TEDARİKÇİ GÖZÜYLE OMT SİSTEMİ

OMT sistemlerinin düşük esnekliklerinin bir sonucu olarak, birim yüklerde belirli bir standardizasyona gidilmesi gerekir. Bir OMT kullanıcısı, daima şu iki seçenekle karşı karşıya gelmek durumundadır; ya tüm tedarikçilerinden, gönderecekleri birim yüklerin, palet üzerine istiflenmesi gibi, daha önceden mutabakat sonucu belirlenen paketleme şekillerine göre paketleyip göndermelerini isteyecek ya da gelen yükler arasındaki farklılıkları gözardı edip, kendi bünyesi içerisinde yeniden paketleyecektir. Bu iki seçenek arasında karar vermek hiç de kolay değildir. Verilecek olan bu karar, yük standardizasyonu konusunda uyarılması gereken tedarikçi sayısına bağlıdır. Eğer tedarikçi, piyasada söz sahibi biri değilse bu sefer o zor bir seçimle karşı karşıya kalacaktır. Ya paketleme sisteminde optimal olmamasına rağmen, bazı değişiklikler yapacak ya da müşterisini kaybedecektir. Tersine, eğer tedarikçi güçlü biriye bu sefer müşterisi, büyük miktarlardaki işçilik maliyetlerini göze alıp, kendi bünyesi içerisinde kendisine uygun paketlemeyi yeniden yaptıracaktır.

Kimi zaman da bazı tedarikçiler, çoğu sektörün OMT sistemlerine doğru kaydığını ve malzeme kontrolü konusunda daha başarılı olduklarını gördükçe, birim yük paketlemelerinde kendiliklerinden standardizasyona gidecekler veya müşteri tarafından gelecek olan standardizasyon isteklerini geri çeviremeyeceklerdir. Ayrıca, bu tip bir standardizasyon, siparişlerin daha hızlı hazırlanmasını sağlayacak ve gönderilen malların reddedilerek geri gönderilme ihtimallerini ortadan kaldıracaktır.

6.3 MÜŞTERİ GÖZÜYLE OMT SİSTEMİ

Bir tedarikçinin uyguladığı OMT sistemi, aşağıdaki özellikleri sağlayabildiği takdirde müşteriler için de yararlı bir sistem olacaktır. Bu özellikler :

- Geliştirilmiş kalite
- Daha iyi dağıtım
- Daha ucuza maletme

Üretimdeki akışı basitleştirmek amacıyla malzeme hareketleri üzerindeki kontrollerin daha sıkı hale getirilmesi sonucunda, yukarıda bahsedilen avantajlar ortaya çıkar.

Uygulamaya geçildiği zaman, OMT sistemlerinin de bazı dezavantajları olduğu görülecektir. Mesela, bir müşterinin standart dışı bir talebiyle karşılaşıldığı zaman, OMT sisteminin esnek olmayan yapısı müşteri talebinin karşılanması konusunda büyük bir engel olarak karşımıza çıkacaktır. Bu yüzden, OMT sisteminin tasarımı aşamasında, bu tip olası durumlar gözönüne alınarak, sistemin mümkün olduğunca esnek olarak kurulmasına çalışılmalıdır.

BÖLÜM 7

7. GELECEĞİN OTOMATİZE FABRİKALARI

Şu ana kadarki bölümlerimizde OMT kavramını inceledik. Özet olarak diyebiliriz ki:

- insansız çalışma
- otomatize esnek üretim
- otomatize (insansız) ambarlama

konularında mevcut bir potansiyel vardır.

Bununla beraber, bu amaç doğrultusunda çalışmaların sayısı çok azdır. Bunun sebepleri ise, sistemlerin içerisine kurulmaya çalışıldığı alanlarda aranmalıdır.

Yüksek güvenilirliğe sahip yazılımların üretilmesi çok pahalı bir işlemdir ve bu tip yazılımları ancak, çok değerli mamuller üreten firmalar satın alabilmektedir. Bu yüzden, havaalanlarında ve savunma endüstrisinde kullanılan sistemler, çok güvenilir sistemlerdir. Bu tip yazılımların gerçekleştirilmesinin temelinde ise güvenliğe ve performans arttırımına verilen aşıırı önemlidir. Ancak, bu tip endüstriler için geliştirilecek olan yazılımlar, aşırı derecede pahalı yazılımlardır.

Aşıırı baskı altında bulunan, sürekli yarış halindeki ve bahsettiğimiz tipteki bir yazılımı satın alacak finansa sahip olmayan, bir üretici elbette bu tip gelişmeleri gerçekleştiremez. Fakat, OMT yazılım sistemleri hiçbir zaman gerçekleştirilemez sistemler olarak düşünülmemelidir. Tersine sisteme getirilen kısıtlamaların temeli sistem tasarımının içerisinde aranmalıdır.

Sistem tasarımı konusunda, daha önceki bölümlerde bahsetmiştik. Gelecekteki sistemin maliyeti konusundaki en önemli gösterge unsuru, tasarımıdır. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi, farklı zaman periyodlarında üretim yapan, insansız sistemlerin kurulması olanaklıdır. Fakat bu ortaya çıkabilecek problemlerin, ortadan kaldırılması için yazılımın daha karışık hale gelmesine sebep olacaktır.

Bir örnek verecek olursak, sistemler içerisinde çalışan OKA'ların çoğu, hareket halindeyken kılavuz kabloyu kaybederse durmaya programlanır. İnsansız çalışan bir sistemde, bu tip bir olay tüm sistemi durduracaktır. Çünkü sistemde çalışmakta olan diğer OKA'lar durmak zorunda kalan OKA tarafından bloke edilir. Farklı periyotlarda, insansız olarak çalışması gereken bir sistemde, sistem bu tip hataları kendiliğinden düzeltebilmelidir. Bu tip bir hatanın kendiliğinden düzeltilmesi için OKA kaybettiği kılavuz kabloyu kendi kendine belirli bir mantık çerçevesinde aramalıdır. Fakat bu hiç de kolay bir işlem değildir. Bu tip problemlerin herbirine çözüm bulabilecek esneklikteki bir yazılım, çok pahalıya mal olacaktır. Peki alternatif nedir?

İngilteredeki araştırmalar, bir nevi kendi kendine karar verebilen program türü olan, Yapay Zeka (YZ) sistemleri geliştirmeye doğru kaymaya başlamıştır. Bu çalışmaların en önemli bölümlerinden birisi, karar verme anında, bir uzmanın davranışlarını taklit edebilecek sistem tasarımlarını gerçekleştirmektir. Bu yaklaşımda da halen sorunlarla karşılaşmaktadır. Bunun sebebi ise halen 'önsezi' olarak adlandırdığımız insan davranışlarının tanımlanamamasıdır. Bununla beraber, bilgisayar sistemlerinin problem çözme kabiliyetlerini arttırmak için geliştirilen bu yöntem, birçok kompleks sistemin performansını artırma olanakları sunmaktadır. Gelecekte bu yeni teknikler daha geniş kullanım alanı buldukça ve daha iyi anlaşıldıkça, yazılımların fiyatları da düşecektir.

Bu sistemlerin kullanılmasıyla birlikte tasarımcılık olayı, bir uzmandan problemle ilgili bilgilerin ve bunun çözülmesi için gerekli kuralların alınması ve bunların bir yazılıma dökülmesi şekline dönüşür. Böylece yazılım tasarımcısının sistem içerisindeki rolü, uygulamacı olmaktan daha çok, YZ sistemleri kuruculuğuna doğru kaymaya başlayacaktır.

Şu ana kadar gördük ki üretim ve dağıtım ortamında, daha fazla teknoloji kullanımı gerekli olmaktadır. Zaten günümüzde de OMT pazarı bu yöne doğru ilerlemektedir. Kurulmakta olan, otomatize ambarlama sistemlerinin sayısı, her geçen yıl daha da artmaktadır. Ama bu artış çok yavaştır. Günümüzdeki eğilim, toptan bir otomasyona geçişten çok, malzeme taşıma sistemlerinin kuruluşu yönündedir. Bunun en büyük göstergesi, Radyo Veri Terminalleri (RVT) sistemlerinin hızla artışıdır. Tamamen elle taşımanın yapıldığı bir sistemle karşılaştırıldığında, RVT sistemlerinin maliyet açısından da çok büyük kârlar sağlayabileceği görülebilir.

Peki gelecekte neler olacak? Yukarıda bahsedilen eğilimlere bakacak olursak gelişen veya gelişmekte olan teknoloji, OMT sistemlerinin gerektirdiği tüm ihtiyaçları karşılayabilecek kapasitededir. Yani demek istediğimiz şudur ki; bu tip OMT sistemlerinin kurulmasındaki en büyük problem, teknolojiden çok parasal kısıtlamalardır.

OMT sistemlerinin kurulmasıyla birlikte, işçilik maliyetleri düşmeye başladıktan sonra, sıra kullanılan elektronik aygıtların daha ucuza sağlanmasına gelecektir. Bu da RVT sistemlerinin kullanımını arttıracaktır ve toptan otomasyona geçiş için bir başlangıç olacaktır. Eğer tersine, işçilik maliyetleri artmaya başlarsa bu durumda sistem ve ekipmanların yerleri insanlarla değiştirilmeye başlanacaktır. Toptan otomasyona geçiş olayı ise suya düşecek ve OMT sistemleri işletme içinde sadece küçük uygulamalar şeklinde yer alacaktır.

Ekonomik şartlar gibi pazar kısıtları, endüstrilerin karar vermelerinde çok büyük etkiye sahiptirler. Müşterilerin satınalma maliyetlerinin düşürülmesi yolundaki istekleri, üretimi düşük maliyetli ürünler üretilmesi yolunda zorlayacak, böylece otomasyon seviyesi de gitgide artacaktır.

Şu ana kadar gördük ki; teknolojinin gelişmesiyle birlikte OMT sistemleri de bu gelişmelerin içerisinde yer alacaktır. Ancak, ne derece yaygın olarak kullanılacağı, birçok değişik faktöre bağlı kalacaktır.



