

T.C.  
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜRETİM AKIŞ ÇÖZÜMLEMESİ YAKLAŞIMI İLE  
YERLEŞİM DÜZENLEMESİ SORUNUNUN İRDELENMESİ  
VE  
BİLGİSAYAR DESTEĞİNDE ENİYİ ÇÖZÜM ARANMASI

T.S.F.A.S. Eskişehir Makina Fabrikası Örneği

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN: Yar. Doç. Dr. MEHMET ÇINAR

SELÂHATTİN AKMAN

ESKİŞEHİR-1985

# İ Ç İ N D E K İ L E R

	Sayfa
ÖZET	1
GİRİŞ	2
<b>BİRİNCİ BÖLÜM</b> <b>ÜRETİM AKIŞ ÇÖZÜMLEMESİ</b>	
I-1. Temel Kavramlar	5
I-2. Üretim	6
I-3. Üretim Sistemleri	8
I-4. Malzeme Taşınması	13
I-5. Üretim Akış Çözümlemesi	21
<b>İKİNCİ BÖLÜM</b> <b>YERLEŞİM DÜZENLEMESİ</b>	
II-1. Tesis Planlaması Sürecinde Yerleşim Düzenlemesinin Yeri	29
II-2. Yerleşim Düzeninin Üretim Sistemine Etkileri	30
II-3. Yerleşim Düzenleme Türleri	31
II-3.1. Prosese Göre Düzenleme	31
II-3.2. Ürüne Göre Düzenleme	34
II-3.3. Durağan(Sabit) Konumlu Düzenleme	36
II-4. Yerleşim Düzenlemesinin Amaçları	39
II-5. Kötü Bir Düzenlemenin Belirtileri	40
II-6. İyi Bir Yerleşim Düzenlemesinden Beklentiler	41
II-7. Yerleşim Düzenlemesinde Kullanılan Yöntemler	42
II-7.1. Geleneksel Yöntemler	43
II-7.2. Matematiksel Yöntemler	44
II-7.2.1. Çözümsel Yöntemler	44
II-7.2.2. Bilgisayara Dayalı Özel Algoritmali Yöntemler	44
II-8. Yerleşim Düzenlemesinde Optimizasyona Yönelik Ölçütler	45
II-8.1. Niceliksel Yöntemler	45
II-8.2. Niteliksel Yöntemler	46
II-8.3. Nicel-Nitel Yöntem	47

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM  
ŞEKER MAKİNA FABRİKASINDA, YERLEŞİM DÜZENLEMESİ,  
SORUNUNUN İRDELENMESİ VE BİLGİSAYAR DESTEĞİ İLE  
ÇÖZÜM ARAŞTIRILMASI

	Sayfa
III-1. İşletmenin Tanıtımı	49
III-2. Siparişlere İlişkin Veriler	55
III-3. Verilerin Değerlendirilmesi	64
III-4. Gerekli Tezgâh Sayısının Belirlenmesi	77
III-5. Belirlenen Sayıdaki Tezgâh İçin Yer Ayrılması	81
III-6. Proses Rota Numaralarının Guruplandırılması	82
III-7. Malzeme Akış Yoğunluğu Diyagramı ve Başlangıç Düzenleme Biçimi	93
III-8. Bilgisayar Desteği ile Düzenlemenin Eniyilenmesi (MEDAT Uygulaması)	95
III-8.1. Taşıma ve Maliyet Bilgileri	96
III-8.2. Bölümlerarası Yakınlık Derecesi Bil.	104
III-8.3. Uygulamanın Sonucu	104
SONUÇ ve ÖNERİLER	108
Yararlanılan Kaynaklar	111

EK: 1-MEDAT Algoritması Program, data ve çıktıları  
2-Sorun Alanının Mevcut Düzenleme Biçimi

## Ö Z E T

Bu çalışma, "Üretim Akış Çözümlemesi Yaklaşımı ile Yerleşim Düzenlemesi Sorununun İrdelenmesi ve Bilgisayar Desteğinde Eniyi Çözümün Aranması" başlığı altında tamamlanmış ve T.Ş.F.A.Ş.Eskişehir Makina Fabrikası üzerinde örneklenmiştir.

Çalışmada, değişik ürün gurubunun, farklı miktarlarda üretildiği tezgâhların birbirlerine göre hangi konumlarda yerleştirilmesi halinde taşıma maliyetleri ile yakınlık düzeyinin optimum olacağı araştırılmaktadır. Çalışmanın ana amacı, Eskişehir Makina Fabrikasındaki bir düzenleme sorununun irdelenerek bilgisayar desteğinde eniyi çözüm aramak olmakla beraber bu tür sorunlara yaklaşım yöntemleri genel bir çerçevede içerisinde verilmeye çalışılmıştır.

Bu amaçla;

Birinci bölümde; üretim ve üretimle ilgili faaliyetler sistematik olarak incelenmiştir.

İkinci bölümde; yerleşim düzenlemesinin teorik açıdan incelenmesi sunulmuştur.

Üçüncü bölümde ise; ülkemizde şeker fabrikası sayısının hemen hemen yeter düzeye ulaşması dolayısı ile bu fabrikaların kuruluşunda en büyük paya sahip olan Eskişehir Makina Fabrikasının gelecekte üretmesi planlanan dişli kutuları gurubunun üretimine göre düzenlenmesi irdelenmiştir. Burada, bir ve ikinci bölümlerde teorik olarak ele alınan tekniklerin pratiğe uygulanması sunulmuştur.

## GİRİŞ

Genel anlamda işletmeler bir mal veya hizmet üretmek amacı ile kurulurlar. Bizim çalışmamız mal üretmek amacı için kurulmuş yada kurulacak işletme ile ilgili olacaktır.

Bir endüstri işletmesinin ana amacı insanların yaşam düzeyini yükseltecek malları üretmektir. İnsan gereksinimi sınırsız olmasına karşın doğa kaynakları ise son derece kısıtlıdır. İşletmeler işte bu kısıtlı kaynaklardan sağlanan malzemeyi işgücü, sermaye, çevresel ilişkiler, yönetim işleri gibi girdiler ve şekil verme gibi eylemlerle insana yararlı mal durumuna dönüştürürler. Üretilen mal ile bunlara ilişkin kalite ve maliyet bilgileri üretim sisteminin çıktısını oluşturur. Her ne kadar işletmenin ana amacının mal üretmek olduğunu belirtmiş isek de bu amaca ulaşabilmek için herşeyden önce işletmenin kendi varlığını sürdürmesi gereklidir. İşletmeler canlı gibidirler; doğar, büyür, yaşar ve ölürler. İşletmenin yaşayabilmesi için kâr etmesi gereklidir. Kâr, gelir ve maliyet unsurlarının bir fonksiyonu olduğu açıkça bilinmektedir. İşletmenin yaşamını sürdürebilmesi için hiç değilse kâr etmesi, daha iyisi ise kârın enbüyükle-

mesi gerçeği açıktır. Bu ise, kârı oluşturan unsurlardan gelirin artırılması yada maliyetin düşürülmesi ile olabilmektedir. Bu durumda karar verici geliri olabildiğince artırmak yada maliyeti olanakların elverdiği ölçüde düşürmek sureti ile kârını enbüyüklemeye çalışacaktır. Ancak karar sürecinde kontrol edilemeyen parametrelerle karşılaşılacaktır. Serbest rekabet ortamında fiyat, teknoloji ve pazar koşulları karar vericinin kontrolu dışındadır. Bunlar ise toplam geliri doğrudan etkileyen bileşenlerdir. Buna göre toplam gelirin enbüyüklenmesi de bütünüyle işletme yönetiminin elinde değildir. Bu kez kârı enbüyüklemek için ikinci seçenek üzerinde fazlaca durmak gerekecektir. Maliyeti enküçükmek. Bunun yolu ise maliyeti oluşturan unsurların (malzeme-para-emek) mantıklı bir şekilde kullanılmasından geçer. Buna ilişkin karar alanının büyük bir bölümünü üretim alt sistemi içerisindeki olaylar oluşturur. Üretim alt sistemi içerisinde maliyeti doğrudan etkileyen unsurların başlıcaları, tasarım, malzeme ve üretim gibi teknik ve teknolojik konularda deneyimli eleman ve bunların deneyim düzeyi, verimliliği etkileyen ergonomik faktörlerdir. Bunların yanında maliyetin oluşumunda kesinlikle gözardı edilmemesi gereken bir hususta malzeme taşımalarıdır. Taşımaların boyutunu minimize etmek yukarıdan beri sözü edilen amaca ulaşmaya yarayacak vasıtalarından biridir. Bunun için fabrika içi ve dışı düzenlemenin uyumlu bir şekilde yapılmasını sağlamak gereklidir.

