

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE ENDÜSTRİ İŞLETMECİLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

128174

**MATERYAL AKTARMA SİSTEMLERİNİN
OPTİMİZASYONU**

128174

Aşkın ÖZDAĞOĞLU

Danışman
Prof. Dr. Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU

2003

YEMİN METNİ

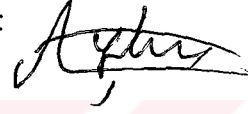
Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**Materyal Aktarma Sistemlerinin Optimizasyonu**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

08.07/2003

Aşkın ÖZDAĞOĞLU

İmza:



TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün.....tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin..... maddesine göre, İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Aşkın ÖZDAĞOĞLU'nun "Materyal Aktarma Sistemlerinin Optimizasyonu" konulu tezini incelemiş ve aday *01.10.2010* tarihinde saat *10⁰⁰*'da tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerince sorulan sorulara verdiği yanıtlar değerlendirilerek tezin *başarılı* olduğuna oy *oybirliği*..... ile karar verildi.

BAŞKAN

Prof. Dr. Feriye Gürmüştü

[Signature]

ÜYE

Doç. Dr. Kodur Ertaş

[Signature]

ÜYE

Doç. Dr. Ar. Yılmaz Göksun

[Signature]

YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU DÖKÜMANTASYON MERKEZİ
TEZ VERİ FORMU

Tez No:

Konu Kodu:

Üniv. Kodu:

Not: Bu bölüm merkezimiz tarafından doldurulacaktır.

Tez Yazarının

Soyadı: ÖZDAĞOĞLU

Adı: Aşkın

Tezin Türkçe Adı: Materyal Aktarma Sistemlerinin Optimizasyonu

Tezin Yabancı Dildeki Adı: Optimization of Material Handling Systems

Tezin Yapıldığı

Üniversitesi: Dokuz Eylül Üniversitesi Enstitü: Sosyal Bilimler Enstitüsü Yıl: 2003

Diğer Kuruluşlar:

Tezin Türü:

Yüksek Lisans

Dili: Türkçe

Doktora

Sayfa Sayısı: 110

Tıpta Uzmanlık

Referans Sayısı: 71

Sanatta Yeterlik

Tez Danışmanınının

Ünvanı: Prof. Dr.

Adı: Şevkinaz

Soyadı: GÜMÜŞOĞLU

Türkçe Anahtar Kelimeler:

İngilizce Anahtar Kelimeler:

1- Materyal Aktarma Sistemleri

1- Material Handling Systems

2- Tesis Yerleşimi

2- Facility Layout

3- Gezi Çizelgesi

3- From/to Diagram

4- İlişki Çizelgesi

4- Relationship Diagram

5- Materyal Aktarımı Kontrol Tablosu

5- Material Handling Control Table

Tarih:

İmza:

Tezimin Erişim Sayfasında Yayınlanmasını İstiyorum

Evet

Hayır

ÖNSÖZ

Çalışmalarım süresince desteklerini ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU'na, çalışmamın uygulama verilerinin inceleyip katkıları yapan hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Yılmaz GÖKŞEN'e, çalışmamın uygulama verilerinin elde edilip hazırlanmasındaki desteğinden ötürü değerli arkadaşım Murat YAVUZER'e, çalışmalarım süresince desteğini ve katkılarını esirgemeyen değerli dostlarım Araş. Gör. Güzin KAVRUKKOCA ve Araş. Gör. Sabri ERDEM'e teşekkürü bir borç bilirim.



ÖZET

Materyal aktarma; doğru malzemenin, doğru zamanda, doğru yerde, doğru aralıkta, doğru koşullarda, uygun maliyetle, doğru miktarda taşınmasını sağlamak için kullanılan en doğru yöntemi ifade etmektedir.

Literatürde sıkça karşılaşıldığı üzere, materyal aktarımı ürünün maliyetini arttırırken, değerine herhangi bir katkıda bulunmamaktadır. Malzemenin taşınması pahalı bir iştir. Malzeme taşımanın maliyeti tam olarak ölçülememesine rağmen, işletme maliyetleri içerisinde önemli bir paya sahip olduğu genellikle kabul görmektedir. Tesis tipine bağlı olarak toplam maliyetlerin %10 ile %80'ini oluşturmaktadır. Materyal aktarımı, doğru biçimde yapılırsa, firmanın karını arttırması için önemli bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel düşünülerek bir benzetim çalışması yapılmış ve veriler benzetim programına aktarılmıştır. Benzetim programından çıkan sonuçlara göre materyal aktarma için kullanılan arabaların sayısı ve bu taşıma işlemlerini etkileyebileceği düşünülen diğer bazı değişkenler üzerinde oynanarak benzetim farklı değerlerle çalıştırılmış ve sonuçları incelenmiştir.

Materyal aktarma sistemlerinden bağımsız düşünülmesi mümkün olmayan işyeri düzeni de göz önüne alınmış ve işyeri düzeni üzerinde bir takım oynamalar yaparak değişiklikler değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

Material handling uses the right method to provide the right amount of the right material at the right place, at the right time, in the right sequence, in the right position, in the right condition, and at the right cost.

It is often stated that material handling only contributes to the cost of producing a product, rather than contributing to the value of a product. Although it is difficult to measure the cost of material handling exactly, it is generally agreed that it represents a significant portion of the cost of doing business. Depending on the type of facility, estimates ranging from 10 to 80% of the total cost have been made. Material handling, if done properly, have a significant potential to add profits to a firm. By thinkig this potential, a simulation working has been made, and data has been transferred to the simulation program. Simulation was run by altering variables transporter units used for material handling and affecting these handling operations in according to the outcomes from simulation program and has been evaluated results.

Layout, which is impossible to think without material handling systems, has been taken into consideration and has been evaluated changes on layout by altering data.

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

MATERYAL AKTARMA SİSTEMLERİNİN OPTİMİZASYONU

YEMİN METNİ	II
TUTANAK	III
Y.Ö.K.DOKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ FORMU	IV
ÖNSÖZ	V
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
KISALTMALAR	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII
TABLolar LİSTESİ	XIII
GİRİŞ	XV

BİRİNCİ BÖLÜM

1. MATERYAL AKTARMA SİSTEMLERİ VE İŞYERİ DÜZENİ	1
1.1. Tanım	1
1.2. İşyeri Düzenine Genel Bakış	2
1.3. İşyerinin Düzenlenmesi	3
1.3.1. İşyeri Düzenlemenin Tanımı	3
1.3.2. İşyeri Düzenlemenin Amaçları	4
1.3.3. İşyeri Düzenlemenin Aşamaları ve İlkeleri	6
1.3.3.1. İşyeri Düzenlemenin Aşamaları	6
1.3.3.2. İşyeri Düzenlemenin İlkeleri	8
1.3.4. Fabrika Binası	9
1.4. İşyeri Düzeni Sistemleri	11
1.4.1. Geleneksel İşyeri Düzeni Sistemleri	12
1.4.1.1. Sürece Göre ya da İşlevsel Düzenleme	12
1.4.1.1.1. Sürece Göre ya da İşlevsel Düzenlemenin Avantajları	13

1.4.1.1.2. Sürece Göre ya da İşlevsel Düzenlemenin Dezavantajları	13
1.4.1.2. Yapına Göre Düzenleme	14
1.4.1.2.1. Yapına Göre Düzenlemenin Avantajları	15
1.4.1.2.2. Yapına Göre Düzenlemenin Dezavantajları	15
1.4.1.3. Sabit Pozisyonlu Yerleşim	16
1.4.1.3.1. Sabit Pozisyonlu Yerleşimin Avantajları	16
1.4.1.3.2. Sabit Pozisyonlu Yerleşimin Dezavantajları	16
1.4.2. Grup Yerleşim Düzeni	17
1.4.2.1. Grup Teknolojisi	17
1.4.2.1.1. Grup Teknolojisinin Sağladığı Yararlar	20
1.4.2.2. Hücresel Üretim	22
1.4.2.2.1. HÜS'ün Sağladığı Avantajlar	25
1.4.2.2.2. TZÜ-HÜS İlişkisi	26
1.5. Esnek İmalat Sistemleri	27
1.5.1. Çevik Üretim Sistemi	30
1.6. Gezi ve İlişki Çizelgeleri	30
1.6.1. Gezi Çizelgesi	31
1.6.1.1. Gezi Çizelgesinin Genel Tanıtımı	31
1.6.1.2. Gezi Çizelgesinin Kullanılma Alanları	36
1.6.1.3. Gezi Çizelgesinin Hazırlanması	36
1.6.2. İlişki Çizelgesi	39

İKİNCİ BÖLÜM

2. MATERYAL AKTARMA SİSTEMİNİN TASARIMI	43
2.1. Materyal Aktarmada Etkin Olan Faktörler	43
2.2. Materyal Aktarma İlkeleri	45
2.3. Materyal Aktarma Sistem Tasarımı	47
2.4. Taşıma Araçlarının Karakteristikleri	61
2.5. Taşıma Araçları	63
2.5.1. Sabit İzli Taşıma Araçları	64
2.5.2. Sınırlı Alanda Çalışabilen Araçlar	67
2.5.3. Geniş ve Sınırsız Alanda Çalışabilen Araçlar	68
2.6. Materyal Aktarmada Kullanılan Yardımcı Araçlar	70

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. UYGULAMA	73
3.1. Uygulama Yeri	73
3.2. Uygulama Verileri	74
3.3. Sürecin İşleyişi	83
3.4. Modelin Amacı	89
3.5. Modelin Kısıtları	90
3.6. Modelin Açıklanması	92

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. SONUÇ, ÖNERİLER, DEĞERLENDİRME	95
4.1. Sonuç	95
4.2. Değerlendirme ve Öneriler	108
KAYNAKLAR	111
EKLER	118

KISALTMALAR

EÜS	Esnek Üretim Sistemleri
TZÜ	Tam Zamanında Üretim
GT	Grup Teknolojisi
HUS	Hücreyel Üretim Sistemi
AMHS	American Material Handling Society
ADM	Ara Dinlendirme Makinesi
ŞVM	Şekil Verme Makinesi
YM	Yuvarlama Makinesi
KTM	Kesip Tartma Makinesi
ÇÜS	Çevik Üretim Sistemi



ŞEKİLLER

Şekil 1: TZÜ-HÜS İlişkisi	27
Şekil 2: İlişki Çizelgesi	41
Şekil 3: Malzeme Taşıma Sistemi Denklemi	59
Şekil 4: Plastik Paletler Üzerine Unun Yerleştirilme Biçimi	83
Şekil 5: Yarım Ekmek ve Ekmek İşleme Hattı	87



TABLolar

Tablo 1: Malzeme Boyutu İçin MAG Değerleri	34
Tablo 2: Materyal Yoğunluk, Biçim, Risk ve Durum Etmenleri İçin MAG Değerleri	34
Tablo 3: Gezi izelgesi	38
Tablo 4: İlişki izelgesinin Temelleri	42
Tablo 5: Materyal Aktarmanın Karakteristikleri	44
Tablo 6: Materyal Aktarma Verimliliği Kontrol Listesi	48
Tablo 7 : Günlük Sandviç Üretim Düzeyi	75
Tablo 8: Büyük Hamburger Üretim Düzeyi	76
Tablo 9: Yarım Ekmek Üretim Düzeyi	76
Tablo 10: Tost Ekmeği Üretim Düzeyi	77
Tablo 11: Milföy Hamuru Üretim Düzeyi	77
Tablo 12: Kek Üretim Düzeyi	78
Tablo 13: Poğaa Üretim Düzeyi	78
Tablo 14: Pizza Altığı Üretim Düzeyi	79
Tablo 15: Hazır Tost Üretim Düzeyi	79
Tablo 16: Satış Oranları	80
Tablo 17: Satış Eğilimi	80
Tablo 18: Kasım Ayı Satış Oranları	80
Tablo 19: Hammadde Tüketimi	81
Tablo 20: Un Tipleri Günlük Kullanım Düzeyleri	85
Tablo 21: Bir Vardiyadaki Üretim Düzeyi	85
Tablo 22: Ürün İlk Kesim ve Pişirme Sonrası Gramajları	88
Tablo 23: Paketleme Standartları	88
Tablo 24: Bir Kasanın Kapasitesi	89
Tablo 25: Kasa Kapasiteleri	90
Tablo 26: Makine Kapasiteleri	91
Tablo 27: Benzetim Modelinin ıktıları	96
Tablo 28: Benzetim – Gerçek Üretim Karşılaştırması	97
Tablo 29: Benzetim Modeli ıktıları: Araba Sayısı 1	99
Tablo 30: Benzetim Modeli ıktıları: Araba Sayısı 25	100
Tablo 31: Benzetim Modelinin ıktıları: Araba Sayısı 35	101
Tablo 32: Benzetim Modelinin ıktıları: Araba Sayısı 40	102
Tablo 33: Benzetim Modelinin ıktıları: Fermantasyon Odası Kapasitesi 300	104

Tablo 34: Benzetim Modelinin Çıktıları: Fermantasyon Odası Kapasitesi 100	105
Tablo 35: Benzetim Modelinin Çıktıları: Kasa Operatörü 3	106
Tablo 36: Benzetim Modelinin Çıktıları: Kasa Operatörü 4, Ambalaj Operatörü 6	107
Tablo 37: Benzetim Modelinin Çalıştırıldığı Durumlar	109



GİRİŞ

Günümüzün yoğun rekabet ortamında, firmaların hayatta kalabilmesi için maliyet avantajları elde edebilmesi hayati bir önem arz etmektedir. Maliyet açısından avantajlı bir konuma geçmede, materyal aktarma sistemlerinin optimize edilmesi göz önünde bulundurulması gereken bir faktördür.

Materyal aktarma; doğru malzemenin, doğru zamanda, doğru yerde, doğru aralıkta, doğru koşullarda, uygun maliyetle, doğru miktarda taşınmasını sağlamak için kullanılan en doğru yöntemi ifade etmektedir.

Literatürde sıkça karşılaşıldığı üzere, materyal aktarımı ürünün maliyetini arttırırken, değerine herhangi bir katkıda bulunmamaktadır. Malzemenin taşınması pahalı bir iştir. Malzeme taşımanın maliyeti tam olarak ölçülememesine rağmen, işletme maliyetleri içerisinde önemli bir paya sahip olduğu genellikle kabul görmektedir. Tesis tipine bağlı olarak toplam maliyetlerin %10 ile %80'ini oluşturmaktadır. Materyal aktarımı, doğru biçimde yapılırsa, firmanın karnı arttırması için önemli bir potansiyele sahiptir.

Bu çalışmada öncelikle materyal aktarma sistemleri kavramsal düzeyde incelenmeye çalışılmıştır. Etkin bir materyal aktarma sistemi önemli ölçüde işyeri düzeniyle ilişkilidir. Bu nedenle işyeri düzenleme çalışmalarını materyal aktarma maliyetlerinin minimizasyonunda ele alınması gereken bir konu olarak incelenmiştir. Bu inceleme kapsamında işyeri düzenlemenin tanımı, amaçları, ilkeleri verilmiş ve işyeri düzeni sistemlerinden bahsedilerek materyal aktarma sistemleri yönünden bazı açıklamalar getirilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde materyal aktarma sisteminin tasarlanma aşamaları açıklanmıştır. Bu bağlamda, materyal aktarma sistemlerinin tasarlanmasında etkin olan faktörlerden bahsedilmiş, materyal aktarma ilkeleri verilmiş ve taşıma faaliyetlerinde kullanılan araçlara değinilmiştir.

Üçüncü bölümde ise bir benzetim modeli oluşturulmaya çalışılmış ve değerler üzerinde değişiklikler yapılarak üretimde meydana gelen artış veya

azalışlar incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda materyal aktarımından bağımsız olarak düşünülmesi mümkün olmayan işyeri düzeninde bazı değişiklikler yapılması durumunda ne gibi avantajlar sağlanabileceği ve firmanın üretim düzeyinde artış meydana gelmesi durumunda neler olabileceği açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın Amacı ve Katkısı

Gıda insanların temel gereksinimi olduğundan gıda sektörü diğer sektörlerle göre üretimde dalgalanmaların daha az olduğu bir alandır denilebilir. Ancak günümüzün giderek ağırlaşan rekabet koşullarında, üretim anlayışları ve tüketici istek ve beklentileri hızla değişmekte ve bu beklentiler temel gıda sektörünü bile etkisi altına almaktadır. Bu doğrultuda sağlık, lezzet gibi ölçütler gıda maddelerinde de değişikliklere yol açmıştır. Gıda sektöründe de kepekli ekmek vb. farklı ürünlerin müşteriye sunulması, ürünlerin ambalajlanması firmaların üretim anlayışlarını değiştirmesine yol açmaktadır. Gıda sektöründeki cazip kar oranları da bu sektöre yeni firmaların girmesine neden olmakta bu da firmaların üretim anlayışlarını değiştirmelerine yol açan başka bir nedendir. Bu çalışmanın kapsamında firmanın verilerine bağlı bir benzetim modelinin yapılması salt modele konu olan firma bazında işyeri düzeninde neler yapılabileceği konusunda yöneticilere bir katkı sağlayabileceği düşünülebilir. Ancak, hazırlanan benzetim modeli, unlu mamuller üreten büyük ölçekli firmaların temel yapısını yansıttığı için üzerinde bazı değişiklikler yapılarak benzer firmalara da rahatlıkla uygulanabileceği gibi karar alma aşamasında da katkı sağlayacağı düşünülebilir.

Çalışmanın Literatürdeki Yeri

Yapılan literatür çalışmaları sonucunda, materyal aktarma sistemleri ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Rehberli yol tasarımı ile ilgili dünya çapında tanınmış çalışmalardan bazıları Gaskins ve Tanchoco (1987) ve Kaspi ve Tanchoco (1990) da yapılmıştır. 1987'deki çalışmada Gaskins ve Tanchoco yükleme/teslimat noktaları için konumları verilen akışlarda optimal akış yolunu belirlemek için 1-0 bütünleşik programlarını kullanmışlardır. Sinriech ve Tanchoco (1991), Kaspi ve Tanchoco (1990) geliştirdikleri AGV akış yolu optimizasyonu modelini optimal çözümü elde etmek için gereken dal-sınır sayısını azaltmak suretiyle yeni bir adım atmışlardır. Goetz ve Egbelu (1990) optimal yükleme/boşaltma noktalarının

belirlenmesi problemini göz önüne almak suretiyle bu çalışmayı geliştirmiştir. Optimal yükleme/boşaltma noktaları materyal aktarma araçlarının gezdiği toplam mesafeyi minimize etmeyi amaçlayan bir lineer program kullanılarak belirlenir. Kim ve Tanchoco (1993), Kaspi ve Tanchoco'nun (1990) çalışmasını akış yolu tasarımı ve oryantasyonu için bir dal sınır algoritması geliştirmek suretiyle ilerletmişlerdir. Egbelu (1994) birim yükleme tasarımı için bir dinamik programlama algoritması sunmaktadır. Egbelu (1993) esnek imalat sistemleri için en iyi birim yükleme miktarını seçmek için bir çalışma yapmıştır. Mahadevan ve Narendran (1992) optimum birim yükleme miktarını belirleme problemi için tamsayı programlama formülasyonu geliştirmiştir. Kim ve Tanchoco (1993) tıkanıklık indeksini tanımlamıştır.

Bu çalışmada ise sistemin benzetimi yapılmak suretiyle, materyal aktarma araçlarının ihtiyaçları karşılama düzeyi incelenmiş, işyeri düzeniyle bağlantısı vurgulanarak bazı bölümlerin alan gereksinimlerinin ne olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.MATERYAL AKTARMA SİSTEMLERİ VE İŞYERİ DÜZENİ

1.1. Tanım

Materyal aktarma; doğru malzemenin, doğru zamanda, doğru yerde, doğru aralıkta, doğru koşullarda, uygun maliyetle, doğru miktarda taşınmasını sağlamak için kullanılan en doğru yöntemi ifade etmektedir. (Kim, 2000, 7)

Materyal aktarma; malzemenin taşınması, depolanması ve kontrolünü kapsamaktadır. Bu sistem; imalat, dağıtım, ve yönetim bilişim sistemleriyle uygun entegrasyonu sağlayacak biçimde tasarlanmalıdır.

Materyal aktarma içerisinde yer alan materyal kavramı çok geniş bir anlam içermektedir. Materyal bir havayolu şirketinin yolcusunu ifade edebileceği gibi, televizyon seti, hamburger ya da kömür gibi bir malı da ifade edebilir. Materyal aktarımı malzeme için zaman ve yer faydası yaratan ve malzemenin hareketini sağlayan bir akış çabasıdır. Zaman faydası malzemenin uygun zamanda bulunmasına işaret ederken, yer faydası malzemenin uygun yerde bulundurulmasına işaret eder. Bütün bu açıklamalar ışığında, materyal aktarımı malzemenin gereksinim duyulan yer ve zamanda hazır bulundurulması için hareket ettirilmesini sağlama olarak ifade edilebilir.

Hammaddeyi bitmiş ürüne dönüştürmek için yapılması gereken beş ana üretim fonksiyonu bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar aşağıda verilmiştir (Groover, 1992, 20).

- a. İşleme
- b. Montaj
- c. Materyal aktarma ve depolama
- d. Denetleme ve test
- e. Kontrol

İşleme ve montaj ürünün değerine bir katkıda buldukları halde, literatürde sıkça karşılaşıldığı üzere, materyal aktarımı ürünün maliyetini artırırken , değerine herhangi bir katkıda bulunmamaktadır. (Thompkins ve White, 1984, 116)

Malzemenin taşınması pahalı bir iştir. Malzeme taşımanın maliyeti tam olarak ölçülememesine rağmen, işletme maliyetleri içerisinde önemli bir paya sahip olduğu genellikle kabul görmektedir. Tesis tipine bağlı olarak toplam maliyetlerin %10 ile %80'ini oluşturmaktadır. Materyal aktarımı, doğru biçimde yapılırsa , firmanın karını artırması için önemli bir potansiyele sahiptir.

Etkin bir materyal aktarma sistemi önemli ölçüde işyeri düzeniyle ilişkilidir. Bu nedenle işyeri düzenleme çalışmaları materyal aktarma maliyetlerinin minimizasyonunda ele alınması gereken bir konudur.

1.2. İşyeri Düzenine Genel Bakış

İşletme kelimesi çok genel bir kavramdır. Bu kavram içinde devletin bir işletme olduğu kadar, ailenin de işletme olduğu kabul edilir. Fakat her iki işletmenin de kendine özgü üretim faaliyetleri olup, devletin makro; ailenin de mikro seviyede bir işletmeyi ifade edebileceği söylenebilir. Hatta amatörce üretim faaliyetinde bulunan birimler dahi işletme sayılabilir. Bazı işletmeciler işletmeyi, üretim faktörlerinin kombine edildiği ahenkli bir birim şeklinde tanımlamaktadırlar.

Her işletmenin sürekli ya da geçici belirli bir yerde kurulmasına gereksinim vardır, çünkü bir üretim sisteminin tasarımında fabrikaların kurulacağı yerin saptanması öncelik taşır. Kuruluş yeri konusunda karar alındıktan sonra binalar ve bu binalar içindeki araçların yerleşimi için tasarım yapılır.

İşyeri düzeni; binaların, tesislerin başlangıç tasarımlarından tezgahların yeri ve hareketine kadar olan tüm işlemleri kapsar, çünkü "iyi bir işyeri düzeni verimli çalışan bir endüstriyel kuruluşun etkinliğini oluşturur ve kimi durumlarda işletmenin yaşamını sürdürebilmesi için kritik bir etken olur. (Moore, 1975; 116)

Bu nedenle işyeri düzeni; doğrudan işletmeyi ve dolaylı olarak verimliliği etkileyen bir öge olarak benimsenmeyi gerektiren bir konudur. Herhangi bir işletme için öngörülen örgütlemenin uygulanabilmesi; işletmede zaman, para ve insan gücünden tasarruf sağlanabilmesi ve geleceğin getireceği gereksinimlerin kolayca karşılanabilmesi büyük ölçüde işyeri düzeninin ortaya koyacağı olanaklara bağlıdır.

Endüstri işletmesi; endüstriyel mal üretiminin yapılabilmesi için sermaye, insan gücü, makine, donanım, araç-gereç vb. gibi öğelerin arsa ve bina ile bir araya getirilerek kolay, ekonomik ve başarılı biçimde işletilmesi amacıyla örgütlenen işyeridir. Bu işyerinde, üretim ile ilgili işlemlerin yapılabilmesi için tüm fiziksel olanakların belli bir plana göre düzenlenmesi zorunludur. J. M. Moore işletmenin düzenlenmesi kavramını iş gören, işletme donatımı, depo yerleri, materyal ulaşım araçları ve öteki tüm yardımcı hizmetler dahil, endüstriyel tesislerin ve bunları barındırmaya en uygun yapıların en iyi şekilde düzenlenmesinin planlanması olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle; endüstri işletmelerinde öngörülen iş akışının eksiksiz bir biçimde uygulanabilmesi işyeri düzeninin bu uygulamaya olanak vermesine bağlıdır. Endüstri işletmelerinin arsası üzerinde ya da binası içinde yer alacak bölümlerin, servislerin gelişigüzel yerleştirilmesi işin akışını engeller ve zaman kaybı nedeniyle maliyet giderlerinde artışa yol açar.

Burada sorulacak sorular; "İşyeri düzeni ne tür olacaktır?" ve "Düzenleme sorunun nasıl çözülecektir?" olmalıdır. Kuşkusuz her işletmenin iyi ya da kötü bir yerleşim düzeni vardır. Yukarıda da değinildiği üzere; işyeri düzeni üretim sisteminin tasarımının tamamlayıcı aşamasını oluşturmaktadır. Düzenin temel amacı kapasite ve kalite gereksinimlerini en ekonomik biçimde karşılayacak üretim sistemini geliştirmektir. Ne yapılacağı, nasıl yapılacağı ve ne kadar yapılacağı düzenin gerekli temelini oluştururlar.

Bu açılardan bakıldığında bir işyerinin örgütlenmesi denilince; o işyerinde endüstriyel malların yapımı için kullanılan fiziksel tesisler, araçlar ve materyaller ile hizmetlerin fabrika binası içinde türlü düzenlemelerine ilişkin çalışmaların yapılması, üretimin veriminin en iyi düzeye yaklaştırılacak biçimde belli edilmesi akla gelir. (Demir, 1987; 3-5)

1.3. İşyerinin Düzenlenmesi

1.3.1. İşyeri Düzenlemenin Tanımı

İşyeri yerleştirme düzeni olarak da adlandırılan işyeri düzeni, imalat ve hizmet birimlerinde üretim bölümlerinin bölümlerde yer alacak makine-teçhizat, araç ve gereçler gibi üretim araçlarının; yardımcı tesis ve iş istasyonlarının, yükleme,

taşıma, depolama, kalite kontrolü gibi üretimle ilgili faaliyetlerin ürün üretiminde ya da müşteriye hizmet sunmada verimliliği arttıracak şekilde yerlerinin belirlenmesine yönelik faaliyetlerdir. Kısaca üretim birimlerinde insan gücü, materyal ve donatımın verimli biçimde yerleştirilmesi ve düzenlenmesini ifade eder. (Doğan, 2002; 293)

Bir işyerinin düzenlenmesi, mamulün imalatı için kullanılan fiziksel tesislerin fabrika binası içindeki değişik kombinasyonlarının etüdü ve üretim verimini maksimum yapacak şekilde belirlenmesinden oluşmuştur. Böyle bir çalışma, mimar, mamul, proses ve endüstri mühendisleri ve yöneticilerin, mamullerin en uygun iş sırası ve en az malzeme taşıma gibi rasyonel yöntemlerle üretimini sağlama yolunda yaptıkları çalışmalarını bir araya getirir ve toplar. İşyeri düzenlemesi ilke ve yöntemlerinin tümü yöneticilerin yalnız yeni tesislerin kurulmasında değil aynı zamanda eldeki tesislerde yapılacak değişikliklerde de kullanılabileceği değeli bir araçtır. Yeni mamuller, yeni proses veya üretim hızının artırılması veya azaltılması eldeki tesislerin tekrar gözden geçirilip düzenlenmesini gerektirebilir. Bir işyeri düzenleme için en önemli yön gelecekteki muhtemel değişikliklere işletmenin kolaylıkla uyabilmesidir.

Bir endüstriyel binanın konstrüksiyonu ile işyeri düzeninin aynı şey olmadığına dikkat çekmek gerekir. Aslında bu iki konu arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Fakat ideal işyeri düzeni gereklerine göre kurulmuş bir yapı binde bir mevcuttur. Birçok durumda tesislerin, mamulün durumuna göre yerleştirilmesi gerekir. İşyeri düzenleme bir endüstriyel firmanın imalat daireleri ve ilgili bütün tesislerinde kullanılabilen alanların planlanmasını kapsar (Karayalçın, 1986, 376).

1.3.2. İşyeri Düzenlemenin Amaçları

İşyeri düzenlemenin ana amacı, işyeri içinde üretime yardımcı olan donatım, materyal, insan gücü gibi canlı ve cansız varlıkların tümünün hareket miktarlarını minimum düzeye indirmektir. Zira yerleştirme düzeninin hatalı kurulması, makine, iş görenler ve materyallerin gereksiz olarak bir yerden diğer bir yere taşınmasına ya da hareket ettirilmesine; böylece hem üretim sürecinin uzamasına hem de taşıma maliyetlerinin artmasına neden olur. Bunun sonucu birim zamanda yapılan iş yani verimlilik dolayısıyla üretim maliyetleri gereksiz olarak arttırılmış olacaktır. (Doğan, 2002, 294)

İşyeri düzenlemesi, eldeki tesislerin üretim elemanlarından (insan, malzeme, makine ve sermaye) maksimum yarar sağlanacak şekilde düzenlenmesi ve yerleştirilmesine olanak sağlar. Optimumu sonuçların elde edilebilmesi için bu dört üretim elemanının da göz önüne alınması gereklidir. İşyeri düzenlemesi tıkanıklıkların giderilmesi ve azaltılması yolu ile mamul akışını düzenler. (Karayalçın, 1986, 377)

Kötü yada uygun olmayan işyeri düzeni, enerji kaybı, karışıklık, yüksek hatalı ürün oranı, gecikme, kontrol ve yönetim güçlüğü gibi nedenlerden dolayı da iş akışını ve maliyeleri olumsuz yönde etkileyen bir faktördür. Kötü yerleştirme düzeni, üretim biriminin kapasitesinden yararlanma oranını düşürebileceği gibi, bozuk bir kent trafiğinde olduğu gibi üretim faaliyetlerinin tamamen felce uğramasına da yol açabilir.

İşyeri düzenleme faaliyetlerinin başlıca amaçları ve dolayısıyla sağlayacağı yararlar daha ayrıntılı olarak aşağıdaki gibi özetlenebilir: (Doğan, 2002, 294)

- a. İşyerindeki canlı ve cansız varlıkların tümünün hareket miktarlarının minimum düzeye indirilmesi ve böylelikle işlem süresinin kısaltılması,
- b. Donatım ve malzemelerin daha kolay ve çabuk erişilebilir yerlere yerleştirilmesi,
- c. Mevcut alanların verimli bir şekilde kullanılması,
- d. Ürün tasarımında, süreçlerde, satış düzeylerinde ve ürün karmasındaki gelecekte olası değişmelere ve işyerinin büyümesine hızla minimum maliyetlerde uyum sağlayabilecek esnek bir yerleştirme düzeninin kurulması,
- e. İşlemler, geçitler, depolama yerleri ve işçilerin çalışması için yeterince alan sağlanması,
- f. İş görenlere tehlikesiz ve rahat bir çalışma ortamının sağlanması.

Bütün bu amaçlar bir cümle içinde şu şekilde özetlenebilir. "Bir fabrikanın yerleşme düzeninin kullanılmaya elverişli alanı ve imalat maliyeti arasında en uygun ilişkileri gerçekleştirilebilecek şekilde planlanması". İmalat işletmelerinde, üretim,

sermaye veya mamul birimi, kullanılmaya elverişli alan (metrekare veya metreküp) şeklinde sıralayabileceğimiz üç etmen arasında, iyi bir işyeri düzenleme ile gerçekleştirilmesi mümkün optimum bir denge durumu mevcuttur.

1.3.3. İşyeri Düzenlemenin Aşamaları ve İlkeleri

1.3.3.1. İşyeri Düzenlemenin Aşamaları

Sanayi problemlerinin birçoğunda olduğu gibi işyeri düzenlemede de deneylerle bulunmuş ve birçokları tarafından kabul edilmiş bir hareket biçimi vardır. Buna göre bir işyeri düzenleme probleminde çözüme varmak için şu aşamalardan geçmek gerekir:

a. Gerekli Temel Bilginin Toplanması

Organizasyondaki diğer fonksiyonlardan gerekli bilginin toplanmasıdır. Bu arada imalat bölümlerinden alınan standart proses diyagramları ile mamulün yapılmasında izlenecek yol ve kullanılacak takım donatıma ait bilgi elde edilebilir. Buradan kullanılmaya elverişli alan belirlenir.

b. Temel Bilginin Analizi ve Koordinasyonu

Elde edilen bilginin değerlendirilmesi ile;

- gerekli işçi sayısı
- planlanması gereken toplam iş istasyonu sayısı
- kullanılacak her donatımın cinsi, ölçüsü ve miktarı
- hammadde, yarı-mamul ve mamul envanterleri için gerekli depo alanları belirlenir.

c. Malzemenin Süreç Sırasındaki Akışının Belirlenmesi

Elde edilen bilginin analizinden sonra kullanılacak temel plan kararlaştırılır ve plana göre mamulün akış şekli belirlenir.

d.İş İstasyonları

İşyeri düzenlemede yapılan çalışmalarda her iş istasyonu veya üretim merkezinin önemi çok büyüktür. Her istasyonun, işlemlerin en verimli şekilde yapılabilmesini, işçinin rahatlık ve güvenini, araç ve malzemeler için yeteri kadar yerin ayrılmasını ve donatımın bakımının kolaylıkla yapılabilmesini sağlayacak şekilde yerleştirilmesi gereklidir.

e.Kısım Kısım Hazırlanan Planların Genel İşyeri Düzeni Planında Birleştirilmesi ve Bir Bütün Olarak Eldeki Binalara Yerleştirilmesi

Bu kademede aynı zamanda depo alanları, geçişler için boşluklar, büro ve servisler için gerekli yer ayırmalarının yapılması gerekir.

f. Materyal aktarma

İşyeri düzenlemeye etki eden faktörler arasında belirtilen materyal aktarma doğal olarak işyeri düzenlemenin bir aşaması haline gelmektedir (Groover, 1992, 371). Materyal aktarma problemlerine son çözüm ancak işyeri planlaması tamamlandıktan sonra bulunabilir. İyi planlanmış bir işyeri düzeni malzeme taşımanın verimli yapılabilmesini sağlar. Bunun tersi de geçerlidir. Yani yerinde seçilmiş malzeme taşıma araçları ve yöntemleri ile istenilen işyeri düzeni kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Dolayısıyla; materyal aktarma sisteminin tasarımı tesis tasarımı probleminin önemli bir bileşenidir. Yerleşim tasarımı fonksiyonu ile materyal aktarma tasarımı fonksiyonu arasında çok güçlü bir ilişki mevcuttur. Bunlardan birinin göz önünde bulundurulup diğerinin göz önünde bulundurulmadığı durumlara çok ender rastlanmaktadır. Özellikle tesis planlamasında kuruluşun materyal aktarma gereksinimleri önemle üzerinde durulması gereken bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Materyal aktarma problemleri çok geniş bir alanda karşımıza çıkmakta ve çok çeşitli çözüm yolları bulunmaktadır. Bu nedenle, sistemin tasarlanmasında sistematik bir yaklaşım uygulanması önemlidir. (Thompkins ve White, 1984; 116)

g.Maliyet Açısından Uygunluk

Çalışmaların her aşamasında daima göz önünde tutulması gereken nokta işin maliyet yönüdür. Maliyet hususunda birçok etmenlerin yanı sıra özellikle donatım ve makinelerin verilen plana göre yerleştirilmesi için yapılacak masraflar önemlidir. Bu masrafların karşılanması için gerekli kaynakların sağlanmasında yöneticilerin inandırılması gerekir. İşyeri düzenleme ile ilgilenen bir mühendisin mutlaka maliyet bilincine sahip olması gerekir. (Karayağın, 1986; 380-381)

1.3.3.2. İşyeri Düzenlemenin İlkeleri

Uzun yıllar sonunda edinilen tecrübelerle dayanarak bir iş yeri düzenlemede mühendisler için yol gösterebilecek birçok ilkeler geliştirilmiştir. Daha bilimsel yöntemlerin bulunması amacıyla bu konuda sürekli araştırmalar ve çalışmalar yapılmaktadır.

Şimdiye kadar doğrulukları deneme ile sabit olmuş ilkelerden bazıları şunlardır. (Karayağın, 1986; 381)

- a. Malzemenin mümkün olan en kısa yol boyunca taşınması: Bu ilke üretimin doğrusal bir yörünge üzerinde yapılmasının neden tercih edildiğini açıklar. Bununla beraber bazı durumlarda dairesel yörüngelerin de benimsendiği de görülmektedir.
- b. Malzemenin geriye hareketi giderilmeli ve en aza indirilmelidir. Geriye dönüşler yalnız taşıma uzaklıklarının artmasına yol açmakla kalmayıp, aynı zamanda malzeme taşıma kanallarında tıkanıklıklara da sebep olmaktadır.
- c. İş yeri, en az malzeme taşıması yapacak şekilde planlanmalıdır.
- d. İmalat için kullanılacak alanların ekonomik olarak kullanılması: Bu ilke üretim bölümlerine olduğu kadar depo alanlarına da uygulanmalıdır. Eskiden yalnızca alan göz önüne alındığı halde son zamanlarda hacim de bir ölçüt olarak kabul edilmektedir.
- e. Hazırlanan planlar esnek olmalıdır. Donatım, herhangi bir değişiklikle üretimi aksatmayacak ve minimum maliyetle yapılmasını sağlayacak şekilde yerleştirilmelidir.

f. İleride muhtemel genişlemeler hesaba katılmalıdır.

İşyeri düzenlemenin aşamaları ve ilkelerine değindikten sonra işyeri düzenlemeye etki eden dolayısıyla materyal aktarma ile ilişkisi bulunan fabrika binası konusundan da kısaca söz etmek yerinde olacaktır.

1.3.4. Fabrika Binası

Fabrika bina yerinin belli edilişinde ve bu konuda karara varılmasında; ulaştırma durumu, konum yerinin yapı tekniğine göre durumu, konum yerinin genişletilmesi gereksinimi karşısında onun buna uygunluğunu ve yapı ile ilgili yasa ve belediye düzenleri göz önüne alınır. Daha sonra bina biçimlerinden biri üzerinde karar varılır. Bina tiplerinden biri üzerinde karara varılmasında teknik ve ekonomik temeller göz önünde tutulur. Ayrıntılar bakımından çok değişik tipte fabrika binası vardır, ancak dış yapıları bakımından kimi sınırlamalar yapılabilir. (Demir, 1987; 14)

Bina yapımında önce tek katlı yapıların ya da çok katlı yapıların yapılması üzerinde karara varılır. Her iki tür mamulün de yararlı ve sakıncalı yanları vardır.

Tek katlı yapılarda;

- a. Bütün iş yerlerine kolayca girilir, inişlerden, çıkışlardan ve merdivenlerden kısıtlımlar sağlanır. İşletme içi taşıma işleri daha kolay düzenlenir. İşletme dışından içine raylar, yollar ve ulaştırma (taşıma, aktarma) tesisleri yapılır.
- b. Katlar için yükü çekme gibi birtakım hesapların yapılması gerekli değildir. Ağır donatım araçları ve makineler istenilen düz yere yerleştirilir, ağır vinç düzenlerinin kurulması gereksinimi duyulmayabilir.
- c. Bölmeler istenilen uzunlukta, genişlikte, derinlikte ve biçimde yapılabilir.
- d. Patlamalarda ve yangın durumlarında, iş yerlerinden kolaylıkla çıkma ve kurtulma olanakları bulunur.
- e. Bölümlerde madde yapımı işlemlerinin yönetilmesi ve yürütülmesi, gözlemlenmesi ve denetlenmesi kolaylaşır.
- f. Doğal aydınlatmadan yararlanma, ışıklandırma ve değişik renkleri ayırt etme, önem taşıyan işlerin yapılması ayrı uygunluk taşır.