BÖLÜM 8

8. MALZEME TAŞIMA SİSTEMİYLE İLGİLİ BİR SİMÜLASYON UYGULAMASI

8.1 İŞLETMENİN TANITIMI

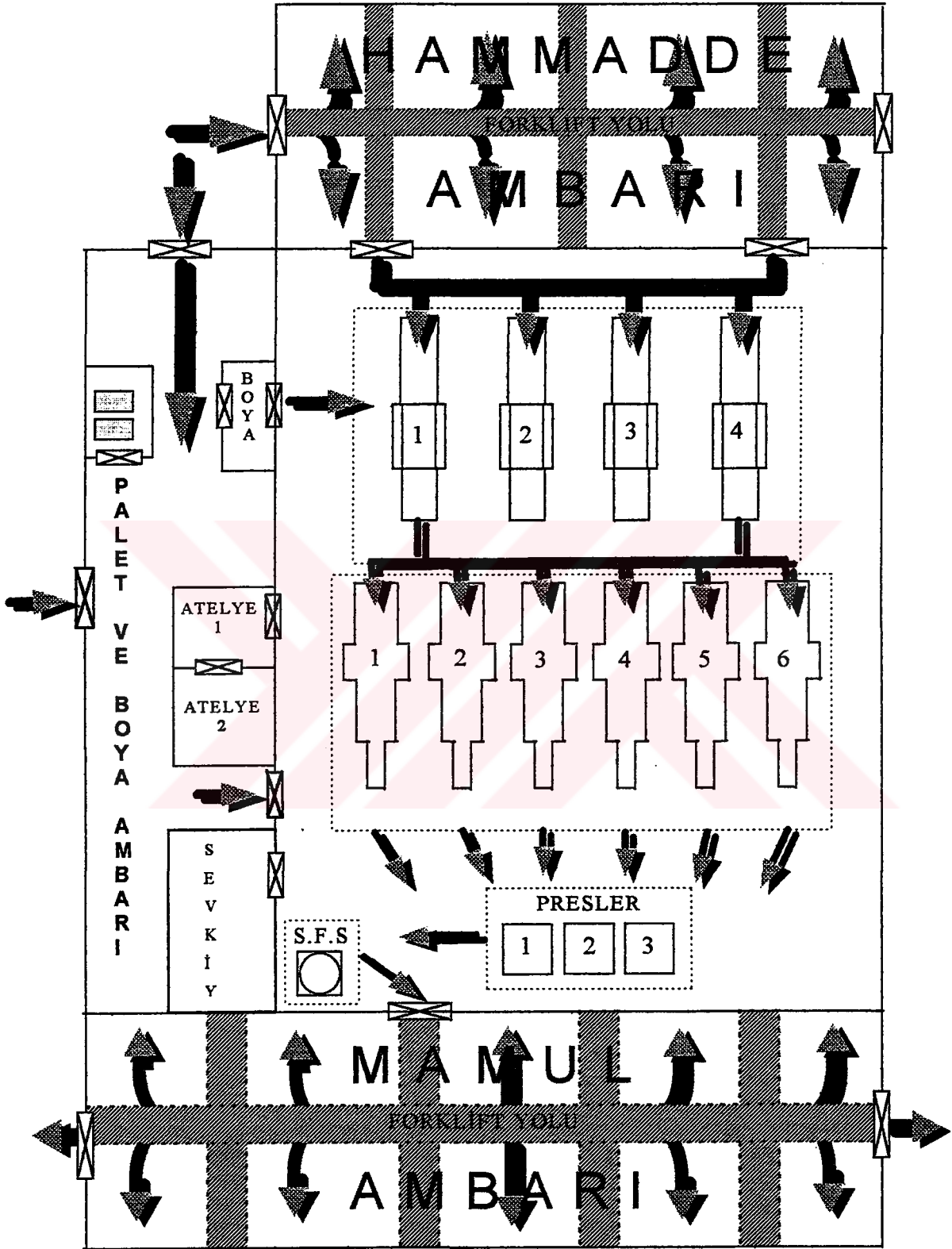
Çumra Kağıt San. A.Ş. günlük 1.5 milyon adetlik kağıt torba üretimi ile sektöründe önde gelen bir kuruluştur. 1982 yılında Konya’da Işıklar Holding’e bağlı olarak kurulan işletme, 325 kişilik personeliyle çimento, ilaç ve tarım sektörlerine hizmet vermektedir.

İşletmede 4 adet hortum, 6 adet ventil makinası, 3 adet pres ve 1 adet strech film sarma makinası bulunmaktadır. Ancak 6.Ventil nadiren özel imalatlarda kullanıldığı için uygulamada gözönüne alınmamıştır. Taşıma aracı olarak da 2 adet çatallı ve 1 adet kepçeli forklift kullanılmaktadır. İşletmenin yerleşim planı Şekil 8.1’de verilmiştir.

8.2 İŞLETMENİN ÜRETİM ÜNİTELERİNİN TANITIMI

8.2.1. Hortum Makinası

Hortum makinaları, kağıt torba yapımında asıl hammadde olarak kullanılan kağıtların, katlanarak boru haline getirilmesinde kullanılan, makinalardır. Bobin halinde sarılmış olan kağıtlar önce, kepçeli forklift yardımıyla mamul ambarından alınarak, hortum makinalarının önüne kadar taşınırlar. Daha sonra jeraskallar kullanılarak, makinalara yüklenirler. Makinanın ilk kısmı olan baskı bölümünde, torba üzerine müşteri firmayla ilgili reklam yazıları basılır. İkinci kısım olan kola bölümünde ise kağıdın iki ucu birbiri üzerine katlanarak kola ile yapıştırılır ve torbanın hava alması için iğneli merdaneler aracılığıyla delinir. Son bölüm olan koparma kısmında ise uzun şerit halindeki kağıt, torba boyutlarına göre koparılır.



Şekil 8.1 İşletme Yerleşim Planı ve Malzeme Akış Diyagramı

Belirli ebatlarda kopartılan bu kağıtlar 25'lik desteler halinde tekerlekli demir sehpa üzerine istiflenirler.

8.2.2 Ventil Makinası

Hortum haline getirilmiş olan kağıtlar, bu makinalarda dip yapılarak nihai torba haline getirilirler. Demir sehpa üzerine istiflenmiş olan hortumlar, yine desteler halinde makinanın rotasyon kısmına konulurlar. Burada vakumlar aracılığıyla tek tek emilen hortumlar, kayış konveyörler aracılığıyla iz yapıcılara kadar taşınırlar. İz yapıcılar, torba diplerinin katlanacağı yerleri ezerek katlarlar. Daha sonra kola kısmında, katlanan kenarlar yapıştırılırlar. Mamul haline gelen torbalar, 25 veya 30'luk desteler haline getirilirler. Bu desteler, paletler üzerine istiflenerek forkliftler aracılığıyla preslere taşınırlar.

8.2.3 Presler

Paletler üzerine istif edilmiş olan kağıt torbalar, içlerinde sıkışan sıcak ve nemli havadan dolayı kabarık durdukları için bağlanıp ambarlanmaları çok zordur. Bu sebeple paletler bağlanmadan önce, presler altında sıkıştırılırlar ve iki ayrı yönden çelik şeritlerle bağlanırlar. Preslenme işlemi tamamlanmış olan paletler, doğal şartlara karşı koruma amacıyla forkliftler yardımıyla strech film sarma makinasına taşınırlar.

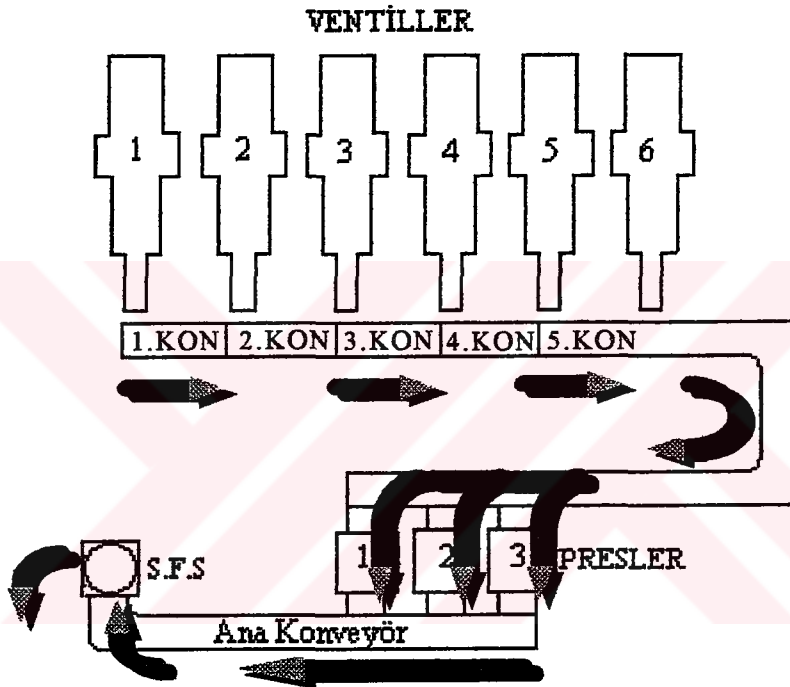
8.2.4 Strech Film Sarma Makinası

Paletlerin doğal şartlara karşı korunması amacıyla etraflarına ince naylon sarmaya yarayan makinadır. Preslenmiş olarak gelen paletler, bu makina üzerindeki, motor gücüyle dönen bir sehpa üzerine konulur. Daha sonra dikey vaziyette asılı olarak duran naylonun bir ucu palete sıkıştırılır ve palet dönmeye başlayınca naylon kendiliğinden paletin etrafına sarılır. Kaç kat naylon sarılacağı ise elle ayarlanan bir zaman sayacına bağlıdır.

8.3 UYGULAMA

8.3.1 Uygulamanın Amacı

Bu çalışmada, fabrikanın mevcut malzeme taşıma sistemi incelenip, yeni ve daha etkin bir sistem (Şekil 8.2) önerilmiştir. Yeni bir sistemin gerekliliği fikrinin ortaya çıkış sebebi ise aşağıdaki paragraflarda açıklanacaktır.



Şekil 8.2 Yeni Yerleşim Planı ve Malzeme Akış Diyagramı

Mevcut üretim sisteminin entegre bir yapı göstermemesi, işletme içi malzeme taşıma faaliyetlerinin sayısını arttırmaktadır. Bu da üretimdeki verimliliği doğrudan etkilemektedir.