Dolayısı ile bu çalışmamızda yerleşim düzenlemesi olayına sistematik bir açıdan bakmaya çalışacağız.

Yerleşim düzenlemesi, üretilecek malın cinsine ve do-  
layısıyla de üretim sistemi ile doğrudan ilişkilidir. Bu-  
nun için üretim sistemlerine ve düzenleme yöntemlerine  
genel anlamda kısaca değinmek gereği duyulmuştur. Takdir  
edilirdi ki bu mütevazî çalışma çerçevesinde tüm üretim sis-  
temlerini ve herbirine ait düzenleme yöntemlerini derinle-  
mesine incelemek olanaksız olduğu gibi şahsımında haddini  
aşacak boyuttadır. Burada bunlardan bazılarını kısaca değı-  
nirken, bazılarının ise yalnızca adından söz edilmiş ve kay-  
nak belirtmeye çalışılmıştır. Bunda amaç, kendi yaptığımız  
çalışma ve sonundaki uygulama örneğimizin kenunun bütünü  
içerisindeki yerinin belirtilmesidir.

Bu amaç doğrultusunda çalışma aşağıdaki bölümleri içer-  
mektedir:

Birinci bölüm içerisinde üretim akış çözümlemesi ana  
hatları ile incelenirken yerleşim düzenlemesini yönlendi-  
ren üretim ve üretim sistemlerinden söz edilmiş ve maliye-  
te etki eden malzeme taşınması üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde yerleşim düzenlemesi olayı ele alınıp  
tesis planlamasındaki yeri, amaçları ve yerleşim düzenleme-  
sinde eniyilemeye yönelik ölçütler ile yerleşim düzenleme-  
sinde kullanılan yöntemler tanıtılmıştır.

Üçüncü bölümü ise T.Ş.F.A.Ş. Eskişehir Makina Fabrika-  
sının yerleşim düzenlemesi sorununun irdelenmesi oluşturu-  
muştur. Burada bilgisayar desteğı ile çözüm aranmıştır.

Sonuçta ise konu hakkında edindiğimiz bilgilerle ken-  
di iş hayatımızdaki deneyimlerimiz ışığında öneriler sunul-  
muştur.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ÜRETİM AKIŞ ÇÖZÜMLEMESİ

#### I.1- TEMEL KAVRAMLAR

Konuya başlarken üretim olayını tanımlamak gerekmektedir. Ancak ondan önce üretim olayının gerçekleşmesi için var olması kesinlikle gerekli olan üretim alanına değinilmelidir. Üretim alanlarına genel anlamda tesis denilir.

"Tesis" kavramı; arazi veya taşınmaz mal, bina veya her türlü yapı, üretim sürecinde kullanılan makineler, hareketli hareketsiz her türlü yardımcı araç ve gereçler gibi üretim ile doğrudan ilişkili girdiler ile ara depolama yerleri, bürolar ve deney merkezleri, kazan daireleri ve bakım-onarım atelyeleri gibi hizmet yerleri, araba parkı, havuz, su deposu, artık ve hurda deposu ve akaryakıt tankları gibi yardımcı hizmet yerlerinin tümüne ilişkin olarak kullanılmaktadır.(1)

Fiziksel üretimin yapıldığı belirli ve sabit bir alan içerisinde yer alan bina ve tesislere fabrika denir. Yani

---

(1) Mehmet ÇINAR, "Tesis Planlaması, Yerleşim Düzenleme Yöntemleri Ders Notları" (Teksir), Anadolu Üniversitesi End. Müh. Bölümü S.: 6

fabrika olanaklarının salt üretim veya süreçleme bölümü anlamındadır.

Üretim araçlarının, taşıma, depolama, kalite kontrolü gibi üretimle ilgili faaliyetler ile yardımcı tesis ve iş istasyonlarının fiziksel konumları açısından bir bütün olarak koordinasyonuna "Fabrika düzenleme" denir (2). Ne varki bu konudaki teknikler çeşitli bürolar ve özellikle hastanelerin ve diğer hizmet üreten yerlerin düzenlenmesinde de kullanıldığı için genellikle "İş Yeri Düzenlemesi" adı ile anılırlar.

Tüm bu çabaların ana amacı üretim faaliyetinde yer alan canlı cansız her türlü girdinin hareket miktarlarını minimum düzeye indirmektir. Bunu sağlamak için yapılan faaliyetler kendiliğinden yatırımın sabit tesis maliyetini düşürürler.

Bunların yanında kötü bir yerleştirme; enerji kaybı, kargaşa, yüksek oranda bozuk ürün, gecikme, yönetim gücü gibi üretim faaliyetine paralel giden fakat ürün maliyetini olumsuz yönde etkileyen faktörleri meydana çıkarır.

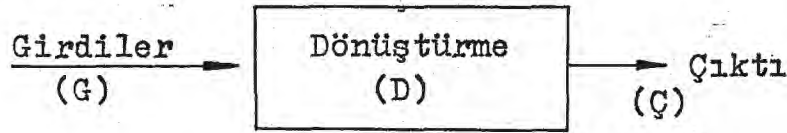
## I.2- ÜRETİM

Kısaca "fayda yaratmak", olarak tanımlanabileceği gibi, mühendislikte "bir fiziksel varlık üzerinde, onun değerini artıracak bir değişiklik yapmak yada ham madde veya yarı

---

(2) Bülent KOBU, "Üretim Yönetimi", İ.Ü. İşletme Fakültesi İşl. İkt. Enst. No: 67, 1982, S.: 82.

mânulleri kullanabilir bir ürüne dönüştürmektir, diye tanımlanabilir. Üretim olayını en basit şekli ile blok diyagram olarak aşağıdaki şekli ile göstermek mümkündür (3). Burada üretim sistemi kapalı bir kutu olarak düşünülür. Bu kutuya bir takım girdiler girer, kutu içersinde dönüştürmeye tabi tutulurlar. Kutudan ise yararlı mal şeklinde çıktı olarak çıkarlar. İşte bu dönüştürme



faaliyetleri üretim faaliyetleridir.

Ancak bu tanım bankacılık, sigortacılık, dağıtım v.s. faaliyetlerini üretim saymayı engeller. Oysa günlük hayatımızda hizmet sektörünün önemli bir yeri vardır. Günümüzde hizmet üreterek insanlara fayda sağlayan birçok kişi yada kuruluş vardır. Onlarsız günlük hayatımızı sürdürmemiz olanaksızdır, denilebilir. Üretim, sınırsız insan gereksinimlerinin doğa tarafından tam olarak karşılanamamasından doğmuştur. İnsanlar doğanın verdikleri ile yetinselerdi herhangi bir üretim olayından söz edemezdik.

Mal yada hizmet üreterek fayda sağlamaya yönelik olan üretim faaliyetleri gerçekleştirmek için bir takım faktörleri belirli koşullar ve yöntemlerle bir araya getirmek gereklidir. Bu faktörlere üretim faktörleri denir.

---

(3) Mehmet SAVSAR, "Üretim Sistemleri Analizi", Anadolu Üniversitesi, No:59, 1984, S.:1

Üretim faktörlerini çok çok kaba bir ayırımla ham madde kaynakları, emek ve sermaye olarak sıralayabiliriz. Biz bu çalışmamızda "sermaye,, alt başlığı içersinde sayabileceğimiz olanakların iyi değerlendirilmesini inceleyeceğiz.

### I.3 ÜRETİM SİSTEMLERİ

Üretim sistemlerini değişik ölçütlere göre farklı biçimlerde sınıflandırmak mümkündür. Doğaldır ki bu durumda herhangi bir eleman değişik sınıflar içersinde yer alabilir. Sınıflar arasında kesin sınırlar belirlemek ve tam bir bilimsel ayırım mümkün değildir.

Üretim yöntemi, ürün miktarı, ürün cinsi, üretim akışı ölçütlerine göre üretim sistemleri farklı biçimlerde sınıflandırılırlar. Bunların bir kısmını sadece isimlerinden bahsetmek, bir kısmını da gereği kadar ayrıntıya inerek inceleyelim (4).

— Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma;

— Ürün Cinsine Göre Sınıflandırma;

Bu iki ayrı sınıflandırma biçimi çalışma konumuz olan yerleşim düzenlemesi ile ilgili bulunmadığından ayrıntıya girilmeyecektir.

---

(4) Üretim sistemlerinin sınıflandırılması hakkında ayrıntılı bilgi için bakınız. Bülent KOBU, "Üretim Yönetimi,, İ.Ü. İşletme Fakültesi İşl. İkt. Enst., No: 67, 1982, S.: 38-45

## —Üretim Miktarına veya Akışına Göre Sınıflandırma;

ma;

Bu sınıflandırma biçimi asıl konumuz olan düzenleme şeklini yakından ilgilendirmesi bakımından bu kısım üzerinde bir miktar durmak gerekir.

