

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OTOMATİK STOKLAMA SİSTEMİ İŞLETME UYGULAMASI
SİSTEM TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mak. Müh. Sertaç İNCELER**

Anabilim Dalı: MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

Programı: KONSTRÜKSİYON

HAZİRAN 2006

**OTOMATİK STOKLAMA SİSTEMİ İŞLETME UYGULAMASI
SİSTEM TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mak. Müh. Sertaç İNCELER
(503031211)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 16 Haziran 2006**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ (İ.T.Ü.)
Diğer Jüri Üyeleri Doç. Dr. C. Erdem İMRAK(İ.T.Ü.)
Doç. Dr. Murat VURAL (İ.TÜ.)**

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Beni böyle bir çalışmaya yönlendiren, tez çalışmasını yöneten ve yapıcı önerileriyle çalışmaya yön veren değerli hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ'ye teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yapılmasına olanak sağlayan Arçelik Pişirici Cihazlar İşletmesi'ne, başta ÜMY Yöneticisi Sn. Hasan UMUR ve Üretim Yöneticisi Sn. Gökhan ENGİN'in şahsında teşekkür ederim.

Tüm çalışma boyunca bilgi birikimlerini ve deneyimlerini benimle paylaşan, hiçbir konuda yardımlarını esirgemeyen Sn. Hayrullah OKTAN ve Sn. Erdem KÖK'e ve projenin her aşamasında desteklerini esirgeyemeyen Sn. Musa DEMİRBAŞ ve Sn. Fatih BOZYAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemi sağlayan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen AİLEME ve tüm dostlarıma teşekkürlerimi sunarım....

Mayıs 2006

Sertaç İNCELER

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1. Stoklama Tipleri	4
2.1.1. Statik Stoklama Sistemleri	4
2.1.1.1. Blok istifleme	5
2.1.1.2. Mezaninler	5
2.1.1.3. Raf ve çekmece tipi stoklama	5
2.1.1.4. Raf istifleme	6
2.1.2. Dinamik Stoklama Sistemleri	6
2.1.2.1. Yüksek yoğunluklu stoklama sistemleri	6
2.1.2.2. Yatay ve düşey carouseller	7
2.1.2.3. Otomatik stoklama ve geri alma sistemleri (AS/RS)	7
2.2. Otomatik Stoklama Sistemi	11
2.2.1. Sistem Ekipmanları	14
2.2.1.1. Yükleme/boşaltma (S/R) makinası	15
2.2.1.2. Dağıtıcı arabalar	16
2.2.1.3. Toplama & dağıtım (P&D) istasyonları	16
2.2.1.4. Konveyörler	17
2.2.1.5. Stoklama yapısı (raflar)	18
2.2.1.6. Koridor donanımı	18
2.2.1.7. Kontroller	19
2.2.2. Sistem Kavramsal Tasarımı	20
2.2.2.1. Veri toplama süreci	21
2.2.2.2. Ürün özellikleri felsefesi	22
2.2.2.3. Kapasite seçimi ve akış tasarımı	23
2.2.2.4. Simülasyon	27
2.2.2.5. Yerleşim kısıtları	29
2.2.3. Sistem Toleransları	30
2.2.3.1. Zemin betonu düzgünlüğü	31
2.2.3.2. Zemin rayı	31
2.2.3.3. Üst kılavuz rayı	32
2.2.3.4. Birim yük – istif kabı	33
2.2.3.5. Profil kontrolü	33
2.2.3.6. Merkezleme yerleşimi (sadece P&D istasyonları için)	33
2.2.3.7. S/R makinası	33
2.2.3.8. Raf yapısı	34

2.2.4. Depo Yönetim Sistemi (WMS) Yazılımı	37
2.2.4.1. Yazılım projesi aşamaları	38
2.2.4.2. Otomatik tanımlama sistemleri:	41
2.3. Stoklamada Kullanılan Palet ve Kaplarının Yapıları	42
2.3.1. Paletler	43
2.3.2. İstif Kapları	44
2.4. Üretim ve Stok Yönetimi	45
2.4.1. Stokla ve Sakla Konsepti	47
2.4.2. Otomatik Stoklama ve Taşıma Sistemlerinin Stok Yönetimi ile İlişkisi	47
3. İŞLETME MEVCUT DURUM ANALİZİ	50
3.1. Mevcut Üretim Akışı	52
3.2. Mevcut Stoklama Sorunları	54
3.3. Mevcut İstif Kapları	55
4. KAVRAMSAL TASARIM	57
4.1. Hedef Üretim Akışının Belirlenmesi	57
4.2. Sistem Yerleşiminin Belirlenmesi	59
4.3. Kapasite Seçimi	60
4.4. Hedef Yazılım Bağlantıları	61
5. STOKLAMA SİSTEMİ TASARIMI	63
5.1. Raf Sistemi Tasarımı	64
5.2. Otomatik Stoklama Sistemi Ekipman Tasarımı	66
5.2.1. Koridor Yükleme/Boşaltma Makinaları (S/R)	67
5.2.1.1. Çevrim hesapları	68
5.2.1.2. Konumlama	71
5.2.2. Dağıtıcı Araba (STV)	71
5.2.3. Konveyörler	75
5.3. Stoklama Kasası Tasarımı	76
5.4. Sistem Kontrol ve Yönetimi	77
5.4.1. AS/RS Ekipman Grup Kontrolü (AGC)	78
5.4.2. Depo Yönetim Sistemi (WMS)	79
5.5. Sistemin Ek Fonksiyonları	87
6. ÜRETİM TEYİD VE İZLEME SİSTEMİ TASARIMI	89
6.1. Üretim Süreci	90
6.1.1. Üretim Girişi	90
6.1.2. Üretim Çıkışı	92
6.1.3. Üretimden Malzeme İadesi	93
6.2. Yan Sanayi Üretimi	95
6.2.1. Yan Sanayi Üretimi Girişi	95
6.2.2. Yan Sanayi Üretimi Çıkışı	95
6.2.3. Yan Sanayi Üretiminden Malzeme İadesi	96
6.3. Kasa Birleştirme	97
6.3.1. Kasa Birleştirme Çıkışı	97
6.3.2. Kasa Birleştirme Girişi	97
6.4. Raporlar	98
7. SİSTEMLERİN KURULUMU	99
7.1. Raf Yapısı	99
7.1.1. Raf Dikmesi Montaj Toleransları	100
7.2. Otomatik Stoklama Sistemi	103
7.2.1. Zemin Rayı	104

7.2.2. Üst Kılavuz Ray	106
7.2.3. S/R Makinası	106
7.2.4. Dağıtıcı Araba	108
7.3. Depo Yönetim Sistemi (WMS) Devreye Alma	108
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	109
KAYNAKLAR	111
ÖZGEÇMİŞ	113

KISALTMALAR

AS/RS	: Automatic Storage / Retrieval System Otomatik Stoklama ve Geri Alma Sistemi
S/R	: Stacker Crane Yükleme / Boşaltma (Makinası)
STV	: Sorting Trans Vehicle Dağıtım ve Transfer Arabası
P&D	: Pick Up & Delivery Toplama ve Dağıtım
PLC	: Programmable Logic Controller Programabilir Mantık Kontrolü
AGV	: Automatic Guided Vehicle Otomatik Rehberli Araç
SKU	: Stock Keeping Unit Stoklama Birimi Sayısı
WMS	: Warehouse Management System Depo Yönetim Sistemi
JIT	: Just In Time Tam Zamanında Üretim
AGC	: AS/RS Group Controller AS/RS Grup Kontrol Ünitesi
SRC	: S/R machine controller Yükleme/Boşaltma Makinası Kontrol Ünitesi
STVC	: Sorting Trans Vehicle Controller Dağıtım ve Transfer Arabası Kontrol Ünitesi
AYTIS	: Arçelik Yarı Mamul Teyid ve İzleme Sistemi
AMHS	: Automatic Material Handling System Otomatik Malzeme Taşıma Sistemi
MRP	: Manufacturing Resource Planning İmalat Kaynak Planlaması
DRP	: Distribution Resource Planning Dağıtım Kaynak Planlaması
MIS	: Management Information Systems Yönetim Bilgi Sistemleri
FMS	: Flexible Manufacturing Systems Esnek İmalat Sistemleri
CIM	: Computer Integrated Manufacturing Bilgisayar Destekli İmalat
CSP	: Customer Service Programs Müşteri Servis Programları
DSS	: Decision Support Systems Karar Destek Sistemleri
QC	: Quality Control Kalite Kontrol

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Dar koridor forklift sistemleri ile AS/RS karşılaştırması	9
Tablo 2.2 Kontrol tipleri açıklamaları	10
Tablo 2.3 AS/RS alt sistemlerinin teknolojik gelişimi.	13
Tablo 2.4 Konteynerlerin karşılaştırma tablosu	45
Tablo 3.1 Mevcut kasa	56
Tablo 4.1 Çevrim kapasitesi ihtiyaçları	61
Tablo 5.1 S/R makinası hareket hızları	68
Tablo 5.2 Hesapta kullanılan hücre koordinatları	68
Tablo 5.3 Tek çevrim hesabı	69
Tablo 5.4 İkili çevrim hesabı	70
Tablo 5.5 En uzak mesafeye göre ikili çevrim hesabı	71
Tablo 5.6 Dağıtıcı araba hareket hızları	72
Tablo 5.7 Dağıtıcı araba ikili çevrim hesabı	73
Tablo 5.8 Dağıtıcı araba çıkış çevrim hesapları	74
Tablo 5.9 Dağıtıcı araba giriş çevrim hesapları	74
Tablo 5.10 Depo Yönetim Sistemi veri listesi	80
Tablo 5.11 Çapraz raporlama matrisi	86
Tablo 5.12 Raporlar	86
Tablo 6.1 Üretim giriş bilgileri	91
Tablo 6.2 AYTIS rapor listesi	98
Tablo 7.1 Ray ve raf seviye ölçümleri	105
Tablo 7.2 S/R makinası stoklama çevrim ölçümleri	107
Tablo 7.3 S/R makinası kasa çıkış çevrim ölçümleri	107
Tablo 7.4 Dağıtıcı araba çevrim ölçümleri	108

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	Otomasyon – maliyet grafiği.....	10
Şekil 2.2	Örnek S/R makinası	15
Şekil 2.3	Dağıtım ve toplama (P&D) istasyonları.....	17
Şekil 2.4	Sistem tasarımında proje işlem sırası.....	21
Şekil 2.5	Tek çevrim süresi hesabı	26
Şekil 2.6	İkili çevrim süresi hesabı	27
Şekil 2.7	Üst kılavuz ray toleransları	32
Şekil 2.8	Raf toleransları.....	35
Şekil 2.9	Paletler ve istif kabı	43
Şekil 2.10	Otomatik malzeme taşıma sistemlerinin ilişkili olduğu diğer sistemler ..	49
Şekil 3.1	Mevcut üretim akışı	53
Şekil 3.2	Mevcut Üretim Sahası Yerleşimi	54
Şekil 3.3	Mevcut kasa.....	56
Şekil 4.1	Hedef Üretim Akışı	58
Şekil 4.2	Hedef Üretim Sahası Yerleşimi	59
Şekil 4.3	İşletme Binası Çatı Kesidi	60
Şekil 4.4	Hedef yazılım bağlantıları.....	62
Şekil 5.1	Sistem Yerleşimi	63
Şekil 5.2	Çatı ve AS/RS kesidi (ön).....	64
Şekil 5.3	80 x 50 travers kesidi	65
Şekil 5.4	Raf hücre görünüşleri.....	65
Şekil 5.5	Raf ön çıkma yapısı	66
Şekil 5.6	S/R makinasını oluşturan yapılar.....	67
Şekil 5.7	Tek çevrim hareketleri.....	69
Şekil 5.8	İkili çevrim hareketleri.....	70
Şekil 5.9	Dağıtıcı araba (STV)	72
Şekil 5.10	Konveyör modülleri	75
Şekil 5.11	İç kılavuzlama	76
Şekil 5.12	Sisteme girecek stoklama kasası	77
Şekil 5.13	Sistem kontrol ve yönetim konfigürasyonu	78
Şekil 5.14	Stoklama proses akışı	82
Şekil 5.15	Stoklama prosesi – Ağır kasa ve barkod okuyucu hatası	82
Şekil 5.16	Stoklama prosesi – Ölçü hatası.....	83
Şekil 5.17	Stoklama prosesi – Yerleşimler dolu	83
Şekil 5.18	Stoklama prosesi – Öncelikli yarı mamul yerleşimi dolu	84
Şekil 5.19	Kasa çıkış prosesi	85
Şekil 5.20	Örnek barkod	88
Şekil 6.1	İş akış diyagramı	90
Şekil 6.2	Üretim girişi iş ve veri akışı.....	92
Şekil 6.3	Üretim çıkışı iş ve veri akışı.....	93
Şekil 6.4	Üretimden iade iş ve veri akışı	94
Şekil 6.5	Yan sanayi üretim girişi veri akışı	95
Şekil 6.6	Yan sanayi üretim çıkışı veri akışı	96

Şekil 6.7	Yan sanayi malzeme iade veri akışı	96
Şekil 6.8	Kasa birleştirme çıkışı veri akışı	97
Şekil 6.9	Kasa birleştirme girişi iş ve veri akışı.....	97
Şekil 7.1	Karşılıklı raf dikme eksen toleransı.....	100
Şekil 7.2	Raf dikme eğikliği ve yerleşim toleransı	101
Şekil 7.3	Seviye toleransları.....	102
Şekil 7.4	Ön-arka travers seviye toleransı.....	102
Şekil 7.5	Travers sehim toleransı.....	103
Şekil 7.6	Zemin rayı raf traversi arasındaki ölçü toleransı	104
Şekil 7.7	Ray plaka eğiklik toleransları.....	105
Şekil 7.8	Üst kılavuz rayı düzgünlük toleransı	106

SEMBOL LİSTESİ

a	: Raf dikmesinin koridora doğru (z- yönünde) eğikliği, [mm.]
b	: Raf dikmesinin koridor boyunca (x- yönünde) eğikliği, [mm.]
c	: Raf travers uzunluğuna göre sehim toleransı, [$\pm$ mm.]
c _{max.}	: Maksimum raf travers sehim toleransı, [$\pm$ mm.]
d	: Raf traversinin kamburlaşma toleransı, [$\pm$ mm.]
e	: Raf traversi seviye toleransı, [$\pm$ mm.]
h	: İki travers arası seviye ölçüsü, [mm.]
H ₁	: En alt ve en üst raf traversi arası seviye ölçüsü, [mm.]
H ₂	: Zemin rayı ile kıyas ekseni arasındaki seviye ölçüsü, [mm.]
H ₃	: Üst kılavuz rayı ile kıyas ekseni arasındaki seviye ölçüsü, [mm.]
K _x	: Raf dikmesinin x- yönündeki pozisyonlamasındaki sapma, [$\pm$ mm]
K _z	: Raf dikmesinin z- yönündeki pozisyonlamasındaki sapma, [$\pm$ mm]
L	: Raf dikmesi uzunluğu [mm.]
l	: İki raf dikmesi ekseni arasındaki travers uzunluğu [mm.]

OTOMATİK STOKLAMA SİSTEMİ İŞLETME UYGULAMASI

SİSTEM TASARIMI

ÖZET

İşletmelerde müşteri odaklı çalışmaların getirdiği ürün çeşitliliği, esnek bir üretim sistemini ve buna bağlı olarak üretime hakim olmayı gerektirmektedir. Bu çalışmanın amacı da müşteri odaklı çalışan bir işletmedeki esnek üretim sisteminin getirdiği sıkıntılardan biri olan stok yönetimi ve verimsizliklerin azaltılması için yapılan bir otomatik stoklama ve geri alma sisteminin projelendirilmesidir. Proje adımlarının tek tek anlatıldığı bu çalışmada problemin tanımına uygun veriler toplanması, sistemlerin tasarlanması ve devreye alınması amaçlanmış, bu aşamalardaki dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir.

Bu çalışmaya ışık tutması açısından günümüze kadar otomatik stoklama sistemleri ve bu sistemlere bağlı yazılımlar hakkındaki dökümanlar incelenmiştir. Sistemlerin üreticisi olarak değil, kullanıcısı olarak izlenecek proje adımları ile ilgili literatürler taranmıştır. Literatür araştırmasından sonra mevcut problemlerin tanımlanması, veri toplama ve kavramsal tasarımlar yapılarak yeni kurulacak sistemin sınırları belirlenmiştir.

Sistem kavramsal olarak sınırlandırıldıktan sonra, her ekipmanın kullanıcı açısından detaylı tasarımı ve hesapları incelenmiştir. Sistem detaylı tasarım aşamasında uygulanabilirliği olmayan parametreler kavramsal tasarım aşaması gözden geçirilerek ve detayları yeni parametrelere göre çalışılmıştır.

Tüm detaylı tasarımların gerçeğe dönüşmesi ile oluşan sistemin kurulumu ve devreye alınması için literatürde yer alan tolerans ve hesaplara dayanarak sistemler testlerden geçirilerek, işletmenin hizmetine sunulmuştur.

Sistemin çalışmaya başlaması ile işletmedeki stok yönetimine bağlı verimsizliklerin gözle görülür oranda kaybolduğu ve bu düzelmenin tüm üretim akışını etkilediği görülmüştür.

FACILITY APPLICATION OF AUTOMATIC STORAGE SYSTEM SYSTEM DESIGN

SUMMARY

Product diversification which is the necessity of costumer based operations requires a flexible production system and due to this command of production. The aim of this study is to prepare a project for automatic storage and retrieval for stock management and decreasing the lack of productivity which is one of the problems caused by the flexible production system in a facility working customer based. Data collection that is appropriate to the description of the problem, the design of the systems and starting up are aimed at and the cases to be cared about are determined in this study in which the steps of the project are described.

The documents about the automatic storage and softwares related to these systems until recently are investigated to shed light on this study. The literature related to the project steps to be followed was reviewed not as the producer of the system but the user of it. The limitations of the system to be established are determined by defining the current problem, collecting the data and fulfilling the steps of conceptual designs after the literature review.

The detailed design and calculations of each equipment from the point of the user are investigated after limiting the system conceptually. The parameters which are not appropriate during the detailed system design stage are corrected revising the conceptual design stage and the details are studied according to the new parameters.

Systems are tested by means of calculations and tolerances in literature for the establishment of the system formed as a result of realization of the all detailed designs and start up; and are put into service.

It is seen that the lack of productivity depends on the stock management in the facility has disappeared considerably and this improvement effected the whole flow of production.

1. GİRİŞ

Günümüzde üretim sektöründe, üretimin ilk aşamasından hizmete sunma süreci arasındaki bağlantıyı maksimum düzeyde verimli kullanmak ve bu süreci sistematik hale getirmek pazardaki rekabet açısından en önemli unsurlardan biridir. Piyasada daha güçlü bir şekilde var olmadaki ana kriter müşteri, müşteri odaklı ürünlere uyum sağlamak için de ana kriter esnekliktir. Bu sistemi yapılandırma sırasında sistemin esnekliği ile stoklama yükü doğru orantılı olarak gelişmektedir.

Üretim sistemi büyüdükçe, hele ürün çeşidi arttıkça tedarik, talep ve ürüne ilişkin faktörlerdeki belirsizlik ve aralarındaki ilişkinin karmaşıklığı stok bulundurmaya zorunlu kılar. Esnek bir sistem ile çalışan şirketler için günümüzde iç üretim, tedarikçi ve müşteri arasındaki bağlantıda stoklama kritik bir rol oynamaktadır.

Stok yönetimi; teknolojik anlamda hammadde - yarı mamul - mamul - müşteri arasındaki zincirin yürümesi için kullanılan sistem, ekipman ve yazılımları ifade etmektedir. Yarı mamul stok yönetimi ürün çeşitliliği fazla olan işletmelerde yönetimi zor olan bir süreçtir. Uygulama yapılan işletmede 14000 adet mevcut yarı mamulü stoklamak ve üretim akışına göre mamule döndürme sürecini hatasız yönetmek için birbirine entegre olmuş stoklama sistemleri ve bunu yönetecek yazılımların birarada kusursuz çalışması, sistem altyapısının mükemmel bir şekilde oluşturulmasını gerekli kılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, mevcut bir işletmede var olan stoklama sorununun bir otomatik stoklama sistemi vasıtasıyla çözülmesi ve bu çözüm ile ilgili yapılan detaylı projenin aktarılmasıdır. Yapılan literatür taramalarında otomatik stoklama sistemlerinin diğer sistemlere oranla işletme verimliliğine büyük katkılar sağladığı görülmektedir. Bu katkılar sağlayan otomatik stoklama sistemi, yazılımları ve diğer ekipmanların oluşturduğu bir bütündür. Bu bütünün başlangıçta doğru tasarlanması, işletmenin uzun yıllar verimsizliklerini ortadan kaldıracak ve işletmeleri düzene sokacak bir sistemin yaratılmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada ağırlıklı olarak bir otomatik stoklama sistemi ve buna bağlı düzenlemelerin pratikte hangi aşama ve veriler ile çözümlenmesi gerektiği anlatılmaktadır.

Çalışmada öncelikle, işletme mevcut durumunun analizi bir otomatik stoklama sistemi projesinde kullanılabilecek gereklilikte gerçekleştirilmiştir. Mevcut durumda elde edilen veriler, yeni bir sistemin yaratılması için kullanılabilecek yegane veriler olmaktadır. Yapılan bu analiz ile temel veriler elde edilmiştir.

İkinci aşamada, sorunları çözmek için oluşturulacak bir otomatik stoklama sistemi ile işletme hedef modeli ortaya konulmuştur. Hedef model ortaya net bir biçimde konularak kavramsal olarak sistem tasarlanmış ve sistemden istenilen çıktılar belirlenmiştir. Mühendislik perspektifinden yürüyen olan bu çalışmanın en kritik kısmı olarak düşünülen bu bölüm; ürünleri oluşturan önemli parçaların modellenmesi, iç üretim takımlarının ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde stoklama ve geri alma sisteminin modellenmesi, üretim programına uygun şekilde en fazla hareket gören parçaların akış ve çevrimlerinin algoritmaların bulunması, bu modelleme ve algoritmaya en uygun raflar-stoklama kasaları-otomasyonu sisteminin tasarımı ve seçimini içermektedir.

Kavramsal tasarım ile belirlenen çıktılar, sistemin detaylı tasarımına kılavuzluk yapmaktadır. Detaylı tasarımda yapılan performans hesapları ve mekanik tasarımların amacı, hedef modelde belirlenen çıktıları elde edebilmektir. Detaylı tasarım esnasında hedeflenen parametrelere ulaşabilirlik zor ise, bu parametre kavramsal tasarım aşamasına dönülerek revize edilmektedir.

Bu çalışma sırasında son bölümde, literatür taramalarında elde edilen bilgiler ışığında, tasarlanan bu sistemin parçalarının sistem toleransları dahilinde bir bütün haline getirilmesi incelenmiş ve ölçümlerin karşılaştırılması sistem üzerinde verilmiştir.

Literatür taramalarında da görüldüğü gibi, üretim ve stok akışını yönetmek için çok farklı stoklama sistemleri ve yönetim sistemleri yer almaktadır. Fakat her tesis kendine göre ayrı bir yapıda olmakta ve farklı sistemleri bünyesinde barındırmaktadır. Bu nedenle, otomatik stoklama sistemleri raftan alınıp yerleştirilebilecek standard ürünler değil, her yeni projede bu çalışmada anlatılan aşamalardan geçerek tasarlanması gereken işletmeye özel sistemlerdir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Toplumlar bir ekonomik durumdan başka birine geçerken, insanların iş yapma şekillerinde de önemli değişiklikler meydana gelir. Global rekabet, yeni organizasyonlar, teknolojik değişimler, yönetimi ele geçirme, şirketi elden çıkarma, bir markaya bağlılığın azalması, müşterilerin daha iyi kalite ve hizmet talebi mevcut iş ortamının bir parçasıdır. Yatırım getirisi başarının ölçütü olmuştur. Üretkenliği artırmak halen önemlidir, ama kar durumunu geliştirmek temel hedeftir.

Modern dünyamızda, bilgi çağı çok hızlı bir şekilde yerleşmekte ve varlığı o kadar gözle görülür şekilde ki bugün çok doğal karşılanmaktadır. Bilgi çağı; ürünlerin icat edildiği, geliştirildiği, kabul edildiği ve insaları emekli edip ilk ulusal ekonomiden global ekonomiye geçiren dönüş süresini dramatik bir şekilde hızlandırmıştır.

Gelirlerini beyan etmeyi başarabilen şirketler için – yeniden yapılandırılmış iş birimleri, üretken olmayanların çıkarılması, üretimi ve ön büro görevlilerini kesmek, veya başka stratejiler. Günümüzde bilgi çağı yerini lojistik çağına bırakmaktadır. Ancak, yalnızca gerçek zaman bilgisi lojistik hattına bağlandığında işlemler daha hızlı gerçekleşecektir. Eğer içeriden destek zinciri desteklemezse, dünyadaki tüm bilgiler üreticiye bir ürünü ulaştıramayacaktır. Bilgi lojistiğe hizmet edecektir.

Malzemelerin taşınması ve yönetilmesinin maliyeti lojistik işlemin bir parçasıdır ve bugün birçok kişi, bunun önemli maliyet veriminin görüldüğü pazarlama ve dağıtım işlemlerinde son dönem olduğuna inanmaktadır. [13,18]

İşletmelerin malzeme taşıma ve yönetimindeki parasal kayıpları görerek, bilginin hizmet ettiği lojistik çağa geçişi yukarıda özetlenmiştir. Lojistik, malzemelerin tedarikinden başlayarak nihai müşteriye ulaşana kadar yapılan tüm malzeme taşıma ve yönetim işlemleridir.

Bu çalışmada, literatürde malzeme lojistiğini sağlamak için yaratılması gereken unsurlar dört bölümde incelenmiştir. Öncelikle, malzeme stoklanması ile ilgili sistemler hakkında mevcutta yer alan sistemler incelenmiştir. Stoklama işlemi esnek üretim yapan tesislerde, üretim alanının oldukça büyük bir kısmını kaplamakta ve

genellikle, atıl kapasite olarak değil, üretimin bir parçası gibi görülmektedir. Stokların düzenlenmesi ve ulaşımının kolaylaşması için uygunlanan sistemler anlatılmıştır.

İncelenen literatürlerde, bir Otomatik Stoklama ve Geri Alma Sistemi (AS/RS) projesinde en önemli kaynakların işletmeyi en yakından tanıyan insanlar olduğu görülmüştür. Ekipman imalat süreci ile işletmenin hiç bir ilişkisi olmamasına rağmen, bu tip bir projede en çok iş ekipmanının müşterisi olan kişilere düşmektedir. Mevcut durumun veriler bazında ortaya konularak, sistemin uygulanabilirliğine bağlı olarak genel yapısının tasarımı işletme tarafından çıkarılmalıdır. Bu durumda, sistemin tüm parçalarına hakim olmak gerekmektedir.

Sistem hakkında her zaman işletme son sözü söyleyecek ve tüm kararlarda baş rolü oynayacaktır. Bu bağlamda sistemi oluşturan diğer parçalar içerisinde yer alan stoklama modüllerinde çalışılacak bir değişiklik ve yenileme, stok yönetimleri ile ilgili planlanacak uygulamalar ile ilgili literatürler incelenerek proje tasarım sürecinde bir ışık tutması beklenmektedir.

2.1. Stoklama Tipleri

Stoklama işlemi bir malzemenin üretimi veya tedariki yapıldıktan sonra diğer sürece geçmesi öncesinde aradaki süreyi doldurması gerekli bir alan olarak belirlenmektedir. Bu stoklama işlemi çok çeşitli malzemeye sahip işletmeler için karmaşık bir yapı halini alır. İ. Gerdemeli ve C. E. İmrak [1] yaptıkları çalışmada, bu karmaşıklığı ortadan kaldırabilmek için oluşturulan sistemleri anlatmışlardır.

2.1.1. Statik Stoklama Sistemleri

Daha çok raf istifleme olarak anılan bu sistemler depo tipleri olarak da tarif edilebilirler. Statik stoklama sistemleri, yüklenen malların boşaltma anına kadar, ilk konumlarını korumaları ve statik kalmaları ile ayrılırlar. Statik stoklama sistemleri şu sınıflara ayrılırlar:

- Blok istifleme
- Mezaninler
- Raf ve çekmece tipi stoklama
- Raf istifleme

2.1.1.1. Blok istifleme

Paletlerin üst üste yığılarak, yüksek hacimler kapladığı bir sistem olup, stoklanan malların tekrar boşaltılması için gereken süre (bekleme süresi) uzun ise uygundur. Blok istifleme ucuz olup malların kırılma veya zedelenmesinin önemli olmadığı hallerde, yüksek yoğunluklu stoklamaya izin verir.

2.1.1.2. Mezaninler

Mezaninler baş hizası üstü yüksekliğini, verimli stoklama bölgelerine çevirirler ve değerli zemin bölgesine daha mühim işlemler için ayırmaktadır. Diğer görevleri işlemlerin merkezlenebileceği izole bir ofis yaratmak, stoklanan malları yükselterek, zemindeki gerek yükleme / boşaltma, gerekse de üretim gibi faaliyetlerin trafiğini hafifletmek, hacim kullanımını daha verimli hale getirerek enerji, bakım ve yatırım maliyetlerini azaltmaktır.

Zemin harici başka bir kata emniyet nedeniyle kurulmayan mezaninler, 4 metre tavan yüksekliğine sahip yerlerde stoklama alanını artırmak amacıyla kullanılmaktadır.

Modüler parçalar aracılığıyla, çok çeşitli şekil ve boyutlarda kurulabilen mezaninler, bugün modüler stoklama sistemlerinin en yaygın kullanılan çeşididir. Başka hiçbir otomatik ya da modüler sistemin bulunmadığı küçük işletmelerde bile, “ara kat” veya “asma kat” adı ile mezaninler kullanılmaktadır.

2.1.1.3. Raf ve çekmece tipi stoklama

Raf ve çekmece stoklamanın tasarımındaki önemli etkenler, stoklanan malların tipi, kullanılan yükleme ve boşaltma sisteminin türü, stok bölgesi hacmi ve şekli ile firmanın stok kodlama karakteridir. Tasarımda stoklanan malların boyutları, ağırlıkları ve ne şekilde paketlenecekleri (koli, fıçı, rulo vs.) veya yüklenecekleri önem kazanır. Raf ve çekmece malzemesi, stoklama hızları ve ne kadar parçanın stoklanacağı daha sonra belirlenir. Bunu parçaların kolay bulunması için oluşturulan kodlama sistemlerinin belirlenmesi izler.

2.1.1.4. Raf istifleme

Raf istifleme türlerini, birçok özellik belirler. Bunlar; malların fiziksel özellikleri, bir kerede yüklenecek mal miktarı, gerekli stoklama hızları, yükleme/boşaltma sisteminin türü, stoklamanın yapıldığı bölgenin şartları olarak özetlenebilir.

Mal özellikleri arasında; malın boyutları, ağırlığı ve üzerinde stoklandıkları palet veya kapların tipi, taşıyabileceği yük ve hacim sayılabilir. Her yükleme / boşaltma işleminin ne kadar süreceği ve bir kerede transfer edilecek yük miktarı belirlenmelidir. Bu faktör raf koridor uzunlukları, rafların toplam yüksekliği ve transfer hızını doğrudan etkiler, Yükleme / boşaltma sisteminin türü, doğrudan seçilen raf tipini belirler. Raf istifleme sistemi içinde dönme yarıçapını, koridor genişliğini, yük yükseltme kapasitesi ve de yüklenebilme potansiyelini etkiler.

Bina özellikleri olarak da tavan yüksekliği, zemin şartları gibi unsurlar, raf yüksekliği ve stoklama kapasitesini direkt olarak etkiler.

2.1.2. Dinamik Stoklama Sistemleri

2.1.2.1. Yüksek yoğunluklu stoklama sistemleri

Bu sistem çok çeşitli mal tiplerini yüksek yoğunlukta stoklama işlemlerinde kullanılır. Daha çok hareketli yükleme / boşaltma makinaları ve de hareketli raf sistemleri ile uyumludur. Bunun nedeni de malların stoklama ve boşaltma yöntemidir.

Bu sistemler üç çeşit alt sistemden oluşur:

- Yükselen yükleme sistemi (trampa ile)
- Yükleme / Boşaltma makinaları: Stok kayıtları için oldukça uygun, bilgisayar kontrollü sistemlerdir. Raf ve tabandan maksimum faydalanmaya izin verir. 23 metreye kadar sıra yüksekliğini mümkün kılar
- Yüksek yoğunluk sistemi: Yükler belli bir sıralama ile yüklenir ve taşıyıcı mekanizma ve aparatlar, malları ilk giren ilk çıkar sırasıyla boşaltır.

2.1.2.2. Yatay ve düşey carouseller

Otomatik stoklama sistemlerinden olan yatay ve düşey carouseller, hareketli raf ve sıralara sahiptir. Yükleme ve boşaltma işlemleri bu raf ve sıralara / sıralardan yapılır. Bütün raf ve sıra sistemi, istenen malın boşaltılacağı konuma ya da boş rafın yükleneceği konuma geleceği bir düzen içinde dönerler.

Bu stoklama sistemleri çok maksatlı olarak kullanılabilirler. (yedek parça, alet, masterlar, kalıplar vs.) Carousellerin avantajları aşağıda sıralanmaktadır.

- Ucuz, yalnız başına çalışabilen ve modüler stoklama sistemleridir.
- Her iki versiyonu da geniş bir yükseklik, uzunluk ve yükleme kapasitesi yelpazesine sahiptir.
- Otomatik veya manuel olarak yüklenme / boşaltılma imkanına sahiptir.

2.1.2.3. Otomatik stoklama ve geri alma sistemleri (AS/RS)

Otomatik stoklama ve geri alma sistemleri genel olarak ambarlarda ve fabrika içi dağıtım ve stoklama işlemlerinde kullanılırlar. Bu sistemler palet, fıçı, koli gibi parça malların yüksek yoğunlukta ve miktarda stoklanmasına yararlar.

Otomatik stoklama ve geri alma sistemleri yüksek hızlı ve elektrik tahrikli koridor içi hareketlere sahiptir. Bu sistemlerle iyi bir stok kontrolü ve minimal düzeyde bir hasar riski sağlanır. Değişik otomatik transport makinaları ile beraber çalışabilen bu sistemler, şu avantajları vardır.

- Özel ekipmanlar ile sağlanan ölçü kontrolü sayesinde alandan maksimum faydalanma, yükselen sistemler ve de yüksek raf sıraları ile sağlanabilir.
- İşlem kapasitesi sınırsıza yakındır. Yükler ya da mallar, boyut, şekil veya bir kod ile tarif edildiğinde sistem her türlü yükleme / boşaltma işlemini yerine getirebilir.
- Birçok farklı transport sistemiyle eş çalışabilir.

D. E. Mulcahy [3] tarafından belirtildiği gibi düşük operasyon maliyetleri, maksimum miktarda taşıma ve verimli üretim akışı sağlamak için, stoklama fonksiyonları sıra ile düzenlenmelidir. Bu düzenlemelerin başarı ile sonuçlanmasının getireceği

faydalar ile ilgili 2002 yılında L. Deweerdt [10] ve 2005 yılında [8] C. E. Witt [10] makaleler yayınlamışlardır.

- Bir ürünün mükerrer taşımaya maruz kalması ve aynı yolu bir kaç kez kat etmesinin azaltılması.
- Kontrolsüz ürün veya istif kaplarının azaltılması.
- Ürün teslimi için işçi ve makinaların bekleme zamanlarını minimize edilmesi.
- İki taşıma yolunun kesişmesinin minimize edilmesi.
- Her iş istasyonunun ürüne veya istif kabına kolaylıkla ulaşımına izin vererek, iş istasyonu-ürün arasında verimli bir taşımanın sağlanması.
- Genişlemeye izin verilmesi.
- İşletme içerisindeki personel hareketlerinin rahatlaması.
- Ürün, bina ve ekipmanların hasar görmesi ve işçilerin sakatlanma riskinin minimize edilmesi.

Bu faydalardan ve sistemlerin yapısından yola çıkarak Tablo 2.1’de yüksek yoğunluklu stoklama sistemi olan dar koridor forklift ile stoklama sistemi ile otomatik stoklama ve geri alma sistemi (AS/RS) 1999 yılında H. Zollinger [15] tarafından kıyaslanmıştır.