Üretim yapısı incelendiğinde 3 tip malzeme taşıma taşıma faaliyeti gözlenmiştir:

1. Hammaddenin ambara taşınması
2. Üretim sürecinde yarımamullerin üretim birimleri arasında taşınması
3. Nihai mamulün ambara taşınması

Üretimde ilk göze çarpan problem, üretim birimleri arasında yarımamul stoklarının oluşmasıdır. Hemen hemen bütün üretim tiplerinde ortaya çıkan yarımamul stoklarının oluşmasındaki en önemli faktörlerden birisi, işletme içerisinde uygulanan MTS'lerdir. Uygulama amacıyla üzerinde çalışılan bu işletmede de aynı tip bir problem göze çarptığı için problemin çözümünde direkt olarak malzeme taşıma sistemi ele alınmıştır. Yeni bir otomatize sistemin uygulamaya konulması halinde, verimlilik ve kapasitede bir artış ve yarımamul stoğunda da bir azalma olup olmayacağı, gözlenilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla mevcut uygulanan ve yeni tasarlanan sistemlerin karşılaştırılması için etkin bir modelleme aracı olan bilgisayar simülasyonu kullanılmıştır.

8.3.2 Uygulamada Kullanılan Simülasyonu Dili (SIMAN)

Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan SIMAN-IV simülasyon dili kullanılmıştır. SIMAN dili kompleks sistemlerin modellenmesinde kullanılan genel amaçlı bir simülasyon analiz programıdır.

SIMAN dili, çoğunlukla üretim ile ilgili uygulamalarda kullanılmasına karşın bankacılık, bilgisayar, elektronik, gıda servisi, sağlık çalışmaları ve transportasyon gibi çok geniş bir sahayı kapsayan diğer endüstri kollarında da kullanılabilmektedir. Bu dilin bu kadar geniş bir kullanım sahasına sahip olmasının sebepleri ise;

- I. Veri giriş olanaklarının çeşitli olması
 - A. Otomatik veri girişi
 - B. Elle veri girişi
- II. Modelleme olanaklarının geniş olması
 - A. Kullanım kolaylığı
 - * Grafiksel kullanıcı ara bağlantısı
 - * İngilizce gramer yapısına uygunluk
 - * Anında yardım ve hata kontrolü

- B. Hazır yapıları içerisinde bulundurması
 - * Sürekli/Kesik olay tanımlayabilme
 - * Kendiliğinden rastgele değişken üretme
 - * Mantıksal yapıların tanımlanabilmesi
 - * Endüstriyel terminoloji kullanabilme imkanı
- C. Özel amaçlı yapılar
 - * Konveyörler
 - * Proses planları
 - * Kaynak tanımlama
 - * Kuyruk tanımlama
- III. İşletim sistemlerine uygunluğu
 - A. İşlem hızı
 - B. Model kapasitesi
 - C. İşlem anında müdahale
- IV. Çıktı olanaklarının çeşitliliği
 - A. İstatistiki veri toplama
 - B. Bağımsız replikasyon
 - C. Standart/Kişisel raporlar
 - D. İstatistiksel analiz
 - E. Grafik sunumu

gibi özelliklere sahip olmasıdır.

8.3.3 Model İçin Gerekli Verilerin Toplanması

Bir sistemin modellenebilmesi için öncelikle yapılması gereken çalışma, sistemin çalışması üzerinde etkili olacak faktörlerin belirlenmesi ve bunlarla ilgili verilerin toplanmasıdır. Burada bize gerekli olan veriler şunlardır;

- a) Ventillerden palet çıkış aralıkları (dk/palet)
- b) Pres işlem süreleri (dk/palet)

c) Strech film makinasındaki işlem süresi (dk/palet)

d) Mamul sevki için kamyon geliş aralıkları (saat)

e) Kamyon yükleme süresi (dk)

f) Forklift hızı (km/saat)

g) Konveyör hızları (km/saat)

Forklift ve konveyör hızları direkt kataloglarından alınarak kullanılabileceği için bunlarla ilgili ölçüm yapılmamıştır. Ancak, diğer makina işlem sürelerini bulabilmek amacıyla herbir makinayla ilgili 100'er adet gözlem yapılmış ve gözlenen işlem süreleri gruplandırılarak frekansları belirlenmiştir. Tablo 8.1, Tablo 8.2, Tablo 8.3 ve Tablo 8.4'te bu grup aralıkları ve bu aralıklara düşen frekanslar verilmiştir.

Tablo 8.1 Preslere Ait İşlem Süreleri

1.PRES	Frekans	2.PRES	Frekans	3.PRES	Frekans
11.00-11.36	11	11.00-11.38	8	12.00-12.48	5
11.37-11.72	9	11.39-11.76	8	12.49-12.96	7
11.73-12.08	8	11.77-12.14	17	12.97-13.44	10
12.09-12.44	12	12.15-12.52	9	13.45-13.92	12
12.45-12.80	12	12.53-12.90	16	13.93-14.40	8
12.81-13.16	10	12.91-13.28	12	14.41-14.88	20
13.17-13.52	11	13.29-13.66	11	14.89-15.36	14
13.53-13.88	12	13.67-14.04	8	15.37-15.84	8
13.89-14.24	12	14.05-14.42	9	15.85-16.32	14
14.25-14.60	3	14.43-14.80	2	16.33-16.80	2

Tablo 8.2 Ventillere Ait İşlem Süreleri

1. VENTİL	Frekans	2. VENTİL	Frekans	3. VENTİL	Frekans
2.40-2.58	2	2.70-2.78	5	1.80-2.00	3
2.59-2.76	3	2.79-2.86	8	2.01-2.20	2
2.77-2.94	12	2.87-2.94	11	2.21-2.40	11
2.95-3.12	13	2.95-3.02	23	2.41-2.60	20
3.13-3.30	22	3.03-3.10	24	2.61-2.80	14
3.31-3.48	21	3.11-3.18	14	2.81-3.00	21
3.49-3.66	16	3.19-3.26	10	3.01-3.20	17
3.67-3.84	5	3.27-3.34	4	3.21-3.40	5
3.85-4.02	4	3.35-3.42	0	3.41-3.60	3
4.03-4.20	2	3.43-3.50	1	3.61-3.80	4
4. VENTİL	Frekans	5. VENTİL	Frekans		
1.60-1.83	1	1.60-1.73	3		
1.84-2.06	4	1.74-1.86	6		
2.07-2.29	6	1.87-1.99	18		
2.30-2.52	17	2.00-2.12	25		
2.53-2.75	25	2.13-2.25	29		
2.76-2.98	17	2.26-2.38	11		
2.99-3.21	18	2.39-2.51	7		
3.22-3.44	5	2.52-2.64	0		
3.45-3.67	5	2.65-2.77	0		
3.68-3.90	2	2.78-2.90	1		

Tablo 8.3 Strech Film Makinasına Ait İşlem Süreleri

Frekans	STRECH FILM SARMA
14	0.00-1.20
35	1.21-2.40
20	2.41-3.60
16	3.61-4.80
8	4.81-6.00
2	6.01-7.20
4	7.21-8.40
0	8.41-9.60
0	9.61-10.80
1	10.81-12.00

Tablo 8.4 Kamyon Gelişleri Arasındaki Süre

Frekans	KAMYON GELİŞLERİ
1	63.00-68.60
3	68.61-74.20
6	74.21-79.80
18	79.81-85.40
29	85.41-91.00
10	91.01-96.60
17	96.61-10.22
10	10.23-10.78
5	10.79-11.34
1	11.35-11.90

8.3.4 Verilerin Testi Ve Dağılımların Belirlenmesi

Bir simülasyon çalışmasında, gerçek sistemdekine yakın çıktı değerleri alınabilmesi için programın mümkün olduğunca fazla döngüye girmesi gerekir (Örn. 10000 tekrar). Her döngüye girilişinde ise programın model kısmında tanımlanan değişkenler, gerçek sistemden ölçülerek elde edilen verileri kullanırlar. Ancak, ölçümleri yapılacak olan üretim ünitelerinin sayılarının, genelde fazla olması ve ölçümlerin çok uzun sürmesi sebebiyle yapılan ölçümlerin sayısı az olmakta ve bir simülasyon programı için yeterli olmamaktadır. Bu durumda ölçüm sayılarını arttırmak gerekir. Bu amaçla bilgisayara istenilen sayıda rastgele yeni değerler atırılarak bu sorun çözülür. Rastgele olarak atırılacak olan bu yeni değerlerin gerçek ölçüm değerlerine benzer olarak üretilebilmeleri için bilinen istatistiksel dağılımlardan birisine benzetilmeleri gerekir.

Bu çalışmamızda, toplanan ham verilerin hangi dağılıma uyduklarını test etmek için en çok kullanılan test yöntemlerinden, Chi-Square uygunluk testi kullanılmıştır. Elde edilen test sonuçları aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir.

Tablo 8.5 Pres 1.'in Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: PRES1.DAT

Min Data Value = 11.09

Max Data Value = 14.32

Sample Mean = 12.77

Sample Std Dev = 0.97

Distribution Function: Beta

SIMANUSAGE:11+3.64*BETA(1.22,1.29)

Sq Error = 0.00461

Chi Square Test:

No. of intervals = 8

Degrees of freedom = 5

Test Statistic = 1.57

Corresponding p-value = > 0.75

BEST FIT SUMMARY*Data File: PRES1.DAT*

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
Beta	0.00461
Uniform	0.0072
Normal	0.0136
Weibull	0.0166
Erlang	0.0203
Gamma	0.0207
Triangular	0.0268
Exponential	0.0304
Lognormal	0.0328

Tablo 8.6 Pres 2.'nin Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: PRES2.DAT

Min Data Value = 11.23

Max Data Value = 14.47

Sample Mean = 12.73

Sample Std Dev = 0.928

Distribution Function: Beta

SIMANUSAGE:11+3.8*BETA(1.44, 1.72)

Sq Error = 0.00634

Chi Square Test:

No. of intervals = 7

Degrees of freedom = 4

Test Statistic = 3.75

Corresponding p-value = 0.452

BEST FIT SUMMARY*Data File: PRES2.DAT*

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
Beta	0.00634
Weibull	0.0107
Normal	0.0112
Triangular	0.0136
Gamma	0.014
Erlang	0.0148
Uniform	0.0168
Lognormal	0.0224
Exponential	0.0386

Tablo 8.7 Pres 3.'ün Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: PRES3.DAT

Min Data Value = 12.02

Max Data Value = 16.33

Sample Mean = 14.45

Sample Std Dev = 11.17

Distribution Function: Beta

SIMANUSAGE:12+4.77*BETA(1.63, 1.55)

Sq Error = 0.0119

Chi Square Test:

No. of intervals = 8

Degrees of freedom = 5

Test Statistic = 6.84

Corresponding p-value = 0.238

BEST FIT SUMMARY*Data File: PRES3.DAT*

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
-----------------	-----------------