Üretilen malın miktarı ile üretim faaliyetlerinin fabrika içindeki akışı arasında birbirinden ayrılmaz bir ilişki mevcuttur. Aynı maldan üretilecek miktarın azlığı veya çokluğuna göre kullanılacak makinaların tipleri ile üretim yöntemi, standardı insan ve makina gücünden yararlanma biçimi ve makinaların düzenlenmesi birbirinden büyük farklılıklar gösterir. Üretim planlama ve kontrol yöntemlerinin de ona göre seçilmesi gerekir. Üretim miktarına göre üretim sistemlerini üç alt başlıkta incelemek mümkündür.

- Siparişe Göre Üretim; Tüketici veya müşteri firma tarafından; miktar, kalite ve zaman bakımından özel olarak belirlenen bir malın üretilmesidir. Miktar genellikle az sayı olacak sayıdadır. Buhar kazanı, proses makinaları, takım tezgâhları ve özel elektronik cihazlar sipariş üzerine üretilirler. Siparişi alınan malların üretimi üç değişik biçimde planlanır.

a) Az sayıda ürünün yalnız bir defa üretilmesi,

b) Az sayıda ürünün talep geldikçe, belirsiz zamanlarda üretilmesi,

c) Az sayıda ürünün belirli aralıklarda periyodik olarak üretilmesi,

Çok uzun zaman aralıklarında yalnız bir defa üretilen malın üretiminde kullanılan alet, takım ve kolaylıklar ile üretim tekniği ve plânlama açısından alınacak özel bir önlem yoktur. Ancak belirli veya belirsiz, ama kısa sayılacak aralıklarda üretimi tekrarlayan mâmullerin işlem plânlaması, kontrol faaliyetleri, teknik bilgi ile kullanılan alet ve kolaylıkların iyi bir şekilde muhafaza edilmesi gereklidir. Düzenli bir biçimde saklanan ve gereksinim duyulduğunda kullanılan bu faktörler o malın üretiminde maliyeti aşağıya çekici rol oynarlar.

-Parti Üretimi; Bir ürünün özel bir siparişi veya sürekli bir talebi karşılamak amacı ile belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir. Böyle ürünlerin üretiminde kullanılan makineler parti üretimi gerçekleştikten sonra başka cins bir ürünün parti üretiminde kullanabilirler. Parti büyüklüğü, arttıkça kullanılacak makina, takım, kolaylık ve insan gücünün planlanmasına gösterilecek hassasiyet artacaktır. Keza parti hacmi arttıkça, eğer periyotlarda belirli hale getirilebiliyorsa üretim plânlama ve kontrol tekniklerinin uygulanması daha verimli olur. Parti üretiminde parti büyüklüğünün saptanması ile minimum kapasite kaybına yol açan üretim programının hazırlanması özel önem arzeder.

-Sürekli Üretim; Mevcut makina ve tesislerin yalnız belirli bir malın üretimine tahsis edilmesi ile yapılan üretimdir. Ancak talep düzeyi ile üretim miktarları çok yüksek olan malların üretimi bu tip olabilir.

Sürekli üretim;

a) Kitle üretimi,

b) Süreç (veya akış) üretimi olarak iki alt grupta incelenebilir.

Kitle üretiminde belli bir maldan çok büyük miktarlarda uzun süre üretilir. Ancak istendiğinde ve gereksinim duyulduğunda tezgâh, yerleşim düzeni, kalıp, kolaylık v.s.de yapılacak değişikliklerle başka tip bir ürünün üretimine geçilebilir. Akış yada süreç üretiminde ise makina ve tesisler yalnız bir cins ürünü üretmek için seçilmiş ve yerleştirilmiştir. Şeker, çimento üretimi ve petrol rafineleri bunun örnekleridir.

Sürekli üretimde üretim plânlama ve kontrol faaliyetleri parti üretimine göre daha basit ve daha az yoğunur. Bu faaliyetler rutin sayılabilecek faaliyetlerdir.

Bazı kaynaklarda(5) ise üretim süreci;

a) Devamlı süreç endüstrisi,

b) Tekrarlı süreç endüstrisi,

c) Aralıklı süreç endüstrisi, olarak sınıflandırılarak da incelenmektedir.

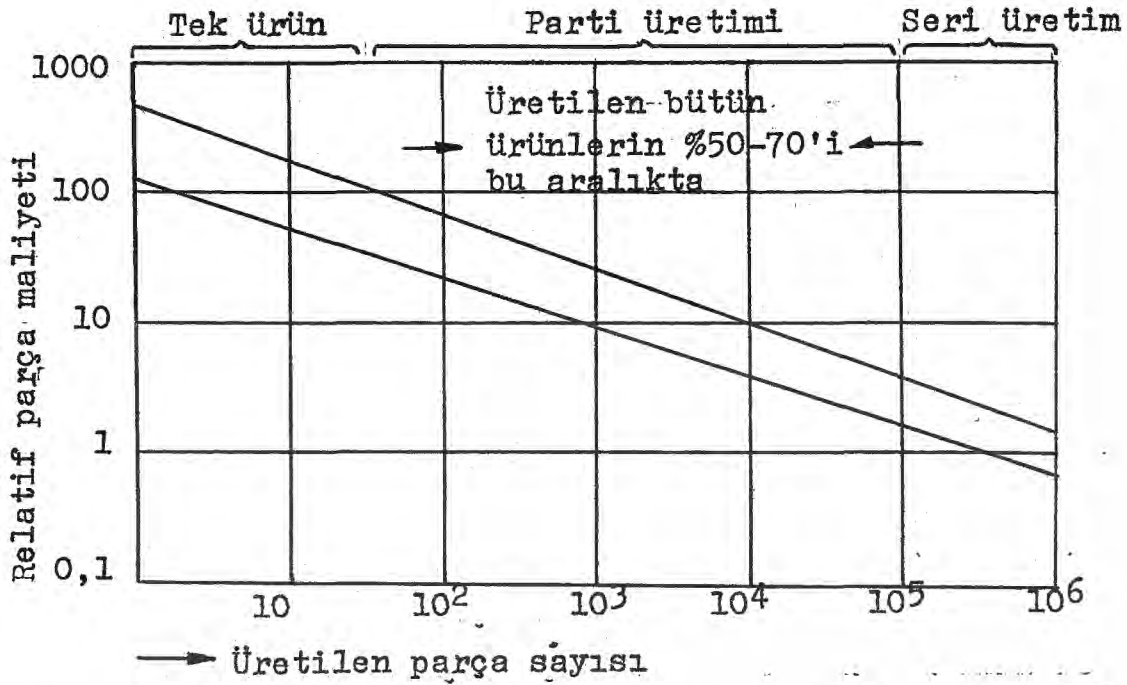
Diğer bazı üretim tipleri ise araştırma üretimi, model ve prototip üretimi, test modelleri üretimi, pilot üretimi, tasarımı tamamlanmamış malların üretimi, yeni modele

---

(5) İ.Ertan YÜLEK, M.Rüknet CEZZAR; "Fabrika Projesi ve Yerleşme Plânu", (J.M.Moore'den çeviri), MMO yay., No:92, Ankara, 1975, S.:3-8.

geçiş devresi üretimi, başlangıç devresi üretimi, demontasyon ve gösteri malları üretimi, ihracat malları üretimi; modifikasyon, tamir ve iade malları üretimi; geçici üretim olarak sıralanabilir (6).

#### I.1-2-4 ÜRETİM TİPİNİN MALİYETLE İLİŞKİSİ



Şekil: 1 Üretimde parça başına maliyet seri üretime doğru gittikçe düşer (7).

Şekil 1'de görüldüğü üzere parça başına maliyet en yüksek tek mal üretiminde olmaktadır. Bunun parti üretimi izlemekte, en ucuz ise kitle üretimi (seri üretim) halinde olmaktadır. Ancak burada grafiğin yatay eksenini gözden kaçırmamak gereklidir. Yani üretilecek parça sayısı 100 adet iken, parça başına maliyeti düşürmek için bunu seri

(6) Bülent KOBU, "Üretim Yönetimi,, , İ.Ü.İ.İ.E., No:67, 1982, S:49-52

(7) Mehmet SAVSAR, "Üretim Sistemleri Analizi,, , Anadolu Üni., No:59, 1984, S:5

üretim yapalım demek olası değildir. O takdirde grafik tersine döner ve en yüksek maliyetle ürün elde edilmiş olur. Çünkü seri üretimin gerektirdiği takım, tezgâh ve teçhizata yapılan yatırım bu durumda 100 parça üzerine yüklenecektir.