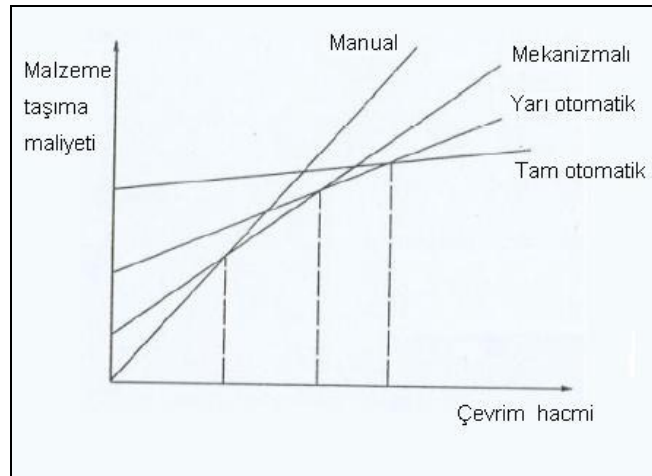
Tablo 2.1 Dar koridor forklift sistemleri ile AS/RS karşılaştırması

	Dar Koridor Forklift Sistemi	AS/RS
Operatör - Otomatik	Operatör esneklik sağlayabilir	Operatörsüz çalışma
Eğitim	Daha yüksek bir eğitim	Azaltılmış bir eğitim
Etkili makina kullanımı	Operatör gereksinimli araç	Ara vermeden otomatik çalışma
Aracın hatası	Düşük kapasiteli çalışmanın bir makina çalıştırılmadan yapılması.	Kendine özgü çok yüksek seviyede zamana sahip.
Ürün zararı	Daha çok insan kaynaklı hata	Sisteme uygun bir gösterge yüklenmesi ile daha az hata
Zemin alanı	Genellikle AS/RS'nin kullandığı alanın iki katını gerektirir.	Genellikle dar koridor sisteminin yarısı kadar alana gereksinim duyar
Genişletme / Büyütme	Gerek duyulursa koridor ve makina ekleme kolaylığı	Bir makineyi iptal ederek koridoru uzatma kolaylığı
Güvenlik	Parçaların gizemli bir şekilde kaybolması yaygındır	Güvenlik teli ve kapısı ile kontrollü giriş.
Envanter Kontrolü		Standart PC'ye dayalı kullanıcı kontrolü barkod aracı sisteminin sağladığından daha fazla özellik sağlar
Süreklilik	İyi bir önleyici ile bakım ile daha az bakıma ihtiyaç duyar	İyi bir önleyici ile bakım ile daha az bakıma ihtiyaç duyar
Güvenirlilik	Genellikle yüksek güvenilirlik, ama hidrolikler ve bataryalar daha fazla hata yapmaya neden olabilir	Elektronik üniteler ve PLC ile daha az hata nedeniyle genellikle yüksek güvenilirlik
Sistem maliyeti	Düşük seviyede ilk maliyet	Düşük işletme maliyeti
Operatör - Otomatik	Her gün için birçok operatöre gereksinim duyar	
Arıza		Makina bozulduğunda, koridora başka makina sokulamaz.
Zemin maliyeti	Sistem ne kadar yüksekse, zeminin o kadar düz olması gerekir ve maliyet de o kadar fazladır.	

Bunun yanında, AS/RS'nin diğer sistemlerden otomasyon gibi bir üstünlüğü de bulunmaktadır. Otomasyon ilk aşamada yatırım maliyeti getiren unsurlardan biri olsa da, çevrim yinelendikçe işletme maliyetini azaltacak ve ömür çevriminde yıllık gideri daha az olacaktır. Otomasyonun maliyete etkisini Dorf ve Kusiak [5] Tablo 2.2 ve Şekil 2.1 ile örnekler ile göstermişlerdir.

Tablo 2.2 Kontrol tipleri açıklamaları

Kontrol	Güç	Gösterim
Manual	Manual	İnsan yük taşır Yük iki tekerlekli transpaletler ile taşınır. Mekanik olarak taşıtılır.
Manual	Yerçekimi	Akan raflar kullanılır.
Manual	Harici	Elektrikli transpalet kullanılır.
Mekanizmalı	Harici	Konveyör buton basılarak çalıştırılır.
Yarı otomatik	Harici	Programın başlatılması ile elektronik kontrol
Tam otomatik	Harici	AS/RS



Şekil 2.1 Otomasyon – maliyet grafiği

2.2. Otomatik Stoklama Sistemi

AS/RS sistemleri, tüm endüstriyel makineleşme ile kıyaslandığında nispeten daha kısa zamanda gelişmiştir. [11] Yukarı yükselen sistemlerin etkisi ve yaygın bir şekilde kullanılması Avrupa'da ilk olarak 1950'lerde başladı. Emlakların maliyetinin fazla olması ve Fransa'da, İngiltere'de ve Almanya'da fabrikaların denize kıyısı olmayan alanlarda kurulması, planlamacıların ilgilerini "hava haklarını" daha iyi kullanma konusuna odaklanmıştır. Dikey küplerin kullanımı, gözle görülür şekilde dizayn parametresi olmuştur.

Daha fazla depolama, stoklama ve geri alma erişimi konusunda problemler anlamına gelmektedir. Yüklerin bölümlere ayrılması ve malzemeleri taşıyan aracın çatallarının yukarıdaki ve aşağıdaki yükleri bozmadan çalışmasına izin verecek, yükler arasında dikey bir alan sağlanması gerekmektedir. Bu, özel rafların dizaynını gerekli hale getirmiştir. Asansörlerin sınırlı fonksiyonları ve geleneksel forkliftlerin geniş bir koridor gereksinimi, malzeme depolama ve geri alma donanımı konusunda tamamen yeni bir kavramın geliştirilmesini zorunlu kılmış ve S/R makineleri doğmuştur.

Darwin günümüzün teknolojik dünyası için bir teori yaratabilirdi. Her yıl yeni bir model araba ortaya çıkarken, sahip oldukları yeni donanımları ve görünümünün nasıl değiştiğini görmek mükemmeldir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, yüksek teknoloji kullanıcılarını devamlı dönen dünya için hırslandırmaktadır ve AS/RS (Otomatik Stoklama ve Geri Alma Sistemi) ekipmanları buna istisna değildir. [4,19]

R. A. Kulwiec [4] orjinal S/R'ın geleneksel vinçten geliştirildiği söylemektedir. S/R'ın vincin 90° döndürülerek montajının yapılması olarak bahsetmektedir. Yatayda çalışan köprülü kirişlerin yeni S/R'da tavandaki kanallardan rehberli ve zemindeki raydan destekli şekilde dikeyde çalıştığı düşünülebilir. Elektrikli yukarı kaldırma aracı, yukarı ve aşağı doğru hareket etmek yerine bölümün içine ve dışına doğru hareket eden taşıma aracı üzerindeki mekik mekanizması ile değiştirildi.

Kontrol kabinindeki operatör otomatik kontrollerle değiştirildi. Erişim koridorları, yükün uzunluğundan birkaç inç daha geniş olacak şekilde daraltıldı ve envanter kontrolünü de içeren operatörün tüm faaliyetleri, mikro işlemciler ve mini bilgisayarlar aracılığı ile gerçek zamanlı ve eş zamanlı olarak yapılı hale geldi.

Günümüzün Yükleme ve Boşaltma (S/R) makineleri, sadece birkaç yıl öncesinde yüklenenlerden dramatik bir şekilde değişmiştir. Endüstri, personelin çalışma hevesini sürdürmek ve yönetim takımını sevindiren ürünleri üretmek için yeni özellikler ve en son teknolojiyi katmıştır. Günümüzün AS/RS ekipmanları daha az parça kullanır, daha az bakıma gereksinim duyar, uzay çağının teknolojisini kullanır ve Porsche performansı gibi bir hızla hareket eder. [19]

H. Zollinger [20] 1999 yılında en son S/R makinası gelişmelerinin, lazer kapalı devre konumlandırması ve hız kontrolünü, Windows görünümü ve hissi veren PC'ye dayalı kullanımı kolay bir kontrolleri, grafikler ve sürekli bilgilerle mükemmel bir arıza arama sistemini, sağlam yapısal değişimleri, kolayca erişilebilen parçaları, mükemmel bir fabrika testini ve müşteri memnuniyetini hedefleyen araçların kişiselleştirilmesi için dizayn esnekliğini içerdiğini belirtmiştir.

Bazı organizasyonlar tarafından AS/RS'nin güvenilir olmadığı belirtilse de, günümüzde S/R makineleri %99.5'in üzerinde bir güvenilirlik oranı ile çalışır. Bozulduğu zamanlarda ise, teşhis koyma özelliği yeniden çalışması için gereken zamanı kısaltmaktadır. Kanıt olarak, tek koridor sistemleri birçok önemli üretim uygulamasında kullanılmaktadır. Diğer bir uydurma hikaye ise, AS/RS'nin maliyetinin çok olduğudur. İlk başta maliyet fazla olabilir, ancak toplam maliyet genellikle daha düşük ve dönüşü daha yüksektir.

M. Wigington [12] 1996 yılında geçmiş ve bugünkü AS/RS teknolojilerinin alt sistemlerinin, ana hatlarındaki gelişmeleri Tablo 2.3'de karşılaştırarak H. Zollinger'in bahsettiği gelişmeleri detaylandırmıştır. Tabloya göre, teknolojinin gelişmesi ile birlikte yeni sistemler de, eskilerine göre performans, kapasite, güvenilirlik, ve kullanım ömrü gibi bileşenlerde gelişme sağlanmıştır.

Tablo 2.3 AS/RS alt sistemlerinin teknolojik gelişimi.

ALT GRUP	GEÇMİŞ TEKNOLOJİ	YENİ TEKNOLOJİ
Yapısal Tasarım	Max. 300-500 fpm. amacıyla tasarlanmıştır.	Max. 700-900 fpm. Amacıyla tasarlanmıştır.
Zemin Rayı	Bağlantı yerleri havayla temas eder. Izgaralarla desteklenmiştir.	Kaynaklı ek yerleri. Çelik tabakalar. Lastik hareket tabanı. Lastik köşebentler. Büzülmeyen epoxy. Kimyasal bağlayıcılar.
Yük Taşıyıcı	Merkezi itme çekme. Yön değiştiricili. Mekanik hareketli.	Köşeden itme çekme. Ön-Hazırlamalı iki çift çıkarıcı. Kodla (elektronik) hareketli.
Yükleme Ünitesi	Hareketsiz askı dizaynı. Zincir tahrikli veya tel halat dizaynı. Mekanik hareketli.	Zincir tahrikli. Düşük ve yüksek güç ayarlı zincirler. Kodla (elektronik) hareketli.
Yükseltme tahriği	DC motor analog tahrik AC rotor motor özel analog kontrol.	AC Servo tahrik ve Motor -veya- AC kafes induksiyon Motor Dijital değişken frekanslı tahrik.
Yükseltme pozisyonu	Fotografik düzen -veya- açık devreli çözücü.	Optik çözücülü, özelleştirilmiş kapalı devre sistem kontrolü
Kontrol	Yedek mantık -veya- mikro kontrol veya eski PLC teknolojisi.	Merdiven mantıklı, kullanıcı kontrollü PLC ve özgün sistem kontrolü .
Bilgisayar Kontrol	16-Bit Çoklu İşlemci konfigrasyonu. Bağımsız data aktarımı. Günlük veri yedekleme ve On-Line denetleyici güncellemesi. T switch.	64-Bit Tekil işlemci konfigrasyonu. İşlemci/sunucu konfigrasyonu. Network bağlantı ve veriler. Isınma, aşırı sıcaklık ve hata toleranslı yedekleme konfigrasyonu. Açık sistem yazılım Bağlantılı veriler. Gelişmiş kullanıcı arayüzü ve yönetici raporları.
Bağlantı Haberleşme	Fiziksel bağlantılı zincir kablolar. -veya- iletken çubuklar DC akım-çevirici adaptörler	Geniş Spektrumlu hata-düzeltilici teknolojisi ile destekli Optik modem veya radyo frekanslı modem veya güç hatlı modem.

Bugün, yüzlerce sistem, hemen hemen her tarzda endüstride üretken olarak ve başarılı bir şekilde işlemektedir. Otomatik Stoklama ve Geri Alma Sistemleri, yeteneklerini ve etkililiklerini kanıtladıkları ve ham maddeleri, üretim envanterlerini

ve her çeşit bitmiş malları güvenilir bir şekilde kullanıp depoladıkları için malzeme depolamayı pazarlama ve dağıtım sürecine tamamen entegre etmek mümkün hale gelmiştir.

Otomatik Stoklama ve Geri Alma Sistemleri (AS/RS) malların pazarlanması, depolanması ve dağıtılması konusunda yöntemleri yeniden şekillendirmektedir. Sadece, otomasyonun gerçekleştirdiği bilindik faydaları (geliştirilmiş üretkenlik gibi) değil, aynı zamanda bir çok önemli ikincil faydası da görülmüştür. AS/RS'nin dizaynının kendine özgü esnekliği günümüz fabrikasında ve geleceğin fabrikasındaki yerini garantilemiştir. Tamamlanan hareketlerin anında rapor edilmesini de içeren hareketlerin kontrolü için araçlar, envanteri, pazarlamanın programlanmasını ve dağıtımını kontrol eden bilgi sistemleri zinciri içinde önemli bir bağlantı sağlamaktadır. [11]

AS/RS uygulamasına geçilirken aşağıdaki maddeleri hedefliyor olmak gerekmektedir.

- Malzemelerin kontrolünü geliştirme;
- Envanteri azaltma;
- İş üretkenliğini geliştirmek;
- Malzemenin aşırı derecede ve devamlı kullanımını ortadan kaldırmak;
- Mevcut zemin alanının üretkenlik kapasitesini artırmak;
- Binanın kullanımını geliştirmek;
- İşin büyümesi için olanlar sağlamak;
- Zarar, yer hataları ve hırsızlıktan doğan ürün kaybını azaltmak;
- Emniyet, güvenlik ve iş ortamını geliştirmek;
- Enerjiden tasarruf etmektir.

2.2.1. Sistem Ekipmanları

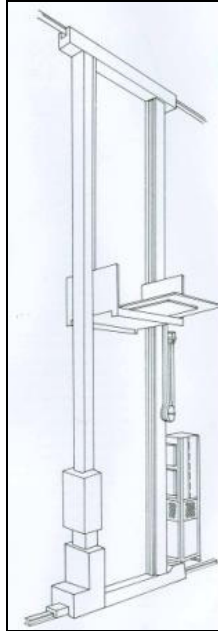
AS/RS nin ana hatları doğru bir şekilde tanımlandıktan sonra, sistemi oluşturan ekipmanların seçimi aşamasına geçilir. Material Handling Enstitüsünün [11] 1999

tarihinde yayınladığı bir AS/RS sistem projesi planlamadaki düşünce tarzları ile ilgili makaleye göre, sistem ekipmanları aşağıdaki kısımlarda anlatılmaktadır.

2.2.1.1. Yükleme/boşaltma (S/R) makinası

Yükleme/Boşaltma (S/R) makinası (Şekil 2.2) taşıdığı birim yükleri, çalışmış olduğu koridorun her iki tarafında belirlenmiş olan alana ve/veya belirli bir alandan dışarı taşır. Kaldırma yüksekliği kapasitesi, yüksek hız, hassas taşıma ve kontrollü hareket S/R makinelerinin önemli özellikleridir.

Tipik bir S/R Makinası, üzerinde birim yüklerin taşındığı asansörlü taşıyıcıyı destekleyen ve taşıyan hareketli bir gövde veya direğe sahiptir. Asansörlü taşıyıcıda bulunan bir ya da daha fazla çatal veya mekik ile stoklanacak yük yanındaki raf gözüne konulur veya raftan alınır.



Şekil 2.2 Örnek S/R makinası

Özelleşmiş mekanik sürücüler, 3 temel makine hareketini birbirinden bağımsız olarak yönetirler. Bir çekici sürücü ile makine koridorda veya pistte yatay olarak sevk edilir. Bu sürücü, geniş bir hız yelpazesini ve raf gözü veya toplama ve dağıtım (P&D) istasyonu önünde doğru son pozisyonlama için hassas kontrollü düşük hızları sağlayacak şekilde özel olarak tasarlanmıştır. Asansör sürücüsü, üzerindeki teleskobik çatal veya mekik mekanizmasını ve yük modülünü taşıyan arabayı, asansör kablosu veya zinciri boyunca yukarı, aşağı hareket ettirir. Kontrol yeterliliği,

doğru pozisyonlamaya ve yükü rafa koyma ve raftan alma sırasında kullanılan kısa dikey hareketlerin hassas yönetimine olanak sağlamalıdır. Çatal sürücüsü hassas merkezleme ve uzatma pozisyonları arasında akıcı ve yumuşak bir hareketi sağlamalıdır. Çeşitli kademeli sürücüler veya hassas hız ve pozisyon elektrik kontrollü sürücüler başarıyla kullanılır.

S/R Makinası raf katları arasında hassas seviye kılavuzu ile hareket eder. Makinanın ağırlığı genelde zemindeki ray tarafından taşınır. Bir üst kılavuz da S/R Makinası ile raf yapısı arasındaki doğru dikey doğrusalılığı sağlamak için kullanılabilir.

S/R Makinası, personeli ve makineyi koruma amacıyla kontrol sistemi ile ilişkilendirilmiş sensörler ile donatılabilir. Güvenlik yasaları ayrıca belli güvenlik ekipmanlarının da kullanımını gerektirir. Her sistem tek ve özel olarak değerlendirilmelidir. Ekipmanı, operatörleri ve çalışma alanındaki personeli korumak için ek güvenlik gereksinimleri olup olmadığını değerlendirmek üzere analiz edilmelidir. Yangın koridorları, yangın kapıları, ek kapılar, birleşik uzaktan kontrollü ekipmanlar, ya da sağlanan ekipmanın türlerine göre diğerleri bazı ek özellikler gerektirebilir.

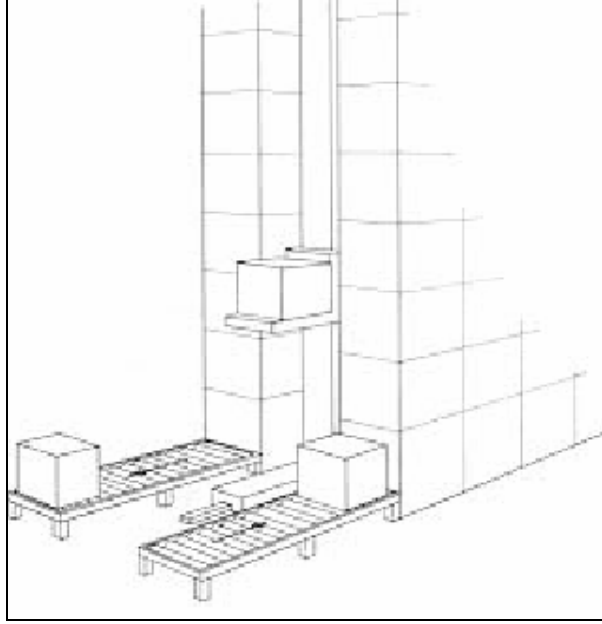
2.2.1.2. Dağıtıcı arabalar

Dağıtıcı arabalar, yükleri bir koridordan diğerine taşıyabilen araçlardır. Bu özellik stoklama kapasitesinin ve çevrim zamanının bağımsız olarak düşünülebilmesine izin verir. Dağıtıcı arabalar zeminden veya bir kirişten desteklidir. Koridorlar arası transfer yapabildiği gibi, hareket alanı içerisindeki herhangi bir bölgeden yük alıp bırakabilmektedir. Tasarım ve kontrol kullanıma göre özelleşen bir çeşitlilik gösterir.

2.2.1.3. Toplama & dağıtım (P&D) istasyonları

Toplama ve dağıtım (P&D) istasyonları, AS/ RS'yi besleyen dağıtıcı araba ile S/R makinası arasındaki aktarma arayüzünü oluşturur. P&D İstasyonları, stoklanacak yükü pozisyonlar ve S/R Makinası çatalı ve dış taşıma ekipmanı ile uyumlu olacak şekilde yükün çıkış pozisyonunu ayarlar. Harici taşıma ekipmanları forklift, konveyör, dağıtıcı araba, otomatik rehberli araç (AGV), ve bu gibi araçlar olabilmektedir.

P&D istasyonları, sadece konveyör işlevini görecek kadar basit olabileceği gibi gerekli olduğu durumlarda yükleri taşıma, çevirme ve kaldırma için de tasarlanabilir. Stoklama pozisyonları, P&D istasyonları malzemenin raf boyunca transferine de imkan sağlayabilecek şekilde özel olarak donatılmış olabilir. Çeşitlilik neredeyse sınırsızdır denilebilir. Örnek P&D İstasyon konfigürasyonu Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Dağıtım ve toplama (P&D) istasyonları

2.2.1.4. Konveyörler

Konveyörler ve diğer taşıma ekipmanları AS/RS ile uyumlu çalışacak özellikte tasarlanabilir. Daha karmaşık uygulamalarda, taşıma sistemi, tesis içindeki diğer operasyonlar ile AS/RS operasyonlarının entegrasyonuna hizmet eder. Bu gibi sistemlerde farklı fonksiyonlar yürütülür. Malzemenin P&D istasyonu olarak iş gören kısmı S/R makinasına ve S/R makinasından dışarı taşındığı alanlardır. Otomatik ağırlık kontrol, boyut kontrol, ve ürün tanımlama işlemleri ile birleştirilebilir. Kontrol, paketlenme, sıralama, muayene, fiksürleme, işleme, kaynak ve ön-montaj gibi ek operasyonlar da entegre edilebilir. Taşıma sistemleri tarafından sağlanan önemli bir fonksiyon da maksimum üretkenlik ve makine ve tesislerin verimli kullanımı için gerekli olan çevrimlerin tutulmasıdır. AS/RS'nin avantajlarından sonuna kadar faydalanabilmesi için, her an her malzemenin rotasını ve bulunduğu yer bilgisini verebilecek bileşik taşıma sistemleri tasarlanıp, kullanılabilir.

2.2.1.5. Stoklama yapısı (raflar)

Rafların birincil fonksiyonu farklı seviyelerde yüklerin stoklanmasıdır. Raflar bir çok farklı formda olabilir. Şu özellikler AS/RS rafı ile sıradan palet rafını ayırır:

- AS/RS rafı büyük yüksekliklerde verimli şekilde kullanılabilir.
- Genelde stoklanan yükün altında, çatalın girişi için bir boşluk bırakılır.
- Rafların tepesindeki çapraz koridor bağlantıları sadece raf katları arasındaki yapı köşebentleri olarak kullanılmaz, aynı zamanda S/R makinasının yukarıdan kılavuzlanması, elektriksel bağlantılar ve koridor sonu işaretleri için de kullanılır.
- AS/ RS raf kurulumu toleransları S/R makinası tip ve fonksiyonuna göre belirlenir. AS/RS rafı genellikle S/R makinası taşıma rayı ile aynı yatay düzlemde olacak şekilde ayarlanır ve sabitlenir.

2.2.1.6. Koridor donanımı

Koridor donanımı, S/R Makinası koridorundaki destek ekipmanlarının tamamı için kullanılan bir terimdir. Bu ekipmanlar;

- Zemin rayı ve destek elemanları
- Üst kılavuz rayı ve destek elemanları
- Stoperler
- Elektrik bağlantıları (S/R üzerindeki klempler, izoleli bus-barlardan elektrik almaktadır)
- Koridor sonu yavaşlama ve hareket limitlerini belirlemek için kullanılan sınırlandırıcılar
- Stok yerinin tanımlanması amacıyla kullanılan barkod plakaları veya işaretler

2.2.1.7. Kontroller

Kontroller, malzeme akışının ve ekipman fonksiyonlarının etkili şekilde kullanımı için tüm sistem elemanlarını birbirine bağlayan yapıdır. Ekipman kontrolü ve veri işleme prosesine ait görevlerin mümkün olan en erken zamanda tanımlanması önemlidir. Genel amaçlı bilgisayarlar, mikroprosesörler, PLC'lerin tamamı sistem kontrolü amaçlı kullanılabilir. Teknolojideki gelişmeler AS/RS nin güvenilirliğinin artmasında ve daha sofistike sistemlerin kurulması da çok etkili olmaktadır. Malzemenin kontrolü ve operasyonun güvenirliliği teknolojiyi zorunlu kılan gereksinimlerdir.

Sistem, operasyon ve makina güvenilirliğinin verimli olarak sağlanabilmesi için, operatör hatalarının ve kesintilerin göz önünde tutulması gereklidir. Hataların tespitini ve düzeltilmesini kapsayan, yapılan işleme ait yedeklemeler çok önemlidir. Otomatik kontrol sistemleri en üst düzey güvenilirlik seviyesinde tasarlanmalıdır. Ayrıca, acil durum kontrol seviyeleri tarafından yedeklenmelidirler. Yedekleme modelinin seçimi esnasında verilen opsiyonun yapılabilirliği ve bu seçeneğin kayıtları saklayan sistemi ile alakası dikkatli bir şekilde incelenmeli ve göz önünde bulundurulmalıdır. Verimli bir sistem çalışmasının başarılması; ekipman güvenilirliği, ekipman hataları, operatörün katılımı faktörlerinin göz önünde bulundurulması ve bu faktörlerin tespiti ile düzeltilmesi ve de planlanmış yedekleme şekilleri ile mümkündür.

Diğer operasyonlar ve sistemlerin AS/RS yi ilişkilendirmesi gereksinimi kontrol tasarımında göz önüne alınmalıdır. AS/RS ile ilişkilendirilebilecek bazı sistem ve operasyonlar şunlardır:

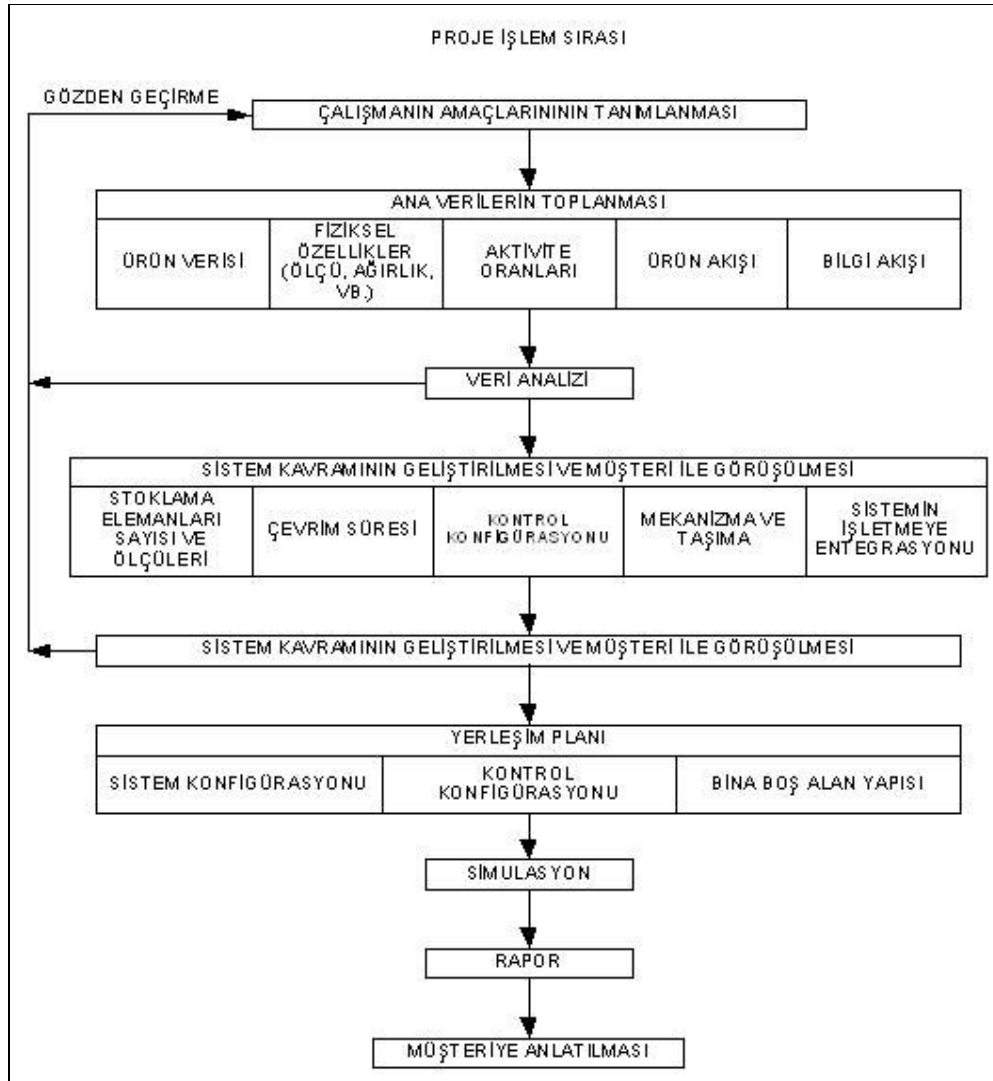
- Tedarik
- Kalite Kontrol
- Stok Yönetimi
- İç üretim prosesleri
- Paketleme
- Dağıtım

Bir sistemin başarılı entegrasyonunda insan gücü önemli bir rol oynar. Bu yüzden görevlerin açık tanımları (talimatlar), bilgi aktarımı, ve operasyonlardaki insan etkileri sistemin bir parçası olarak bütünleştirilmelidir.

2.2.2. Sistem Kavramsal Tasarımı

Sistem tasarımı, tanımlı hedeflere ulaşmak için gereksinimleri analiz etme ve çözüm geliştirme sürecidir.[11] Sistem tasarımı, hem tedarikçinin hem de sistem kullanıcısının en baştan sistemin nasıl çalışması gerektiği konusunda net bir anlayışa sahip olmasını sağlar. Sistemi kullananın, işleticisinin ve bakımıcısının, sistemin geliştirilme sürecinde rol alması çok önemlidir.

R. A. Kulwiec [4] fizibilite etüdünün sonucunun, tarafından sistem tedarikçilerinin maliyetleri tahmin edebilmeleri için gerekli tasarım parametrelerini sağlayabilecek operasyonel ve fonksiyonel spesifikasyonlarını oluşturduğunu belirtmiştir. Bu spesifikasyonların oluşturulması için bir AS/RS projesinde sistem kullanıcısı olacak kişiler tarafından G. Pahl ve W. Beitz [6]'ın 1995 yılında temellerini oluşturduğu mühendislik tasarımının bir AS/RS projesi için özelleştirilmiş halini gösteren Şekil 2.4'teki akış izlenmelidir.



Şekil 2.4 Sistem tasarımıda proje işlem sırası

2.2.2.1. Veri toplama süreci

Bir işletmenin, malzeme yönetimi sisteminin veya kapalı alan ürün taşıma sisteminin tasarlanmasında ve yerleşim oluşturulmasında ilk adım veri toplama sürecidir. Bu sürecin adımlarını D.E. Mulcahy [3] 1999 yılındaki kitabında aşağıdaki şekilde listelemiştir:

- Ürünün fiziki verisinin toplanması (birim ürün)
- Mevcut kapalı alan ürün taşıma sisteminin ve malzeme yönetimi sisteminin gözlemlenmesi

- Veri analizi
- Tasarım parametrelerinin belirlenmesi
- Alternatif kapalı alan ürün taşıma sistemlerinin ve malzeme yönetimi sistemlerinin değerlendirilmesi

Veri toplama evresi birçok adımdan oluşmaktadır:

1. Tüm mevcut kapalı alan ürün taşıma sistemi ve malzeme yönetimi sisteminin donanımlarının tanımlanması ve listelenmesi
2. Her bir ürün biriminin en, yükseklik, uzunluk ve ağırlığının ölçülmesi ve bu ürün birimlerinin taşınabilir veya taşınamaz özelliğinin kategorize edilmesi
3. Her bir malzeme deposunun, fabrika fonksiyonunun veya iş istasyonunun birim ürün özelliklerinin sınıflandırılması (uzunluk, yükseklik ve genişlik)
4. Her bir malzeme deposu, fabrika fonksiyonunun veya iş istasyonunun ürün hacmi ve ortalama ile en yüksek değerler gibi parametreler için gerekli işlemlerin projelendirilmesi
5. Her bir malzeme deposu, fabrika fonksiyonunun veya iş istasyonu için alternatif kapalı alan ürün taşıma sistemlerinin ve malzeme yönetimi sistemlerinin gözden geçirilmesi (manuel, mekanize veya otomatik)

Bir işletme, malzeme yönetimi sistemi ve kapalı alan ürün taşıma sisteminde malzeme yönetimi kavramı temel alınmıştır. Malzeme yönetimi kavramında aşağıdaki belirleyici faktörlerin analizleri yapılmalıdır.

2.2.2.2. Ürün özellikleri felsefesi

Ürün özellikleri felsefesi, kapalı alan ürün taşıma tasarım takımının yıllık ortalama ve en yüksek hacimlerin, stoklama birimi sayısının (SKU), envanter seviyesinin ve yıllık büyüme oranının belirlenmesini gerektirir. [3] Gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra, tasarım takımı, tasarım yılı ürün taşıma hacmini, malzeme deposu ve fabrika aktivite bölgelerini ve malzeme yönetim sistemi için gerekli bölgenin büyüklüğünü, ürün taşıma kavramını, imalat istasyonlarını, çalışan ve yönetim alanlarını belirleyebilir.

Ürün taşıma felsefesinin tamamlanması için tasarım takımının başarması gereken başka birçok görev vardır. Yapılması gereken:

1. Ürün akış sıralarının ve ürün hareket rotasının belirlenmesi
2. Her aktivite veya iş istasyonu için düşük, ortalama ve en yüksek hacim seviyelerinin hesaplanması
3. Düşük, ortalama ve en yüksek stok seviyesinin ve stoklama birimi sayısının öngörülmesi
4. Stok saklama birimi sayısının ve ürün birimlerinin aşağıda belirtilen özelliklere göre tanımlanması ve tahmin edilmesi:
 - a. Malzeme tipi
 - b. Malzemenin şekli
 - c. Dayanıklı veya kırılabilir olup olmadığı
 - d. Minimum, ortalama ve maksimum boyutları
 - e. Ortam sıcaklığı ve diğer çevre koşulları

Ayrıca, iki malzeme deposu veya iki iş istasyonu arasında yapılan hareketin sayısı ve gidilen yol uzunluğunun belirlenmesi gerekir.

2.2.2.3. Kapasite seçimi ve akış tasarımı

Stoklanacak yüklerin sayısı ya da başka bir deyişle stoklama kapasitesi mevcut gereksinimler ve gelecekteki muhtemel büyüme göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır. Analizde önerilen sistem için küp verimliliği veya paketleme yoğunlaştırma seçenekleri de göz önüne alınmalıdır. [11]

Yeni bir operasyon için veya mevcut bir operasyona gerekli olan yeni bir ekipman için malzeme yönetimi sistemi veya kapalı alan ürün taşıma sistemi içeren bir dağıtım veya fabrika sistemi tasarlandıktan sonra belli bir ürün miktarı için ana depo veya fabrika fonksiyonel alanları ve kapalı alan taşıma konsepti tasarlanır. Malzeme deposu projelendiği zaman iki konum arasında gerçekleşen bu kapalı alan taşıma aktivitesinin tamamlanması için bir giriş-çıkış işlemi yapılması gerekmektedir. Tasarım yılı ürün hacminin projelendirilmesini D. Mulcahy [3] üçe ayırmaktadır:

- Ortalama ürün hacmi
- Ortalama ve en yüksek ürün hacmi arasında bir değer
- En yüksek ürün hacmi

Eğer ana malzeme deposu, fabrika fonksiyonel alanları ve kapalı alan taşıma konseptini ortalama ürün hacmine göre tasarlanırsa ve gerçek ürün hacmi ortalama ürün hacminin geçerse, kapalı alan taşıma sistemi aşağıdaki durumlarla karşılaşacaktır:

- Plan harici teslimatlar
- Çalışan fazla mesai
- Bina, ekipman ve ürünlerin zarar görmesi ve çalışanların yaralanması
- Müşteri şikâyetleri potansiyelinin artması

Ortalama bir seviye için, tasarım ürün hacmi bazı özelliklere sahiptir:

- Küçük bir alan veya kapalı alan
- Ürün taşıma konsepti için düşük kaynak yatırımı
- Birim başına düşük sabit malzeme yönetim gideri

Eğer sistem ortalama ve en yüksek ürün hacmi arasında bir değerde tasarlanırsa, ürün taşıma operasyonu gerçek kapalı alan ürün taşıma hacmi tasarlanan oranı geçerse aşağıdaki problemlerden biriyle karşılaşılabilir:

- Çalışan fazla mesaisi
- Çalışanlar ve araçların yoğunluğu sebebiyle işin sıkışması
- Bina, ekipman ve ürünlerin zarar görmesi
- Plan harici teslimatlar
- Müşteri şikâyetleri potansiyelinin artması

Ortalama ve en yüksek ürün hacimleri arasında bir değerle tasarlanan ürün hacmi tasarımı seviyesinin bazı avantajları da vardır:

- Orta seviyede açık veya kapalı alan
- Ürün taşıma konsepti için orta seviyede kaynak yatırımı
- Birim başına orta seviye sabit malzeme yönetim gideri

Eğer sistem en yüksek ürün hacminde bir değerle tasarlanırsa, ürün yukarıda belirtilen problemlerden hiçbirisiyle karşılaşmayacaktır. En yüksek ürün hacminde yapılan bir tasarım ürün hacmi bazı özelliklere sahiptir:

- Geniş bir açık veya kapalı alan
- Yüksek miktarda ürün taşıma ve malzeme yöntemi yatırımı

Bu özellikler birim başına yüksek malzeme yönetimi maliyetine sebep olmaktadır. Fakat tüm ürün hacim dönemlerinde müşteri servis düzeyi mükemmel olmaktadır.