- g. Ürün yapımında ve işlerin örgütlenmesinde kolaylık sağlanır, yer değiştirmeleri kolaylıkla yapılır, makinelerin bir yerden ötekine sürüklenerek yerleri değiştirilebilir.
- h. Yapıların yapılması ve tamamlanması, çok katlılara oranla daha az sermaye ayrılarak ve daha kısa sürede olur.

Üretim çalışmalarının akışı, demir-çelik, tekstil vb. endüstrilerde tek katlı yapıların kurulmasını gerektirir. Ancak günümüzde bir buçuk katlı yapılarda kullanılmaktadır. Aslında bu asma kat ya da bodrumu bulunan tek katlı binadır. Balkon ve asma katlar daha çok;

- a. Büyük bir mamulün zemin katındaki sonuncu montajını besleyen birçok ön montajların bulunduğu durumlarda,
- b. Hafif makine işlemlerinin aşağı taraftaki daha ağır makinelerdeki işlemleri beslediğinde,
- c. Materyal deposunun üretimin yapıldığı yerde bulunmasının sakıncalı olduğu durumlarda

Yerleşme durumu için yararlı olur. Ne var ki tek katlı yapıların da sakıncalı ve eksik yanları vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir. (Erlaçin, 1971; 86)

Bu tip yapılarda;

- a. Büyük yapı alanına gereksinim duyulur, kimi durumlarda ancak donatım maddelerinin kaplayacakları yere yetecek kadar bir mamulün kurulması, bu kentlerde daha geniş yerlerin bulunmamasından, ya da arsa fiyatlarının çok yüksek olmasından ileri gelir.
- b. Ayrılacak yer, işletmenin genişletilmesi olanaklarını baştan engelleyebilir.
- c. Isı kaybı ve giderleri çok olur.

Özellikle yapıların aktarılmasında yerçekiminden yararlanma durumlarında, çok katlı binalar yer ve önemini korumaktadırlar. Çalışma alanının küçük ve sınırlı oluşundan ve arsa fiyatlarının yüksekliğinden, değişik çalışma durumları ve işin akışı bu tipteki binaların kurulmasını gerektirir. Örneğin; un fabrikalarındaki öğütme işlerinde, öğütme maddeleri bir kattan ötekine ulaştırılır. Düzeltme ve iyileştirme

işleri, hafif makinelerle yapılan üretim işleri, pazarlama ve taşıma bakımından önemli sayılmayan çalışmalar çok katlı yapılar için uygunluk gösterir. (Demir, 1987; 17)

1.4. İş Yeri Düzeni Sistemleri

İş yeri düzenlemesi bu çalışmada iki ana başlık altında incelenmektedir.

Bunlar:

Geleneksel işyeri düzeni sistemleri

Grup teknolojileri

olarak ifade edilebilir.

Geleneksel işyeri düzeni sistemleri

1. Sürece göre ya da işlevsel düzenleme
2. Yapına göre düzenleme
3. Sabit pozisyonlu yerleşim

olarak karşımıza çıkmaktadır.

Her sistem kendine özgü özelliklere ve çıktı oranı ile yapın hattı genişliğine bağlı olan bir üretim biçimine sahiptir. Her sistem belli bir üretim tipi ile bağlantılı olmasına rağmen, hiçbiri tek başına bir endüstriyi temsil edememektedir. Bu nedenle her sistemin özelliklerine ve üretimin doğasına bağlı olarak inceleme yapılmaktadır.

İşyeri düzeni materyal aktarma sistemi tasarımına etki eden önemli bir faktördür. İşyeri, yeni yani henüz inşa edilmemiş ve mevcut olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir. Yeni bir işyerinin düzenlenmesi durumunda materyal aktarma sisteminin tasarımı işyeri yerleşim düzeninin bir parçası olarak göz önüne alınmalıdır. Eğer bu yapılırsa, en uygun materyal aktarma sistemi tipini sağlayan ve işyeri içinde materyal akışını optimize eden bir yerleşim yaratmak için çok büyük bir fırsat yakalanmış olur (Groover, 1992, 370).

Burada ilk olarak geleneksel işyeri düzeni sistemleri hakkında temel bilgi verilecek ve ardından grup teknolojileri hakkında daha kapsamlı bilgi aktarımı yapılacaktır.

1.4.1. Geleneksel İşyeri Düzeni Sistemleri

1.4.1.1. Sürece Göre Ya da İşlevsel Düzenleme

Fonksiyonel düzenleme diye de adlandırılan bu düzenleme, genellikle üretim sürecinin kesikli olduğu siparişe göre üretim sistemi için uygulanabilecek bir yerleşime türüdür. Bu türde, aynı fonksiyonel özelliğe sahip olan ya da aynı işlevleri gören makine, teçhizat ve aynı işlemler bir bölüm ya da aynı iş merkezlerinde toplanır. Bu tür düzenleme, üretimde gerekli işlem sıralarının üründen ürüne farklılık gösterdiği; yani çok çeşitli ve değişik ürünler üretiminin söz konusu olduğu durumlar için uygulanır. (Doğan, 2002; 296)

Sürece göre düzenlemenin kullanılmasının uygun olacağı durumlar aşağıdaki biçimdedir. (Moore, 1975; 134)

- Birkaç tip ve stilde ya da özel siparişe göre yapılan yapılar çıkarılıyorsa,
- Toplam üretim yüksek olsa bile, birimlerin düşük hacimde üretilmesi gerekiyorsa,
- Yeterli sayıda zaman ve hareket etüdü yapmak çok güçse,
- Ardışık işlemler esnasında çok sayıda muayene gerekiyorsa,
- Materyaller ve yapılar çok büyük ya da ağır olacağından, partiler halinde veya sürekli olarak aktarılmaları çok güçse,
- Sık sık iki ya da daha çok işlem için aynı makine veya iş istasyonu kullanmak zorunluluğu doğmaktaysa sürece göre düzenlemenin kullanılması daha uygun olacaktır.

1.4.1.1.1. Sürece Göre Ya da İşlevsel Düzenlemenin Avantajları

Sürece göre düzenlemenin avantajlı yanları şu şekildedir. (Demir, 1994; 235-236)

- Her bölümde uzmanlaşma yoluyla daha iyi ve etkili gözlem (denetim) olanaklarından yararlanılır.
- Makinelerin olası zamanından daha iyi yararlandığından, birçok aynı tipte makine, araç ve gereç kullanıldığından makineler için yatırım daha azdır.
- Donatım ya da tezgahlardan birinin bozulması durumunda, işin başka bir tezgaha (iş istasyonu) verilmesi ile üretimin aksaması kolaylıkla engellenebilir.
- Geniş üretim olanakları vardır.
- İşçiler teker teker daha çok iş çıkarmaya istekli olup, bireysel özendirme ve ödeme planları olanağı vardır.
- Karmaşık ve hassas süreçlerin çok deneme isteyen durumlarının kontrolü daha iyi yapılır.
- Belirli görevlere işgücü ve makine tahsisinde esneklik vardır.

1.4.1.1.2. Sürece Göre Ya da İşlevsel Düzenlemenin Dezavantajları

Sürece göre düzenlemenin dezavantajları aşağıdaki gibidir. (Doğan, 2002; 296-297)

- İşlem süresinin uzun olması
- Yarı-mamullerin değişik bölümleri izlemesi nedeniyle taşıma maliyetlerinin yüksek olması,
- Diğer bir maliyet ögesi olan sürekli yarı-mamul stoku bulundurulması zorunluluğu,
- Kalifiye eleman kullanımının işçilik giderlerini yükseltmesi, bu düzenleme türünün başlıca sakıncalarını oluşturmaktadır.

1.4.1.2. Yapına Göre Düzenleme

Bu tür düzenleme çeşidi az, standart ve çok miktarda üretimin yapıldığı yığın üretim sistemi için en uygun türdür. Burada ürün üretimi için gerekli işlemlerin sırasına göre ekipman yerleştirilir ve yarı-mamuller bir bölümden bitişikteki diğer tüm bölümleri bir akış içinde izlerler. (Doğan, 2002; 297)

Yapına göre düzenleme, esnek, ancak biraz verimsiz üretim sistemine yol açan sürece göre düzenlemenin tersine; az sayıda yapın türünün büyük miktarlarda üretimi için geçerli olmaktadır. Bu tür bir düzenleme, sürece göre yerleşime göre daha katı ancak verimli bir üretim sistemine yol açmaktadır.

Yapına göre düzenlemede, belli bir mamulün yapımında kullanılan araç ve gereçler kullanım sırasına göre adeta asker gibi dizilmişlerdir. Hattın bir ucuna gelen hammadde, yarı-işlenmiş stoklarını en düşük düzeyde tutacak şekilde hızla bir işlemde ötekine geçirilmektedir. İşlemler yapına ve montaj sırasına göre düzenlenmişlerdir. Makineler ve işçiler belirli işlemlerin başarmında uzmanlaşmışlardır ve parçalar sürekli hareket halindedir. (Demir ve Gümüsoğlu, 2000; 236)

Yapına göre düzenlemenin kullanılmasının uygun olduğu durumlar ise aşağıdaki şekildedir. (Moore, 1975; 134-135)

- Tek ya da birkaç standart yapın çıkarılıyorsa,
- Her birimin oldukça uzun bir süre için geniş hacimde üretilmesi durumu varsa,
- Çalışma hızını saptamaya yarayan, zaman ve hareket etüdü olanakları varsa,
- İşçi ve makineler arasında iyi bir denge kurulabilirse, yani her makine ya da iş istasyonu birim zamanda aynı miktarda iş çıkarmaktaysa,
- Ardışık işlemler sırasında muayene az miktarda yapılıyorsa,
- Az sayıda ağır ya da özel düzenleniş gerektiren makine varsa,
- Materyaller ve yapılar mekanik araçlarla parti parti ya da sürekli olarak aktarılabilenlerde ise,

- Aynı makine veya iş istasyonu bir işlemde fazlası için kullanılmıyor veya çok az kullanılıyorsa, yapına göre düzenlemeye gitmek daha uygun olacaktır.

1.4.1.2.1. Yapına Göre Düzenlemenin Avantajları

Yapına göre düzenlemenin sağladığı avantajlar şu şekildedir. (Demir ve Gümüsoğlu, 2000; 238)

- İşyeri düzeni işlemlerin sırasına göre düzenlendiğinde, düzgün ve ussal akım hattı ile sonuçlanır.
- Materyal aktarma giderleri düşüktür.
- İş istasyonları arasındaki yarı-işlenmiş stokları düşüktür.
- Birimlerin üretimi ve geçici stoklama için az işyeri alanına gereksinim vardır.
- İşçi gruplarının ya da ekiplerini toplu halde daha çok iş çıkarmaya istekli olmaları, geniş kapsamlı özendirme ve ödeme olanakları sağlar.
- Birim üretim zamanı düşüktür.
- Üretim planlama ve kontrol sistemi ile denetim kolaydır.
- Daha az kayıt ve kontrol işlemi vardır.
- Üretim hattında çalışmalarda az beceri istendiğinden eğitim, yalın, kısa süreli ve ucuz olur.

1.4.1.2.2. Yapına Göre Düzenlemenin Dezavantajları

Yapına göre düzenlemenin sakıncaları şu başlıklar altında açıklanmıştır. (Elion, 1962; 154)

- Yapın karışımında ya da tasarımında yapılacak küçük değişiklikler, yerleştirme düzeninde büyük değişikliklere yol açacağından esnekliği azdır.
- Üretim hızı zincirdeki en yavaş makineye göre ayarlandığından aylak kapasite yüksektir.
- Makineler işlem sırasına göre dizildiğinden bir makinenin arızalanması veya ayarlanması tüm makineleri durdurur.

- Her işlem için ayrı makine gerektiğinden ilk yatırım giderleri yüksektir.
- Bir bölümde değişik makineler ve işlemler olduğundan geniş bilgi gereksinimi nedeniyle gözetim ve denetim güçtür.

1.4.1.3. Sabit Pozisyonlu Yerleşim

Bu yerleşim sisteminde, materyal ya da ana parça değişmez bir yerde kalır ve aletler, makineler, işçiler ile diğer materyaller buraya getirilir. İnşaat, gemi ve uçak endüstrisi dışında pek kullanılmamaktadır. (Demir, 1994; 31)

1.4.1.3.1. Sabit Pozisyonlu Yerleşimin Avantajları

- Materyal hareketi minimuma indirilmiştir.
- İş genellikle bir grup operatör tarafından yürütüldüğünden işlemlerin ve yetkilerin sürekliliği güvence altına alınmıştır.
- Üretim merkezleri çoğu kez birbirinden bağımsız çalışabilir ve en küçük toplam üretim süresini güvence altına alan etkili bir program planlanabilir.
- Bu tip düzenlemede büyük ölçüde esneklik vardır. Bundan dolayı yapın projesi, yapın türü ve üretim hacminde sık sık değişiklik yapılması kolaydır.
- Düzenleme için yapılan yatırım en küçük düzeydedir.

1.4.1.3.2. Sabit Pozisyonlu Yerleşimin Dezavantajları

Sabit Pozisyonlu Yerleşimin dezavantajları şu şekildedir. (Demir ve Gümüsoğlu, 2000; 241-242)

- Makine ve materyallerin üretim merkezine taşınması pahalı ve zaman alıcı olabilir.
- Materyal ya da objelerin veya makinelerin yerleştirilmesi pahalı olabilir.
- Programlar birkaç üretim merkezindeki materyallerin başarılı kullanımını sağlasa bile manipülasyon ve yerleştirme süresine dayanarak makinelerden ve materyallerden yararlanma oranı genellikle düşüktür.
- Yüksek oranda beceri gerekli olur.

Geleneksel işyeri düzeni sistemleri başlığı altında incelenen işyeri düzeni sistemlerinin ardından günümüzde çok revaçta olan grup teknolojileri konusuna değineceğiz.

1.4.2. Grup Yerleşim Düzeni

1.4.2.1. Grup Teknolojisi

Kitle üretimi alışkanlığına göre büyümüş, merkezi yönetime sahip geleneksel üretim sistemleri, değişken pazar yapısı karşısında pek çok sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Merkezi yönetimin ana elemanı olan fonksiyonel yapılanma ile müşteriye odaklılığı, yüksek kaliteyi kısa temin sürelerini, esnek üretimi ve düşük maliyeti elde etmek mümkün olmamaktadır.

Günümüzde müşteri isteklerinin farklılık göstermesi, ürün çeşitliliğinin artmasına ve kesikli üretim olarak adlandırılan atölye tipi üretime karşı eğilimi artırmıştır. Bu tip üretimlerde üretkenliğin ve verimliliğin artırılmasına ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. Bunun yanında işletmelerde verimliliği olumsuz yönde etkileyen bir unsur imalat ile tasarım faaliyetlerinin tam bir entegrasyon içerisinde yürütülememesidir. Doğrudan bu olumsuzlukları gidermek için geliştirilen yaklaşımlardan birisi de grup teknolojisidir.

İşte bu anlamda çözüm için çoğunlukla ilk radikal adım, fonksiyonel yapılanmaya sahip üretim sistemlerinin, grup teknolojisi (GT) anlayışı ve bu anlayışın atölye düzenine uygulanması ile oluşan Hücresel üretim sistemlerine dönüştürülmesidir. (Durmuşoğlu ve Nomak, 1999; 13)

Grup Teknolojisi (GT) ve hücresel üretim sistemi (HÜS) tam zamanında üretim (TZÜ) felsefesi ile uyumludur ve GT yönteminin tam sonuç verebilmesi için TZÜ felsefesi ile birlikte uygulanması gereklidir. (Gökşen, 1997; 360)

Grup teknolojisi, benzer parçaların aynı grup altında toplanıp tasarım ve imalatta bu benzerliklerden yararlanmayı amaçlayan bir felsefe olarak ortaya çıkmıştır. Öncelikle benzer parçalar parça aileleri olarak düzenlenirler. Buradaki

düşünce binlerce çeşit ürün yerine çok daha az sayıdaki ailelerle çalışarak üretim için yapılan tüm çalışmalarda verimliliği arttırmaktır. Bunun için üretim ekipmanları, makine gruplarına ya da hücrelere ayrılıp iş akışı buna göre düzenlenir. Ekipmanların faydalanma bakımından büyük avantajlar sağlamakla birlikte bu avantajlar ürünlerin uygun şekilde kodlanmasına ve sınıflanmasına bağlıdır. (Groover, 1993, 433)

Gelişen teknoloji ve globalleşme hareketleri ile beraber ortaya konan yeni üretim anlayışlarının en etkin olanlarından birisi olarak karşımıza çıkan grup teknolojisi, benzer parçaları tanımlayarak birlikte gruplamak suretiyle üretim etkinliğinin artırılması biçiminde ifade edilmektedir. Grup teknolojisinin atölye düzenine uygulanması ise hücresele üretim sistemini ortaya çıkarmıştır. (Kamrani ve Parsei, 1993, 431)

Şu ana kadar, grup teknolojisinde, diğer sistemlerden farklı olarak önemli iki kavram ileri sürülmüştür. (Durmuşoğlu, 1990) Bunlar; parça ailesi ve makine grubu kavramlarıdır. Öncelikle bu iki kavramı ele alalım .

Parça Ailesi : Parça ailesi ile benzer parçaların herhangi bir dizisi kastedilmektedir. Eğer benzer parçaların bir dizisi , bir makine grubunda tamamen işlenebiliyorsa bu tip aileye de üretim ailesi denilmektedir. Bazı üretim ailelerinde, parçalar biçim hatta boyut bakımından birbirlerine benzerdir. Ancak biçimleri benzer olan parçaların , bir aile oluşturmasına rağmen , sadece bir makine grubunda tamamen işlenmeleri, başka bir deyişle üretim ailesi oluşturmaları her zaman mümkün olmaz. Örneğin, biçim ve boyutu hemen hemen aynı , fakat imalat toleransları, gereksinilen miktarları, malzeme ve özel özellikleri farklı olan parçaların , farklı makine kullanımına ihtiyaç göstereceği açıktır. O halde üretim ailesi oluşturmak için, aranılan ailenin biçim benzerliği yeterli olmamakta; kaldı ki biçimleri benzer olmayan parçalar da, bir üretim ailesi oluşturabilmektedir. Kısaca, üretim ailesi için, biçim benzerliği ölçütü yeterli olmadığı gibi, gerek şart da olamamaktadır.

Sonuçta, bir çok ölçüte dayanarak parça ailelerini bulmak,grup teknolojisi için tek başına bir şey ifade etmemektedir. Burada asıl amaç uygun üretim ailelerini bulmaktır. Aksi takdirde makine grupları elde ederek hücresel imalat sistemlerine geçiş sağlanamaz.

Makine Grupları : Bir grup, bir yerde beraberce yerleştirilmek için seçilmiş bir dizi makinedir . Bunlar daha önce de belirtildiği gibi, verilen bir parça ailesini tamamen işlemek için, tüm gerekli tesisleri içerirler. Gruplar iki aşamada elde edilebilir. Birinci aşama ,gruba girecek makine tiplerinin belirlenmesidir. İkinci aşamada ise , her makine tipinin grup içindeki sayısı belirlenir. Bazı hallerde , bir büyük grup ile bir küçük grup kullanımı arasında bir seçim yapma durumu ile de karşılaşılabılır. Bu takdirde birçok ölçütün ele alınması ve böylece seçime gidilmesi gerekir. Ölçütler arasında belli başlıları, makine zaman verimi ve iş akışıdır.

Grup teknolojisinde, parça aileleri oluşturulduktan sonra bu ailelerin üretimi için gerekli makineleri belirlenerek hücreler oluşturulmaktadır. Bu uygulama, atölye tipi yerleşimi daha verimli duruma getirme amacı ile gerçekleştirilmektedir. Fonksiyonel sistem grup teknolojisi ile tekrar düzenlenirken (hücresel imalata geçiş), üretim sisteminin ve buna bağlı tüm fonksiyonların da yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Böyle bir değişim,

- Ürün tasarımı,
- Takım tasarımı ve mühendisliğini,
- Çizelgeleme ve kontrolü,
- Envanter kontrolünü
- Satın almayı,
- Kalite kontrol ve muayeneyi,
- İşletmenin her kademesinde görev alan tüm çalışanları,

etkileyecektir. Bir üretim tipinden diğerine geçişi sağlayan böyle bir değişimin uzun vadede gerçekleşebilecek bir dönüşüm olduğu unutulmaması gereken en önemli noktalardan biridir.

Grup teknolojisinde, parça ailelerinin ve makine gruplarının oluşturulması için pek çok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılan üç tanesi şöyle sıralanmaktadır :

- Tasarım çizim benzerikleri,(eye balling)
- Ürün akış analizi,(PFA)
- Kodlama ve sınıflandırma.(C/C)

Bu yöntemler çalışma alanımızın kapsamına girmediği için sadece isimlerinin verilmesiyle yetinilmiştir.

1.4.2.1.1. Grup teknolojisinin Sağladığı Yararlar

Grup teknolojisinin işletmeye sağladığı yararları ,işletmenin diğer fonksiyonlarına göre gruplandırabiliriz. (Groover, 1993)

Ürün Tasarımı:

Kodlama ve sınıflandırma sonucunda oluşan gruplar ve ailelerin tasarım özellikleri düzenli biçimde kaydedildiğinden ,bu sayede hem yeni ürün tasarımları kolaylaşır hem de tasarım için bir standardizasyon sağlanmış olur.

Malzeme Taşıma :

Hücreler en uygun akışı sağlayacak şekilde düzenleneceğinden malzeme transferlerinde kayda değer tasarruflar elde edilebilmektedir.

Üretim ve Stok kontrolü :

Grup teknolojisi ile üretim çizelgeleme çok daha kolaylaşacaktır; çünkü makinelerin hücreler biçiminde düzenlenmesi çizelgelenmesi gereken iş merkezi sayısını azaltacaktır. Ayrıca parçaların aileler şeklinde gruplanması ,çizelgelenen ürünlerin boyutlarındaki farkların yarattığı karmaşayı da azaltacaktır. Azalan hazırlık zamanları ve verimli malzeme transferleri ile imalat ön süreleri ve yarı mamul

stokları da azalacaktır. Bu şekilde üretim zamanlarında %60 , süreç içi stoklarda da %50 azalma olacağı tahmin edilmektedir.

Proses Planı:

Parçaların sahip olduğu kodlar, proses bilgilerini de içermekte olduğundan ,planlama zamanında gözle görülür azalmalar elde edilecektir. Ayrıca parça sınıflama ve kodlama, otomatikleştirilmiş proses planlama sistemi kullanımına olanak sağlamaktadır. Bu sayede hem planlama zamanında ,hem de plan maliyetlerinde önemli tasarruflar elde edilecektir. (Singh ve Ramajani, 1996; 8-9)

Ekipmanlar ve hazırlıklar:

Grup içinde, benzer parçalar için gereken paletler,sabitleyiciler ve diğer takımlar da benzer hatta çoğu zaman aynı olacağından hazırlık zamanlarında istenen azalma sağlanabilecektir. (Singh ve Ramajani, 1996; 8-9) Grup teknolojisi üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya çıkan en önemli sonuçlardan biri işletmedeki hazırlık zamanlarının kısaltılabilmesi olgusudur. Günümüzün rekabetçi koşullarında hem fiyat hem kalite yönünden rekabet edebilen ürünlerin kısa teslim zamanlarında sunumu büyük önem taşımaktadır. Ürün çeşitliliğinin arttığını ve ürün yaşam sürelerinin de hızla düştüğünü düşünürsek talepleri fazla stokla karşılayamayacağımız açıktır. Burada izlenebilecek en iyi yol, her türlü hazırlık süresinin kısaltılması olur. Hazırlık sürelerinin kısaltılmasında, parçaların makineye yükleme sıraları,ön hazırlıklar, takım tasarımları,ön hazırlıklar,vb. etkenlerin rolü büyüktür. Bir grup teknolojisi uygulamasında, yani grupların oluşturulması ve makinelerin belirlenmesi sırasında tüm bu etkenler için olumlu gelişmeler kaydedilmiştir. Grup teknolojisini bir felsefe olarak kabul edersek ,bu felsefe üretime hücreli imalat olarak yansımaktadır.

Çalışanların Tatmini:

Hücreler, ürünlerin hammaddeden son ürüne kadar küçük bir çalışan grubu ile üretilmesine olanak tanır. Dolayısıyla çalışanların firmada daha önemli bir konumda çalışması ve uzmanlaşmaları için her türlü eğitim imkanlarının sağlanması ,onların iş tatminlerini olumlu yönde etkileyecektir.

Tüm bunların yanında bakım, muhasebe, satın alma ve satış işlevleri açısından da birçok fayda sağlamaktadır.

1.4.2.2. Hücresel Üretim

Yenilikçi bir üretim tekniği olarak GT sık başlıklar, yüksek süreç içi envanterler, uzun işlem zamanları (bitirme süreleri), karmaşık planlama ve koordinasyon işlevleri gibi geleneksel yoğun tipte üretimle ilgili bazı temel sorunları aşmaktadır. GT' de benzer bölümlerden oluşan gruplar ya da aileler belirtilerek ilgili makine hücreleri, bir ya da daha fazla ailenin tek bir hücre içerisinde tam olarak işlenebilecek biçimde de oluşturulmaktadır. Buna makine hücrelerini oluşturma adı verilmektedir ve makine hücrelerine dayalı olan üretim sistemi, hücresel üretim diye adlandırılmaktadır. (Seifoddini, 1989; 4)

Hücresel üretim bir ya da daha çok makinenin bir hücre olacak biçimde gruplandırıldığı bir üretim tipidir ve gruplamalar benzer süreçleri gerektiren parça aileleri veya benzer parça kümeleri için çalışma yapmak amacıyla gereksinim duyulan işler aracılığıyla belirlenmektedir.

HÜS'ün esas çıkış noktasını, etkin ve kolay kontrol edilmesinin kolay olması gibi üstünlükleri bulunan küçük bir sistemin bu üstünlüklerinin büyük bir sisteme yansıtılması oluşturmaktadır. Büyük bir sistemin karmaşık sorunlarıyla ilgilenmektense büyük bir sistemin içerisindeki birbirinden bağımsız küçük sistemlerin sorunlarıyla uğraşmak daha akla yatkın olmaktadır. (Gökşen, 1997; 361)

Geleneksel üretim sistemlerinden farklı bir yaklaşımla ortaya çıkan hücresel imalat sistemleri maliyet ve kalite açısından çok daha fazla avantajlar sunmaktadırlar. Bu yaklaşımın iki ana amacı vardır. (Atalay, Birbil, Demir ve Yıldırım, 1998; 54)

- 1) Basit süreçlerin yer aldığı endüstrilerde ve kitlesele üretimde kullanılan akış tipi üretim ile elde edilen tasarruflara eşdeğer tasarrufları kesikli ve atölye tarzı üretimlerde elde etmek .
- 2) İşletmede çalışanlar arasındaki ilişkileri geliştirmeye yarayacak daha iyi bir sosyal yapı oluşturmak.

Sistemin genel özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz :

- Küçük ve orta büyüklükte parça aileleri. (1-200 arasındaki parçalar bir aile oluşturabilir.)
- 1-15 arasındaki makineler birleşerek bir parça ailesini oluşturabilir.
- Çok hızlı bir değişim gösterir. (Tek bir hazırlık zamanı.)
- Stoklarda önemli azalmalar görülür.
- Mümkün olduğunca birbirinden bağımsız hücreler oluşturularak elde edilen özerklik sayesinde kalite kontrolde sağlanan iyileşmeler.
- Operatörsüz hücrelerde;
 - Esnek programlanabilir makineler,
 - Hücre içi parça taşımada robot kullanımı
 - Ağa bağlı bilgisayar aracılığı ile kontrol sağlanır.
- Operatörlü hücrelerde;
 - Genel amaçlı makinelerden ve aletlerden oluşan gruplandırmalar yapılır.
 - Çok işlevli işçiler bulunur.
 - İşçilerin mükemmelliğinin sağladığı iş genişletme.
 - İş zenginliği vardır.

Daha önceki bölümde söz edildiği gibi hücresel imalat sisteminin tasarımı parça ailelerinin ve makine gruplarının belirlenmesi ile başlar. Bundan sonra sistem yapısına ve işletimine ilişkin diğer kararlar alınır bu kararlar :

- Hücre için gerekli takımların,düzeneklerin,düzeneklerin ve paletlerin seçilmesi.
- Malzeme taşıma sistemine ait ekipmanın tipinin ve sayısının belirlenmesi.
- Sisteme ilişkin yerleşim düzeninin belirlenmesi.
- Bakım onarım politikasının belirlenmesi.
- Muayene yöntemlerinin belirlenmesi.
- Üretim planlama,çizelgeleme ve kontrol prosedürünün tasarımı.
- Detaylı iş tanımlarının yapılması ve hücre içindeki işçilerin ve destek personelinin iş sorumluluklarının belirlenmesi.

- Rapor mekanizmalarının ve ödüllendirme sistemlerinin tasarımı.
- Üretim sistemi içinde kalan diğer prosedürlerin iş akışı ve bilgi düzeyinde belirlenmesi.

Yapısal kararlar olarak adlandırılan parça ve makine ailelerinin ve makine gruplarının belirlenmesi diğer adıyla hücre oluşturma aşaması ,diğer tüm kararların bu belirlemeye dayandırılması sebebiyle çok büyük bir öneme ve önceliğe sahiptir. Diğer kararların alınması için belirli sıra izlenmeyebilir.

Hücresele üretim sistemleri atölye tarzı üretimle karşılaştırıldıklarında çok çeşitli avantajlar sunarlar . Söz konusu avantajlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir. (Atalay, Birbil, Demir ve Yıldırım, 1998; 56-57)

- Malzeme taşımada kolaylık.
- Hazırlık zamanlarının azalması.
- Süreç içi envanterlerin azalması .
- Geçiş zamanlarının azalması.
- Atölye tarzı üretime göre takımlara ilişkin işlemlerin azalması.
- İnsan ilişkilerinin iyileşmesi.
- Kaliteden direk işçilerin sorumlu olması ile azalan kusurlu üretim miktarı.
- Kapasite planlama , malzeme planlama ve kontrollerin basitleşmesi.

Bütün bu avantajların yanında hücresele üretim sistemleri işletmede aşağıdaki sıralanan bazı dezavantajları da beraberinde getirebilir :

- Atölye tarzı üretimin sağladığı esneklik düzeyinin her zaman sağlanamaması.
- Hücrelerin yaşam sürelerinin ürün talebine ve ürün karışımındaki değişimlere bağlı olması.
- Atölye tarzından hücresele üretime geçişte ekipmanlara ilişkin ek bir yatırımın gerekmesi.
- makine sayılarındaki artış ve hücre dışı elemanların elenmesi ile makine kullanımının azalması.

- Hücrelerin makine duruşlarına karşı duyarlı olmaları nedeniyle düzenli bakım aktivitelerinin çok daha düzenli yapılması gerekir.

Hücrelerin performansları sahip oldukları karakteristiklerle yakın ilişkilidir. Bu karakteristiklerden bazıları, hücre sayısı, hücre başına düşen makine tipi ve toplam makine sayısı olarak sayılabilir.

Hücreler kullanılan ekipmanın özelliklerine göre operatörlü veya operatörsüz hücreler olarak değişmektedirler. Klasik veya programlanabilir makinelere sahip, hücre içinde yer alan ekipmanların birden fazlasının sorumluluğunu üstlenebilecek yeteneğe sahip, eğitilmiş işçilerden oluşan hücrelere adanmış hücre adı verilmektedir.

Bazı programlanabilir makineler işçiyi ihtiyaç duymadan çalışırlar. Bunlar sabit otomasyonlu ve esnek otomasyonlu hücreler olarak iki grupta incelenmektedir.

1.4.2.2.1. HÜS'ün Sağladığı Avantajlar

HÜS öncelikle işlevsel atölye tipinin sakıncalarını giderebilmektedir. Ayrıca daha kolay denetlenebilmesi, işlem sürelerini kısaltması sistemin kabul görmesini haklı gösteren ayrıcalıklardır. HÜS aşağıda sıralanan sorunların üstesinden gelmede önemli yararlar sağlamaktadır. (Gökşen, 1997; 362)

- Parçalar süreç gereklerine göre karmaşık bir rota izlediklerinde,
- Çeşitli parçalar kümeler halinde üretime sokulduklarından her parça kalitesinde ilk üretilen parça, bir sonraki sürece geçebilmek için o kümeler son üretilen parçayı beklemek zorundadır. Bu ise, bir parçanın toplam üretim süresini çok kısaltmaktadır.
- İşçi, üzerinde çalıştığı parça ile doğrudan ilgili ve sorumlu olmadığından parçada kalite, uygunluk sorunları doğmaktadır.
- Süreç içi stokları yüksektir.
- Materyal taşıma, elle işleme sorunları vardır.
- Parça değiştirmede tezgah ayar, takım, kolaylık değişim sorunları yüksektir.

Hücresel üretimin yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir. (Gökşen, 1997; 364)

- Üretime hazırlık zamanını azaltır,
- Parti büyüklüklerini azaltır,
- Kuyrukta bekleme zamanını azaltır,
- Toplam üretim zamanını azaltır,
- Süreç içi stok envanterini azaltır,
- Bitmiş mal envanterini azaltır,
- Çıktıyı arttırır,
- İşçilik maliyetlerini azaltır,
- Kalite kontrolü geliştirir,
- Materyal işlemeyi azaltır,
- Yer/alan faydasını geliştirir,
- Üretim kontrolünü geliştirir,
- Artık kayıplarını ve yeniden işlemeyi azaltır,
- Süreç planlamasını yalınlaştırır.

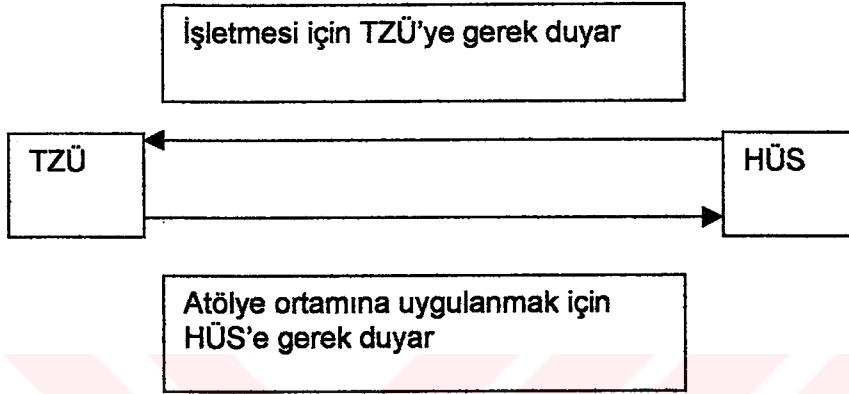
Genel olarak bakıldığında, hücresel üretim, parçaların tezgahlar arasındaki taşıma uzaklıklarını kısaltmanın ötesinde yararlar sağlamaktadır. Hücresel üretimle taşıma maliyetleri azalacağından, bu maliyetleri daha çok parçaya yaymak için büyük partiler oluşturulmasına da gerek kalmamaktadır. Bu sayede akış süreleri kısaltmakta, süreç içi stoklar azalmakta ve bunları elde tutma maliyeti ile birlikte yerden de tasarruf sağlanmakta, teslimat daha da erken yapılabilmektedir. Sistemin daha dar bir alana sığması yanında, belli işler ve parça ailelerinde uzmanlaşılması ile de kontrol kolaylaşıp, işgören tatmini ve ürün kalitesi artmaktadır. Bu düzenleme ile TZÜ ve Esnek İmalat Sistemleri (EİS) gibi yeni üretim teknolojilerine geçiş de kolaylaşmaktadır. (İşlier, 1996; 12)

1.4.2.2.2. TZÜ-HÜS İlişkisi

HÜS sisteminin etkin bir sonuç verebilmesi için her hücrenin TZÜ felsefesine uygun olması gerekmektedir. HÜS sistemi TZÜ felsefesinin önemli bir ögesidir. TZÜ tekniğinin gerçekleşebilmesi için ideal ortam, üretimin aksama olmadan yani yığılmaksızın su gibi akmasıdır. Bu ideal ortam akış tipi üretim koşulunda sağlanabilmektedir. Öte yandan, makinelerin işlevsel özelliklerine göre gruplandırıldığı

işlevsel atölye ortamında üretimin su gibi akıp gitmesi olanaksızdır. HÜS işlevsel tarzdaki üretim koşullarında parça ailelerini gruplamak suretiyle hücreler oluşturarak TZÜ tekniğinin idealini oluşturmaya çalışmaktadır.

TZÜ ve HÜS ilişkisi Şekil 1'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 1: TZÜ-HÜS ilişkisi

Kaynak: Gökşen, 1997; 364

1.5. Esnek İmalat Sistemleri

Günümüz imalat endüstrisi birçok problemin yanında çok çeşitli imkanlara da sahiptir. EİS, imalat sürecindeki problemleri azaltan ya da tümüyle ortadan kaldıran etkin çözüm araçlarından biridir. (Çil ve Evren, 1994; 540)

Pazarda yaşanan yoğun rekabet şartları müşteri taleplerindeki değişmelere zamanında cevap vermeyi gerektirmektedir. Stok için değil gerektiği için üretim anlayışı az sayıda çok çeşitte üretimi gerekli kılmaktadır. Bunun için işletmede esnekliğin sağlanması işletmelerin önemli bir sorunu haline gelmektedir.

Üretimde esnekliğin sağlanması ile birlikte geleneksel sistemdeki ölçek ekonomilerinin yerini ürün çeşitliliği ekonomileri almaktadır. Ürün çeşitliliği ekonomilerinden kastedilen, tek bir ürün türünü yığınlar halinde üretmek yerine farklı özellikleri olan ürünleri müşteri kullanımına sunmaktır. (Schmenner, 1990; 600)

Pazardaki rekabet ve karmaşıklığın artması ve üretim şartlarının daha çok denetlenmesi üretim sistemlerinde esnekleşmeyi ve üretim araçlarında dönüşümün hızlandırılmasını gerektirmektedir. (Smith ve Leksan, 1989; 61)

Esnek imalat sistemleri ile bir taraftan müşteri taleplerinin karşılanması amaçlanırken diğer taraftan stokları ortadan kaldırmak, bir ürünün üretilmesinden diğerine geçişte hazırlık (dönüşüm) sürelerini kısaltmak amaçlanmaktadır.

Esnek imalat sistemi özünde emeği ikame eden ve emek verimliliğini arttıran yeni teknolojileri kullanan bir üretim sistemidir. Başta üretim teknolojileri ve bilgi teknolojileri olmak üzere ileri teknolojiler üretime sokulmakta ve bununla sayısal denetime dayanan makineler, bilgisayar kontrollü denetim araçları ve endüstriyel robotları aracılığıyla üretim ve denetim önemli ölçüde otomatikleşmektedir. (Kerim, 1992; 9)

Materyal aktarma sistemleri esnek imalat sistemlerinin belkemiğini oluşturur. Materyal aktarma sistemleri esnek imalat sistemlerindeki istasyonlar arasında her bir parçanın etkin ve güvenli bir biçimde taşınmasını sağlar (Maleki, 1991, 62). Üretimde kullanılan makineler ve materyal aktarma sistemleri esnek imalat sistemlerinin ana bilgisayarının kontrolü altındadır. Esnek imalat sistemlerinde ana bilgisayarların işletmenin bilgi sistemi ile bağlantısı da sağlanır (Demirdöğen, 1994; 15). Materyal aktarma sistemleri ile esnek imalat sistemlerinin bu şekilde iç içe geçmesi de bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmasına zemin hazırlamış, materyal aktarma sistemlerinde birim yükleme tasarımı için bir dinamik programlama algoritması hazırlanmıştır (Egbelu, 1994, 49). Algoritma her bir parti için birim yük miktarının olabilir aralığını araştırmak suretiyle birim yükleme düzeyi seçmektedir. Belirlenen her birim yükleme düzeyi için parti büyüklüğüne göre birim yükleme sayısı hesaplanır. Böylece, her olurlu birim yük sayısı için minimum imalat zamanı belirlenir. Sonuçta bulunan birim yükleme düzeyi tüm partinin imalat zamanını minimum yapan değerdir. Esnek imalat sistemleri için en iyi birim yükleme miktarını seçmek için araştırmalar yapılmıştır (Egbelu, 1993, 2754). Bu optimum birim yükleme miktarını belirleme problemi için geliştirilen bir tamsayı programlama formülasyonu için elde edilmesi gereken veriler aşağıda belirtilmiştir (Mahadevan ve Narendran, 1992, 909).