#### I.4 MALZEME TAŞINMASI

Ürün maliyetlerinin oluşumunda taşıma olaylarının payı oldukça fazladır. Üretim sistemleri yaşadığımız evrenin bir alt kümesi olup bunun kendi içinde yoğun taşıma faaliyetleri vardır. Biz malzeme taşınması konusu kapsamında içersinde; üretim sisteminde mal üretme amacı ile yapılan taşımaları anlıyacağız. Buna göre malzeme taşınmasını, işletme içersinde ham madde, tamamlanmamış ürün ve bitmiş ürünlerin taşınmaları, depo ve ara depolardaki yükleme boşaltma faaliyetleri ile bürolar arasındaki iletişim formlarının hareketleridir, diye tanımlayabiliriz. Ancak biz burada yalnız ham madde, yarı mâmül ve mâmül taşımaları ile ilgileneceğiz.

Bilindiği üzere malzemeler üç farklı fiziksel durum gösterirler. Katı, sıvı ve gaz. Şüphesiz bunların her birisinin taşınmasının prensiplerinde farklılıklar vardır. Bazı malzemelerde ise yalnız taşıma ve depolama amacıyla fiziksel durum değişikliği yapılır. Bu husus genellikle fabrika dışı taşımalarda kullanılmakta olup konumuz dışındadır.

Malzemenin taşınmasında etkin faktörlerden birisi de onun özellikleridir. Bunlar kimyasal bileşim, PH(asit veya

baz karakterli oluşu), uçuculuk, yanıcılık, sıcaklık, viskozite, hacim, yoğunluk v.s.dir. Taşınacak miktar ise seçilecek sistemin karar sürecinde baş vurulacak en önemli ölçüttür. Yine malzemenin özelliğine göre taşıyıcı kap seçimi önem kazanmaktadır. Malzeme taşınmasının diğer faktörleri ise taşınacak yer, taşıma sıklığı, düzenlilik derecesi, taşıma uzaklığı, taşıma hızı, taşıma ortamı ile taşıma araçları olarak sayılabilir. Hiçbir olay da dışlanamayacağı gibi burada da insan gücü ve ondan yararlanma oranı yine önemi korur.

Malzeme taşınmasının plânlanmasında temel prensip yeter derece iyi, son derece ucuz sistemin seçilmesi olmalıdır.

Taşıma sistemlerini malzemenin fiziksel durumundan hareketle üç grupta ayırmak olasıdır.

a) Gazların taşınması:

Gerek ana üretim konusu gaz olan işletmelerde, gerekse yardımcı işletme maddesi olarak gaz kullanan işletmelerde gazların taşınması genellikle gaz pompası adı verilen pompalar ile yapılır. Bu pompalar pistonlu olabildiği gibi türbin tipli de olabilir. Bunlar vakum pompası olarak da çalıştırılabilirler. Böylelikle bir yerin gazını (ya da hava) boşaltarak vakum oluşturabilirler. Örneğin bir şeker fabrikasında CO<sub>2</sub> gazının kireç ocağından alınarak saturasyon kazanlarına gönderilmesi ile kristalizatörlerin havalarının boşaltılarak şeker lapasının daha düşük sıcaklıkta kristallenmesini sağlama gibi.

#### b) Sıvıların taşınması:

Sıvı taşınması, sistemlere göre değişebilir. İlkel taşıma sistemleri olabildiği gibi, sürekli sistemlerde sıvı pompaları ile taşıma gerçekleştirilir. Sıvı pompaların çok çeşitleri mevcut olup en çok kullanılanları santrifüj pompalardır. Bu tür taşıma ile süreç endüstrisinde çok yararlı gelişmeler sağlanmıştır. Bu tip taşımalara en çarpıcı örnek petrol rafinerileri ile şeker fabrikalarında şerbetin akışı gösterilebilir. Pompalı sistemlerle dozajlama da yapmak mümkündür. İstenirse sabit istenirse de değişken debili pompalarla herhangi bir katı veya sıvıya istenilen dozda katkı maddeleri katma olarak dahilindedir. Proses de PH kontrolü ve gıda endüstrisinde enfeksiyonla mücadelede dozajlama sık uygulanan bir sistemdir.

#### c) Katıların taşınması:

Katı taşınmasında çok değişik sistemler vardır. Bu sistemler malzeme iriliğine, malzeme kırılabilirliğine, yoğunluğuna, sürece, taşıma sayısına, taşıma miktarına v.s. ye göre değişir. Lâstik tekerlekli forklift, çeker ve vinçler; lâstik bantlı ileteçler, köprülü krenler, helezonlar, kovalı elevatörler, pnömatik taşıyıcılar, raylı vasıtalar, röleli ileteçler, başlıca taşıma araçlarıdır. Bunun yanında katıların taşınmasında yerçekimi prensiplerinden de çokca yararlanılır.

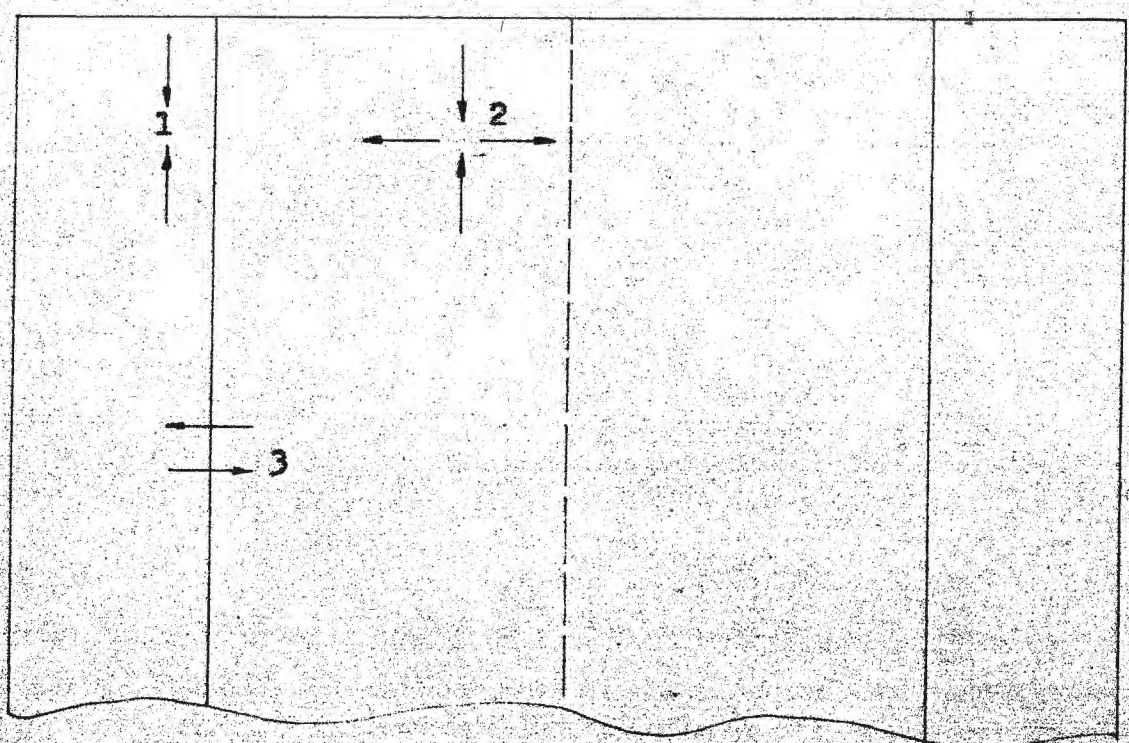
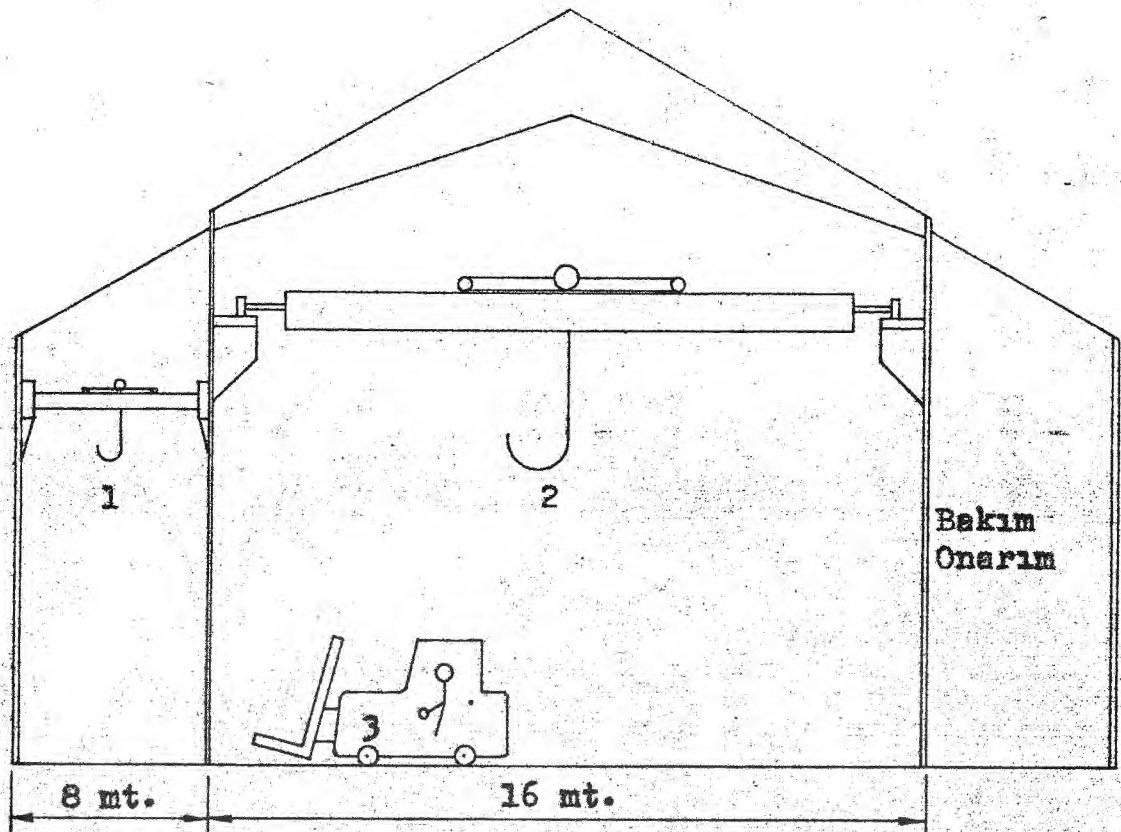
Lâstik tekerlekli vasıtalar geniş hareket yeteneğine sahiptirler. Hemen her cins malzeme için kullanılabilirler.