Malzeme akış tanımı bütün kaynakların ve bütün malzemelerin gönderilecek yerlerinin, ortalama ve en yüksek hareket oranlarının, operatör görev ve zamanlarının tanımlarını içermelidir. Kesiklikler, tıkanıklık noktaları ve bütün kuyruklar detaylı şekilde incelenmelidir. Bazı durumlarda akış oranlarının doğrudan analizle hesaplanması yönetilemez bir problem olur ve bu gibi durumlarda en iyi analiz yöntemi ise operasyonların bilgisayarla simüle edilmesidir.

Bir sonraki mantıksal adım ise istenen malzeme akışının sağlanması için gereken operasyonların tanımlanmasıdır. Ayrıca kayıt saklama sistemi için başlıca unsurların da tanımlanması gereklidir.

Bir AS/RS Sisteminin performansı genel olarak saat başına stoklanabilecek yükleme sayısı ve saat başına sistemden yapılabilecek boşaltma sayısı olarak değerlendirilir. AS/RS tasarımında ve toplam kapasite analizinin değerlendirmesinde şunlar dikkate alınmalıdır:

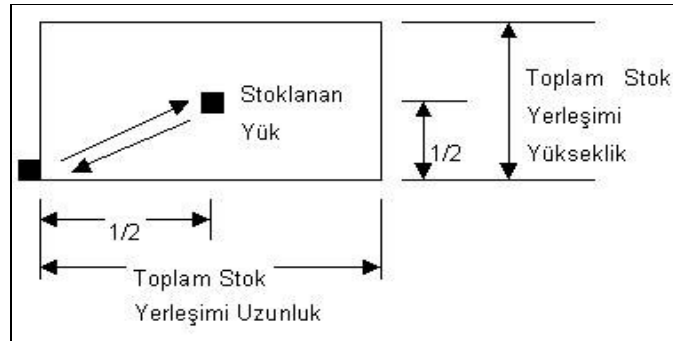
1. Yükleme / Boşaltma (S/R) makinalarının çevrim zamanı;
2. Hem uzun, hem de kısa dönemlik malzeme akış düzeninin zirve noktaları;
3. İstenen malzemelerin çekilmesi ve doldurulmalarının detaylı analizleri;

4. Tahmini ekipman arızaları arasındaki ortalama zaman
5. Arızalanan ekipmanın ortalama tahmini tamir zamanı;
6. Malzeme ve bilgi sıralanışları;
7. Tesisteki giriş/çıkış akış hızı;
8. Sistemin çalışma stratejileri

Sistemin tümünün kapasitesini doğru bir şekilde hesaplayabilmek için yukarıdaki parametrelerin birlikte düşünülerek değerlendirilmesi gerekmektedir. S/R makinasının çevrim zamanının yaklaşık olarak kestirmek için birkaç yaklaşım vardır. En basit yaklaşım; tipik bir çevrim seçerek bu çevrimin gerçekleşmesi için gereken zamanı hesaplamaktır. Şekil 2.5 ve 2.6, S/R makinalarının tek ve ikili (gidiş – gidiş/dönüş) çevrim zamanlarını yaklaşık olarak tahmin etmeye yarayacak olan hesapları vermektedir. Bu tahminler, sistem yüksekliğinin sistem uzunluğuna oranı ile makinanın yukarı doğru olan hızının yatay yöndeki hızına oranının birbirine yakın olması durumunda çok doğru sonuçlar vermez. Bu çevrimler ilk tasarım aşamasında ve S/R makinalarının karşılaştırılmasının kolay anlaşılabilmesi için kullanılabilir. [11]

Tek çevrim;

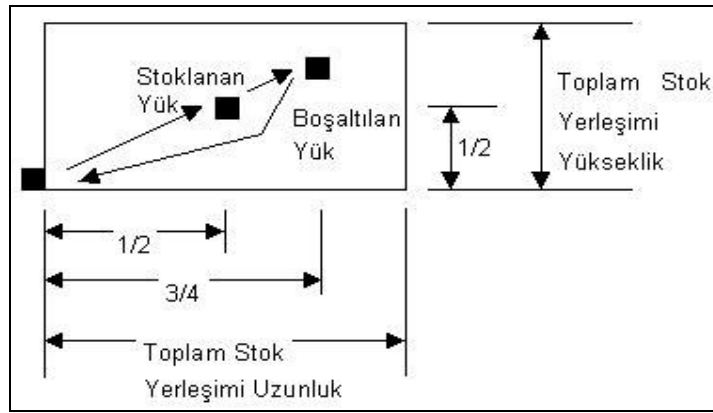
1. Giriş pozisyonundan yük alınır.
2. Sistemin uzunluk ve yükseklik yerleşimlerinin tam orta noktasına yük stoklanır.
3. Giriş pozisyonuna boş olarak döner.



Şekil 2.5 Tek çevrim süresi hesabı

İkili çevrim;

1. Giriş pozisyonundan yük alınır.
2. Sistemin uzunluk ve yükseklik yerleşimlerinin tam orta noktasına yük stoklanır.
3. Sistemin uzunluk ve yükseklik yerleşimlerinin $\frac{3}{4}$ mesafedeki noktasından yük alınır.
4. Giriş pozisyonuna yük bırakılır.



Şekil 2.6 İkili çevrim süresi hesabı

Daha gerçekçi bir çevrim süresi dağılımını elde edebilmek için çok sayıda örnek çevrimin incelenmesi gerekmektedir. Daha büyük ölçekteki sistemlerin modellenmesi, genellikle bu dağılımların, aynı anda gerçekleşen diğer işlemlerle birlikte değerlendirilmesini gerektirecektir. Bilgisayar simülasyonu bu tip modellerin geliştirilmesinde daha etkin bir yöntemdir.

2.2.2.4. Simülasyon

Simülasyon, J. K. Allred [14] 1999 yılında yayınladığı makalesinde simülasyonun aşamalarını anlatmış ve doğru zamanda yapıldığında, çok büyük hataların ortaya çıkmasını önleyecek bir sistem olduğunu savunmuştur. Simülasyon ile malzeme akış sisteminin tamamı, blok diyagramlarla basitçe tanımlanır. Programcı, fiziki sistemi, matematiksel olarak modellemeye yönelik değişik tiplerdeki program unsurların seçer. Fonksiyonel operasyonlar, yükleri temsil eden modüller oluşturularak simüle edilir ve bu modüller, planlanan program mantığı kullanılarak sistem içerisinde ilerletilir. Bekleme süresi, verilen komutun yerine getirilme süresi,

hareket sayısı, sistem bileşenlerinin kullanımı gibi sistemin performansını hesaplamada kullanılacak istatistiki veriler, simülasyon istenilen hale gelinceye kadar çalıştırılır.

Simülasyonun çevrim hesabı basit olan sistemlerde kullanımı gereksizdir. Aşağıdaki sorulara karşılık gelen cevaplara göre malzeme akış düzeni gerçekten karmaşık ise bilgisayar simülasyonu uygulanmalıdır;

1. Sistemdeki malzemelerin içinde, yüklendiğinde %85 veya daha fazla oranda kullanılacak malzeme var mı?
2. Sistemde farklı proseslerde birleştirilerek veya aynı anda kullanımı olan operasyonların var mı?
3. Sistemde, bir aktivite bittiğinde otomatik olarak başlatılan başka bir aktivite var mı?
4. Sistemde, manuel veya otomatik olmayan bir aktivitenin tamamlanmasını bekleyen bir duruş var mı?
5. Gerçekleşme zamanı değişen ve bu değişimin geniş alt ve üst limitleri olan prosesler var mı?
6. Bu tip sistemlerde daha önceden kullanmakta olan, uygulanan prosesi kontrol eden algoritmalar veya stratejiler var mı?
7. Sistem, ortak kullanım için tamamlanan birden fazla farklı fonksiyon içerir mi?
8. Sistem, sıkı zamanlama ve adam/makine ara yüzlerinin kesin programlamasını gerektiriyor mu?

Simülasyonun doğruladığı etkenler aşağıda sıralanmıştır;

1. Gerekli operatör ve tesis sayısı
2. Ekipman kullanımı
3. Kontrol sınırları
4. Kontrol algoritması

5. Yönetim stratejileri
6. Tepki süresi
7. Kuyruğun büyüklüğü
8. Ekipmanların hızları
9. Çevrim süreleri ve operatör ve tesisler için tepki süresi
10. Sistemdeki planlanan iyileştirmelerin performansa etkisi
11. Model sistemin, performans gereksinimlerini karşılayıp karşılamayacağı.

2.2.2.5. Yerleşim kısıtları

Mevcut bir tesiste, malzeme stoklama sistemi tasarımı yapmak, yeni yapılacak olan bir tesisi içine bu sistemi entegre etmekten çok daha karmaşıktır. [3]

Mevcut bir tesiste malzeme stoklama alanı ve tesisi içerisinde ürün taşıma yöntemi, yerleşimi tasarlanırken, mevcut binanın kolon aralıkları, konstrüksiyonuna ve çatı yapısına uyulmak zorundadır. Buna ilaveten, bina içerisindeki ürün taşıma hatlarının güzergahında, mevcut proses ve mevcut üretim tezgahların yerleşimine de uyulmak zorundadır ki bu da karmaşıklığı daha da artırır.

Malzeme stoklama ve ürün taşıma tasarımı, mevcut makine ve tezgâhların çevrelerinden ve binanın kendisinden kaynaklanabilecek engeller nedeniyle daha yüksek bir yatırım maliyeti gerektirebilir.

Tüm detay ölçüleri belirlerken, aşağıdaki özel durumlar da projenin ilk aşamalarında hesaba katılmalıdır. [7] Aksi halde, sistemin açıklık ve tolerans hesaplarında çok önemli bir etki yaratacaktır.

- Zemin kotu
- Lokal tesisatlar (Borular, aydınlatmalar, kablo kanalları)
- Raf tasarımına bağlı profil kalınlıkları
- Sistemin, stoklama alanına taşması ile gerçekleşecek engelleyici unsurlar
- Yangın sprinkler ve algılayıcıları

2.2.3. Sistem Toleransları

Tasarım aşamasında uyulması gereken ve sistemin problemsiz çalışmasına büyük etkisi olan toleranslar 1995 yılında son halini alan FEM 9.831 [7] standardından yola çıkarak anlatılmıştır.

Bu bölümde koordinat eksenleri olarak verilen x-, y- ve z-, Şekil 2.8'de de gösterildiği gibi aşağıdaki yönleri simgelemektedir.

x- eksen: Koridor boyu yönü (Sistem uzunluğu)

y- eksen: Koridora dik yön (Sistem yüksekliği)

z- eksen: Koridor yanal yönü (Sistem genişliği)

S/R makinalarını içeren bir stoklama sistemi, fonksiyonel uniteleri içeren komponentlerden oluşmaktadır. Bu komponentler; operasyonel bazda imalat, montaj ve deformasyonu kompanse edebilecek toleranslara sahiptir. S/R makinaları, tamamen güvenilir bir operasyon ile, serbestçe seçilen noktalara birim yükleri stoklamak ve bu noktalardan geri almak için tasarlanmışlardır. Bunun yanında, komponentler arası açıklıkların az olması güvenli operasyon açısından risk içermektedir, bunun sonucunda da sistemdeki taşıma operasyonu durabilir. Fakat, açıklıkların fazla tutulması da stoklama alanını boşa kullanmak anlamına gelir. Bu nedenle, toleranslar ve deformasyonların optimize ediliyor olması gereklidir. Tolerans ve deformasyonlar aşağıda yer alan komponentlerden kaynaklanır;

- Zemin betonu düzgünlüğü
- Zemin rayı
- Üst kılavuz rayı
- Birim yük
- Profil kontrolü
- Merkezleme yerleşimi (Merkezleme doğruluğu)
- S/R makinası
- Raf yapısı

2.2.3.1. Zemin betonu düzgünlüğü

Zemin, stoklama rafları ve S/R makinaları birlikte çalışacak bir sistem olarak tasarlanmalıdır. Ölçüsel toleransların çoğunda S/R makinalarının özellikleri ana etkindir ve tolerans gereksinimleri dikkate alınmadan ölçüsel toleranslar belirlenmemelidir.

Sistemin tümü için beton zemin yapısal destek sağlayacaktır.[11] Uygun beton zemin, sistemin birbiri ile ilişkili tüm elemanlarının düzgün bir şekilde zemine sabitlenebilmesi için şarttır. Betonunun mukavemeti tüm kolon ve ray sistemlerini ve ürünlerin yüklerini taşıyabilecek değerde olmalıdır. Beton yüzeyin kalitesi ve kotu, ray ve rafların kolay ve ekonomik montajı için gerekli olan gerekli referans kotu dikkate alınarak kontrol edilmelidir. Zemin karakteristiği ve temel tasarımında sadece beton hatalarını önlemek değil, beton zeminin çatlaması hatasının olmaması da göz önünde bulundurulmalıdır. Raf ve rayların seviyesinden şaşması sistem operasyonlarını etkileyecek derecede olmamalıdır.

Raf yapısı ve zemin rayının monte edildiği zemin seviyeleri çok önemli olmaktadır.[7] Zeminin, üzerine herhangi bir komponent yerleştirilmeden olması gereken fark bazı sınırları karşılamalıdır. Zeminin en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki farkın ± 3 mm. olması gereklidir, fakat genellikle zemin bu toleransların dışında kalır. İdeal yatay eksen referans alarak, rayın yerleştirileceği zemin uzunluğu ile dikey zemin toleransları arasındaki farklar, plakalar ile desteklenerek aşağıdaki toleransların içerisinde yer almalıdır.

50 metreye kadar ± 10 mm.

150 metreye kadar ± 15 mm.

150 metreden fazla ± 20 mm.

2.2.3.2. Zemin rayı

Dikey eksen referansı ile yatay z- yönündeki ray sapma toleransları aşağıdaki gibidir:

Ölçülen uzunluk = Toplam ray uzunluğu $\pm 3,0$ mm.

Ölçülen uzunluk = S/R makinası tekerlek taban uzunluğu $\pm 1,5$ mm.

y- yönündeki H_2 seviye toleransları (Şekil 2.8) ve yatay referans başlangıç yüzeyi arasındaki toleranslar aşağıda verilmektedir:

Ölçülen uzunluk < 100 m. $\pm 2,0$ mm.

≥ 100 m. $\pm 3,0$ mm.

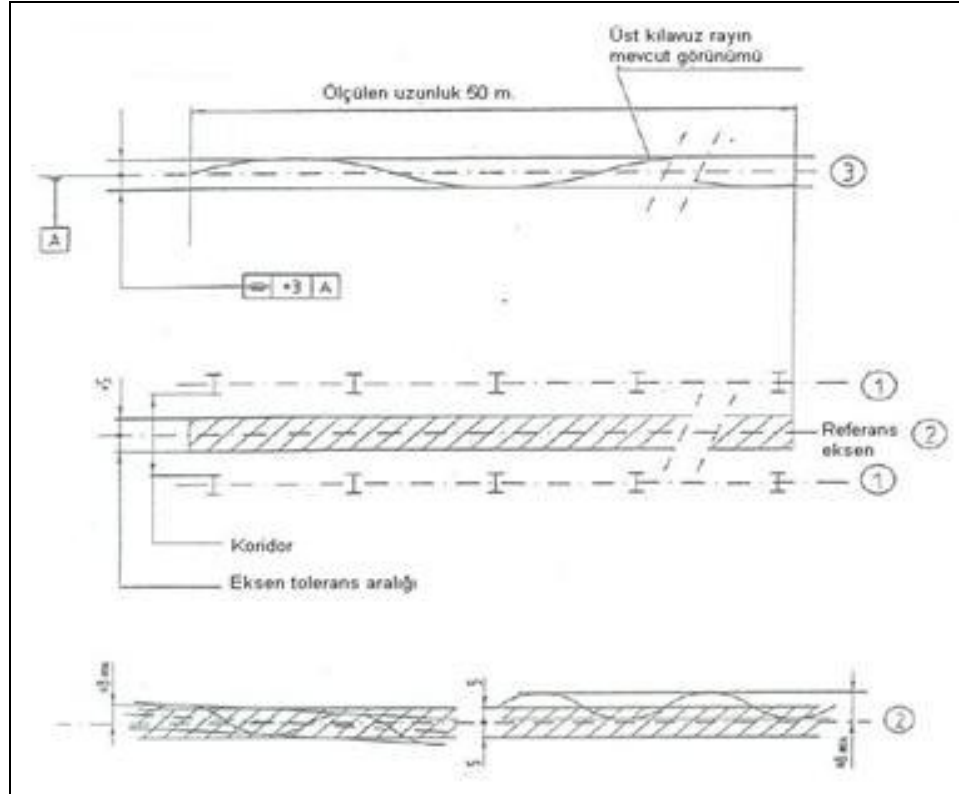
Ölçülen uzunluk = S/R makinası tekerlek taban uzunluğu $\pm 0,5$ mm.

S/R makinasının hareket karakteristiği, ray yüzeyinin üst ve yan kılavuz yüzeylerinin düzgünsüzlüğünden etkilenmektedir.

2.2.3.3. Üst kılavuz rayı

Üst kılavuz rayın boylamsal eksene göre toleransı ile raf dikmelerinin koridorun üzerinde bulunan ortalama merkez noktası arasında farkın 50 metre uzunluğunda ± 5 mm. ölçüsünü aşmaması gereklidir. Şekil 2.7'de görülebilmektedir.

Yüksüz halde, üst kılavuz rayın boylamsal eksene göre yatay sapması ± 3 mm. ölçüsünü geçmemelidir.



Şekil 2.7 Üst kılavuz ray toleransları

1. Koridor tarafındaki dikmelerin eksen referans çizgisi
2. Raf dikme eksenlerine göre, üst kılavuz rayın teorik eksen
3. Üst kılavuz rayın mevcut eksen. Bu eksen ± 5 mm. tolerans aralığında kayabilir.

Üst kılavuz rayın alt noktası ile sistemin kıyas referans eksen arasındaki ölçü H_3 toleransı raflar yüksüz halde iken $+10/-5$ mm. değerini aşmamalıdır. (Şekil-2.8)

2.2.3.4. Birim yük – istif kabı

Sistemin taşıdığı birim yükler olan istif kapları, mastarlardan geçtikten sonra sistem içerisinde çalışırlar, elastik ve plastik deformasyona uğrarlar. Bu deformasyon uzun süreler sonra daha da artar. Deformasyonun miktarı; yük, yükün dengesi, ayaklar arası mesafe ve kabın etkileneceği durumlara (örn: tahtanın nem yapması) bağlıdır.

2.2.3.5. Profil kontrolü

Birim yük – istif kabı ölçüleri, ± 5 mm. toleransı ile sisteme girmeden fotoseller ile kontrol edilmelidir. Sistemin tasarımı, açıklıklar ve mesafeler maksimum yük ölçüsüne göre tasarlanmış olması sebebiyle bu ölçüleri aşan yüklerin sisteme dahil olmaması gereklidir.

2.2.3.6. Merkezleme yerleşimi (sadece P&D istasyonları için)

Nominal pozisyonu referans alınarak, birim yük x- ve z- yönlerinde merkez çizgiye ± 5 mm. tolerans ile hizalı olması gereklidir. Sabit durma noktası olan otomatik konveyör sistemlerinde x- yönündeki bu tolerans ± 2 mm. olmalıdır.

2.2.3.7. S/R makinası

Yük taşıma ve stoklama makinasında, tolerans bölgesi aşağıdaki etkilerin sonucunda x-, y- ve z- yönlerinde değişken değerler olarak görülebilir.

1. S/R makinasına bağlı sistem toleransları
 - Mast ve/veya üzerindeki kılavuzların yük kaldırma üzerindeki toleransları
 - Asansörlü taşıyıcı ile mast birleşimleri arasındaki oynamalar
 - Eksene göre yanlış hizalama

- Zemin rayı ile üst kılavuz rayı mesafesi arasındaki oynamalar
- Mekanik aşınma

2. Elastik deformasyon

Birim yükü alma ve bırakma sırasında mast, asansörlü taşıyıcı ve çatallar değişken yük etkileri nedeniyle deformasyona uğrayabilir. Açıklıkları belirlerken, çatal girişleri ve raf bölme aralıklarının hesaba katılması büyük önem taşır.

3. Pozisyonlama toleransları

- Pozisyonlama sistemi ve motor kontrolü
- Pozisyonlama hızı
- Kontrol sisteminin gecikme periyodu
- Frenin gecikme zamanı
- Aşınma, sıcaklık ve sürtünme katsayısının değişmesi ile oluşabilecek frenleme bölgesi farklılıkları
- Yürütme mekanizmalarındaki boşluk veya tepki
- Pozisyonlama sensörlerinin doğruluğu
- Transmitter sisteminin ana ölçülerden sapması.

2.2.3.8. Raf yapısı

Raf imalat ve yerine montajdaki toleransları, S/R makinalarının rafla arasındaki boşluğa, doğru yerleştirilmesine ve zemindeki yükleme yapılan noktaların yerleşimine bağlıdır. Tasarım yapılırken, yüksek maliyetli imalat ve montaj uygulamaları gerektirmeyecek tolerans aralıkları verilerek yapılmalıdır. Rafa ait çelik kolonlar ve stoklanan malzeme arasındaki boşluk mesafesi, S/R makinasının referans aldığı pozisyon ile stoklama alanlarının birbirlerine göre konumu ve S/R makinası ile stoklanan yükün çalışma boşluğu kritik ölçülerdir. [11]

Yüksüz durumda imalat ve montaj hataları:

x- yönündeki ölçüler;

Şekil-3'de de görülebileceği gibi; dikme ayaklarının mesafesi, yatıklık ve desteklerin eğriliği sonucunda oluşan karşılıklı zıt dikmelerin tolerans alanı K_x 15 mm.'yi geçmemelidir.

Arasında travers bulunan iki raf dikmesinin eksenleri arasındaki mesafe (l) ± 3 mm. içerisindeki toleransta kalmalıdır.

Rafın tek tarafını oluşturan iki dikmesinin bulunduğu yapı yatayda ± 10 mm. toleransta yatık olabilmektedir.

40 m. üzerinde, rafın uzunluğu (L) nominal uzunluğundan ± 20 mm. sapabilir.

z- yönündeki ölçüler;

Dikmelerin ve traverslerin koridora doğru pozisyonlaması $K_z = \pm 15$ mm içerisinde oynayabilir.

y- yönündeki ölçüler;

Tüm traverslerin kendi içerisinde ve tüm travers hizaları içerisinde oynayabileceği tolerans aralığı raf sınıfına göre verilmektedir. Buna göre;

Sınıf 100 : $e = \pm 5$ mm.

Sınıf 200 : $e = \pm 10$ mm.

İki travers arasındaki mesafenin (h) nominalden sapma toleransı ± 5 mm. olmalıdır.

En alt ve en üst traversler arasındaki H_1 yüksekliği, mevcut koşullardan yola çıkarak H_1 yüksekliğinin 0,5 % değeri ile eşdeğer toleransa sahiptir.

Bir hücrede bulunan iki traversten arkadaki travers, öndekinden yüksek olmamalıdır. Arkadaki traversin referans seviye çizgisine mesafesi, öndeki traversin mesafesinden +2 / -4 mm. farklı olabilir.

Yüklü çalışmadan kaynaklanan deformasyonlar:

Raf yapısında, normal çalışmada traversin üzerine yük bindiğinde, bu yük traverste belli bir sehim oluşturur. Bu sehimin izin verilen değerleri raf sınıflarına göre aşağıda

verilmektedir. Burada l bir traversin birbirine bağıladığı iki raf dikmesinin eksenleri arasındaki mesafedir.

$$\text{Sınıf 100 : } c = \frac{1}{300} \cdot l \quad c_{\max} = 10 \text{ mm.} \quad (2.1)$$

$$\text{Sınıf 200 : } c = \frac{1}{200} \cdot l \quad c_{\max} = 15 \text{ mm.} \quad (2.2)$$

Raf dikme eksenlerinin yanlış pozisyonlanması sonucu, raf traversinde yukarıya doğru oluşabilecek kamburlaşmaya izin verilen toleranslar aşağıda verilmektedir.

$$\text{Sınıf 100 : } d_{\max} = 7 \text{ mm.} \quad (2.3)$$

$$\text{Sınıf 200 : } d_{\max} = 9 \text{ mm.} \quad (2.4)$$

2.2.4. Depo Yönetim Sistemi (WMS) Yazılımı

Özellikle tamamıyla otomasyonla idare edilen bir tesisle bütünleşmiş AS/RS sistemleri; dağıtım merkezi yöneticilerince gün geçtikçe ekonomik açıdan daha mantıklı bulunmaktadır. Malzemenin ve malzeme akışının daha iyi şekilde kontrol edilmesi; aşırı ve tekrar eden işlemeyi azaltarak, ayrıca kullanılan binanın fiziksel alanının daha verimli kullanılmasının sağlayarak, envanteri azaltmakta ve işçinin üretkenliğini arttırmaktadır.

Adams, Brown, Firth ve Misenheimer [2] bir AS/RS sisteminin tasarımında makina ve sistem olarak iki ayrı seviye kontrolü olduğunu belirtmektedir. Bahsedilen iki parametre, en yüksek güvenilirlik seviyesinde tasarlanmalıdır ve acil durum kontrol seviyeleri tarafından yedeklenmelidir; manuel olarak kontrol edilebilmelidir. Sistemin kontrol seviyeleri çoğu zaman depo yönetim sistemi -bundan sonra WMS olarak geçecektir- ile kesişmektedir. AS/RS tarafınca, parçalar için rasgele bir hücre seçilmekte ve bu hücre tarafından WMS'ye yapılan geri besleme ile ambar için tutulan envanter güncellenmektedir.

WMS, AS/RS sistemini kontrol eden operatöre alınması gereken malzemelerin bilgisini de sağlamaktadır. AS/RS operatörü, parçaları geri alır ve WMS sistemine raporlanan parçalardan ne kadarının alındığını veya ne kadarı için tekrar iş emri çıktığı bilgisini verir. Bu sayede, depo yönetim sistemi envanter kayıtlarını doğru olarak tutmaktadır. Daha önceden belirlenen emniyet stokları değerine inildiğinde

gerekli olan malzeme için sipariş çıkarmakta, parçaların hareketlerini düzenli bir şekilde kontrolünü sağlamak için gerekli faturaları ve dökümanları düzematadır.

Gerçek zamanlı olarak dağıtımı yapılmış bir WMS oluşturmak için iki ana veri tabanı gerekliliğı doğurur. Yeni ve var olan veri tabanlarından ayrı olan ana dosyalar, ve var olan veri tabanları ile bağlantıyı kurup periyodik güncellemeler yapacak ara yüz yazılımları. Bu bağlamda WMS yazılım tasarımı ve devreye alınması aynı aşamalarda farklı veri akışlarının incelenmesi ile yapılmaktadır. Aşağıdaki alt başlıklarda bu aşamalar ve yazılımda verilerin tanımlanması ve tanınması ile ilgili literatür çalışmaları verilmektedir.

2.2.4.1. Yazılım projesi aşamaları

Bir WMS sistemi ile kullanılan depo çok daha iyi bir şekilde çalışır hale getirilebilir. WMS sistemi gerçekleştirilen operasyonun her aşamasında etkili olacağından, bir WMS sisteminin kurulması çok önemli bir projedir. Dikkatlice planlanan ve gerçekleştirilen bir WMS kurulumu oldukça basit nispeten daha az zahmetli olabilir. Plansız bir yaklaşımla ise bir felakete dönüşebilir. Bu proje aşamaları 1996 yılında R. Firth [16] tarafından aktarılmıştır.

WMS sistemleri; dağıtılmış prosesler ve de envanterin, operasyonların gerçek zamanlı idaresini ve kontrolü sağlamak amacıyla; radyo frekanslı terminaller, barkot sistemleri gibi ileri teknolojiler kullanılır. WMS sistemleri ile müşteri talebi ile ilgili geri beslemenin önemli düzeyde gelişmesini ve envanterlerin doğruluğunda büyük iyileştirmeleri sağlayan depoların ve dağıtım merkezlerinin kurulması mümkün olmuştur. Bununla birlikte bir WMS sisteminin kurulumu, hazırlıklı olunulmaması durumunda tehlikeli ve korkutucu bir yolculuğa dönüşebilir. Gereğı gibi yapıldığında ise, iş yapılma şeklinde devrimler yapılmasına olanak verir. Kurulacak olan sistemin, şirketin her bölümünde bir şekilde değişim sağlayacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Anlamlı bir strateji ve dikkatli bir hazırlık, yürütülecek projedeki duygusal yaklaşımın önüne geçecektir. Başarının ödülü olarak; artmış üretkenlik, yükselmiş müşteri memnuniyeti ve artmış envanter doğruluğı sıralanabilir. Otomasyon projesi üç ana kısma ayrılabilir; hazırlık, tanımlama ve uygulama.

Hazırlık:

Hazırlık aşaması otomasyon projesinin temelini teşkil eder. Bu aşamada yapılacak birincil işler; hedefleri belirlemek, ve hedefleri başaracak bir takım oluşturmak.

Tanımlama:

Tanımlama aşamasında; malzeme ambarının ya da dağıtım merkezinin kurulacak olan otomasyon sistemi içerisinde tam olarak nasıl çalışacağını anlatıldığı dokümanlar hazırlanmalıdır. Bu aşamada iki önemli adım vardır; ilk olarak, yapılacak olan yeni işin işletme için anlamı tanımlanmalıdır. İkincil olarak ise yeni yapılacak bu işte kullanılacak ekipmanların ve bu ekipmanlara uygun yazılımın belirlenmesidir.

Yeni geçilecek sistem dökümanite edildikten ve gözden geçirildikten sonra; WMS sistemi uyarlamasının, malzeme taşıma sisteminin ve yeni sistemi destekleyecek diğer gerekli donanımın tasarlanmasının, bu süreçlerin birbirlerini etkileyeceği düşünülerek aynı anda yapılması gereklidir. İş proses ve buna bağlı sistemdeki ekipmanların tasarımı ile ilgili açıklamalar Bölüm 2.2.2'de verilmektedir. Bunun haricinde, iki farklı alanda uzmanlık isteyen ve genellikle farklı proje takımlarını içeren iki tasarım aşağıda açıklanmıştır. Bu tasarımlar yazılımın ve yazılıma ait donanımların tasarımı olacaktır.

Depo yönetim sistemi tasarımında, yeni iş proses tanımları yapıldıktan sonra; WMS sisteminin bu prosesleri nasıl destekleyeceği kararı verilir. Bu alınan karar; sistemin, ambar personeli ile, diğer müşterek sistemler ile, şirketin malzeme taşıma sistemi ile nasıl bir etkileşimi içinde olacağını belirlenmesi anlamına gelmektedir. Buraya kadar anlatılanlar, sistemin harici terimleridir. Sistemin dahili özellikleri ise; bilgi gösterge ekranları, veri giriş ekranları, ekranlar arasındaki geçişi sağlayan mantık, raporlar, ara yüzlerdir. Sistemin bu harici özellikleri detaylı bir şekilde tasarlanmalı ve dökümanite edilmelidirler. Bu sayede, hem proje takımının hem de WMS sistemini sağlayan firmanın tam olarak ne istendiğinin anlaması garanti altına alınmış olur. Sistemin harici özelliklerini destekleyen ve üçüncü aşama olan uygulama aşamasında tasarlanan; programlar ve veri bankaları gibi sisteme ait dahili özelliklerin WMS sisteminin dağıtımını gerçekleştiren firma personeline direkt olarak görünmemesi gerekir. Eğer kullanılacak olan WMS sistemi, firma tarafından bir WMS sağlayıcısına yazdırılırsa; sisteme ait tüm harici özelliklerin belirtilmesi sağlanır. Eğer bir WMS paketi seçilirse, sisteme ait harici özelliklerin birçoğunun

belirtilmesi ve kullanılması sağlanmış olur. Bu yöntem, sistem tedarikçisinin proje kapsamına erken alınmasını ve projenin genel giderlerinin azaltılmasına yardımcı olan bir yöntemdir. Ancak, bu şekilde bir yöntemin kullanılması, sistemin harici özelliklerinin tam olarak tanımlanması ihtiyacını tamamen ortadan kaldırmaz. Bir WMS paketinin, yeni proseslerin ihtiyaçlarını tam olarak gidermesi fikri gerçekçi bir fikir değildir. Hemen hemen tüm uygulamalarda, operasyonun gerektirdiği durumları tam olarak karşılayabilmek için, değişen derecelerdeki uyarlamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak böyle durumlarda; oluşturulan proje takımının tek yapması gereken ana paket üzerinde yapılması gereken değişiklikleri belirlemek olmaktadır.

WMS Donanım tasarımında, WMS sistemine ait harici özelliklerin tasarımı devam ederken, benzer bir tasarım süreci de malzeme taşıma sistemi ve yeni geçilecek olan bu iş prosesinin desteklenmesi için gerekli olabilecek donanımlar için de yürütülür. Bir malzeme taşıma sisteminin gerekli görüldüğü durumlarda, sistemin gerek duyduğu girdi ve çıktı değerleri belirlenir ve bunlara ait kavramsal çizimler yapılır. Son olarak; bir teknoloji ekipman planı somutlaştırılır. Tam olarak gerekli olan terminal sayısı, radyo frekansı terminalleri, tarayıcılar, barkot yazıcıları vb. tanımlanır ve yerleri belirlenir. İşletmenin fiziksel yerleşim planındaki her türlü değişiklik tasarlanır; elektrik gücü gereksinimleri, veri kabloları, havalandırma sistemi, yangın söndürme sistemi, aydınlatma, elektrik jeneratörü, basıncılı hava kaynağı vb. Belirlenen tayinler, resmi bir dille dökümante edilmeli ve tüm ekipman sağlayıcılarla paylaşılmalıdır. Malzeme taşıma ekipmanlarına ait özellikleri içeren dokümanlarda; yeni proses akışı, ekipmanlara ait ibirincil çizimler, diğer mekanik ve elektriksel özellikler bulunmalıdır. Yapılacak bu tasarımlar, maliyeti ve zaman çizelgesini belirleyecek çalışmalara ışık tutacağı için yeni sistemin kurulması aşamasındaki çok önemli bir adımıdır. Zira bu sayede, projeye ait genel bir bütçe ve zaman çizelgesinin çıkarılması mümkün olabilir. Planlanan bu tasarımlar, yapılan tasarımların baştan yapılmasına veya sonradan ortaya çıkabilecek maliyetlerin ve teslimat sürelerinin uzamasına neden olabilecek yanlış anlaşılmaların önüne geçmek için çok açık bir dille dökümante edilmelidir.

Uygulama:

Otomasyon projesinin üçüncü ve son aşaması uygulama aşamasıdır. Bu aşama; ekipmanların temini için ekipman sağlayıcı firmaya ait bağımlılık, yeni gelen tüm ekipmanların kurulumu, oluşturulan yeni sistemin test edilmesi ve de var olan bilgi işlem sistemindeki değişiklikler nedeni ile yeni projeyi devreye alma aşamasında en uzun zamanı teşkil eden aşamadır.

2.2.4.2. Otomatik tanımlama sistemleri:

Depolanan yükün tanımlanması, R. A. Kulwiec [4] AS/RS sistemlerindeki otomatik tanımlama sisteminin birincil görevi olarak belirtmektedir. Ürün üzerindeki tanımlayıcı kodu taramak amacıyla, transfer noktalarına tarayıcılar yerleştirilir. Bu tarayıcılar vasıtası ile alınan veriler AS/RS sistemindeki bilgisayara yönlendirilir. Bu bilgisayar, tarayıcılar tarafından kendisine yönlendirilen tanımlama ve alındı bilgisine göre, yükü depolama noktasına atar ve yönlendirir. Bu işleğin tersinin, işlem teyidine göre yapılması ile envanter dosyalarının verimli bir şekilde güncellenmesi sağlanmış olur.

Ayrık güç bilgisinin ya da ürün bilgisinin, uygun kontrolcüye ya da bilgisayara, transfer işleminin gerçekleşmesi esnasında iletilmesini sağlayan tarayıcılar; AS/RS sistemlerinin, AGV sistemlerinin, konveyörlerin ve otomasyon uygulaması yapılmış bir fabrikadaki robotların entegrasyonunda da önemli rol oynarlar.