Gerekli veriler:

- Sistem rehber yolu
- Taşıması gereken malzeme miktarı
- Materyal aktarma araçlarının hızı
- Materyal aktarma araçlarının kapasitesi
- Aracın boş gezme oranı
- Aracın beklemesinin ceza maliyeti
- Materyal aktarma araçlarının sayısı

Esnek imalat sistemlerinin büyük ölçüde bilgisayara dayalı olmalarına karşın, sistemin kurulmasında yöneticilerin işletme amaçlarını tam ve doğru olarak tanımlamaları büyük önem taşır. Yöneticiler, performans kriterlerini, kısıtlarını ve çalışma kurallarını belirledikten sonra sistem kendi içinde öncelikleri belirleyerek siparişleri (üretim partilerini) optimuma yakın bir şekilde çizelgeler. (Acar, 1989; 205)

Bu açıklamaların ardından esnek imalat sistemlerinin yararları şu şekilde ifade edilmiştir. (Bennett, 1987; 46)

- Ürün çeşitliliğinin artırılması
- Ürün tasarımı ve müşteri taleplerindeki değişmelere anında cevap verilmesi
- Otomasyona dayalı üretim sonucu işçilik giderlerinin düşürülmesi
- Ürün kalitesinin yükseltilmesi
- Makine ayarlama zamanlarının kısaltılması
- Yarı-mamul stoklarının azaltılması
- Stokların azalması ve çok fonksiyonlu makinelerin kullanımı ile daha az boş alan ihtiyacının sağlanması

Esnek imalat sistemleri ve materyal aktarma sistemleri ile ilişkisi değerlendirildikten sonra esnek imalat sistemlerinden ortaya çıkan çevik üretimden kısaca bahsetmek yerinde olacaktır.

1.5.1.Çevik Üretim Sistemi

ÇÜ, sürekli değişen müşteri gereksinimlerine yanıt verebilecek bir sistemdir ve aynı zamanda, üretim zamanını azaltan, kaliteyi arttıran ve de ürün tasarımının hızlı değişimlerine olanak veren bir çağdaş üretim sistemidir. Yoğun rekabet koşullarında, işletmelerin başarılı biçimde varlıklarını sürdürebilmeleri için, müşterilerinin hızla değişen gereksinimlerine eş anlı yanıt verebilmeleri ile doğru orantılıdır.

Çevik üretimin temel amaçlarından biri, parti tipi üretimin birtakım avantajlarının, çeşitli yöntemler kullanılmak suretiyle kitle üretime kazandırılmasıdır denilebilir. ÇÜS'ün, öngörülemeyen sorunlara karşı hazırlıklı olması ve bu ortamlarda çalışabilen bir esnek sistem tasarımı sunması yönüyle "proaktif" bir yaklaşıma sahip olduğu söylenebilir (Gökşen, 2002, 67). Çeviklik yaklaşımı , bir işletmenin tüm hayati fonksiyonlarının ve tüm faaliyetlerinin esnek bir yapı kazandırılmasını gerektirmektedir.

Geleneksel işyeri düzeni sistemlerinden ayrı olarak incelenen grup teknolojisi ve onunla bağlantılı hücreli üretim ve esnek imalat sistemlerinin ardından gezi ve ilişki çizitleri konusuna değinilecektir. Gezi ve ilişki çizitleri konularına başlamadan önce bir giriş niteliğinde işyeri düzeni planlaması hakkında bilgi verilip bağlantı yapılacaktır.

1.6. Gezi ve İlişki Çizelgeleri

İşyeri düzeni planlamasının çözümsel yöntemlerinin geliştirilmesinde amaç işlevinin ne olacağına saptanmasıdır. Örneğin; makineden yararlanılmasının en büyüklenmesi, hareketlerin en küçüklenmesi gibi. Tüm yerleşim düzenlerinin ortak temel noktası hareket için gereksinim duyulmasıdır.Görsel planlama yordamlarında bile hareketin en küçükleştirilmesi zorunluluğu ön planda yer alır ve ancak başlangıç düzenlemesinin sağlanmasından sonra ek amaçlar ele alınarak gerekli değişiklikler başlangıç tasarımı üzerinde gerçekleştirilir. Üretim çalışmalarında hareket genellikle materyal aktarmadan oluşur ve kullanılan aktarma aracı, alınan uzaklık ve geçen süre toplam maliyet giderlerini etkiler. Ancak düzen planlamasında, özellikle kağıt üzerindeki yeni düzenlerde, çoğunlukla harekette kapsanan uzaklık ölçülür. Her aktarma işlemi normalde alma, hareket ve koyma öğelerinden oluşur. Öğelerden

yalnızca hareket ögesi değişir karakterdedir. Bu nedenle toplam materyal aktarma maliyetlerinin en küçüklenmesinin birincil amaç ve toplam alınan uzaklığın da temel ölçüt olarak kabul edilmesi ussal olarak kabul edilmektedir. (Demir ve Gümüőöđlu, 2000; 257)

Bir işyerinin sürece göre planlanmasında en önemli sorunlardan biri türlü süreç yerlerinin görelî olarak yerleştirilmesinde en ekonomik yerleştirmenin saptanmasıdır. Bir düzenlemeyi seçmede temel ölçüt genellikle, materyal aktarma maliyeti olmaktadır. Bu ölçüde göre öyle bir düzenleme planlanmalıdır ki, süreç yerlerinin görelî olarak yerleştirilmeleri sonucunda, materyal aktarma maliyetleri tüm yerler için en küçüklenebilsin.

1.6.1. Gezi Çizelgesi

1.6.1.1. Gezi Çizelgesinin Genel Tanıtımı

Gezi çizelgesi en geniş anlatımıyla; işçilerin, materyallerin ya da donatım araçlarının olanaklar (bölüm, makine) arasında, belli bir zaman dönemindeki devinimlerini sayısal olarak çizelge üzerinde gösteren bir tekniktir. Ancak daha çok, ilgili didinmeler ya da olanaklar arasındaki materyal akımı niceliklerini özetlemekte yararlanılan bir matris tekniği anlamında kullanılır. (ILO, 1969; 162) Gerçekte bizi ilgilendireni de bu kullanılışıdır. İşçilerin devinimlerini özetlemede kullanılan gezi çizelgesine daha çok hizmet işletmelerinde, bürolar arası bilgi iletişimi ilişkilerini saptama nedeniyle gereksinim duyulur. (MPM, 1997; 266)

“Giriş- Çıkış Çizelgesi” (from-to chart), “Çapraz Çizelge” (cross chart) adlarıyla da anılan gezi çizelgesi, karayolları haritalarında yer alan şehirler arası uzaklık çizelgelerine benzer. Ancak, yine de temel özellikleri yönünden ondan ayrıldığı noktalar vardır. Bu noktalar şu şekilde ifade edilebilir:

1. Uzaklık çizelgesinde rakamlar, köşegenin yalnız bir yanında yer aldığı halde gezi çizelgesinde köşegenin her iki yanında da yer alır. Bunun nedeni İstanbul'dan Ankara'ya olan uzaklık, Ankara'dan İstanbul'a olan uzaklığa eşit olmasına karşın; freze bölümünden toma bölümüne

taşınan materyal sayısının, toma bölümünden freze bölümüne taşınan materyal sayısına eşit olmamasıdır.

2. Gezi çizelgesinde genellikle bir olanağa ilişkin sıradaki değerlerin toplamı, yine o olanağa ilişkin kolondaki değerlerin toplamına eşittir. Toma bölümüne giren materyal sayısının toma bölümünden çıkan materyal sayısına eşit olması doğaldır. Karşıt durumda çizelgeleme işleminde yanılıya düşüldüğü anlaşılacağından bu özellik gezi çizelgesinin kontrolünde kullanılır.

Gezi çizelgesinin bu özelliği her zaman geçerli değildir. Kullanılan materyal akımı ölçü birimine bağlı olarak bir olanağa giren materyal ölçüsünün çıkan materyal ölçüsünden büyük olduğu durumlar da vardır; üretim sırasında kimi materyallerin tüketilmesi ya da öteki materyallerle montaj yapılması buna örnek olarak gösterilebilir. Ancak kırıntı, döküntü gibi artıklar taşınmayı gerektirdiğinden bu eşitliği bozmaz.

Öte yandan değişik biçim, yoğunluk, dayanıklılık ve değerde olan değişik dikkat ve özen gerektiren materyallerin taşınan niceliklerinin saptanmasında ortak bir ölçü birimine gereksinim duyulur. Gerek materyal aktarma sistemlerinin tasarlanması ve gerekse gezi çizelgelerinin hazırlanmasında; varil, ton, paket, kasa,.. gibi ayrı taşıma birimleriyle anlatılan materyallerin ortak bir birim-yük sayısı ile belirtilmesi kaçınılmaz olmaktadır. (Muther ve Haganas, 1978) Bu amaçla "Büyükük Sayısı" (Mag Count=Magnitude Count) ölçme birimi geliştirilmiştir. Taşınan malzemelerin ağırlık, hacim, dış şekil, fiziksel hal, taşımada kendisinin hasarlanması veya çevreye zarar vermesi, maddi değer açısından farklılıklar göstermesi halinde malzeme hareketlerini ortak bir birim ile ifade etmede kullanılır. Özellikle çok çeşitli ve farklı mamul üretimlerinde, standart materyal aktarma teçhizatları kullanılmadığında, yarı-mamul taşınabilirliği için geçerli bir birim olan MAG sayısı her bir kalem üretim için üretim oranları ile çarpılmak suretiyle, üretim departmanları arasında taşınan materyallerin akım yoğunluğu tespit edilir.

Q = Üretim miktarı

M = MAG sayısı

V = Materyal akım yoğunluğu

$$V = Q \cdot M$$

M: Ortalama malzeme olduğundan 1 inç³ lük bir tahta parçasını esas almaktadır.

$$MAG = A(1+(B+C+D+E+F)/4)$$

$$10 \text{ inç}^3 = 1 \text{ MAG}$$

Formüldeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

A: Temel değer; genellikle cismin büyüklüğünü gösterir. Ağırlık ya da hacim olarak ağırlıktır. Hacim değeri değildir.

B: Hacim ve yoğunluk

C: Dış şekil

D: Çevreye hasar verme riski / Kendisinin hasarlanma riski

E: Fiziksel durumu

F: Malzemenin değeri veya maliyeti

1 MAG 10 inç³ büyüklükteki küp şeklindeki tahta parçasını ifade eder. Yeterince katı, ön tanzimsiz ve istiflemesiz olarak bir el ile taşınabilecek parça söz konusudur. (Ders notları, 2000)

Formülden anlaşılacağı gibi materyal aktarmada en önemli etmen malzemenin boyutudur. Diğer etmenler ancak A etmeninin %25'i oranında MAG değerine katkıda bulunurlar. A etmeni ölçüsünün belirlenmesinde aşağıdaki tablodan yararlanılır. (Ertürk, 1999, 144)

Tablo 1: Malzeme Boyutu İçin MAG Değerleri

<u>Hacim (cm³)</u>	<u>MAG Değeri</u>
0.075	0.005
1.5	0.05
15	0.25
150	1
1500	3.5
15000	10
150000	25
1500000 (=1.5 m ³)	50

Kaynak: Ertürk, 1999, 144

B, C, D, E, F etmenleri için tablodan yararlanılabilir.

Tablo 2: Materyal Yoğunluk, Biçim, Risk ve Durum Etmenleri İçin MAG Değerleri

Etmen	Açıklama	MAG Değeri
Malzeme Yoğunluğu	ok Hafif ve Boğ	-2
	Hafif	-1
	Orta Ağırlıkta	0
	Oldukça Ağır ve Yoğun	1
	ok Ağır ve Yoğun	2
Malzeme Biçimi	ok Kolay Yiğilabilen Tam Düzgün ve Birbiri İçine	-3
	Rahatlıkla Koyulabilen	
	Kolay Yiğilabilen, Oldukça Düzgün, ve Birbiri İçine Koyulabilen	-2

	Kolay Yığılabilen ve Oldukça Düzgün	-1
	Yığılma Özelliğine Sahip	0
	Uzun Yuvarlak ve Kısmen Düzgün	1
	Uzun, Kübik	2
	Çok Uzun, Bükük ve Düzensiz	3
	Çok Uzun, Çok Bükük ve Düzensiz	4
Malzemeye veya Çevreye Zarar Verme Riski	Hiçbir Şekilde Zararın Söz Konusu Olmaması (hurdalar)	-2
	Normal Koşullarda Zararın Söz Konusu Olmaması (döküm parçaları)	-1
	Önemsiz Zararların Söz Konusu Olması	0
	Ezik, Çizik, Vuruk vb. Estetik Açıdan Zararların Söz Konusu Olması (Küçük Kusurlar)	1
	Düzeltililebilecek Fonksiyonel Zararların Söz Konusu Olması (Büyük Kusurlar)	2
	Düzeltililemeyecek Fonksiyonel Zararların Söz Konusu Olması (Kritik Kusurlar)	3
	Malzeme ve Çevreye Önemli Zararların Söz Konusu Olması (Yanıcı, Parlayıcı, Patlayıcı Malzemeler)	4
Malzemenin Durumu	Temiz ve Elle Taşınabilen	0
	Kirli, Yağlı, Elle Taşınması Zor	1
	Çok Yağlı, Sıcak, Elle Taşınması Çok Zor	2
	Çok Sıcak, Çok Soğuk, Yapışkan	3
	Özel Teçhizat Gerektiren (Eritilmiş Çelik, Sağlığa Zararlı vd.)	4
Malzemenin Değeri	Değersiz	0
	Az Değerli	1
	Orta Değerde	2
	Oldukça Değerli	3
	Çok Değerli	4

Kaynak: Ertürk, 1999, 145

Tablo incelendiğinde sınıflandırmanın kısmen sübjektif olduğu görülür. Ancak tesis yeri düzenleme çalışmasında önemli olan malzemelerin birbirlerine göre taşıma zorluklarının belirlenmesidir. Bu nedenle uygulamada incelenen malzemelerin birbirlerine göre olan MAG değerlerinin sağlıklı bir şekilde belirlenmesi yeterli olacaktır. Bu bilgilerin ardından gezi çizelgesinin kullanılma alanları konusuna değinilecektir. (Ders Notları, 2000)

1.6.1.2. Gezi Çizelgesinin Kullanılma Alanları

Gezi çizelgesi hakkında verilen bu bilgilerin ardından gezi çizelgesinin kullanılma alanlarını maddeler halinde sıralamamız yerinde olacaktır.

Gezi çizelgesinden: (Apple, 1973; 267)

1. Olanakların birbirlerine göre yerlerinin saptanmasında,
2. Materyal akım yollarının belirlenmesinde,
3. Almaşık materyal akımı yollarının kıyaslanmasında,
4. Süreç sırasında gezilen uzaklıkların kısaltılmasında,
5. Olanaklar arasında kantitatif ilişkilerin belirtilmesinde buna göre materyal aktarma yöntemlerinin saptanmasında
6. Üretim kontrol problemlerinin gösterilmesinde yararlanır.

1.6.1.3. Gezi Çizelgesinin Hazırlanması

Gezi çizelgesi olanaklar arasındaki materyal akımı sayılarını gösterdiğine göre, belirli bir dönemde taşınan değişik türdeki materyallerin ortak bir ölçü birimiyle belirtilmiş büyüklüklerinin gezi çizelgesinde yer alması gerekir. Gezi çizelgelerinde olanaklar arası materyal alışverişlerini belirtmede en yaygın kullanılan ortak ölçü, birim-yük sayısıdır. Bir birim-yük; eldeki materyal aktarma sistemine bağlı olarak bir seferde taşınabilecek materyal sayısıdır. Örneğin bir palet, birim-yükü belirtiyorsa ve palete A parçasından 15, B parçasından ise 5 tane yüklenebiliyorsa, 1 ayda üretilen; 150 A parçası 10 birim-yük, 120 B parçası da 24 birim-yük eder. Değişik amaçlarla gezi çizelgesine girdi olarak sokulabilecek ölçü birimleri: (Kanawaty, 1997; 266)

1. Belirli bir dönemde olanaklar arasındaki sefer (birim-yük) sayıları
2. Belirli bir dönemde taşınan materyal miktarı, (daha çok materyaller türdeş ise kullanılır)
3. Belirli bir dönemde taşınan materyallerin ağırlığı,
4. Olanaklar arasında akan materyallerin üretim içindeki ya da toplam kazanç içindeki payı

Bu açıklamaların ardından bir gezi çizelgesi örneği vermemiz yerinde olacaktır.



Tablo3: Gezi Çizelgesi

GİRİŞ ÇIKIŞ	Teslim Alma 1	Geçici Depolama 2	Testere 3	Torna 4	D.B. Torna 5	Matkap 6	Freze 7	Taşılama 8	Kurgu 9	Yapın Depolama 10	Gönderme 11	Toplam
1 Teslim Alma		600										600
2 Geçici Depolama			400	100			100					600
3 Testere				350	50							400
4 Torna						100	450					550
5 D.B. Torna							50					50
6 Matkap				100					150	100		350
7 Freze						50		450	100			600
8 Taşılama						200			250			450
9 Kurgu										500		500
10 Yapın Depolama											600	600
11 Gönderme												
TOPLAM		600	400	550	50	350	600	450	500	600	600	

Kaynak: Özden, 1979; 59

1.6.2. İlişki Çizelgesi

İlişki çizelgeleri bölümlerin yerleştirilmesinde materyal akımı dışında kalan ilişkileri içeren diğer bir yakınlık ölçüsüdür. Materyal akımı ilişkileri yalnız başına yerleştirme düzeni tasarım temeli olamaz, çünkü; (Muther, 1970; 51)

1. Aralarında bildiğimiz anlamda materyal akımı olmayan; takım odası, bürolar, soyunma odaları gibi destekleyici hizmet yerlerinin üretim bölümleriyle bütünleştirilmesi için bir ilişki ölçüsüne gereksinim vardır.
2. Elektronik ve mücevher fabrikalarında olduğu gibi gün boyunca taşınan materyallerin birkaç kiloyu bulmadığı işyerlerinin düzenlenmesinde başka bir ilişki ölçüsüne gereksinim vardır.
3. Hizmet işletmelerinin yerleştirilmesinde ayrı bir ilişki ölçüsüne gereksinim vardır.
4. Yoğun materyal aktarma faaliyetlerini içeren endüstri işletmelerinde bile materyal akımı ilişkilerinin yalnız başına yakınlık ilişki ölçüsü olamayacağı durumlar vardır. (pislik ve tehlikeden kaçınma gibi)

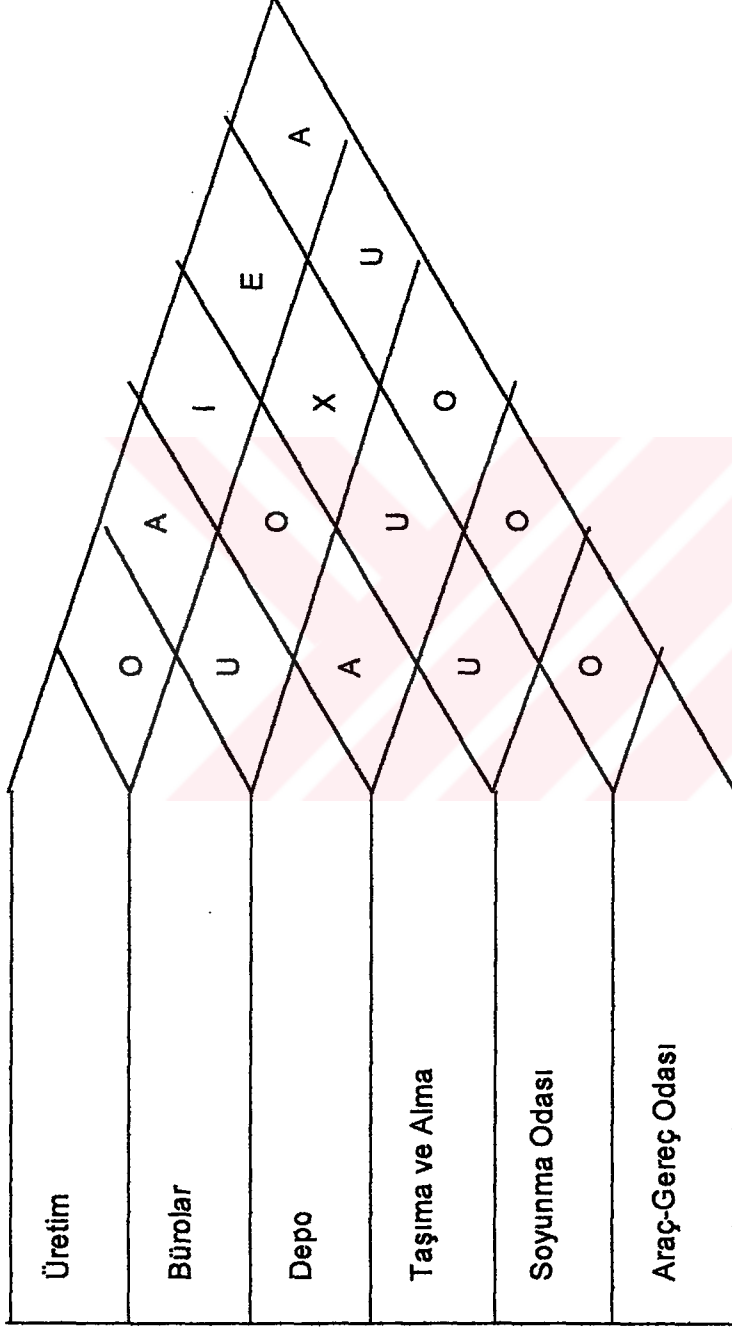
Tesis yeri düzenlemede materyal aktarma etmeninin en önemli etmen olduğu ancak tek başına yerleştirme düzeni tasarımında temel olamayacağı önceki paragrafta belirtilmiş ve nedenleri maddeler halinde verilmişti. Bununla bağlantılı olarak; materyal akış yoğunluğunun yanı sıra önemli olan diğer yakınlık etmenleri aşağıda verilmiştir. (Ertürk, 1999, 149)

1. Aynı ekipmanı (takım, tertibat, teçhizat) kullanma
2. Aynı personeli kullanma
3. Aynı sahayı kullanma
4. Personel arasındaki ilişki, iletişim
5. Evrak akışındaki sıra, evrak ilişkisi, aynı evrakı kullanma
6. Gürültü, titreşim, koku ve tehlikeli noktalarından uzak olma
7. Benzer işleri yapma
8. Estetik
9. Temizlik, bakım kolaylığı

10. Stok kontrol
11. Fire kontrol
12. Denetim kolaylığı
13. Acil müdahale zorunluluğu

İlişki çizelgesi hakkında verilen bu kısa bilgilerden sonra bir ilişki çizelgesi örneği vermek yerinde olacaktır.





Şekil 2: İlişki Çizelgesi
 Kaynak: Russell ve Taylor, 2000; 289

İlişki şemasında kullanılan harflerin anlamları ve ifade edilme şekilleri aşağıda bir tablo halinde gösterilmiştir.

Tablo 4: İlişki Çizelgesinin Temelleri

DEĞER	İLİŞKİ	ÇİZGİ SAYISI	DEĞERİ
A	Yakınlık kesinlikle gerekli	=====	4
E	Yakınlık çok önemli	=====	3
I	Yakınlık önemli	=====	2
O	Yakınlık istenir	=====	1
U	Yakınlık önemsiz		0
X	Yakınlık arzu edilmez	~~~~~	-1

Kaynak: Russell ve Taylor, 2000; 266

2. MATERYAL AKTARMA SİSTEMLERİNİN TASARIMI

2.1. Materyal Aktarmada Etkin Olan Faktörler

Bir tesiste, taşıma faaliyetlerinde kullanılan yöntemlerin ve araçların cinsini belirleyen faktörler vardır. Materyal aktarma sisteminin tasarlanması taşınacak materyalin analizi ile başlamalıdır. Materyal aktarma ile ilgili faktörler bir tablo halinde verilmiştir.



Tablo 5: Materyal Aktarmanın Karakteristikleri

Taşıyacak malzemenin şekli	Taşıyacak malzemenin karakteristikleri	Taşıyacak malzemenin miktarı	Taşıyıcı kabın cinsi	Taşıma yönü ve uzaklığı	Taşıma hızı	Taşıma ortamı	Taşıyacak yer	Taşıma sıklığı	Taşımada kullanılan insan gücü	Taşıma araçlarının cinsi
Katı	Uçucu	Adedi	Kutu	Yatay	Düzensiz	Zemin	Ambar	Birim	Aletsiz	Tahriksiz
Sıvı	Yanık	Ağırlığı	Tahta	Düşey	Değişken	Ray	İş istasyonu	zamandaki taşıma	Basit aletle	Tahrikli
Gaz	Sıcak	Hacmi	sandık	Eğik	Senkronize	Platform	Tesis dışı	sayısı	Tahriksiz araçla	Elektrikli
Ufak taneli	Kırılgan		Palet			Kanal		Düzenlilik derecesi	Motorlu araçla	Havali
İri taneli	Bozulan		Çuval			Boru hattı		Belirsizlik özelliği	Uzaktan kumandalı araçla	Hidrolik
	Islak		Balya			Tüp			Tam otomatik araçla	
	Kirli		Şişe							
	Yapışkan									

Kaynak: Groover, 1992, 36

2.2. Materyal Aktarma İlkeleri

Etkin bir materyal aktarma sisteminin oluşturulabilmesi, bir takım ilkelere uyulması ile gerçekleşebilir. Tasarım problemlerinin çözümüne önemli bir katkı tasarım ilkeleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Materyal aktarma ilkelerinin şu ana başlıklar altında toplanması mümkündür. (Maleki, 1991, 172)

1. Oryantasyon ilkesi
2. Planlama ilkesi
3. Sistem ilkesi
4. Birim yükleme ilkesi
5. Boşluklardan yararlanma ilkesi
6. Standardizasyon ilkesi
7. Ergonomi ilkesi
8. Enerji ilkesi
9. Ekoloji ilkesi
10. Mekanizasyon ilkesi
11. Esneklik ilkesi
12. Basitleştirme ilkesi
13. Yerçekimi ilkesi
14. Güvenlik ilkesi
15. Komputersizasyon ilkesi
16. Sistem akış ilkesi
17. Yerleşim ilkesi
18. Maliyet ilkesi
19. Bakım ilkesi
20. Kullanışlılık ilkesi

Bu ilkelerin ifade ettiği anlamlar birkaç cümle ile şu şekildedir. (Askin ve Standridge, 1993)

Oryantasyon ilkesi: Mevcut yöntem ve problemleri, fiziksel ve ekonomik kısıtları belirlemek ve geleceğe yönelik amaç ve gereksinimleri ortaya koyabilmek

için bir ön planlama çalışması yapmadan önce doğrudan problemlerin üzerine gidip onları ayrıntısıyla incelemek.

Planlama ilkesi: Temel gereksinimleri, arzu edilen durumları ve tüm materyal aktarma ve depolama faaliyetlerini içeren bir plan hazırlamak.

Sistem ilkesi: Bu aktarma ve depolama faaliyetleri ile üretim, paketleme, denetleme sistemlerini bütünleştirme ve koordine etmek.

Birim yükleme ilkesi: Büyük fakat pratik yükleme birimi kullanmak.

Boşluklardan yararlanma ilkesi: Tüm kübik boşlukları etkin biçimde kullanmak.

Standardizasyon ilkesi: Mümkün olan her zamanda standart ekipman ve yöntemleri kullanmak.

Ergonomi ilkesi: Sistemin tasarlanması anında insan kaynaklarını ve insan-makine etkileşimlerini tanımlamak

Enerji ilkesi: Ekonomik karşılaştırmalarda enerji tüketimini göz önünde bulundur.

Ekoloji ilkesi: Çevreye zararlı olabilecek etkileri minimize etmek.

Mekanizasyon ilkesi: Etkinliği arttırmak için olanaklı olan her yerde mekanizasyona geçmek.

Esneklik ilkesi: Değişik koşullar altında değişik faaliyetleri gerçekleştirebilecek donanım ve yöntemleri kullanmak.

Basitleştirme ilkesi: Mümkün olan yerlerde taşıma adımlarını basitleştirmek ve elimine etmek

Yerçekimi ilkesi: Yerçekiminin işletmeye getirdiği ek maliyet olmadığından mümkün olan her yerde yerçekiminden yararlanmak.

Güvenlik ilkesi: Kazanılmış tecrübeleri, kodlara bağlı donanım ve güvenli yöntemleri kullanmak.

Komputerizasyon ilkesi: Kontrolü iyileştirmek amacıyla taşıma ve depolama sistemleri için on-line veri sağlama imkanlarını göz önünde bulundurmak.

Sistem akış ilkesi: Veri ve materyal akışlarını bütünleştirmek.

Yerleşim ilkesi: Çoklu yerleşim çözümlerini analiz edip en etkin olanını seçmek.

Maliyet ilkesi: Taşınan birim başına maliyete dayalı alternatifleri karşılaştırmak.

Bakım ilkesi: Taşıma ekipmanları üzerinde koruyucu bakım imkanlarını kullanmak.

Kullanışlılık ilkesi: Ekipmanların yenilenmesinde yaşam ömrüne bağlı maliyetler için ekonomik bir plan hazırlamak.

2.3. Materyal Aktarma Sistem Tasarımı

Yukarıda açıklanan ilkelere dayanarak, mevcut sistemi iyileştirme fırsatlarının belirlenmesini kolaylaştırmak için kontrol listeleri geliştirilmiştir. Kontrol listeleri aynı zamanda yeni sistemleri tasarlamada faydalı bir amaca hizmet etmektedir. Bu kontrol listelerinin ana yapısı aşağıda verilmiştir.

Tablo 6: Materyal aktarma verimliliği kontrol listesi
MATERYAL AKTARIMI KONTROL TABLOSU

Departman: _____ Bina: _____ Tesis: _____
 Gün: _____ Denetlemeyi yapan kişi: _____

Olası verimlilik iyileştirme fırsatlarını gösteren koşullar	Mevcut koşullar	Bunu düzeltmek için ihtiyacımız olanlar				
		Denetçi	Yönetim	Analistik incelemeler	Sermaye yatırımı	Diğer (yorumlar için)
Materyal aktarımındaki gecikmeler						
Taşımada aşırı materyal yığılması						
Materyal kıtlığı için üretim ekipmanı						
Yoğun trafik						

Manuel taşıma								
Eski model taşıma ekipmanı								
Yetersiz taşıma ekipmanı								
İşlemler arasındaki uyum dengesizliği								
Materyaller açısından kötü işyeri yerleşimi								
Elle yükleme teknikleri								
Depolama esnasında aşırı atık kutu oluşması								
Servis kısımlarının kötü yerleşimi								
Tesis konteynir standardizasyonunun eksik olması								
Birim yükleme tekniklerindeki eksiklikler								
Aşırı materyal aktarma ekipmanı bakım maliyeti								
Aynı parçanın tekrar taşınması								

Doğrudan doğruya işçiler tarafından yapılan taşıma									
Malzeme için hareket eden operatörler									
Kötü tekniklerle taşınan malzemeler									
Dolaylı ödemelerin yüksek olması									
Bürokrasi nedeniyle bekleyen malzemeler									
İzah edilemeyen gecikmeler									
Atıl durumda kalan işçilik									
Uygun konumlandırılmayan denetim noktaları									
Elle yapılan tehlikeli kaldırmalar									
Yanlış yönlendirilen materyal									
Taşıma ekipmanlarında standartlaştırmanın düşük düzeyde olması									

Materyal, donanım ve personel için uzun hareket mesafeleri									
Materyalin aynı yoldan geri gitmesi									
Standartlaştırılmamış süreç rotaları									
Grup teknolojisi yerleşimi için bulunan fırsatlar									
Ürüne göre yerleşim için bulunan fırsatlar									
Süreç yerleşimi için bulunan fırsatlar									
Modüler materyal aktarma sisteminin olmaması									
Modüler iş istasyonlarının olmaması									
Kullanılmayan otomatik tanımlama sistemi									
Materyal aktarma ekipmanlarının boş hareket etmesi									

Farklı koşullarda aynı şekilde davranma eğilimi									
Aşırı miktardaki atıkların ortadan kaldırılması									
Merkezleştirilmiş depolama									
Merkezleştirilmemiş depolama									
Materyal aktarma görevinde çalışanlar için ayrı bir sistemin olmaması									
Otomatik materyal aktarımı									
ekipmanlarının düşük düzeyde kullanımı									
Sabit yoldaki aktarma işlemleri için kullanılan farklı ekipmanlar									
Genişleme ve/veya değişmeye olanak sağlamayan sistem									
Endüstriyel robotların kullanımının düşük düzeyde olması									

İmalat aşamasından önce bir hazırlığın yapılmaması								
İşin önceden hazırlanmış bir modelinin olmaması								
Otomatik yükleme/boşaltmadaki yetersizlikler								
İş istasyonundaki kötü materyal aktarımı								
Endüstriyel kamyon bağlantılarının eksikliği								
Gereksinimleri karşılamayan ekipman kapasitesi								
Materyal aktarma sistemine elle malzeme taşınması								
Yükleri sabitleştirmede donanım eksikliği								
Uzun vadeli bir materyal aktarma planının mevcut olmaması								
Materyal aktarma ekipmanının kısa-aralıklar için ayrıntılı programlarının olmaması								

Kısıtlı depolama alanı									
Boşluklardan yeterince yararlanmama									
Rasgele depolama									
Depolamada ABC sınıflamasının olmaması									
Manuel stok konumlandırma sistemi									
Parça numaralarındaki standardizasyon eksikliği									
Kullanımda formel bir denetleme sisteminin olmaması									
Aşırı hızda çalışan ekipman									
Materyal aktarma ekipmanları ile geçiş kapılarının uyumsuzluğu									
Duman ve zehir detektörünün bulunmaması									
Zararlı ve patlayıcı materyalin ayrılıp belirlenmemesi									

Enerji yükleme alanlarındaki havalandırma eksikliği									
Güvenliğe alınmamış giriş ve çıkışlar									
Kapıların yakınına konumlandırılmış atık ve çöp konteynirleri									
Yangın söndürücü sayısının yetersiz olması									
Yangında uğranılacak kayıplara karşı bir planın olmaması									
Materyal aktarma ekipmanlarını kullanan operatörler için formal bir eğitimin olmaması									
Önleyici bakım programının olmaması									
Ekipman yer değiştirme programının olmaması									
Merkezeleşmemiş alma ve taşıma									
Bir defada toplanan siparişler									

Standardize olmayan kötü kaliteli taşıma rayları									
Süreç esnasındaki kontrolün kötü yapılması									
Etkin olmayan ısılandırma									
Depolanmış materyal için aşırı ısıtma ve havalandırma araçları									
Yanlış konumlandırılmış aydınlatma ve ısıtma araçları									
Temiz olmayan katlar									

Kaynak: Thompkins, White, Bozer, Frazelle, Tanchoco ve Trevino, 1996; 120

Yeni ya da geliştirilmiş materyal aktarma sisteminin tasarlanmasında, altı aşamadan oluşan mühendislik tasarım süreci kullanılabilir. Bu süreç aşağıdaki adım ya da evrelerden oluşmaktadır. (Thompkins, White, Bozer, Frazelle, Tanchoco ve Trevino, 1996, 119)

1. Amaçları ve materyal aktarma sisteminin alanını tanımlayınız.
2. Materyal aktarma, depolama ve kontrolü için gereksinimleri analiz ediniz.
3. Materyal aktarma sistemi gereksinimlerini karşılamak için alternatif tasarımlar oluşturunuz.
4. Alternatif materyal aktarma sistemi tasarımlarını değerlendiriniz.
5. Materyal aktarma, depolama ve kontrolü için tercih edilecek tasarımı seçiniz.
6. Tedarikçilerin seçilmesi, personelin eğitimi, ekipmanın kurulması ve başlatılması ve sistem performansının periyodik olarak denetlenmesini içeren tasarımı uygulayınız.

Tasarım süreci boyunca, soru sorma davranışı benimsenmelidir. Neden, ne, ne zaman, nasıl, kim, ve hangisi soruları düzenli olarak sorulmalıdır. En azından belirtilmesi gereken temel sorular aşağıdaki gibidir.

Neden

1. Neden taşıma gereklidir?
2. İşlemler belirli bir düzende gerçekleştirilmekte midir?

Ne

1. Ne taşınmaktadır?
2. Gerekli veriler nelerdir?
3. Alternatifler nelerdir?
4. Her bir alternatifin maliyetler açısından fayda ve zararları nelerdir?
5. Otomasyona gidilmesi gereken alanlar nelerdir?
6. Manuel çalışma yapılması gereken alanlar nelerdir?

7. Hiç yapılmaması gerekenler nelerdir?
8. Diğer firmaların problemleriyle bağlantılı problemler nelerdir?
9. Alternatif tasarımları değerlendirmek için hangi ölçütler kullanılacaktır?

Nerede

1. Malzeme taşıma nerede gereklidir*
2. Materyal aktarma problemleri nerelerde bulunmaktadır?
3. Materyal aktarma ekipmanı nerede kullanılmalıdır?
4. Malzeme taşıma sorumluluğu örgüt yapısının neresinde olmalıdır?
5. Gelecekteki değişimler nerelerde olacaktır?
6. İşlemler nerelerde birleştirilecek, elimine edilecek ya da basitleştirilecektir?
7. Malzeme nerede stoklanmalıdır?

Ne zaman

1. Malzeme ne zaman taşınmalıdır?
2. Ne zaman otomasyona gidilmelidir?
3. Ne zaman genişlemeye gidilmelidir?
4. Ne zaman satıcı firmalara danışılmalıdır?

Nasıl

1. Malzeme nasıl taşınmalıdır?
2. Malzeme taşıma problemlerini nasıl analiz ederim?
3. Malzeme taşıma hakkında nasıl daha fazla bilgi edininirim?
4. Alternatifler arasında nasıl seçim yaparım?
5. Malzeme taşıma performansını nasıl ölçerim?

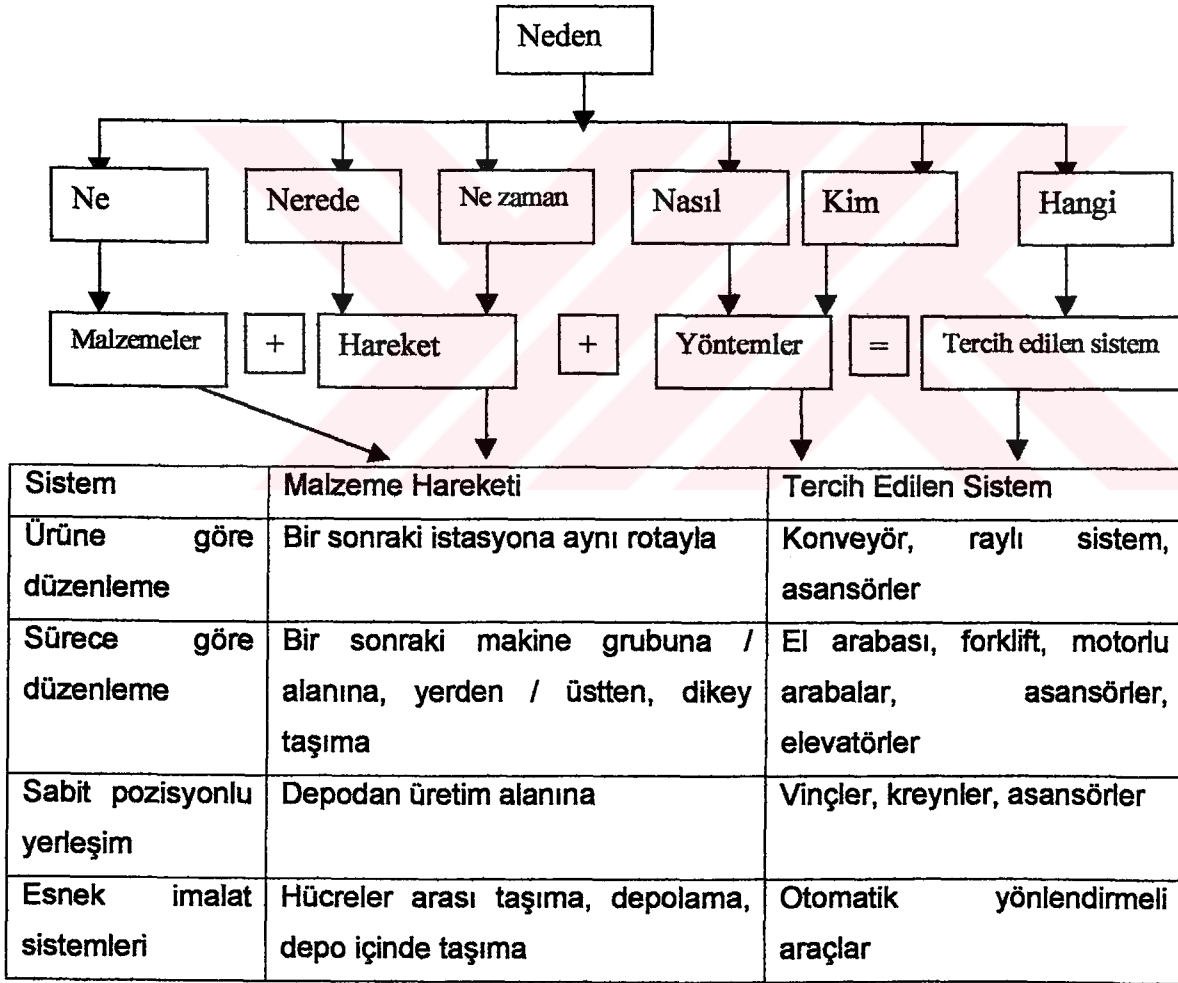
Kim

1. Malzemeyi kim taşımalıdır?
2. Sistemin tasarımıyla kim ilgilenmelidir?

3. Sistemin değerlendirilmesiyle kim ilgilenmelidir?
4. Sistemin kurulmasıyla kim ilgilenmelidir?
5. Sistemin denetlenmesinden kim sorumlu olmalıdır?
6. Geçmişte kim benzer problemlerle karşı karşıya kalmıştır?