Bunların içten yanmalı motorlarla tahrik edilenleri kapalı sahalarda(işçi sağlığı nedeni ile)sürekli çalıştırılmazlar.Bu nedenle akülü olanlar geliştirilmiş bulunmaktadır.

Lâstik bandlı ileteçler tek doğrultuda iki nokta arasında taşımayı gerçekleştirirler.Taşınan malzemenin tane iriliğine göre belirli eğimlerde çalışabildikleri gibi tırmaklı yapılmak suretiyle eğimi 10-15°'ye çıkarılabilir. Helezonlu ileteçler ise daha yüksek eğim açılarında çalışabilirler,ancak ince taneli malzemelerin taşınmasında kullanılırlar.Kovalı elevâtorler ise düşey taşımalarda kullanılırlar.Yatay veya eğimli olarak çalışabilen raylı vasıtalar da yine belli doğrultuda taşıma işini gerçekleştirebilirler.Pnömatik taşıma vasıtaları,basınçlı havadan yararlanarak ince toz halindeki malzemeler ile hububat taşınmasında kullanılırlar.

Uygulamanın yapıldığı fabrikada ise lâstik tekerlekli taşıma araçları ile köprülü krenler kullanılmaktadır.Köprülü krenler üç boyutlu,sınırlı bir hacimde taşıma yapma yeteneğine sahiptirler.Atelye boyunca iki yandan uzanan vinç yolu üzerinde gezer bir köprü,köprü üzerinde atelyenin enine hareket edebilen bir araba ve araba üzerinde aşağı yukarı hareketi sağlayan asıl vinçden oluşur.Makina imalât atelyesinde geniş kullanım alanı vardır.Elektrikle tahrik edilirler işletme ve bakım masrafları düşüktür,yatırım masrafı diğer bazı ileteçlere göre yüksek sayılır.

Şekil: 2



Akülü forkliftlerde satın alma bedeli yüksek ancak fazla bakım gerektirmezler. Aküleri tekrar tekrar şarj edilerek kullanılır. Şekil 2'de uygulamaya esas fabrikamızın taşıma araçları ile taşıma yapabilen doğrultular görülmektedir.

#### — MAİZEME TAŞINMASINDA MALİYET UNSURLARI

Biz endüstri mühendisleri olarak maliyetler ve onları aşağıya çekmeye yönelik faaliyetlere ilgi duyarız. Bir maliyetin düşürülmesi ise onun nelerden kaynaklandığını bilmeyi gerektirir. Ancak bundan sonra maliyetler hesaplanır ve ya küçük maliyetli seçenek seçilir, yada ilgilenilen maliyetin nasıl düşürüleceği araştırılır.

Taşıma maliyetleri iki grupta toplanabilen masraflardan oluşur. (8)

1) Taşımada kullanılan makina ve teçhizatın yatırım masrafları,

2) Sistemin işletme ve bakım masrafları; Bunlar operatör ve enerji giderleri, yedek parça, madeni yağ ve bakım personeli giderleridir.

Şüphesiz bu maliyetlere ulaşmak kolay iş değildir. Bunlar kolay hesaplanamadıkları için mamul maliyetlerine Genel İmalât Giderleri kalemi içersinde girerler. Bilindiği üzere ürün maliyetleri direk işçilik, direk hammadde ve genel üretim giderlerinden oluşur. (9)

---

(8) Bülent KOBU, "Üretim Yönetimi" İ.Ü.İ.İ.E.1977, S.140

(9) Rıfat ÜSTÜN, "Maliyet Muhasebesi" A.Ü.1984 S.93-96

Taşıma maliyeti analizlerinde;

- a) Taşıma işlemi başına işçilik maliyeti,
- b) Süre olarak harcanan işçilik saatleri,
- c) Ücretler,
- d) Birim zamandaki işçilik ücreti,

e) Makinaların çalıştırma maliyetleri iyi analiz edilerek toplam taşıma maliyeti bulunması yararlı olur.

Malzeme taşınmasında temel amaç yatırım ile işletme ve bakım maliyetlerinden ileri gelen iki ana maliyet unsurunun toplamalarının minimize edilmesidir. Yatırım maliyetleri doğrudan doğruya tasarım ile ilgilidir. Bize düşen ise en iyi yerleştirme düzenini saptayıp uygulanarak işletme ve bakım maliyetleri kalemını düşürmektir. İşletme ve bakım maliyetlerinin saptanması ise çok çeşitli bilgilerin gerçeğe uygun ve duyarlı bir biçimde toplanmasını gerektirir. Bundan sonra bulunacak maliyet değerleri doğrultusunda verilecek uygulama kararları başarılı olacaktır. Maliyetler seçeneklerin karşılaştırılmasında etkili bir ölçüttür. Uygulamamızda ise MEDAT algoritmasının temel girdilerinden birisini teşkil eder.

Taşıma maliyetlerinin hesaplanmasında şu yollar izlenir.

-Bir aracı satın almakla yapılacak yatırımın yıllık maliyeti

$$A=(D-L)(C_n)^i + I_1 \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

D- aracın şimdiki(eğer yeni ise satın alma)değeri

L- aracın hurda satış değeri

$(C_n)^i$  - sermayenin birimi başına  $i$  kazanç (veya faiz) oranı ile  $n$  yıl içinde geri ödeme maliyetidir.

$$(C_n)^i = \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \text{ formülünden bulunabilir.}$$

Birim taşıma başına yıllık çalıştırma ve bakım maliyetleri ise

$$V = \frac{FMP}{G} + \frac{S(b+c+d+e)}{g} \text{ formülünden hesaplanır.}$$

Burada; notasyonların neleri gösterdiği ve ara işlemlerin nasıl olduğu aşağıda açıklanmaktadır:

1) Taşıma faaliyetleri:

E- Taşıma uzaklıkları

F- Parça sayısı/yıl

G- Parça sayısı/taşıma işlemi

H- İşlem sayısı/yıl, F\*G

2) Çalıştırma maliyetleri:

a- Aracın satın alma maliyeti

b- Amortisman

c- Bakım ve tamir masrafları

d- Yakıt, enerji

e- Yedek parça

f- Toplam yıllık çalıştırma maliyeti, (b+c+d+e)

g- Aracın yıllık çalışma saati

T- Bir saatlik çalıştırma maliyeti f/g

3) Toplam taşıma maliyetleri ve tasarruflar:

M- Bir taşıma işlemi için harcanan işçilik saati

N- Yıllık işçilik saati H x M

- P- İşçilik saat ücreti  
R- Yıllık işçilik ücreti  $N \times P$   
S- Aracın bu işlem için yılda çalıştığı saat  
U- Aracın yıllık çalıştırma maliyeti  $S \times T$   
V'- Şimdiki metodla yıllık toplam taşıma maliyeti  $R' \times U'$   
V''- Önceki metodla yıllık toplam taşıma maliyeti  $R'' + U''$   
W- Yıllık tasarruf  $V' - V''$

Şablon olarak kullanamamakla beraber uygulama bölümünde maliyet matrisinin oluşturulmasında bu formüllerden yararlanılacaktır. Zira uygulamasını yaptığımız Medat algoritmasında taşıma maliyetleri m. başına olarak kullanılır.