Birçok şirket, radyo frekanslı malzeme etiketleme, geliştirilmiş barkot tarama gibi donanım seçeneklerini de değerlendirmektedir. Uygun şekilde uygulamaya almak, ambar içerisindeki veya ambarla sağlayıcı firma ve müşteri arasındaki envanter akışlarındaki kesinliği ve bu akışların kontrolünü geliştirmek ambar yönetimindeki yaygın anlayıştır. [9]

Başka bir deyişle otomatik tanımlama sistemleri, kodlanmış bilgileri, insana ihtiyaç duyulmaksızın okunur ve yorumlanır. Bir süpermarketteki barkod okuyucusunu buna örnek olarak göstermek mümkündür. Sistem, ürün üzerindeki barkoddan kimlik numarasını okur, bilgisayar veri tabanına erişir, ürünün fiyatını kasaya gönderir ve kimlik numarasını stok sistemine girerek ürünün stoktan düşülmesini sağlar. Otomatik tanıma sistemleri, perakende satış noktalarından başka, depolama, ürün tasnifi, gönderme, teslim alma ve atölye düzeyinde denetim gibi faaliyetlerde de kullanılır.

Barkod sistemlerinden başka, ses tanıma sistemlerini de bu teknolojiye örnek olarak göstermek mümkündür. Kullanımı giderek yaygınlaşan bu sistemlerde hata oranları milyonda 1 ila 3 düzeyindedir; buna karşılık hızı, geleneksel yöntemlerin yüzlerce katına eşittir. Donanım maliyetleri yüksek değildir, ancak bilgisayar yazılımı ve veri tabanı geliştirme maliyetleri yüksektir. [22]

2.3. Stoklamada Kullanılan Palet ve Kaplarının Yapıları

İstif kapları ve paletler doğru zamanda, doğru yerde, doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru maliyetle hazır olmaları için kullanılan stoklama modülü olarak tanımlanmış, tanınmış iki ekipmandır.

Günümüzde özellikle otomotiv sektöründe, yaygınca kullanılan JIT (Just In Time) yöntemi ile önemi artan malzeme akışı stratejisi, istif kapları ve paletlerin kullanım anlam ve önemini vurgulamaktadır.

Konteynerler aracılığı ile birçok mal tek bir mal gibi taşınabilir. Bu da, yükleme – taşıma – boşaltma zamanında, oluşabilecek hasarlarda ve taşıma maliyetinde büyük düşüş sağlar. [1]

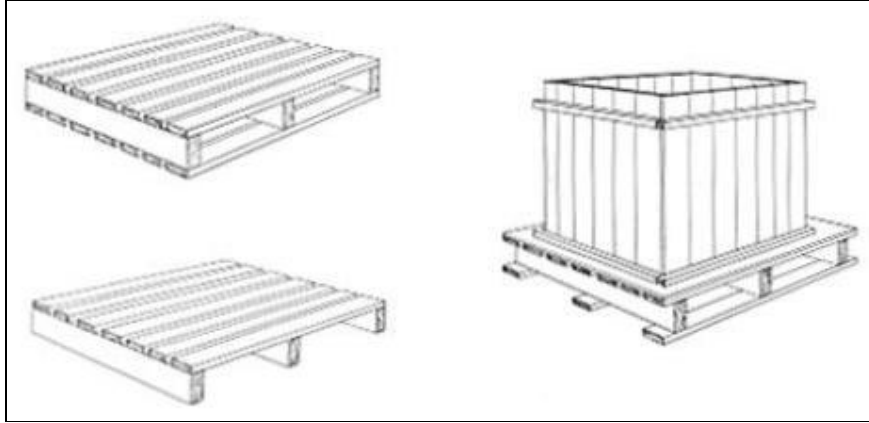
Sistemin tasarımında, ele alınacak yük veya yüklerin tanımlanması önemli bir kriter olmaktadır. Yükün tanımlanmasında hem AS/RS içi hem de AS/RS dışı dikkate alınmalıdır. Her bir yükleme konfigrasyonu için, yüklerin boyutları ve ağırlıkları gözönünde bulundurulmalıdır. Yüklerin öncelikli özellikleri; S/R makinası ile transfer edilebilir olmaları , AS/RS raflarında stoklanabilir olmaları ve AS/RS sistemi dışına transfer edilebilir olmalarıdır. Bununla beraber S/R makinasının birden fazla konfigrasyona sahip olması ve en çok kullanılan konfigrasyonların kontrol edilebilir ve verimli olması gerekir. Genellikle, düzenli bir yerleşimin sağlanamadığı yerlerde palet ve konteyner gibi taşıyıcılar bu düzeni sağlamak için kullanılabilir

AS/RS sisteminde stoklama modülleri tasarım ilkelerinde en belirgin özellikler yüklerin boyut ve ağırlıklarıdır. Stoklama modülleri yönetilecek ve depolanacak yükün özelliklerine uygun olmalıdır. Bu birimler AS/RS sistemi ile kontrol edilecek malzemeyi sağlıklı bir biçimde taşıyabilmeli ve yüksek raflara çıkarıp depolayabilmelidir. Stoklama modülleri depolanacak malzemeye göre seçilecek raf aralık boyutlarının seçiminde belirleyici rol oynarlar.

Stoklama modülleri genellikle paletlere, ikincil paletlere, metal taşıyıcılara, depolama haznelerine ve tekerlekli taşıyıcılara bölünmüştür. Kutular, fıçılar ve çelik boru gibi başka bir desteğe ihtiyaç duymayan malzemeler tek başlarına stoklama modülü olarak sayılabilirler. Temel olarak bu birimler sistem dışına ve içine rahatça hareket edebilir olmalıdır. Konveyör kullanılması halinde yükün iki tarafa hareket etmesini sağlayacak yüzeyleri bulunmalıdır.

Aynı zamanda tasarım ve konstrüksiyona, kaldırma gereçleri ve kullanılan çeşitli alet ve ekipman da etki etmektedir. Forklift slotları, cepler, istif kapakları, vinç kancaları ve gerekli boşluklar sistemin sağlıklı bir biçimde çalışmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

AS/RS sistemi önceden belirlenmiş olan boyutlara ve ağırlıklara uymayan modülleri seçebilir, görüntüleyebilir ve reddedebilir özellikte olmalıdır. Sistemde bulunan otomatik tartım ve boyut kontrol mekanizması sisteme uygunsuz veya yanlış malzemenin girmesini önleyebilecek şekilde tasarlanmalıdır. Palet ve istif kabı türü stoklama modülleri Şekil 2.9’de gösterilmektedir. Bu birimler AS/RS tarafından kontrol edilebilir ve endüstriyel taşıyıcılar, konveyörler ve otomatik kontrollü taşıtlar ile uyumlu olmalıdır.



Şekil 2.9 Paletler ve istif kabı

Sonuç olarak sisteme girecek ve sistemde depolanacak bütün malzemelerin fiziksel özellikleri, boyutları, ağırlıkları, sayıları ve sistemde kullanılacak konteyner tipleri önceden tanımlanmış olmalıdır. Bu tanımlar ne kadar basitleştirilmiş olarak yapılırsa, sistem performansı ve uygulanabilirliği de o derece sağlıklı olacaktır. [11]

Palet ve istif kabı özellikleri İ. Gerdemeli ve C. E. İmrak [1] tarafından aşağıdaki şekilde anlatılmaktadır.

2.3.1. Paletler

Yükleri taşımada en çok kullanılan platform türlerindendir. Palet seçimindeki en önemli etkenler, paletlerin kalitesi, malzemesi ve maliyetleridir. Kötü kalitedeki paletler, gerek mala verdikleri zararlar, üretimi yavaşlatma ve gerekse de hasarlı taşıma yaparak büyük miktarda işletme sermayesinin harcanmasına neden olabilir.

Palet formunda en önemli ayrıntı, paletlerin alt tarafında forklift kollarına uygun kanalların yapılmasıdır.

2.3.2. İstif Kapları

Bir işletme veya ambara gelen hammadde veya ürünler, işletme içerisindeki sevkiyat ve depolama sistemlerine uygun olarak genellikle tesiste halihazırda bulunan istifleme sistemine göre yeniden ayrıştırılırlar. Günümüzde yapılan çalışmalar ile depolama ve transport maliyetlerinin her açıdan ele alınıp en aza indirilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmaların getirdiği bir sonuç olarak, bir tesiste eşit boyutlu kaplarla transport yapılmasının en uygun olduğu görülmüştür.

Bir tasarım esnasında seçilecek olan konteyner sisteminin önemi şu örneklerle daha iyi anlaşılır:

- Tek bir tip sistemin tüm sisteme uygulanabilmesi mümkün ise, maliyetler önemli ölçüde düşer
- Otomasyon sistemlerinin en verimli halde çalışması için gereklidir.
- Malzemenin her konteyner değiştirmesi, maliyet ve süre demek olduğundan, bu işlemin en az tekrarla gerçekleştirilmesi gereklidir. Bu sayının azlığı, sistemin veriminin bir gösteresidir.

Ayrıca malzemelerin istif kaplarında bulundurulmaları, malzemelerin taşıma araçları ile temasını engellediğinden de faydalıdır. İstif kapları paletler aracılığı ile vakti gelince gerekli yerlere nakledilirler.

İstif kapları malzemeleri ve yapıları bakımından çok çeşitlidir. Ayrıca gerek duyulduğunda çeşitli koruyucu önlemler de ilave edilebilmektedir.

İstif kapları katlanabilir – demonte edilebilir, tekrar kullanılabilir ve rijid özelliklerde, plastik tel ve çelik gibi malzemeler kullanılarak yapılabilirler. İstif kapları da istiflenebilir ve stoklama da kullanılabilirler. Ayrıca istif kaplarının çeşitli şekillerde isimlendirilmeleri ve numaralandırılmaları mümkün olup, güvenlik açısından koruyucu cihazlarla donatılabilirler. [1]

Tablo 2.4 Konteynerlerin yapıldığı malzemeler bazında özelliklerini göstermektedir.

Tablo 2.4 Konteynerlerin karşılaştırma tablosu

Malzeme	Ağırlık	Dayanım	Ortalama Hizmet Ömrü	İlk Maliyet Fiyatı	Tamir Edilebilirlik	Yıkana bilirlilik	Notlar
Ondüle Kağıt	Çok hafif	Çok zayıf	Çok Kısa	Çok Düşük	Hayır	Hayır	Tek ya da sınırlı kullanım için
Fiber	Hafif	Zayıf Orta	Kısa	Düşük	Evet	Hayır	Şekil değiştirilebilir, sabit pozisyonlamalar için uygun değil
Bağlı Ahşap	Ağır	Zayıf Orta	Kısa	Düşük	Evet	Evet	Bağlayıcılar ve ağaç kalitesi dayanımda etkili
Tel Kafes	Orta Ağır	Orta	Kısa Orta	Düşük Orta	Evet	Evet	Bağlı ahşabın sağlayamadığı kolay kullanımı sağlar
Çelik	Çok Ağır	Çok Sağlam	Uzun	Yüksek	Evet güçlükle	Evet	Hizmet süresi düzenli bakımlarla uzatılabilir
Alüminyum	Orta	Sağlam	Uzun	Çok Yüksek	Evet güçlükle	Evet	Plastiklere nazaran bir çok yönden iyidir. Fakat kimyasal sebeplerden korozyona uğrayabilir.
Tel	Orta Ağır	Sağlam	Orta Uzun	Orta	Evet güçlükle	Evet	İç görülebilir.
Geleneksel Termoplastik	Hafif Orta	Orta	Orta	Düşük Orta	Hayır	Evet	Yüksek sıcaklıkta eriyebilir
Mühendislik Termoplastiği	Orta	Sağlam	Uzun	Yüksek	Hayır	Evet	Geleneksel termoplastiklerden daha az deforme olur. Sabit pozisyonlamalarda kullanılabilir.
Takviyeli Fiberglas	Hafif	Sağlam	Uzun	Orta	Evet	Evet	Termoplastiklere alternatiftir.

2.4. Üretim ve Stok Yönetimi

Üretim yönetimi, sistem içerisinde problemleri çözmek ve onlardan kaçınmaya odaklanmıştır. Çünkü operasyonların mevcut koşulları ideal olarak istenilen gibi

değildir. J. S. Martinich [17] üretim için ideal dünyayı aşağıdaki maddeler ile vermiştir.

- Sadece bir tip mamul üretilir.
- Ürün talebi her t anında bir tane olmak üzere sabittir.
- Müşteriler ürünü üretim tesisinden satın alırlar.
- Ürünü üretmek için gereken tüm kaynaklar üretim sahasında mevcuttur.
- Tüm malzemeler hatasızdır ve ihtiyaç olduğu anda, ihtiyaç olan adette ulaşır.
- Satınalma süresi, üretim süresinin tam katıdır.
- Tüm iş istasyonlarının yaptığı iş, tam olarak ürünün t çevrim süresi kadardır.
- Hatalı ürün üretilmez.
- Makina ve ekipmanlar arıza yapmaz.
- İşçiler işe her zaman özen gösterir ve hiçbir zaman hata yapmazlar.

Bu ideal üretim dünyasına uygun, verimli üretim sistemleri tasarlamak ve uygulamak kolaydır. Fakat maalesef gerçek hayat bu şekilde değildir. Bir çok firma, aynı ekipmanı ve aynı prosesleri paylaşan çok çeşitli ürünler üretmektedir. Talep aynı değildir, ekipmanlar arıza yapar ve işçiler dalgın olabilir.

İdeal sisteme yaklaşık olan sistem JIT (Tam Zamanında Üretim) olacaktır. Bir üretim sisteminin yönetimi nehirde giden bir bota benzemektedir. Normal üretim sistemleri nehirin altındaki kayalar gibi kusurları içerir. Kayalar botun hareketini, kusurların üretim verimliliği ve yüksek kaliteyi engellediği gibi engellerler. Bu sistemlerde engellerden uzaklaşmak için, suyun yani stok ve envanterlerin sayısının artırılması gerekir. Tam zamanında üretimde ise, su seviyesi kısıtların da azalması ile en alt seviyededir. Böylece stok ve envanter sayısı azalır fakat herhangi bir problemde botun kayalara çarpma riski yüksektir.

2.4.1. Stokla ve Sakla Konsepti

Stok yönetim sürecinde, personel taşıyıcıdan ürünü boşaltıp, envantere işlemeli ve depolama alanında önceden belirlenmiş olan yere yerleştirmeli ve amirinin veya müşterinin isteği doğrultusunda, ürünü geri çıkarabilmeli ve gerekli birime iletebilmelidir. Malzeme yarı mamül halinde ise personel, bu malzemeyi devam üretim hattına iletebilmelidir.

En iyi sonucu alabilmek ve yüksek hacim sağlamak için alma ve iletme bölgeleri ayrılmalıdır. Bununla beraber iç üretimde taşıma ve üretim için taşıyıcılar iki taraflı gidip gelebilmeli ve bunu sağlamak için yeterli fiziksel genişlik olmalıdır. Bu tür sisteme kapalı devre sistem adı verilir.

Stok yönetim konsepti geniş bir depolama alanı üzerine kurulmuş olmalıdır ve böylece taşıyıcı araçlar ve iletim hatları sağlıklı bir şekilde çalışabilmelidir. Taşıyıcılar olabildiğince dar yüzeyleri kullanacak şekilde ayarlanmalıdır ki bu sayede taşıyıcıların kapladığı alan azaltılabilir ve alan daha verimli kullanılmış olur. Bu şekilde bir dizaynın sebebi, depolama alanlarının müşteri isteklerine göre aynı zamanda bir tampon bölge oluşturuyor olmasıdır. [3]

Sonuçta; işletmeler faaliyetlerini düzenli ve verimli bir şekilde sürdürebilmek için ve talebe hızlı bir şekilde cevap verebilmek için stok bulundururlar. Bu açıdan bakıldığında, stokları, işletmenin rekabetçi stratejisi açısından önemli varlıklar olarak kabul etmek mümkündür. Ancak, diğer taraftan , stokların ekonomik bir değere sahip olan ve satılana ya da üretimde kullanılabilece kadar atıl bir şekilde bekleyen varlıklar olduğu da bir gerçektir. Bu nedenle, stokların yönetim ve denetimi üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. [21]

2.4.2. Otomatik Stoklama ve Taşıma Sistemlerinin Stok Yönetimi ile İlişkisi

Eğer kayıtlar doğru tutulmuyor ise, sistem uygun stok boşluklarını kesin bir şekilde tutamaz. Boş bölgeler sistemin doğru olmayan geri dönüşü ile atlanarak sistemin kötüye doğru ilerlemesine neden olur. Kayıtların doğru tutulması emniyet stoğu düşüşü ve buna bağlı olarak da yerleşim kazancı sağlar. [2]

Otomatik malzeme taşıma sistemi, entegre lojistik sistemlerinde anahtar niteliğinde bir öğedir. Otomatik teçhizat ve ekipman yönetimi sistemi olmadığı durumlarda, malzemeler istenilen hızda yerlerine ulaşamayabilir, yerleştirilemeyebilir veya depolanamayabilir. Bu aşamada zaman temel kavramdır.

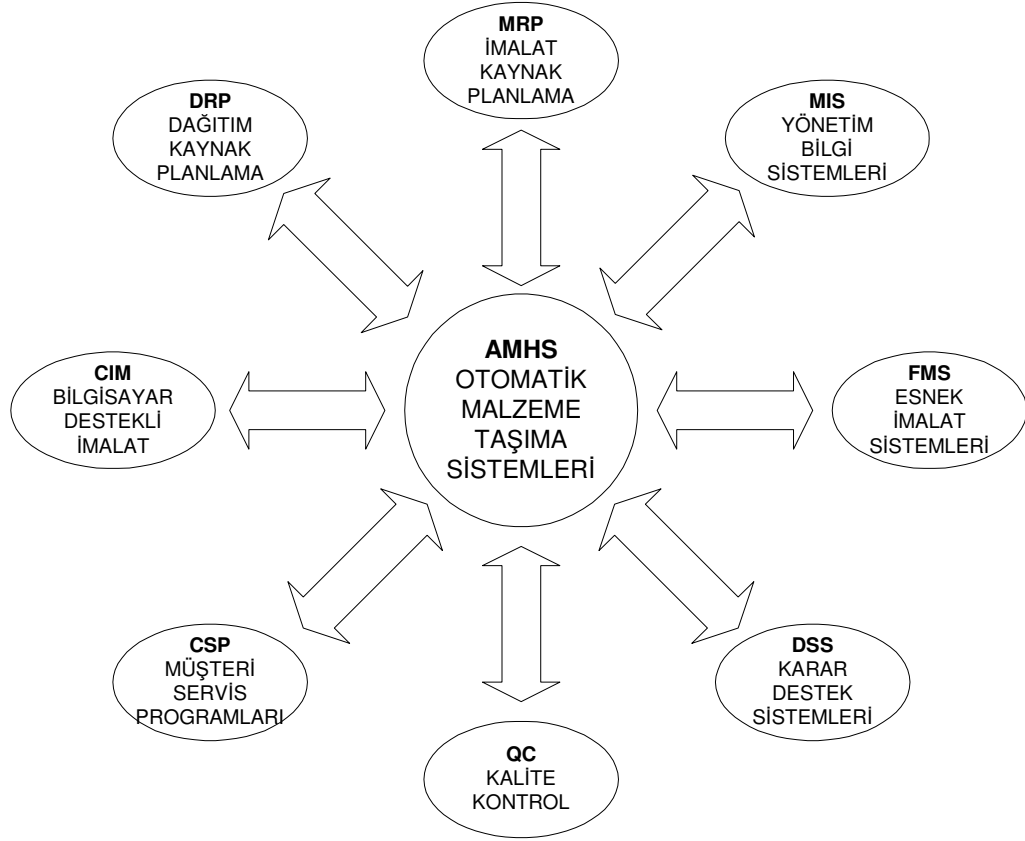
Eğer lojistik sistemi karlılığı direkt olarak etkiliyorsa malzemelerin alınışından, nakliyesine kadar kontrol sağlanmalıdır. Herhangi bir anda kesin ve net bir biçimde hangi malzemelerin var olduğu, nerede bulunduğu gibi bilgilere ulaşılabilmesi ve hızlı bir biçimde bu malzemelere ulaşılabilmesidir.

Gerçek zamanlı kontrol yöntemi otomatik malzeme yönetim teknolojisi ile sağlanabilir. Minibilgisayarlar veriyi, taşıma için kullanılan araçların üzerine yerleştirilmiş mikroprosesörlerden alıp değerlendirerek, bu araçlara hareket ve depolama emri vererek yönlendirmeli ve sonuçlarını eş zamanlı olarak bilgisayara bildirmeli veya bilgisayar direkt olarak operatörleri yönlendirerek görevin tamamlandığına dair veri isteyip bu veriyi doğrulamalıdır.

İnsanoğlu daha karmaşık hareket edebildiği için, bilgisayar teknolojisi malzemelerin daha hızlı taşınması, daha güvenli taşınması ve daha esnek bir yapıda hareket edilebilmesi konusunda insandan daha başarılı ve verimli bir şekilde kullanılabilir. Fakat otomasyonda sağlıklı bir takip ve fiziksel ve boyutsal kontrol çok önemli bir yer tutar.

Hangi malzemelere sahip olunduğu, malzemelerin nerede olduğu bilinir ve bunların hareketleri kontrol altına alınabilirse daha az karmaşık ve kısa süren işlemler ile çalışma imkanı oluşur. Materyal kontrolü sayesinde zamandan ve giderlerden tasarruf edilebilir ve alınacak malzemelerin neler olabileceği daha kısa sürelerde tespit edilebilir. [13]

Otomatik malzeme taşıma sistemi ile birlikte kullanılan gerçek zamanlı kontrol sistemi sayesinde, iş aktivitelerinin verimliliği artırılabilir ve lojistik açıdan karlılık artırılabilir. D. E. Mulcahy [3] 1999 tarihinde otomatik malzeme taşıma sistemlerinin diğer yönetim ve planlama süreçleri ile ilişkisini Şekil 2.10 ile göstermiştir.



Şekil 2.10 Otomatik malzeme taşıma sistemlerinin ilişkili olduğu diğer sistemler

Şirketin rekabete dayalı hedeflerine bağlı olarak yönetilen lojistik fonksiyonlar daima ölçülebilir karlılık kazanımı sağlarlar. Buna bağlı olarak en başarılı malzeme yönetimi sistemleri, operasyonel stratejilere bağlı olarak tasarlanmış olanlardır.

Stratejik hedeflerini önceden belirlemiş ve entegre lojistik sistemlerinin getirilerini kavramış olan şirketler deneyimli otomatik kontrol sistemleri ile ilgili şirketler ile işbirliği yapmaktadır. Bu sistemler kullanıcılarına çok değerli iş deneyimleri kazandırmaktadır.

Otomatik depolama ve geri alma sistemlerinin işbirliği ile otomatik malzeme taşıma sistemleri ortaya çıkar ve bu sayede yönetim iyileştirme ve maliyet azaltma süreçlerinde gelişme kaydedilebilir. [3]

3. İŞLETME MEVCUT DURUM ANALİZİ

Günümüz beyaz eşya üreticileri, müşteri ihtiyaçlarına eksiksiz, tatmin edici, en hızlı ve esnek şekilde cevap verebildiği ölçüde rekabet edebilmektedirler. Bu kapsamda düşünüldüğünde, 3000'den fazla model ürün, 100'den fazla ülkede, o ülkenin standartlarını karşılayacak teknolojik ürünleri ile tüketicilerin karşısına çıkan işletmede, ürün çeşitliliği, üretimin içerdiği proseslerin sayısı, kapsamı ve çeşitliliği, ürünleri oluşturan her bir parçanın sayısı ve çeşitliliği artmaktadır.

İşletmeler, ürün model sayıları ve ürünlerin birbirinden farklılaşmasında farklı prosesleri yönetebilme ve ürünü oluşturan herbir parçayı üretebilme, stoklama kabiliyeti ve parça izlenebilirliğini verimli hale getirme ve bu şekilde ortaya çıkan ürünü müşteri beğenisine sunacak yeni pazarlama tekniklerini geliştirebilme yeteneklerini arttırmak için yoğun faaliyetler içinde olmaktadır. Aynı zamanda ortak platformdan farklı ürün tiplerinin üretimi yanında, yoğun çeşitlilikte ve dinamik ve ani olarak değişen müşteri ihtiyaçlarına en hızlı şekilde cevap vererek müşteri memnuniyetini korumak ve kazanmak için kaynakların en akıllıca şekilde yönetilmesine birinci öncelikler vermektedirler.

Farklı prosesleri yönetebilme, ürünü oluşturan herbir parçanın üretimi sonrasında stoklama kabiliyetinin ve parça izlenebilirliğinin verimli hale getirilebilmesi açısından, büyüyen üretim kapasitesine cevap verebilecek, artan ürün çeşitliliğinin sonucu olarak ortaya çıkan tedarik-talep-ürün karmaşıklığını ortadan kaldıracak otomatik yarı mamul stoklama ve takip sistemini üretim prosesine entegre etmek için çalışmalarda bulunulmuştur. "Otomatik Stoklama ve Geri Alma Sistemi (AS/RS)" yardımıyla iç üretim, tedarikçi ve müşteri arasındaki bağlantıda stoklamanın planlanıyor olması, tedarikçi-üretim-müşteri zincirinin daha verimli hale getirecek, bu şekilde esnek bir üretim planlama sürecine sahip olunacaktır. Ayrıca, sistemin oluşturulması ile mevcut hammadde, enerji ve işçilik giderleri daha verimli şekilde kullanılarak şirketimizin rekabet gücü daha da artacaktır.

Sayısı üç bini geçen farklı platformlarda ürünlerin üretildiği, yaklaşık 200 tedarikçi ile çalışıldığı ve oldukça dinamik ve kompleks bir işletmenin üretim planlama sisteminde, tedarikçi-stok kontrolü-müşteri memnuniyeti süreçlerini modellemek,

uygun algoritmaları bulmak ve buna uygun olarak üretim sistemine en uygun otomatik stoklama ve geri alma sistemini, mevcut işletme şartlarında doğrulamak ve devreye almak mümkün olacaktır.

Bu kapsamda problemi kompleks hale getiren, parça stoklama ve takibini gerektiren başlıca parametreler aşağıda listelenmektedir:

- Ürünlerin ve dolayısıyla bu ürünleri oluşturan ortalama 165 parçanın çeşitliliği. Üretim adedi bazında stok sayılarının fazlalığı.
- Yeni türev ürünlerin devreye alınması esnasında yeni ürünlere ait parçaların stok takibinin verimli yapılması zorunluluğu
- Ürünlere özgü parçaların değişik boyutlarda ve ağırlıkta olması
- Hammadde girişi ve mamul çıkışı arasında yarı mamullerin birden fazla üretim prosesine maruz kalması sebebiyle ara stok sayısının ve hareketliliğinin fazla olması
- Yarı mamullerin düzensiz stoklaması ile ulaşılamayan yarı mamulun üretim programını, bununla bağlı olarak verimliliğin olumsuz etkilenmesi.
- Üreticinin setup süreleri

Üretim programı değişikliklerine bağlı olarak, üretilmesi düşünülen ürünlere ait yarı mamullerin stok durumunun belirlenmesindeki ve takibindeki zorluk, üretim verimliliğinin düşmesine ve üretim maliyetlerinin artmasına sebep olan bant duruşlarını, yeniden işlemler ve üretim kayıplarını oluşturmakta, duruş, malzeme ve ürün kaybı, yeniden işlemler gibi verimsizlikler meydana getirmektedir.

Projenin başlangıcında sistem kullanıcıları ile ortak çalışma başlatarak, detaylı bir veri analiz çalışması yapılmıştır. Bu analizler ile sistemin bize karşı koyacağı kısıtlar ve bu kısıtlar ile ilgili daha detaylı çalışmalar yapılarak hedeflerin oluşturulması için gerekli bilgiler elde edilmiştir. Bu kısıt parametreleri;

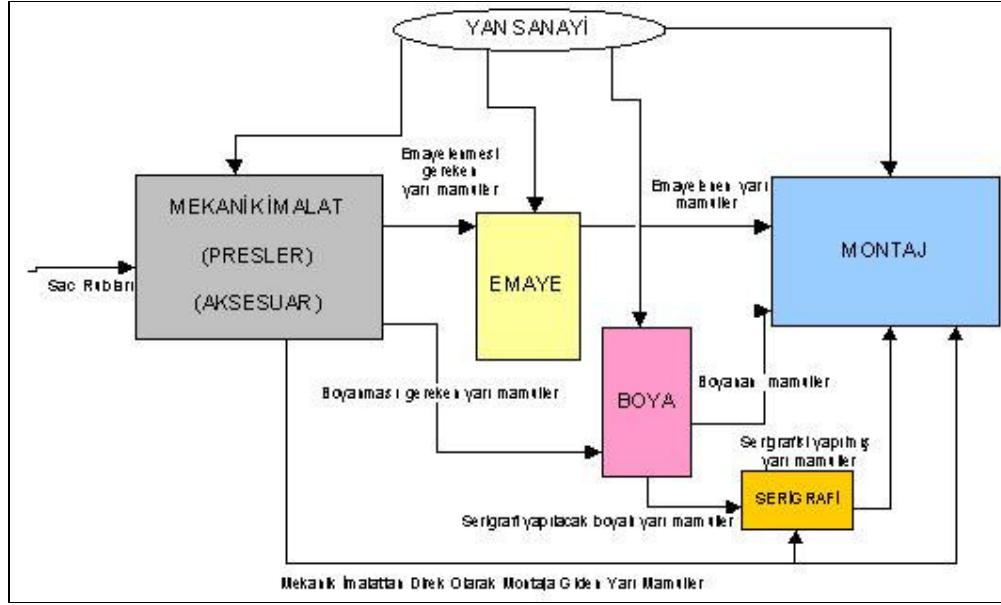
- İşletme bina yapısı kısıtları
- Stoğa anında ulaşım olmaması nedeniyle zaman kayıpları
- Stok takibinin olmaması

- Model dönüşleri için emniyet stoğu bulundurulması gerekliliği
- Yarı mamullerin takibinin dökümantasyonunun sınırlı olması
- İş güvenliğini tehdit etmesi
- Yarı mamul üretiminin insana bağımlı olması nedeni ile SAP ile iletişiminin geç olması, güncel stokların geç görülebilmesi.

3.1. Mevcut Üretim Akışı

Ürünler %80 oranında sac parçadan oluşması sebebi ile, üretim akışı sac ruloları ve paket sacların işletmeye gelmesi ve Mekanik İmalat bölümünde bu sacların kesme, silme ve presleme işlemine tabi tutulması ile başlar. Bu işlemin sonrasında oluşan ara stoklar metal kasalara stoklanarak ilgili bölüm ihtiyacını bekler. Aynı zamanda Mekanik İmalat atölyesi kendi içerisindeki bazı aksesuar işlemlerinde de hem üretici hem de müşteri olarak davranır.

Mevcut üretim akışında (Şekil 3.1) görüldüğü gibi, Mekanik İmalat atölyesinin ürettiği yarı mamullerin müşterileri Boya, Serigrafi, Emaye ve Montaj olabilir. Üzerine herhangi bir kaplama yapılmadan fırın üzerinde kullanılacak yarı mamuller montaj tarafından kullanılır ve bu işlem sonrasında artan yarı mamul harici bir ara stok oluşmaz. Mekanik İmalat tarafından üretilen ve fırının yüksek ısıya maruz kalan bölgelerinde yer alan yarı mamuller Emaye bölümünün kullanım alanındadır. Bu yarı mamuller emaye prosesine girerek, montaja hazır hale gelir. Emaye-montaj arasında bir ara stok oluşur ve bu stoklar metal kasa ve palet üzerinde stoklanır.



Şekil 3.1 Mevcut üretim akışı

Mekanik İmalat tarafından üretilen ve fırının yüksek ısıya maruz kalmayacak, fakat dışarıdan görülebilecek olan yarı mamuller boya prosesine tabi tutulur. Boya bölümü mekanik imalat stoklarını kullanarak, boya ara stoğu haline getirir. Bu stokların büyük bir bölümü montaj bölümü tarafından kullanılır. Üzerinde amblem, işaret vb. yazıların olduğu boya yarı mamulleri serigrafi bölümü tarafından alınarak serigrafi işlemine tabi tutulur. Bu işlemden sonra serigrafi bölümünde yapılan ara stoklar montajın kullanımına sunulur. Serigrafi bölümüne mekanik imalat tarafından üretilen paslanmaz yarı mamuller de gelebilmektedir. Serigrafi bölümü, üretim alanı içerisinde yan sanayi olarak çalışmaktadır.

Sac parçalar yalnızca mekanik imalat tarafından üretilmemektedir. Emaye, Boya, Montaj bölümleri yardımcı sanayilerde üretilen sac ve alüminyum yarı mamulleri de kendi proseslerine tabi tutarlar.

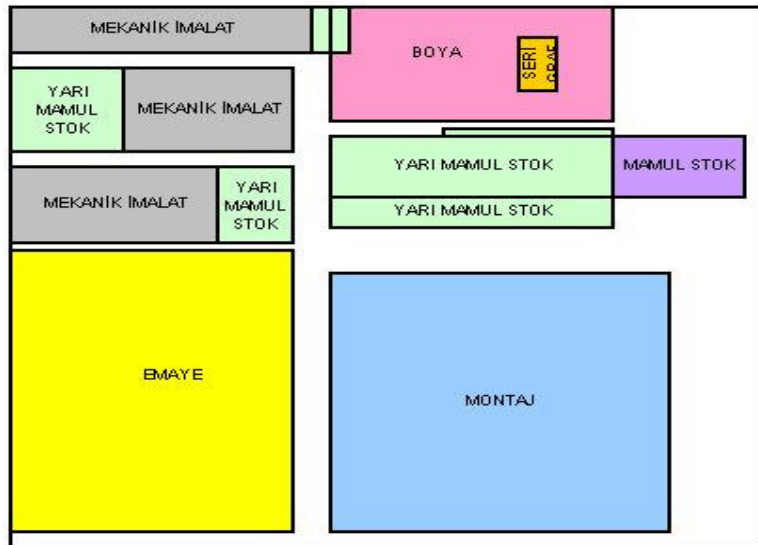
Yukarıda da anlatıldığı üzere mevcut üretim akışında, bir malzemenin montaj bandına ulaşana kadar birkaç farklı operasyondan geçmesi gerektiğinden fazlaca ara stok oluşmaktadır. Bu ara stoklar hem alan hem de stok takibi konusunda sıkıntılara neden olmaktadır. Bu sıkıntıların montaj bölümünden başlaması ile geriye doğru zincirleme olarak yeniden işlemlere ve zaman kayıplarını oluşturmaktadır. Takibi doğru yapılmayan bir malzemeye montaj bölümünün ulaşamaması durumunda tüm proseslerin tekrarı ve ayar kayıpları ortaya çıkmaktadır.

3.2. Mevcut Stoklama Sorunları

Mevcut durumda işletmede yarı mamul kasalarının üst üste 5 kat konularak boş alanlara stoklanmasının işletmede yarattığı ana sorunlar aşağıdaki gibi olmaktadır.

- Yoğun kasa istifli nedeniyle yer kaybı
- Malzeme aramalarda sandık üzerine çıkmak vasıtasıyla iş kazası riski
- Forklift trafiğinin fazla olması. Enerji kaybı
- Sıkışık istiflenen kasalarda, malzeme arama zamanları
- Var olan malzemenin bulunamaması ile tekrar üretim için ekipmanların gereksiz kullanımı ve ekipman ayar (Set-up) kayıpları.
- Üretim teyidlerinin bir sonraki gün verilmesi nedeniyle SAP'e geç ulaşımı.

Mevcut durumda işletmede, Mekanik İmalat bölümü 1794 kasa stoklamak için toplam 1895 m² ve Boya bölümü 924 kasa stoklamak için 786 m² alan kullanmaktadır. Bu iki bölüm için kasa başına 0,99 m² kullanılmaktadır. İnsanlı çalışan dar koridor forkliftlerinde bu oran 0,70 m² civarında olup, otomatik stoklama sistemlerinde yaklaşık 0,5 m² dir. Bu oranlar, sıkışık istiflenen kasalar nedeniyle yeni yerleşimler için yeni bina yatırımlarına gerek duyulduğunu göstermektedir. Mevcut üretim sahası yerleşimi şematik olarak şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Mevcut Üretim Sahası Yerleşimi

Kasaların sıkışık olarak istiflenmesi nedeniyle, çeşit sayısı yüksek olan bir fabrikada, kasanın içerisindeki stoğun bilinmemesi ve bu bağlamda operatörlerin kasa yığınları üzerinde malzeme araması anlamına gelmektedir. İş kazası riski oluşturan bu tür operasyonların, işletmeye vereceği zararlar maddi ve manevi açıdan çok yüksektir.

Kasaların stoklandığı yerleşimlerin merkezi bir yerleşim olmaması ve dağınık halde bulunması, ayrıca arkadaki stoklara ulaşım için forkliftlerin yaptığı fazla hareketler operasyonel bazda zaman kaybına yol açmakla birlikte, enerji tüketimindeki artış ile işletmeyi yüz yüze bırakmaktadır.