Beta	0.0119
-------------	---------------

Normal	0.015
--------	-------

Triangular	0.0151
------------	--------

Weibull	0.019
---------	-------

Uniform	0.0242
---------	--------

Gamma	0.0268
-------	--------

Erlang	0.03
--------	------

Lognormal	0.0421
-----------	--------

Exponential	0.0596
-------------	--------

Tablo 8.8 Strech Film Makinasının Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: STFLM.DAT

Min Data Value = 0.984

Max Data Value = 11.3

Sample Mean = 3

Sample Std Dev = 1.92

Distribution Function: Lognormal

SIMANUSAGE: LOGN(2.99, 1.94)

Sq Error = 0.00647

Chi Square Test:

No. of intervals = 5

Degrees of freedom = 2

Test Statistic = 3.67

Corresponding p-value = 0.177

BEST FIT SUMMARY*Data File: STFLM.DAT*

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
-----------------	-----------------

Lognormal	0.00647
------------------	----------------

Gamma	0.00715
-------	---------

Erlang	0.00744
--------	---------

Weibull	0.0101
---------	--------

Beta	0.0132
------	--------

Normal	0.0287
--------	--------

Triangular	0.0511
------------	--------

Exponential	0.0606
-------------	--------

Uniform	0.116
---------	-------

Tablo 8.9 Kamyon Geliş Aralıkları İle İlgili Gözlem Değerlerinin Uygunluk Testleri

Data File: KAMYON.DAT

Min Data Value = 63.1

Max Data Value = 119

Sample Mean = 91.4

Sample Std Dev = 10.2

Distribution Function: Weibull

SIMANUSAGE:63+WEIB(31.5, 2.88)

Sq Error = 0.0198

Chi Square Test:

No. of intervals = 6

Degrees of freedom = 3

Test Statistic = 11.4

Corresponding p-value = 0.

BEST FIT SUMMARY*Data File: KAMYON.DAT*

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
Weibull	0.0198
Triangular	0.0208
Normal	0.021
Beta	0.021
Erlang	0.0227
Gamma	0.0248
Lognormal	0.0515
Uniform	0.0726
Exponential	0.114

Tablo 8.10 Ventil 1.'in Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: VENTIL1.DAT

Min Data Value = 24.2

Max Data Value = 41.9

Sample Mean = 32.8

Sample Std Dev = 3.45

Distribution Function: Normal

SIMANUSAGE:NORM(32.8, 3.43)

Sq Error = 0.0035

Chi Square Test:

No. of intervals = 6

Degrees of freedom = 3

Test Statistic = 2.06

Corresponding p-value = 0.565

BEST FIT SUMMARY*Data File: VENTIL1.DAT*

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
Normal	0.0035
Weibull	0.00564
Beta	0.007
Triangular	0.00744
Erlang	0.0122
Gamma	0.0141
Lognormal	0.0281
Uniform	0.0552
Exponential	0.0937

Tablo 8.11 Ventil 2.'nin Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: VENTIL2.DAT

Min Data Value = 27

Max Data Value = 34.1

Sample Mean = 30.2

Sample Std Dev = 1.41

Distribution Function: Normal

SIMANUSAGE: NORM(30.2, 1.4)

Sq Error = 0.00381

Chi Square Test:

No. of intervals = 6

Degrees of freedom = 3

Test Statistic = 2.38

Corresponding p-value = 0.498

BEST FIT SUMMARY*Data File: VENTIL2.DAT*

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
-----------------	-----------------

Normal	0.00381
--------	---------

Beta	0.0088
------	--------

Weibull	0.00938
---------	---------

Triangular	0.0159
------------	--------

Gamma	0.0235
-------	--------

Erlang	0.0246
--------	--------

Lognormal	0.0464
-----------	--------

Uniform	0.0628
---------	--------

Exponential	0.0863
-------------	--------

Tablo 8.12 Ventil 3.'ün Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: VENTIL3.DAT

Min Data Value = 18.5

Max Data Value = 37.4

Sample Mean = 27.9

Sample Std Dev = 3.99

Distribution Function: Normal

SIMANUSAGE: NORM(27.9, 3.97)

Sq Error = 0.00917

Chi Square Test:

No. of intervals = 6

Degrees of freedom = 3

Test Statistic = 5.62

Corresponding p-value = 0.144

BEST FIT SUMMARY*Data File: VENTIL3.DAT*

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
-----------------	-----------------

Normal	0.00917
--------	---------

Weibull	0.00956
---------	---------

Beta	0.0119
------	--------

Erlang	0.0125
--------	--------

Triangular	0.0129
------------	--------

Gamma	0.0139
-------	--------

Lognormal	0.0228
-----------	--------

Uniform	0.051
---------	-------

Exponential	0.0882
-------------	--------

Tablo 8.13 Ventil 4.'ün Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: VENTIL4.DAT

Min Data Value = 16.9
 Max Data Value = 38.6
 Sample Mean = 27.5
 Sample Std Dev = 4.24
 Distribution Function: Normal
SIMANUSAGE: NORM(27.5, 4.22)
 Sq Error = 0.00646
Chi Square Test:
 No. of intervals = 6
 Degrees of freedom = 3
 Test Statistic = 3.19
 Corresponding p-value = 0.382

BEST FIT SUMMARY**Data File: VENTIL4.DAT**

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
Normal	0.00646
Weibull	0.00732
Beta	0.00986
Erlang	0.0105
Gamma	0.0109
Triangular	0.0124
Lognormal	0.0197
Uniform	0.0634
Exponential	0.105

Tablo 8.14 Ventil 5.'in Gözlem Değerleri Uygunluk Testi Sonuçları

Data File: VENTIL5.DAT

Min Data Value = 16.7
 Max Data Value = 29
 Sample Mean = 21.1
 Sample Std Dev = 1.97
 Distribution Function: Normal
SIMANUSAGE: NORM(21.1, 1.96)
 Sq Error = 0.005
Chi Square Test:
 No. of intervals = 4
 Degrees of freedom = 1
 Test Statistic = 3.03
 Corresponding p-value = 0.0857

BEST FIT SUMMARY**Data File: VENTIL5.DAT**

<u>Function</u>	<u>Sq Error</u>
Normal	0.005
Weibull	0.0079
Beta	0.00879
Gamma	0.0148
Erlang	0.0168
Lognormal	0.0262
Triangular	0.0413
Uniform	0.101
Exponential	0.123

Yukarıda verilen tabloların, *Best Fit Summary* (en uygun dağılım) kısmında koyu olarak yazılmış olan dağılımlar, yapılan ölçüm değerleri için bilgisayarın uydurduğu en uygun dağılımlardır. Yanlarındaki sayılar ise uygunluk hata oranlarını göstermektedir. Bu dağılımların model yapısı içerisinde hangi formatta kullanılacağı ise *Siman Usage* (siman'daki kullanım) kısmında gösterilmiştir.

8.3.5 Uygulama İçin Yazılan SIMAN Programları

Malzeme taşıma sistemi ile ilgili yapılan bu çalışmada, mevcut sistemi ve önerilen sistemi modelleyen iki ayrı SIMAN programı yazılmıştır. SIMAN programları model ve deneysel bölüm olmak üzere iki kısımdan oluşur. Sistem içerisindeki proses akış şekilleri, programların model bölümlerinde, gerekli olan sayısal veriler ise deneysel bölümlerde verilmiştir. Bu programların listeleri ve açıklamaları aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

8.3.5.1 Mevcut Sistem İçin SIMAN Model Çatısı

```

BEGIN;
  CREATE:      NORM(32.8,3.43):
                MARK(TIMEIN);
                ASSIGN: TYPE=1;
                1.VENTILDEN PALET
                ÇIKISI
                !1.VENTIL NUMARASI
                PALETE AKTARILIYOR

V1  STATION,    VENTIL1;
    QUEUE,      FORKLIFT1;
                1.VENTIL PALET
                KUYRUGU
    REQUEST:    FORK(SDS);
    DELAY:      0.15;
                FORKLIFT TALEBI
                PALET İCİN YUKLEME
                GECIKMESİ
    TRANSPORT:  FORK,PRES;
                PALET PRESLERE
                TASINIYOR

    CREATE:      NORM(30.2,1.4):
                MARK(TIMEIN);
                ASSIGN: TYPE=2;
                2. VENTILDEN PALET
                ÇIKISI
                !2.VENTIL NUMARASI
                PALETE AKTARILIYOR

V2  STATION,    VENTIL2;
    QUEUE,      FORKLIFT2;
                2.VENTIL PALET
                KUYRUGU
    REQUEST:    FORK(SDS);
    DELAY:      0.15;
                FORKLIFT TALEBI
                PALET İCİN YUKLEME
                GECIKMESİ
    TRANSPORT:  FORK,PRES;
                PALET PRESLERE
                TASINIYOR

```

	CREATE:	NORM(27.9,3.97): MARK(TIMEIN);	3.VENTILDEN PALET CIKISI
		ASSIGN: TYPE=3;	!3.VENTIL NUMARASI PALETE AKTARILIYOR
V3	STATION, QUEUE,	VENTIL3; FORKLIFT3;	3.VENTIL PALET KUYRUGU
	REQUEST: DELAY:	FORK(SDS); 0.15;	FORKLIFT TALEBI PALET ICIN YUKLEME GECIKMESI
	TRANSPORT:	FORK,PRES;	PALET PRESLERE TASINIYOR
	CREATE:	NORM(27.5,4.22): MARK(TIMEIN);	4.VENTILDEN PALET CIKISI
		ASSIGN: TYPE=4;	!4.VENTIL NUMARASI PALETE AKTARILIYOR
V4	STATION, QUEUE,	VENTIL4; FORKLIFT4;	4.VENTIL PALET KUYRUGU
	REQUEST: DELAY:	FORK(SDS); 0.15;	FORKLIFT TALEBI PALET ICIN YUKLEME GECIKMESI
	TRANSPORT:	FORK,PRES;	PALET PRESLERE TASINIYOR
	CREATE:	NORM(21.1,1.96): MARK(TIMEIN);	5.VENTILDEN PALET CIKISI
		ASSIGN: TYPE=5;	!5.VENTIL NUMARASI PALETE AKTARILIYOR
V5	STATION, QUEUE,	VENTIL5; FORKLIFT5;	5.VENTIL PALET KUYRUGU
	REQUEST: DELAY:	FORK(SDS); 0.15;	FORKLIFT TALEBI PALET ICIN YUKLEME GECIKMESI
	TRANSPORT:	FORK,PRES;	PALET PRESLERE TASINIYOR
PRES	STATION, DELAY:	PRES; 0.12;	FORKLIFT PALETİ BOSALTIYOR
	FREE:	FORK;	FORKLIFT SERBEST BIRAKILIYOR
	PICKQ,	SNQ: PR1: PR2: PR3;	!PRES KUYRUGU SECİMİ
PR1	QUEUE, SEIZE	PRES1; PRE1;;	!1.PRES ICIN KAYNAK OLUSTURMA
	DELAY: QUEUE,	11+3.64*BETA(1.22,1.29); PRES11;	PALET PRESLENİYOR PALET PRES ÜZERİNDE BEKLETİLİYOR
	REQUEST: DELAY	FORK(SDS); 0.69;	FORKLIFT TALEBİ PRESLENEN PALET İNDİRİLİP YENİSİ KONULUYOR
	RELEASE:	PRE1;	!1.PRES KAYNAGI BOSALTILIYOR