### I.5 ÜRETİM AKIŞ ÇÖZÜMLEMESİ

İkinci bölümde de daha ayrıntılı biçimde değinileceği gibi özellikle sürece göre düzenlemede tezgâhların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi en önemli sorundur. Konum belirleme çalışmalarından bir adedi de "üretim akış analizi" adını alır. Konumuzla ilgisi bakımından bu hususa bir miktar değineceğiz.

Sipariş üzerine üretim yapılan, dolayısıyla işin gereği ideâl düzenleme biçimi olan prosese göre yerleştirme biçiminde taşıma ve bekleme kayıplarını minimize etmek için tezgâhlar guruplandırılarak yerleştirilirler. Bu guruplandırmanın temeli, aynı tip işleri gören makinelerin bir araya getirilmesidir. Bunu eksiksiz gerçekleştirmek güçtür. Üretim işlemlerinin özelliği bunu olanaksız

hale getirir. Bundan dolayı olabildiğince ideâle yakın bir yerleştirme biçimi bulunmaya çalışılır.

Makina guruplarının saptanmasında şu prensipler vardır:

1- Ürün ve üretim yöntemlerine ilişkin geçmiş bilgi ve deneyimlere dayanarak pratik yoldan yapılan guruplama,

2- Ürün ve onu oluşturan alt montaj ve parçaların resimleri incelendikten sonra dizayn gurupları ve bunları işleyecek tezgâhları bulmak,

3- Parçaları miktar, kalite, tolerans gibi bir takım ölçütlerden birine veya bir kaçına göre guruplandırmak ve bu parçaları işleyecek tezgâhları saptamak,

4- Parçaların fabrika içinde izlediği yolları (rotaları) belirleyerek işlemleri sınıflandırmak ve buna göre tezgâhları guruplandırmak.

Bu sonuncusuna (rota analizi ile en iyi akışı sağlayacak yerleşim düzeninin bulunmasına) üretim akış analizi denir. Üretim akış analizi çalışmaları ile bir gurup tezgâhta tümüyle işlenip ürün haline gelecek parçalar tesbit edilmeye, her tip tezgâhın olanaklar oranında yalnız belirli bir gurupta yer alması sağlanmaya çalışılır. Gereksiz iş ve malzeme rotaları elemine edilerek toplam taşıma uzaklığını ve taşınan ağırlığı minimum yapmak dolayısıyla de taşıma maliyetlerinin minimum yapılması hedeflenir. Bu çalışmalar fabrika dizaynında başlayıp tezgâh guruplarının yerleştirme düzeninin kurulmasına kadar inen üç aşamada yapılır.

-Fabrika akış analizi ile bölümlerin herbirinden makinalar saptanır, bölümler arasındaki iş akışının düzgün olması sağlanmaya çalışılır. Bu işlemler şu aşamalarda gerçekleştirilir:

- a) Bölümlere ayırma,
- b) Tezgâhların bölümlere ayrılması,
- c) Genel akış diyagramlarının çizilmesi,
- d) Parçaların proses rota numaralarının (PRN) belirlenmesi,
- e) PRN'lerin guruplandırılması,
- f) Rotaların incelenmesi ve basitleştirme olanaklarının araştırılması,
- g) Bölümler arası akışın düzenlenmesi.

Bölümlere ayırmada amaç belli bir gurup parçayı bütünüyle işleyebilen bölümlerin kurulmasıdır. Uygulamada çeşitli nedenlerle bunu ideâl olarak gerçekleştiremeyiz. Bunu gerçekleştirmek birden fazla tezgâhın farklı bölümlerde bulundurulma zorunluluğunu doğurur. Ne varki makina imalât sanayinde bu guruplandırma pek zor değildir. Örneğin bir makina fabrikasının sac kesme, pres, kaynak, döküm ve taşlı imalât ve montaj atelyelerine ayrılması hiç de zor değildir. Bu guruplandırma iyi yapıldığı takdirde daha sonraki kademelerde fazla problem çıkmaz.

Yapılan bu ayırmadan sonra bölümlerde bulunması gereken makina ve tesisin tip ve özelliklerini belirleyen listeler hazırlanır. Birden fazla bölümde bulunması gereken üniversal tezgâhlar belirlenir. Örneğin bir matkaba hem ta-

laşlı imalât atelyesinde hem kaynak, döküm ve hemde montaj atelyesinde ihtiyaç duyulur. (Bu durum gerçekten uygulamaya esas teşkil eden fabrikamız içinde geçerlidir. Yukarıda sözü edilen her bölümde matkap tezgâhı mevcuttur.) Daha sonra tezgâhlar belirli bir sistem dahilinde kodlanır. Bu kodlama üretim sisteminin muhtelif kademelerinde, üretim programlarının hazırlanmasında ve bakım planlarının yapılmasında çok büyük faydalar sağlar. Aksi takdirde her kademe tezgâhları kendine göre numaralandırılır ve uygulamada çeşitli karışıklıklara neden olur.

Bölümler arasındaki parça akışını daha iyi görebilmek amacıyla akış diyagramları çizilir. Bu diyagramların çizilmesinde belirlisembollerden yararlanılır. Örneğin depo yerleri üçgen ile, işlem yerleri ise yuvarlaklar ile gösterilir. Parça ve malzeme akışları yönlendirilmiş doğrular ile gösterilir. Tüm bunlara ilişkin örnek gerçek bir fabrikadan alınmış uygulama bölümünde bulunacaktır. Yönlendirilmiş doğrular üzerine rakamla, taşınan malzeme miktarları yazılır. Bunun bir başka yöntemi ise taşıma miktarını oransal olarak çok sayıda çizgi ile göstermektir. Diyelim 100 birim taşıma bir çizgi ile gösterilirse 600 birim taşıma altı çizgi ile gösterilir.

-PRN'lerin bulunması; bir parçanın ham durumdan ürün durumuna gelinceye kadar izlediği yolun belirlenmesidir. Üretim kontrolunda rota kartları adı verilen kartlar üzerinde belirtilir. (Uygulamaya esas fabrikamızda rotalar operasyon kağıdı denilen form kağıtlarda belirtilir.)

Bir parçanın rota kartında 236 yazılı ise bu parça ilk önce 2, sonra 3, daha sonrada 6 numara ile adlandırılan bölümlerde süreçlenecek demektir. Rotaların belirlenmesi parçanın resmi üzerinden kolayca yapılabilir. Zira parçanın teknik çizimi de buna olanak sağlayacak bilgilere sahip olacaktır. Aksi takdirde o çizim eksik demektir. Ancak bu belirlemeyi de bilgili ve deneyimli teknik elemanlar yapabilirler.

Bu rota kartı ideâl durumda şu bilgilere haiz olmalıdır. (10)

- 1- Parçanın numarası,
- 2- Birim mâmul için gerekli parça sayısı,
- 3- Resim numarası,
- 4- İşlem adı ve numarası,
- 5- Tezgâh adı,
- 6- Takım ve bağlama elemanları,
- 7- Standart süre.

Ayrıca bu kart üzerinde yapılabilecek parça sayısı ve ağırlığı malzeme akış yoğunluğunun bulunmasında kolaylık sağlar.

Rota belirleme ve rota kartlarının yazılmasından sonra atelyede dolaşan bütün parçaların rota kartları toplanarak incelenir. Aynı PRN'yi taşıyan kartlar guruplandırılır. Akış diyagramındaki bölümler arasındaki taşımaları

---

(10) Erdoğan FIRATLI, "İmalât Sanayinde Fabrika İçi Düzenlemesi," A.Ü., No: 11, 1983, S.: 79

gösteren rakamlar bu guruplandırma sonucundan elde edilerek bulunan rakamlardır. Son olarak guruplandırılmış PRN'ler bir özet listede toplanıp topluca görülmeleri sağlanır. Rotaların guruplandırılmasından sonra bunların analiz edilmeleri gerekir. Buna rota analizi denir. Bu analizi yaparken ağırlıklar da göz önüne alınmalıdır. Rota analizi yapılmasında şu hususlar incelenir.