İç üretim yarı mamul müşterisi olan bölüm forklift operatörleri, malzeme tipine göre benzer tipleri içeren kasaları hangi bölgeye koyduğunu bilmesine rağmen, aradığı malzemenin bu bölgedeki sıkışık istiflenen kasaların hangisinin içerisinde olduğunu bilemediği için, bu malzemenin bulunması için zaman kaybetmektedir. Stokların takibinin yapılabilmesinin önemi bu noktalarda ortaya çıkmaktadır.

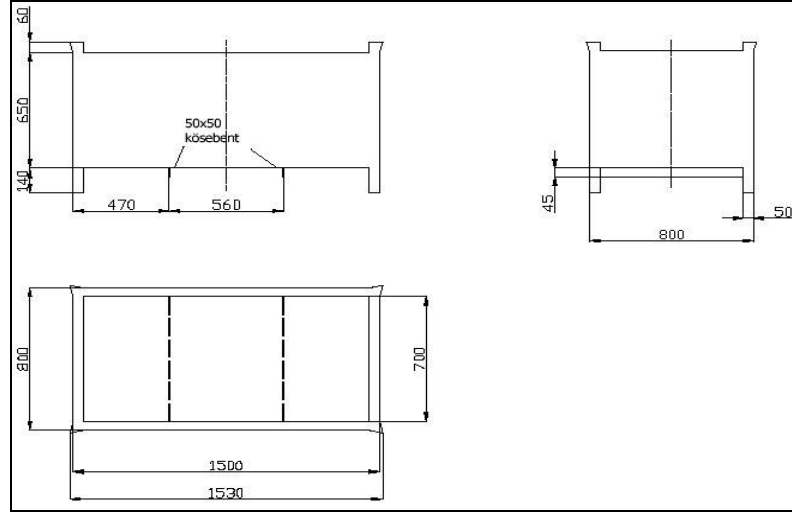
Stoklara ulaşmak için kaybedilen zaman bazı durumlarda stoğun bulunamaması olarak ortaya çıkabilir. Bu kapsamda, üretici yarı mamulun üretim prosesini tekrarlamak zorunda kalacaktır. Yeniden üretim ve bu üretim için yapılacak olan ayar zamanı, gereksiz kapasite kullanımı olarak işletmeye geri dönmektedir.

Bölümlerde yapılan üretimler, üretim formlarına yazılarak büro elemanlarına ulaştırılmakta ve büro elemanları bu üretimlerin teyidlerini üretim planlama programı olan SAP'ye girmektedirler. Bu işlem ise bir gün sonra yapılmaktadır. Bu bir günlük süreçte müşteri bölümler güncel stokları bir gün geriden takip edebilmektedirler.

3.3. Mevcut İstif Kapları

İşletmede üretilen mamulun alt açılımlarına bakılır ise, yaklaşık % 80 oranında sac parçalar olduğu görülür. Bu parçalar yüksek adetlerde toplandığında ağır bir yükü ortaya koymaktadır. Bu nedenle, işletme dahili üretim arası transferlerde istif kabı olarak metal kasalar kullanılmaktadır. Kasalar işletme kuruluşundan itibaren kullanılmaya devam edilmiş olup, yenilenen tasarımlara bağlı olarak farklı ölçülerde yer almakta ve herhangi bir tandarda bağlı kalmamaktadır. Ayrıca işletme içerisindeki kasaların tümünü, bütün bölümler kullanmaktadır. Emaye ve Boya bölümünün kullandığı kasaların içerisinde, yarı mamulun çizilmesini ve darbede hasar görmesini engelleyici halı kaplıdır.

Toplamda 5 farklı ölçüde kasa işletme içerisinde stoklamada kullanılmaktadır. Şekil 3.3’de bu kasalardan bir örnek görülebilmektedir. Kasa yapısı konusundaki ilk düşünce, kasaların mevcut durumda da olduğu gibi raflarda stoklanabilir olduğu fakat herhangi bir konveyör sisteminde yürümesinin ve transferinin mümkün görünmemesi şeklindedir.



Şekil 3.3 Mevcut kasa

İşletmede kullanılan kasaların tipleri Tablo 3.1’de verilmektedir. Tabloda ayrıca 2005 yılı sonu sayımında elde edilen, kasa tipi sayıları da güncellenmiştir.

Tablo 3.1 Mevcut kasa

Kasa Tipi	Genişlik (mm.)	Uzunluk (mm.)	Yükseklik (mm.)	Ağırlık (kg.)	Kullanan Bölüm	İşletmedeki Adet (2005 sayım)
1	830	1530	850	102	Mekanik İmalat	214
					Boya	627
2	915	1570	775	90	Mekanik İmalat	461
3	935	1550	775	106,3	Boya	236
4	1030	1570	775	107	Boya	51
5	980	1570	850	97,8	Mekanik İmalat	1129
Toplam						2718
Maksimum Ölçüler	1030	1570	850	107		

4. KAVRAMSAL TASARIM

Proje kapsamında mevcut durumların incelenmesi sonucunda oluşan şablon ile stoklama tipinin seçilerek, kavramsal tasarımın başlaması gerekmektedir. Kavramsal tasarım aşamasında sistem için izlenecek yol net olarak belirlenmiş olup detaylarına sistemlerin tasarımı içerisinde girilecektir.

Literatür araştırması stoklama tipleri 2.1 bölümünde anlatılan stoklama tipleri ve mevcut durum analizinde yapılan karşılaştırmalar sonucu işletmedeki alan sıkıntısını ve stok takibi zorunluluğunun düşünerek işletmeye bir otomatik stoklama ve geri alma sistemi (AS/RS) kurulması, proje müşterileri ile mutabık kalınarak kararlaştırılmıştır.

AS/RS'nin diğer stoklama tiplerine göre var olan alan kazancı, hassas stoklama, stoğun kaydının sürekli tutulması bu kararda en önemli unsurlar olarak görülmektedir. Stoklama kasalarının üretim noktalarına dağıtımı ise şu aşamada proje dahilinde olmayacaktır. Montaj bantlarında yer alan istasyonların birçoğunda bu kasalar kullanılmaktadır ve montaj bandı alanı bu yapıyı kuracak kadar geniş değildir. Ayrıca, kasalar yüklü halde 600 kg. ağırlığı bulabildiğinden, bu taşıma sistemi işletmeye büyük yatırım getirecektir.

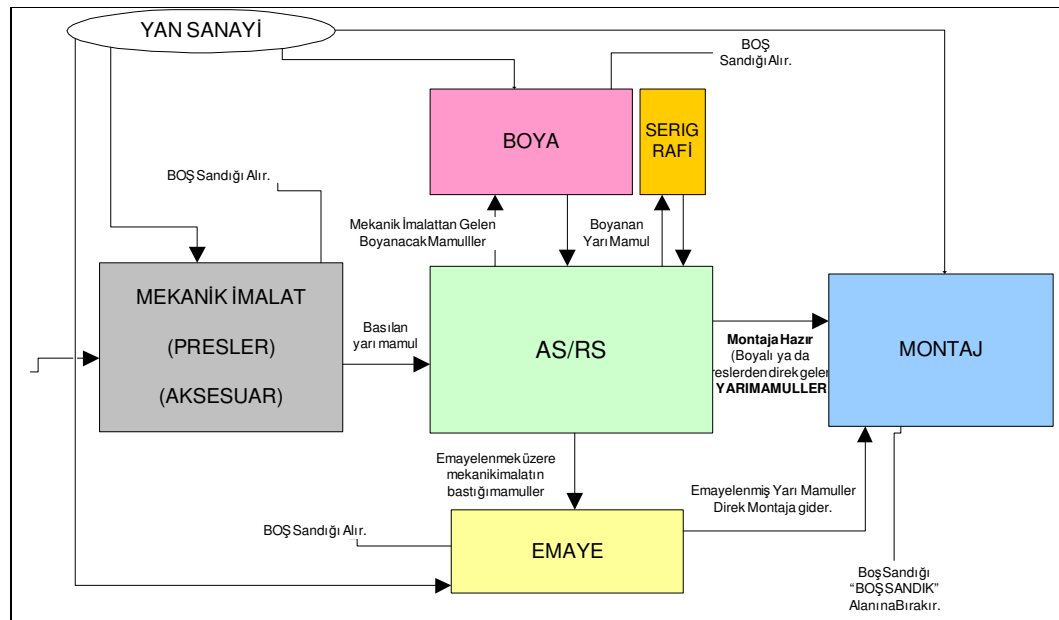
Sonuçta, yapılan analizler ve fizibilite çalışmaları sonrasında otomatik stoklama ve geri alma sistemi (AS/RS)'nin boya ve mekanik imalat dahili üretim stokları için üretim noktalarına dağıtım sağlanmadan, sadece sistemin önünde yer alacak ana giriş ve çıkış noktaları ile çalışması uygun bulunmuş ve bu yönde aşağıda yer alan kavramsal tasarım çalışmaları başlamıştır.

4.1. Hedef Üretim Akışının Belirlenmesi

Hedef modelde dikkat edilecek ana unsur üretim akışını kolaylaştırarak, stoklama yükünü azaltıp, toplam işletme verimliliğinde büyük artış sağlamaktır. Üretim akışını kolaylaştırmak da, üretilen stokların bir ana merkezde toplanması ve bu stokların yalnızca bu merkezde aranarak, bu merkezden sağlanabilmesidir. Bu sayede, farklı

noktalardaki dağınık stok yığınlarında, takip olmadan yapılan yönlendirmelere yerine; mühendis ve operatörlerin kontrollü bir şekilde verimsiz akışların haricinde kalması sağlanacaktır.

Şekil 4.1’de görülebileceği gibi, AS/RS’nin ana üretim departmanlarının tam ortasına yerleştirilerek merkez konumuna getirilmesi hedeflenmektedir. Tüm üretim müşterileri, üreticinin alanına dahil olmadan bu ana merkezde yarı mamüllerini sağlayacaktır. Yerleşim anlamında da sistemin bölümlerin ortasında yer alması üretici ve müşterilerin en kısa yolu izleyerek sisteme ulaşması avantajını getirerek verimli bir akış ortaya çıkaracaktır.



Şekil 4.1 Hedef Üretim Akışı

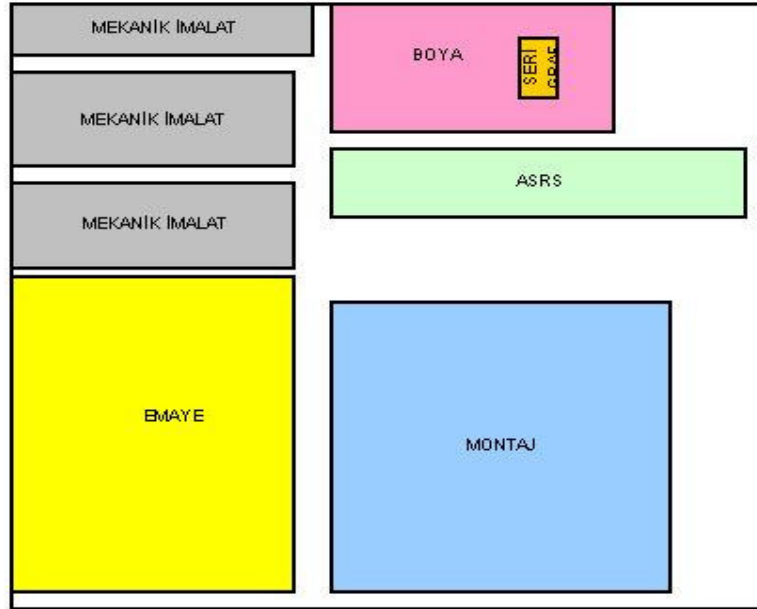
Hedef üretim akışına dahil olan bir başka unsur da, üretimin takip edilmesi ve yapılan üretimlerin SAP ile koordinasyonun sağlanması olacaktır. Bu aşamada, üretim akışında hayatı kolaylaştırmak adına hem sistem ile SAP arasında köprü vazifesi görecektir hem de tüm dahili üretim işlemlerini kullanılan tüm veriler bazında takip edip raporlayacak bir yazılımın entegrasyonu AS/RS sistemi fikrinin oluşması ile işletmeye gerekli bir yapı haline gelmiştir. AS/RS sisteminin verimliliği de bu sayede artırılabilecektir. Ayrıca bir yan sanayi olarak işletme alanı içerisinde çalışan Serigrafi bölümü ile ilgili irsaliye bilgileri de bu sayede takip edilecek ve sürekli güncel tutulacaktır.

Ara yazılımın işleyişindeki farklılık, üretim noktalarındaki operatörlerin yaptığı üretimleri koydukları kasa numaraları ve kullandıkları tüm veriler ile birlikte vardiya üretim

formu yerine bir bilgisayara girmeleri, yazılımda bu verilerin tutularak AS/RS girişinde WMS'e verilmesi, AS/RS çıkışında WMS'ten ara yazılıma verilmesi ve diğer üretim noktalarında da onayların verilmesi şeklinde bir kapalı çevrim oluşturmasıdır. Bu yazılım yaptığı tüm işlemlerde SAP ile de konuşacaktır. Bu ilişkiler 6. bölümde ayrıntılı açıklanacaktır.

4.2. Sistem Yerleşiminin Belirlenmesi

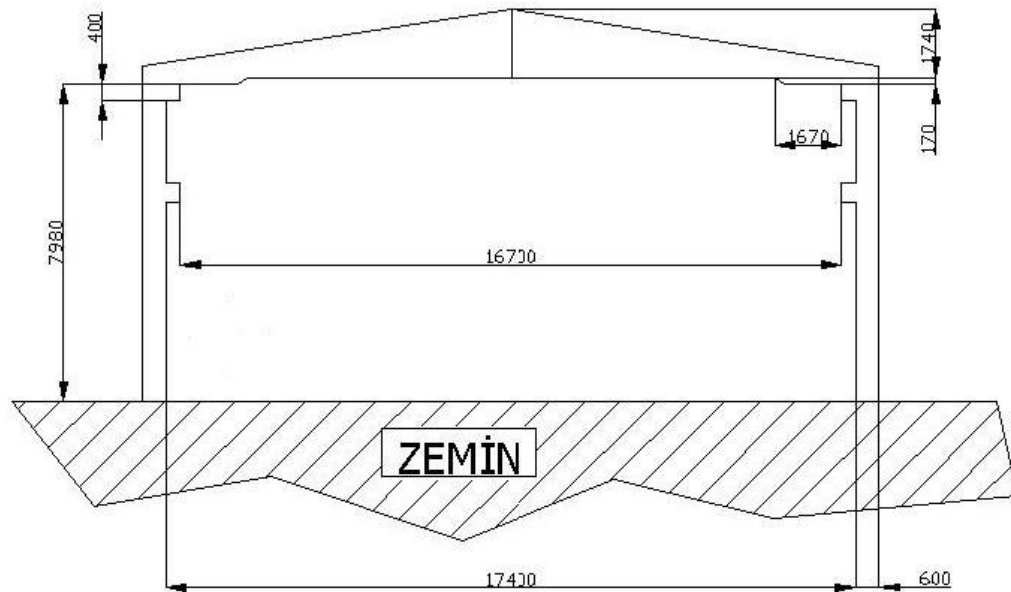
Sistem yerleşimi belirlenirken, hedef üretim akışına uygun bir noktada olmasına dikkat edilmektedir. Yerleşimin hammaddeden montaja doğru olan akış yönünün haricinde bir noktada yapılması sistemin verimliliğini etkileyecektir. Sistemin, üretici olarak kullanıcıları Mekanik İmalat, Boya ve Serigrafi departmanlarıdır. Müşteri olarak kullanıcıları ise Mekanik İmalat, Boya, Serigrafi, Emaye ve Montaj bölümleri olacaktır. Bu üretici-müşteri ilişkisi göz önüne alındığında, sistemin mekanik imalat ve boyahaneye bölümlerine yakın olması aynı zamanda da üretim akışına ters yönde olmaması gereklidir. Bu nedenle sistemin kurulması için en uygun bölge aşağıdaki şekilde belirlenmiştir. Şekil 4.2'de fabrika şematik yerleşimi üzerinden sistemin yerleşeceği alan görülebilir.



Şekil 4.2 Hedef Üretim Sahası Yerleşimi

Stoklama sistemleri yerleşimlerinde en önemli nokta hacmin kullanılmasıdır. Manuel veya otomatik raf düzenli stoklama sistemlerine yüksek ambar tabiri

İşletmedeki yerleşimin yapıldığı bölgenin tavan kesidi ve mesafeleri Şekil 4.3'de verilmektedir. Bu yapıda sistemin çok yüksek olma şansı ancak ve ancak çatının kaldırılması ile gerçekleşebilmektedir. İşletmenin bulunduğu Bolu ilinin deprem riski yüksek bir il olması nedeniyle, binanın statüğünü etkilememek için bu fikir gözönüne alınmamaktadır. İkinci bir yol olarak, sistemi işletme binası dışına yapmak düşünülebilir, fakat üretim akışı açısından kayıplara yol açacaktır. Bu nedenler ile sistem belirlenen yerleşime, 7980 mm. yüksekliğin maksimum kullanımını gerektirmektedir.



4.3. Kapasite Seçimi

60

serigrafi bölümünün bulundurduğu ortalama stok sayısı ve üretim akışındaki ortalama ve en yüksek çevrim süresi hesaba katıldıktan sonra, kapasite artışları göz önüne alınacak ve kapasite belirlenecektir.

İşletmede 2005 yılında yapılan stok sayımında, kasa tiplerine göre de sayılar çıkarılmıştır. Bu sayı Tablo 3.1’de görülebileceği gibi 4424 çeşit yarı mamul için toplam 2718 kasa şeklindedir. 2005 yılı itibarı ile yapılan fırın üretiminin, gelecek genişmeler de düşünüldüğünde ulaşılacak kapasite ile oranından yaklaşık 3800 hücrelik bir stoklama sisteminin stoklamaya yeterli olacağı görülmektedir. Sistemin tam dolu kullanılabilirliğinin olmaması nedeniyle 3800’ü aşan bir kapasite bu bölümlerin stok yükünü kaldırabilecektir.

Üretim akışının sağlanmasında günde dönen kasa sayıları ile ilgili üretici ve müşterilerden veriler toplanmıştır. Bu veriler sonucu, özellikle vardiya başlangıçlarında üreticinin stokladığı ve müşterinin aldığı kasalar en yüksek değerine ulaşmaktadır. Günün en yüksek kasa çevriminin olduğu bir saatlik dilimde mekanik imalat, boya ve serigrafi bölümlerinin 724 kasası iç üretimde dönmektedir. Gelecek kapasite artışları da düşünüldüğünde 850-900 arası bir kasa çevrimine cevap verebilen bir sistem oluşturmak gereklidir. Sistemler incelenerek yapılan çalışma ile işletme ihtiyacını karşılayacak sayılar saatlik olarak aşağıdaki yeterliliklere sahip olması gerekmektedir. (Tablo 4.1) Sistem genellikle hem giriş hem çıkış olarak çalışacaktır, fakat isteklerin veya yüklemelerin yüksek değerlere çıktığı zaman periyotlarında da yalnızca giriş ya da çıkış olarak kullanılabilecek olması sebebiyle bu ihtiyaçları da karşılaması gerekmektedir.

Tablo 4.1 Çevrim kapasitesi ihtiyaçları

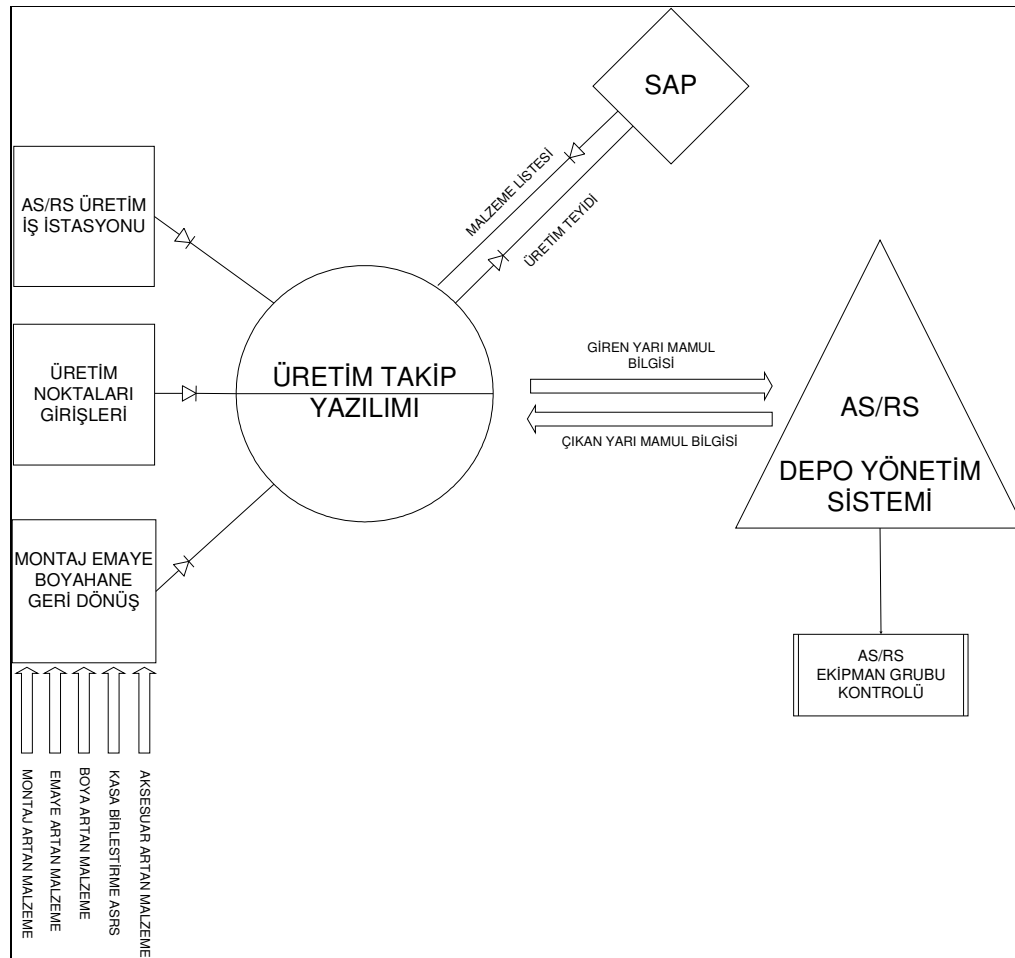
Operasyon	Çevrim kapasitesi (kasa/saat)
Giriş - Çıkış	114
Giriş (yalnızca)	106
Çıkış (yalnızca)	100

4.4. Hedef Yazılım Bağlantıları

Sistem oluşturulduktan sonra kurulacak yazılımın hedefinde, stok yönetiminin geliştirilmesi konusunda tüm şartlar düşünülmüştür. Bu kapsamda, depo yönetim

sistemi yazılımının AS/RS ile ilgili bir yazılım olması ve üretim süreçlerini yönetebilmesinin zor olduğu sonucu elde edilmiştir. Tesis işletim ağı üzerinde çalışacak bağımsız bir üretim takip yazılımının üretim süreçlerinin kontrolünü kolaylaştırması, SAP ile konuşarak gerekli bilgi transferlerinin yapılması, depo yönetim ve AS/RS'ye veri akışının düzgün sağlanması açısından gerekli olduğu ortaya konulmuştur.

Şekil 4.4'de görülebileceği gibi, girişlerin üretim takip yazılımına yapılarak, tüm verilerin bu sistemden gerekli bölgelere transferi ile ilgili bir yazılım altyapısı oluşturulması hedeflenmiştir.

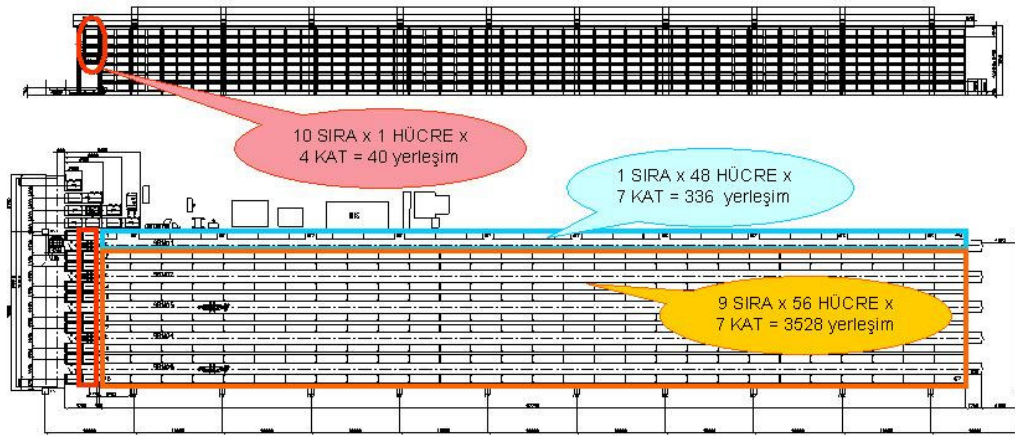


Şekil 4.4 Hedef yazılım bağlantıları

5. STOKLAMA SİSTEMİ TASARIMI

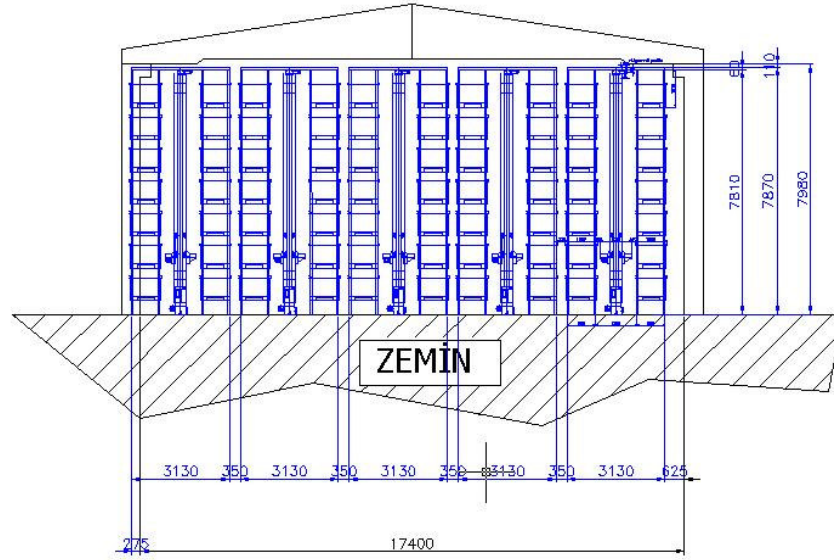
Kavramsal tasarım kısmında sistemin genel prensipleri oluşturulmuş ve sistemlerin detaylı tasarımı aşamasına gelinmiştir. Bu bölümde, ayrı ayrı ekipmanları ile birlikte stoklama ve geri alma sistemi (AS/RS) ve stoklama ile ilişkili ekipmanların (raf, istif kasası modifikasyonu, vb.) detaylı tasarımı anlatılacaktır. Sistemin tümüne bakıldığında belirlenen yerleşimdeki bölgenin sistemin tasarımında etken olacağı düşünülebilir. Detaylı tasarım sırasında, kavramsal olarak tasarlanmış bir parametrede çıkabilecek kısıtlar veya değişikliklerde, proje yönetim esaslarına da bağlı kalarak kavramsal tasarım kısmı gözden geçirilmiş ve gerekli revizyonlar yapılmaktadır. Kavramsal tasarım sırasında öngörülemeyen unsurlar ise,, detaylı tasarım sırasında eklenmiştir. Kavramsal tasarım, detaylı tasarımdan önce geliyor olsa da, detaylı tasarım sırasında kavramsal tasarım parametreleri de eşzamanlı olarak güncellenmektedir.

Tasarıma eş zamanlı olarak yürütülerek sistemin ana başlangıç noktası olan yerleşim tasarımının ve buna uygun olarak kapasitelerin çıkması konusunda çalışılmış ve uygulanmasına çalışılacak yerleşim Şekil 5.1'de görüldüğü gibi belirlenmiştir. Raf sistemi tasarımında anlatılacağı üzere, sistem yüksekliği 7 katı mümkün kıldıktan sonra bu yerleşim ile toplam 3904 kasa kapasitesine sahip bir sistem oluşturulmuştur.



Şekil 5.1 Sistem Yerleşimi

Sistemi iki kolon arasına yerleştirmek üzere yapılan çalışmalarda, kapasiteyi karşılamaya yeterli adetler 10 raf sırası ve makinanın çalışacağı 5 koridor çalışılmıştır. Kasa ebatları baz alınarak yapılan sistem yerleşiminde, iki kolon arasına bu raf stili net olarak yerleştirilememektedir. Bu nedenle 1 sıra raf şekil 5.2’de de görülebileceği gibi kolonlar arasına yerleştirilerek 56 hücre yerine 48 hücre kullanılmıştır. Aynı zamanda P/D konveyörleri üzerine yerden 3 katın boş bırakılması ile 4 kat asma raf yapılmış ve 10 sırada toplam 40 kasa kapasitesi eklenmiştir. Asma raf bölgesi şekil 5.2’de kırmızı ile işaretlenmiştir.



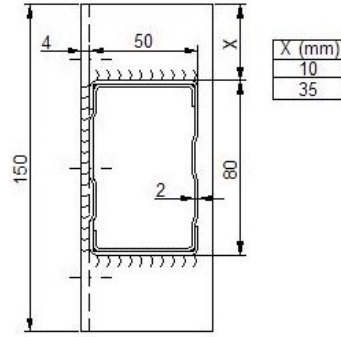
şekil 5.2 çatı ve AS/RS kesidi (n)

Yukarıdaki şekillerde gösterilen yapı sistemin son yerleşimi olup, ekipman tasarım detaylarında bu yapı üzerinden gidilecektir.

5.1. Raf Sistemi Tasarımı

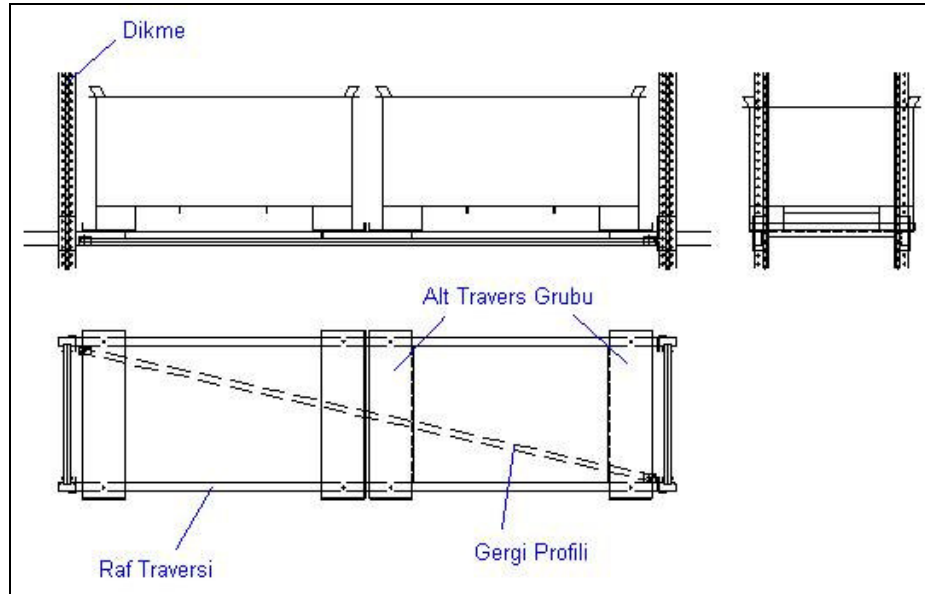
Belirlenen yerleşime, belirlenen kapasitede sandıkların stoklanabilmesi çalışmalarındaki en önemli kısıt noktası sistemin 7 kat yüksekliğe çıkabilmesi gerekliliği olmuştur. Hacimin en verimli şekilde kullanılması, sistemin 7 kat kasa stoklamaya uygunluğunun sağlanması ile gerçekleşecek ve hedef kapasitelere ulaşacaktır. Detay çalışmalarda özellikle, işletmemiz çatı sınırlarını tutturmada önemli olan 80 mm. travers için çalışılmış ve standard 100x50 kutu profil travers yerine, 80x50 kullanılması öngörülmüştür. Bu öngörüye dayanarak traversin daha gll olması gereksinim ile travers kutu profil yerine yeni tasarım ile aşağıda çizimi

verildiği şekilde kademeli ve St44 malzemeden imal edilmesi planlanmıştır. (Şekil 5.3)



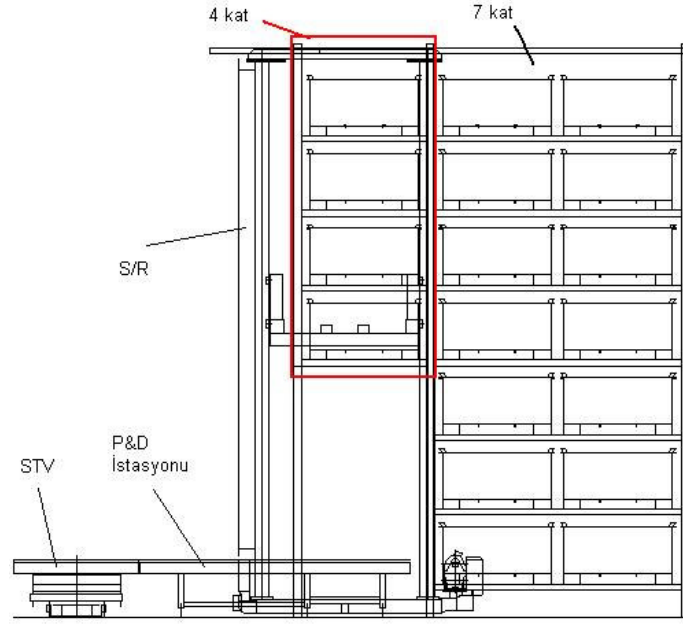
Şekil 5.3 80 x 50 travers kesidi

Raf sisteminin hücre yapısında Şekil 5.4'de görülebileceği üzere, dikmeler, traversler, kasa ayaklarının basması için alt travers grubu ve sistemin toplu durması için gergiler yer almaktadır. Ölçüleri belirtilen hassaslıkta olan bu hücreler bütünü de raf sistemini oluşturarak kasa stoklamayı sağlamaktadır.



Şekil 5.4 Raf hücre görünüşleri

Sistem yerleşiminde de anlatıldığı üzere, P&D istasyonları üzerine oluşturulan 4 katlık raf bölgesinin çıkma yapısı yerleşiminin yandan görünüşü Şekil 5.5'te verilmektedir. Bu bölgedeki raf yapısı da zeminden desteklenmektedir.



Şekil 5.5 Raf ön çıkma yapısı

5.2. Otomatik Stoklama Sistemi Ekipman Tasarımı

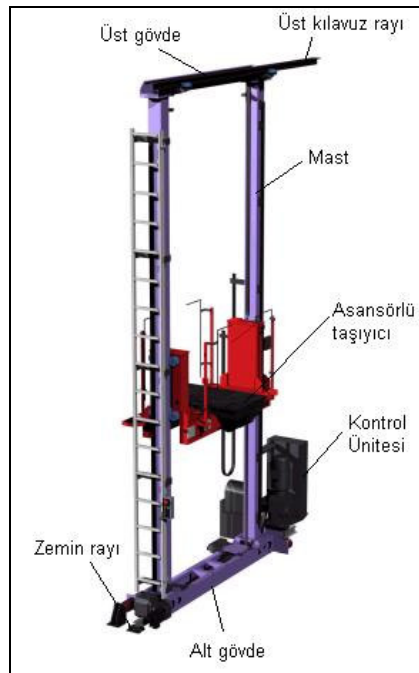
Otomatik stoklama ve geri alma sistemi (AS/RS) tasarımında kaynak olarak en büyük pay ayrılması gereken kısım, sistemdeki hareketleri sağlayan ekipmanların seçimidir. Bu ekipmanlar, sistemin çevrim süresi kapasitesini doğrudan etkilemek ile beraber, sistemin uzun yıllar çalışabilmesi için de dikkat edilmesi gereken unsurlardır.

Projenin belirlenen son yerleşimi Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de gösterilmiştir. Bu yerleşime göre sistemde yer alacak ekipmanlar;

- 5 koridor için 5 adet S/R (yükleme boşaltma makinası)
- Koridorlar arası ve koridorlar ile giriş-çıkış noktaları arasındaki bağı sağlayacak 1 adet STV (dağıtıcı araba)
- 10 adet raf sırası için 20 modül P&D istasyonu konveyörü
- 1 giriş noktası için 3 modül konveyör
- 3 çıkış noktası için 7 modül konveyör

5.2.1. Koridor Yükleme/Boşaltma Makinaları (S/R)

S/R makinaları raf sıraları arasındaki koridorlarda zemin rayı üzerinde hareket etmektedirler. Zemin rayının üzerinde iki adet tekerleğin üzerinde ve yanal tekerleklerin kılavuzlamasında durmaktadırlar. Tek zemin rayında duran makinaların üstten kılavuzlanması ise raf sistemi tepe noktasında yer alan üst kılavuz rayları ile yapılmaktadır. Bu raylar S/R makinası içerisinde düşünülebilir. Rayların başında ve sonunda makinanın yavaş durması veya herhangi bir problemde rayı aşmaması için hidrolik silindirler yerleştirilecektir. Raylar ile birlikte Şekil 5.6'de görülebileceği gibi, S/R makinasını oluşturan çeşitli yapılar bulunmaktadır.