Hangi

1. Hangi işlemler gereklidir?
2. Hangi problemler öncelikle incelenmelidir?
3. Hangi tip ekipman göz önünde bulundurulmalıdır?
4. Hangi alternatifler tercih edilmelidir?



Şekil 3. Malzeme Taşıma Sistemi Denklemi

Kaynak: Thompkins ve. White, 1984'ten geliştirilmiştir.

Şekil 3'te görüldüğü gibi, neden sorusu olanla olması gerekeni birbirinden ayırmayı sağlarken; ne ve neden sorularını sormak taşınması gereken doğru materyali tanımlar; nerede, ne zaman ve neden soruları gerçekleştirilecek hareketlerin gerekli olup olmadığını belirler; nasıl, kim ve neden soruları kullanılacak doğru yöntemi oluşturma imkanı tanır; hangisi ve neden soruları ise tercih edilen tasarımı ortaya çıkarır. Malzeme taşıma problemlerini analiz etmede göz önüne alınması gereken faktörler; malzemelerin tipi, çeşidi, fiziksel özellikleri, taşınacak malzemenin miktarı her bir hareketin başlangıç ve bitiş noktaları, yapılması gereken hareketlerin sıklığı, ekipman alternatifleri, taşınacak birimler ve diğerlerinden oluşmaktadır. Malzeme özellikleri ve hareket ya da akış gereksinimleri materyal akışı olarak adlandırılır. Böylelikle, materyal akış sistemi ihtiyaçlarını geliştirmek için taşınacak, depolanacak ve kontrol edilecek malzeme ve sistemin akış gereksinimleri üzerinde yoğunlaşılmalıdır (Thompkins ve White, 1984, 132). Şekilde esnek imalat sistemlerinde kullanılacak bir materyal aktarma sistemi için model oluşturulmaya çalışılmıştır. Esnek imalatın gerçekleştirilebilmesi için optimum birim yüklemenin saptanması gerekmektedir. Bunun tespitinde kullanılan veriler; sistem rehber yolu, taşınması gereken malzeme miktarı, materyal aktarma araçlarının hızı, materyal aktarma araçlarının kapasitesi, aracın boş gezme oranı, aracın beklemesinin ceza maliyeti, materyal aktarma araçlarının sayısıdır (Narendran, 1992)

Malzeme taşımada yapılan iyileştirmelerin firmaya sağladığı yararlar aşağıdaki gibidir:

1. Maliyetleri azaltır.
2. Hasarı azaltır.
3. Yerden tasarruf sağlar.
4. Ekipmanın faydasını artırır.
5. Verimliliği artırır.
6. Çalışma koşullarını iyileştirir.

Malzeme taşımada yapılan iyileştirmeler yukarıda belirtilen yararları sağlamasına rağmen, söz konusu iyileştirmeler aşağıdaki olumsuzluklara da yol açmaktadır.

1. Sermaye gereksiniminin artması
2. Esnekliğin azalması

Bu fayda ve zararlarından ötürü söz konusu alternatiflerin kısa ve uzun dönemdeki etkileri ele alınmalıdır.

Malzeme taşıma sistemlerinin tasarlanmasında soruşturma tekniğinin önemini vurgulamak amacıyla kullanılan alternatif bir yöntem aşağıdaki ifade şeklinde verilmiştir. (Thompkins ve White, 1984, 134)

Σ [Neden (Nerede + Ne + Ne zaman)]

Hareketler

Malzeme taşıma faaliyetleri imalat içerisindeki toplam işleme masraflarının %10'u ile %80'i arasında olduğu tahminlenmektedir. Dahası, etkin bir tesis planlaması ile bu maliyetlerin en azından %10 ile %30 arasında azaltılabileceği genellikle kabul edilmektedir. Böylelikle, etkin bir tesis planlaması uygulanırsa, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yıllık imalat verimliliği son 15 yıl içerisinde herhangi bir yıldan yaklaşık 3 kat fazla olacaktır. (Thompkins ve White, 1984, 135)

2.4. Taşıma Araçlarının Karakteristikleri

Tesislerde materyal aktarmada kullanılan araçlar tasarım, performans, gördükleri iş ve fiyat gibi faktörler açısından çok çeşitlidir. Yeni araç alırken, yüzlerce çeşit aracı her bir özellik itibarıyla, ayrıntılarıyla değerlendirmek ve birbiriyle kıyaslamak güçtür. Araçları bazı ortak özelliklerine göre karşılaştırmak daha pratik bir yaklaşımdır. Farklı görünüşteki aktarma araçlarını karşılaştırma olanağı sağlayan bu karakteristikler şöyle sıralanabilir: (Groover, 1992, 362)

a) Esneklik: Fabrikalarda taşınan malzemeler ve parçalar, genellikle, büyüklük, ağırlık, cins ve miktar bakımından büyük farklılıklar gösterirler. Ayrıca taşıma şekli ve uzaklığı, üretim metotları ve iş akış tipleri arasında da önemli farklar olabilir. Buna işyeri düzeni, ürün ve üretim metotları ile ilgili olarak, zaman zaman ortaya çıkan farklılıklar da eklenirse, taşıma araçlarının ne kadar farklı koşullar altında ve ne kadar farklı amaçlarla hizmet vermesi gerektiği ortaya çıkar. Bu bakımdan bir aracın taşıma kapasitesinin ayarlanabilir ve çok amaca hizmet

edebilir, yani esnek olması arzu edilir.taşıma araçlarının fabrikanın değişik yerlerinde kullanılabilmesi, boş kapasitelerin değerlendirilebilmesi bakımından çok önemlidir.

b) Çalışma Boşluğu İhtiyacı: taşıma aracının yükleme, boşaltma ve hareket edebilmek için gereksinim duyduğu alan ve hacmin küçük olması arzu edilir. Buradan kazanılacak boşluklar doğrudan üretime dönük amaçlarla veya depo olarak kullanılabilirdiğinden, taşıma araçlarının maliyetinde, görünmeyen, dolaylı bir tasarruf söz konusudur. Bazı tip taşıma araçları fabrikada sabit bir yer işgal eder, dolayısıyla bu alandan başka bir amaçla yararlanma olanağı söz konusu değildir. Aynı işi gören fakat gerektiğinde yeri değiştirilebilen bir aracın daha avantajlı olması mümkündür. Ancak hareket eden araçların ayrıca bir hareket boşluğuna ihtiyaç duydukları unutulmamalıdır. Başka bir şekilde kullanılma olanağı bulunmayan boşluklara yerleştirilebilen araçlar, hacimden yararlanma bakımından en avantajlı olanlardır. Tavana asılı raylı konveyör gibi taşıma sistemlerinin, ilk yatırım maliyetleri ve binanın yapısı elverdiği taktirde tercih edilmeleri gerekir. Burada, bir başka örnek, 8 metre yüksekliğe kadar yerleştirme yapabilen çatallı istif arabalarıdır. Böylece, istif yüksekliği ile tavan arasındaki boşluk azaltılarak kullanılma olanağı bulunmayan bir hacim faydalı hale getirilebilir.

c) Denetim ve Kullanma Kolaylığı: Her taşıma aracı veya sistemi bir çeşit yöntem ve denetime muhtaçtır. Tam otomatik sistemler bile, bir ilk ayarlamayı ve arıza anında müdahaleyi gerektirir. Montaj hatlarında kullanılan konveyörlerde de sürekli kontrol ve belirli noktalarda elle yükleme veya insan müdahalesi yoğunluğu vardır. Taşınan malzemenin miktarı ve frekansı arttıkça insan gücü kullanma oranı ve denetim sıklığı da artar. Bütün bunlar, taşıma sisteminin işletme maliyetini arttıran faktörlerdir. Eğer sistemin tasarımı denetime az ihtiyaç gösterecek şekilde yapılmış ise veya az bir insan gücü ile boş kalma süreleri kolaylıkla kısaltılabiliyorsa önemli bir maliyet avantajı sağlamak mümkündür.

d) Hız: Taşıma hızı, taşıma sisteminin ekonomiklik analizinde önemli bir faktördür. Hız sabit ya da değişken olabilir. Tekerlekli taşıma araçlarının hepsinde hızın değişken olması ve maksimuma çabuk ulaşması istenir. Bir montaj hattında, üretim hızı konveyör hızı ile ayarlanmak isteniyorsa hızın değişken olması şarttır. Aracın kısa sürede maksimum hıza erişmesi, doğrudan taşıma süresini ve dolayısı ile çalıştırma ve işçilik maliyetlerini azaltır.

e) Güç: Taşıma araçlarını tahrik edecek gücün cinsi ve kaynağı seçimde önemli bir rol oynayabilir. Tahrik gücü, şebeke elektriği, akümülatör, benzin

ve dizel motorları, hidrolik güç ve nihayet yerçekimi gibi kaynaklardan sağlanabilir. Mümkün hallerde öncelikle yerçekiminden yararlanma yoluna gidilmelidir. Şebekeden aldığı elektrikle çalışan elektrik motorlarının tahrik ettiği sistem ikinci olarak düşünülmalıdır. Yangın veya patlama tehlikesinin fazla olduğu yerlerde akümülatörle tahrik edilen araçlar kullanılır. Fabrikanın durumu, imalat tipi ve çevre şartları taşıma sistemlerinin güç kaynaklarını belirleyen faktörlerdir.

f) Taşıma Kapasitesi: Çeşitli taşıma araçlarını ortak bir taşıma kapasitesi ölçümü ile değerlemek güçtür. Taşıma şekli, hızlar ve çalışma sürelerindeki belirsizlikler, sistemleri bu faktöre göre karşılaştırmayı güçleştirir. Bununla beraber, benzer araçlar taşıyabilecekleri maksimum yüklere göre kıyaslanabilirler.

g) Hareket Yolu: Bir taşıma aracının hareket yolu sabit veya değişken olabilir. İmalat işlemleri ve taşınacak malzemeler standart ise taşıma yolunun sabit tutulması olanağı vardır. Örneğin, montaj hatlarında işlemler ve parçalar hep aynı sırayı takip ettiğinden, taşımalar sabit hareket yollu konveyörlerle yapılır. Sipariş imalatında, işler değişik ve taşıma yerleri işten işe farklı olduğundan, çatallı istif arabalarının kullanılması daha uygundur.

2.5.Taşıma Araçları

Materyal aktarma sisteminin kurulmasında çeşitli analiz ve hesaplama yöntemleri uygulanır. Ancak, bulunan sonuçlar genellikle hangi taşıma aracının kullanılması gerektiğini tam olarak belirlemeye yeterli değildir. Ancak, yönetimin aynı işleri görebilecek değişik tip veya fiyattaki araçlar arasından, isabetli seçim yapmasını sağlar. Bu nedenle, bu kararı verecek olan kişilerin, yani yöneticilerin, malzeme taşımada kullanılan araçlar hakkında bir miktar bilgi sahibi olmasında yarar vardır. Piyasada satılan ve aynı işi gören araçları kıyaslarken teknik bilginin yanı sıra tecrübenin de rol oynadığı unutulmamalıdır. (Thompkins, White, Bozer, Frazelle, Tanchoco ve Trevino, 1996, 142)

Materyal aktarmada kullanılan araçlar gördükleri iş ve yapı bakımından çok çeşitlidir. Evrensel bir sınıflandırma yapmak güçtür. Bazı meslek kuruluşları ve araştırmacıların yaptıkları sınıflandırmalar birbirlerinden oldukça farklıdır. Örneğin, taşıma hareketinin niteliğine göre yapılan bir sınıflandırmada araçlar, sabit izli, değişken izli, kesikli, sürekli, uzun mesafeli, kısa mesafeli, bina içinde, açık havada,

düşey ve yatay olmak üzere 10 grupta sınıflandırılabilir. AMHS (American Material Handling Society) tarafından yapılan sınıflandırmada ise araçlar yapılarına göre dokuz gruba ayrılmıştır:

1. Konveyörler
2. Vinç ve asansörler
3. Konumlandırma ve kontrol araçları
4. Endüstriyel taşıtlar
5. Motorlu taşıtlar
6. Demiryolu araçları
7. Deniz taşıtları
8. Hava taşıtları
9. Çekmelik ve paletler

İşletme içinde yapılan taşımalar açısından yukarıdaki grupların sadece birkaçı önem taşır. Bu bakımdan Reed tarafından yapılan sınıflandırma amacımıza daha uygun düşmektedir. Reed'e göre fabrikalardaki malzeme naklinde kullanılan araçlar üç grupta toplanabilir: (Reed, 1987, 122)

1. Sabit izli araçlar (konveyörler, asansörler, v.b.)
2. Sınırlı alanda çalışabilen araçlar (vinçler v.b.)
3. Geniş ve sınırsız alanda çalışabilen araçlar (traktör, istif arabası, v.b.)

2.5.1.Sabit İzli Taşıma Araçları

Sabit izli materyal aktarma sistemleri öncelikle konveyörleri içermektedir (Sharp ve Liu, 1990,758). Bu araçlar taşımayı sabit bir rota üzerinde yapmaktadır. Konveyörler, malzemeyi iki nokta arasında tek yönlü hareketle sürekli veya kesikli olarak taşıyan sabit veya portatif araçlardır. (Kanawaty, 1997, 128) Çeşitli tipleri vardır. Bunlar en belirgin özelliklerine göre şöyle gruplanmıştır: (Groover, 1992, 373)

a)Kaymalı Konveyörler:

Taşıma gücü olarak yerçekiminden yararlanılır. Malzeme pürüzsüz bir eğik düzlem veya rulmanlı yataklar içinde dönen silindir veya makaralar üzerinde küçük bir itme hareketiyle kaydırılarak taşınır. Taşıma hızı, malzeme ile kayma yüzeyi arasında sürtünme katsayısı ve düzlemin eğikliği tarafından belirlenir. Genellikle düzlem eğikliği ayarlanarak istenilen hız gerçekleştirilir. Bununla beraber kaymalı konveyörlerle taşınacak malzemelerin niteliklerini de göz önüne almak gerekir. Örneğin;

1. Malzemenin ağırlığı, şekli ve hacmi
2. Kırılganlığı veya başka türlü bir zarar görme olasılığı
3. Taşıma uzaklığı
4. Kullanma sürekliliği

gibi faktörler konveyörün tipinin belirlenmesinde rol oynar. Taşıma uzaklığı arttıkça, malzemenin varış noktasındaki hızı da (yerçekimi dolayısı ile) gittikçe artar. Eğer malzeme kırılgan ise bu tip konveyör kullanılması sakıncalı olabilir.

b)Bantlı Konveyörler:

Taşıma gücü, plastik veya benzeri malzemelerden yapılmış esnek bir bantı tahrik eden elektrik motorundan gelir. Bandın altında aşağıya doğru esnemeyi engelleyen ve sürtünmeyi azaltan silindirler vardır. Taşınacak malzemenin cinsine göre bant profili düz veya V şeklinde olabilir. Bantlı konveyörlerde taşıma uzaklığı için limit yoktur. Birkaç metreden kilometrelerce uzunluğuna kadar taşıma yapabilirler. Hız için maksimum limitler bulunmakla beraber, belirli sınırlar içinde değiştirilme olanağı vardır. Özellikle montaj bantlarında, hızın ayarlanabilir ya da senkronize edilebilir olması üretim kontrolü açısından büyük avantajlar sağlar.

c)Zincirli Konveyörler:

Taşıma aracı, bir motorla tahrik edilen sonsuz zincirden ibarettir. Bu tip konveyörler, bantlılara kıyasla iki önemli avantaja sahiptir. (Thompkins ve White, 1984, 151)

- Doğrudan mekanik tahrik dolayısı ile sürtünme kayıpları azdır
- Zincire takılacak çeşitli kaplarla çok değişik tipte malzemelerin taşınabilmesi olanağı vardır. Zincir hem esnek hem de sağlam olduğundan yatay, eğik ve düşey taşımaların aynı sistemle yapılması mümkündür.

d)Pnömatik (Hava Basıncı) Konveyörler:

Çevreye toz, buhar veya başka bir yolla zarar verebilecek malzemelerin taşınmasında kullanılırlar. Toz, tane veya ufak paketler şeklindeki malzeme, kapalı bir sistem (boru gibi) içinde, güçlü bir vantilatör tarafından yaratılan hava basıncı ile istenilen noktaya doğru sürüklenerek taşınır. Pnömatik konveyörlerin: (Aslan ve Su, 1997, 126)

1. Tasarımları güçtür.
2. Maliyetleri yüksektir.
3. Taşınacak malzeme cinsi sınırlıdır.
4. Enerji kaybı dolayısı ile verimliliği düşüktür.

Buna karşılık;

1. Çevre kirlenmesine engel olurlar.
2. Değişik ve köşeli rotalar izleyebilirler.
3. gereğinde tavandan, duvar kenarından veya zemin altından geçebilmeleri dolayısıyla yer tasarrufu sağlarlar.
4. Dökülüp saçılma yüzünden malzeme kayıpları olmaz.
5. Bozulabilir malzemeyi dış etkenden korurlar.
6. Kullanılmaları kolaydır.
7. Tamir-bakım masrafları düşüktür.
8. Standart parçalardan oluşurlar.

e)Helisel Konveyörler:

Taşıma bir eksen etrafında ve bir taşıyıcı kap içinde dönen helisel yüzeyin itme gücü ile sağlanır. Taşıyabilecekleri malzeme cinsi çok çeşitlidir. Yatay, eğik veya düşey doğrultuda ve her iki yönde taşıma yapabilirler. Konveyöre verilecek malzemenin miktarı önem taşır. Aşırı yük sıkışmalara ve sistemin bozulmasına neden olur. Bunu önlemek için malzeme miktarını ayarlayan regülatörler kullanılır.

f)Titreşimli Konveyörler:

Malzeme mekanik ve elektromanyetik bir güç tarafından belli doğrultuda titreşim hareketi yaptırılan bir kap içinde taşınır. Çeşitli büyüklükteki taneli cisimlerin taşınması için elverişlidir. Bantlı veya zincirli konveyörlerden önce düzensiz miktarlarda gelen malzeme akışını düzenli hale getirmek amacı ile besleyici olarak da kullanılabilir. Mekanik titreşimde hareket bir eksantrik mili ile sağlanır. Elektromanyetik olanlarda aynı görev alternatif akımla gövdeyi çekip bırakan bir mıknatıs tarafından yerine getirilir.

Sabit izli taşıma araçlarının ikinci büyük grubunu elevatör ve asansörler oluşturur. Elevatör bir binanın katları arasında büyük ve değişken hacimli malzemelerin taşınmasında kullanılır. Taşıma eğik doğrultudadır. Elle veya otomatik olarak kumanda edilirler. Asansörler yalnız düşey doğrultuda, büyük ve ağır malzemeleri taşırlar. Kumandaları elle veya otomatik olabilir. Tahrik gücü elektriksel, mekanik veya hidrolik bir kaynaktan sağlanır. Konumu değişmeyen vinç veya kancalar da yine sabit izli araçlar grubunda sayılırlar.

2.5.2.Sınırlı Alanda Çalışabilen Araçlar

İki nokta arasındaki taşımayı sınırlı bir alan içerisinde yapabilen araçlardır. Kreyn adı verilen bu tür araçların çeşitli tipleri vardır. Örneğin, limanlarda gemilerin yükleme boşaltma işinde kullanılan kreynler, raylarda ileri geri gidebilen arabalar üzerinde 360° dönebilen taşıma araçlarıdır. Böylece sınırlı olmakla beraber oldukça geniş bir alanda taşıma yapabilirler. Yine bir binanın iki duvarı üzerindeki tekerleklere dayanarak hareket eden çelik kontrüksiyon bir köprü ile kanca ve

motorun bulunduğu bir arabadan oluşan köprülü kreynerler, dikdörtgen bir alan içinde her noktaya ulaşabilirler.

2.5.3.Geniş ve Sınırsız Alanda Çalışabilen Araçlar

Taşımayı fabrikanın içinde veya dışında, geçişe elverişli herhangi bir rotayı izleyerek yapabilen araçlardır. Hareket yolu ray ve benzeri bir yolla sınırlı değildir. Dolayısıyla, taşıma alanı bakımından son derece esnek araçlardır. Buna karşılık sürekli taşıma yapamadıkları için kullanılma oranları düşüktür. Bu gruptaki araçlar şöyle sıralanır: (Aslan ve Su, 1997, 127)

1. İnsan gücü ile çalışan arabalar
2. Motorlu arabalar
3. Traktör-treyler sistemleri.

İnsan gücü ile itilerek taşıma yapan el arabaları iki veya dört tekerlekli olurlar. Önlerinde yer alan çatal veya platformun, yükün veya onu taşıyan paletin altına sürülmesiyle yükleme yapılır. Kaldırma elle veya motorla çalışan bir hidrolik mekanizma ile sağlanır. Kaldırma yüksekliği yükü ancak yerden kesecek kadardır. Araba bir işçi tarafından itilerek yükün varacağı noktaya getirilir ve boşaltma yapılır. Seyrek taşımalarda ağırlığın fazla olması insan gücü açısından bir sakınca sayılmaz. İş akışının düzensiz ve belirsiz olduğu atölyelerde en ekonomik taşıma araçlarıdır.

Motorlu arabalarda tahrik gücü bir benzin, dizel veya elektrik motorundan gelir. Sürücü arabanın içinde veya dışında olabilir. Önde bulunan platform, çatal, çubuk gibi değişik şekildeki parçalarla her türlü malzemenin taşınması mümkündür. Taşınacak malzemenin üzerine konulduğu platform veya çatal hidrolik mekanizmalar yardımıyla yukarı aşağı hareket edebilir. Kaldırma yüksekliği 3-8 metre arasında değişir. Depolamada hacimden yararlanma açısından büyük bir avantaj sağlarlar. Bu nedenle özellikle çatallı tipler istif arabası adı ile de tanınırlar.

Çatallı istif arabalarının seçiminde sadece kapasitenin göz önüne alınması yetersizdir. Bu araçların manevra kabiliyetleri çok yüksek olduğundan dar yerlerde hareket edip dönme yapabilirler. Ancak fabrikadaki (veya depodaki) boşluklar ile

alınması düşünölen arabaların dönme yarıçapları mukayese edilmelidir. Diğer taraftan yükün ağırlığı kadar yoğunluğunun ve ağırlık merkezi konumunun da göz önüne alınması gerekir. Özellikle yükseğe kaldırmada aracın dengesinin bozulup devrilmemesi için bu gibi karakteristik boyutların önceden belirlenmesi şarttır.

Bu sınıflandırmalara göre açıklanmış çeşitli materyal aktarma araçlarına ilave olarak gelişen teknolojinin sonucu olarak yaygınlaşan otomatikleştirilmiş rehberli araç sistemlerine (AGV) de kısaca değinmek yerinde olacaktır. Otomatikleştirilmiş rehberli araç sistemi bir bilgisayar tarafından kontrol edilen ve rehberli yolu izleyen sürücüsüz araçları içeren bir materyal aktarma sistemidir (Gaskins ve Tanchoco, 1987, 667). Rehberli yol tasarımı sabit izli materyal aktarma tasarımı içerisinde temel bir araştırma alanıdır. Rehberli yol tasarımı ile ilgili dünya çapında çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Kaspi ve Tanchoco, 1990, 1023). Bu konuda gerçekleştirilen faaliyetlere örnek olarak, yükleme/boşaltma noktaları için konumları verilen akışlarda optimal akış yolunu belirlemek için 1-0 bütünleşik programlarını kullanılmıştır. Otomatikleştirilmiş rehberli araç sistemi akış yolu optimizasyonu modelini optimal çözümü elde etmek için gereken dal-sınır sayısını azaltmak suretiyle yeni bir adım atılmıştır (Sinriech ve Tanchoco, 1991, 1725).

Optimal yükleme/boşaltma noktalarının belirlenmesi problemini göz önüne almak suretiyle çalışmalar geliştirilmiştir (Goetz ve Egbelu, 1990, 927). Optimal yükleme/boşaltma noktaları materyal aktarma araçlarının gezdiği toplam mesafeyi minimize etmeyi amaçlayan bir lineer program kullanılarak belirlenir. Akış yolu tasarımı ve oryantasyonu için bir dal sınır algoritması geliştirmek suretiyle ileri letilmiştir (Kim ve Tanchoco, 1993, 1387).

Tüm bu materyal aktarma sistemi araçlarının sınıflandırılmasında karşımıza hareket yollarının sınırlı olması, gidiş-dönüşler, yükleme-boşaltma gibi kavramlar çıkmaktadır. Bunlar üretim faaliyetleri esnasında, aynen her gün yaşanan sabah işe yetişme telaşı içindeki trafik karmaşasını hatırlatmaktadır. Trafik içerisinde nasıl bir yönetim zorunluluğu ortaya çıkıyorsa aynı şekilde materyal aktarımı sırasında da bir trafik yönetimi durumu söz konusu olmaktadır. Bu nedenle materyal aktarma ile ilgili olarak tıkanıklık ifadesi geliştirilmiştir. Şimdi bu ifade hakkında kısaca bilgi vermek yerinde olacaktır.

Tıkanıklık araçların serbestçe hareketini önler. Tıkanıklığın bir sonucu olarak, araçlar düşük hızda hareket edebilir ya da durmak zorunda kalabilir. Araçlar yol üzerindeki diğer araçlar ya da kesişmeler nedeniyle gecikebilir. Tıkanıklık düzeyleri aşağıdaki niceliklerle ölçülebilir:

Araç engelleme zamanı: diğer araçlar nedeniyle aracın hareket edememesi olarak ifade edilir (Choi ve Lee, 1994, 86).

Hat engelleme yüzdesi: araç engellerinden dolayı hattaki bazı bölümlerde kalmasıdır (Vosniakos ve Davies, 1994, 97).

Hat yararlanma oranı: tüm hat bölümlerinin AGV sayısına oranlanmasıdır (Vosniakos ve Davies, 1989, 244).

Kesişmelerde aracın bekleme süresi: kesişmelerde ortalama araç bekleme süresidir (Lee, 1990, 319).

Tıkanıklığın ölçümü için bir indeks değeri geliştirilmiştir (Kim ve Tanchoco, 1993, 1388).

Tıkanıklık indeksi = tıkanıklık olmadığına en kısa taşıma süresi / gerçek taşıma süresi

2.6. Materyal Aktarmada Kullanılan Yardımcı Araçlar

Malzeme naklinin önemli prensiplerinden birine göre, bir defada taşınacak miktar, mümkün olduğu kadar büyük ve standart boyutlarda olmalıdır. Bu şartı sağlayacak yardımcı araçların geliştirilmesi son yıllara kadar önemsenmemiştir. Tüm taşımacılık endüstrilerinde devrim yaratan bu araçlar sağladıkları inanılmaz ekonomik avantajlara oranla son derece basittir. Ortaya çıkışları sadece yukarıdaki prensibi uygulamaya çalışmanın bir sonucudur.

Yardımcı araçlar doğrudan taşıma yapmazlar. Tahrik güçleri yoktur. Fonksiyonları taşınacak malzemenin boyutları belli bir hacimde toplanmasını ve korunmasını sağlamaktan ibarettir. Yardımcı taşıma araçlarını başlıca iki grupta

toplamak mümkündür. Birinci gruptaki araçlar palet adını taşırlar. Paletler 10-15 cm. kalınlıkta, bir veya iki yüzü kullanılabilen, standart boyutlu düzlemlerdir. Ağaç, aliminyum, sıkıştırılmış kağıt ve çelik gibi malzemelerden yapılırlar. İki yüz arasında bulunan destek takozları, istif arabasının çatallarının rahatça girebileceği şekilde tasarlanmalıdır. Paletler üzerine konulan yükler, malzemenin şekline ve cinsine göre belirli bir düzende yerleştirilirler. Yüklü paletler 5-8 metre yüksekliğe kadar üst üste konulabildiklerinden, malzemenin ezilmesine ve devrilmeye engel olacak biçimde yerleştirilmelidir.

Malzeme naklinde kullanılan yardımcı araçların ikinci önemli grubu çekmeliklerdir. Bunlar yüklerin daha büyük birim miktarlarda taşınmasını sağlayan, standart boyutlu, prizmatik tamamen kapalı metal kaplardır. Çekmelikler önce deniz ve demiryolu taşımacılığında gelişmiştir. Karayollarında kullanılma oranı da hızla artmaktadır. Fabrikalarda çekmelikler daha çok uzun süreli depolamalarda veya tüketiciye derhal sevk edilecek malların korunmasında yararlı olurlar.

Materyal aktarmada kullanılan bu yardımcı araçlar pazarlama çalışmalarıyla ilişkiyi de ortaya koymaktadır. Pazarlama fonksiyonu içinde bu yardımcı araçlar yükleme ya da nakliye ambalajı olarak ifade edilmektedir. Bu ambalajlar ürünün tanıtılmasında ve diğer firmaların ürünlerinden ayırt edilmesinde de rol oynamaktadır. Taşıma için kullanılan kasaların bir araya getirilmesi veya birden çok kasa içeren yüklere konteynır adı verilmektedir. Pazarlama çalışmaları içerisinde koruyuculuk fonksiyonu, ambalajın içindeki ürün veya maddeyi, kabın kendini ve ambalajla temasa geçen kişileri korumayı içermektedir (Tek, 2000, 260). Genel olarak baktığımızda ise materyal aktarma faaliyetleri pazarlamanın dört temel ilkesinden dağıtım ile yakın ilişki içinde bulunmaktadır. Fiziksel dağıtımın temel amacı ürünlerin ilişkili noktalar arasında fiziksel olarak hareket ettirilmesidir. Harp sanatında kullanılan lojistik kavramı, askeri birlikleri, donatımları, araç ve gereçleri yerleştirme, harekete geçirme, komuta etme gibi konuları kapsamaktadır. Bu kavramın işletme bilimine uyarlanması işletme lojistiği kavramını doğurmuştur. İşletme lojistiği ise hammadde, yedek parça ve bitmiş ürünlerin satıcılardan tüketicilere kadar hareket ettirilmesiyle ilgili strateji ile faaliyetlerin yönetimidir. Fiziksel dağıtımın tanımı da materyal aktarma ile büyük benzerlik göstermektedir. Doğru ürünün, doğru miktarda, doğru zamanda müşterinin istediği noktaya götürülmesi fiziksel dağıtımı ifade eder (Tek, 2000). Materyal aktarmada kullanılan

yardımcı araçların pazarlama faaliyetleriyle ilişkisi kısaca açıklandıktan sonra çekmelik sistemi ile ilgili açıklamalara devam etmek yerinde olacaktır.

Çekmelik sisteminin üstünlükleri şöyle özetlenir: (Aslan ve Su, 1997, 129)

1. Yükleme-boşaltma işinde insan gücünün az kullanılması.
2. Taşıma noktaları arasındaki ara yükleme ve boşaltmalarda veya transferlerde az vakit kaybedilmesi.
3. Çekmelik içine konan malzemeleri koruyacak ambalaj maliyetinin azalması.
4. Malzeme bozulma ve hasara uğrama olasılığının azalması.
5. Depolama kapasitesinin artması.
6. Kayıp ve çalmaların azalması.
7. Ara terminallerdeki işlemlerin azalması.
8. Açık havada depolama yapma olanağı bulunması.
9. Yükleme-boşaltma tesislerinin yüksek verimle çalışması.
10. Dağıtım veriminin ve satışların artması.

Çekmelik sistemlerinin uygulanma alanı, endüstrileşmiş ülkelerden başlayarak hızla genişlemektedir. Yeni yük gemileri yalnız çekmelik taşıyacak şekilde inşa edilmektedir. Limanlarda tesisler çekmelik sistemine uyacak şekilde değiştirilmekte veya tamamen yenilenmektedir.

Materyal aktarma sistemlerinin tasarımı ile ilgili yapılan bu açıklamalar sistemin tasarlanmasında etkisi olan faktörleri göz önüne sermeye çalışmıştır. Buna göre hazırlanacak bir sistemin performansı; akış yolu tasarımı, işyeri yerleşimi, yükleme/boşaltma noktalarının konumu, aracın hızı ve her iş istasyonundaki kuyruk kapasitesine bağlı olacaktır (Sinriech, 1995, 277).

3. UYGULAMA

3.1. Uygulama Yeri

Çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren “Sanek Unlu Mamulleri Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.” çalışmaları ele alınmıştır. Sanek A.Ş. 15 Ekim 2001’de unlu mamuller sektöründe yıllarca söz sahibi olan Kapılar, Kareksan, Tarbuşlar, Diana, Kitreliler, Özgazi şirketlerinin sandviç ve hamburger ekmeği bölümlerini bünyesinde toplayarak faaliyetine başlamıştır. Sanek A.Ş. İzmir çapında Gıda sektörü ile ilgili ürün ve hizmet sağlar. Şirket özel olarak mimlenmedikçe tüm bilgiler kamuya açıktır. Sanek A.Ş. teknolojiye yatırım yaparak üretimde kalite , hijyen ve uygun fiyatı müşterilerine sunma amacıyla kurulmuştur. Mamuller ileri teknoloji ile hijyenik bir şekilde üretilmektedir.

Firmanın ürettiği ürünler ve bazı ürünlerin satış birimleri aşağıda sunulmuştur.

Mamuller

Ekmek Birim:300 gr / Adet

Sandviç Ekmeği 12’li Birim:720 Gram / Paket

6’lı Birim:360 Gram / Paket

Hamburger Ekmeği

Yarım Döner Ekmeği

Tost Ekmeği

Lavaş Ekmeği Birim:130 gr / Adet

Çeşnili Pizza Birim:18 cm Çap - 230 gr

Pizza Tabanı

Galet Unu

Milföy Hamuru Birim:1 kg

Büyük Sandviç Ekmeği

Büyük Hamburger Ekmeği

Susamlı Hamburger

Poğaç Birim:50 gr / Adet

Hot Dog

Hazır Tost

Kek

Kruasan

Roll Ekmeği

Hizmet Alanları

İzmir İli

İzmir İlçeleri

Manisa İli (Merkez)

12 Servis Aracı ile

Firmanın maksimum iade durumu %5'tir.

3.2. Uygulama Verileri

Firmanın 4 ana üretim kalemi bulunmaktadır. Bunlar, hamburger ekmeği, büyük hamburger ekmeği, sandviç ekmeği ve yarım ekmektir.

Firmanın üretim kalemlerine ilişkin bazı sayısal bilgiler aşağıda verilmiştir.

Tablo 7 : Günlük Sandviç Üretim Düzeyi

	Sandviç (günlük ortalama adet)
Ekim	40115
Kasım	43675
Aralık	41413
Ocak	41556
Şubat	32819
Mart	41191
Nisan	39991
Mayıs	39157
Haziran	31988
Temmuz	31491
Ağustos	32486
Eylül	41848
Ekim	43142
Kasım	37594
Aralık	38867
Ortalama	38488,86667
Gramaj	60
günlük ortalama ağırlık	2309332

Firmanın ana üretim kalemlerinden olan sandviç, hamburger ve yarım ekmek üretim düzeyleri dengelidir. Bazı ürünler ihaleye bağlı olduğundan üretim düzeyleri dalgalı, bazı ürünlerde büfelere verildiğinden ramazan ayında satışları düşmektedir. Örneğin, büyük hamburger ekmeği büfelere bağlı, bu nedenle ramazan ayında satışları düşüyor. Roli ekmeği, kahvaltıda verilen ekmek, üretimi yaz aylarında keskin bir şekilde artıyor, kış aylarında ise düşüyor. Milföy hamuru ihaleye bağlı olduğundan üretimi çok dalgalıdır. Kek ve poğaçaya ise askeri ihaleye bağlı olmasından dolayı bir sonraki ihale kaybedilince keskin bir düşüş gerçekleşmiş.

Tablo 8: Büyük Hamburger Üretim Düzeyi

	B. Hamburger (günlük ortalama adet)
Ekim	20276
Kasım	15772
Aralık	13665
Ocak	8661
Şubat	7550
Mart	13053
Nisan	13407
Mayıs	12804
Haziran	11866
Temmuz	11105
Ağustos	12201
Eylül	12064
Ekim	10179
Kasım	7904
Aralık	10565
Ortalama	12071,46667

Tablo 9: Yarım Ekmek Üretim Düzeyi

	Yarım Ekmek (günlük ortalama adet)
Ekim	19136
Kasım	18816
Aralık	18681
Ocak	20100
Şubat	17146
Mart	21099
Nisan	20455
Mayıs	20780
Haziran	16783
Temmuz	14193
Ağustos	14475
Eylül	18972
Ekim	18953
Kasım	16102
Aralık	19033
Ortalama	18314,93333

Tablo 10: Tost Ekmeği Üretim Düzeyi

	Tost Ekmeği (aylık toplam paket)
Ekim	2193
Kasım	3607
Aralık	3746
Ocak	3790
Şubat	3458
Mart	4762
Nisan	4470
Mayıs	4732
Haziran	4189
Temmuz	3925
Ağustos	4076
Eylül	4211
Ekim	4572
Kasım	3468
Aralık	4001
Ortalama	3946,666667

Tablo 11: Milföy Hamuru Üretim Düzeyi

	Milföy Hamuru (aylık toplam kg)
Ekim	230
Kasım	1840
Aralık	500
Ocak	3989
Şubat	2614
Mart	5801
Nisan	3651
Mayıs	2689
Haziran	3378
Temmuz	3374
Ağustos	2825
Eylül	3031
Ekim	3238
Kasım	4181
Aralık	3388
Ortalama	2981,933333
Gramaj	1000
günlük ortalama ağırlık	2981933,333

Tablo 12: Kek Üretim Düzeyi

Kek	Kek (günlük ortalama adet)
Ekim	15875
Kasım	12275
Aralık	6450
Ocak	2528
Şubat	1340
Mart	7900
Nisan	6370
Mayıs	3000
Haziran	7600
Temmuz	2400
Ağustos	1300
Eylül	1100
Ekim	800
Kasım	150
Ortalama	4934,857143

Tablo 13: Poğaçı Üretim Düzeyi

Poğaçı	Poğaçı (günlük ortalama adet)
Ekim	6870
Kasım	4045
Aralık	4550
Ocak	2955
Şubat	4400
Mart	11380
Nisan	11415
Mayıs	6800
Haziran	16700
Temmuz	6790
Ağustos	5900
Eylül	7340
Ekim	6850
Kasım	650
Aralık	422
Ortalama	6471,133333
Gramaj	50
günlük ortalama ağırlık	323556,6667

Tablo 14: Pizza Altlığı Üretim Düzeyi

	pizza altlığı (aylık toplam adet)
Mart	132866
Nisan	142358
Mayıs	99208
Haziran	79660
Temmuz	86473
Ağustos	88886
Eylül	127396
Ekim	84491
Kasım	50378
Aralık	41656
Ortalama	93337,2
Günlük ort.	3111,24

Tablo 15: Hazır Tost Üretim Düzeyi

	Hazır tost (aylık toplam adet)
Mart	6790
Nisan	14470
Mayıs	29270
Haziran	40940
Temmuz	31570
Ağustos	44805
Eylül	44080
Ekim	56700
Kasım	42280
Aralık	73530
Ortalama	38443,5
Günlük ort.	1281,45

Tablo 16: Satış Oranları

Satış Oranları	Sandviç	Milföy	P. Ekmeği	Pizza	Hazır Tost	Diğer	Toplam
Ocak	82,5	2,8		2,7			100
Şubat	83,4	2,5		0,5			100
Mart	75,6	3,2	7	0,9	1,4		100
Nisan	76	2,1	7,8	1,3	1,9		100
Mayıs	76,1	1,6	5,2	1	3,9		100
Ağustos	60	1,8	5,3	1,4	6,3	28,4	100
Eylül	68,1	1,6	7,2	1,6	5,1	19,6	100
Ekim	73,3	1,6	4,6	1,5	7,1	15	100
Kasım	76,8		3,37		6,84	12,99	100

Tablo 17: Satış Eğilimi

Satış Eğilimi	Oran
Büfe	33,37
Kantin	25,17
Askeriye	16,7
Bayiler	13,27
Ortaklar	9,39
Diğer	2,1
Toplam	100

Tablo 18: Kasım Ayı Satış Oranları

Satış Oranları	Kasım
Sandviç	18,54
Hamburger	20,35
B. Hamburger	11,9
Ekmek	22,73
Milföy	1,67
Taban	2,3
H. Tost	9,9
Diğer	2,12
Toplam	100

Tablo 19: Hammadde Tüketimi

Hammadde	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Günlük Ortalama
Un	96,67	117,5	109,7	92,47	çuval
Yağ	73,96	98,2	67,8	68,33	kg
Maya	103	145,9	151,7	150,4	kg
Şeker	135,9	169	152,5	153,3	kg
Tuz				86,6	kg
Yakıt				562,1	lt
Ambalaj				56,63	kg
Katkı	47,5	57	65,8		kg

Firmanın ürettiği ürünlerin kodları ve isimleri aşağıda verilmiştir.