-Rotalarda basitleştirme olanağı varmıdır? Örneğin 2315 nolu rota da 1 bölümündeki operasyon yapan makina 3 veya 5 bölümlerine kaydırılırsa rota 235 olacaktır. Zira bu rota numarasını taşıyan daha çok parça vardır.

-Uygulama güçlüğü nedeniyle elemine edilmesi gerekenler varmıdır?

-Tezgâhların yerlerini değiştirmeyi gerektirenler hangileridir?

-Birleştirilerek elemine edilebilenler varmıdır?

-İşlemleri geliştirerek daha basit şekle dönüştürülebilenlerin tesbiti.

Yapılan bu çözümlene ve basitleştirmelerden sonra bölümler arası akış yeni rotalara göre yeniden düzenlenir.

Fabrika genelinde yapılan akış analizleri; bölümler içinde de guruplandırma ve rota belirleme, rota guruplandırma ve rota analizleri yapılabilir.

Bölümlerde guruplama yedi aşamada yapılır:

a) Rota kartlarında işlemlerin yeniden numaralanması,

- b) Bölüm içi rotaların guruplandırılması,
- c) İş parçası-tezgâh guruplarının bulunması,
- d) İş yükü ve tezgâh kapasitelerinin dağıtımı,
- e) Guruplamaya uymayan istisnaların incelenmesi,
- f) Üretim akışına son şeklin verilmesi ve kontrol
- g) Parça ve tezgâh guruplarının belirlenmesi.

#### Gurup içi Akış Analizi:

Gurup akış analizi, üretim akış analizi çalışmalarının son aşamasıdır. Gurup içinde bulunan tezgâhlar arasındaki akışın analiz edilmesidir. Gurup içi analizlerinde de esas ölçüt yine akan iş miktarıdır. Yerleştirmede ideâl durum tezgâhları doğrusal olarak yerleştirmektir. Fakat uygulama pek buna olanak vermez. Dolayısıyla tezgâhlar doğrusal yerleştirilmiş küçük guruplara bölünürler.

Tezgâh guruplarının yerleştirilmesinde şu işlemler yapılmalıdır:

a) İşlemler yeniden numaralanmalı, bu kez daha önce hesaba katılmayan basit işlemlere de numara verilir.

b) Her tezgâhın her işlem için kaç kere kullanıldığı ortaya çıkarılır.

c) Tezgâhlar sistematik olarak kodlanır.

d) Gurup içi akış diyagramı çizilir.

e) İşlem rota numaraları bulunur ve analiz edilir

f) En basit sistemi saptanır.

g) İş yükü ve tezgâh kapasiteleri kontrol edilir.

Üretim akış analizlerinde bölümler yada tezgâh gurupları arasında taşınan parçaların sadece sayıları göz önüne alınmalıdır. Parça ağırlıkları ile tezgâhlara gelip frekansları da değerlendirilmelidir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### YERLEŞİM DÜZENLEMESİ

"Yerleşim düzenlemesi," kavramı muhtelif kaynaklarda değişik biçimlerde tanımlanmıştır (11),(12),İngilizcedeki "Layout," terimi karşılığı olarak kullanılmaktadır. Türkçe kaynaklarda; düzenleme, yerleştirme düzeni, iç yerleştirme plânı yada plânlaması gibi deyimler yer almaktadır.

Yerleşim düzenlemesi, "ürünün her bir bileşen parçası için fabrikada akış yollarının plânlanması, değişik akış yollarının üretim sürecini en kolay ve en ekonomik olarak gerçekleştirecek biçimde esgüdümlemesi, teknik çizimlerin hazırlanması ve en son olarak plânın uygulamaya konulması," (13) biçiminde tanımlanabildiği gibi bazı kaynaklar bu tanıma daha da genişletmektedir. Bu kez çalışma araçlarının olduğu kadar, çalışanlarında malzeme hareketi, depolama, do-

---

(11) Mehmet ÇINAR, "Yerleşim Düzenlemesinde Maliyet ve Yakınlık Düzeyi Ölçütlerinin Birlikte Kullanılmasına İlişkin Bir Algoritma-MEDAT," A.Ü. yay., No:67, Eskişehir, 1984, S:6

(12) Erdoğan FIRATLI, "İmalât Sanayinde Fabrika İçi Yerleşim Düzenlemesi," Anadolu Üniversitesi, No:11, 1983, S.:4

(13) İ. İlhami KARAYALÇIN, "Fabrika Organizasyonu," Çağlayan Kitabevi, İst. 1977, S. 21

laylı işçilik ve tüm diğer destekleyici işlemler veya hizmetler için alan gereksiniminin belirlenmesi olayı olarak tanımlanmaktadır.

Bir başka tanım ise, (14) "yerleşim düzenlemesi kalite ve kapasite gereklerini en ekonomik biçimde yerine getiren bir üretim sisteminin tasarımını bütünleştirme aşamasıdır," şeklindedir.

Benzer şekilde birbirinden farklı daha birçok tanım yapılmıştır ve daha da yapılabilir. Bu tanımlar arasındaki farklar yüzeyseldir. Genelinde, düzenleme ve yerleştirme olayının temelinde bir plân ve plânlama faaliyeti ve bunun uygulaması olduğu beraberliği vardır. Bu plânlamada üretimin direkt ve indirekt girdilerinin (malzeme, insan, makina-tesis, hareket yolları, taşımalar ve diğer faaliyetler) kullandığı alan ve binaların optimal olarak düzenlemesi esastır.

## II.1- TESİS PLÂNLAMASI SÜRECİNDE YERLEŞİM DÜZENLEMESİNİN YERİ

Bütünleşik yaklaşım açısından, üretim alt-sisteminin biçim verme veya dönüşüm sürecine ilişkin karar ortamı; üretim biçiminin belirlenmesi, kapasitenin belirlenmesi, kuruluş yerinin seçimi, üretimin programlanması, malzeme akış yollarının belirlenmesi, makina ve araç-gereçlerinin saptanması, yerleşim düzenlemesi, süreçleme ve bakım-onarım

---

(14) Elwood S. Buffa, "Modern Production Management", 1965, S.399

ilişkin eylemlerin belirlenmesidir.

Tesis plânlaması sürecinde, üretim sisteminin işleyişine, kapasite miktarına, kuruluş yerinin seçimine ve üretimde kullanılacak makina ve araç-gereçe ilişkin kararlar alındıktan sonra yerleşim düzenlemesi sorun alanına geçilir.

## II.2- YERLEŞTİRME DÜZENİNİN ÜRETİM SİSTEMİNE ETKİLERİ

Bir işletme tesis, makina ve faaliyetlerin yer aldığı konumlar görünür ve görünmez maliyetleri etkiler. Yönetim faaliyetlerinin, gözlem ve kontrolün, üretim yöntemlerinin, sabit ve değişken maliyetlerin ve işçi moralinin tezgâh ve tesisin yerleşim düzeninden etkilendiği günlük iş hayatımızda sıklıkla karşılaştığımız olaylardandır. Üretim sistemi, yerleştirme düzeninden özellikle şu noktalarda etkilenir (15).

- a) Üretim bölümleri arasındaki uzaklıklar,
- b) Alan ve hacimden yararlanma oranı,
- c) Malzeme ve insan hareketleri, taşıma uzaklığı veya taşınan toplam ağırlık, taşıma süreleri ve maliyetleri,
- d) Taşımada kullanılan araç ve gereçlerin tip ve maliyetleri,
- e) İş istasyonları arasında bekliyen yarı mâmül miktarları, toplam üretim süresi,
- f) Fabrika içindeki ana ve ara depoların yerleri ve büyüklükleri,

---

(15) İ. İlhami KARAYALÇIN, "Fabrika Organizasyonu,, Çağlayan Kitabevi, İst. 1977 S.84

- g) Tezgâhlardan yararlanma oranı ve verimlilik,
- h) İşçinin genel verimi, gereksiz taşımalar, yorgunluk, yardımcı görevler gibi verimi etkileyen faktörler,
- i) Makina ve tesislerin bakım plânları, tamir ve yenilenmeleri,
- j) Gözlem sıklığı ve postabaşı, ustabaşı gibi amirlerin nitelikleri,
- k) Üretim plânlama ve kontrol işlemleri,
- ı) Kontrol ve düzeltici karar arasında geçen süre, yönetimin etkinliği.

### II.3- YERLEŞİM DÜZENLEME TÜRLERİ

Üretim sistemlerinden söz ederken bu hususun düzenleme biçimi ile çok yakından ilgili olduğunu söylemiştik. Şüphesiz bir tek ürün hep aynı yolu izleyerek üretiliyorsa, bu fabrikanın düzenlenmesi ona uygun olacaktır. Bir başka ürünler gurubu değişik sayıda ve değişik sıralarda, muhtelif tezgâhlarda (bölüm) süreçlenerek üretiliyorsa o iş yerinin düzenlenmesi de ona göre olacaktır. Yerleştirme tiplerini, proses, mâmul cinsi ve mâmul büyüklüğü kriterlerine göre başlıca üç başlık altında incelemek mümkündür.