Şekil 5.6 S/R makinasını oluşturan yapılar

Rayların haricinde, makineyi oluşturan parçalar;

- Alt gövde: Zemin rayı üzerinde yürüyen tekerleklerin sabitlenmiş olduğu yapı. Makinada dolaşan zincir bu yapının içerisinde dolanmaktadır.
- Mast: Makinanın konstrüktif yapısını oluşturan ve alt gövde ile üst gövdeyi birbirine bağlayan iki adet direk.
- Üst Gövde: Makina yapısını tamamlayan ve üst kılavuzlamanın yapıldığı parça.

- **Asansörlü Taşıyıcı:** Yüğü üzerine alarak taşıyan ve katlara kaldırarak transfer eden yapıdır. Mastlar ile tekerlekler vasıtasıyla temastadır ve yukarı çıkarken tekerlekler mast üzerinde dönerek taşıyıcıyı sürekli ekseninde tutar. Bu yapı alt gövde, mast ve üst gövdede dolaşan bir zincir sistemi vasıtası ile yüğü yukarı kaldırır ve teleskobik çatal mekanizması ile hücrelere veya konveyörlere transferini sağlar. Üzerindeki sensörler ile rafın boş ya da dolu olduğunu ve kasanın kendi üzerine tam ekseninde yerleşip yerleşmediğini anlar.
- **Kontrol Ünitesi:** Ana kontrol sistemindeki hareket emirlerinin iletildiği ünedir.

5.2.1.1. Çevrim hesapları

Bu yapılar birleştğinde oluşan bu makinanın seçimi, hedef sistem kapasitesindeki etken rolü nedeniyle hassas bir şekilde çalışılmış ve Tablo 5.1’de verilen hız spesifikasyonları kapasiteyi karşılamıştır.

Tablo 5.1 S/R makinası hareket hızları

	Hız (m/min)	
	Yüklü	Yüksüz
Yatay Hareket	100	125
Dikey Hareket	15	30
Çatal Hareketi	20	31,5

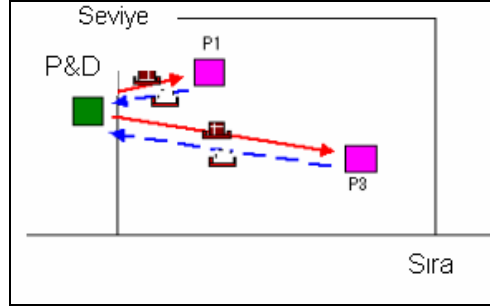
Bölüm 2.2.2 sistem tasarımı ve uygulamasında da anlatıldığı üzere, S/R makinasının çevrim süresi hesapları yerleşimin P1 ve P3 noktalarına baz alınarak yapılmıştır. (Tablo 5.2) Tek çevrim ve ikili çevrimde bu hücre koordinatları kullanılacaktır.

Tablo 5.2 Hesapta kullanılan hücre koordinatları

Nokta	Uzunluk (mm)	Yükseklik (mm)
P1	19582 (Sıra 12)	4263 (Seviye 5)
P2	0	0
P3	65273 (Sıra 38)	1393 (Seviye 2)
P4	0	0

Öncelikle bir adet kasanın P&D istasyonundan alınarak bir hücreye bırakılması ve makinanın P&D istasyonuan geri dönmesi hesabı yapılmıştır. Bu hesap tek bir kasanın çevrimini göstermektedir ve çevrimin kısıt hesabıdır. Genellikle bu hesap, sistemin tam ortasındaki bir hücreye göre yapılmaktadır. Fakat, daha güvenilir bir

hesap için, Şekil 5.7’de şematik olarak gösterildiği gibi, sistemin orta noktasının yakını ve uzağı olan iki noktanın ayrı ayrı hesabı yapılarak ortalaması alınmıştır.



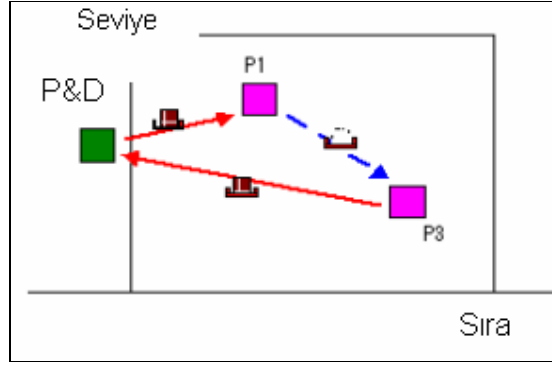
Şekil 5.7 Tek çevrim hareketleri

Tek çevrimdeki süreler ile yapılan hesaba göre S/R makinaları istenen çevrimi rahatlıkla karşılayabilmektedir. (Tablo 5.3)

Tablo 5.3 Tek çevrim hesabı

< Tek Çevrim >		
Ort. Hareket Süresi		60,3 sn
(P&D ↔ P1	35,8 sn	
(P&D ↔ P3	84,7 sn	
P&D'den alma		11,7 sn
Bilgiyi okuma		1 sn
P&D'ye bırakma		11,7 sn
İletişim		0,5 sn
Toplam		85,2 sn / çevrim
Saatte taşıyabileceği kasa sayısı		
3600 sn / 85,1 sn x 5 kren =		
211 kasa/saat		

İkili çevrimde ise, Şekil 5.8’de şematik olarak gösterildiği üzere, P&D istasyonundan yükü alan makina P1 hücresine yükü bırakır. Bu sırada gelen istek emri ile P3 hücresindeki yükü üzerine alır ve çıkış için P&D istasyonuna bırakır.



Şekil 5.8 İkili çevrim hareketleri

Bu çevrimde 2 kasa hareketi yapılmış olması sebebi ile toplam süre ikiye bölünür. Tek çevrimden daha rahat bir kapasiteye sahip olmaktadır. (Tablo 5.4)

Tablo 5.4 İkili çevrim hesabı

< İkili Çevrim >	
P&D → P1 (yükü)	20,1 sn
P1 → P3 (yüksüz)	28,4 sn
P3 → P&D (yükü)	46,9 sn
P&D'den alma	11,7 sn
Raf yerleşimine bırakma	11,7 sn
Raf yerleşiminden alma	11,7 sn
Bilgiyi okuma	1 sn
P&D'ye bırakma	11,7 sn
İletişim	0,5 sn
Toplam	143,7 sn / çevrim
Saatte taşıyabileceği kasa sayısı	
3600 sn / 143,7 sn x 2 kasa x 5 kren = 251 kasa/saat	

Tek ve ikili çevrimlerin yanı sıra, hesaplar emniyet açısından Tablo 5.5'te gösterildiği gibi en uzak mesafedeki hücrelere ikili çevrim şeklinde düşünülerek yapılmıştır. S/R makinası P&D istasyonundan aldığı kasayı son sıradaki hücrenin en üst katına bırakır, son sıradaki hücrenin en alt katından kasayı alır ve P&D istasyonuna geri döner. Tablo 5.5 'de değerleri verildiği gibi, tüm yükleri en uzak mesafeden bu şekilde sağlasa bile, S/R makinası çevrimde yeterli kalmaktadır.

Tablo 5.5 En uzak mesafeye göre ikili çevrim hesabı

< En Uzak Mesafeye Göre İkili Çevrim >	
P&D → P1 (yükü)	67,4 sn
P1 → P3 (yüksüz)	14,5 sn
P3 → P&D (yükü)	66,5 sn
P&D'den alma	11,7 sn
Raf yerleşimine bırakma	11,7 sn
Raf yerleşiminden alma	11,7 sn
Bilgiyi okuma	1,0 sn
P&D'ye bırakma	11,7 sn
İletişim	0,5 sn
Toplam	196,7 sn / çevrim
Saatte taşıyabileceği kasa sayısı	
3600 sn / 196,7 sn x 2 kasa x 5 kren = 183 kasa/saat	

5.2.1.2. Konumlama

S/R makinası optik ışın ile aldığı veriyi, kendi bünyesindeki konum bilgisine çevirmektedir. Hareket etmesi gerekli noktanın konumlarını devreye alma aşamasında x-, y- ve z- yönlerinde öğrenecektir. Öğrendiği konumlara ulaşmak için alt gövdede bulunan enkoder hareket ettiği yönleri sürekli sayacaktır. Bu esnada konum bilgisinde sapmalar olabilir. Bu sapmaların engellenmesi için iki yol öngörülmüştür.

Bunlardan ilki makinanın ray başlangıç noktasına geldiğinde konumunu sıfırlaması olacaktır. Fakat bu her zaman olmayacak bir durumdur. Buna karşılık olarak, rayların üzerine 2,1 metre boyunca yerleştirilmiş metal bir parça çözümü geliştirilmiştir. Alt gövdenin altında bulunan gözler bu metali gördüğünde, konum bilgisini sürekli karşılaştıracak ve tekerlekteki patinaj vb. durumlarında ortaya çıkabilecek sapmayı düzeltecek ve her zaman doğru konumlamayı yapacaktır.

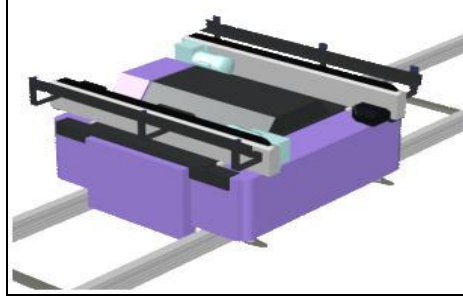
5.2.2. Dağıtıcı Araba (STV)

Sistemde yer alan dağıtıcı arabanın ana amacı, giriş konveyöründen aldığı varış hücresi belirli kasanın, ilgili koridora hizmet eden P&D istasyonu konveyörüne bırakılması ve kasa isteği halinde P&D istasyonu konveyöründe hazır halde bekleyen kasanın belirlenen çıkış konveyörüne götürülmesi şeklindedir.

Dağıtıcı arabalar, literatür araştırması kısmında da belirtildiği gibi S/R koridorları x-yönü, yükseklik z- yönü olarak kabul edilirse, P&D istasyonları önünde y- yönünde çalışırlar. İki adet alüminyum profil üzerinde, altındaki tekerlekler ve yanal kılavuz

tekerlekleri vasıtası ile hareket ederler. Veri alışverişini ise optik veri ışınları ile yapmaktadırlar.

Dağıtıcı arabaların transfer sistemi tasarımı istif kabı yapısına göre değişkenlik göstermektedir. Sistemde kullanılan kasaların transferinde nasıl en uygun yapı zincirli konveyör ise, Şekil 5.9'de görüldüğü gibi dağıtıcı arabada da aynı zincirlerin kullanılması ve transferlerin bu şekilde yapılması tasarlanmıştır.



Şekil 5.9 Dağıtıcı araba (STV)

Tek taraflı giriş-çıkışa sahip bir AS/RS'de dağıtıcı araba, çevrim süresinde kısıdı oluşturmaktadır. Sistemdeki 5 adet S/R için Bölüm 5.2.1.1'deki çevrim süresi hesaplarında görülebileceği üzere, 1 adet S/R için bulunan saatlik kasa sayısı 5 ile çarpılmıştı ve bu rakamlar gerekli çevrimlerin çok üzerinde yer almakta idi. Bu nedenler ile sistemdeki çevrim kapasitesini tek olan dağıtıcı araba belirleyecektir. Dağıtıcı araba özelliklerinin seçiminde hesaplar dikkatle incelenerek yeterli kapasiteye ulaşılmıştır. Tablo 5.6, yeterli kapasitede olduğu düşünülmülerek seçimi yapılan dağıtıcı araba hız spesifikasyonlarını göstermektedir.

Tablo 5.6 Dağıtıcı araba hareket hızları

	Hız (m/min)	
	Yüklü	Yüksüz
Yatay Hareket	160	200
Transfer Hareketi	30	

Seçilen dağıtıcı arabanın yukarıdaki hızlar ile çalıştığında oluşacak çevrim süreleri, kasa bazında hesaplanarak istenilen kapasiteleri ulaştığı kesinleştirilmiştir. Bu hesaplar; giriş-çıkış karışık çevrim, yalnızca çıkış ve yalnızca giriş olarak üç şekilde yapılmış ve gereklilikler ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.7, giriş-çıkış ikili çevrim hesabını ve elde edilen sonucu göstermektedir. Tabloda da belirlendiği üzere sistem, giriş-çıkış karışık çevrim için gerekli olan 114 kasa/saat rakamını % 88 verimlilik ile sağlamaktadır.

Tablo 5.7 Dağıtıcı araba ikili çevrim hesabı

İkili Çevrim	
Hesap Değerleri	
Hız & İvme	
<i>Horizontal</i>	200 (160) m/dak.
	0,05 (0,10) G
<i>Transfer</i>	30 (30) m/dak.
	0,05 (0,05) G
Hareket Mesafesi	20410 mm.
Transfer Uzunluğu	1760 mm.
< Ortalama Çevrim >	
Ort. yüksüz hareket	6,10 sn
Ort. yüklü hareket	9,41 sn
Erişim süresi	0,50 sn x 2
Transfer süresi (Alma)	5,94 sn
Transfer süresi (Bırakma)	5,43 sn
Toplam	27,88 sn / çevrim
$3600 \text{ sn} / 27,88 \text{ sn} = \mathbf{129 \text{ kasa/saat}}$ (100% verimlilik ile)	

Tablo 5.8, çıkış çevrim hesabını ve elde edilen sonucu göstermektedir. Tabloda da belirlendiği üzere sistem, çıkış karışık çevrim için gerekli olan 106 kasa/saat rakamını % 90 verimlilik ile sağlamaktadır.

Tablo 5.8 Dağıtıcı araba çıkış çevrim hesapları

Tek Çevrim (Çıkış)	
Hesap Değerleri	
Hız & İvme	
Horizontal	200 (160) m/dak.
	0,05 (0,10) G
Transfer	30 (30) m/dak.
	0,05 (0,05) G
Hareket Mesafesi	19580 mm.
Transfer Uzunluğu	1760 mm.
< Ortalama Çevrim >	
Ort. yüksüz hareket	7,54 sn
Ort. yüklü hareket	10,38 sn
Erişim süresi	0,50 sn x 2
Transfer süresi (Alma)	5,94 sn
Transfer süresi (Bırakma)	5,43 sn
Toplam	30,29 sn / çevrim
$3600 \text{ sn} / 30,29 \text{ sn} = \mathbf{119 \text{ kasa/saat}}$ (100% verimlilik ile)	

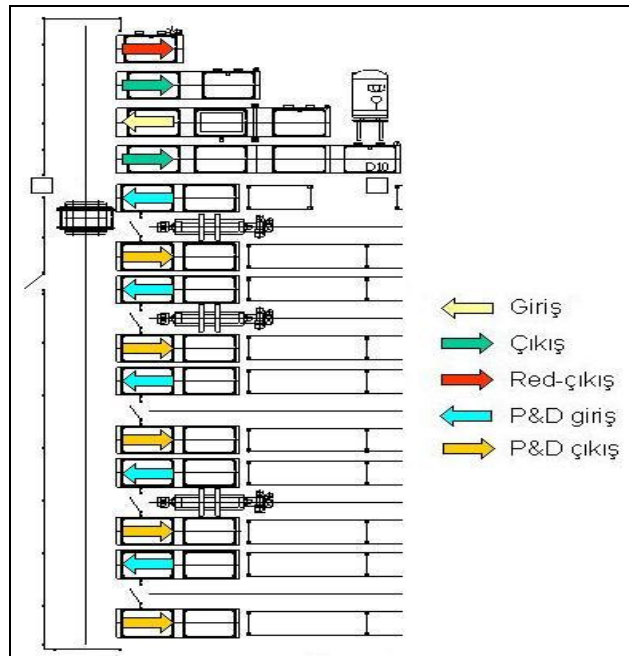
Tablo 5.9, giriş çevrim hesabını ve elde edilen sonucu göstermektedir. Tabloda da belirlendiği üzere sistem, çıkış karışık çevrim için gerekli olan 100 kasa/saat rakamını % 90 verimlilik ile sağlamaktadır.

Tablo 5.9 Dağıtıcı araba giriş çevrim hesapları

Tek Çevrim (Giriş)	
Hesap Değerleri	
Hız & İvme	
Horizontal	200 (160) m/dak.
	0,05 (0,10) G
Transfer	30 (30) m/dak.
	0,05 (0,05) G
Hareket Mesafesi	19010 mm.
Transfer Uzunluğu	1760 mm.
< Ortalama Çevrim >	
Ort. yüksüz hareket	8,47 sn
Ort. yüklü hareket	11,59 sn
Erişim süresi	0,50 sn x 2
Transfer süresi (Alma)	5,94 sn
Transfer süresi (Bırakma)	5,43 sn
Toplam	32,43 sn / çevrim
$3600 \text{ sn} / 32,43 \text{ sn} = \mathbf{111 \text{ kasa/saat}}$ (100% verimlilik ile)	

5.2.3. Konveyörler

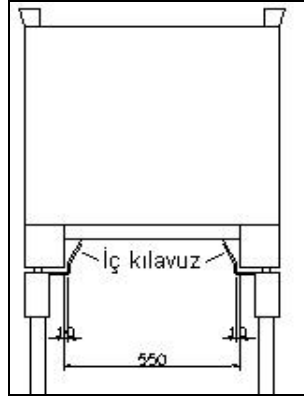
Sistemde konveyörler giriş operasyonunda kasayı dağıtıcı arabaya oradan da S/R makinalarına dağıtmak, çıkış operasyonunda ise kasayı S/R makinasından dağıtıcı arabaya ve oradan da forklift operatörünün ulaşımı için çıkış noktasına taşımak ile görevlidir. Sistemde 1 adet giriş konveyörü (3 modül), 2 adet çıkış konveyörü (toplam 6 modül), 1 adet red ve çıkış konveyörü (1 modül) ve 5 adet P&D giriş, 5 adet P&D çıkış istasyonu konveyörleri (toplam 20 modül), Şekil 5.10'da görüldüğü üzere yer almaktadır. Red-çıkış konveyörü, sistemin normal çalışmasında üçüncü çıkış noktası şeklinde kullanılacaktır. Kasanın reddedilmesi gereken hata durumlarında (ağırlık ve barkod hatası) kasanın direk dışarı çıkarma görevi yapacaktır.



Şekil 5.10 Konveyör modülleri

Konveyör tipi, metal stoklama kasalarının 600 kg. civarındaki ağırlık ve metal yüzeyi sebebi ile zincirli olarak tasarlanmıştır. Konveyör tasarımıındaki en önemli unsur stoklama kasalarının genişliğindeki fark nedeniyle oluşacak oturma yüzeyi sıkıntısıdır. Stoklama kasalarında konveyör transferlerine göre yapılan modifikasyonlarda, konveyör sistemi tasarımı ile beraber yapılmıştır. Kasa ayakları arası ölçülerin standard olmasının zincir tasarımının kasa yüzeyi ile ilişkisine etkisi büyüktür. Bu yapı ile zincirler tüm kasa ayak yapısına uymaktadır. Ayrıca bu standard ölçü kullanılarak, konveyörün üzerine eklenen iç kılavuzlar da kasanın

konveyör üzerindeki hareketinde yanlara kaymasını engellemekte ve operatörün kasayı konveyör üzerine koymasına yardımcı olmaktadır. (Şekil 5.11)

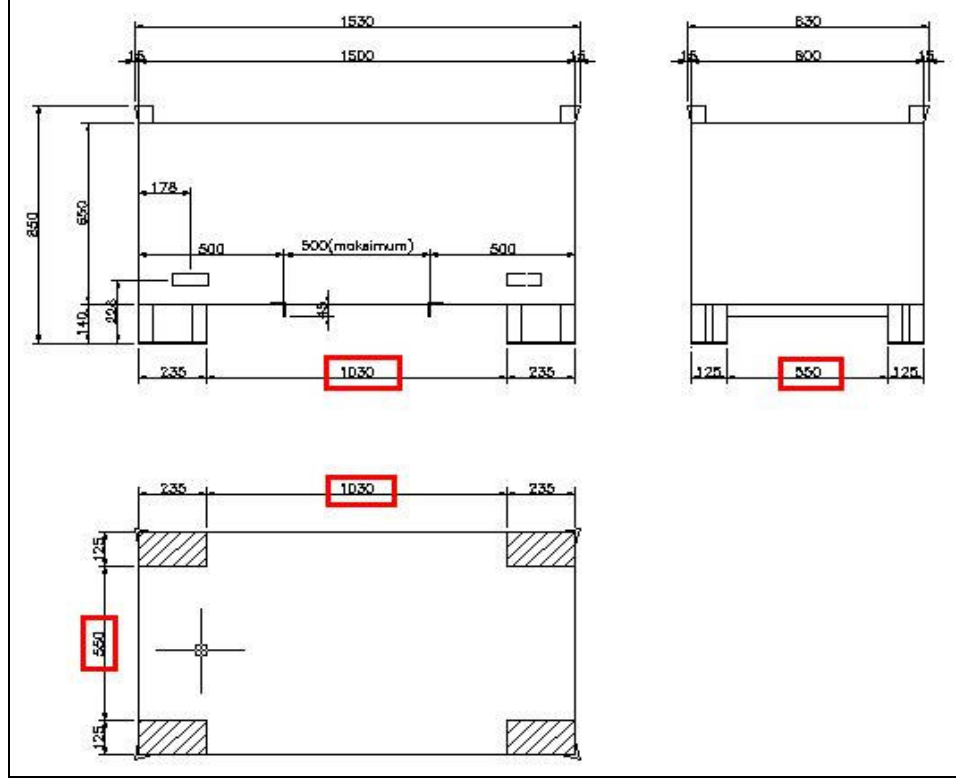


Şekil 5.11 İç kılavuzlama

Konveyör tasarımında hız unsuru, dağıtıcı araba bağlantılıdır. Transferden sonraki bölümlerde ise sürekli bir akış olacağından aynı hız ile hareket etmesi zorunluluk oluşturmamaktadır. Bu nedenle konveyör hızları dağıtıcı araba transfer noktalarında yer alan modüllerde 30 m/dak., diğer bölgelerde 14 m/dak. şeklinde belirlenmiştir.

5.3. Stoklama Kasası Tasarımı

Stoklama kasası, sisteme sürekli giriş çıkış yapacak malzemedir. Sistem, bu yapının ölçü ve ağırlıklarına göre tasarlanmaktadır. Mevcut durumda stoklama kasasının yapısı verilmişti, fakat bu yapı kasanın ince ayaklarından dolayı bir konveyör modülünden diğerine transferi ve konveyörler üzerinde dengeli hareketi engellemektedir. Bu sorunların engellenmesi için kasaların ayaklarında tadilat yapılarak Şekil 5.12'deki kasalar oluşturulmuştur.



Şekil 5.12 Sisteme girecek stoklama kasası

Kasaların tasarımındaki en önemli nokta, dış ölçüleri farklı olan kasaların aynı standardda ve kılavuzda taşınması olarak görülmüştür. Dış ölçülerinden sabitlenemeyen kasalar, ayaklar arası iç ölçü olarak genişlikte 550 mm. ve uzunlukta da 1030 mm. olarak sabitlenmiş ve kılavuzlanması sağlanmıştır. Şekil 5.11’de görülen iç kılavuzlar 550 mm. ölçüsüne göre tasarlanmıştır.

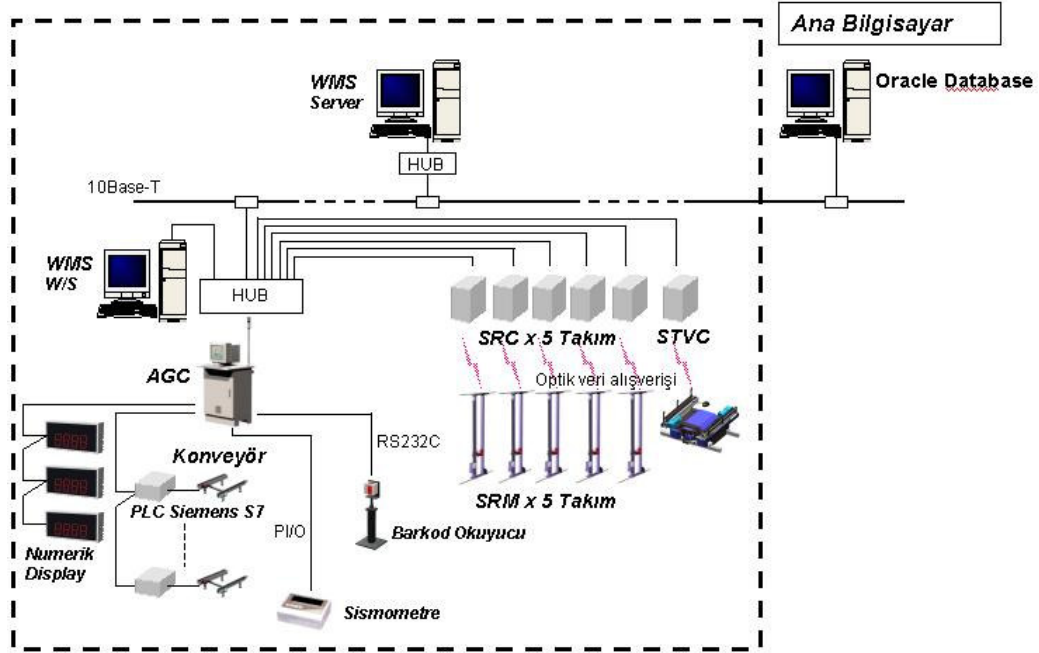
Kasaların tekil numaraları olacak ve her üretim takımının kendine özgü renkte boyanmış kasaları bulunacaktır. Hangi kasanın hangi üretim takımına ait olduğu sistem içerisinde tanımlanacaktır. Bunun yanında, her kasanın AS/RS ve üretim takip yazılımında kaydı tutulacak ve içerdiği malzeme cinsi ve miktarı takip edilecektir.

5.4. Sistem Kontrol ve Yönetimi

AS/RS mekanik ve elektrik olarak belirlendikten sonra, yazılım ve kontrol grubu çalışılmıştır. Sistemi yönetecek bu iki unsurda yapılacak eksik veya yanlış bir tanımlama system yönetiminin tamamının problemlili çalışmasını sağlayacak, bu da tüm bilgilerin karışması ile beraber güvenilirliğini yitirmiş bir system ortaya

ıkaracaktır. Sonuçta yazılım, mekanikte yapılan hatalar gibi düzeltilmesi zor işler olmamaktadır. Problemler irdelenerek mlenebilmesi devreye alma aşamasında yapılabilmektedir.

şekil 5.13 AS/RS yönetim ve kontrol konfigürasyonunu göstermektedir. AS/RS içerisinde iki ayrı yazılım çalışmaktadır; AGC (AS/RS ekipman Grubu Kontrolü) ve WMS (Depo Yönetim Sistemi).



şekil 5.13 Sistem kontrol ve yönetim konfigürasyonu

Bu yapıda da görüldüğü gibi, WMS ve AGC birbirleri ile sürekli iletişim halindedir. WMS ayrıca işletme bilgisayar ağı ile de konuşarak, üretim yazılımı ile bilgi paylaşımına girmektedir.

5.4.1. AS/RS Ekipman Grup Kontrolü (AGC)

Bu yazılım, sistemde çalışan tüm ekipmanların kontrol gruplarına hareket emrini verecektir. Kasanın varış noktası WMS tarafından verildiğinde, AGC bu kasanın belirlenen varış noktasına ulaşabilmesi için sıra ile hangi ekipmanın nasıl hareket yapması gerektiğini belirleyerek bu emirleri ekipmanlara verecektir. Kontrol grubunun tasarımı sadece ekipmanlar arasındaki bağlantı ile ilintili olacaktır. Bu ekipmanlar;

- S/R makinaları kontrolü - SRC – 5 takım
- Dağıtıcı araba (STV) kontrolü - STVC
- Konveyörler
- Operatör kodu display ekranı

Bunlar haricinde, AGC barkod okuyucu ve sismometreden bilgi almaktadır.

5.4.2. Depo Yönetim Sistemi (WMS)

WMS stoklama sistemi sınırları dahilinde yapılacak olan tüm veri transferinin yöneticisi durumunda olacaktır. WMS'in kontrolü elinde bulundurması gereken akışlar;

- Sistem kasa yerleşimlerinde sürekli optimizasyon yapılacaktır.
- İç üretim yazılımdan giren kasa bilgilerini alarak kasanın yerleşeceği hücreyi belirleyecektir. Belirlenen hücreyi AGC'ye bildirecek, AGC'de ekipmanların bu kasayı yerleştirecek hareketleri yapmasını yönetecek ve kontrol edecektir.
- AGC'den tamamlanan hareket sonrası bilgi alacak ve veritabanına kaydedecektir.
- Sistemden yapılacak yarı mamul isteklerine uygun kasanın belirlenerek, çıkış verisini AGC'ye göndererek ekipmanların kasayı ilgili çıkış noktasına götürmesini sağlayacaktır.
- Belirlenen kriterlerde kasa giriş-çıkışlarını yönetmek.
- Belirlenen raporlamaların yapılması
- Üretimden geri dönüşler sonucu oluşan yarım kasaların raporlamasının yapılması ve kasa birleştirme fonksiyonunun sağlanması.
- Bloke edilmek istenen yarı mamullerin bulunduğu kasaların sistemden çıkışının yetkili şifre haricinde engellenmesi.

Depo yönetim sisteminin yukarıda verilen görevlerine bağlı olarak kasa ile ilgili Tablo 5.10'de yer alan bilgileri veritabanında tutacaktır.

Tablo 5.10 Depo Yönetim Sistemi veri listesi

WMS VERİ LİSTESİ		
NO	VERİ TİPİ	AÇIKLAMA
1	KASA NO	Barkod ile aynı olan numara
2	YERLEŞİM	Kasanın hangi raf hücresinde yerleşik olduğunu belirten detaylı bilgi.
3	GİRİŞ TARİH-SAAT	Kasanın AS/RS'ye giriş tarih ve saati
4	OPERATÖR KODU	Üretim noktasındaki operatörün kodu
5	ÇOKLU MALZEME	Kasa içerisinde birden çok yarı mamul olup olmadığı ile ilgili bilgiyi içerir. Var ise her yarı mamul için ayrı giriş yapılmıştır.
6	YARI MAMUL SAP KODU	Kasa içerisindeki yarı mamul veya mamullerin SAP kodu
7	RULO STOK NO	Yarı mamulun basıldığı sac rulusunun kodu
8	YARI MAMUL ADI	Yarı mamulün SAP'deki tanımı.
9	ÜRETİM MİKTARI HAM DEPO	Ham depodan üretilen adet bilgisi
10	ÜRETİM MİKTARI REWORK DEPO	Rework depodan üretilen adet bilgisi
11	ÜRETİM YERİ	Yarı mamulun üretiminin yapıldığı iş istasyonu
12	TARİH SAAT	Üretimin yapıldığı tarih-saat.
13	ÖNCELİK KODU	Kasanın içerisindeki yarı mamulun öncelikli yerleşime sahip olup olmadığı bilgisi.

Giriş konveyöründe kasanın barkodunun okunması ile depo yönetim yazılımı, iç üretim yazılımından aşağıdaki verileri isteyecektir. Bu bilgileri iç üretim yazılımından aldıktan sonra, kasayı belirlediği bir hücreye yerleştirecek ve diğer bilgileri yaratacaktır. Üretimde kullanılarak geri dönen yarı mamular için de aynı veriler kullanılacaktır.

- Operatör kodu
- Çoklu malzeme

- Yarı mamul SAP kodu
- Rulo stok numarası
- Yarı mamul adı
- Üretim miktarı ham depo
- Üretim miktarı rework depo
- Üretim yeri
- Üretim tarihi ve saati
- Öncelik kodu.

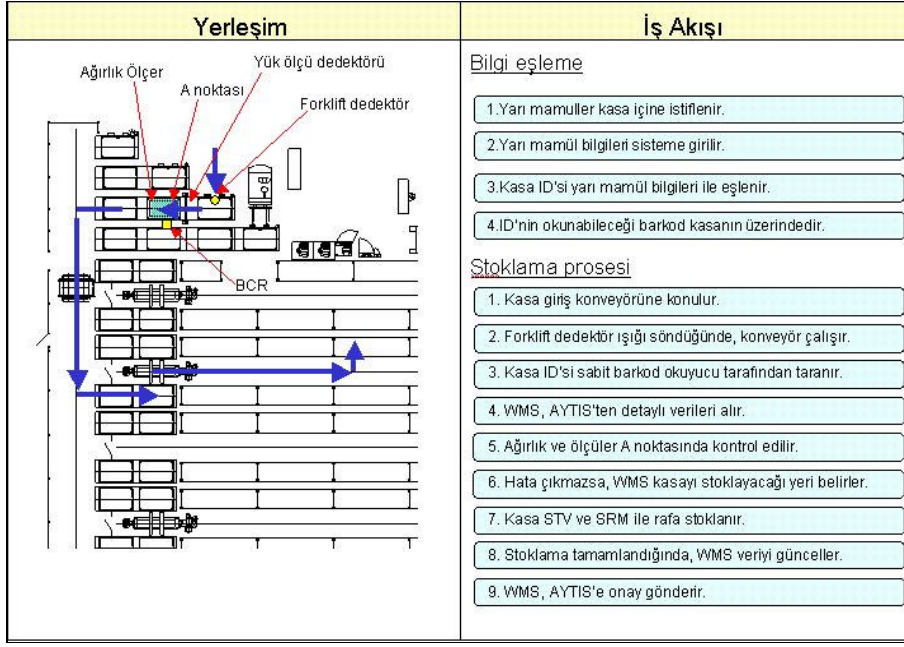
Kasa çıkış operasyonunda ise, AS/RS sistemi yanındaki iş istasyonunda WMS yazılımı üzerinden aşağıdaki veriler girilerek istek yapılacaktır.

- Yarı mamul SAP kodu
- Yarı mamul miktarı
- İstek yapan operatörün kodu
- Kullanılacak departman

Bunların yanısıra yazılım SAP koduna göre yarı mamul adını otomatik olarak göstererek, yanlış isteklerin kontrol edilebilmesini sağlayacaktır. Ayrıca çıkış tarih ve saatini otomatik olarak güncelleyecektir.

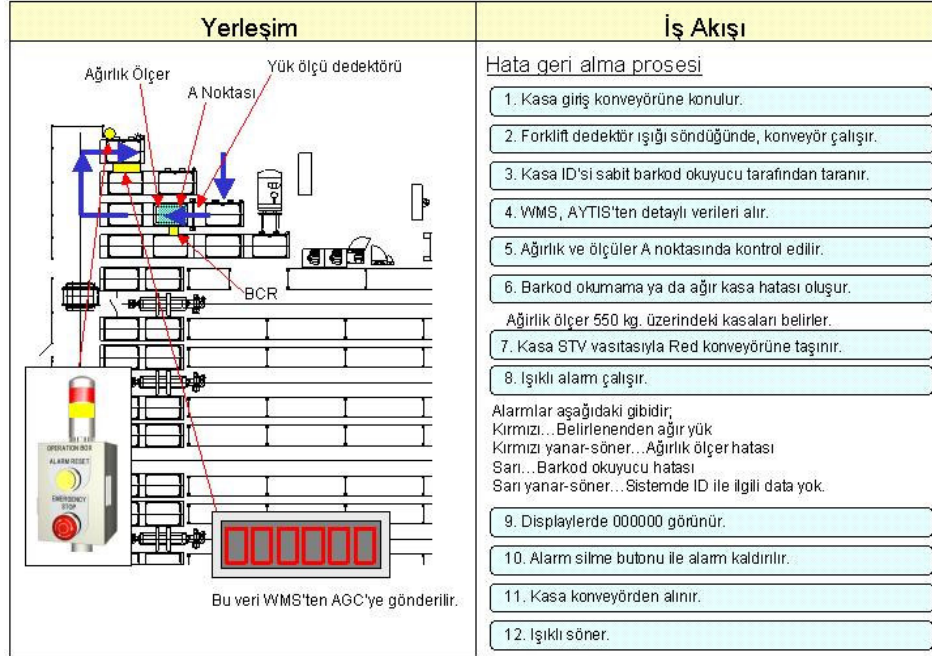
Yukarıda belirtilen stoklama ve kasa çıkış işlemleri ile stoklama aşamasında oluşan hatalar sonucu oluşan akışlar aşağıdaki şekillerde verilmektedir.