	TRANSPORT:	FORK,SF;	PALET STRECH FILM MAKINASINA TASINIYOR
PR2	QUEUE, SEIZE :	PRES2; PRE2;	!2.PRES ICIN KAYNAK OLUSTURMA PALET PRESLENIYOR PALET PRES UZERINDE BEKLETILİYOR FORKLIFT TALEBI PRESLENEN PALET INDIRILIP YENISI KONULUYOR
	DELAY: QUEUE,	11+3.8*BETA(1.44,1.72); PRES22;	!2.PRES KAYNAGI BOSALTILİYOR PALET STRECH FILM MAKINASINA TASINIYOR
	REQUEST: DELAY:	FORK(SDS); 0.69;	
	RELEASE:	PRE2;	
	TRANSPORT:	FORK,SF;	
PR3	QUEUE, SEIZE:	PRES3; PRE3;	!3.PRES ICIN KAYNAK OLUSTURMA PALET PRESLENIYOR PALET PRES UZERINDE BEKLETILİYOR FORKLIFT TALEBI PRESLENEN PALET INDIRILIP YENISI KONULUYOR
	DELAY: QUEUE,	12+4.77*BETA(1.63,1.55); PRES33;	!3.PRES KAYNAGI BOSALTILİYOR PALET STRECH FILM MAKINASINA TASINIYOR
	REQUEST: DELAY:	FORK(SDS); 0.69;	
	RELEASE:	PRE3;	
	TRANSPORT:	FORK,SF;	
SF	STATION, DELAY:	SF; 0.12;	PALET FORKLIFTTEN INDIRILİYOR FORKLIFT SERBEST BIRAKILİYOR
	FREE:	FORK;	
	QUEUE, SEIZE:	STFLM; SFS;	!STRECH FILM ICIN KAYNAK OLUSTURULUYOR PALET STRECH FILM ILE SARILİYOR PALET S.F. MAKINASINDA BEKLETILİYOR FORKLIFT TALEBI ESKI PALET INDIRILIP YENISI YUKLENIYOR !STRECH FILM KAYNAGI BOSALTILİYOR FORKLIFT SERBEST BIRAKILİYOR
	DELAY:	LOGN(2.39,1.94);	PALETIN SISTEM ICERISINDEKI GEZI ZAMANI KAYIDI
	QUEUE,	STFLM1;	
	REQUEST: DELAY:	FORK(SDS); 0.69;	
	RELEASE:	SFS;	
	FREE:	FORK;	
	TALLY:	FLOWTIME,INT(TIMEIN):	
	CREATE:	DISPOSE;	YUKLEME ICIN KAMYON GELISLERI
		ASSIGN:H=H+1;	!YUKLEME YAPACAK FORKLIFT NO.SUNUN BELIRLENMESI

	ASSIGN:FORK#=H;	!FORKLIFT NUMARASININ ATANMASI
LOAD DELAY:	63+WEIB(31.5,2.88);	KAMYON GELISLERI ARASINDAKI ZAMAN
HALT:	FORK(FORK#);	FORKLIFTIN YUKLEMEYE ALINMASI
DELAY:	NORM(60,4);	YUKLEME YAPILMASI
ACTIVATE:	FORK(FORK#);	
	NEXT(LOAD);	FORKLIFTIN TEKRAR SISTEM ICERISINE DONMESI
CREATE:		YUKLEME ICIN KAMYON GELISLERI
	ASSIGN: Y=Y+2;	!YUKLEME YAPACAK FORKLIFT NO.SUNUN BELIRLENMESI
	ASSIGN: FORK#=Y;	!FORKLIFT NUMARASININ ATANMASI
ARIZA DELAY:	NORM(71.5,4.88)	FORKLIFT ARIZASI VE MAZOT ALIS ARALIKLARI
HALT:	FORK(FORK#);	ARIZA VE/VEYA MAZOT ALIMI ICIN DURUS
DELAY:	NORM(60,4);	ARIZA GIDERILYOR VE/VEYA MAZOT DOLDURULUYOR
ACTIVATE:	FORK(FORK#);	
	NEXT(ARIZA);	FORKLIFTIN TEKRAR SISTEM ICERISINE DONMESI
END;		

Şekil 8.3 Mevcut Sistem İçin Model Çatısı

Yukarıda verilen mevcut sistemle ilgili model çatısında, türkçe olarak yazılmış olan bölümler program içerisindeki blokların hangi amaçla kullanıldıklarını açıklamaktadır. Bu türkçe açıklamalar SIMAN model programı hazırlarken editörden direkt olarak girilebilen bilgilerdir ve programcı ve/veya kullanıcı için sadece hatırlatma amacıyla dile dahil edilen kısımlardır.

8.3.5.2 Mevcut Sistem İçin SIMAN Deneysel Çatısı

BEGIN;	
PROJECT,	KAGIT FABRIKASI SIMULASYONU,
	NIDA CIVELEK,21/8/1995;
ATTRIBUTES:	TIMEIN:
	TYPE:
	FORK#:
	Y:
	H;
STATIONS:	VENTIL1:
	VENTIL2:
	VENTIL3:
	VENTIL4:

```

VENTIL5:
PRES:
SF;
QUEUES: FORKLIFT1:
          FORKLIFT2:
          FORKLIFT3:
          FORKLIFT4:
          FORKLIFT5:
          PRES1:
          PRES11:
          PRES2:
          PRES22:
          PRES3:
          PRES33:
          STFLM:
          STFLM1:
          YUKLEME;
RESOURCES: PRE1:
            PRE2:
            PRE3:
            SFS;
TRANSPORTERS: 1,FORK,2,1,55,1-A,2-A;
DISTANCES:    1, 1-7,
               4,      7,      10,      14,      8,      13/
               3,      7,      10,      7,      7,      17/
               4,      7,      7,      7,      8,      20/
               4,      4,      8,      9,      23/
               9,      27/
               8;
TALLIES:      FLOWTIME;
DSTATS:      NR(PRE1),1.PRESIN KULLANIMI:
              NR(PRE2),2.PRESIN KULLANIMI:
              NR(PRE3),3.PRESIN KULLANIMI:
              NR(SFS),STRECFILM KULLANIMI:
              NQ(FORKLIFT1),1.VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(FORKLIFT2),2.VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(FORKLIFT3),3.VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(FORKLIFT4),4.VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(FORKLIFT5),5.VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(PRES1),1.PRESİ BEKLEYEN:
              NQ(PRES2),2.PRESİ BEKLEYEN:
              NQ(PRES3),3.PRESİ BEKLEYEN:
              NQ(STFLM),STRECFILMI BEKLEYEN:
              NT(FORK), MESGUL OLAN FORKLIFT SAYISI;
REPLICATE,    1,0,20160;
END;

```

Şekil 8.4 Mevcut Sistem İçin Deneysel Çatı

SIMAN programlarındaki deneysel çatılarda, sadece model çatısında kullanılacak veriler bulunduğu için programların bu kısımları yazılırken editörde bu tip açıklamalara özel bir bölüm ayrılmamıştır. Deneysel çatıda kullanılan bloklar ise şunlardır;

- a) *Attributes*: Sistem içerisinde gezen birimlere atanan özelliklerin tanımlandığı bloktur
- b) *Stations*: Sistem içerisindeki iş istasyonlarının tanımlandığı bloktur
- c) *Queues*: Sistem içerisinde gezen birimlerin biriktiği kuyrukların tanımlandığı bloktur
- d) *Resources*: Gezen birimlerin işleme tabi tutulduğu kaynakların tanımlandığı bloktur
- e) *Transporters*: Sistem içerisinde taşıyıcı olarak kullanılan araçların tanımlandığı bloktur
- f) *Distances*: İstasyonlar arasındaki mesafelerin tablo halinde tanımlandığı bloktur
- g) *Tallies*: Gezen birimlerin sistem içerisindeki akış zamanlarını belirten bloktur
- h) *Dstats*: Sistemle ilgili istatistiki bilgilerin hesaplandığı bloktur
- i) *Replicate*: Simülasyon süresinin belirtildiği bloktur

SIMAN programının derlenip çalıştırılmasından sonra elde edilen rapor çıktısı ise tamamen deneysel çatıdaki Dstats bölümünde kaydedilen istatistiki bilgilerden oluşmaktadır.