15201 Sandviç Grubu

15201001 Sandviç Ekmeği

15201002 Hamburger Ekmeği

15201003 B. Hamburger Ekmeği

15201004 B. Sandviç Ekmeği

15201005 D. Sandviç Ekmeği

15201006 K. Baget Ekmeği

15201007 U. Baget Ekmeği

15201008 Palmiye Ekmeği

15201009 Palmiye Ekmeği Kepekli

15201010 Fitty Ekmeği

15201011 Tost Ekmeği

15201012 B. Tost Ekmeği

15201013 M. Tost Ekmeği

15201014 Roll Ekmeği

15201015 Hot Dog Ekmeği

15202 Ekmek Grubu

15202001 Yarım Ekmek

15202002 B. Ekmek

15202003 Kumru Ekmeği

15202004 Pide

15203 Milföy Grubu

15203001 Milföy

15204 Pizza Grubu

15204001 B. Pizza

15204002 K. Pizza

15204003 Pizza Tabanı

Üretilen ürünlerin çoğu için ortak olan üretim safhaları aşağıdadır.

Ürün Kodu Ve Tanımı: 15201001 Sandviç Ekmeği

İşlem Tanımı

Miksere Koyma

Hammadde Birleştirme

Mikserde Yoğurma

Birinci Fermantasyon (Yoğurma Sonrası Dinlendirme) 10 Dk.

Kesme

Tartma

Yuvarlama

Tavaya Dizme (Saatte 5000 Adet Bu 4 İşlem Tamamen Otomatik Yapılıyor)

Manuel Olarak Tavaların Arabaya Konması

İkinci Fermantasyon (Buhar Odası) 15-20 Dk.

Pişirme Odasına Alma

Pişme (Tünel Fırında Gerçekleşiyor)

Soğutma 5-10 Dk.

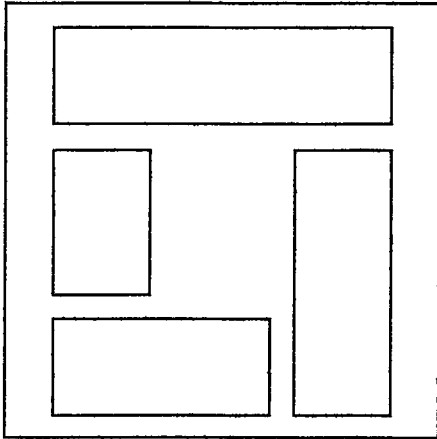
Ambalajlama 12 Taneyi Bir Pakete Koyup Ambalajlıyor Ambalajlama İşlemi
Esnasında Aynı Anda Kalite Kontrol Yapılıyor
Kasalama
Kasaların Araca Yerleştirilmesi

Üretim sürecindeki bölümler aşağıdaki gibidir.

Yoğurma
İşleme
Fermantasyon
Pişirme
Paketleme

3.3. Sürecin İşleyişi

Un deposuna taşınan un çuvaları burada plastik paletler üzerinde depolanmaktadır. Unlar arkası açık kuru nemsiz yerde olmalı. Her palet üstüne 40 çuval yerleştirilmektedir. Her çuvalda 50 kg. un bulunmakta dolayısıyla 1 plastik paletin üzerine 2 ton un konulmaktadır. Un çuvallarının plastik paletler üzerine yerleştirilme düzeni aşağıda verilmiştir.



Şekil 4: Plastik Paletler Üzerine Unun Yerleştirilme Biçimi

Firmaya ortalama haftada bir kamyon un gelmekte ve 1 kamyonla 320 çuval un taşınmaktadır. Üretim süreci yoğurma ile başlamaktadır. Yoğurma işlemi için firmada 4 adet mikser bulunmaktadır. Bu mikserlerin 3 tanesi ayrılabilir tekerlekli kazanlara sahiptir. Kazanı birleşik olan mikser un deposuna uzak bir noktada konumlanmış olup yedekte beklemekte üretimin artması durumunda devreye sokulmaktadır. Üretim sürecinde hammaddeler içinde ağırlık ve hacim olarak en büyük pay unda bulunduğundan ayrılabilir tekerlekli kazanlar mikserlerinden ayrılıp un deposuna getirilmekte ve burada kapasitelerine uygun bir miktarda un ile doldurulmaktadır. Üretim sürecine katılan diğer hammaddeler çok küçük yüzdelere sahip olduğundan ayrılabilir tekerlekli kazanlar malzeme deposuna gitmemekte maya, şeker, tuz ve katkı maddeleri malzeme odasından un deposuna getirilmekte ve kazanların içine katılmaktadır. Maya, şeker, tuz ve katkı maddelerinin tartım işlemleri de malzeme odasında yapılmakta ondan sonra taşınmaktadır. Hammadde miktarları arasında bir karşılaştırma yapabilmek için 24 saatlik bir sürede muhasebe kayıtlarına göre stoklardan çekilen tüm hammaddelerin bir listesi verilmiştir. Yoğurma aşamasında una sırasıyla şeker, katkı maddeleri, su, maya ve tuz ilave edilmektedir. Kullanılan her 2 kilogram una karşılık kazana 1 litre su eklenmektedir. Üretilecek ürüne göre kullanılan un tiplerinde ve katkı maddelerinde birtakım değişiklikler olmakla birlikte sürecin işleyişi ana hatlarıyla aynıdır. Örneğin sandviç, büyük sandviç, hamburger, büyük hamburger ürünleri için kullanılan hammadde tipleri ve oranları aynıdır.

15001001 olarak kodlanan BRİZ TİP1 Un Konya üretimi, Yeni Tip1 un İzmir üretimi ve Ankara üretimi unlar belli oranlarda karıştırılıp bir önceki cümlede belirtilen ürünlerin üretiminde kullanılmakta iken Pırlanta marka un sadece milföy hamurunda kullanılmaktadır. Üretimdeki payları hakkında bir fikir verebilmek için sürece giren un ile ilgili bir sayısal örnek vermek yerinde olur. 15001001 olarak kodlanan BRİZ TİP1 Un Konya üretimi Aralık 2002'de 1215 çuval un kullanılmıştır.

Tablo 20: Un Tipleri Günlük Kullanım Düzeyleri

Konya	39	çuval günlük ortalama
İzmir	25	çuval günlük ortalama
Ankara	39	çuval günlük ortalama

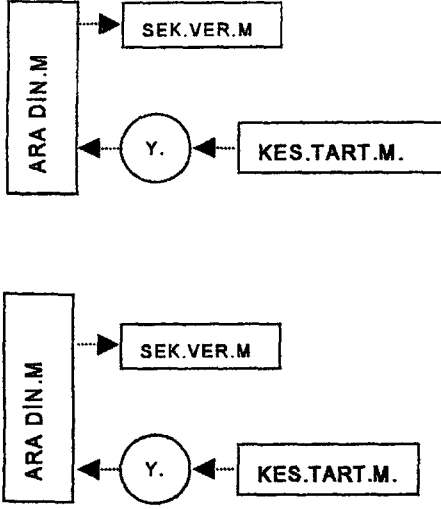
1450 kg. Un
46 kg. Maya
64 kg. Şeker
19 kg. Katkı
25 kg. Tuz
3 kg. Susam
700 lt. Su

Tablo 21: Bir Vardiyadaki Üretim Düzeyi

Ürün	Günlük Üretim	Gram/Adet	Toplam Gramaj
Sandviç	5400	70	378000
Hamburger	7248	65	471120
B. Hamburger	5664	95	538080
Tost ekmeği	1	1000	1000
B. Tost ekmeği	1	1200	1200
B. Sandviç ekmeği	216	95	20520
palmiye ekmeği	700	40	28000
Fitty	160	40	6400
Hot Dog	288	70	20160
U. Baget	2	390	780
			1465260

Sandviç ve büyük sandviç için mikserde yoğrulan hamur birkaç dakika dinlendirildikten sonra sandviç üretim bandına gidiyor. Sandviç üretim bandında

kesip tartma şekil verme gibi pişirme öncesi tüm işlemler otomatik olarak yapılıyor. Mikserden ayrılan kazan ile bandın önüne getirilen hamur dökülüyor ve ilk aşamada otomatik olarak bir sıra hamur kesiliyor. Kesilen hamur parçaları sandviç standart ağırlığına uygun ise kesim işlemi devam ediyor eğer, standart değerlerin altında veya üstünde ise bant bu hamuru geri atıp tekrar kesme işlemi gerçekleştiriyor. Sandviç için normal kesim değeri 78 gram ve 75-81 gram arası kesimler standarda uygun değerlendirildiğinden bu gramajlar arasında kesim otomatik olarak devam ediyor. Saatte 5000 adet sandviç kesme, tartma ve şekil verme işlemine tabi tutulabiliyor. Hamburger ve büyük hamburger için bu faaliyetler hamburger üretim bandında yapılıyor. Hamburger üretim bandı da sandviç üretim bandı ile benzer özelliklere sahiptir. Kesme, tartma ve şekil verme işlemleri hamburger üretim bandında da otomatik olarak yapılmakta, mikserden ayrılan kazanın banda getirilip hamurun konmasından sonraki bahsi geçen işlemler insan eli değmeden yapılmaktadır. Hamburger üretim bandı saatte 8000 adet hamburgeri işleyebilmektedir. Diğer ürünlerde ise aynı otomatiklik düzeyinden bahsetmek söz konusu değildir. Yarım ekmek ve ekmek ile ilgili çalışmalar bantlarda gerçekleşmemekte, sandviç ve hamburger için yapılan kesme, tartma ve şekil verme işlemleri farklı makinelerde insan faktörü ile birlikte yapılmaktadır. Bu ürünler için de sürecin işleyişini kısaca açıklamak gerekirse, mikserlerden ayrılan kazan ile getirilen hamur iki istasyon olarak düşüneneğimiz şekilde öncelikle kesme-tartma makinelerine (KTM) gelmekte oradan yuvarlama makinesine (YM) geçmekte ardından dinlendirme makinesinde (ADM) birkaç dakika hamur kendini saldıktan sonra şekil verme makinesinde (ŞVM) son halini almaktadır. Diğer ürünler de kullanılan un tipleri katkı maddeleri değişmek kaydıyla bu işlemlere tabi tutulmakta ancak, üretim içindeki payları daha düşük olduğundan süreçleri ayrıntılı olarak anlatılmayacaktır ancak, birkaç örnek vermek yerinde olacaktır. Kısa ve uzun baget ekmeklerinde şekil verme elle yapılıyor. Palmiye ekmeği üretim süreci sandviçle aynıdır. Fitty mikserde alınıyor 10 kg su ile yoğruluyor hamur haline getirilip kullanılıyor.



Şekil 5: Yarım Ekmek ve Ekmek İşleme Hattı

Ölçek: 1/100

İşleme sürecinin firmanın ürettiği tüm ürünlerde nasıl gerçekleştiğini izah ettikten sonra diğer aşamalara geçmek yerinde olacaktır. Fermantasyon aşamasında şekli verilip tavalara dizilen ürünler arabalarla birlikte taşınmakta ve fermantasyon odalarına götürülmektedir. Fermantasyon odasında 10-15 dakika bekleyip içindeki suyun bir kısmını salmakta ve pişmeye hazır hale gelmektedir. Fermantasyon işlemi tamamlanmış olan hamur arabalarla pişirme işlemi için fırınlara götürülmektedir. Pişirme işleminde kapasiteleri farklı olan çeşitli fırınlar kullanılmaktadır. Fırın çeşitleri, sayıları ve pişirme kapasiteleri modelin kısıtlarında makine kapasitelerinde verilmiştir. Pişirme işlemi 10 dakika sürmektedir. Pişirme işlemi esnasında hamurun ağırlık olarak %11'i buharlaşmaktadır. Gerek pişirme aşaması gerekse fermantasyon aşaması nedeniyle bir miktar sıvı buharlaştığı için üretimin ilk aşamasında kesim değerleri ile ürünün son halini aldığındaki gramaj değerleri birbirinden farklı olmaktadır. Buna paketlenme sırasında yapılan kalite kontrol faaliyeti sırasında tam pişmemiş, hamur kalmış veya başka bir nedenle uygun niteliklere sahip olmayan ürünlerinde çıkarılması eklenirse üretime giren hammadde ile çıkan ürünlerin ağırlığı arasında belirgin bir farkın oluşması olağandır. Ürünleri ilk kesim değerleri ve son halini aldığındaki gramajları aşağıda bir tablo halinde verilmektedir.

Tablo 22: Ürün İlk Kesim ve Pişirme Sonrası Gramajları

Ürün	Kesimdeki Değeri	Son Hali
Sandviç	83 gram	70 gram
Hamburger	78 gram	60 gram
B. Hamburger	100 gram	90 gram
B. Sandviç	125 gram	100 gram
Hot Dog	95 gram	85 gram

Piştirme işleminin ardından ürün sıcakken ambalajlama yapmak ürünün kalitesini bozacağı için tavalar arabalara doldurulup soğutma tezgahına götürülmektedir. Soğutma tezgahına bir seferde bir araba boşaltılmakta ve boşaltılan ürünler soğuduktan sonra paketlenirken diğer araba tezgaha boşaltılmaktadır. Yatay ambalajlama makinesi kek, poğaç, börek, simit, milföy, sandviç, hamburger ambalajlamaktadır. Ambalaj makineleri otomatik olarak çalışmakta ve ambalajlama işi gündüz yapılmaktadır. Fabrika yerleşiminde laboratuara yakın olan ambalaj makineleri yedek olarak durmakta ve siparişlerin yoğunlaşması durumunda devreye sokulmaktadır. Ürünleri paketleme standardı aşağıda verilmiştir.

Tablo 23: Paketleme Standartları

Sandviç	1 paket	12 adet
Hamburger	1 paket	12 adet
Yarım Ekmek	1 paket	10 adet

Paketleme işleminin tamamlanan ürünler kasalara doldurulmakta ve asansör vasıtasıyla alt kata indirilmekte ve kamyonlara doldurulup sevkiyatı yapılmaktadır. Bir kasaya konan ürün miktarları aşağıda bir tablo halinde verilmiştir.

Tablo 24: Bir Kasanın Kapasitesi

Sandviç	48 Adet	4 paket
Hamburger	48 Adet	4 paket
Yarım Ekmek	20 Adet	2 paket

Sanek A.Ş.'nin fabrika yerleşim düzeni 1/100 ölçekle Ek 4'de verilmiştir.

Sürecin işleyişini gösteren benzetim akış şeması Ek 5'da gösterilmiştir.

3.4. Modelin Amacı

Ürünlerin pişmeden önce, fermantasyon odasında dinlendirilme aşamasında ve piştikten sonra taşınması arabalar ile yapıldığından belli noktalarda kuyruk oluşabileceği düşünülmektedir. Sandviç ve hamburger üretim bantları farklı ancak otomasyonu yüksek olduğundan sandviç, hamburger, büyük sandviç ve büyük hamburgerin kesme, tartma ve şekil verme işlemleri hızla gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla bu aşamada siparişin yetişememesi gibi bir durum söz konusu değildir, ancak, buradan fermantasyon odasına giderken taşıma araçları 10 ile 15 dakika arası fermantasyon odasında beklemektedirler. Fermantasyonun ardından pişirme aşaması da tüm ürünler için ortaktır. Dinlendirme işlemi bitmiş olan ürünler arabalarla fırınların önüne gelecektir, ancak, fırınlardan maksimum faydanın sağlanması için kapasitesi kadar ürün gelmeden fırın çalışmayacaktır. Örneğin, tünel fırın 10 dakikada 40 tava pişirme kapasitesine sahiptir. Bu kapasite dolmadan fırını çalıştırmak uygun değildir. Ayrıca, fırınların çalışma saatlerini uyumlu hale getirerek aynı anda tüm fırınların tava ile dolması nedeniyle oluşabilecek sıkışmaları önleyebiliriz. Pişirme aşamasından sonra soğutma tezgahına gelen ürünler ile ambalajlanan ürünler arasında da bir uyum sağlayabilirsek gereksiz beklemler önlenir. Ambalajlanan ürünlerin kasaya doldurulup sevkiyat noktalarına götürülmesi de gün içine eşit olarak dağıtılarak kasa sıkıntısı ortadan kaldırılabilir. Bu gibi sorunları önlemek için kasa sayısı ne kadar olmalıdır? Malzeme akışı nasıl olmalı ki sıkışıklık olmasın? Kilogram bazında malzeme hareketinin, tıkanma olmadan sağlanabilmesi için taşıma araçlarının sayısı yeterli mi ya da yetersiz ise

belli kritik noktalardan gün içinde geçen ürün sayısını dengelemek suretiyle sorun giderilebilir mi? Modelde bu gibi sorulara bir yanıt bulunmaya çalışılmıştır.

3.5. Modelin Kısıtları

1. Siparişe göre üretim yapılmaktadır. (Günün siparişi bir önceki akşamdan elde edilmektedir)
2. Vardiyalar: 12 saat*2
3. Tavaların kapasiteleri aşağıdaki gibidir.

1 Araba = 16 Tava

1 Hamburger Tavası = 48 Hamburger

1 Sandviç Tavası = 30 Sandviç

1 Yarım Ekmek Tavası = 27 Yarım Ekmek

1 Ekmek Tavası = 13 Ekmek

4. Vardiya sistemi talebe göre ayarlanmaktadır.
5. Vardiyadaki işçi sayısı talebe bağlı olarak ayarlanmaktadır.
6. Kasaların kapasiteleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 25: Kasa Kapasiteleri

Sandviç	48 adet	4 paket
Hamburger	48 adet	4 paket
Yarım Ekmek	30 adet	2 paket

7. Makinelerin kapasiteleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 26: Makine Kapasiteleri

Makine	İşlev	Kapasite
Werner Pfeiderer Tewimat S	Hamburger İşleme Bandı	1 Saatte 8000 Adet
Werner Pfeiderer Multimatic	Sandviç İşleme Bandı	1 Saatte 5000 Adet
Werner Pfeiderer UC120A	Hamuru Yoğurma Mikser	9 Dakikada 120 Kg
Werner Pfeiderer UC80A	Hamuru Yoğurma Mikser	11 Dakikada 80 Kg
İsimsiz	Hamuru Yoğurma Mikser	11 Dakikada 80 Kg
Ekmesan EK33	Hamuru Yoğurma Mikser	9 Dakikada 120 Kg
Matador Ekmesan EK23 (3 adet)	Katlı Fırın	10 Dakikada 16 Tava
Özköseoğlu RT134 (2 adet)	Dönerli Fırın	17 Dakikada 16 Tava
Sewer Rondo STE 64	Hamur Açma	1 Saatte 100 Kg
Dilimleme Makinesi	Sucuk Dilimleme	20 Dakikada 7 Kg
Dilimleme Makinesi	Kaşar Dilimleme	15 Dakikada 12 Kg
Ara Dinlendirme Makinesi (2 adet)	Ekmek-Yarım Ekmek İşleme	1 Saatte 2000 Adet
Şekil Verme Makinesi (2 adet)	Ekmek-Yarım Ekmek İşleme	1 Saatte 2000 Adet
Yuvarlama Makinesi (2 adet)	Ekmek-Yarım Ekmek İşleme	1 Saatte 2000 Adet
Kesme-Tartma Makinesi (2 adet)	Ekmek-Yarım Ekmek İşleme	1 Saatte 2000 Adet

3.6. Modelin Açıklanması

Modelin amacında belirtilen problemleri çözebilmek için sistemin bir benzetiminin yapılmasına çalışılmıştır. Bunun için bir benzetim programı olan Arena kullanılmıştır.

Arena programına firma verileri girilmiştir. Öncelikle un deposunda hamurun mikserlere konulması verilmektedir. 4 mikser için 4 farklı başlangıç bloğu oluşturulmuştur. Bunun için ilk aşama create bloğudur. Bu 4 "Create" bloğuna mikserlerin kapasitelerine bağlı olarak birtakım veriler girilmiştir. Benzetimde üretim 0'dan başlatılmış bu nedenle "first creation" seçeneklerine 0 değeri girilmiştir. "Interval" kısmına her mikserin kazanında hamurun yoğrulma süresi ve buna ilaveten hamurun un deposunda kazanda birleştirilip kazanın mikserine götürülmesi için gereken sürelerin toplam değeri yazılmıştır. Burada modele girilirken firmanın 4 ana üretim kalemi üretimin yaklaşık % 85'ini oluşturduğundan dolayı diğer ürünler ihmal edilmiş ve 4 ana üretim kalemine eşit oranda dağıtılmıştır. "Create" bloklarında ayrıca her bir mikserin sadece bir ürüne yönelik hamur için kullanıldığı varsayılmıştır. Mikser kapasiteleri modelin kısıtlarında makine kapasiteleri tablosunda da görüldüğü üzere 2 makine 11 dakikada 80, diğer 2 makinede 9 dakikada 120 şer kilogram hamur yoğurduklarından gerçek üretimin modellenmesinde bir sorun yaratmamaktadır. "Assign" bloklarında 4 farklı ürünün tavalarla sisteme girmesi ifade edilmektedir. "Route" bloğu ile mikserde yoğrulan hamurun işleme istasyonlarına gidiş yolu belirtilir. Bu blok içindeki "duration" hamurun mikserden işleme istasyonuna gidişi arasında geçen süreyi vermektedir. "Station" bloklarında gelen hamurun girdiği işleme bandı gösterilmektedir. İlk "Station" sandviç hamurunun gelişini göstermektedir. "Queue" sandviç hamurunun girdiği kuyruk olup, ardından gelen "Seize" bloğu sandviç hamuru kesme, tartma ve şekil verme işlemleri otomatik olarak yerine getiren Werner Pfleiderer Multimatic Sandviç İşleme bandını ifade etmektedir. Bunu göstermek için kaynaklar kısmına werner_2, 1 ifadesi girilmiştir. Bu ifadedeki werner_2 kodlaması hamburger işleme bandında da werner marka bir bant kullanıldığı için yapılmış 1 ifadesi ise tek bir bant olduğunu göstermek amacı ile yazılmıştır. Bu blok ile ilişkili olarak "Delay" bloğunun "Duration" kısmına girilen 0.36 değeri her 0.36 dakikada 1 tava sandviçin sandviç işleme bandında işlendiğini ifade eder. "Release" bloğunda ise işlenen sandviçlerin tünel fırına gidişi simgelenmektedir. Bunun için blokta kaynaklar kısmına "tunnel_fr, 1"

yazılmış ve 1 adet tünel fırın olduğunun belirtilmesi sağlanmıştır. 16 tavanın 1 arabaya yüklenerek taşındığını gösterebilmek için bu aşamada bir "Group" bloğu eklenmiştir. Bu blok içinde grulanacak miktar kısmına 16 yazılarak tavaların 1 arabada birikeceği belirtilmiş olmaktadır. "Station" bloğundan itibaren eklenen bloklar hamburger ve ekmek-yarım ekmek ürünleri için de aynı mantıkla yerleştirilmiştir. Bu bloklar aşağıda bir sıra halinde verilmektedir.

Station – Queue – Seize – Delay – Release – Group

Yukarıdaki ifadede ekmek ve yarım ekmeğin birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bu ürünlerin kesme, tartma, ara dinlendirme ve şekil verme işlemleri aynı kısımda yapıldığı için bu ürünler bloklarda birlikte düşünülmüştür. Bloklar içine yerleştirilen veriler de aynı sistematikte girilmiştir. "Delay" komutunda ekmek, yarım ekmek için verilen "Duration" değeri 0,81'dir. 0,81 dakikada bir tavanın geçtiğini gösterir. Sandviç, hamburger ve ekmek-yarım ekmek için 3 sıra blok oluşturulduktan sonra son aşamadaki "Group" bloğunda 16 tavanın 1 arabada birleştirilmesi verildikten sonra bu 3 sıra tek bir kuyrukta birleşeceğinden 1 "Queue" bloğu oluşturulmuş ve 3 "Group" bloğu bu "Queue" bloğu ile birleştirilmiştir. Ardından "Request" bloğu ile arabalar en yakın noktadan çağırılmaktadır. "Request" bloğuna bağlanan "Transport" bloğu arabaların bir sonraki bölüm olan fermantasyon odasına taşınmasını simgelemektedir. Fermantasyon odası ile ilgili aşamaları göstermek için yukarıdaki blok sırasından tekrar kullanılmış ancak tavaların birleştirilmesine gerek olmadığından "Group" bloğu eklenmemiştir. Fermantasyon odasında hamurların 15 dakika dinlendirilmesini göstermek için "Delay" bloğunda "Duration" seçeneğine 15 ifadesi girilmiştir. Fermantasyon odasında dinlendirilen hamurların fırınlanması için "firinlama" istasyonu oluşturulmuştur. Bu aşamada çeşitli ürünler farklı fırınlarda pişirildiği için "Branch" bloğu kullanılmış ve farklı noktalara yönlendirmeler yapılmıştır. Bu bloğun içine veriler şu şekilde girilmiştir.

If, uruntipi==1, , yes

If, uruntipi==2, , yes

If, (uruntipi==3), or, (uruntipi==4), , yes

Ambalaj için de bir istasyon kurulduktan sonra, kasalama aşamasına geçilmiş burada farklı olarak, ekmekler ambalajlanmadığı için "Branch" bloğu

kullanılmıştır. Son olarak üretimi tamamlanan ürünlerin sistemden çıkması için "cikis" istasyonu eklenmiştir.

Sistem benzetiminin Siman kod girdileri Ek 2'de Arena modeli Ek 3'te verilmiştir.



4. SONUÇ, ÖNERİLER, DEĞERLENDİRME

4.1. Sonuç

Materyal aktarma sistemlerini incelemek için uygulama bölümünde çeşitli tablolarla açıklandığı üzere günde ortalama 6 ton gibi yoğun hammadde akışının gerçekleştiği Sanek firması tercih edilmiştir. Öncelikle sistem benzetim programında modellenmiş ve sistem 1500 dakika (1 gün) çalıştırılarak sonuçları alınmıştır. Sonuçlar firmanın gerçek verileriyle karşılaştırılmış ve sistemin doğru bir şekilde modellendiği anlaşılmıştır. Modelin ilk 50 dakikalık çalışmasının özet çıktıları Ek 1’de verilmiştir. Modellemenin doğruluğunun saptanmasının ardından materyal aktarma için kullanılan arabaların sayısı ve bu taşıma işlemlerini etkileyebileceği düşünülen diğer bazı değişkenler üzerinde denemeler yaparak benzetim farklı değerlerle çalıştırılmış ve sonuçları incelenmiştir.

Sistemin 1500 dakika çalıştırılmasından elde edilen veriler Tablo 27’de verilmiştir. Tablonun ilk kısmındaki çevrim süreleri sırasıyla her bir ürünün ortalama üretim sürelerini üretim süresindeki değişkenlikleri ve son sütunda sistemden tamamen çıkan ürün miktarını tava olarak vermektedir. Üretim miktarının tava bazında oluşturulmasının sebebi Arena programının “entity (varlık)” kısıtıdır. Üretim sürecinin herhangi bir noktasındaki tüm tavalar birer varlıktır. Eğer bunlar adet bazında alınsaydı varlık sayısının çokluğundan dolayı programın çalışması duracaktı. Üstelik üretim miktarı tava bazında alınmasına rağmen program 1600 dakikanın üzerinde çalışmaya da imkan vermemiştir. Program 1600 dakika çalıştırıldığında sistemde biriken varlık sayısı 19386’ya ulaştığından çalışması durmuştur. Sistemin 1500 dakika çalıştırılmasından elde edilen veriler birçok yoruma imkan vermiş ve değerler üzerinde değişiklikler yapılarak bu yorumlar geliştirilmiştir.

Tablo 27: Benzetim Modelinin Çıktıları

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	718.98	.50161	111.68	1326.6	640
Çevrim Süresi2	718.54	.49196	143.68	1287.6	608
Çevrim Süresi3	669.08	.52825	100.68	1316.6	520
Çevrim Süresi4	828.80	.39668	322.68	1304.6	256

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nt(ARABA)	23.308	.77572	.00000	90.000	30.000
nr(AMB_OP)	.16557	40.708	.00000	30.000	.00000
nr(KASA_OP)	20.000	.00000	10.000	20.000	20.000
nr(FERMANT_ODASI)	75.185	.13572	50.000	10.000	80.000
nr(MATADOR_FR)	.56456	.97411	.00000	20.000	10.000
nr(DONER_FR)	16.653	.30132	.00000	20.000	10.000
nq(TUNEL_Q1)	15.850	.71428	.00000	40.000	16.000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.58382	55.332	.00000	45.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	3783.5	.53622	264.00	7298.0	7298.0
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	59.176	.74289	.00000	16.000	10.000
nq(Q31)	59.153	.78683	.00000	16.000	.00000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

amb_c1	2788
amb_c2	11200
amb_c3	2304
kasa_c_san	640
kasa_c_ham	608
kasa_c_yre	520
kasa_c_ek	256

Tablonun ikinci kısmı ise aktarma üniteleri ve kaynakların doluluk düzeyleri ile kuyruk değerlerini vermektedir. Bu bölümdeki nt ifadesi aktarma birimlerini, nr ifadesi kaynakları, nq ise kuyrukları göstermektedir. Son sütundaki son değer ifadesi ise sistem 1500. dakikaya girdiğindeki doluluk değerlerini vermektedir. Bu değerlerin birkaçı hakkında yorum yapmak gerekirse, nr(FERMANT_ODASI) 75.185 değeri fermantasyon odasının ortalama %75'inin kullanıldığını, nq(FERMANTASYON_Q) 0.0000 değeri ise fermantasyon odası önünde bir kuyruk oluşmadığını ve gelen bütün tavaların dinlendirme için fermantasyon odasına alındığını göstermektedir. Tablonun son kısmındaki sayaçlar ise sistemden geçen tava miktarlarını vermektedir. Kasa ile ifade edilenler ise sistemden tamamen çıkan ürün miktarlarıdır. Bu ürünlerin adet olarak ifadesi ve firmanın bir döneme ait gerçek üretim düzeylerinin ortalaması Tablo 28'de verilmiştir. Benzetim sonuçları ile gerçek üretim düzeyleri arasında bazı farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıkların bir nedeni sistemin benzetiminin sıfırdan çalıştırılması diğer bir nedeni de sürecin benzetim modelinin oluşturulabilmesi için 4 mikserin farklı ürünlerin üretimi için ayrılmasıdır. Aslında sandviç ve hamburger üretimi için kullanılan mikserler talebin daha çok olduğu ürüne göre hamuru götürebilir, yani hamburger üretimi için hamur yoğurduğu modellenen mikser sandviç için de hamur üretebilir, sonuçta bu iki ürün de un tipleri ve katkı maddeleri aynıdır. Ancak, programın 150 blok kısıtı nedeniyle mikserler farklı ürünlere hamur ürettiği gibi gösterilmiştir. Sandviç ve hamburgeri birlikte düşündüğümüzde ise üretim düzeyleri gerçeğe yakındır diyebiliriz. Bunun dışında, sisteme giren ürünlerin modellemedeki son aşama olan kasalama istasyonuna gelip sistemden çıkması ve mikserler dışında diğer tüm istasyon ve bloklarda gerçek verilerin modele aktarılması da programın doğru ve gerçeğe uygun çalıştığını gösteren bir başka delildir. Sistemin sonuçları bu şekilde açıklandıktan sonra veriler üzerinde değişiklikler yapılarak ne gibi noktalara ulaşıldığına değinmek yerinde olacaktır.

Tablo 28: Benzetim – Gerçek Üretim Karşılaştırması

Ürün Tipi	Tava	Adet/Tava	Benzetim Sonuçları	Gerçek Üretim
Sandviç	640	30	19200	38488
Hamburger	608	48	29184	12071
Y. Ekmek	520	27	14040	18314
Ekmek	256	13	3328	

Firmadaki mevcut araba sayısı 30'dur. Bu sayının azalmasının veya artmasının üretim miktarına ne gibi etkilerde bulunacağını belirlemek için araba sayısı değiştirilerek model çalıştırılmıştır. Araba sayısında değişiklikler yapılarak sonuçları alınmıştır. Araba sayısı üzerinde denemeler yapıldıktan sonra materyal aktarma üzerinde etkili olabileceği düşünülen diğer bazı faktörler de incelenmiştir. Örneğin, fermantasyon odası önünde bir kuyruk oluşmadığı gözlemlendiğinden odanın büyüklüğü bir değişken olarak alınmış ve odanın bir defada alabileceği araba sayısı küçültülerek sonuçları incelenmiştir. Kasa ve ambalaj ile ilgili de bir takım değişiklikler yapılmıştır. Bu veriler ışığında araba sayısının artırılmasının sistemde çok büyük bir üretim artışı yaratmadığı görülmüştür. Sistemdeki araba sayısı artırıldığında, PERT ağındaki kritik yollar gibi başka noktalardaki sıkışmalar üretim düzeyi üzerinde etkili olmaktadır. Araba sayısının 5'in altına düşmesi ise üretimde ciddi azalmalara neden olmaktadır. Çalışmadan çıkan ilginç sonuç ise fermantasyon odasının kapasitesinin 300 tavadan 100 tavaya düşürülmesi durumunda bile dinlendirilme için bekleyen hamur miktarında bir sıkışmaya yol açmaması ve üretim düzeyinin aynı kalmasıdır. Fermantasyon odasını küçültmenin üretimde bir değişikliğe neden olmaması işyeri düzeni üzerinde bir takım değişiklikler yapılarak üretimin artırılmasını sağlayabilir. Çünkü modelde fermantasyon odasının küçültülürken materyal aktarma araçlarının izlediği yolları gösteren mesafeler aynı kalmıştı. Fermantasyon odasının küçültülmesi tek başına üretim düzeyinin artışına neden olmaz ancak, bu alanı küçülttüğümüz zaman firma yerleşim düzeninde görüldüğü gibi bu odadan önce yer alan üretim araçları ve bölümlerin daha yakın bir konuma yerleştirilmesi imkanı doğar. Bu da arabaların taşıma işlemlerinde gittikleri mesafeleri kısaltır. Mikserler, hamburger üretim bandı, ve sandviç üretim bandının 5 metre daha yakın bir noktaya yerleştirilmesi mümkün olabilirdi. Sürecin ortasında bulunan fermantasyon odasının küçültülmesiyle ve bir önceki cümlede bahsedilen değişikliklerin yapılması suretiyle üretim için gerekli alanın azaltılması mümkün olacaktır.

Tablo 29: Benzetim Modeli Çıktıları: Araba Sayısı 1

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	837.73	.44224	306.76	1433.9	272
Çevrim Süresi2	802.95	.40239	338.76	1253.3	240
Çevrim Süresi3	815.85	.39086	323.76	1446.6	168
Çevrim Süresi4	727.06	.63661	231.16	1205.1	64

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nt(ARABA)	.36260	13.258	.00000	10.000	.00000
nr(AMB_OP)	.01417	14.208	.00000	30.000	.00000
nr(KASA_OP)	.69976	13.631	.00000	20.000	20.000
nr(FERMANT_ODASI)	26.904	.55562	.00000	80.000	30.000
nr(MATADOR_FR)	.00000	–	.00000	.00000	.00000
nr(DONER_FR)	.42655	12.541	.00000	20.000	10.000
nq(TUNEL_Q1)	15.204	.71998	.00000	40.000	.00000
nq(ARABA_Q)	367.67	.51491	40.000	697.00	697.00
nq(MATADOR_Q)	.00000	–	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	–	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.03100	17.542	.00000	13.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	–	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	41.627	17.857	.00000	36.000	60.000
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	69.963	.62452	.00000	16.000	10.000
nq(Q31)	54.660	.87966	.00000	16.000	.00000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

amb_c1	272
amb_c2	960
amb_c3	176
kasa_c_san	272
kasa_c_ham	240
kasa_c_yre	168
kasa_c_ek	64

Tablodan görüldüğü üzere, araba sayısı azaltıldığında çıktı miktarı yarım ekmek ve ekmekte %25'e kadar düşmektedir.

Tablo 30: Benzetim Modeli Çıktıları: Araba Sayısı 25

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	707.48	.50984	117.98	1316.9	640
Çevrim Süresi2	747.41	.48090	149.98	1355.9	622
Çevrim Süresi3	688.33	.51320	102.98	1294.9	544
Çevrim Süresi4	789.40	.42908	100.98	1332.9	226

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nt(ARABA)	69.443	.34164	.00000	16.000	40.000
nr(AMB_OP)	.16657	40.613	.00000	30.000	.00000
nr(KASA_OP)	20.000	.00000	10.000	20.000	20.000
nr(FERMANT_ODASI)	75.207	.20157	30.000	12.000	80.000
nr(MATADOR_FR)	.65609	11.260	.00000	30.000	20.000
nr(DONER_FR)	15.031	.41175	.00000	20.000	20.000
nq(TUNEL_Q1)	15.258	.73440	.00000	40.000	.00000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.63773	55.311	.00000	55.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	3740.0	.54247	222.00	7272.0	7264.0
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	62.504	.70226	.00000	16.000	80.000
nq(Q31)	59.157	.78668	.00000	16.000	20.000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

Amb_c1	2832
Amb_c2	11136
Amb_c3	2320
kasa_c_san	640
kasa_c_ham	622
kasa_c_yre	544
kasa_c_ek	226

Araba sayısı 25 yapıldığında çıktı miktarında büyük bir değişim olmamaktadır.

Tablo 31: Benzetim Modeli Çıktıları: Araba Sayısı 35

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	730.26	.49389	117.98	1324.9	656
Çevrim Süresi2	730.94	.48836	149.98	1300.9	608
Çevrim Süresi3	711.58	.52144	102.98	1316.9	558
Çevrim Süresi4	720.52	.41251	100.98	1240.9	210

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nt(ARABA)	68.767	.35670	.00000	15.000	60.000
nr(AMB_OP)	.16583	40.709	.00000	30.000	.00000
nr(KASA_OP)	20.000	.00000	10.000	20.000	20.000
nr(FERMANT_ODASI)	75.115	.20131	30.000	12.000	70.000
nr(MATADOR_FR)	.67829	10.618	.00000	30.000	10.000
nr(DONER_FR)	14.723	.42220	.00000	20.000	20.000
nq(TUNEL_Q1)	16.109	.70360	.00000	40.000	.00000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	7,43E+00	36.676	.00000	10.000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.62450	55.555	.00000	45.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	3743.0	.54167	256.00	7252.0	7248.0
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	69.169	.64367	.00000	16.000	80.000
nq(Q31)	59.157	.78668	.00000	16.000	20.000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

amb_c1	2800
amb_c2	11200
amb_c3	2304
kasa_c_san	656
kasa_c_ham	608
kasa_c_yre	558
kasa_c_ek	210

Tablodan görüldüğü gibi, araba sayısı arttırıldığında .çıkıtı miktarında büyük bir değişim olmamaktadır.