Stoklama prosesinin planlanan akışı Şekil 5.14'de gösterilmektedir. Bu akışta sorunsuz bir kasanın üretim noktasından sistem içerisinde yerleşene kadar geçen süreci anlatılmaktadır. Bilgi eşleme olarak gösterilen dört madde, iç üretim yazılımı ile ilgili kısımdır. WMS ile ilgili kısım kasanın giriş konveyörüne yerleştirilmesi ile başlamaktadır.



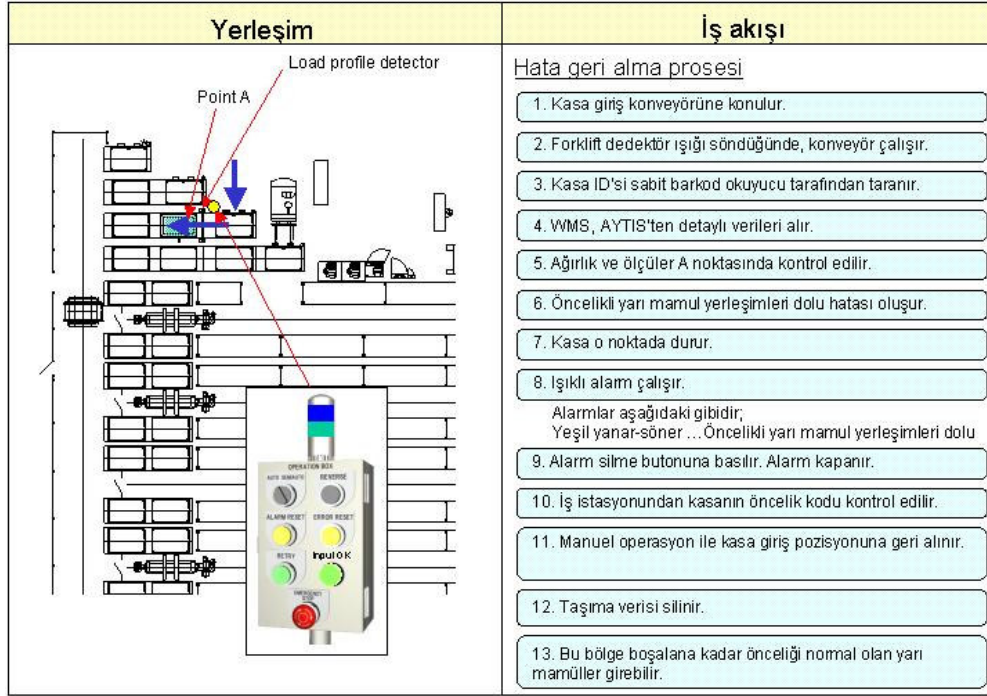
Şekil 5.14 Stoklama proses akışı

Şekil 5.15, sisteme giriş yapılan kasanın belirlenen ağırlıktan fazla olması ve barkod okuma probleminin ortaya çıkması durumunda uygulanacak akışı göstermektedir. Red konveyörüne aktarılan kasalar ile ilgili hata giderildikten sonra, yeniden normal stoklama prosesinden geçerek sisteme yerleştirilmektedir.



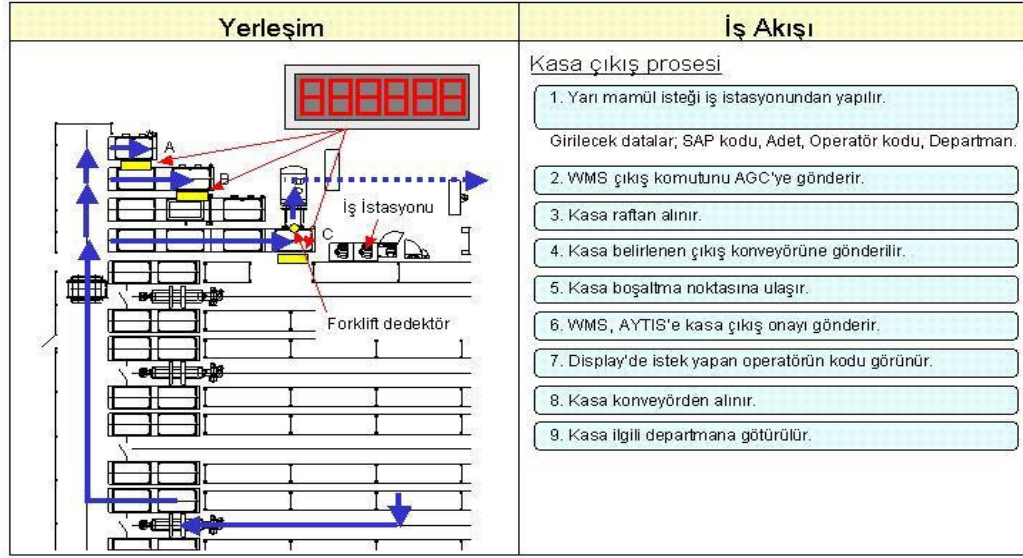
Şekil 5.15 Stoklama prosesi – Ağır kasa ve barkod okuyucu hatası

Depo yönetim sistemi üzerinden, raf sistemindeki hücrelerin giriş-çıkış konveyörlerine yakın olan belirli sayıları öncelikli hücreler olarak belirlenir ve kısa süre içerisinde sistemden çıkacağı üretim yazılımında belirlenmiş kasalar bu noktalara yerleştirilir. Öncelik verilen kasaların ayrılmış bölgede kalması ve herhangi bir sebeple dışarı çıkışının yapılmaması sonucu bölge şişecek ve uyarı verecektir. Şekil 5.18’de, bu akış anlatılmaktadır.



Şekil 5.18 Stoklama prosesi – Öncelikli yarı mamul yerleşimi dolu

Kasa çıkış prosesinde planlanan akışı Şekil 5.19’ de gösterilmektedir. Bu akışta yarı mamul isteği yapılan kasanın, yerleştiği raf hücresinden çıkış konveyöründen alınmasına kadar geçen süreci anlatılmaktadır.



Şekil 5.19 Kasa çıkış prosesi

Sistemden alınacak raporlamalar, işletme ihtiyaçlarını öngörecektir. Tablo 5.11 sistemin tutacağı verilerin çapraz matris sorgulamasını göstermektedir.

Bu tabloya göre giriş verisi tarih-zaman aralığında tanımlandığında, bu giriş parametresi karşılığındaki çıkış parametreleri listelenecektir. Daha ayrıntılı raporlamalar için giriş verisi birden fazla şekilde oluşturulabilir. Örnek olarak; yarı mamul SAP kodu ve tarih-zaman aralığı girilerek yapılan bir raporlamada, sistem bu yarı mamul numarası ile ilişkili diğer tüm verileri verecektir.

Tablo 5.11 Çapraz raporlama matrisi

ÇAPRAZ RAPORLAMA MATRİSİ											
ÇIKIŞ VERİSİ GİRİŞ VERİSİ	OPERATÖR KODU	ÇOKLU MALZEME	KASA NO.	YARI MAMUL SAP KODU	RULO STOK NO.	YARI MAMUL ADI	ÜRETİM MİKTARI HAM DEPO	ÜRETİM MİKTARI REWORK DEPO	ÜRETİM YERİ	TARİH-ZAMAN	ÖNCELİK KODU
OPERATÖR KODU		O	O	O		O			O	S	O
ÇOKLU MALZEME	O		O	O		O			O	S	
KASA NO.	O	O		O		O			O	S	
YARI MAMUL SAP KODU	O	O	O		O	O	O	O	O	S	O
RULO STOK NO.				O		O	O	O	O	S	
YARI MAMUL ADI	O	O	O	O	O		O	O	O	S	O
ÜRETİM MİKTARI HAM DEPO				O	O	O			O	S	
ÜRETİM MİKTARI REWORK DEPO									O	S	
ÜRETİM YERİ	O	O	O	O	O	O	O	O		S	O
TARİH-ZAMAN											
ÖNCELİK KODU	O			O		O			O	S	

O : Çıkış verisi
S : Standard veri

Çapraz raporlama matrisi haricinde sistemin vereceği raporlar Tablo 5.12’de verilmektedir. Rapor tanımında raporların hangi amaçla kullanılacağı verilmektedir.

Tablo 5.12 Raporlar

RAPOR İSMİ	TANIM	GİRİŞ VERİSİ	ÇIKIŞ VERİSİ
Malzeme Arama	İstenen bir malzemenin sistemde olup olmadığının araştırılması.	Yarı mamul SAP kodu	Adet Yerleşim
Sayım Raporu	Tüm malzemelerin dökümü.	Tarih-zaman aralığı	Yarı mamul SAP kodu Yarı mamul adı Adet Yerleşim
Sistemde Verilen Alarmlar	Sistemde verilen hataların takibi.	Tarih-zaman aralığı	Alarm tipleri Oluşma zamanı Kaldırma zamanı
Malzeme Hareketleri	En çok hareket gören malzemelerin gözlemlenmesi.	Tarih-zaman aralığı	Yarı mamul SAP kodu Yarı mamul adı Hareket görme oranı
Departman Hareketleri	Departmanlara göre sisteme girişi yapılan ve sistemden çekilen malzemeler.	Tarih-zaman aralığı Departman bilgisi	Yarı mamul SAP kodu Yarı mamul adı Adet
Son Çekilen Malzeme	Belli SAP kodlu son malzemeyi sistemden çeken operator.	Yarı mamul SAP kodu	Operator kodu Tarih-zaman aralığı Adet
Kasa Birleştirme	Kasa içerisindeki minimum malzeme sayısı altındaki kasaları gösterir.		Yarı mamul SAP kodu Yarı mamul adı Adet Yerleşim
Çoklu Malzeme	Sistem içerisindeki çoklu malzemeleri barındıran kasa ve içerisinde barındırdığı malzemelerin listesi.		Kasa No. Yarı mamul SAP kodu Yarı mamul adı Adet Yerleşim
Bulunamayan Malzeme	Sistemden talep edilen fakat sistemde bulunamayan malzeme listesi.	Tarih-zaman aralığı	Yarı mamul SAP kodu Yarı mamul adı Operator kodu Tarih-zaman aralığı

5.5. Sistemin Ek Fonksiyonları

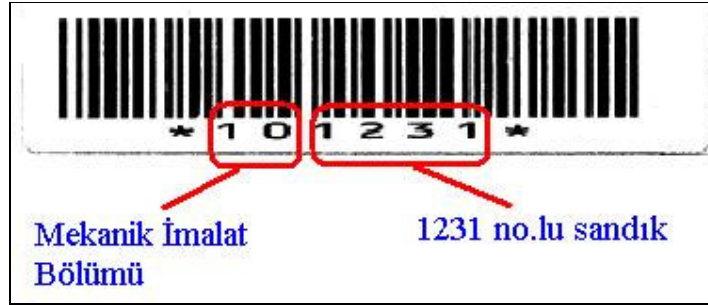
Sistemde hedeflenen genel özelliklerin yanı sıra teknik olarak bölge koşulları, insan etkisi ve stokların takibi ile ilgili fonksiyonlar gerekmektedir. Sistemin yapısının kurulması sırasında etkisinin az, fakat sistem kullanımında faydalarının çok olduğu özellikler, hedef modelde ortaya konulmuştur. Bu fonksiyonlar aşağıda açıklanmaktadır.

İşletmenin deprem bölgesinde olması sebebi ve yakın geçmişte büyük depremler geçirmiş olması nedeniyle, sisteme sismometre konulması hedeflenmiştir. Sistemin içinde bulunduğu kolonların bir tanesine yerleştirilecek olan sismometrenin, deprem esnasında sistem ile iletişime girerek, hareketleri durdurması gerekmektedir. Bu şekilde küçük depremlerde de makinaların zeminden gelen etkilere maruz bırakılması engellecektir.

Stoklama kasaların boyutları belli olmasına rağmen, kasaları sisteme girişi uygun şekilde yapılmıyor olabilir. Bu durum yükün 600 kg.'dan fazla olması ve malzemelerin kasadan dışarı taşması gibi iki şekilde ortaya çıkabilir. Üretim operatörleri kasaları yerleştirirken, bir yarı mamulun kasada yerleştirilmesi gereken maksimum sayıyı aşabilir veya kasaya koyduğu yarı mamulleri yukarıdan ya da yanları kısmen açık olan kasalarda bu boşluklardan taşıyabilirler. Kasaların bu gibi durumlarda sisteme kontrolsüz girişi, stoklama, geri alma sırasında büyük sorunlara neden olabilecektir. Bu nedenler ile sistem giriş noktasına boyut ve ağırlık kontrol cihazları yerleştirilmesi planlanmıştır.

Güvenlik tüm alanlarda olduğu gibi, bu tip projelerde önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Sistemin etrafı tel korkuluklar ile çevrilerek insan girişi engellecektir. Giriş kapılarında sensörler olacak ve açıldığında sistemin ilgili kısmında uyarı vererek durmasını sağlayacaktır. Fakat, giriş noktaları harici bir bölgeden herhangi bir şekilde bu bölgeye giren bir insan, otomatik çalışan sisteme dahil olan yabancı bir madde gibi var olacak ve sistem algoritması hareket bölgelerini sürekli boş düşünecektir. Bu tehlikeye karşılık olarak, rayların üzerindeki hareketli makinalara (S/R, dağıtıcı araba, vb.) koridorun başını ve sonunu sürekli tarayan lazer kominikasyon sistemi konulması zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Böylece, lazer insanı gördüğünde makinaya durması için emir vererek kaçış noktası bulunmayan dar koridorda, kazayı önleyecektir. Lazerin sadece insana değil, hareket rayının üzerine herhangi bir parça düşmesi halinde makinaların zararını da engelleyeceği düşünülmektedir.

İşletme iç üretimin tümünde, stokların takibi çok düşük seviyede yapılabilmektedir. Bu seviyenin artırılabilmesi için, kasaların tümüne bir numara verilmesi, kasaların bölümler bazında ayrı renk ve kod ile tanımlanması düşünülmektedir. Bu düşüncenin ortaya çıkması da stok yönetiminde operatörün yarı mamulu kasaya stokladığında hangi kasanın içine koyması gerektiğini tanımlaması olmaktadır. Bu koşullar altında, yeni sistemde takibin düzgün yapılması için kasa numaraları Şekil 5.20'de örneği görülen barkod olarak kasaların üzerine yapıştırılarak, tüm verilerin bu kasa numarası üzerinde toplanması sağlanmıştır. İç üretim yazılımında bu numara ile takip edilmesi ve AS/RS sistemine girerken de bir barkod okuyucu vasıtasıyla bu numaranın okunarak içerisindeki bilgileri AS/RS sistemine aktarılması gerekliliği nedeniyle süreçte bu şekilde bir yenilik yaratılmaktadır.



Şekil 5.20 Örnek barkod

Barkod okuyucu işletme tarafından temin edilecek olup, aynı zamanda barkod etiketlerini kendi bünyesinde basarak sistemi tümüyle besleyecektir. AYTIS ile olan entegrasyon için önemli bir kısmı oluşturmaktadır. WMS ve AYTIS stok kasaları bilgisini birbirlerini transfer etmeleri esnasında bu numara üzerinden karşılaştırma yapacaklardır. Bilgiler bu numaranın alt açılımları olarak kullanılacaktır.

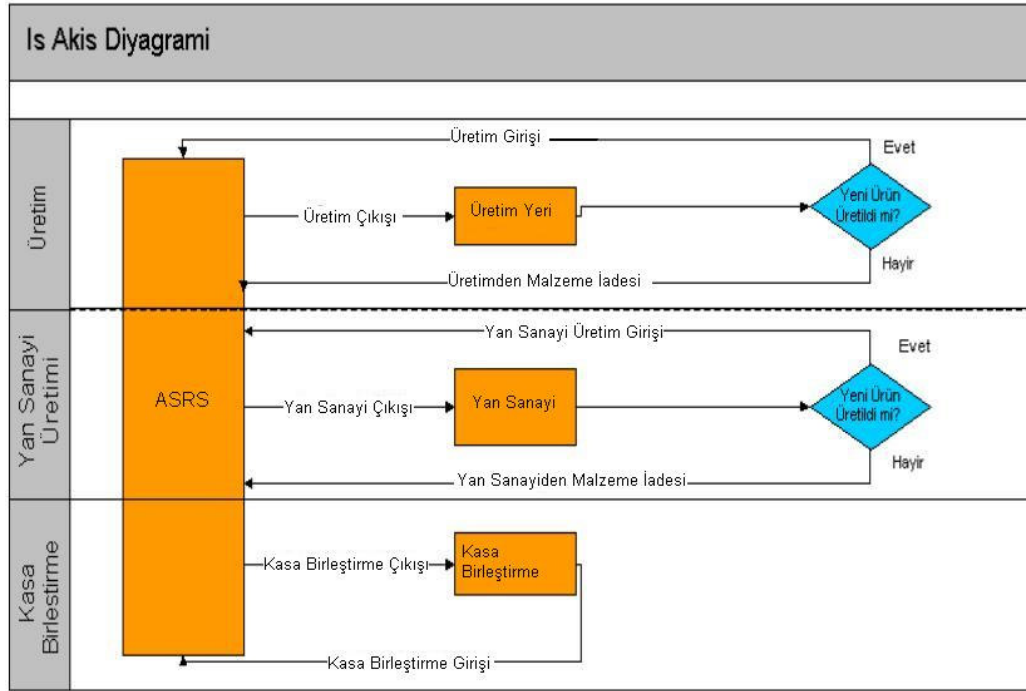
Sistemde yapılan istekler 3 adet çıkış noktasından verilecektir, bu isteklerin karışık gelmesi durumunda ise karışıklık ortaya çıkacaktır. Bu nedenle AYTIS üzerinden tuttuğumuz operatör kodunu bilgisinin kullanılması planlanmıştır. Yarı mamul kodu yazarak istek yapan operatör bu istek sırasında kendi kodunu da sisteme girecek, ve kasası çıkış noktalarından herhangi birine ulaştığında ilgili çıkış konveyörü üzerinde bulunan display(numaratör)de operatör kodu yazacaktır. Bu sayede aynı zamanda yazılım üzerinden hatalı ve gereksiz mamul isteğinin sorumlusu da belirlenmiş olacaktır.

6. ÜRETİM TEYİD VE İZLEME SİSTEMİ TASARIMI

AS/RS sistemine veri kaynağı oluşturmak, AS/RS'nin kontrolü dışındaki tesis içi malzeme hareketlerini kayıt altına almak ve AS/RS – SAP entegrasyonunu sağlamak üzere bir “Yarımamul Teyit ve İzleme” (bundan sonra AYTİS olarak anılacaktır) sistemi oluşturulması planlanmıştır.

Tesis içerisinde ürünleri oluşturan parçaları işleyip yarı mamuller oluşturan birimler bulunmaktadır. Bu birimler hali hazırda kendi aralarında direk malzeme alışverişinde bulunmaktadırlar. AS/RS sisteminin devreye girmesi ile birlikte üretilen her yarı mamulün AS/RS'ye stoklanması ve ihtiyaç duyulduğunda teslim alınması planlanmaktadır. AS/RS'ye yapılan her giriş ve çıkış işlemi sırasında yarı mamullerin stoklandığı kasaların bilgileri AYTİS'e girilerek “Malzeme Tanıtım Kartı” basılacak ve AYTİS AS/RS'ye veri kaynağı oluşturulacaktır. Ayrıca, SAP'de yapılan üretimlerin teyidi verilecek, stok hareketleri, ve irsaliye kayıtları oluşturulacak, Etiket Sistemine irsaliye bilgilerini aktaracaktır.

AYTİS iş akışı içerisinde yer alan 3 ana süreç olarak üretim, yan sanayi üretimi ve kasa birleştirme bulunmaktadır. Yan sanayi üretim işlemleri üretim alanında çalışan Serigrafi bölümü için geliştirilmiştir. Üretim sürecinden farklı olan kısmı, irsaliye geçişleri ve SAP'de yaratılan hareketlerdir.



Şekil 6.1 İş akış diyagramı

6.1. Üretim Süreci

Üretim süreci AS/RS sisteminden üretim yerlerine malzeme çıkışı, alınan malzemelerden yarımamul üretilmesi ile oluşan malzemelerin AS/RS'ye girişi veya kullanılmayan malzemelerin AS/RS'ye iadesi adımlarından oluşur.

6.1.1. Üretim Girişi

Üretilen yarı mamuller, üretim noktasında kasalara yerleştirilerek AYTİS ekranından üretim girişi yapılır. AYTİS üretim girişi sırasında Tablo 6.1'deki bilgiler operatör tarafından girilir. Bu şekilde girişi yapılan tüm yarı mamullere SAP üretim teyidi verilir.

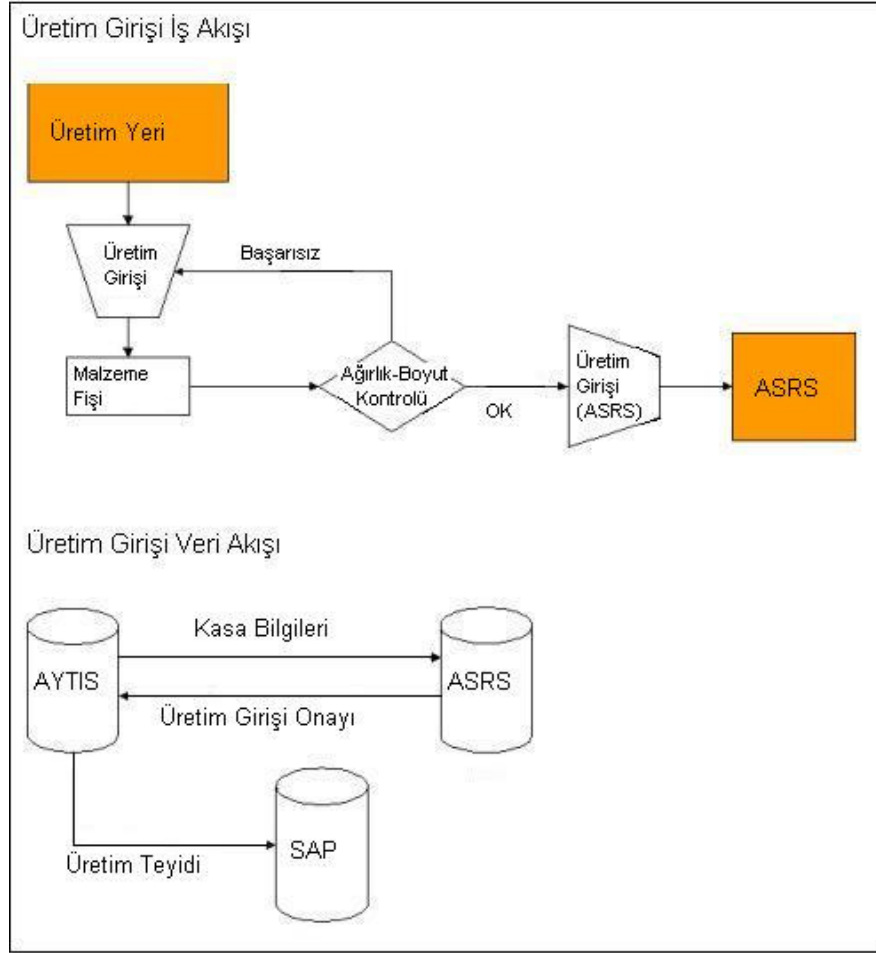
Tablo 6.1 Üretim giriş bilgileri

ÜRETİM GİRİŞİ BİLGİLERİ	
TANIM	VERİ GİRİŞ TİPİ
OPERATÖR KODU	SİCİL NO OPERATÖR TARAFINDAN GİRİLECEK
ÇOKLU MALZEME	HAYIR/EVET EVET İSE HER MALZEME İÇİN AYRI BİLGİ GİRİŞİ YAPILACAK.
KASA NO	KASA ÜZERİNDEKİ NUMARA (6 HANELİ) OPERATÖR TARAFINDAN GİRİLECEK.
PALET NO	PALET GİRİŞİNDE NUMARA YAZILMAZ
PARÇA SAP KODU	9 HANELİ OPERATÖR TARAFINDAN GİRİLECEK
RULO STOK NO	OPERATÖR TARAFINDAN GİRİLECEK
PARÇA ADI	OTOMATİK OLARAK ALINACAK.
ÜRETİM MİKTARI HAM DEPO	ADET OPERATÖR TARAFINDAN GİRİLECEK.
ÜRETİM MİKTARI REWORK DEPO	ADET OPERATÖR TARAFINDAN GİRİLECEK.
ÜRETİM YERİ	OTOMATİK OLARAK GÖRÜNECEK. İSTERSE OPERATÖR DEĞİŞTİRECEK.
TARİH SAAT	OTOMATİK OLARAK GÖRÜNECEK.
STATE BİLGİSİ	KASANIN YERİ OTOMATİK OLARAK ALINACAK.
ÖNCELİK KODU	NORMAL / ACİL DEFAULT NORMAL, GEREKLİ DURUMLARDA OPERATOR DEĞİŞTİREBİLİR.

Şekil 6.2'deki üretim girişi iş ve veri akışlarında gösterildiği gibi, AYTİS'e yapılan üretim girişinin ardından operatör AYTİS'den malzeme fişi çıktısı alarak kasaya yapıştırır.

Kasa ağırlık ve boyut kontrolüne girer. Belirli bir ağırlığın üstündeki veya belirli bir boyutu aşan kasaların AS/RS'ye girişi yapılamayacağından, bu durumdaki kasalarda gerekli değişiklik yapılarak AYTİS'de kasanın içerdiği malzeme bilgisi değiştirilir ve AS/RS girişi tekrarlanır.

Ağırlık ve boyut kontrolünden geçen kasaların AS/RS'ye giriş işlemi yapılır. Bu işlem sırasında AS/RS kasa ile ilgili ürün ve malzeme bilgisini AYTİS'den alır ve üretim girişini AYTİS'e bildirir.



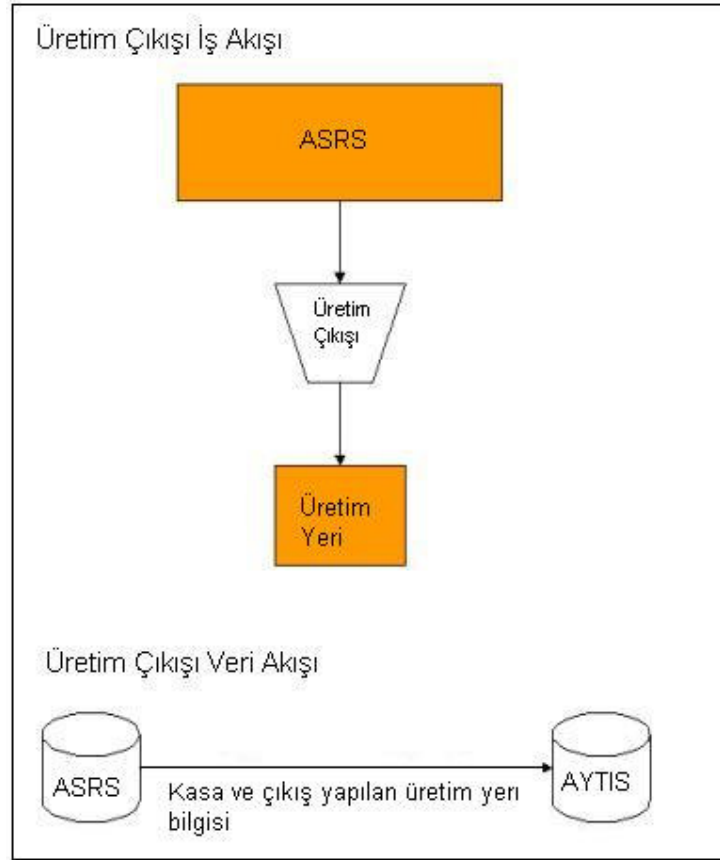
Şekil 6.2 Üretim girişi iş ve veri akışı

AS/RS'ye üretim girişi yapılması ve AS/RS'nin bunu AYTİS'e bildirmesi ile üretim onaylanmış olur. Onayla birlikte AYTİS'te kasa ile ilgili bilgiler kasa AS/RS'de çıkmadığı sürece değiştirilemez.

AYTİS'e girişi yapılmasına rağmen belirli bir süre içerisinde AS/RS onayı alınmayan kasalar için raporlama yapılır ve üretim departmanı yöneticisine e-posta gönderilir.

6.1.2. Üretim Çıkışı

Şekil 6.3'de iş ve veri akışı verilen üretim çıkışı işlemi, AS/RS sisteminden malzeme talebi ile yapılır. Forklift operatörü üretim yerlerinden gelen talep doğrultusunda AS/RS'den malzeme talebinde bulunur. AS/RS sistemi stokta varsa talep edilen malzemeyi forklift operatörüne kasa ile teslim eder. Teslim edilen malzeme talep edilenden fazla olabilmektedir. İşlem sırasında AS/RS'den AYTİS'e çıkış bilgisi iletilir.



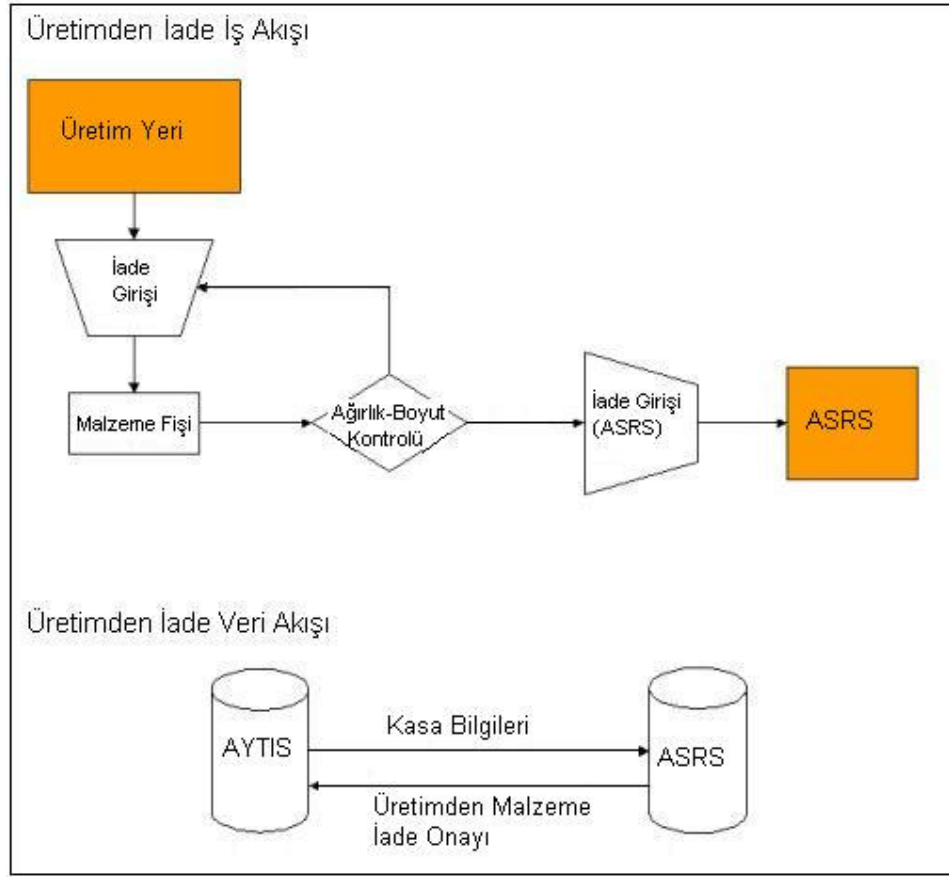
Şekil 6.3 Üretim çıkışı iş ve veri akışı

Çıkış bilgisi kasa numarası ve çıkış yapılan üretim noktası bilgilerini içermektedir. Üretim çıkışı sırasında SAP'ye herhangi bir bilgi iletilmez.

Çıkış yapılan malzemenin tamamının üretimde kullanılması durumunda boş kasa ilgili üretim noktasına teslim edilecektir.

6.1.3. Üretimden Malzeme İadesi

AS/RS'den teslim alınan malzemelerden kullanılmayanlar AS/RS'ye iade edilir. Şekil 6.4, bu işlem sırasında oluşan iş ve veri akışını göstermektedir. AYTİS üretimden malzeme iadesi girişi sırasında; operatör kodu, kasa numarası, kasanın çoklu malzeme içerip içermediği, kasa no, kasanın içerdiği yarı mamul miktarı, üretim yeri, tarih saat, öncelik kodu bilgileri operatör tarafından girilir. Giriş sırasında AYTİS kasanın içerdiği malzeme bilgisini operatöre getirir. Operatör malzeme miktarı üzerinde gerekli değişikliği yapar ve girişi onaylar.



Şekil 6.4 Üretimden iade iş ve veri akışı

AYTİS'e yapılan iade girişinin ardından operatör AYTİS'den malzeme fişi çıktısı alarak kasaya yapıştırır.

Kasa ağırlık ve boyut kontrolüne girer. Belirli bir ağırlığın üstündeki veya belirli bir boyutu aşan kasaların AS/RS'ye girişi yapılamayacağından, bu durumdaki kasalarda gerekli değişiklik yapılarak AYTİS'de kasanın içerdiği malzeme bilgisi değiştirilir ve AS/RS girişi tekrarlanır.

Ağırlık ve Boyut kontrolünden geçen kasaların AS/RS'ye giriş işlemi yapılır. Bu işlem sırasında AS/RS kasa ile ilgili ürün ve malzeme bilgisini AYTİS'den alır, ve girişi AYTİS'e bildirir.

AS/RS'ye giriş yapılması ve AS/RS'nin bunu AYTİS'e bildirmesi ile üretimden malzeme iadesi girişi onaylanmış olur.

AYTİS'e girişi yapılmasına rağmen belirli bir süre içerisinde AS/RS onayı alınmayan kasalar için raporlama yapılır ve üretim departmanı yöneticisine e-posta gönderilir.

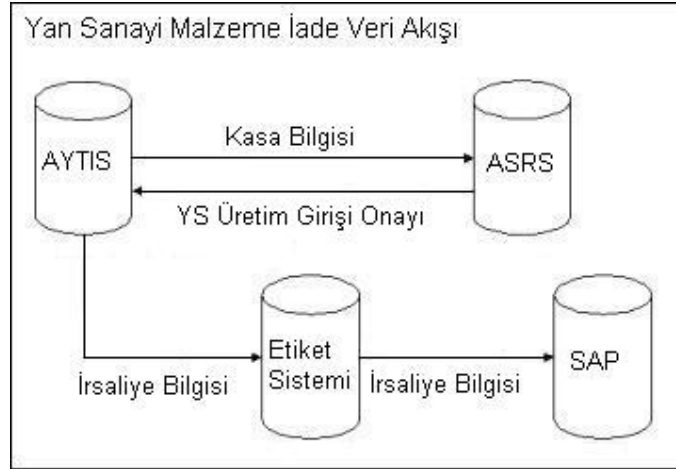
6.2. Yan Sanayi Üretimi

Yan sanayi üretim süreci AS/RS sisteminden yan sanayiye malzeme çıkışı, alınan malzemelerden yarımamul üretilmesi ile oluşan malzemelerin AS/RS'ye girişi veya kullanılmayan malzemelerin AS/RS'ye iadesi adımlarından oluşur. Yan sanayi üretim girişi, çıkışı ve iade iş akışları Bölüm 6.1 üretim süreçlerindeki akışları ile aynı şekilde olmaktadır. Farklı olarak, yan sanayi ile irsaliye ile malzeme alışverişi yapıldığından, veri akışlarında değişkenlik oluşmaktadır.

6.2.1. Yan Sanayi Üretimi Girişi

Şekil 6.5'deki yan sanayi üretim girişi veri akışında da gösterildiği üzere, AS/RS'ye üretim girişi yapılması ve AS/RS'nin bunu AYTİS'e bildirmesi ile üretim onaylanmış olur. Üretim girişinden farklı olarak irsaliye numarası bilgisi verilir. Onay ile birlikte:

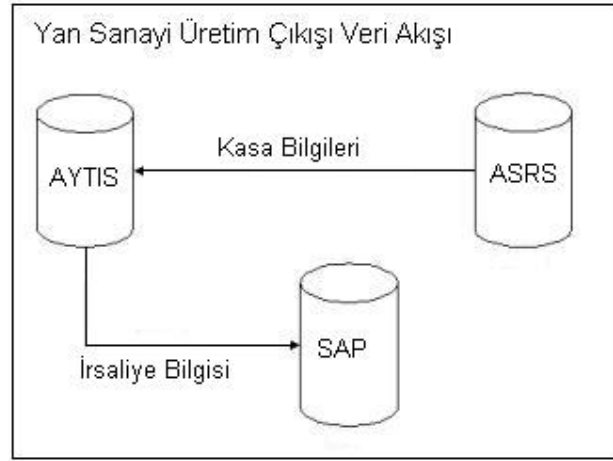
- Yan sanayi üretim girişi yapılan malzeme için etiket sistemi arayüz yazılımına irsaliye bilgisi aktarılır.
- Etiket Sistemi SAP'ye irsaliye bilgisini aktarır.