8.3.5.3 Önerilen Sistem İçin SIMAN Model Çatısı

```

BEGIN;
  CREATE:      NORM(32.8,3.43):
                MARK(TIMEIN);      1.VENTILDEN PALET
                                     ÇIKIŞI
                                     !!1.VENTIL NUMARASI VE
  ASSIGN: TYPE=1:      PALET OLCUSU PALETE
        SIZE=2;        AKTARILIYOR
  VI  STATION,      VENTIL1;
      QUEUE,        CONVEYOR1;      1.VENTIL PALET
                                     KUYRUGU
  ACCESS:      CONV1,SIZE;      1.KONVEYORDEN PALET
                                     İÇİN HUCRE TALEBİ
  CONVEY:      CONV1,VENTIL2;    PALET 2.VENTILE
                                     TASINIYOR
  CREATE:      NORM(30.2,1.4):

```

		MARK(TIMEIN);	2.VENTILDEN PALET CIKISI
		ASSIGN: TYPE=2: SIZE=2;	!2.VENTIL NUMARASI VE PALET OLCUSU PALETE AKTARILIYOR
		NEXT(V2);	
	STATION, CIKIS1 EXIT:	VENTIL2; CONV1,SIZE;	PALET 1.KONVEYORDEN CIKIP 2.KONVEYOR KUYRUGUNA GIRIYOR
V2	STATION, QUEUE,	VENTIL21; CONVEYOR2;	2.VENTIL PALET KUYRUGU
	ACCESS:	CONV2,SIZE;	2.KONVEYORDEN PALET ICIN HUCRE TALEBI
	CONVEY:	CONV2,VENTIL3;	PALET 3.VENTILE TASINIYOR
	CREATE:	NORM(27.9,3.97): MARK(TIMEIN);	3.VENTILDEN PALET CIKISI
		ASSIGN: TYPE=3: SIZE=1;	!3.VENTILIN NUMARASI VE PALET OLCUSU PALETE AKTARILIYOR
		NEXT(V3);	
	STATION, CIKIS2 EXIT:	VENTIL3; CONV2,SIZE;	PALET 2.KONVEYORDEN CIKIP 3.KONVEYOR KUYRUGUNA GIRIYOR
V3	STATION, QUEUE,	VENTIL31; CONVEYOR3;	3.VENTIL PALET KUYRUGU
	ACCESS:	CONV3,SIZE;	3.KONVEYORDEN PALET ICIN HUCRE TALEBI
	CONVEY:	CONV3,VENTIL4;	PALET 4.VENTILE TASINIYOR
	CREATE:	NORM(27.5,4.22): MARK(TIMEIN);	4.VENTILDEN PALET CIKISI
		ASSIGN: TYPE=4: SIZE=1;	!4.VENTIL NUMARASI VE PALET OLCUSU PALETE AKTARILIYOR
		NEXT(V4);	
	STATION, CIKIS3 EXIT:	VENTIL4; CONV3,SIZE;	PALET 3.KONVEYORDEN CIKIP 4.KONVEYOR KUYRUGUNA GIRIYOR
V4	STATION, QUEUE,	VENTIL41; CONVEYOR4;	4.VENTIL PALET KUYRUGU
	ACCESS:	CONV4,SIZE;	4.KONVEYORDEN PALET ICIN HUCRE TALEBI
	CONVEY:	CONV4,VENTIL5;	PALET 5.VENTILE TASINIYOR
	CREATE:	NORM(21.1,1.96): MARK(TIMEIN);	5.VENTILDEN PALET CIKISI
		ASSIGN: TYPE=5: SIZE=1;	!5.VENTIL NUMARASI VE PALET OLCUSU PALETE AKTARILIYOR
		NEXT(V5);	

	STATION, CIKIS4 EXIT:	VENTIL5; CONV4,SIZE;	PALET 4.KONVEYORDEN CIKIP 5.VENTIL KUYRUGUNA GIRIYOR
V5	STATION, QUEUE,	VENTIL51; CONVEYOR5;	5.VENTIL PALET KUYRUGU
	ACCESS:	CONV5,SIZE;	5.KONVEYORDEN PALET ICIN HUCRE TALEBI
	CONVEY:	CONV5,PRESSEC;	PALET PRESLERE TASINIYOR
	SECIM STATION, EXIT:	PRESSEC; CONV5,SIZE;	PALET 5.KONVEYORDEN CIKIYOR
	PICKQ,	SNQ: PR1: PR2: PR3;	PRES KUYRUGU SECIMI
PR1	QUEUE, SEIZE:	PRES1; P1;	1.PRES PALET KUYRUGU !1.PRES ICIN PRES CI ATAMA
	DELAY: QUEUE,	11+3.64*BETA(1.22,1.29); SON1;	PALET PRESLENIYOR PALET PRES UZERINDE BEKLETILIYOR
	ACCESS:	MAIN,SIZE;	ANA KONVEYORDEN
	RELEASE:	P1;	PALET ICIN HUCRE TALEBI !PRES CI SERBEST
	CONVEY:	MAIN,STFILM;	BIRAKILIYOR PALET STRECH FILM MAKINASINA TASINIYOR
PR2	QUEUE, SEIZE:	PRES2; P2;	2.PRES PALET KUYRUGU !2.PRES ICIN PRES CI ATAMA
	DELAY: QUEUE,	11+3.8*BETA(1.44,1.72); SON2;	PALET PRESLENIYOR PALET PRES UZERINDE BEKLETILIYOR
	ACCESS:	MAIN,SIZE;	ANA KONVEYORDEN
	RELEASE:	P2;	PALET ICIN HUCRE TALEBI !PRES CI SERBEST
	CONVEY:	MAIN,STFILM	BIRAKILIYOR PALET STRECH FILM MAKINASINA TASINIYOR
PR3	QUEUE, SEIZE:	PRES3; P3;	3.PRES PALET KUYRUGU !3.PRES ICIN PRES CI ATANIYOR
	DELAY: QUEUE,	12+4.77*BETA(1.63,1.55); SON3	PALET PRESLENIYOR PALET PRES UZERINDE BEKLETILIYOR
	ACCESS:	MAIN,SIZE;	ANA KONVEYORDEN
	RELEASE:	P3;	PALET ICIN HUCRE TALEBI !PRES CI SERBEST
	CONVEY:	MAIN,STFILM;	BIRAKILIYOR STRECH FILM MAKINASINA TASINIYOR
	STATION, QUEUE,	STFILM; STFLM,5;	STRECH FILM MAKINASI PALET KUYRUGU
	SEIZE:	SFS;	!MAKINA ICIN ISCI ATANIYOR

DELAY:	LOGN(2.39,1.94);	PALET AMBALAJLANIYOR
RELEASE:	SFS;	!!SCI SERBEST
		BIRAKILIYOR
EXIT:	MAIN,SIZE;	PALET ANA
		KONVEYORDEN ÇIKIP
		AMBARA GONDERILIYOR
TALLY:	FLOWTIME,INT(TIMEIN):	PALETIN SİSTEM
		İÇERİSİNDEKİ GEZİ
		ZAMANI KAYDEDİLİYOR
	DISPOSE;	
END;		

Şekil 8.5 Önerilen Sistem İçin Model Çatısı

8.3.5.4 Önerilen Sistem İçin SIMAN Deneyisel Çatısı

```

BEGIN;
PROJECT,      KAGIT FABRİKASI SIMULASYONU,
              NIDA CİVELEK,21/8/1995;
ATTRIBUTES:  TIMEIN:
              SIZE:
              TYPE;
STATIONS:    VENTIL1:
              VENTIL2:
              VENTIL21:
              VENTIL3:
              VENTIL31:
              VENTIL4:
              VENTIL41:
              VENTIL5:
              VENTIL51:
              PRESSEC:
              STFILM;
QUEUES:      CONVEYOR1:
              CONVEYOR2:
              CONVEYOR3:
              CONVEYOR4:
              CONVEYOR5:
              PRES1:
              SON1:
              PRES2:
              SON2:
              PRES3:
              SON3:
              STFLM;
RESOURCES:   P1:
              P2:
              P3:
              SFS;
CONVEYORS:   1,CONV1,1,15,,,2,ACCUMULATING,SIZE:
              2,CONV2,2,15,,,2,ACCUMULATING,SIZE:
              3,CONV3,3,15,,,2,ACCUMULATING,SIZE:
              4,CONV4,4,15,,,2,ACCUMULATING,SIZE:
              5,CONV5,5,15,,,2,ACCUMULATING,SIZE:

```

```

TALLIES:      6,MAIN,6,15,,,2,ACCUMULATING,SIZE;
DSTATS:      FLOWTIME;
              NR(P1),1.PRESIN KULLANIMI:
              NR(P2),2.PRESIN KULLANIMI:
              NR(P3),3.PRESIN KULLANIMI:
              NR(SFS),STRECFILM KULLANIMI:
              NEC(CONV1),1.KONVEYOR KULLANIMI:
              NEC(CONV2),2.KONVEYOR KULLANIMI:
              NEC(CONV3),3.KONVEYOR KULLANIMI:
              NEC(CONV4),4.KONVEYOR KULLANIMI:
              NEC(CONV5),5.KONVEYOR KULLANIMI:
              NEC(MAIN),ANA KONVEYOR KULLANIMI:
              NEA(MAIN),ANA KONVEYOR UZERINDEKI B~R~KME:
              NQ(CONVEYOR1),1. VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(CONVEYOR2),2. VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(CONVEYOR3),3. VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(CONVEYOR4),4. VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(CONVEYOR5),5. VENTILDE BEKLEYEN:
              NQ(PRES1),1.PRESI BEKLEYEN:
              NQ(PRES2),2.PRESI BEKLEYEN:
              NQ(PRES3),3.PRESI BEKLEYEN:
              NQ(STFLM),STRECFILMI BEKLEYEN;
SEGMENTS:    1,VENTIL1,VENTIL2-4:
              2,VENTIL21,VENTIL3-3:
              3,VENTIL31,VENTIL4-4:
              4,VENTIL41,VENTIL5-4:
              5,VENTIL51,PRESSEC-20:
              6,PRESSEC,STFILM-25;
REPLICATE,   1,0,20160;
END;

```

Şekil 8.6 Önerilen Sistem İçin Deneysel Çatı

Yukarıda verilen deneysel çatıda, önceki sisteminkinden farklı olarak iki yeni blok daha eklenmiştir. Bu yeni eklenen bloklar şunlardır;

- a) *Conveyors*: Sistem içerisinde kullanılan konveyörlerin sıralaması, hızları, türleri ve palet kapasiteleri ile ilgili bilgilerin tanımlandığı bloktur.
- b) *Segments*: Konveyörlerin hangi bölümler arasında yol aldıkları ve uzunluklarının tanımlandığı bloktur.

Bu yeni önerilen sistemde forkliftlerin kullanılmaması sebebiyle Transporters ve Distances blokları kullanılmamıştır.