Tablo 32: Benzetim Modeli Çıktıları: Araba Sayısı 40

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	729.71	.49600	117.98	1355.9	654
Çevrim Süresi2	738.78	.48682	149.98	1349.9	608
Çevrim Süresi3	709.58	.52435	102.98	1310.9	560
Çevrim Süresi4	718.16	.40053	100.98	1104.9	210

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nr(ARABA)	68.567	.37224	.00000	18.000	60.000
nr(AMB_OP)	.16554	40.742	.00000	30.000	.00000
nr(KASA_OP)	20.000	.00000	10.000	20.000	20.000
nr(FERMANT_ODASI)	75.225	.20725	30.000	12.000	60.000
nr(MATADOR_FR)	.67199	11.089	.00000	30.000	30.000
nr(DONER_FR)	14.733	.42380	.00000	20.000	20.000
nq(TUNEL_Q1)	16.209	.70231	.00000	40.000	.00000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.63229	55.893	.00000	45.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	3744.5	.54141	256.00	7252.0	7248.0
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	66.631	.64222	.00000	16.000	10.000
nq(Q31)	57.992	.80936	.00000	16.000	.00000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

amb_c1	2800
amb_c2	11136
amb_c3	2304
kasa_c_san	654
kasa_c_ham	608
kasa_c_yre	560
kasa_c_ek	210

Yukarıdaki tablolara bakıldığında, materyal aktarma sistemlerindeki araba sayısının firmanın üretim düzeyine göre yeterli olduğu düşünülebilir. Doğrudan taşıma işlemi yapmayan ancak, taşıma yollarının kısalmasını sağlayacak ve materyal aktarma sistemlerinden ayrı düşünülmesi mümkün olmayan işyeri düzeni ile ilgili yapılacak bazı değişiklikler, aynı miktarda araba ile daha fazla üretimin gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini incelemek için göz önüne alınabilir. Daha önce bahsedildiği üzere, fermantasyon odasının %75 doluluk oranıyla kullanılması ancak, fermantasyon önünde bir kuyruk oluşmaması bu alanın daraltılarak yine aynı üretimin yapılıp yapılamayacağını düşündürmektedir. Bunun için fermantasyon odasının kapasitesi 300 tavadan 100 tavaya düşürülmüş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Buna ilişkin sonuçlar Tablo 33 ve Tablo 34'tedir. Tablolardan görüldüğü gibi sistemden çıkan ürün miktarı aynıdır. Buna bağlı olarak, fermantasyon odasının küçültülmesiyle sandviç ve hamburger üretim bantlarıyla, un deposu ve malzeme deposunun daha yakın bir noktada olması bazı yolların kısalmasını sağlayarak aynı üretim düzeyinin daha az taşıma ile gerçekleşmesini sağlayabilecektir. Fabrikanın yerleşimiyle ilgili olarak idari kısmın ambalaj makineleri, kasalama ve asansörden önce konuşlandığı görülmektedir. Taşıma araçlarının idari kısım nedeniyle zikzaklı bir yol izlemesi ve hareket yolunun daralması göz önüne alınması gereken bir başka durumdur. İdari kısmın üretim noktalarının arasında kalması yerine üretim hattının bittiği bir yerde bulunması taşıma mesafelerinin daha da küçültülmesine olanak verecektir. Bu faktörler dikkate alınarak bir yerleşim yapılırsa materyal aktarma sistemi olarak en azından raylı bir sistemin kurulması daha hızlı taşıma yapılmasına olanak sağlayabilir.

Üretim düzeyinde etkisi olabileceği düşünülen kasalama ve ambalajlama işlemleri ile ilgili değerler de değiştirilerek analizler yapılmıştır. Bu amaçla, kasa ve ambalaj operatörü sayıları farklılaştırılarak sonuçları alınmıştır. Kasalama operatörü sayısı 1'den 3'e çıkarıldığında çıktılarda arttığı görülmüştür. Kasalama ve ambalajlama operatörleri 2 katına çıkarıldığında da çıktı sayısının arttığı görülmüştür. Bu işlemler birbirinin devamı niteliğinde olduğundan operatörlerin bu noktalarda dönüşümlü çalışması için bir analiz yapılabilir.

Tablo 33: Benzetim Modelinin Çıktıları: Fermantasyon Odası Kapasitesi 300

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	712.83	.49546	117.98	1260.9	640
Çevrim Süresi2	730.74	.48340	149.98	1317.9	608
Çevrim Süresi3	719.84	.52205	102.98	1316.9	566
Çevrim Süresi4	724.40	.41092	100.98	1226.9	210

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nt(ARABA)	69.181	.35461	.00000	17.000	80.000
nr(AMB_OP)	.16480	40.860	.00000	30.000	.00000
nr(KASA_OP)	20.000	.00000	10.000	20.000	20.000
nr(FERMANT_ODASI)	75.133	.21644	30.000	12.000	70.000
nr(MATADOR_FR)	.66679	10.508	.00000	30.000	10.000
nr(DONER_FR)	14.828	.43603	.00000	20.000	20.000
nq(TUNEL_Q1)	16.405	.70466	.00000	40.000	.00000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.63020	55.601	.00000	45.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	3741.7	.54162	256.00	7244.0	7240.0
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	70.002	.61159	.00000	16.000	80.000
nq(Q31)	59.990	.76990	.00000	16.000	20.000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

amb_c1	2800
amb_c2	11072
amb_c3	2288
kasa_c_san	640
kasa_c_ham	608
kasa_c_yre	566
kasa_c_ek	210

Tablo 34: Benzetim Modelinin Çıktıları: Fermantasyon Odası Kapasitesi 100

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	712.83	.49546	117.98	1260.9	640
Çevrim Süresi2	730.74	.48340	149.98	1317.9	608
Çevrim Süresi3	719.84	.52205	102.98	1316.9	566
Çevrim Süresi4	724.40	.41092	100.98	1226.9	210

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nt(ARABA)	69.181	.35461	.00000	17.000	80.000
nr(AMB_OP)	.16480	40.860	.00000	30.000	.00000
nr(KASA_OP)	20.000	.00000	10.000	20.000	20.000
nr(FERMANT_ODASI)	75.133	.21644	30.000	12.000	70.000
nr(MATADOR_FR)	.66679	10.508	.00000	30.000	10.000
nr(DONER_FR)	14.828	.43603	.00000	20.000	20.000
nq(TUNEL_Q1)	16.405	.70466	.00000	40.000	.00000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.63020	55.601	.00000	45.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	3741.7	.54162	256.00	7244.0	7240.0
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	70.002	.61159	.00000	16.000	80.000
nq(Q31)	59.990	.76990	.00000	16.000	20.000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

amb_c1	2800
amb_c2	11072
amb_c3	2288
kasa_c_san	640
kasa_c_ham	608
kasa_c_yre	566
kasa_c_ek	210

Tablo 35: Benzetim Modelinin Çıktıları: Kasa Operatörü 3

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	595.26	.48828	113.98	1096.9	1568
Çevrim Süresi2	629.65	.47291	100.98	1126.9	1557
Çevrim Süresi3	568.12	.49149	102.98	1031.9	1328
Çevrim Süresi4	556.73	.44748	99.980	944.98	608

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nt(ARABA)	69.195	.35907	.00000	15.000	70.000
nr(AMB_OP)	.16583	40.733	.00000	30.000	.00000
nr(KASA_OP)	50.000	.00000	40.000	50.000	50.000
nr(FERMANT_ODASI)	75.095	.20780	30.000	12.000	80.000
nr(MATADOR_FR)	.67329	10.463	.00000	30.000	10.000
nr(DONER_FR)	14.754	.43940	.00000	20.000	20.000
nq(TUNEL_Q1)	14.813	.74817	.00000	40.000	24.000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.63976	55.579	.00000	45.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	2117.9	.54423	144.00	4125.0	4123.0
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	63.380	.73661	.00000	16.000	80.000
nq(Q31)	60.318	.76448	.00000	16.000	20.000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

amb_c1	2800
amb_c2	11200
amb_c3	2304
kasa_c_san	1568
kasa_c_ham	1557
kasa_c_yre	1328
kasa_c_ek	608

Tablo 36: Benzetim Modelinin Çıktıları: Kasa Operatörü 4,
Ambalaj Operatörü 6

Çevrim Süreleri

	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
Çevrim Süresi1	638.81	.48536	129.98	1173.9	1248
Çevrim Süresi2	659.68	.49594	101.98	1196.9	1280
Çevrim Süresi3	618.01	.48286	100.98	1134.9	1040
Çevrim Süresi4	611.73	.47371	118.98	1080.9	496

Doluluk Düzeyi	Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum	Son Değer
nt(ARABA)	69.105	.35837	.00000	14.000	60.000
nr(AMB_OP)	.16583	57.540	.00000	60.000	.00000
nr(KASA_OP)	40.000	.00000	30.000	40.000	40.000
nr(FERMANT_ODASI)	75.097	.21022	30.000	12.000	80.000
nr(MATADOR_FR)	.70900	10.281	.00000	30.000	10.000
nr(DONER_FR)	14.147	.46098	.00000	20.000	20.000
nq(TUNEL_Q1)	15.948	.70975	.00000	40.000	.00000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	1254.6	.48811	145.00	2355.0	2336.0
nq(AMBALAJ_Q)	.27565	83.655	.00000	42.000	.00000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	1019.3	.48525	117.00	1914.0	1895.0
nq(EKYAR_Q1)	1392.3	.48969	174.00	2604.0	2572.0
nq(KASALAMA_Q)	2659.9	.54261	184.00	5160.0	5152.0
nq(Q2)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q1)	75.000	.61456	.00000	16.000	80.000
nq(Q32)	66.674	.69630	.00000	16.000	10.000
nq(Q31)	56.653	.83834	.00000	16.000	.00000

Parantez içindeki terimlerin doluluk düzeylerini göstermektedir.

Sayaçlar

amb_c1	2832
amb_c2	11072
amb_c3	2304
kasa_c_san	1248
kasa_c_ham	1280
kasa_c_yre	1040
kasa_c_ek	496

4.2. Değerlendirme ve Öneriler

Gıda Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi kuramında da belirtildiği gibi insanların en temel gereksinimidir. Bu nedenle gıda sektörü diğer sektörlerle göre üretimde dalgalanmaların daha az olduğu bir alandır denilebilir. Ancak günümüzün giderek ağırlaşan rekabet koşullarında, üretim anlayışları ve tüketici istek ve beklentileri hızla değişmekte ve bu beklentiler temel gıda sektörünü de etkisi altına almaktadır. Endüstri devriminin ilk aşamalarında üretimin yetersiz olmasından kaynaklanan üretim anlayışı, yerini sırasıyla "Daha iyi bir fare kaparı yaparsanız, dünya ayağınıza gelir." sloganıyla özdeşleşen ürün anlayışına bırakmıştır. Ardından pazarlama araçlarını kullanarak işletme amaçlarına ulaşmayı düşünen satış anlayışına bir geçiş yapılmış ve onu tüketici isteklerini tatmin ederek işletme amaçlarına ulaşmayı düşünen müşteri odaklı pazarlama anlayışı izlemiştir. Günümüzde toplum refahını, sağlığını hedef alan toplumsal pazarlama anlayışına ulaşılmıştır. Bu anlayışlar doğrultusunda sağlık, lezzet, sunum gibi ölçütler gıda maddelerinde de değişikliklere yol açmıştır. Yemeklik tuzların artık iyotlu imal edilmesinin zorunlu olması buna örnek verilebilir. Gıda sektöründe de kepekli ekmekek vb. farklı ürünlerin müşteriye sunulması, ürünlerin ambalajlanması firmaların üretim anlayışlarını değiştirmesine yol açmaktadır. Gıda mamullerindeki cazip kar oranları da sektöre yeni firmaların girmesine neden olmakta bu da firmaların üretim anlayışlarını değiştirmelerine yol açmaktadır.

Benzetim modeli farklı durumlar için 4 kez çalıştırılmış ve sonuçlarda herhangi bir çelişki görülmemiştir. Modelin çalıştırıldığı durumlar Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 37: Benzetim Modelinin Çalıştırıldığı Durumlar

Analiz	Sonuç
Firmadaki mevcut durum modele aktarıldı.	Modelin geçerliliği kanıtlandı.
Araba sayısı 1 için benzetim modeli çalıştırıldı.	Genel üretim düzeyi mevcut durumun %25'ine kadar düştü
Araba sayısı 25 için benzetim modeli çalıştırıldı.	Genel üretim düzeyi mevcut duruma yaklaştı.
Araba sayısı 35 için benzetim modeli çalıştırıldı.	Genel üretim düzeyinde çok büyük bir artış meydana gelmedi.
Araba sayısı 40 için benzetim modeli çalıştırıldı.	Genel üretim düzeyinde çok büyük bir artış meydana gelmedi.
Fermantasyon odasının kapasitesi 100'e düşürüldü.	Genel üretim düzeyi değişmedi.
Kasalama operatörü 3'e çıkarıldı.	Çıktı düzeyinde önemli artışlar meydana geldi.
Kasalama ve ambalajlama operatörleri 2 katına çıkarıldı.	Çıktı düzeyinde önemli artışlar meydana geldi.

Uygulama sonucunda aşağıdaki değerlendirmelerin yapılması uygun olur.

1. Farklı ürünlerden yoğun biçimde üretim yaparak ihale fırsatlarını yakalamak, firma açısından hayati bir öneme sahiptir.
2. İhalelerin kazanılması suretiyle üretimde meydana gelecek basamaklı artışların karşılanmasında firmanın materyal aktarma sistemlerinin ve bu sistemin verimli kullanılmasını etkileyecektir. Materyal aktarma ise işyeri düzeninin doğru kurulması ile ilgilidir.
3. Doğru bir işyeri düzeni ve tesis planlaması, firma açısından bir rekabet avantajı getirecek ve ihale ile talep edilen üretimleri gerçekleştiremeyen rakiplere karşı bir üstünlük sağlayacaktır.

4. Firma bu sayede, materyal aktarma sistemlerindeki ve üretimdeki sıkışmaları önleyecek, üretimde meydana gelecek basamaklı artışlar firmanın olanakları doğrultusunda karşılanabilecektir.
5. Sistemin bu çalışmada elde edilen veriler ışığında düzenlenmesi üretimin normal seviyede olduğu dönemlerde vardiya sisteminde rahatlamalara neden olacak, talepte meydana gelebilecek normal artışlar mevcut işçilerin izin günlerinde çağrılmasına gerek kalmadan karşılanabilecektir. Böylelikle, işçilere izin gününde çalışmalarından dolayı ödenen normal ücretin yanında fazla mesai ücretinden tasarruflar sağlanarak işçilik maliyeti azaltılabilecektir. İşgücünün daha uygun bir şekilde kullanımı için sermaye-yoğun üretimin yapıldığı ürünler gece üretildiğinden, 12 saatlik iki vardiya yerine 8 saatlik üç vardiya yapılarak saat 22:00 ile 06:00 arası vardiyada çalışan personelin arttırılması uygun olacaktır. Dolayısıyla 12 saatlik vardiyada çok sayıda personelin bir süre yoğun çalışıp ardından atıl kalmasının önlenebilmesi olanağı ortaya çıkacaktır. Sonuçta boş kaldığı süre olsa da işçiye vardiyası karşılığı ücret ödenecektir.

Oluşturulan modelin, geliştirilmeye açık yönleri hala mevcuttur. Bunlar, şu şekilde ifade edilebilir.

1. Benzetimi yapılan model, fermantasyon odasının küçültülmesi doğrultusunda işyerindeki mikserler, sandviç üretim bandı ve hamburger üretim bandının yerlerinin değiştirilmesi suretiyle mesafelerde meydana gelen değişiklikler girilerek yeniden çalıştırılabilir.
2. İşyerinin yeniden düzenlenmesinin üretimde ne düzeyde bir artışa imkan verdiği gösterilebilir.
3. Bu tür bir düzenlemenin ne kadar masraflı olduğu düşünülürse, mevcut halinde yapılabilecek küçük değişikliklerle üretimin maksimum hangi seviyeye çıkabileceği tespit edilerek çeşitli askeri ihalelere girme konusunda sağlıklı karar almaya yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR:

Acar, Nesime. (1989). *Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları*. MPM Yayınları:280 Yeniçağ Basımevi:Ankara

Apple, J.M. (1973). *Material Handling Systems Design*. The Ronald Press Co.: New York

Atalay, Nevda. Birbil, Dilek. Demir, Nazmiye. Yıldırım, Şevket. (1998). *Kobilerin Esnek İmalat Sistemleri Yönünden İrdelenmesi ve Bir Uygulama*. MPM Yayınları No:632: Ankara

Askin, Ronald G., Standridge, Charles R. (1993). *Modeling and Analysis of Manufacturing Systems*. John Wiley & Sons Inc: New York

Banar, Kerim. (1992) *Tam Zamanında Üretim Sisteminde Uygulanan Maliyet Muhasebesi ve Başarım Değerlemesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, İzmir

Bennett, Robert E. (1987). *Cost Accounting for Factory Automation*. *National Association of Accountants*

Cho, Chiwoon. (2001). *Design of a Web Based Integrated Material Handling System for Manufacturing Applications*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Iowa State Üniversitesi, Iowa

Choi, Hoo-Gon, Ryuk-Jin Kwon, Jim Lee. (1994). *Traditional and Tandem AGV Systems Layouts: A Simulation Study*. *Simulation*. 63. (2)

Çil, İbrahim. Evren, Ramazan. (1994). *Esnek İmalat Sistemlerinin Verimliliğinin Ölçümünde Performans – Amaçlar – Verimlilik Yaklaşımı*. 2. *Verimlilik Kongresi*, MPM Yayınları No:540: Ankara

Demir, Mehmet Hulusi. (1984). *Üretim Yönetimi Cilt 1*. Aydın Yayınevi: İzmir

Demir, Mehmet Hulusi. (1987). *Fabrika Yerleşim Düzeni (İşyeri Düzeni)*. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları No: 0906.87.AR Kavram Matbaası: İzmir

Demir, M. Hulusi. Gümüšoğlu, Şevkinaz. (2000). *Üretim/İşlemler Yönetimi*. Beta Basım-Yayım Dağıtım A.Ş.: İstanbul

Demirdöğen, Osman. (1994). *Türkiye'deki İmalatçı Firmaların Yeni Üretim Teknolojilerini Kabul ve Uyum Düzeyi*, Atatürk Üniversitesi Yayınevi: Erzurum

Doğan, Muammer. (2002). *İşletme Ekonomisi ve Yönetimi*. Anadolu Matbaacılık: İzmir

Durmuşoğlu, B. (1990). *Grup Teknolojisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İ.T.Ü. İstanbul

Durmuşoğlu, M. Bülent. Nomak, Affan. (2000). Bir Cam Kalıbı Üretim Tesisinde GT Hücrelerinin Tasarımı ve Uygulanması. Makine Mühendisleri Odası, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 11 (2),

Egbelu, P. J. (1991). Reduction of Manufacturing Lead-Time Through Selection of Machining Rate and Unit Handling Size. *Engineering Costs and Production Economics*, (21),

Egbelu, P. J. (1993). Economic Design of Unit Load-Based FMSs Employing AGVs for Transport. *International Journal of Production Research*, 31, (12),

Eilon, Samuel. (1962). *Elements of Production Planning and Control*. The Macmillan Co.: New York

Erlaçın, Şükrü F. (1971). *Endüstri İşletmeciliği*. Ege Üniversitesi İTBF Yayını No:14: İzmir

Ertürk, Feyyaz. (2000). Tesis Planlama Ders Notları. Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü: İzmir

Fu, Liping. (2000). An Adaptive Routing Algorithm for In-Vehicle Route Guidance Systems With Real-Time Information. *Transportation Research*. Waterloo

Gaskins, R. J., J. M. A. Tanchoco. (1987). Flow Path Design for Automated Guided Vehicle Systems. *International Journal of Production Research*. 25. (5)

Goetz, William G., Pius J. Egbelu. (1990). Guide Path Design and Location of Load Pick-up/Drop-off Points for An Automated Guided Vehicle System. *International Journal of Production Research*. 28. (5)

Gökşen, Yılmaz. (2002). *Hücreyel Üretim Sistemine Makine ve Parça Ailelerinin Oluşturulmasında Makine Kapasiteleri ve Parça Taleplerinin Analizine Dayalı Bir Model Uygulaması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi: İzmir

Gökşen, Yılmaz. (1997). Hücreyel Üretim Sisteminde Makine ve Parçaların Gruplandırılmasında Tamsayı Bir Yaklaşım. 3. *Verimlilik Kongresi* MPM Yayınları: 599. Mert Matbaası. 360-361

Groover, Mikell P. (1992). *Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing*. Prentice-Hall International Editions: New Jersey

Ilic, Oliver R. (1994). Analysis of the Number of AGVs Required in FMS. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 9.

İşlier, A. Attila. Erdem, Mümtaz. (1996). Hücreyel Üretim İçin Sezgisel Bir Yaklaşım. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 7 (2-3). 12

Kamrani, A. H., Parsei, H. R. (1993) A Group Technology Based Methodology for Machine Cell Formation in Computer Integrated Manufacturing Environment. *Computers and Industrial Engineering*, 24 (3). 431

Kanawaty, George (Çev. Akal, Zühal). (1997). *İş Etüdü*. MPM Yayınları No:29: Ankara

Karayalçın İ. İlhami. (1986). *Endüstri Mühendisliği ve Üretim Yönetimi El Kitabı Cilt 1. Çağlayan Kitabevi: İstanbul*

Kasilingam, R. G. (1991). Mathematical Modelling Of The AGV Capacity Requirements Planning Problem. *Engineering Costs and Production Economics*. 21

Kaspi, Moshe, J. M. A. Tanchoco. (1990). Optimal Flow Path Design of Unidirectional AGV Systems. *International Journal of Production Research*. 28. (6)

Kim, Kap Hwan, J. M. A. Tanchoco. (1993). Economical Design of Material Flow Paths. *International Journal of Production Research*. 31. (6)

Kim, Sung Woo. (2001). *Performance Analysis of Material Handling Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Louisville Üniversitesi: Louisville

Kouvelis, Panagiotis. (1988). *Design and Planning Problems in Flexible Manufacturing Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Stanford Üniversitesi: Stanford

Lee, Jim. Roo-Con Choi. Khaksar Majid. (1990). Evaluation of Automated Guided Vehicle Systems by Simulation. *Computers and Industrial Engineering*. 19. (1)

Lei, L., R. Armstrong, S. Gu. (1993). Minimizing The Fleet Size with Dependant Time-Window and Single-Track Constraints. *Operations Research Letters*. 14/2

Li, Huifang. (2001). *Modeling, Analysis and Performance Optimization for Material Handling of Compliant Sheet Metal Parts*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Michigan Üniversitesi: Michigan

Mahadevan, B., T. T. Narendran. (1990). Design of An AGV-Based MHS for a FMS, *International Journal of Production Research*, 28, (9), 1612

Mahadevan, B., T. T. Narendran. (1992). Determination of Unit Load Size in An AGV-Based Material Handling System for An FMS, *International Journal of Production Research*, 30, (4), 912

Maleki, Reza A. (1991). *Flexible Manufacturing Systems The Technology and Management*. Prentice-Hall Inc. New Jersey

Moore, James M. (Çev. Yülek Ertan İ. , Cüzzar Rüknet M.). (1975). *Fabrika Projesi ve Yerleşme Planı*. Makine Mühendisleri Odası Yayın No:92: Ankara

Muther, Richard. Haganas, Knut. (1978). *Systematic Handling Analysis*. Management and Industrial Research Publications

Ortuzar, Juan de Dois. Luis C. Willumsen. (1994). *Modelling Transport*. John Wiley and Sons Inc. New York

Pandit, R., U. S. Palekar. (1993). Response Time Considerations for Optimal Warehouse Layout Design. *Transactions of The ASME*. 115. (3)

Prechatanavit, Wanna. (1998). *A Performability Index for Complex Material Handling Systems*. Yayınlanmamış Master Tezi. Louisville Üniversitesi: Louisville

Rajagopalan, Srinivasan. (1999). *Flowpath Design and Analysis of AGV Based Material Handling Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Rensselaer Politeknik Enstitüsü. New York

Raju, Ravi K., Krishnaiah O. V. Chetty. (1993). Design and Evaluation of AGV Systems for FMS: An Extended Time Petri Net-Based Approach. *International Journal of Production Research*. 30/6

Reed, Ruddell. (1967). *Plant Location, Layout and Maintenance*. Richard D. Irwin Inc: Homewood

Salvendy, G. (1987). *Handbook of Human Factors*. John Wiley & Sons Inc: New York

Schmenner, Roger W. (1990). *Production/Operations Management Concepts and Situations*: New York

Seifoddini, H. (1989). Duplication Process In Machine Cells Formation In Group Technology. *IIE Transactions*. 21. (4)

Sharp, Gunter P., Fuh-Hwa Franklin Liu. (1990). An Analytical Method for Configuring Fixed-Path, Closed-Loop Material Handling Systems. *International Journal of Production Research*. 28. (4)

Singh, Nanua ve Ramajani. Divakar. (1996). *Cellular Manufacturing Systems*. Chapman&Hall: London

Sinriech, David, J. M. A. Tanchoco. Intersection Graph Method for AGV Flow Path Design. *International Journal of Production Research*. 29. (9)

Smith, Keith V. Leksan, Mark P. (1989). *Cost Management Systems in The New Manufacturing Environment*. Purdue University The Krannort School of Management Press:

Tek, Ömer Baybars. (2000). *Pazarlama İlkeler ve Uygulamalar*. Enkare Yayınevi. İzmir

Thompkins, James A., White, John A. (1984). *Facility Planing*. John Wiley & Sons Inc.: New York

Thompkins, James A., White, John A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, M.A., Trevino, J. (1996). *Facilities Planning*. . John Wiley & Sons Inc.: New York

Thonemann, Ulrich Wilhelm. (1994). *Stochastic Models for Asynchronous Automated Material Handling Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Stanford Üniversitesi: Stanford

Vosniakos, G. C., A. G. Mamalis. (1990). Automated Guided Vehicle System Design for FMS Applications. *International Journal of Machine Tool Manufacture*. 30. (1)

Yang, Taho. (1996). *Facility Layout and Material Handling System Design Integration in Manufacturing Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Texas A&M Üniversitesi: Texas

Yelken, Nurettin. Demir, Mehmet Hulusi. (1978). *Üretim Planlaması ve Kontrolü*. Ege Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayını No:133/2: İzmir

<http://rosowwww.epfl.ch/3emecycle/lacnoir2000.html>, Mart 2003

<http://www.ime.usp.br/~cris/gcomb/seminarios/abstracts/visitantes/groetschel.html>, Ocak 2003

<http://www.ime.usp.br/~coelho/mac315/lista/msg00075.html>, Kasım 2002

<http://faculty.washington.edu/benita/papers.html>, Mart 2003

<http://www.mhia.org/bs/pdf/75304.pdf>, Mart 2003

<http://www.iasi.rm.cnr.it/iasi/abstract/98/groetschel.html>, Ocak 2003



EKLER

Ek 1: Benzetim Modelinin Geçerlilik Analizi (50 Dakika İçin)

SIMAN System Trace Beginning at Time: 0.0

Seq#	Label	Block	System Status Change
Time: 0.0	Entity: 2		
33	31\$	CREATE	TIME2 set to 0.0 Next creation scheduled at time 24.0 Batch of 103 entities created Entity 7 created at record location 3171 Entity 8 created at record location 3179 Entity 107 created at record location 3971 Entity 108 created at record location 3979
34	36\$	ASSIGN	NS set to 2 URUNTIPI set to 2.0 M set to 9
35	39\$	ROUTE	IS set to 1 To arrive at station HAMBURGER at time 5.0
Time: 0.0	Entity: 8		
34	36\$	ASSIGN	NS set to 2 URUNTIPI set to 2.0 M set to 9
35	39\$	ROUTE	IS set to 1 To arrive at station HAMBURGER at time 5.0
Time: 0.0	Entity: 108		
34	36\$	ASSIGN	NS set to 2 URUNTIPI set to 2.0 M set to 9
35	39\$	ROUTE	IS set to 1 To arrive at station HAMBURGER at time 5.0
Time: 0.0	Entity: 3		
36	32\$	CREATE	TIME3 set to 0.0 Next creation scheduled at time 26.0 Batch of 72 entities created Entity 110 created at record location 3995 Entity 180 created at record location 4555
37	37\$	ASSIGN	NS set to 3 URUNTIPI set to 3.0 M set to 9 Entity transferred to block 39\$
35	39\$	ROUTE	IS set to 1 To arrive at station YAREKMEK at time 5.0
Time: 0.0	Entity: 110		
37	37\$	ASSIGN	NS set to 3 URUNTIPI set to 3.0 M set to 9 Entity transferred to block 39\$
35	39\$	ROUTE	IS set to 1 To arrive at station YAREKMEK at time 5.0
Time: 0.0	Entity: 180		
37	37\$	ASSIGN	NS set to 3 URUNTIPI set to 3.0 M set to 9 Entity transferred to block 39\$
35	39\$	ROUTE	IS set to 1 To arrive at station YAREKMEK at time 5.0
Time: 0.0	Entity: 4		
38	33\$	CREATE	TIME1 set to 0.0 Next creation scheduled at time 24.0 Batch of 96 entities created Entity 182 created at record location 4571 Entity 276 created at record location 5323
39	35\$	ASSIGN	NS set to 1 URUNTIPI set to 1.0 M set to 9 Entity transferred to block 39\$
35	39\$	ROUTE	


```

IS set to 1
To arrive at station SANDVIC at time 5.0
Time: 0.0 Entity: 182
39 35$ ASSIGN
NS set to 1
URUNTIPI set to 1.0
M set to 9
Entity transferred to block 39$
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station SANDVIC at time 5.0
.....
Time: 0.0 Entity: 276
39 35$ ASSIGN
NS set to 1
URUNTIPI set to 1.0
M set to 9
Entity transferred to block 39$
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station SANDVIC at time 5.0
Time: 0.0 Entity: 5
40 34$ CREATE
TIME4 set to 0.0
Next creation scheduled at time 26.0
Batch of 36 entities created
Entity 278 created at record location 5339
.....
Entity 312 created at record location 5611
41 38$ ASSIGN
NS set to 4
URUNTIPI set to 4.0
M set to 9
Entity transferred to block 39$
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station EKMEK at time 5.0
Time: 0.0 Entity: 278
41 38$ ASSIGN
NS set to 4
URUNTIPI set to 4.0
M set to 9
Entity transferred to block 39$
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station EKMEK at time 5.0
.....
Time: 0.0 Entity: 312
41 38$ ASSIGN
NS set to 4
URUNTIPI set to 4.0
M set to 9
Entity transferred to block 39$
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station EKMEK at time 5.0
Time: 5.0 Entity: 5
59 52$ STATION Entity 5 entered station EKMEK
60 98$ QUEUE Entity 5 sent to next block
61 53$ SEIZE Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
62 54$ DELAY Delayed by 0.81 until time 5.81
Time: 5.0 Entity: 278
59 52$ STATION Entity 278 entered station EKMEK
60 98$ QUEUE Entity 278 sent to next block
61 53$ SEIZE Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
62 54$ DELAY Delayed by 0.81 until time 5.81
Time: 5.0 Entity: 279
59 52$ STATION Entity 279 entered station EKMEK
60 98$ QUEUE Entity 279 sent to next block
61 53$ SEIZE Could not seize resource EKYAR_BANT
Entity 279 added to queue EKYAR_Q1 at rank 1
.....
Time: 5.0 Entity: 179
105 97$ STATION Entity 179 entered station YAREKMEK
Entity transferred to block 98$
60 98$ QUEUE Entity 179 sent to next block
61 53$ SEIZE

```

```

Entity 179 added to queue EKYAR_Q1 at rank 105
Time: 5.0 Entity: 180
105 97$ STATION
Entity 180 entered station YAREKMEK
Entity transferred to block 98$
60 98$ QUEUE
Entity 180 sent to next block
61 53$ SEIZE
Entity 180 added to queue EKYAR_Q1 at rank 106
Time: 5.0 Entity: 4
42 40$ STATION
Entity 4 entered station SANDVIC
43 41$ QUEUE
Entity 4 sent to next block
44 42$ SEIZE
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
45 43$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 5.36
Time: 5.0 Entity: 182
42 40$ STATION
Entity 182 entered station SANDVIC
43 41$ QUEUE
Entity 182 sent to next block
44 42$ SEIZE
Could not seize resource WERNER_2
Entity 182 added to queue SAN_Q at rank 1
.....
Time: 5.0 Entity: 276
42 40$ STATION
Entity 276 entered station SANDVIC
43 41$ QUEUE
Entity 276 sent to next block
44 42$ SEIZE
Entity 276 added to queue SAN_Q at rank 95
Time: 5.0 Entity: 2
52 46$ STATION
Entity 2 entered station HAMBURGER
53 47$ QUEUE
Entity 2 sent to next block
54 48$ SEIZE
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
55 49$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 5.36
Time: 5.0 Entity: 7
52 46$ STATION
Entity 7 entered station HAMBURGER
53 47$ QUEUE
Entity 7 sent to next block
54 48$ SEIZE
Could not seize resource WERNER_1
Entity 7 added to queue HAM_Q at rank 1
.....
Time: 5.0 Entity: 108
52 46$ STATION
Entity 108 entered station HAMBURGER
53 47$ QUEUE
Entity 108 sent to next block
54 48$ SEIZE
Entity 108 added to queue HAM_Q at rank 102
Time: 5.36 Entity: 4
46 44$ RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 182 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 182
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$ QUEUE
Entity 4 sent to next block
48 45$ GROUP
Entity 4 added to queue Q1 at rank 1
Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 1.
Time: 5.36 Entity: 182
45 43$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 5.72
Time: 5.36 Entity: 2
56 50$ RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 7 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 7
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$ QUEUE
Entity 2 sent to next block
58 51$ GROUP
Entity 2 added to queue Q2 at rank 1
Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 2.
Time: 5.36 Entity: 7
55 49$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 5.72
Time: 5.72 Entity: 182

```

```

46 44$          RELEASE
                  WERNER_2 available increased by 1 to 1
                  Entity 183 removed from queue SAN_Q
                  Resource allocated to entity 183
                  Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$          QUEUE
                  Entity 182 sent to next block
48 45$          GROUP
                  Entity 182 added to queue Q1 at rank 2
                  Group size increased to 2 of 16 with
                  matching expression value of 1.
Time: 5.72 Entity: 183
45 43$          DELAY
                  Delayed by 0.36 until time 6.08
Time: 5.72 Entity: 7
56 50$          RELEASE
                  WERNER_1 available increased by 1 to 1
                  Entity 8 removed from queue HAM_Q
                  Resource allocated to entity 8
                  Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$          QUEUE
                  Entity 7 sent to next block
58 51$          GROUP
                  Entity 7 added to queue Q2 at rank 2
                  Group size increased to 2 of 16 with
                  matching expression value of 2.
Time: 5.72 Entity: 8
55 49$          DELAY
                  Delayed by 0.36 until time 6.08
Time: 5.81 Entity: 5
63 55$          RELEASE
                  EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                  Entity 279 removed from queue EKYAR_Q1
                  Resource allocated to entity 279
                  Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$         BRANCH
                  Selecting at most 1 of 2 branches
                  IF: Branch not selected
                  IF: Entity 5 sent to 100$
67 100$         QUEUE
                  Entity 5 sent to next block
68 99$          GROUP
                  Entity 5 added to queue Q32 at rank 1
                  Group size increased to 1 of 16 with
                  matching expression value of 4.
Time: 5.81 Entity: 279
62 54$          DELAY
                  Delayed by 0.81 until time 6.62
Time: 5.81 Entity: 278
63 55$          RELEASE
                  EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                  Entity 280 removed from queue EKYAR_Q1
                  Resource allocated to entity 280
                  Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$         BRANCH
                  Selecting at most 1 of 2 branches
                  IF: Branch not selected
                  IF: Entity 278 sent to 100$
67 100$         QUEUE
                  Entity 278 sent to next block
68 99$          GROUP
                  Entity 278 added to queue Q32 at rank 2
                  Group size increased to 2 of 16 with
                  matching expression value of 4.
.....
Time: 6.62 Entity: 281
62 54$          DELAY
                  Delayed by 0.81 until time 7.43
Time: 6.62 Entity: 280
63 55$          RELEASE
                  EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                  Entity 282 removed from queue EKYAR_Q1
                  Resource allocated to entity 282
                  Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$         BRANCH
                  Selecting at most 1 of 2 branches
                  IF: Branch not selected
                  IF: Entity 280 sent to 100$
67 100$         QUEUE
                  Entity 280 sent to next block
68 99$          GROUP
                  Entity 280 added to queue Q32 at rank 4
                  Group size increased to 4 of 16 with
                  matching expression value of 4.
.....
Time: 10.4 Entity: 195
46 44$          RELEASE
                  WERNER_2 available increased by 1 to 1

```

```

Entity 196 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 196
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE
Entity 195 sent to next block
48 45$      GROUP
Entity 195 added to queue Q1 at rank 15
Group size increased to 15 of 16 with
matching expression value of 1.
Time: 10.4  Entity: 196
45 43$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 10.76
Time: 10.4  Entity: 20
56 50$      RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 21 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 21
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
Entity 20 sent to next block
58 51$      GROUP
Entity 20 added to queue Q2 at rank 15
Group size increased to 15 of 16 with
matching expression value of 2.
Time: 10.4  Entity: 21
55 49$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 10.76
Time: 10.67 Entity: 289
63 55$      RELEASE
EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
Entity 291 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 291
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$     BRANCH
Selecting at most 1 of 2 branches
IF: Branch not selected
IF: Entity 289 sent to 100$
67 100$     QUEUE
Entity 289 sent to next block
68 99$      GROUP
Entity 289 added to queue Q32 at rank 13
Group size increased to 13 of 16 with
matching expression value of 4.
.....
Time: 10.67 Entity: 292
62 54$      DELAY
Delayed by 0.81 until time 11.48
Time: 10.76 Entity: 196
46 44$      RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 197 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 197
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE
Entity 196 sent to next block
48 45$      GROUP
Entity 196 added to queue Q1 at rank 16
Group size increased to 16 of 16 with
matching expression value of 1.
Entity 313 created at record location 5619
Entity 4 removed from queue Q1
Entity 182 removed from queue Q1
Entity 183 removed from queue Q1
.....
Entity 195 removed from queue Q1
Entity 196 removed from queue Q1
Time: 10.76 Entity: 313
49 82$      QUEUE
Entity 313 sent to next block
50 83$      REQUEST
ARABA request at station SANDVIC
ARABA(1) to arrive at time 10.76 at block 83$
51 84$      TRANSPORT
IS set to 2
ARABA(1) transport to station FERMANTASYON
ARABA(1) to arrive at time 11.5933 at block 57$
Time: 10.76 Entity: 197
45 43$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 11.12
Time: 10.76 Entity: 21
56 50$      RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 22 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 22
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
Entity 21 sent to next block
58 51$      GROUP
Entity 21 added to queue Q2 at rank 16
Group size increased to 16 of 16 with

```

matching expression value of 2.
Entity 314 created at record location 5627
Entity 2 removed from queue Q2
Entity 7 removed from queue Q2
Entity 8 removed from queue Q2
.....
Entity 20 removed from queue Q2
Entity 21 removed from queue Q2

Time: 10.76 Entity: 314

49 82\$ QUEUE

50 83\$ REQUEST

Entity 314 sent to next block

ARABA request at station HAMBURGER
ARABA(2) to arrive at time 10.8267 at block 83\$

Time: 10.76 Entity: 22

55 49\$ DELAY

Delayed by 0.36 until time 11.12

Time: 10.8267 Entity: 314

51 84\$ TRANSPORT

IS set to 2
ARABA(2) transport to station FERMANTASYON
ARABA(2) to arrive at time 11.26 at block 57\$

Time: 11.12 Entity: 22

56 50\$ RELEASE

WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 23 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 23
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1

57 86\$ QUEUE

Entity 22 sent to next block

58 51\$ GROUP

Entity 22 added to queue Q2 at rank 1
Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 2.