Şekil 6.5 Yan sanayi üretim girişi veri akışı

6.2.2. Yan Sanayi Üretimi Çıkışı

Yan sanayi üretim çıkışı sırasında, dahili üretim çıkışından farklı olarak veri akışında da görülebileceği gibi SAP'ye irsaliye bilgisi iletilir, SAP'den irsaliye basılması sağlanır. (Şekil 6.6)

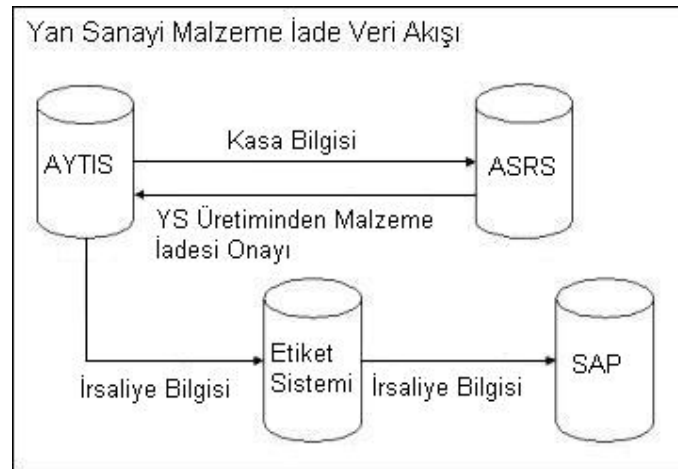


Şekil 6.6 Yan sanayi üretim çıkışı veri akışı

6.2.3. Yan Sanayi Üretiminden Malzeme İadesi

Şekil 6.7'deki yan sanayi üretiminden malzeme iadesi veri akışında da gösterildiği üzere, AS/RS'ye iade girişi yapılması ve AS/RS'nin bunu AYTİS'e bildirmesi ile iade girişi onaylanmış olur. Üretimden iade girişinden farklı olarak irsaliye numarası bilgisi verilir. Onay ile birlikte:

- Yan sanayi üretim girişi yapılan malzeme için etiket sistemi arayüz yazılımına irsaliye bilgisi aktarılır.
- Etiket Sistemi SAP'ye irsaliye bilgisini aktarır.



Şekil 6.7 Yan sanayi malzeme iade veri akışı

6.3. Kasa Birleştirme

Kasa birleştirme süreci AS/RS sisteminden kasa birleştirme amacıyla malzeme çıkışı, alınan malzemelerden tek bir kasada toplanması ve bu kasanın AS/RS'ye girişi adımlarından oluşur. Kasa birleştirme giriş ve çıkış süreci iş akışları Bölüm 6.1 üretim süreçlerindeki iş akışları ile aynı şekilde olmaktadır. Kasa birleştirme süreci ile üretim süreci arasındaki fark, verilerin transferi olarak görülmektedir.

6.3.1. Kasa Birleştirme Çıkışı

Kasa birleştirme çıkışı AS/RS sisteminde tam dolu olmayan kasaların tesbiti ile birleştirilmek üzere malzeme çıkışı yapılması işlemidir. İşlem sırasında AS/RS'den AYTİS'e çıkış bilgisi iletilir. Çıkış bilgisi kasa numarası bilgilerini içerir. (Şekil 6.8)



Şekil 6.8 Kasa birleştirme çıkışı veri akışı

Birleştirme işlemi sırasında boşaltılan kasalar ilgili Üretim noktasına teslim edilir. Boşaltılan kasalar ilgili üretim noktalarında ve malzeme icermiyor olarak görünürler.

6.3.2. Kasa Birleştirme Girişi

Tam dolu olamayan kasaların birleştirilmesi ile oluşturulan kasanın AYTİS ekranından kasa birleştirme girişi yapılır. AS/RS'ye üretim girişi yapılması ve AS/RS'nin bunu AYTİS'e bildirmesi ile kasa birleştirme onaylanmış olur. (Şekil 6.9)



Şekil 6.9 Kasa birleştirme girişi iş ve veri akışı

6.4. Raporlar

İşletme üretim prosesi için özel olarak tasarlanan bu tip bir üretim takip yazılımı ile hareket raporları tüm girdiler bazında alınabilmektedir. Yazılımdaki kasa hareketleri ekranından bir yarı mamulün ya da bir kasanın hangi aşamalardan geçtiği görülebilmektedir. Örneğin; herhangi bir SAP kodlu yarı mamul bir bölüm tarafından üretilmiş, AS/RS'ye girişi yapılmış, montaj tarafından çekilmiş ve kasadaki artan yarı mamul AS/RS'ye geri iade edilmiş, bu yarı mamulden yarım halde başka bir kasada bulunmuş, iki kasaya birleştirme işlemi uygulanmış ve sisteme sokulmuş, sistemden tekrar çekilmiş gibi Tablo 6.1'de belirtilen tüm giriş verilerinin tarihçesi çıkarılabilmektedir.

Bunun yanında, detay bazında yapılan raporlamaların listesi Tablo 6.2'de verilmektedir.

Tablo 6.2 AYTIS rapor listesi

AYTIS RAPOR LİSTESİ		
NO	RAPOR ADI	AÇIKLAMA
1	YARI MAMUL ÜRETİMLERİ	Tarih aralığından belirli yarı mamulden ne kadar üretildiği raporu.
2	AS/RS ONAYI ALINMAMIŞ KASALAR	Üretimi yapılmış fakat AS/RS'ye girmemiş kasaların bilgilerini içeren rapor.
3	YARI MAMUL ADRESLERİ	Adet bazında yarı mamullerin bulunduğu bölgeleri gösterir rapor.
4	HAREKETSİZ KASALAR	Belirlenen süre bazında hareket görmemiş kasaların raporu.
5	OPERATÖR ÜRETİMLERİ	Üretim noktasındaki operatörün belirli tarih aralığından yaptığı üretimler.
6	RULO KULLANIM RAPORU	Rulo tipine göre kullanım istatistiği.
7	KASA TAKİP	Numara bazında kasaların bulundukları bölgeyi gösterir rapor.
8	SAP TEYİD RAPORU	SAP teyidi verilen yarı mamullerin raporu. (Karşılaştırma için)
9	HAREKETSİZ YARI MAMULLER	Belirlenen süre bazında hareket görmemiş yarı mamul kodlarının raporu.
10	AS/RS YARIM KASA RAPORU	AS/RS'de yer alan yarım kasaların listesi

7. SİSTEMLERİN KURULUMU

Önceki bölümlerde anlatıldığı üzere, tasarımın ortaya konulması sonucu tüm ekipmanların imalatı süreci başlamıştır. İmalat süreçlerinde, konusunda uzman firmalar ile çalışarak sistemin parçaları tamamlanmıştır. Bu aşamadan sonra, uzun soluklu bir devreye alma süreci, imal edilen tüm parça ve ekipmanların birlikte çalışmasını amaçlamaktadır.

Öncelikli olarak alanın boşaltılması ve alanda bulunan engellerin kaldırılma çalışmaları yapılmıştır. Bölüm 2.2’de anlatıldığı gibi mekan seçiminde özellikle mevcut binaya kurulan bir stoklama sistemi tasarımı için bölgede bulunan engeller çok önemlidir. İşletmedeki AS/RS bölgesinde yerleşik engellerin kaldırılması ile ilgili aşağıdakiler yapılmıştır:

- Bölgede bulunan yağmur suyu kanalları kaydırılmıştır.
- Aydınlatmalar çatı makası aralarına alınmıştır.
- İşletminin tesisatları kolonların diğer tarafına taşınmıştır.

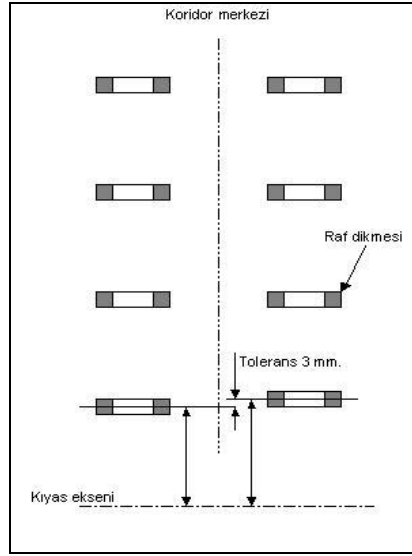
Engellerin kaldırılması ile sırasıyla; raf sistemi kurulumu, otomatik stoklama sistem ekipmanları kurulumu, yazılımların devreye alınması ve testler tamamlanmıştır. Rafların kurulumu ile başlayan bu süreç 9 hafta sürmüştür.

7.1. Raf Yapısı

Raf yapısı kurulumundaki önemli noktalar, yapının sistem toleranslarını karşılayıp karşılamadığı olmaktadır. Aşağıdaki şekillerdeki görülen toleransların tümüne uygun bir şekilde raf montajı tamamlanmıştır.

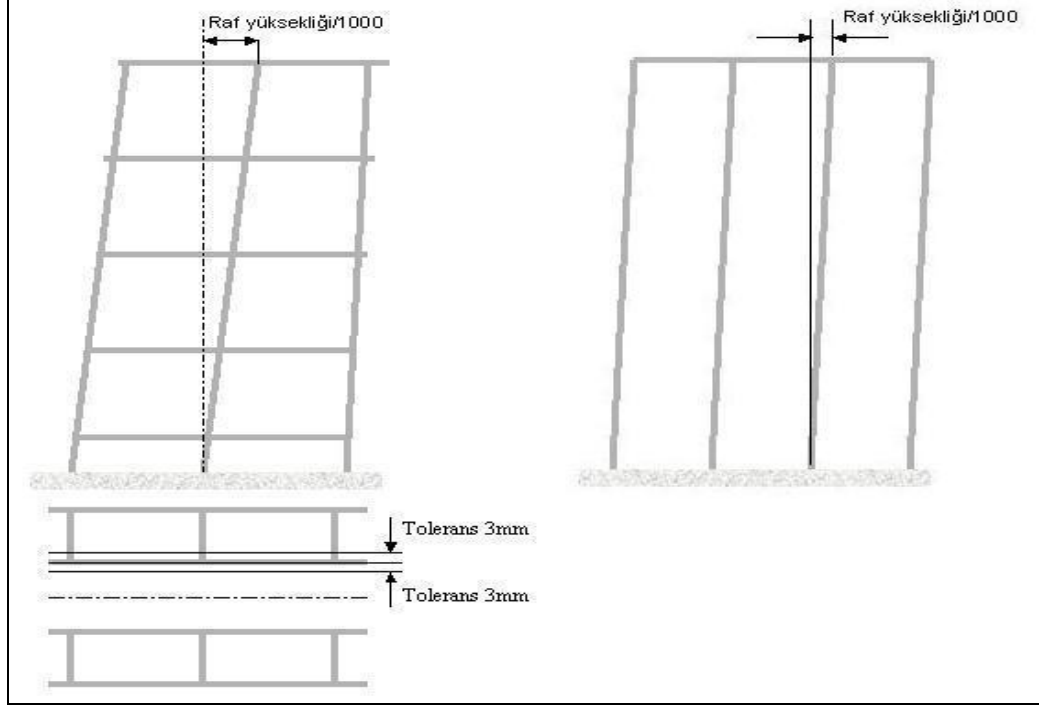
7.1.1. Raf Dikmesi Montaj Toleransları

Raf dikmesi montajında dikkat edilen üç adet tolerans yer almaktadır. Şekil 7.1’de görülen tolerans, koridorların sağında ve solunda bulunan raf sıralarının dikmelerinin birbirleri arasındaki olası toleranslarını göstermektedir. Buna göre, sistemdeki karşılıklı 2 raf dikmesinin eksenleri arasında maksimum 3 mm. Mesafe olabilmektedir.



Şekil 7.1 Karşılıklı raf dikme eksen toleransı

Raf dikmesinin kendi içerisindeki her iki yöne doğru eğiklik toleransı ise Şekil 7.2’de gösterildiği şekilde “Raf yüksekliği/1000” olarak verilmiştir. Şekil 5.3’te verildiği gibi, raf yüksekliği 7870 mm. olduğundan raf dikmesinin üst noktasındaki eğiklik maksimum 8 mm. olabilmektedir. Ayrıca aşağıdaki şekilde raf dikmesi yerleşimlerinin koridor yönünde kayma toleransı ± 3 mm. olarak alınmıştır.

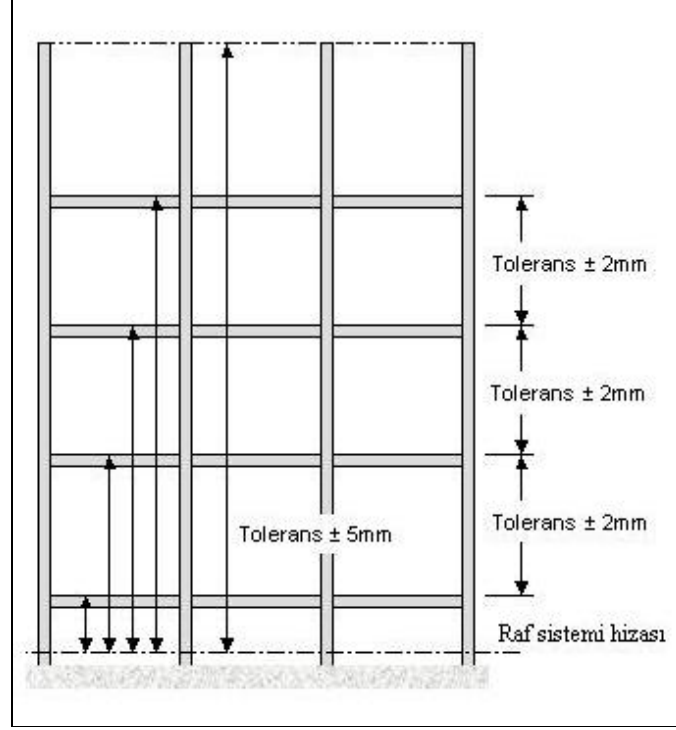


Şekil 7.2 Raf dikme eğikliği ve yerleşim toleransı

Raf dikme eğikliği, sistemin tümünde yer alan en önemli toleranslardan biridir. Otomatik stoklama ve geri alma sistemleri, alandanmaksimum kazancı öngördüğü için açıklıklar hep en düşük seviyelerde tutulmuştur. Bu sebeple, raf dikmesinin özellikle koridora doğru olan eğikliğinin toleranslar dışında bırakılması halinde, sistemin çalışmasında S/R makinası veya üzerindeki yük rafa çarpabilecek veya bu ölçü üst kılavuz rayın da toleransını bozarak makinanın dikliğini bozabilecektir.

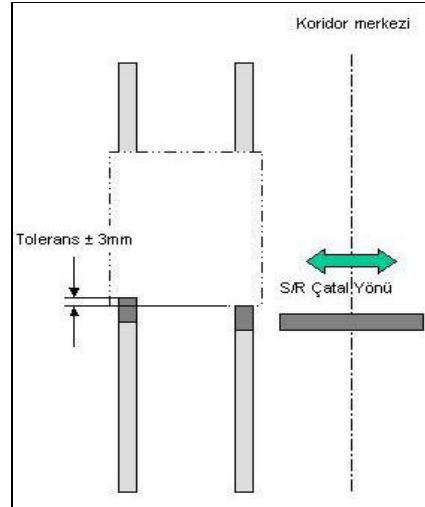
Raf yapısında kasaların yerleştirildiği hücrelerin traverslerinin seviye toleransları Şekil 7.3'te gösterilmektedir. Traverslerin seviyelerinde küçük tolerans kaçıklıkları, S/R makinelerinin bu seviyeleri öğrenme yeteneği nedeniyle çok önemli olmamaktadır. Fakat sistemin ilerleyen sıralarını da etkileyen büyük tolerans dışı ölçüler kesinlikle kabul edilemez bir durum olacaktır.

Bu toleransa göre, düz olduğu bilinen hayali bir kıyas ekseni ile rafın tepe noktasındaki ölçü farkının tüm sıra boyunca ± 5 mm., traverslerin bir üstteki traversle arasındaki tasarlanan ölçü ile ölçülen arasındaki farkın ± 2 mm. tolerans içerisinde kalması sağlanmıştır.



Şekil 7.3 Seviye toleransları

Seviye toleranslarından bir diğeri, ön ve arka traversler arasındaki ölçü farkıdır. Bu tolerans, doğruluğu bilinen bir kıyas ekseni ile öne ve arka traverslerinin üst yüzeyinin ölçülmesi sonucu ortaya çıkan farktır. Şekil 7.4'te görüldüğü üzere bu farkın ± 3 mm. aralığında olması gerekmektedir.



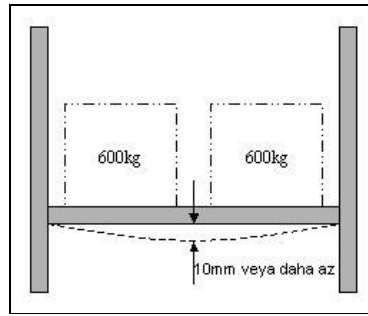
Şekil 7.4 Ön-arka travers seviye toleransı

Bölüm 2.2.2 sistem toleransları raf sistemi FEM standard hesapları, Eşitlik 2.1 ve 2.2’de belirtildiği gibi, raf traversi sehim toleransı Sınıf 100 raflarda;

$$c = \frac{l}{300} \text{ ‘dür.}$$

$$l = 3390 \text{ mm. olduğuna göre } c = \frac{3490}{300} = 11,63 \text{ mm. olacaktır.}$$

Aynı eşitliğe göre $c_{\max} = 10 \text{ mm.}$ olarak verildiğinden bu değere göre sehim kontrol edilmiş ve istenen sınırlar yakalanmıştır.



Şekil 7.5 Travers sehim toleransı

7.2. Otomatik Stoklama Sistemi

Otomatik stoklama sistemi devreye alma sürecinde bütün komponentler yerlerine yerleştirilerek montajları tamamlanmış ve çalışmasına başlanmıştır. Test aşamalarında, zemin ve üst kılavuz raylarında toleransların uygunluğu kontrol edilmiş olup, sistem ekipmanlarında (S/R makinası, dağıtıcı araba ve konveyör) yapılan kontroller aşağıda verilmektedir.

1. Görünüş

- Tüm ekipmanlar yerleşimlerine uygun pozisyonlanması
- Ekipmanlarda herhangi bir hasar olmaması
- Tüm ekipmanları zemine sabitlenmesi
- Kablo bağlantılarının doğruluğu

2. Fonksiyon kontrolü

- Ekipmanların spesifikasyonlar dahilinde çalışması.

3. Tek çevrim süresi (Sadece S/R makinası için)

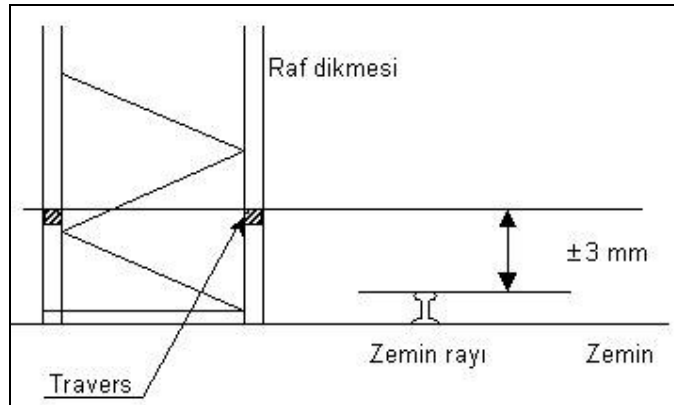
- Ekipmanların çevrim sürelerinin yeterliliği.

4. Sistem kapasitesi

- Tüm sistemin birlikte çalışması durumunda çevrimdeki yeterliliği.

7.2.1. Zemin Rayı

Zemin rayının kendi içerisindeki seviyesi, 102 metrelik zemin rayında ± 3 mm. olması gerekmektedir. Ayrıca bu ölçü 2 metre S/R tekerlek uzunluğu boyunca ± 0.5 mm. değişebilmektedir. Seviye açısından en önemli kriterlerden biri, raf ile zemin rayı arasındaki ölçünün korunmasıdır. S/R makinasının alt yapı olarak belli bir yüksekliği bulunmaktadır. Bu yapı da ulaşabileceği en alt noktayı belirlemektedir. Ölçünün küçük olması durumunda makina rafa ulaşamaz, ölçünün büyük olması durumunda ise, en yukarıdaki traversste sorunlar yaşanır. Bu ölçülerin her traversste büyük değişimler kaydetmesi ise sistemin güvenilirliğini sarsan bir unsur olacaktır. Şekil 7.6 ölçü toleransını göstermektedir.



Şekil 7.6 Zemin rayı raf traversi arasındaki ölçü toleransı

Zemin rayının seviyesi ile ilgili Tablo 7.1'de örnek 3. koridor ölçümünün bir kısmı verilmektedir. Tabloya göre rayın üzerinden 2,1 metre aralığı ile alınan ray, sağ raf sırası birinci traversi ve sol raf sırası birinci traversi arasındaki farklar toleranslar dahilinde yer almaktadır.

Ölçüm Noktası (metre)	RAY	Fark	5.RAF	5. RAF -RAY	Fark	6.RAF	6. RAF -RAY	Fark
Gerçek değer	162		510	348		510	348	
5,6	162	0	509	347	-1	510	348	0
7,7	163	1	509	346	-2	512	349	1
9,8	163	1	510	347	-1	511	348	0
11,9	164	2	512	348	0	510	346	-2
14	163	1	509	346	-2	509	346	-2
16,1	162	0	510	348	0	511	349	1
18,2	163	1	508	345	-3	512	349	1
20,3	163	1	508	345	-3	511	348	0
22,4	162	0	509	347	-1	511	349	1
24,5	162	0	510	348	0	510	348	0
26,6	163	1	510	347	-1	510	347	-1
28,7	164	2	510	346	-2	510	346	-2
30,8	163	1	512	349	1	508	345	-3
32,9	162	0	512	350	2	508	346	-2
35	161	-1	509	348	0	507	346	-2
37,1	161	-1	506	347	-1	510	349	1
39,2	162	0	508	346	-2	510	348	0
41,3	161	-1	510	348	0	509	348	0
43,4	161	-1	508	347	-1	509	348	0
45,5	161	-1	508	347	-1	510	349	1
47,6	160	-2	506	346	-2	507	347	-1
49,7	160	-2	507	347	-1	508	348	0

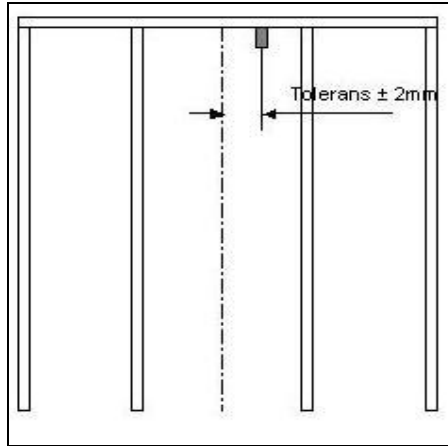
The image contains two technical drawings of rail fasteners. The left drawing shows a standard fastener with a rail (Ray) mounted on a base plate (Plaka) using a clip (Klemp). A dimension line indicates a height of $\pm 0.5 \text{ mm}$. The right drawing shows a low-profile fastener, also with a rail (Ray) on a base plate (Plaka) using a clip (Klemp). A dimension line indicates a height of 0.3 mm or less (0.3mm veya daha az).

Zemin rayı montajında dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur da, ray birleşim kaynakları olmaktadır. Zemin rayı, 10 metrelik parçalar halinde gelmiştir. Toplamı 102 metre uzunluğundaki bir ray için yaklaşık 11 parçalı ray gelecektir. Bu kaynak elektrodları, kaynağın uzun ömürlü olması için aşağıdaki özellikleri taşımalıdır.

- Çatlak oluşumuna maksimum dayanım için yüksek uzama kabiliyeti
- Sulandırılmaya karşı toleranslı
- Düşük sıcaklığa karşı dayanıklı
- Termal değişimler sonucu yapısı kırılabilirliğe dönüşmeyen
- Isı, oksidasyon ve korozyona karşı mükemmel dayanım

7.2.2. Üst Kılavuz Ray

Üst kılavuz rayındaki tek önemli ölçü, koridor ekseni ile arasındaki mesafe olmaktadır. Bu mesafenin Şekil 7.8’de görüldüğü üzere ± 2 mm. içerisinde kalması raf yapısı ile daha çok ilişkili olmaktadır. Raf yapısı üzerinde kılavuz raylarının monte edileceği noktalar açılarak, hatalı montaj önlenmiştir.



Şekil 7.8 Üst kılavuz rayı düzgünlük toleransı

7.2.3. S/R Makinası

S/R makinası ile ilgili Bölüm 5.2.1’de anlatılan parçaların montajı tamamlanarak, kontrol ünitesi ile birlikte makina çalışması görünüş, fonksiyonlar, tek çevrim ve tüm sistemi çevrimi dahilinde test edilmiştir. Bu testlerde, aynı bölümde yer alan çevrim süresi hesapları kontrol edilmiş ve öngörülenin sürenin altında değerler elde edilmiştir.

Tablo 7.2’de stoklama çevrimi süreleri ölçümlerinin birkaçı verilmektedir. Stoklama çevrimi, makinanın P&D istasyonundan kasayı alarak, stoklanacak yerleşime bırakması ve başlangıç noktasına geri dönmesi ile tamamlanmaktadır.

Tablo 7.2 S/R makinası stoklama çevrim ölçümleri

Stoklanacak Hücre	Planlanan Süre (sn)	Ölçülen Süreler (sn)
Sıra :11 Kat: 5	60	S/R 1 : 53,2
		S/R 2 : 52,6
		S/R 3 : 53,6
		S/R 4 : 51,7
		S/R 5 : 51,8
Sıra :37 Kat: 2	108	S/R 1 : 98,4
		S/R 2 : 98,5
		S/R 3 : 98,9
		S/R 4 : 98,0
		S/R 5 : 97,9
Sıra :56 Kat: 1	144	S/R 1 : 131,4
		S/R 2 : 131,3
		S/R 3 : 132,4
		S/R 4 : 131,6
		S/R 5 : 131,4

Tablo 7.3’de de kasa çıkış çevrim süreleri ölçümlerinin birkaçı verilmektedir. Kasa çıkış çevrimi, makinanın yüksüz halde başlangıç pozisyonundan boşaltılacak yerleşime hareket ederek, kasayı alması ve P&D istasyonuna giderek kasayı bırakması ile tamamlanmaktadır.

Tablo 7.3 S/R makinası kasa çıkış çevrim ölçümleri

Boşaltılacak Hücre	Planlanan Süre (sn)	Ölçülen Süreler (sn)
Sıra :11 Kat: 5	61	S/R 1 : 52,7
		S/R 2 : 52,1
		S/R 3 : 53,0
		S/R 4 : 52,8
		S/R 5 : 52,3
Sıra :37 Kat: 2	109	S/R 1 : 97,4
		S/R 2 : 97,3
		S/R 3 : 98,4
		S/R 4 : 97,9
		S/R 5 : 97,5
Sıra :56 Kat: 1	145	S/R 1 : 130,5
		S/R 2 : 130,5
		S/R 3 : 131,9
		S/R 4 : 130,2
		S/R 5 : 130,8

7.2.4. Dağıtıcı Araba

Dağıtıcı araba, özel rayının üzerine yerleştirdikten sonra, üzerindeki transfer zincirinin seviyesi konveyörlerin seviyesi ile kontrol edilerek düzeltmeler tamamlanmıştır. Kontrol ünitesi de devreye alındıktan sonra çevrim süresi testlerin egeçilmiştir. Daha önceki bölümlerde de anlatıldığı gibi, sistemdeki çevrim süresinin sınırlayıcısı dağıtıcı araba olduğu için bu çevri ile ilgili yapılan testler hassas bir biçimde ele alınmıştır. Tablo 7.4 dağıtıcı arabanın karışık, sadece çıkış ve sadece giriş yapılan çevrim süreleri ile ilgili testlerin sonuçlarını göstermektedir. Bölüm 5.2.2'de %100 verimlilikle taşıyabileceği kasa sayıları belirtilmiştir.

Tablo 7.4 Dağıtıcı araba çevrim ölçümleri

Çevrim Tipi	Belirlenen Kapasite (kasa/saat)	Yeterli Kapasite (kasa/saat)	Sisteme Giren Kasa Sayısı	Sistemden Çıkan Kasa Sayısı	Hareket Gören Toplam Kasa Sayısı	Karşılanması Gerekli Süre	Ölçülen Süre
Karışık	129	114	29	28	57	26 dak. 24 sn.	26 dak. 16 sn.
Kasa Çıkış	118	106		59	59	30 dak.	28 dak. 27 sn.
Kasa Giriş	111	100	56		56	30 dak.	29 dak. 43 sn.

7.3. Depo Yönetim Sistemi (WMS) Devreye Alma

Depo yönetim sistemi yazılımı, devreye alınarak Bölüm 5.4.2'de tanımlanan görevleri ile ilgili aşağıdaki testler yapılmış ve performansının yeterli olduğuna karar verilmiştir.

- Stoklama prosesi işleyişi
- Stoklamadaki hata prosesleri
- Kasa çıkış prosesi
- Raporlar
- Kasa bloke etme prosesi
- Kasa birleştirme

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu yüksek lisans çalışmasında, işletmelerdeki müşteri odaklı esnek üretim nedeniyle ortaya çıkan stoklar ve bunların yönetimi ile ilgili bir otomatik stoklama ve geri alma sistemi tasarımı yapılmış olup, işletmede devreye alınmıştır. Çalışma kapsamında, proje yönetim sistemi esaslarına göre proje adımları takip edilmiş olduğundan ve standart bir paket yerine işletmeye özelleşmiş bir sistemin tasarımı yapıldığından, yeni stoklama sistemleri projeleri için tecrübeler ortaya çıkmıştır. Bu know-how projenin en önemli sonuçlarından biri olmaktadır.

İncelenen literatür dökümanlarında anlatılan sistem avantajları, işletme verimsizlikleri karşısında kazanç hanesine yazılmaktadır. Sistemin devreye alınması ile birlikte sıkışık istif alanları kazanılmakta ve kapasite artışı için kullanılmaktadır. Ayrıca, stoklara ulaşım kaynaklı üretim kayıpları ve yeniden ayar süreleri azalmakta, sayım sürecinin kısaltılmakta, iş kazası risklerinin azaltılmakta ve üretim takibi güvenilir ve güncel hale gelmektedir.

Bunların yanında, ürün çeşitliliğinin fazla olması, müşteriye esnek hizmet sunmanın bir gereği olarak görülmektedir. Bu kadar fazla çeşitlilik ile müşteriye kaliteli hizmet sunma sürecinin başlıca etkeni olarak, ürünlerin alt açılımlarındaki yarı mamullerin yönetimini doğru sağlamak, pazarın sürekli artışına katkısı olmaktadır.

Üretilen mamuller ülkelere göre farklılıklar göstermekte, her ülkenin kendine has özel standardı ve pişirme alışkanlığı nedeniyle üretilen ürünlerde kullanılan komponent ve parçalarda çeşitlilik arz etmektedir. Bu kadar değişik pazar yapısında ihracat artışını devam ettirmek için parça yönetim sistemi sağlam bir zemine oturtulmuş ve rekabet gücü artırılmıştır.

Sistem yarı mamullerin en güvenli şekilde depolamasını yaparak verimsiz stoklamadan kaynaklanan hasar ve hurda oranlarını azaltmakta, bu da mamul çıkış maliyetlerine olumlu yönde etki etmeye başlamaktadır. Yarı mamulün kalite standardını artırarak bağlantılı proses ve personelin yükünü hafifletmektedir.

Tüm stoklara anında ulaşım ve ara stok sayısının azaltılması, işletme verimliliği ve kapasite kullanım oranının artışına etki etmektedir. Yarı mamullerin hareketliliğinin takibi ile, planlama süreci de iyileştirilmektedir.

Verimsiz stoklamanın diğer bir sonucu olan, operatörlerin yarı mamul arama sürelerini minimize ederek zaman kazancı sağlanmakta, zaman kazancı işgücü kaybının önlenmesine, işgücü kaybının önlenmesi direkt işçilik kazancı dolayısıyla maliyet ile ilişkilendirildiğinde, müşteriye son ürün fiyatını daha düşük sunma olanağı getirmektedir.

Özet olarak; bu projenin devreye alınması sonucu ortaya çıkan esneklik ve zaman ile ilgili süreçlerin iyileştirilmesi vasıtasıyla, müşteri ve maliyet unsurlarında aşama kaydedilerek rekabet gücü üst seviyelere taşınmaktadır.

Bu tip sistemler kurulurken, satılan standard paket sistemler yerine, işletmeden oluşan proses tasarım ekibinin yarattığı bir projeye imza atmak önemli bir kriterdir. Bu şekilde bir projenin hem proje bitiş süresi daha kısa hem de sistemin çalışması daha verimli olacaktır. Dışarıdan gelen standart makina üreticilerinin prosesin veri akışına ve işleyişine müdahalesi ile kurulan bir sistem verimsiz bir tasarım ortaya çıkaracaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Gerdemeli, İ. ve İmrak C. E.**, 2002. Transport Tekniği Ders Notları, İ.T.Ü. Makine Fakültesi, İstanbul.
- [2] **Adams, N. D., Brown, T. W., Firth, R. V.D., and Misenheimer, L. P.**, 1996. Warehouse and Distribution Automation Handbook, McGraw-Hill.
- [3] **Mulcahy, D. E.**, 1999. Materials Handling Handbook, McGraw-Hill.
- [4] **Kulwiec R. A.**, 1985. Materials Handling Handbook (2nd Edition), John Wiley-Sons.
- [5] **Dorf, R. C. and Kusiak, A.** 1994. Handbook of Design, Manufacturing and Design, John Wiley-Sons.
- [6] **Pahl, G. and Beitz, W.**, 1995. Engineering Design, Springer-Verlag Limited, London.
- [7] **FEM 9.831**, 1995. Section IX, Storage and Retrieval Machines (Calculation principles of storage and retrieval machines; Tolerances, deformations and clearances in the high-bay warehouse), Federation Europeenne De La Manutention.
- [8] **Witt, C. E.**, 2005. Maximizing Minimal Warehouse Space, Material Handling Management, **Vol.60 No.5**, 43-44
- [9] **Maltz A. And DeHoratius N.**, 2005. Warehousing Today, Material Handling Management, **Vol.60 No.5**, 30-32
- [10] **DeWeerd L.**, 2002. Moving AS/RS “Back to the Future”, Distribution Business Management Journal, **Vol.2 No.3**, 50-52
- [11] **AS/RS Association of the Material Handling Institute, Inc.**, 1999. Consideration for Planning an Automated Storage/Retrieval System.
- [12] **Wigington, M.**, 1996. Life Cycle Management of Automated Systems, Perspectives on Material Handling Practice, Material Handling Institute.
- [13] **AS/RS Association of the Material Handling Institute, Inc.**, Enhancing Asset Management and Profitability with Automated Material Handling System, <http://www.mhia.org>.
- [14] **Allred, J. K.**, 1979. Simulation As Currently Used in Automated Handling&Storage System Design, Automated Material Handling&Storage Systems Conference .

- [15] **Zollinger, H.**, 1999. White paper: AS/RS Application, Benefits and Justification in Comparison to Other Storage Methods, http://www.mhia.org/psc/PSC_Products_StorageRetrieval_TechnicalPapers.cfm
- [16] **Firth, R.**, 1996. Warehouse Automation Process Guide, North American Material Handling Show and Forum '96.
- [17] **Martinich, J, S.**, 1997. Production and Operations Management, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [18] **Allred, J. K.**, 1999. The Age of Logistics, AS/RS Newsletter, **Vol.1 No.1**, 1.
- [19] **Gines, P.**, 1999. Crane and Aisle AS/RS Technology Updates, AS/RS Newsletter, **Vol.1 No.1**, 2.
- [20] **Zollinger, H.**, 1999. Consultants Corner: Myths about AS/RS, AS/RS Newsletter, **Vol.1 No.1**, 2.
- [21] **Üreten, S.**, 1998. Üretim/İşlemler Yönetimi, Gazi Üniversitesi Yayınları, Türk Hava Kurumu Basımevi, Ankara.
- [22] **Üreten, S.**, 2004. Üretim/İşlemler Yönetimi Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri, 4. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Sertaç İNCELER, 1980 yılında Bolu' da doğdu. 1998 yılında orta öğrenimini Bolu İzzet Baysal Anadolu Lisesi' nde tamamladı. 2003 yılında İ.T.Ü. Makina Fakültesi' nden Makina Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konstrüksiyon Programı' nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen İ.T.Ü. Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı' nda yüksek lisans öğrencisi olup, ARÇELİK A.Ş. Pişirici Cihazlar İşletmesi'nde Üretim Mühendisi olarak çalışmaktadır.