8.3.6 Programların Çıktıları

Tüm simülasyon uygulamalarında, yazılan programların çalıştırılmalarından sonra -analizlerde kullanılmak amacıyla- istatistiki

verileri içeren özet bir rapor görüntülenir. Bu özet raporlar üç kısımdan oluşur. Bu kısımlar;

I. *Program Hakkında Genel Bilgiler*

- A. *Proje İsmi*: Programın bilgisayarda kayıtlı olduğu isim
- B. *Programcı İsmi*: Programı hazırlayan kişinin ismi
- C. *Programın Çalıştırıldığı Tarih*: Raporun düzenlendiği tarih
- D. *Programın Son Revizyon Tarihi*: Program üzerinde son değişikliklerin yapıldığı tarih

II. *Skor Değişkenleri*

- A. *Ortalama*: Gezen birimlerin sistem içerisinde geçirdiği sürelerin ortalamaları
- B. *Sapma*: Ortalama gezi süresindeki sapma
- C. *Minimum*: Simülasyon boyunca sistemi en kısa sürede terkeden gezen birimin sistem içerisinde geçirdiği süre
- D. *Maksimum*: Simülasyon boyunca sistemi en uzun sürede terkeden gezen birimin sistem içerisinde geçirdiği süre
- E. *Gözlemler*: Simülasyon boyunca sistemden çıkan gezen birim sayısı

III. *Kesikli Süreç Değişkenleri*

- A. *Belirteç*: İstatistiki ölçümleri yapılan değişkenlerin belirteçleri (Örn: Sistem kuyruklarından birinin ismi)
- B. *Ortalama*: İstatistiki ölçümlerin ortalaması (Örn: Kuyrukta bekleme süreleri toplamı/toplam kuyrukta bekleyen birim sayısı)
- C. *Sapma*: Ortalama ölçüm zamanlarındaki sapma
- D. *Minimum*: İstatistiki ölçümlerdeki minimum değer (Örn: Simülasyon boyunca ilgili kuyrukta oluşan minimum uzunluk)
- E. *Maksimum*: İstatistiki ölçümlerdeki maksimum değer (Örn: Simülasyon boyunca ilgili kuyrukta oluşan maksimum uzunluk)

- F. *Son Değer:* Simülasyonun bittiği andaki gözlenen değişken değeri (Örn: Simülasyonun bitiş anındaki kuyruk uzunluğu)
- G. *Çalışma Süresi:* Simülasyonun başlangıcıyla bitiş arasında geçen gerçek süre (--dk.,--sn.)

Tablo 8.15 Mevcut Sistemin Simülasyonu İle İlgili Özet Rapor

SIMAN IV - License #9250491
GINTIC Institute of CIM

Summary for Replication 1 of 1

Project: KAGIT FABRIKASI SIMULASYONU Run execution date : 21/8/1995
Analyst: NIDA CIVELEK Model revision date: 15/7/1995

Replication ended at time : 20160.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Observations
FLOWTIME	423.81	.37711	16.016	676.36	3619

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Final Value
1.PRESIN KULLANIMI	.99990	.01003	.00000	1.0000	1.0000
2.PRESIN KULLANIMI	.99648	.05942	.00000	1.0000	1.0000
3.PRESIN KULLANIMI	.99600	.06338	.00000	1.0000	1.0000
STRECFILM KULLANIMI	.70674	.64417	.00000	1.0000	1.0000
1.VENTILDE BEKLEYEN	.14023	2.7870	.00000	2.0000	.00000
2.VENTILDE BEKLEYEN	.15518	2.7569	.00000	3.0000	.00000
3.VENTILDE BEKLEYEN	.17828	2.6410	.00000	3.0000	.00000
4.VENTILDE BEKLEYEN	.18552	2.5922	.00000	3.0000	.00000
5.VENTILDE BEKLEYEN	.27560	2.3646	.00000	4.0000	.00000
1.PRESİ BEKLEYEN	24.252	.40320	.00000	37.000	24.000
2.PRESİ BEKLEYEN	23.888	.41026	.00000	37.000	23.000
3.PRESİ BEKLEYEN	23.616	.41380	.00000	36.000	23.000
STRECFILMI BEKLEYEN	.41200	1.7737	.00000	7.0000	5.0000
MESGUL OLAN FORKLIFT	.44645	1.2480	.00000	2.0000	.00000

Run Time: 0 min(s) 15 sec(s)
Simulation run complete.

Tablo 8.16 Önerilen Sistemin Simülasyonu İle İlgili Özet Rapor

SIMAN IV - License #9250491
GINTIC Institute of CIM

Summary for Replication 1 of 1

Project: KAGIT FABRIKASI SIMULASYONU Run execution date : 21/8/1995
Analyst: NIDA CIVELEK Model revision date: 21/7/1995

Replication ended at time : 20160.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Observations
------------	---------	-----------	---------	---------	--------------

FLOWTIME	21.743	.19712	14.956	42.388	3704
----------	--------	--------	--------	--------	------

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Final Value
------------	---------	-----------	---------	---------	-------------

1.PRESIN KULLANIMI	.93880	.25533	.00000	1.0000	1.0000
2.PRESIN KULLANIMI	.79501	.50778	.00000	1.0000	1.0000
3.PRESIN KULLANIMI	.69802	.65774	.00000	1.0000	1.0000
STRECFILM KULLANIMI	.43849	1.1316	.00000	1.0000	1.0000
1.KONVEYOR KULLANIMI	.00812	11.049	.00000	1.0000	.00000
2.KONVEYOR KULLANIMI	.01272	8.8249	.00000	2.0000	.00000
3.KONVEYOR KULLANIMI	.02666	6.0787	.00000	2.0000	.00000
4.KONVEYOR KULLANIMI	.03636	5.1971	.00000	2.0000	.00000
5.KONVEYOR KULLANIMI	.24531	1.9412	.00000	5.0000	.00000
ANA KONVEYOR KULLANIMI	.30638	1.6772	.00000	4.0000	.00000
ANA KONVEYOR UZERINDEKI	.55238	1.2788	.00000	4.0000	2.0000
1.VENTILDE BEKLEYEN	.00000	--	.00000	1.0000	.00000
2.VENTILDE BEKLEYEN	.17463E-04	239.30	.00000	1.0000	.00000
3.VENTILDE BEKLEYEN	.63149E-04	125.84	.00000	1.0000	.00000
4.VENTILDE BEKLEYEN	.73799E-04	116.40	.00000	1.0000	.00000
5.VENTILDE BEKLEYEN	.98786E-03	31.801	.00000	1.0000	.00000
1.PRESI BEKLEYEN	.31269	1.4826	.00000	1.0000	.00000
2.PRESI BEKLEYEN	.06182	3.8955	.00000	1.0000	.00000
3.PRESI BEKLEYEN	.00211	21.734	.00000	1.0000	.00000
STRECFILMI BEKLEYEN	.00000	--	.00000	.00000	.00000

Run Time: 0 min(s) 25 sec(s)
Simulation run complete.

Tablo 8.15 ve Tablo 8.16'da mevcut ve önerilen sistemlerle ilgili yapılan simülasyon çalışmalarının özet raporları verilmiştir. Her iki simülasyon programı da iki haftalık bir süreyi (20160 dk.) simüle edecek şekilde çalıştırılmış ve yukarıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçların yorumu aşağıdaki alt bölümde yapılacaktır.

8.3.7 Elde Edilen Çıktıların Değerlendirilmesi

Kağıt fabrikası problemiyle ilgili yapılacak olan analizde bizim için en önemli olan noktalardan birisi simülasyon süresi sonunda, sistemi terkeden toplam gezen birim sayısı, yani ambarlanan palet sayısıdır. İkinci önemli nokta ise makinalar önünde oluşan kuyrukların uzunluğudur. Ayrıca analizde gözönüne alınabilecek bir diğer husus makinaların veya taşıma araçlarının kapasite kullanım oranlarıdır. Şimdi her iki sistemi de bu üç faktöre göre ayrı ayrı değerlendirelim.

8.3.7.1 Gezen Birimler

Mevcut sistemle ilgili özet rapora baktığımızda, 2 haftalık bir simülasyon süresi (20160 dk.) sonunda, sistemi terkeden gezen birim sayısı 3619'dur. Yeni önerilen sistemde ise bu rakam 85 paletlik bir artışla, 3704'e çıkmıştır.

Bu kısımda dikkate değer diğer bir nokta paletlerin sistemi ortalama terketme süreleridir. Mevcut sistemdeki minimum çıkış süresi 16.016 dk. iken, önerilen sistemde bu süre 14.956'dır. Maksimum çıkış süreleri ise mevcut sistemde 676.36 dk.; önerilen sistemde 42.388 dk.'dır. İlk bakışta minimum çıkış süreleri arasında çok büyük bir fark görülmezken, maksimum çıkış sürelerini karşılaştırdığımızda, aradaki farkın çok büyük olduğunu görürüz. Bu da mevcut sistemin minimum ve maksimum çıkış süreleri arasındaki değişim aralığının, önerilen sisteminkine göre daha büyük olduğunu ortaya koyar. Buna bağlı olarak ortalama çıkış süreleri

arasında da büyük fark gözlenmektedir. Değişim aralığındaki bu büyük fark sistemin tutarlı olmadığını gösterir.

8.3.7.2 Kuyruklar

İki sistemin karşılaştırılmasındaki ikinci ölçütümüz, üretim üniteleri önünde oluşan kuyruklardır. Aşağıdaki tablo, her iki sistemde ortak olarak bulunan kuyrukların düzenlenmesiyle oluşturulmuştur. Bu tabloda *ortalama* olarak isimlendirilen kolonlarda, simülasyon boyunca birim zamanlarda gözlenen kuyruk uzunluklarının ortalamaları verilmiştir. Bu ortalama uzunluklar şu formül yardımıyla hesaplanabilir:

$$\text{Ortalama Kuyruk Uzunluğu} = \frac{\sum_{i=0}^{T_s} f_i \cdot L_{q_i}}{T_s}$$

i : Birim Zaman
 T_s : Simülasyon Süresi
 f_i : Gözlem Frekansları
 L_{q_i} : Kuyruk Uzunluğu

Max. olarak isimlendirilen kolonlarda bu gözlemler boyunca oluşan maksimum kuyruk uzunlukları verilmiştir. Performanslar arasındaki farklar % olarak hesaplanıp son kolonda verilmiştir.

Tablo 8.17 Karşılaştırmalı Kuyruk Tablosu

Kuyruk İsimleri	Mevcut Sistem		Önerilen Sistem		Fark (%)
	Ortalama	Max	Ortalama	Max	
1.Ventil	.14023	2	.00000	1	100
2.Ventil	.15518	3	.17463E-04	1	99.98
3.Ventil	.17828	3	.63149E-04	1	99.97
4.Ventil	.18552	3	.73799E-04	1	99.99
5.Ventil	.27560	4	.98786E-03	1	99.64
1.Pres	24.252	37	.31269	1	98.71
2.Pres	23.888	37	.06182	1	97.41
3.Pres	23.616	36	.00211	1	99.99
Strech Film	.41200	7	.00000	0	100

Performanslar arasındaki farklara bakıldığı zaman %100'lere varan artışlar olduğu açıkça görülmektedir. Örneğin eskiden 3.Pres'in önünde oluşan kuyruk oranı 23.616 iken şimdi bu oran 0.00211'e düşmüştür. Bu sonuca göre, 3.Pres'in önünde hemen hemen hiç kuyruk oluşmamıştır diyebiliriz. Zaten simülasyon süresince, yeni önerilen sistemde ya hiç kuyruk oluşmadığı (Örn. Strech Film makinası) ya da en fazla 1 paletlik kuyruklar oluştuğu görülmektedir. Böylece daha önce belirttiğimiz kuyruk uzunluklarının minimuma indirilmesindeki amacımıza ulaşmış olduğumuzu söyleyebiliriz.