Time: 11.12 Entity: 23

55 49\$ DELAY

Delayed by 0.36 until time 11.48

Time: 11.12 Entity: 197

46 44\$ RELEASE

WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 198 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 198
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2

47 85\$ QUEUE

Entity 197 sent to next block

48 45\$ GROUP

Entity 197 added to queue Q1 at rank 1
Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 1.

Time: 11.12 Entity: 198

45 43\$ DELAY

Delayed by 0.36 until time 11.48

Time: 11.26 Entity: 314

69 57\$ STATION

Entity 314 entered station FERMANTASYON

70 104\$ FREE

ARABA(2) freed
ARABA number available increased to 29

71 102\$ HALT

ARABA(1) status set to inactive

72 58\$ QUEUE

Entity 314 sent to next block

73 59\$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource FERMANT_ODASI

74 60\$ DELAY

Delayed by 15.0 until time 26.26

Time: 11.48 Entity: 23

56 50\$ RELEASE

WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 24 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 24
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1

57 86\$ QUEUE

Entity 23 sent to next block

58 51\$ GROUP

Entity 23 added to queue Q2 at rank 2
Group size increased to 2 of 16 with
matching expression value of 2.

Time: 11.48 Entity: 293

62 54\$ DELAY

Delayed by 0.81 until time 12.29

Time: 11.48 Entity: 292

63 55\$ RELEASE

EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
Entity 294 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 294
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT

64 101\$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

```

IF: Branch not selected
IF: Entity 292 sent to 100$

67 100$      QUEUE
68 99$       GROUP
Entity 292 sent to next block
Entity 292 added to queue Q32 at rank 16
Group size increased to 16 of 16 with
matching expression value of 4.
Entity 315 created at record location 5635
Entity 5 removed from queue Q32
Entity 278 removed from queue Q32
Entity 279 removed from queue Q32
.....
Entity 291 removed from queue Q32
Entity 292 removed from queue Q32

Time: 11.48 Entity: 315
49 82$      QUEUE
Entity 315 sent to next block
50 83$      REQUEST
ARABA request at station EKMEK
ARABA(2) to arrive at time 11.68 at block 83$

Time: 11.48 Entity: 294
62 54$      DELAY
Delayed by 0.81 until time 12.29

Time: 11.5933 Entity: 313
69 57$      STATION
Entity 313 entered station FERMANTASYON
70 104$     FREE
ARABA(1) freed
ARABA number available increased to 28
71 102$     HALT
ARABA(1) status set to inactive
72 58$      QUEUE
Entity 313 sent to next block
73 59$      SEIZE
Seized 1 unit(s) of resource FERMANT_ODASI
74 60$      DELAY
Delayed by 15.0 until time 26.5933

Time: 11.68 Entity: 315
51 84$      TRANSPORT
IS set to 2
ARABA(2) transport to station FERMANTASYON
ARABA(2) to arrive at time 11.88 at block 57$

Time: 11.84 Entity: 24
56 50$      RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 25 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 25
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
Entity 24 sent to next block
58 51$      GROUP
Entity 24 added to queue Q2 at rank 3
Group size increased to 3 of 16 with
matching expression value of 2.
.....

Time: 13.28 Entity: 29
55 49$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 13.64

Time: 13.28 Entity: 203
46 44$      RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 204 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 204
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE
Entity 203 sent to next block
48 45$      GROUP
Entity 203 added to queue Q1 at rank 7
Group size increased to 7 of 16 with
matching expression value of 1.

Time: 13.28 Entity: 204
45 43$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 13.64

Time: 13.64 Entity: 29
56 50$      RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 30 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 30
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
Entity 29 sent to next block
58 51$      GROUP
Entity 29 added to queue Q2 at rank 8
Group size increased to 8 of 16 with
matching expression value of 2.

Time: 13.64 Entity: 30
55 49$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 14.0

Time: 13.64 Entity: 204

```

```

46 44$      RELEASE
                WERNER_2 available increased by 1 to 1
                Entity 205 removed from queue SAN_Q
                Resource allocated to entity 205
                Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE
                Entity 204 sent to next block
48 45$      GROUP
                Entity 204 added to queue Q1 at rank 8
                Group size increased to 8 of 16 with
                matching expression value of 1.
.....
Time: 15.53 Entity: 303
62 54$      DELAY
                Delayed by 0.81 until time 16.34
Time: 15.53 Entity: 302
63 55$      RELEASE
                EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                Entity 304 removed from queue EKYAR_Q1
                Resource allocated to entity 304
                Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$     BRANCH
                Selecting at most 1 of 2 branches
                IF: Branch not selected
                IF: Entity 302 sent to 100$
67 100$     QUEUE
                Entity 302 sent to next block
68 99$      GROUP
                Entity 302 added to queue Q32 at rank 10
                Group size increased to 10 of 16 with
                matching expression value of 4.
Time: 15.53 Entity: 304
62 54$      DELAY
                Delayed by 0.81 until time 16.34
Time: 15.8  Entity: 35
56 50$      RELEASE
                WERNER_1 available increased by 1 to 1
                Entity 36 removed from queue HAM_Q
                Resource allocated to entity 36
                Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
                Entity 35 sent to next block
58 51$      GROUP
                Entity 35 added to queue Q2 at rank 14
                Group size increased to 14 of 16 with
                matching expression value of 2.
Time: 15.8  Entity: 36
55 49$      DELAY
                Delayed by 0.36 until time 16.16
Time: 15.8  Entity: 210
46 44$      RELEASE
                WERNER_2 available increased by 1 to 1
                Entity 211 removed from queue SAN_Q
                Resource allocated to entity 211
                Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE
                Entity 210 sent to next block
48 45$      GROUP
                Entity 210 added to queue Q1 at rank 14
                Group size increased to 14 of 16 with
                matching expression value of 1.
62 54$      DELAY
                Delayed by 0.81 until time 17.15
.....
Time: 16.52 Entity: 37
56 50$      RELEASE
                WERNER_1 available increased by 1 to 1
                Entity 38 removed from queue HAM_Q
                Resource allocated to entity 38
                Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
                Entity 37 sent to next block
58 51$      GROUP
                Entity 37 added to queue Q2 at rank 16
                Group size increased to 16 of 16 with
                matching expression value of 2.
                Entity 316 created at record location 5643
                Entity 22 removed from queue Q2
                Entity 23 removed from queue Q2
                .....
                Entity 36 removed from queue Q2
                Entity 37 removed from queue Q2
Time: 16.52 Entity: 316
49 82$      QUEUE
                Entity 316 sent to next block
50 83$      REQUEST
                ARABA request at station HAMBURGER
                ARABA(3) to arrive at time 16.5867 at block 83$
Time: 16.52 Entity: 38
55 49$      DELAY

```

Delayed by 0.36 until time 16.88

Time: 16.52 Entity: 212
46 44\$ RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 213 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 213
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2

47 85\$ QUEUE
Entity 212 sent to next block

48 45\$ GROUP
Entity 212 added to queue Q1 at rank 16
Group size increased to 16 of 16 with
matching expression value of 1.
Entity 317 created at record location 5651
Entity 197 removed from queue Q1
Entity 198 removed from queue Q1
.....
Entity 211 removed from queue Q1
Entity 212 removed from queue Q1

Time: 16.52 Entity: 317
49 82\$ QUEUE
Entity 317 sent to next block

50 83\$ REQUEST
ARABA request at station SANDVIC
ARABA(4) to arrive at time 16.52 at block 83\$

51 84\$ TRANSPORT
IS set to 2
ARABA(4) transport to station FERMANTASYON
ARABA(4) to arrive at time 17.3533 at block 57\$

Time: 16.52 Entity: 213
45 43\$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 16.88

Time: 16.5867 Entity: 316
51 84\$ TRANSPORT
IS set to 2
ARABA(3) transport to station FERMANTASYON
ARABA(3) to arrive at time 17.02 at block 57\$

Time: 16.88 Entity: 38
56 50\$ RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 39 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 39
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1

57 86\$ QUEUE
Entity 38 sent to next block

58 51\$ GROUP
Entity 38 added to queue Q2 at rank 1
Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 2.

Time: 16.88 Entity: 39
55 49\$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 17.24

Time: 16.88 Entity: 213
46 44\$ RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 214 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 214
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2

47 85\$ QUEUE
Entity 213 sent to next block

48 45\$ GROUP
Entity 213 added to queue Q1 at rank 1
Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 1.

Time: 16.88 Entity: 214
45 43\$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 17.24

Time: 17.02 Entity: 316
69 57\$ STATION
Entity 316 entered station FERMANTASYON

70 104\$ FREE
ARABA(3) freed
ARABA number available increased to 28

71 102\$ HALT
ARABA(1) status set to inactive

72 58\$ QUEUE
Entity 316 sent to next block

73 59\$ SEIZE
Seized 1 unit(s) of resource FERMANT_ODASI

74 60\$ DELAY
Delayed by 15.0 until time 32.02

Time: 17.15 Entity: 305
63 55\$ RELEASE
EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
Entity 307 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 307
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT

64 101\$ BRANCH
Selecting at most 1 of 2 branches
IF: Branch not selected


```

67 100$      QUEUE      IF: Entity 305 sent to 100$
68 99$       GROUP      Entity 305 sent to next block
                          Entity 305 added to queue Q32 at rank 13
                          Group size increased to 13 of 16 with
                          matching expression value of 4.
Time: 17.15  Entity: 307
62 54$      DELAY
                          Delayed by 0.81 until time 17.96
Time: 17.15  Entity: 306
63 55$      RELEASE
                          EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                          Entity 308 removed from queue EKYAR_Q1
                          Resource allocated to entity 308
                          Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$     BRANCH
                          Selecting at most 1 of 2 branches
                          IF: Branch not selected
                          IF: Entity 306 sent to 100$
67 100$     QUEUE
68 99$     GROUP      Entity 306 sent to next block
                          Entity 306 added to queue Q32 at rank 14
                          Group size increased to 14 of 16 with
                          matching expression value of 4.
Time: 17.15  Entity: 308
62 54$     DELAY
                          Delayed by 0.81 until time 17.96
Time: 17.24  Entity: 39
56 50$     RELEASE
                          WERNER_1 available increased by 1 to 1
                          Entity 40 removed from queue HAM_Q
                          Resource allocated to entity 40
                          Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$     QUEUE
58 51$     GROUP      Entity 39 sent to next block
                          Entity 39 added to queue Q2 at rank 2
                          Group size increased to 2 of 16 with
                          matching expression value of 2.
Time: 17.24  Entity: 40
55 49$     DELAY
                          Delayed by 0.36 until time 17.6
Time: 17.24  Entity: 214
46 44$     RELEASE
                          WERNER_2 available increased by 1 to 1
                          Entity 215 removed from queue SAN_Q
                          Resource allocated to entity 215
                          Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$     QUEUE
48 45$     GROUP      Entity 214 sent to next block
                          Entity 214 added to queue Q1 at rank 2
                          Group size increased to 2 of 16 with
                          matching expression value of 1.
Time: 17.24  Entity: 215
45 43$     DELAY
                          Delayed by 0.36 until time 17.6
.....
Time: 24.0   Entity: 181
38 33$     CREATE
                          TIME1 set to 24.0
                          Next creation scheduled at time 48.0
                          Batch of 96 entities created
                          Entity 322 created at record location 5691
                          Entity 323 created at record location 5699
                          .....
                          Entity 415 created at record location 6435
                          Entity 416 created at record location 6443
39 35$     ASSIGN
                          NS set to 1
                          URUNTIPI set to 1.0
                          M set to 9
                          Entity transferred to block 39$
35 39$     ROUTE
                          IS set to 1
                          To arrive at station SANDVIC at time 29.0
Time: 24.0   Entity: 322
39 35$     ASSIGN
                          NS set to 1
                          URUNTIPI set to 1.0
                          M set to 9
                          Entity transferred to block 39$
35 39$     ROUTE
                          IS set to 1
                          To arrive at station SANDVIC at time 29.0
.....
Time: 24.0   Entity: 416
39 35$     ASSIGN

```

```

Resource allocated to entity 243
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE
48 45$      GROUP
Entity 242 sent to next block
Entity 242 added to queue Q1 at rank 14
Group size increased to 14 of 16 with
matching expression value of 1.
.....
Time: 27.68 Entity: 130
62 54$      DELAY
Delayed by 0.81 until time 28.49
Time: 28.04 Entity: 244
46 44$      RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 245 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 245
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE
Entity 244 sent to next block
48 45$      GROUP
Entity 244 added to queue Q1 at rank 16
Group size increased to 16 of 16 with
matching expression value of 1.
Entity 314 created at record location 5627
Entity 229 removed from queue Q1
.....
Entity 244 removed from queue Q1
Time: 28.04 Entity: 314
49 82$      QUEUE
Entity 314 sent to next block
50 83$      REQUEST
ARABA request at station SANDVIC
ARABA(7) to arrive at time 28.04 at block 83$
51 84$      TRANSPORT
IS set to 2
ARABA(7) transport to station FERMANTASYON
ARABA(7) to arrive at time 28.8733 at block 57$
Time: 28.04 Entity: 245
45 43$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 28.4
Time: 28.04 Entity: 69
56 50$      RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 70 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 70
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
Entity 69 sent to next block
58 51$      GROUP
Entity 69 added to queue Q2 at rank 16
Group size increased to 16 of 16 with
matching expression value of 2.
Entity 313 created at record location 5619
Entity 54 removed from queue Q2
.....
Entity 69 removed from queue Q2
Time: 28.04 Entity: 313
49 82$      QUEUE
Entity 313 sent to next block
50 83$      REQUEST
ARABA request at station HAMBURGER
ARABA(8) to arrive at time 28.1067 at block 83$
Time: 28.04 Entity: 70
55 49$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 28.4
Time: 28.1067 Entity: 313
51 84$      TRANSPORT
IS set to 2
ARABA(8) transport to station FERMANTASYON
ARABA(8) to arrive at time 28.54 at block 57$
Time: 28.4 Entity: 70
56 50$      RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 71 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 71
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
Entity 70 sent to next block
58 51$      GROUP
Entity 70 added to queue Q2 at rank 1
Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 2.
.....
Time: 28.49 Entity: 131
62 54$      DELAY
Delayed by 0.81 until time 29.3
Time: 28.49 Entity: 130
63 55$      RELEASE
EKYAR_BANT available increased by 1 to 1

```

```

Entity 132 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 132
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT

64 101$      BRANCH
              Selecting at most 1 of 2 branches
              IF: Entity 130 sent to 87$

65 87$       QUEUE
              Entity 130 sent to next block

66 56$       GROUP
              Entity 130 added to queue Q31 at rank 6
              Group size increased to 6 of 16 with
              matching expression value of 3.

Time: 28.49 Entity: 132
62 54$      DELAY
              Delayed by 0.81 until time 29.3

Time: 28.54 Entity: 313
69 57$      STATION
              Entity 313 entered station FERMANTASYON

70 104$     FREE
              ARABA(8) freed
              ARABA number available increased to 29

71 102$     HALT
              ARABA(1) status set to inactive

72 58$      QUEUE
              Entity 313 sent to next block

73 59$      SEIZE
              Seized 1 unit(s) of resource FERMANT_ODASI

74 60$      DELAY
              Delayed by 15.0 until time 43.54

Time: 28.76 Entity: 71
56 50$      RELEASE
              WERNER_1 available increased by 1 to 1
              Entity 72 removed from queue HAM_Q
              Resource allocated to entity 72
              Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1

57 86$      QUEUE
              Entity 71 sent to next block

58 51$      GROUP
              Entity 71 added to queue Q2 at rank 2
              Group size increased to 2 of 16 with
              matching expression value of 2.

Time: 28.76 Entity: 72
55 49$      DELAY
              Delayed by 0.36 until time 29.12

Time: 28.76 Entity: 246
46 44$      RELEASE
              WERNER_2 available increased by 1 to 1
              Entity 247 removed from queue SAN_Q
              Resource allocated to entity 247
              Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2

47 85$      QUEUE
              Entity 246 sent to next block

48 45$      GROUP
              Entity 246 added to queue Q1 at rank 2
              Group size increased to 2 of 16 with
              matching expression value of 1.

Time: 28.76 Entity: 247
45 43$      DELAY
              Delayed by 0.36 until time 29.12

Time: 28.8733 Entity: 314
69 57$      STATION
              Entity 314 entered station FERMANTASYON

70 104$     FREE
              ARABA(7) freed
              ARABA number available increased to 29

71 102$     HALT
              ARABA(1) status set to inactive

72 58$      QUEUE
              Entity 314 sent to next block

73 59$      SEIZE
              Seized 1 unit(s) of resource FERMANT_ODASI

74 60$      DELAY
              Delayed by 15.0 until time 43.8733

Time: 29.0 Entity: 6
52 46$      STATION
              Entity 6 entered station HAMBURGER

53 47$      QUEUE
              Entity 6 sent to next block

54 48$      SEIZE
              Entity 6 added to queue HAM_Q at rank 37

Time: 29.0 Entity: 418
52 46$      STATION
              Entity 418 entered station HAMBURGER

53 47$      QUEUE
              Entity 418 sent to next block

54 48$      SEIZE
              Entity 418 added to queue HAM_Q at rank 38

.....
Time: 29.0 Entity: 518
52 46$      STATION

```

```

53 47$      QUEUE      Entity 518 entered station HAMBURGER
54 48$      SEIZE      Entity 518 sent to next block
                    Entity 518 added to queue HAM_Q at rank 138
.....
Time: 29.0  Entity: 322
42 40$      STATION    Entity 322 entered station SANDVIC
43 41$      QUEUE      Entity 322 sent to next block
44 42$      SEIZE      Entity 322 added to queue SAN_Q at rank 31
.....
Time: 29.0  Entity: 416
42 40$      STATION    Entity 416 entered station SANDVIC
43 41$      QUEUE      Entity 416 sent to next block
44 42$      SEIZE      Entity 416 added to queue SAN_Q at rank 125
Time: 29.12 Entity: 72
56 50$      RELEASE    WERNER_1 available increased by 1 to 1
                    Entity 73 removed from queue HAM_Q
                    Resource allocated to entity 73
                    Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE      Entity 72 sent to next block
58 51$      GROUP      Entity 72 added to queue Q2 at rank 3
                    Group size increased to 3 of 16 with
                    matching expression value of 2.
Time: 29.12 Entity: 73
55 49$      DELAY      Delayed by 0.36 until time 29.48
Time: 29.12 Entity: 247
46 44$      RELEASE    WERNER_2 available increased by 1 to 1
                    Entity 248 removed from queue SAN_Q
                    Resource allocated to entity 248
                    Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE      Entity 247 sent to next block
48 45$      GROUP      Entity 247 added to queue Q1 at rank 3
                    Group size increased to 3 of 16 with
                    matching expression value of 1.
.....
Time: 30.92 Entity: 253
45 43$      DELAY      Delayed by 0.36 until time 31.28
Time: 30.92 Entity: 135
63 55$      RELEASE    EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                    Entity 137 removed from queue EKYAR_Q1
                    Resource allocated to entity 137
                    Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$     BRANCH      Selecting at most 1 of 2 branches
                    IF: Entity 135 sent to 87$
65 87$      QUEUE      Entity 135 sent to next block
66 56$      GROUP      Entity 135 added to queue Q31 at rank 11
                    Group size increased to 11 of 16 with
                    matching expression value of 3.
Time: 30.92 Entity: 137
62 54$      DELAY      Delayed by 0.81 until time 31.73
Time: 30.92 Entity: 136
63 55$      RELEASE    EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                    Entity 138 removed from queue EKYAR_Q1
                    Resource allocated to entity 138
                    Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$     BRANCH      Selecting at most 1 of 2 branches
                    IF: Entity 136 sent to 87$
65 87$      QUEUE      Entity 136 sent to next block
66 56$      GROUP      Entity 136 added to queue Q31 at rank 12
                    Group size increased to 12 of 16 with
                    matching expression value of 3.
Time: 30.92 Entity: 138
62 54$      DELAY      Delayed by 0.81 until time 31.73
Time: 31.0  Entity: 109
105 97$     STATION

```

```

Entity 109 entered station YAREKMEK
Entity transferred to block 98$
60 98$          QUEUE          Entity 109 sent to next block
61 53$          SEIZE          Entity 109 added to queue EKYAR_Q1 at rank 43
Time: 31.0 Entity: 521
105 97$        STATION          Entity 521 entered station YAREKMEK
Entity transferred to block 98$
60 98$          QUEUE          Entity 521 sent to next block
61 53$          SEIZE          Entity 521 added to queue EKYAR_Q1 at rank 44
.....
Time: 31.0 Entity: 627
59 52$        STATION          Entity 627 entered station EKMEK
60 98$          QUEUE          Entity 627 sent to next block
61 53$          SEIZE          Entity 627 added to queue EKYAR_Q1 at rank 150
Time: 31.28 Entity: 78
56 50$        RELEASE          WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 79 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 79
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$          QUEUE          Entity 78 sent to next block
58 51$          GROUP          Entity 78 added to queue Q2 at rank 9
Group size increased to 9 of 16 with
matching expression value of 2.
Time: 31.28 Entity: 79
55 49$        DELAY          Delayed by 0.36 until time 31.64
Time: 31.28 Entity: 253
46 44$        RELEASE          WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 254 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 254
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$          QUEUE          Entity 253 sent to next block
48 45$          GROUP          Entity 253 added to queue Q1 at rank 9
Group size increased to 9 of 16 with
matching expression value of 1.
.....
Time: 31.73 Entity: 139
62 54$        DELAY          Delayed by 0.81 until time 32.54
Time: 31.73 Entity: 138
63 55$        RELEASE          EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
Entity 140 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 140
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$        BRANCH          Selecting at most 1 of 2 branches
IF: Entity 138 sent to 87$
65 87$          QUEUE          Entity 138 sent to next block
66 56$          GROUP          Entity 138 added to queue Q31 at rank 14
Group size increased to 14 of 16 with
matching expression value of 3.
.....
Time: 32.0 Entity: 256
45 43$        DELAY          Delayed by 0.36 until time 32.36
Time: 32.02 Entity: 316
75 103$       ACTIVATE          ARABA(1) status set to active
76 61$          RELEASE          FERMAN_T ODASI available increased by 1 to 493
Entity transferred to block 82$
49 82$          QUEUE          Entity 316 sent to next block
50 83$          REQUEST          ARABA request at station FERMAN_TASYON
ARABA(4) to arrive at time 32.02 at block 83$
51 84$          TRANSPORT        IS set to 3
ARABA(4) transport to station FIRINLAMA
ARABA(4) to arrive at time 32.3867 at block 67$
.....
Time: 32.36 Entity: 82
55 49$        DELAY

```

Delayed by 0.36 until time 32.72

Time: 32.36 Entity: 256
46 44\$ RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 257 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 257
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2

47 85\$ QUEUE
Entity 256 sent to next block

48 45\$ GROUP
Entity 256 added to queue Q1 at rank 12
Group size increased to 12 of 16 with
matching expression value of 1.

Time: 32.36 Entity: 257
45 43\$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 32.72

.....

Time: 38.12 Entity: 98
55 49\$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 38.48

Time: 38.1467 Entity: 319
77 67\$ STATION
Entity 319 entered station FIRINLAMA

78 68\$ FREE
ARABA(7) freed
ARABA number available increased to 29

79 69\$ BRANCH
Selecting at most 1 of 3 branches
IF: Branch not selected
IF: Entity 319 sent to 91\$

93 91\$ SPLIT
M set to 5
IS set to 3
URUNTIPI set to 2.0
TIME2 set to 0.0
Entity 319 split into 16 subgroups
Disposed entity 319

Time: 38.1467 Entity: 38
94 89\$ QUEUE
Entity 38 sent to next block

95 92\$ GROUP
Entity 38 added to queue TUNEL_Q2 at rank 33
Group size increased to 33 of 40 with
matching expression value of 2.

.....

Time: 38.1467 Entity: 45
94 89\$ QUEUE
Entity 45 sent to next block

95 92\$ GROUP
Entity 45 added to queue TUNEL_Q2 at rank 40
Group size increased to 40 of 40 with
matching expression value of 2.
Entity 319 created at record location 5667
Entity 2 removed from queue TUNEL_Q2
Entity 7 removed from queue TUNEL_Q2
Entity 8 removed from queue TUNEL_Q2
.....
Entity 45 removed from queue TUNEL_Q2

Time: 38.1467 Entity: 319
83 63\$ SEIZE
Seized 1 unit(s) of resource TUNEL_FR

84 64\$ DELAY
Delayed by 10.0 until time 48.1467

Time: 38.1467 Entity: 46
94 89\$ QUEUE
Entity 46 sent to next block

95 92\$ GROUP
Entity 46 added to queue TUNEL_Q2 at rank 1
Group size increased to 1 of 40 with
matching expression value of 2.

.....

Time: 38.1467 Entity: 53
94 89\$ QUEUE
Entity 53 sent to next block

95 92\$ GROUP
Entity 53 added to queue TUNEL_Q2 at rank 8
Group size increased to 8 of 40 with
matching expression value of 2.

Time: 38.21 Entity: 153
63 55\$ RELEASE
EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
Entity 155 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 155
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT

64 101\$ BRANCH
Selecting at most 1 of 2 branches
IF: Entity 153 sent to 87\$

65 87\$ QUEUE
Entity 153 sent to next block

66 56\$ GROUP

Entity 153 added to queue Q31 at rank 13
Group size increased to 13 of 16 with
matching expression value of 3.

.....
Time: 38.48 Entity: 274
45 43\$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 38.84
Time: 38.48 Entity: 98
56 50\$ RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 99 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 99
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86\$ QUEUE
Entity 98 sent to next block
58 51\$ GROUP
Entity 98 added to queue Q2 at rank 13
Group size increased to 13 of 16 with
matching expression value of 2.
Time: 38.48 Entity: 99
55 49\$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 38.84
Time: 38.48 Entity: 320
77 67\$ STATION
Entity 320 entered station FIRINLAMA
78 68\$ FREE
ARABA(8) freed
ARABA number available increased to 30
79 69\$ BRANCH
Selecting at most 1 of 3 branches
IF: Entity 320 sent to 70\$
80 70\$ SPLIT
M set to 5
IS set to 3
URUNTIPI set to 1.0
Entity 320 split into 16 subgroups
Disposed entity 320.
Time: 38.48 Entity: 213
81 62\$ QUEUE
Entity 213 sent to next block
82 71\$ GROUP
Entity 213 added to queue TUNEL_Q1 at rank 33
Group size increased to 33 of 40 with
matching expression value of 1.
.....
Time: 38.48 Entity: 220
81 62\$ QUEUE
Entity 220 sent to next block
82 71\$ GROUP
Entity 220 added to queue TUNEL_Q1 at rank 40
Group size increased to 40 of 40 with
matching expression value of 1.
Entity 320 created at record location 5675
Entity 4 removed from queue TUNEL_Q1
Entity 182 removed from queue TUNEL_Q1
Entity 183 removed from queue TUNEL_Q1
.....
Entity 219 removed from queue TUNEL_Q1
Entity 220 removed from queue TUNEL_Q1
Time: 38.48 Entity: 320
83 63\$ SEIZE
Could not seize resource TUNEL_FR
Entity 320 added to internal queue
Time: 38.48 Entity: 221
81 62\$ QUEUE
Entity 221 sent to next block
82 71\$ GROUP
Entity 221 added to queue TUNEL_Q1 at rank 1
Group size increased to 1 of 40 with
matching expression value of 1.
.....
Time: 38.48 Entity: 228
81 62\$ QUEUE
Entity 228 sent to next block
82 71\$ GROUP
Entity 228 added to queue TUNEL_Q1 at rank 8
Group size increased to 8 of 40 with
matching expression value of 1.
Time: 38.84 Entity: 274
46 44\$ RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 275 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 275
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85\$ QUEUE
Entity 274 sent to next block
48 45\$ GROUP
Entity 274 added to queue Q1 at rank 14
Group size increased to 14 of 16 with
matching expression value of 1.

```

.....
Time: 39.02 Entity: 157
 62 54$          DELAY
                    Delayed by 0.81 until time 39.83
Time: 39.02 Entity: 156
 63 55$          RELEASE
                    EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                    Entity 158 removed from queue EKYAR_Q1
                    Resource allocated to entity 158
                    Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
 64 101$         BRANCH
                    Selecting at most 1 of 2 branches
                    IF: Entity 156 sent to 87$
 65 87$          QUEUE
                    Entity 156 sent to next block
 66 56$          GROUP
                    Entity 156 added to queue Q31 at rank 16
                    Group size increased to 16 of 16 with
                    matching expression value of 3.
                    Entity 630 created at record location 8155
                    Entity 142 removed from queue Q31
                    Entity 141 removed from queue Q31
                    Entity 143 removed from queue Q31
                    Entity 144 removed from queue Q31
                    .....
                    Entity 156 removed from queue Q31
Time: 39.02 Entity: 630
 49 82$          QUEUE
                    Entity 630 sent to next block
 50 83$          REQUEST
                    ARABA request at station YAREKMEK
                    ARABA(9) to arrive at time 39.22 at block 83$
Time: 39.02 Entity: 158
 62 54$          DELAY
                    Delayed by 0.81 until time 39.83
Time: 39.2 Entity: 275
 46 44$          RELEASE
                    WERNER_2 available increased by 1 to 1
                    Entity 276 removed from queue SAN_Q
                    Resource allocated to entity 276
                    Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
 47 85$          QUEUE
                    Entity 275 sent to next block
 48 45$          GROUP
                    Entity 275 added to queue Q1 at rank 15
                    Group size increased to 15 of 16 with
                    matching expression value of 1.
.....
Time: 46.18 Entity: 278
 17 12$          QUEUE
                    Entity 278 sent to next block
 18 13$          SEIZE
                    Seized 1 unit(s) of resource KASA_OP
 19 14$          DELAY
                    Delayed by 2.0 until time 48.18
Time: 46.18 Entity: 279
 17 12$          QUEUE
                    Entity 279 sent to next block
 18 13$          SEIZE
                    Could not seize resource KASA_OP
                    Entity 279 added to queue KASALAMA_Q at rank 1
Time: 46.18 Entity: 280
 17 12$          QUEUE
                    Entity 280 sent to next block
 18 13$          SEIZE
                    Entity 280 added to queue KASALAMA_Q at rank 2
Time: 46.18 Entity: 281
 17 12$          QUEUE
                    Entity 281 sent to next block
 18 13$          SEIZE
                    Entity 281 added to queue KASALAMA_Q at rank 3
.....
Time: 46.18 Entity: 292
 17 12$          QUEUE
                    Entity 292 sent to next block
 18 13$          SEIZE
                    Entity 292 added to queue KASALAMA_Q at rank 14
Time: 46.31 Entity: 173
 63 55$          RELEASE
                    EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
                    Entity 175 removed from queue EKYAR_Q1
                    Resource allocated to entity 175
                    Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
 64 101$         BRANCH
                    Selecting at most 1 of 2 branches
                    IF: Entity 173 sent to 87$
 65 87$          QUEUE
                    Entity 173 sent to next block
 66 56$          GROUP
                    Entity 173 added to queue Q31 at rank 1

```



```

Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 3.
Time: 46.31 Entity: 175
62 54$ DELAY
Delayed by 0.81 until time 47.12
Time: 46.31 Entity: 174
63 55$ RELEASE
EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
Entity 176 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 176
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$ BRANCH
Selecting at most 1 of 2 branches
IF: Entity 174 sent to 87$
65 87$ QUEUE
Entity 174 sent to next block
66 56$ GROUP
Entity 174 added to queue Q31 at rank 2
Group size increased to 2 of 16 with
matching expression value of 3.
.....
Time: 47.84 Entity: 344
45 43$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 48.2
Time: 47.84 Entity: 432
56 50$ RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 433 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 433
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$ QUEUE
Entity 432 sent to next block
58 51$ GROUP
Entity 432 added to queue Q2 at rank 7
Group size increased to 7 of 16 with
matching expression value of 2.
.....
Time: 48.0 Entity: 417
33 31$ CREATE
TIME2 set to 48.0
Next creation scheduled at time 72.0
Batch of 103 entities created
Entity 634 created at record location 8187
.....
Entity 735 created at record location 8995
34 36$ ASSIGN
NS set to 2
URUNTIPI set to 2.0
M set to 9
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station HAMBURGER at time 53.0
Time: 48.0 Entity: 634
34 36$ ASSIGN
NS set to 2
URUNTIPI set to 2.0
M set to 9
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station HAMBURGER at time 53.0
.....
Time: 48.0 Entity: 735
34 36$ ASSIGN
NS set to 2
URUNTIPI set to 2.0
M set to 9
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station HAMBURGER at time 53.0
Time: 48.0 Entity: 321
38 33$ CREATE
TIME1 set to 48.0
Next creation scheduled at time 72.0
Batch of 96 entities created
Entity 737 created at record location 9011
Entity 738 created at record location 9019
.....
Entity 830 created at record location 9755
Entity 831 created at record location 9763
39 35$ ASSIGN
NS set to 1
URUNTIPI set to 1.0
M set to 9
Entity transferred to block 39$
35 39$ ROUTE
IS set to 1
To arrive at station SANDVIC at time 53.0
Time: 48.0 Entity: 738
39 35$ ASSIGN
NS set to 1

```

```

URUNTIPI set to 1.0
M set to 9
Entity transferred to block 39$

35 39$      ROUTE
            IS set to 1
            To arrive at station SANDVIC at time 53.0
.....
Time: 48.0  Entity: 831
39 35$      ASSIGN
            NS set to 1
            URUNTIPI set to 1.0
            M set to 9
            Entity transferred to block 39$

35 39$      ROUTE
            IS set to 1
            To arrive at station SANDVIC at time 53.0

Time: 48.1467 Entity: 319
85 65$      RELEASE
            TUNEL_FR available increased by 1 to 1
            Entity 320 removed from an internal queue
            Resource allocated to entity 320
            Seized 1 unit(s) of resource TUNEL_FR

86 95$      BRANCH
            Selecting at most 1 of 2 branches
            IF: Branch not selected
            IF: Entity 319 sent to 93$

90 93$      SPLIT
            IS set to 3
            M set to 5
            URUNTIPI set to 2.0
            Entity 319 split into 40 subgroups
            Disposed entity 319

Time: 48.1467 Entity: 2
91 94$      QUEUE
            Entity 2 sent to next block

92 90$      GROUP
            Entity 2 added to queue Q5 at rank 1
            Group size increased to 1 of 16 with
            matching expression value of 2.

Time: 48.1467 Entity: 7
91 94$      QUEUE
            Entity 7 sent to next block

92 90$      GROUP
            Entity 7 added to queue Q5 at rank 2
            Group size increased to 2 of 16 with
            matching expression value of 2.
.....
Time: 48.1467 Entity: 21
91 94$      QUEUE
            Entity 21 sent to next block

92 90$      GROUP
            Entity 21 added to queue Q5 at rank 16
            Group size increased to 16 of 16 with
            matching expression value of 2.
            Entity 319 created at record location 5667
            Entity 2 removed from queue Q5
            Entity 7 removed from queue Q5
            Entity 8 removed from queue Q5
            .....
            Entity 20 removed from queue Q5
            Entity 21 removed from queue Q5

Time: 48.1467 Entity: 319
49 82$      QUEUE
            Entity 319 sent to next block

50 83$      REQUEST
            ARABA request at station FIRINLAMA
            ARABA(2) to arrive at time 48.1467 at block 83$

51 84$      TRANSPORT
            IS set to 4
            ARABA(2) transport to station AMBALAJ
            ARABA(2) to arrive at time 49.88 at block 4$

Time: 48.1467 Entity: 22
91 94$      QUEUE
            Entity 22 sent to next block

92 90$      GROUP
            Entity 22 added to queue Q5 at rank 1
            Group size increased to 1 of 16 with
            matching expression value of 2.
.....
Time: 48.1467 Entity: 37
91 94$      QUEUE
            Entity 37 sent to next block

92 90$      GROUP
            Entity 37 added to queue Q5 at rank 16
            Group size increased to 16 of 16 with
            matching expression value of 2.
            Entity 832 created at record location 9771
            Entity 22 removed from queue Q5
            Entity 23 removed from queue Q5
            .....

```

```

Entity 36 removed from queue Q5
Entity 37 removed from queue Q5
Time: 48.1467 Entity: 832
 49 82$      QUEUE
Entity 832 sent to next block
 50 83$      REQUEST
ARABA request at station FIRINLAMA
ARABA(3) to arrive at time 48.1467 at block 83$
 51 84$      TRANSPORT
IS set to 4
ARABA(3) transport to station AMBALAJ
ARABA(3) to arrive at time 49.88 at block 4$
Time: 48.1467 Entity: 38
 91 94$      QUEUE
Entity 38 sent to next block
 92 90$      GROUP
Entity 38 added to queue Q5 at rank 1
Group size increased to 1 of 16 with
matching expression value of 2.
.....
Time: 48.1467 Entity: 45
 91 94$      QUEUE
Entity 45 sent to next block
 92 90$      GROUP
Entity 45 added to queue Q5 at rank 8
Group size increased to 8 of 16 with
matching expression value of 2.
Time: 48.1467 Entity: 320
 84 64$      DELAY
Delayed by 10.0 until time 58.1467
Time: 48.18 Entity: 5
 20 15$      RELEASE
KASA_OP available increased by 1 to 1
Entity 279 removed from queue KASALAMA_Q
Resource allocated to entity 279
Seized 1 unit(s) of resource KASA_OP
 21 18$      BRANCH
Selecting at most 1 of 4 branches
IF: Branch not selected
IF: Branch not selected
IF: Branch not selected
IF: Entity 5 sent to 23$
 25 23$      COUNT
Counter KASA_C_EK incremented by 1 to 1
Entity transferred to block 11$
 10 11$      ROUTE
IS set to 5
To arrive at station CIKIS at time 48.68
Time: 48.18 Entity: 279
 19 14$      DELAY
Delayed by 2.0 until time 50.18
Time: 48.18 Entity: 278
 20 15$      RELEASE
KASA_OP available increased by 1 to 1
Entity 280 removed from queue KASALAMA_Q
Resource allocated to entity 280
Seized 1 unit(s) of resource KASA_OP
 21 18$      BRANCH
Selecting at most 1 of 4 branches
IF: Branch not selected
IF: Branch not selected
IF: Branch not selected
IF: Entity 278 sent to 23$
 25 23$      COUNT
Counter KASA_C_EK incremented by 1 to 2
Entity transferred to block 11$
 10 11$      ROUTE
IS set to 5
To arrive at station CIKIS at time 48.68
Time: 48.18 Entity: 280
 19 14$      DELAY
Delayed by 2.0 until time 50.18
Time: 48.2 Entity: 344
 46 44$      RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 345 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 345
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
 47 85$      QUEUE
Entity 344 sent to next block
 48 45$      GROUP
Entity 344 added to queue Q1 at rank 8
Group size increased to 8 of 16 with
matching expression value of 1.
.....
Time: 48.2 Entity: 434
 55 49$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 48.56
Time: 48.3067 Entity: 316
 77 67$      STATION

```

```

Entity 316 entered station FIRINLAMA
78 68$      FREE
            ARABA(12) freed
            ARABA number available increased to 28
79 69$      BRANCH
            Selecting at most 1 of 3 branches
            IF: Branch not selected
            IF: Branch not selected
            IF: Entity 316 sent to 73$
96 73$      PICKQ
            Entity 316 sent to block 76$
97 76$      QUEUE
            Entity 316 sent to next block
98 77$      SEIZE
            Seized 1 unit(s) of resource DONER_FR
99 74$      DELAY
            Delayed by 17.0 until time 65.3067
Time: 48.56 Entity: 345
46 44$      RELEASE
            WERNER_2 available increased by 1 to 1
            Entity 346 removed from queue SAN_Q
            Resource allocated to entity 346
            Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$      QUEUE
            Entity 345 sent to next block
48 45$      GROUP
            Entity 345 added to queue Q1 at rank 9
            Group size increased to 9 of 16 with
            matching expression value of 1.
Time: 48.56 Entity: 346
45 43$      DELAY
            Delayed by 0.36 until time 48.92
Time: 48.56 Entity: 434
56 50$      RELEASE
            WERNER_1 available increased by 1 to 1
            Entity 435 removed from queue HAM_Q
            Resource allocated to entity 435
            Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
            Entity 434 sent to next block
58 51$      GROUP
            Entity 434 added to queue Q2 at rank 9
            Group size increased to 9 of 16 with
            matching expression value of 2.
Time: 48.56 Entity: 435
55 49$      DELAY
            Delayed by 0.36 until time 48.92
Time: 48.68 Entity: 278
26 24$      STATION
            Entity 278 entered station CIKIS
27 25$      BRANCH
            Selecting at most 1 of 4 branches
            IF: Branch not selected
            IF: Branch not selected
            IF: Branch not selected
            IF: Entity 278 sent to 29$
32 29$      TALLY
            Tally CYCLETIME4 recorded 48.68
            Entity transferred to block 30$
29 30$      DISPOSE
            Disposed entity 278
Time: 48.68 Entity: 5
26 24$      STATION
            Entity 5 entered station CIKIS
27 25$      BRANCH
            Selecting at most 1 of 4 branches
            IF: Branch not selected
            IF: Branch not selected
            IF: Branch not selected
            IF: Entity 5 sent to 29$
32 29$      TALLY
            Tally CYCLETIME4 recorded 48.68
            Entity transferred to block 30$
29 30$      DISPOSE
            Disposed entity 5
Time: 48.74 Entity: 179
63 55$      RELEASE
            EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
            Entity 109 removed from queue EKYAR_Q1
            Resource allocated to entity 109
            Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$     BRANCH
            Selecting at most 1 of 2 branches
            IF: Entity 179 sent to 87$
65 87$      QUEUE
            Entity 179 sent to next block
66 56$      GROUP
            Entity 179 added to queue Q31 at rank 7
            Group size increased to 7 of 16 with
            matching expression value of 3.

```

```

.....
Time: 48.92 Entity: 436
55 49$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 49.28
Time: 49.28 Entity: 347
46 44$ RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 348 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 348
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$ QUEUE
Entity 347 sent to next block
48 45$ GROUP
Entity 347 added to queue Q1 at rank 11
Group size increased to 11 of 16 with
matching expression value of 1.
.....
Time: 49.28 Entity: 437
55 49$ DELAY
Delayed by 0.36 until time 49.64
Time: 49.3 Entity: 317
75 103$ ACTIVATE
ARABA(1) status set to active
76 61$ RELEASE
FERMANT_ODASI available increased by 1 to 493
Entity transferred to block 82$
49 82$ QUEUE
Entity 317 sent to next block
50 83$ REQUEST
ARABA request at station FERMANTASYON
ARABA(13) to arrive at time 49.3 at block 83$
51 84$ TRANSPORT
IS set to 3
ARABA(13) transport to station FIRINLAMA
ARABA(13) to arrive at time 49.6667 at block 67$
Time: 49.55 Entity: 109
63 55$ RELEASE
EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
Entity 522 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 522
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$ BRANCH
Selecting at most 1 of 2 branches
IF: Entity 109 sent to 87$
65 87$ QUEUE
Entity 109 sent to next block
66 56$ GROUP
Entity 109 added to queue Q31 at rank 9
Group size increased to 9 of 16 with
matching expression value of 3.
Time: 49.55 Entity: 522
62 54$ DELAY
Delayed by 0.81 until time 50.36
Time: 49.55 Entity: 521
63 55$ RELEASE
EKYAR_BANT available increased by 1 to 1
Entity 523 removed from queue EKYAR_Q1
Resource allocated to entity 523
Seized 1 unit(s) of resource EKYAR_BANT
64 101$ BRANCH
Selecting at most 1 of 2 branches
IF: Entity 521 sent to 87$
65 87$ QUEUE
Entity 521 sent to next block
66 56$ GROUP
Entity 521 added to queue Q31 at rank 10
Group size increased to 10 of 16 with
matching expression value of 3.
Time: 49.55 Entity: 523
62 54$ DELAY
Delayed by 0.81 until time 50.36
Time: 49.6333 Entity: 629
75 103$ ACTIVATE
ARABA(1) status set to active
76 61$ RELEASE
FERMANT_ODASI available increased by 1 to 494
Entity transferred to block 82$
49 82$ QUEUE
Entity 629 sent to next block
50 83$ REQUEST
ARABA request at station FERMANTASYON
ARABA(14) to arrive at time 49.6333 at block 83$
51 84$ TRANSPORT
IS set to 3
ARABA(14) transport to station FIRINLAMA
ARABA(14) to arrive at time 50.0 at block 67$
Time: 49.64 Entity: 348
46 44$ RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 349 removed from queue SAN_Q

```

```

Resource allocated to entity 349
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2

47 85$      QUEUE
48 45$      GROUP
Entity 348 sent to next block
Entity 348 added to queue Q1 at rank 12
Group size increased to 12 of 16 with
matching expression value of 1.
Time: 49.64 Entity: 349
45 43$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 50.0
Time: 49.64 Entity: 437
56 50$      RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 438 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 438
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$      QUEUE
Entity 437 sent to next block
58 51$      GROUP
Entity 437 added to queue Q2 at rank 12
Group size increased to 12 of 16 with
matching expression value of 2.
Time: 49.64 Entity: 438
55 49$      DELAY
Delayed by 0.36 until time 50.0
Time: 49.6667 Entity: 317
77 67$      STATION
Entity 317 entered station FIRINLAMA
78 68$      FREE
ARABA(13) freed
ARABA number available increased to 27
79 69$      BRANCH
Selecting at most 1 of 3 branches
IF: Branch not selected
IF: Entity 317 sent to 91$
93 91$      SPLIT
M set to 5
IS set to 3
URUNTIPI set to 2.0
TIME2 set to 0.0
Entity 317 split into 16 subgroups
Disposed entity 317
Time: 49.6667 Entity: 70
94 89$      QUEUE
Entity 70 sent to next block
95 92$      GROUP
Entity 70 added to queue TUNEL_Q2 at rank 25
Group size increased to 25 of 40 with
matching expression value of 2.
.....
Time: 49.6667 Entity: 85
94 89$      QUEUE
Entity 85 sent to next block
95 92$      GROUP
Entity 85 added to queue TUNEL_Q2 at rank 40
Group size increased to 40 of 40 with
matching expression value of 2.
Entity 278 created at record location 5339
Entity 46 removed from queue TUNEL_Q2
Entity 47 removed from queue TUNEL_Q2
.....
Entity 84 removed from queue TUNEL_Q2
Entity 85 removed from queue TUNEL_Q2
Time: 49.6667 Entity: 278
83 63$      SEIZE
Could not seize resource TUNEL_FR
Entity 278 added to internal queue
Time: 49.88 Entity: 319
1 4$        STATION
Entity 319 entered station AMBALAJ
2 5$        FREE
ARABA(2) freed
ARABA number available increased to 28
3 6$        SPLIT
M set to 6
IS set to 4
URUNTIPI set to 2.0
Entity 319 split into 16 subgroups
Disposed entity 319
Time: 49.88 Entity: 2
4 0$        QUEUE
Entity 2 sent to next block
5 1$        SEIZE
Seized 1 unit(s) of resource AMB_OP
6 2$        DELAY
Delayed by 0.025 until time 49.905
Time: 49.88 Entity: 7
4 0$        QUEUE
Entity 7 sent to next block

```

```

5 1$ SEIZE Seized 1 unit(s) of resource AMB_OP
6 2$ DELAY Delayed by 0.025 until time 49.905
Time: 49.88 Entity: 8
4 0$ QUEUE Entity 8 sent to next block
5 1$ SEIZE Seized 1 unit(s) of resource AMB_OP
6 2$ DELAY Delayed by 0.025 until time 49.905
Time: 49.88 Entity: 9
4 0$ QUEUE Entity 9 sent to next block
5 1$ SEIZE Could not seize resource AMB_OP
Entity 9 added to queue AMBALAJ_Q at rank 1
.....
Time: 49.88 Entity: 21
4 0$ QUEUE Entity 21 sent to next block
5 1$ SEIZE Entity 21 added to queue AMBALAJ_Q at rank 13
Time: 49.88 Entity: 832
1 4$ STATION Entity 832 entered station AMBALAJ
2 5$ FREE ARABA(3) freed
ARABA number available increased to 29
3 6$ SPLIT M set to 6
IS set to 4
URUNTIPI set to 2.0
Entity 832 split into 16 subgroups
Disposed entity 832
Time: 49.88 Entity: 22
4 0$ QUEUE Entity 22 sent to next block
5 1$ SEIZE Entity 22 added to queue AMBALAJ_Q at rank 14
.....
Time: 49.88 Entity: 37
4 0$ QUEUE Entity 37 sent to next block
5 1$ SEIZE Entity 37 added to queue AMBALAJ_Q at rank 29
Time: 49.905 Entity: 2
7 3$ RELEASE AMB_OP available increased by 1 to 1
Entity 9 removed from queue AMBALAJ_Q
Resource allocated to entity 9
Seized 1 unit(s) of resource AMB_OP
8 7$ BRANCH Selecting at most 1 of 3 branches
IF: Branch not selected
IF: Entity 2 sent to 10$
11 10$ COUNT Counter AMB_C2 incremented by 4 to 4
Entity transferred to block 11$
10 11$ ROUTE IS set to 5
To arrive at station KASALAMA at time 50.405
Time: 49.905 Entity: 9
6 2$ DELAY Delayed by 0.025 until time 49.93
Time: 49.905 Entity: 7
7 3$ RELEASE AMB_OP available increased by 1 to 1
Entity 10 removed from queue AMBALAJ_Q
Resource allocated to entity 10
Seized 1 unit(s) of resource AMB_OP
8 7$ BRANCH Selecting at most 1 of 3 branches
IF: Branch not selected
IF: Entity 7 sent to 10$
11 10$ COUNT Counter AMB_C2 incremented by 4 to 8
Entity transferred to block 11$
10 11$ ROUTE IS set to 5
To arrive at station KASALAMA at time 50.405
.....
Time: 49.98 Entity: 19
6 2$ DELAY Delayed by 0.025 until time 50.005
Time: 49.98 Entity: 15
7 3$ RELEASE AMB_OP available increased by 1 to 1
Entity 20 removed from queue AMBALAJ_Q
Resource allocated to entity 20

```

```

Seized 1 unit(s) of resource AMB_OP
8 7$          BRANCH
Selecting at most 1 of 3 branches
IF: Branch not selected
IF: Entity 15 sent to 10$
11 10$        COUNT
Counter AMB_C2 incremented by 4 to 48
Entity transferred to block 11$
10 11$        ROUTE
IS set to 5
To arrive at station KASALAMA at time 50.48
Time: 49.98  Entity: 20
6 2$         DELAY
Delayed by 0.025 until time 50.005
Time: 50.0   Entity: 349
46 44$       RELEASE
WERNER_2 available increased by 1 to 1
Entity 350 removed from queue SAN_Q
Resource allocated to entity 350
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_2
47 85$       QUEUE
Entity 349 sent to next block
48 45$       GROUP
Entity 349 added to queue Q1 at rank 13
Group size increased to 13 of 16 with
matching expression value of 1.
Time: 50.0   Entity: 350
45 43$       DELAY
Delayed by 0.36 until time 50.36
Time: 50.0   Entity: 438
56 50$       RELEASE
WERNER_1 available increased by 1 to 1
Entity 439 removed from queue HAM_Q
Resource allocated to entity 439
Seized 1 unit(s) of resource WERNER_1
57 86$       QUEUE
Entity 438 sent to next block
58 51$       GROUP
Entity 438 added to queue Q2 at rank 13
Group size increased to 13 of 16 with
matching expression value of 2.
Time: 50.0   Entity: 439
55 49$       DELAY
Delayed by 0.36 until time 50.36
Time: 50.0   Entity: 629
77 67$       STATION
Entity 629 entered station FIRINLAMA
78 68$       FREE
ARABA(14) freed
ARABA number available increased to 30
79 69$       BRANCH
Selecting at most 1 of 3 branches
IF: Entity 629 sent to 70$
80 70$       SPLIT
M set to 5
IS set to 3
URUNTIPI set to 1.0
Entity 629 split into 16 subgroups
Disposed entity 629
Time: 50.0   Entity: 245
81 62$       QUEUE
Entity 245 sent to next block
82 71$       GROUP
Entity 245 added to queue TUNEL_Q1 at rank 25
Group size increased to 25 of 40 with
matching expression value of 1.
.....
Time: 50.0   Entity: 260
81 62$       QUEUE
Entity 260 sent to next block
82 71$       GROUP
Entity 260 added to queue TUNEL_Q1 at rank 40
Group size increased to 40 of 40 with
matching expression value of 1.
Entity 5 created at record location 3155
Entity 221 removed from queue TUNEL_Q1
Entity 222 removed from queue TUNEL_Q1
.....
Entity 259 removed from queue TUNEL_Q1
Entity 260 removed from queue TUNEL_Q1
Time: 50.0   Entity: 5
83 63$       SEIZE
Entity 5 added to internal queue

```

ARENA Simulation Results
deü - License #9610336

Summary for Replication 1 of 1

Project:

Run execution date : 5/27/2003

Analyst:

Model revision date: 5/27/2003

Replication ended at time : 50.0

Statistics were cleared at time: 5.0

Statistics accumulated for time: 45.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Observations
cycletime1	--	--	--	--	0
cycletime2	--	--	--	--	0
cycletime3	--	--	--	--	0
cycletime4	48.680	.00000	48.680	48.680	2

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Final Value
nt(ARABA)	.49481	1.6826	.00000	4.0000	.00000
nr(AMB_OP)	.00800	19.339	.00000	3.0000	3.0000
nr(KASA_OP)	.16978	3.2833	.00000	2.0000	2.0000
nr(FERMANT_ODASI)	5.6056	.50731	.00000	9.0000	6.0000
nr(MATADOR_FR)	.18163	2.1226	.00000	1.0000	1.0000
nr(DONER_FR)	.77704	1.0890	.00000	2.0000	2.0000
nq(TUNEL_Q1)	10.240	1.1592	.00000	40.000	.00000
nq(ARABA_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(MATADOR_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(DONER_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(HAM_Q)	88.066	.30851	.00000	139.00	80.000
nq(AMBALAJ_Q)	.06200	19.644	.00000	29.000	17.000
nq(FERMANTASYON_Q)	.00000	--	.00000	.00000	.00000
nq(SAN_Q)	77.800	.31727	.00000	125.00	66.000
nq(EKYAR_Q1)	97.040	.31709	.00000	150.00	104.00
nq(KASALAMA_Q)	1.1075	3.2938	.00000	14.000	12.000
nq(Q2)	7.3440	.61960	.00000	16.000	13.000
nq(Q1)	7.3440	.61960	.00000	16.000	13.000
nq(Q32)	4.7560	.61043	.00000	16.000	4.0000
nq(Q31)	4.4920	1.0746	.00000	16.000	10.000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
c1	0	Infinite
c2	0	Infinite
c3	0	Infinite
c4	0	Infinite
amb_c1	0	Infinite
amb_c2	48	Infinite
amb_c3	0	Infinite
kasa_c_san	0	Infinite
kasa_c_ham	0	Infinite
kasa_c_yre	0	Infinite
kasa_c_ek	2	Infinite

Simulation run time: 2.85 minutes.

Simulation run complete.

Ek 2: Siman Kodları

```

4$      STATION,      ambalaj;
5$      FREE:         araba;
6$      SPLIT:        m,
                          is,
                          uruntipi;
0$      QUEUE,        ambalaj_q;
1$      SEIZE,        1:
                          amb_op,1;
2$      DELAY:        amb(uruntipi);
3$      RELEASE:      amb_op,1;
7$      BRANCH,      1:
                          If,uruntipi==1,8$,Yes:
                          If,uruntipi==2,10$,Yes:
                          If,uruntipi==3,9$,Yes;
8$      COUNT:        amb_c1,1;
                          2.5 kati
11$     ROUTE:        0.5,seq;
10$     COUNT:        amb_c2,4:NEXT(11$);
9$      COUNT:        amb_c3,1:NEXT(11$);
                          2.7 kati

22$     STATION,      kasalama;
95$     BRANCH,      1:
                          If,uruntipi==4,16$,Yes:
                          Else,12$,Yes;
16$     FREE:         araba;
17$     SPLIT:        is,
                          m,
                          uruntipi;
12$     QUEUE,        kasalama_q;
13$     SEIZE,        1:
                          kasa_op,1;
14$     DELAY:        kasa(uruntipi);
15$     RELEASE:      kasa_op,1;
18$     BRANCH,      1:
                          If,uruntipi==1,19$,Yes:
                          If,uruntipi==2,21$,Yes:
                          If,uruntipi==3,20$,Yes:
                          If,uruntipi==4,23$,Yes;
19$     COUNT:        kasa_c_san,1:NEXT(11$);
                          0.625
21$     COUNT:        kasa_c_ham,1:NEXT(11$);
20$     COUNT:        kasa_c_yre,1:NEXT(11$);
                          0.9

```

```

23$          COUNT:          kasa_c_ek,1:NEXT(11$);
              0.65

24$          STATION,        cikis;
25$          BRANCH,        1:
                          If,uruntipi==1,26$,Yes:
                          If,uruntipi==2,27$,Yes:
                          If,uruntipi==3,28$,Yes:
                          If,uruntipi==4,29$,Yes:
26$          TALLY:          cycletime1,int(time1),1;
30$          DISPOSE;

27$          TALLY:          cycletime2,int(time2),1:NEXT(
30$);

28$          TALLY:          cycletime3,int(time3),1:NEXT(
30$);

29$          TALLY:          cycletime4,int(time4),1:NEXT(
30$);

31$          CREATE,         103,0:24:MARK(time2);
36$          ASSIGN:        NS=2:
                          uruntipi=2:
                          m=enter;
                          hamburger
tavalari sisteme giriyor
39$          ROUTE:         5,seq;

32$          CREATE,         72,0:26:MARK(time3);
37$          ASSIGN:        ns=3:
                          uruntipi=3:
                          m=enter:NEXT(39$);
                          yarim ekmek

33$          CREATE,         96,0:24:MARK(time1);
35$          ASSIGN:        ns=1:
                          uruntipi=1:
                          m=enter:NEXT(39$);
                          sandvic tavalari
sisteme giriyor

34$          CREATE,         36,0:26:MARK(time4);
38$          ASSIGN:        ns=4:
                          uruntipi=4:
                          m=enter:NEXT(39$);
                          ekmek

```

40\$	STATION,	sandvic;
41\$	QUEUE,	san_q;
42\$	SEIZE,	1: werner_2,1;
43\$	DELAY:	0.36;
44\$	RELEASE:	werner_2,1;
84\$	QUEUE,	q1;
45\$	GROUP,	uruntipi:16,First;
81\$	QUEUE,	araba_q;
82\$	REQUEST,	1:araba(SDS);
83\$	TRANSPORT:	araba,seq;
46\$	STATION,	hamburger;
47\$	QUEUE,	ham_q;
48\$	SEIZE,	1: werner_1,1;
49\$	DELAY:	0.36;
50\$	RELEASE:	werner_1,1;
85\$	QUEUE,	q2;
51\$	GROUP,	uruntipi:16,First:NEXT(81\$);
52\$	STATION,	ekmek;
97\$	QUEUE,	ekyar_q1;
53\$	SEIZE,	1: ekyar_bant,1;
54\$	DELAY:	0.81;
55\$	RELEASE:	ekyar_bant,1;
100\$	BRANCH,	1: If,uruntipi==3,86\$,Yes: If,uruntipi==4,99\$,Yes;
86\$	QUEUE,	q31;
56\$	GROUP,	uruntipi:16,First:NEXT(81\$);
99\$	QUEUE,	q32;
98\$	GROUP,	uruntipi:16,First:NEXT(81\$);
57\$	STATION,	fermantasyon;
103\$	FREE:	araba;
102\$	HALT:	araba;
58\$	QUEUE,	fermantasyon_q;
59\$	SEIZE,	1: fermant_odasi,1;
60\$	DELAY:	15;
101\$	ACTIVATE:	araba;
61\$	RELEASE:	fermant_odasi,1:NEXT(81\$);

67\$	STATION,	firinlama;
105\$	HALT:	araba;
106\$	FREE:	araba;
68\$	BRANCH,	1:
		If,uruntipi==1,69\$,Yes:
		If,uruntipi==2,90\$,Yes:
		If,(uruntipi==3).or.(uruntipi
==4),72\$,Yes;		
69\$	SPLIT:	M,
		IS,
		uruntipi;
62\$	QUEUE,	tunel_q1;
70\$	GROUP,	uruntipi:40,First;
63\$	SEIZE,	1:
		tunel_fr,1;
64\$	DELAY:	10;
65\$	RELEASE:	tunel_fr,1;
104\$	ACTIVATE:	araba;
94\$	BRANCH,	1:
		If,uruntipi==1,71\$,Yes:
		If,uruntipi==2,92\$,Yes;
71\$	SPLIT:	is,
		m,
		uruntipi;
87\$	QUEUE,	q4;
66\$	GROUP,	uruntipi:16,First:NEXT(81\$);
92\$	SPLIT:	is,
		m,
		uruntipi;
93\$	QUEUE,	q5;
89\$	GROUP,	uruntipi:16,First:NEXT(81\$);
90\$	SPLIT:	M,
		IS,
		uruntipi,
		time2;
88\$	QUEUE,	tunel_q2;
91\$	GROUP,	uruntipi:40,First:NEXT(63\$);
72\$	PICKQ,	LRC:
		75\$:
		79\$;
75\$	QUEUE,	doner_q,1;
76\$	SEIZE,	1:
		doner_fr,1;
73\$	DELAY:	17;
74\$	RELEASE:	doner_fr,1:NEXT(81\$);
79\$	QUEUE,	matador_q,1;
80\$	SEIZE,	1:
		matador_fr,1;

77\$ DELAY: 10;
78\$ RELEASE: matador_fr,1:NEXT(81\$);

96\$ STATION, yarekmek:NEXT(97\$);

ATTRIBUTES: 1,uruntipi,:
2,time1:
3,time2:
4,time3:
5,time4;

VARIABLES: amb(3),0.025,0.025,0.040:
kasa(4),1,1,2,2;

QUEUES: 1,ham_q,FirstInFirstOut:
2,ambalaj_q,FirstInFirstOut:
3,tunel_q1,FirstInFirstOut:
4,matador_q,FirstInFirstOut:
5,doner_q,FirstInFirstOut:
6,araba_q,FirstInFirstOut:
7,fermantasyon_q,FirstInFirstOut:
8,san_q,FirstInFirstOut:
9,ekyar_q1,FirstInFirstOut:
10,kasalama_q,FirstInFirstOut:
q1,FirstInFirstOut:
q2,FirstInFirstOut:
q4,FirstInFirstOut:
tunel_q2,FirstInFirstOut:
q5,FirstInFirstOut:
yar_q,FirstInFirstOut:
q31,FirstInFirstOut:
q32,FirstInFirstOut;

RESOURCES: 1,matador_fr,Capacity(3,):
2,fermant_odasi,Capacity(300,):
3,doner_fr,Capacity(2,):
4,amb_op,Capacity(3,):
5,ekyar_bant,Capacity(2,):
6,werner_1,Capacity(1,):
7,tunel_fr,Capacity(1,):
8,werner_2,Capacity(1,):
9,kasa_op,Capacity(2,);

STATIONS: 1,sandvic:
2,hamburger:
3,yarekmek:
4,fermantasyon:
5,firinlama:
6,ambalaj:

7, kasalama:
8, cikis:
9, enter:
10, ekmek;

DISTANCES:

arabamap, sandvic-hamburger-2, sandvic-ekmek-15, sandvic-fermantasyon-25, sandvic-firinl lama-36, sandvic-ambalaj-87,

sandvic-kasalama-93, hamburger-ekmek-4, hamburger-fermantasyon-13, hamburger-firinl lama-23, hamburger-ambalaj-75,

hamburger-kasalama-81, ekmek-fermantasyon-6, ekmek-firinl lama-15, ekmek-ambalaj-69, ekmek-kasalama-75, fermentasyon-

firinl lama-11, fermentasyon-ambalaj-62, fermentasyon-kasalama-68, firinl lama-ambalaj-52, firinl lama-kasalama-58, ambalaj-

kasalama-6, sandvic-yarekmek-15, hamburger-sandvic-2, ekmek-sandvic-15, fermentasyon-sandvic-25, firinl lama-sandvic-36,

ambalaj-sandvic-87, kasalama-sandvic-93, ekmek-hamburger-4, fermentasyon-hamburger-13, firinl lama-hamburger-23, ambalaj-

hamburger-75, kasalama-hamburger-81, fermentasyon-ekmek-6, firinl lama-ekmek-15, ambalaj-ekmek-69, kasalama-ekmek-75,

firinl lama-fermantasyon-11, ambalaj-fermantasyon-62, kasalama-fermantasyon-68, ambalaj-firinl lama-52, kasalama-

firinl lama-58, kasalama-ambalaj-6, yarekmek-sandvic-15, hamburger-yarekmek-4, yarekmek-hamburger-4, yarekmek-

fermantasyon-6, fermentasyon-yarekmek-6, yarekmek-firinl lama-15, firinl lama-yarekmek-15, yarekmek-ambalaj-69, ambalaj-

yarekmek-69, yarekmek-kasalama-75, kasalama-yarekmek-75;

TRANSPORTERS: 1, araba, 30, Distance (arabamap), 10;

SEQUENCES: 1, seq1, sandvic&fermantasyon&firinl lama&ambalaj&kasalama&cikis:

```
2,seq2,hamburger&fermantasyon&firinlama&ambalaj&kasalama&cikis:
3,seq3,yarekmek&fermantasyon&firinlama&ambalaj&kasalama&cikis:
4,seq4,ekmek&fermantasyon&firinlama&kasalama&cikis;
```

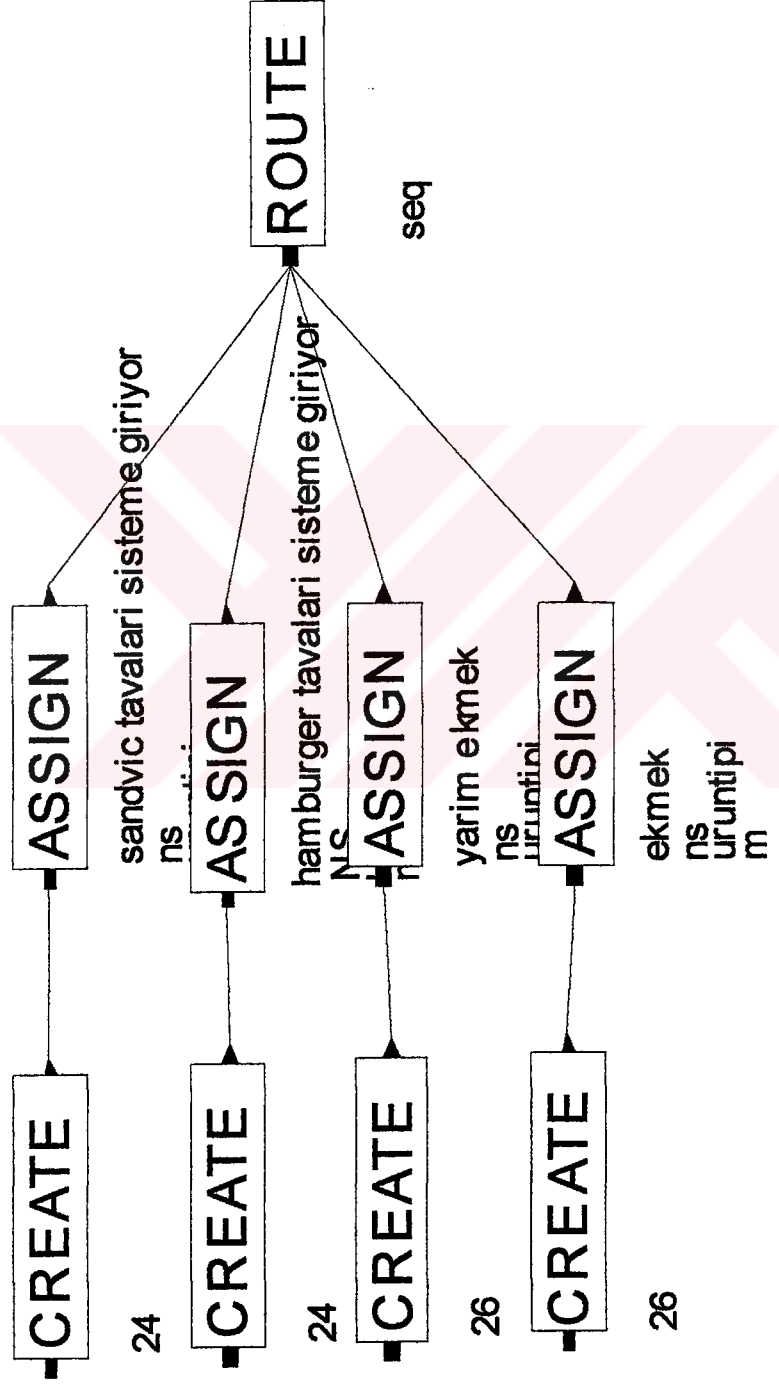
```
COUNTERS: 1,c1,,Replicate:
2,c2,,Replicate:
3,c3,,Replicate:
4,c4,,Replicate:
5,amb_c1,,Replicate:
6,amb_c2,,Replicate:
7,amb_c3,,Replicate:
8,kasa_c_san,,Replicate:
9,kasa_c_ham,,Replicate:
10,kasa_c_yre,,Replicate:
11,kasa_c_ek,,Replicate;
```

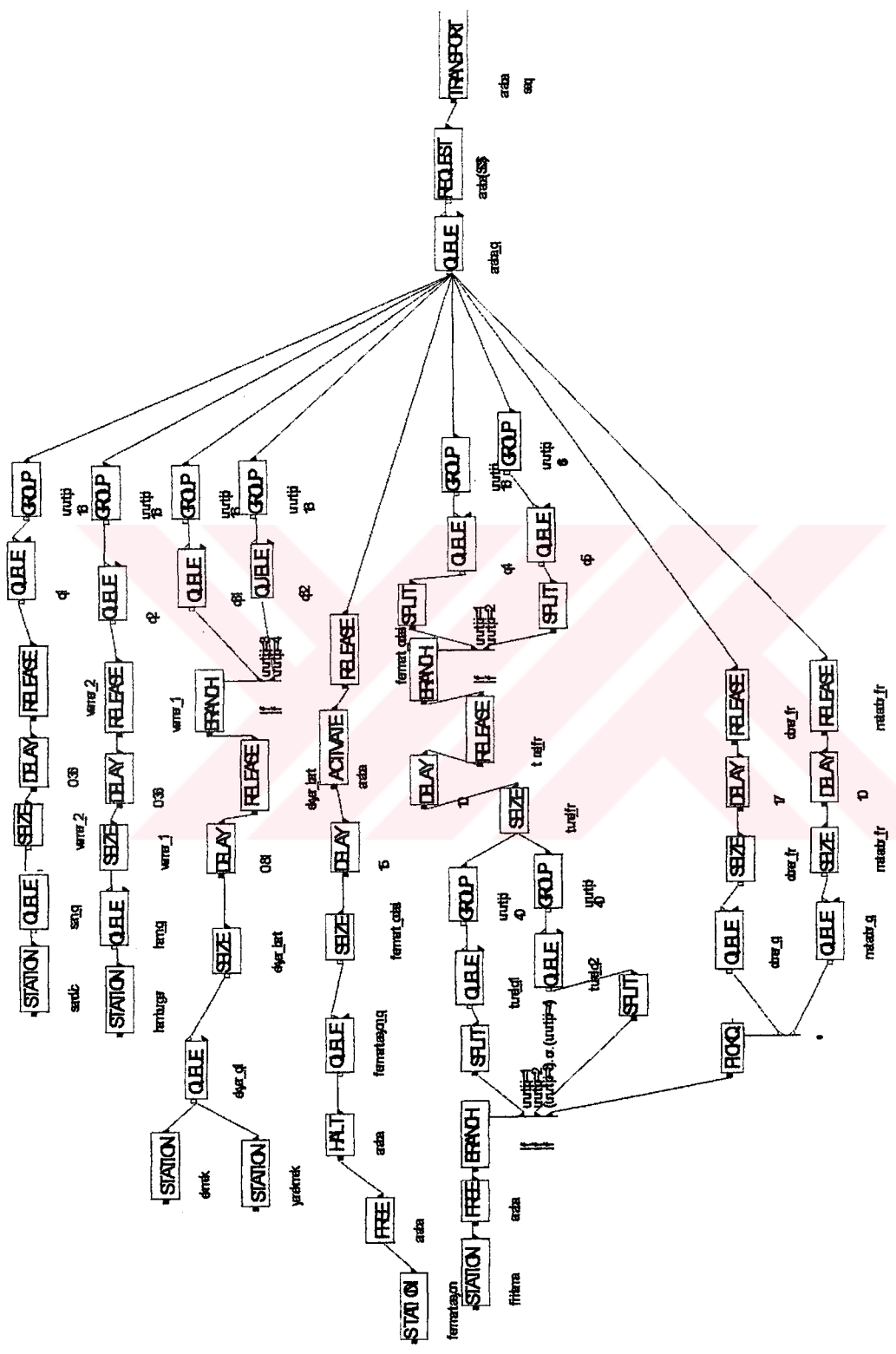
```
TALLIES: 1,cycletime1:
2,cycletime2:
3,cycletime3:
4,cycletime4;
```

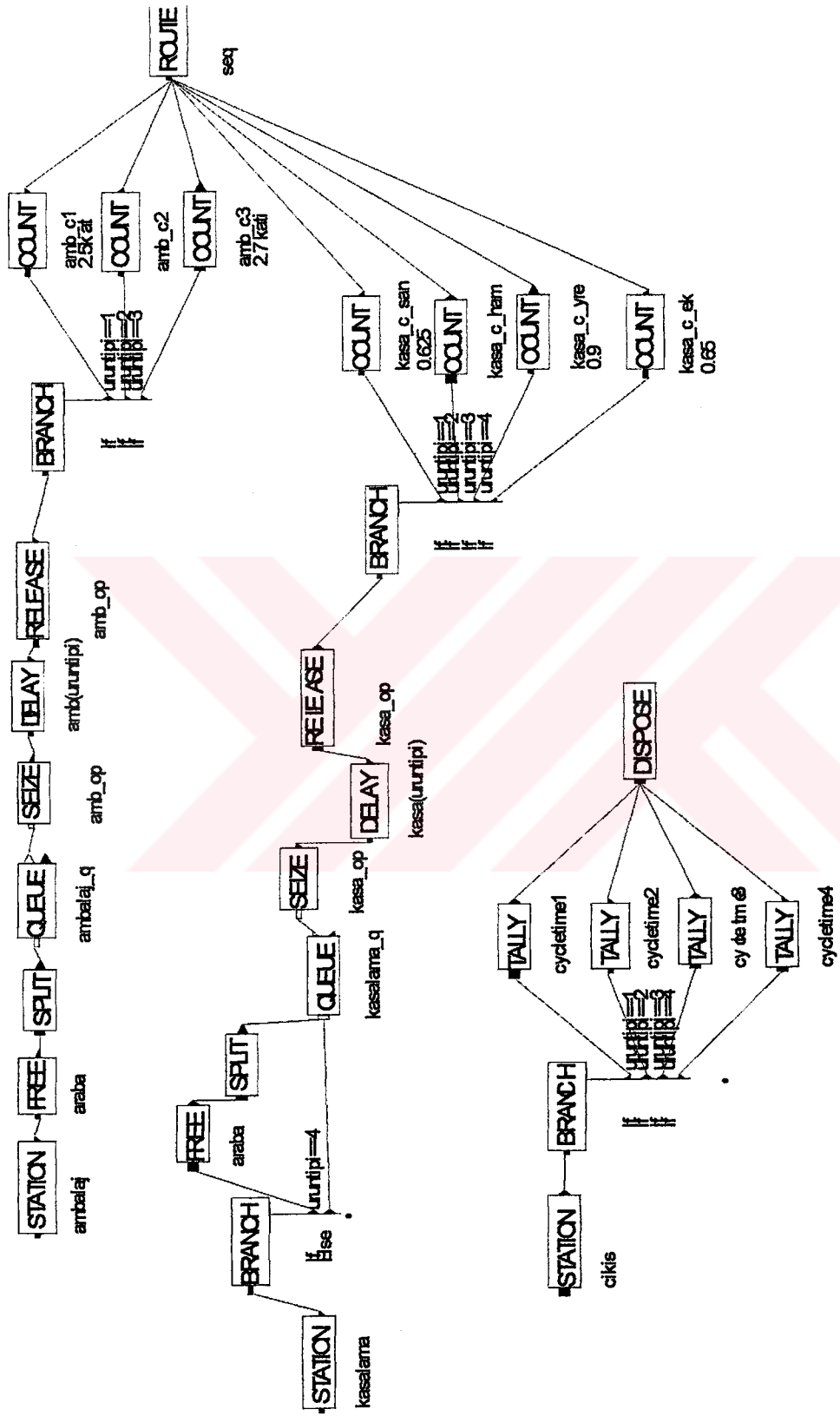
```
DSTATS: 1,nt(araba):
2,nr(amb_op):
3,nr(kasa_op):
4,nr(fermant_odasi):
5,nr(matador_fr):
6,nr(doner_fr):
7,nq(tunel_q1):
8,nq(araba_q):
9,nq(matador_q):
10,nq(doner_q):
11,nq(ham_q):
12,nq(ambalaj_q):
13,nq(fermantasyon_q):
14,nq(san_q):
15,nq(ekyar_q1):
16,nq(kasalama_q):
nq(q2):
nq(q1):
nq(q32):
nq(q31);
```

```
REPLICATE, 1,0.0,1500,Yes,Yes,100;
```


Ek 3: Benzetim Modelinin Arena Blok ve Elementleri ile Gösterimi







ATTRIBUTES

yuntipi
time1
time2
time3
time4

VARIABLES

amb
kasa

SEQUENCES

seq 1
seq 2
seq 3
seq 4

QUEUES

ham_q
ambalaj_q
tunel_q1
matador_q
doner_q
araba_q
fermantasyon_q
san_q
ekyar_q1
kasalama_q
q1
q2
q31
q4
q5
tunel_q2
q32

COUNTERS

c1
c2
c3
c4
amb_c1
amb_c2
amb_c3
kasa_c_san
kasa_c_ham
kasa_c_yre
kasa_c_ek

RESOURCES

matador_fr
fermant_odasi
doner_fr
amb_op
ekyar_bant
wemer_1
tunel_fr
wemer_2
kasa_op

DISTANCES

arabamap

TALLIES

cycletime1
cycletime2
cycletime3
cycletime4

STATIONS

sandvic
hamburger
yarekmek
fermantasyon
finnlama
ambalaj
kasalama
cikis
enter
ekmek

TRANSPORTERS

araba

REPLICATE

1500

DSTATS

nr(araba)
nr(amb_op)
nr(kasa_op)
nr(fermant_odasi)
nr(matador_fr)
nr(doner_fr)
nr(tunel_q1)
nr(araba_q)
nr(matador_q)
nr(doner_q)
nr(ham_q)
nr(ambalaj_q)
nr(fermantasyon_q)
nr(san_q)
nr(ekyar_q1)
nr(kasalama_q)
nr(q31)
nr(q32)
nr(q2)

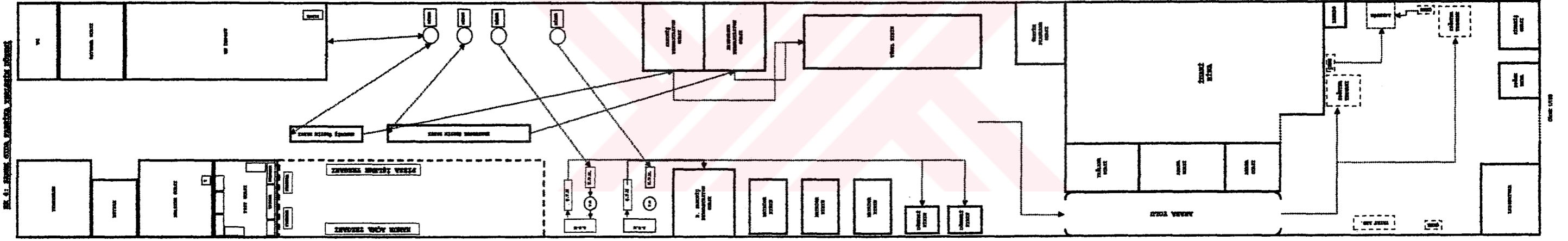


Fig. 4.1. Schematic diagram of the electrical system.

Scale 1:100