8.3.7.3 Kullanım Oranları

Burada kullanım oranından kasıt, simülasyon boyunca makinaların fiilen kullanıldıkları sürelerin, toplam simülasyon süresine oranlarıdır. Presler, stretch film sarma makinası ve forkliftlerde maksimum kullanım olarak belirtilen değerler, bu üretim ünitelerinden maksimum kaç tanesinin kullanıldığını gösterir. Konveyörlerde ise durum biraz farklıdır. Burada maksimum olarak ifade edilen değerler konveyörler üzerinde biriken palet sayılarını belirtmektedir.

Tablo 8.18 Karşılaştırmalı Kullanım Oranları Tablosu

Kaynak İsimleri	Mevcut Sistem		Önerilen Sistem		Fark (%)
	Ortalama	Max.	Ortalama	Max.	
1.Pres	.99990	1.0000	.93880	1.0000	6.11
2.Pres	.99648	1.0000	.79501	1.0000	20.22
3.Pres	.99600	1.0000	.69802	1.0000	29.92
Stretch Film	.70674	1.0000	.43849	1.0000	37.96
Mesgul Olan Forklift	.44645	2.0000	-	-	-
1.Konveyör	-	-	.00812	1.0000	-
2.Konveyör	-	-	.01272	2.0000	-
3.Konveyör	-	-	.02666	2.0000	-
4.Konveyör	-	-	.03636	2.0000	-
5.Konveyör	-	-	.24531	5.0000	-
Ana Konveyör	-	-	.30638	4.0000	-

Yukarıdaki tabloya bakıldığı zaman mevcut sistemde her üç presinde %99'luk kullanım oranlarına sahip oldukları görülmektedir, yani tüm simülasyon süresi boyunca presler ya sürekli olarak çalışmışlar veya çalışmasalar dahi üzerlerinde sürekli bir palet bulunmuştur. Halbuki yeni sistemde bu kullanım oranlarında azalmalar sağlanmıştır. Özellikle 2. ve 3. Preslerde bu azalmalar %20-30'lar seviyesinde olmuştur.

Forkliftlerin kullanım oranlarını incelemeden önce şöyle bir varsayım yapmamız gerekir: Sürekli kuyrukların oluştuğu ve bu kuyrukların hiçbir zaman 0'lanmadığı bir sistemde taşıma aracı olarak kullanılan forkliftlerin boş kalmaları hemen hemen hiç mümkün değildir. Bu varsayımdan yola çıkarak, forkliftlerin tüm simülasyon boyunca ancak %45'lik bir süreyi işletme içerisinde diğer kalan %55'lik süreyi ise ya ambarda ya da bakım kısmında geçirdiğini söyleyebiliriz. Forkliftlerin çalışma zamanlarının tamamını işletme içerisinde geçirmemeleri sebebiyle daha önce bahsedilen kuyruklar oluşmaktadır.

SONUÇLAR

Uygulamaya konu olan Kağıt Fabrikası problemi ilk kez incelendiğinde presler önünde oluşan uzun kuyruklarla ilgili ilk akla gelebilecek sebep, pres adetlerinin ventiller için yetersiz olabileceğidir. Ancak kabaca yapılacak bir hesaplama bile bunun doğru olmadığı kolayca görülebilir. Mesela eldeki ham verilere dayanarak işletmenin bir günlük üretimini hesaplayalım:

Ventillerin ortalama olarak $(33+30+28+27+21)/5 \approx 28$ dk.'da bir palet çıkarttıklarını, preslerin de $(11+11+12)/3 \approx 11$ dk.'da işlemlerini tamamladıklarını varsayarsak bir gün boyunca ventillerden çıkacak olan palet sayısı $(24*60)/28*5 \approx 257$, preslerin işleyebileceği palet sayısı $(24*60)/11*3 \approx 392$ olacaktır.

Preslerle ventillerin üretim kapasiteleri arasındaki bu %52'lik fark pres sayısının ventiller için yeterli olduğunu gösterir. Zaten yapılan simülasyon çalışmalarından elde edilen bulgular da presler önünde oluşan kuyrukların tek sebebinin malzeme taşıma sistemindeki aksaklık olduğunu kanıtlamıştır.

Yukarıdaki alt bölümlerde, bu aksaklığın yeni önerilen otomatize bir sistemle ortadan kaldırılabilirliğini deneysel olarak göstermiştik. Yeni önerilen sistemin getireceği diğer avantajları ise şöyle sıralayabiliriz:

1. Konveyör kullanımı sayesinde her makineye kendine ait bir taşıyıcı (konveyör) atanarak taşıyıcı sıkıntısı ortadan kaldırılacaktır
2. Herhangi bir taşıyıcı talebi durumunda talepler hemen karşılanabilecektir
3. Üretim üniteleriyle konveyörler arasındaki iletişimde, elektronik araçlar kullanılması sebebiyle iletişimin hızlı, düzenli ve hatasız olması sağlanacak, bunun sonucu olarak da üretimdeki verimlilik artacaktır

4. Forkliftlerin taşıma işlemini bitirdikten sonra ikinci bir görev için geri dönerken yaptıkları boş taşıma işlemleri elimine edilip, malzeme akışında tek yönlülük ve süreklilik sağlanacaktır
5. Makina kullanım kapasiteleri artacaktır
6. Ara mamul stokları yok olacaktır
7. Taşımada, karar verici ve uygulayıcı olan insan faktörünün etkisi minimuma indirgenecektir
8. Makinaların yüklenme ve boşaltılmalarındaki verimsiz hareketler ve zamanlar tamamen ortadan kalkacaktır
9. Konveyörler forkliftler gibi sürekli çalışmayıp sadece komut geldiği zamanlar aktif hale geldikleri için enerji sarfiyatı azalacaktır
10. Konveyörlerde, sıvı yakıtlara göre daha ucuz olan elektrik enerjisi kullanılması sebebiyle enerji maliyetleri düşecek ve temiz enerji kullanımı sağlanacaktır
11. Paletlerin taşınması esnasında meydana gelebilen devrilme, çarpma gibi istenmeyen durumlar engellenecektir
12. Sistemin otomatize hale getirilmesiyle bileşenlerin durum kontrolleri ve performans değerlendirmeleri basitleşecektir
13. Genel performansa etki eden faktörler minimuma indirgenip daha belirgin ve kolay ölçülebilir hale gelecektir
14. Eğer gelecekte otomatik bir ambarlama sistemine geçilecek olursa yeni kurulacak bu sistemle entegrasyonun sağlanması çok kolay olacaktır

KAYNAKLAR

1. Anonymous, *Distribution Warehousing: Rapid Handling Is The Key*, Modern Materials Handling, Vol: 49, May 1994, Pages: 25-28.
2. Apple, J.M., *Material Handling System Design*, New York: John Wiley and Sons, 1972.
3. Barker T., *Essentials of Materials Management*, 1989.
4. Bozer Y. And Srinivasan M. Mandyam, *Tandem Configurations for AGV Systems Offer Simplicity And Flexibility*, Industrial Engineering, Vol:21, February 1989.
5. Durmuşoğlu M. Bülent, Sümen H. Halefşan, *Esnek Üretimde Hücreler Ve Malzeme Taşıma Sistemlerinin Benzetim İle Eş Zamanlı Ve Anında Çizelgelenmesi*, Benzetimde İlerlemeler '92 Sempozyumu Bildirisi.
6. Eastman, R. M., *Materials Handling*, Marcel Dekker Inc, 1987.
7. Egbelu P.J., Tanchoco M. A., *Characterisation Of Automatic Guided Dispatching Rules*, International Journal Of Production Research, Vol:22, 1984, Pages: 359-374.
8. Hammond Gary C., *AGVS At Work*, 1986.
9. Knill, Bernie, *Automatic Data Collection*, Material Handling Engineering, Vol:47, August 1992, Pages: 21-26.
10. Law A. M., Kelton D.W., *Simulation Modelling and Analysis*, New York: McGraw Hill, 1991.
11. Pegden C. Dennis, Shannon E. Robert, Sadowski P. Randall, *Introduction To Simulation Using SIMAN*, New Jersey: McGraw Hill, 1990.
12. Spaulding, Mark, *Coding Technology*, Packaging, Vol:38, December 1993, Pages: 35-38.
13. Tabaun S.M., Bhole S.D., *A Simulator For An Automated Warehousing System*, Computers and Industrial Engineering, Vol:24, 1993, Pages: 281-290.
14. Tompkins A. James and White A. John, *Facilities Planning*, New York: Wiley, 1984.

15. Vas Prakh & Baker M., *Materials Manegement*, 1986.
16. West M. Thomas, Amundson N. Angela, Randhawa V. Sabah, *Evaluation Of Alternative Material Handling Systems*, *Computers and Industrial Engineering*, Vol:25,Nos: 1-4, 1993, Pages: 187-190.
17. Wu S-Y. D., Wysk R. A., *An Application Of Discrete-Event Simulation To On-Line Control And Scheduling In Flexible Manufacturing*, *International Journal Of Production Research*, 27, 9, Pages: 1603-1623.
18. Zalud, Bill, *Bars' Unlock Card, Tag Uses, Security*, Vol: 31, May 1994, Pages: 43-45.



ÖZGEÇMİŞ

Nida CİVELEK

Endüstri Mühendisi (1991 Yıldız Teknik Üniversitesi)

Doğum Tarihi 2-Ocak-1970

Doğum Yeri Konya

Öğrenim Durumu

1975-1980 Ali İ. Dayıoğlu İlkokulu

1980-1987 Konya Anadolu Lisesi

1987-1991 Yıldız Teknik Üniversitesi
Makina Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Görevi

1991-1993 Çumra Kağıt San. A.Ş

1993- Araştırma Görevlisi
Konya Selçuk Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yöneylem Araştırması Anabilim Dalı

Yabancı Dil

İngilizce