(16)

#### II.3-1- Prosese göre düzenleme :

Makina, tezgâh ve tesisler gördükleri işlemlere göre guruplandırılmak suretiyle bölümlere yerleştirirler. Bu

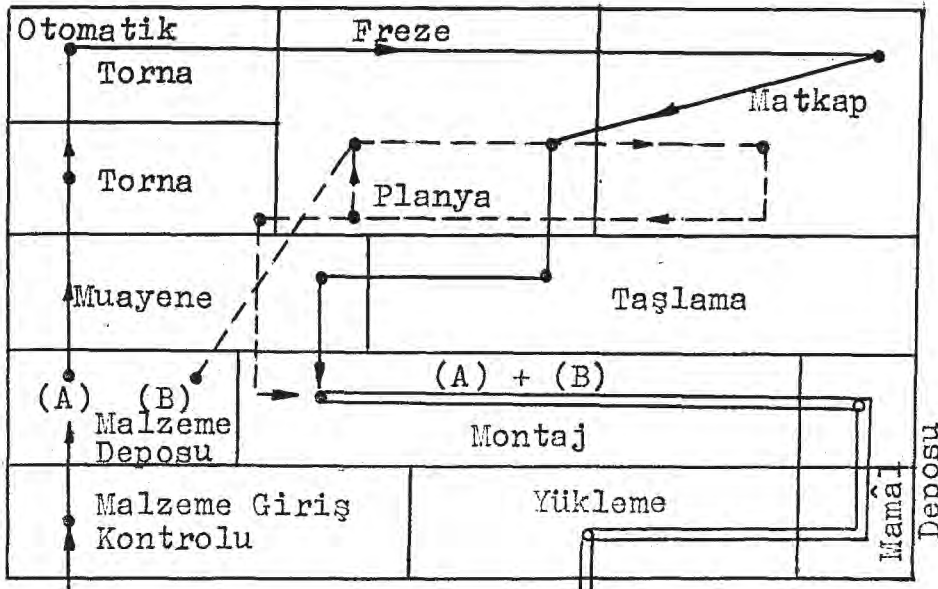
---

(16) Bülent KOBU, "Üretim Yönetimi,, İ.Ü.İ.İ.E.1977 S.90

tip yerleştirme biçiminde kullanılan makina ve araçların tipi ve işlemleri önemli rol oynar. Benzer makinalar ve aynı tür işlemler bir üretim bölümü oluşturacak biçimde bir araya getirilir. Bununla benzer işlemlerin aynı üretim bölümü içinde yapılması sağlanmış olur. Örneğin, bütün frezeleme, diş açma, kesme, delme, sıvama, bükme, boyama ve polisaj ve montaj gibi işlemler için ayrı birer bölüm oluşturulur. Bu tür yerleştirme siparişe göre üretim yapılan iş yerleri için idealdir. Genellikle bütün makinalar üniversaldir. Değişik parçaların süreçlenmesinde kullanılabilirler. Keza makinalar oldukça pahalı olup kolayca yerleri değiştirilemez. Ne varki bu esasa göre düzenlenecek yerleştirmenin en önemli sorunu üretim bölümlerinin birbirine göre konumlarının belirlenmesidir. Yerleştirme biçiminin alternatifi çok fazladır. Örneğin on(10) bölümlü bir iş yerinin düzenlenmesinde makinalar yada bölümler 10 ! kadar değişik biçimde sıralanabilirler. 10 !=3625800 farklı biçimde yan yana getirilmesi mümkün olan bölümlerin hangi sırada yerleştirileceğinin kararı başlı başına bir sorundur. İşte bizim bu çalışmamızla belirlemeye çalıştığımız husus budur.

Pratikte, iş yerlerindeki bölüm sayısı çoğu kez bundan da fazla olmaktadır. Bu durumda seçenek sayısı da katlanarak artmaktadır. Ancak işletmelerde bir takım açık nedenler dolayısı ile alternatiflerin çoğu elemine edilerek seçenek sayısı azaltılabilmektedir. Buna rağmen kalan seçeneklerin sayısı küçümsenmeyecek kadar olmaktadır. Bu

kalan seçenekler içerizinden benimsenecek olan ise taşıma miktarları ve maliyetlerin optimizasyonu ile bulunur. Bu ideâl bir yerleştirme yapılabilmesi için bölümlerin birbiri arasında ne miktar malzeme taşınacağına bilinmesi anlamına gelir. Bu bilgiler, eğer fabrika yeni kuruyorsa proje üzerindeki kapasite bilgilerinden yararlanılarak saptanabilir. Eğer eski bir fabrika düzenleniyorsa eski kayıtlar taranarak gerekli bilgilere ulaşılabilir. Üretim bölümleri arasındaki taşımalar belirlendikten sonra bunları bir matris şeklinde göstermek mümkündür. Buna taşıma matrisi adı verilir. Buna başka faktörlerde (örn.: parça ağırlıkları) hesaba katılarak taşıma yoğunluk matrisi elde edilir. Bundan sonra uygulanması olası seçeneklerin maliyetleri bulunarak, minimum maliyetli seçenek benimsenir. Bu hususlara geride "iş akış analizi," başlığı altında değinilmişti. Şekil 3'de sürece göre yerleştirilmiş bir atelye görülmektedir.



Şekil: 3 (Örnek, Bülent KOBU, "Üretim Yönetimi,"'nden alınmıştır)

### II.3-2- Ürüne göre düzenleme:

Bu tür düzenlemede ise ürün üzerinde yapılacak işlemler önemli rol oynar.Hedef; üretilecek ürüne ilişkin montaj,alt montaj ve parçalara uygulanacak işlemlerin sırasına göre,o işlemlerin yapılacağı makinaları yerleştirmektir.Burada taşıma miktarı,tezgâhların konumu veya istasyonların iç düzeni önemli değildir.Her işlemin tamamlanma süresi birbirinden farklıdır.Üretim hızı ise en yavaş işlem süresine bağlıdır.Diyelim bir ürün biri 20,diğeri ise 10 dakika süren iki işlemden oluşuyorsa bu hattın sonundan satte  $\frac{60}{20} = 3$  parça çıkacaktır.Bu arada 10 dakika süren işlemin yapıldığı istasyon ise satte 30 dakika boş kalacaktır.Verdiğimiz örnekte rakamlar oldukça büyüktür.Oysa bu elektronik ürünleri parçalarının üretiminde saniyeler mertebesinde dir.Üretilecek mâmul sayısının da çok fazla sayıda olduğu bu tür işletmelerde söz konusu dengesizlikten doğan kayıplar yıl bazında değerlendirildiğinde büyük rakamlara ulaşıldığı görülür.Bunun önüne geçmek için MHD veya ÜHD denilen(Montaj hattı dengeleme yada Üretim hattı dengeleme) denilen çalışmalar yapılır.Verdiğimiz örnekte 20 dakika süren işlemin yapıldığı istasyon iki makina konulmak sureti ile saatte üretilen parça sayısı 6'ya çıkarılır.Bu kez diğer istasyon da hiç boş kalmamış olur.Dengeleme çalışmalarının esası bütün istasyonlardaki birim zamanda üretim miktarını eşit veya yakın kılacak makina sayılarının belirlenmesi teşkil eder.Üretim hattının sınıflandırılmasında talep kısıtı göz

önünde bulundurulur. Eğer bütün iş istasyonları verilen işi eşit sürede yapıyorlarsa üretim hattı "tam dengelenmiş" demektir. Fakat talep kısıtı dolayısıyla tam dengelenmiş bir üretim hattı elde etmek mümkün değildir. Daha önce sözünü ettiğimiz en yavaş istasyonun belirlediği üretim hızı ise gerçekte bir miktar daha düşük olmaktadır. Buna neden ise durma ve bozulmalardır.

Dengeleme problemlerinin çözümü için geliştirilmiş değişik yöntemler vardır. (17) Bu yöntemlerin sadece isimlerini vermekle yetineceğiz. Bunlardan bir adedi hariç diğerleri sezgisel olup optimumu garanti etmezler. Bu yöntemler şunlardır;

- 1- En büyük aday yöntemi
- 2- Kilbridge ve Wester yöntemi
- 3- Helgesen ve Birnie yöntemi
- 4- Bilgisayar destekli üretim hattı dengeleme
- 5- Jackson kademeli tüm sıralama yöntemi (Optimumu verir)

Sözünü ettiğimiz dengeleme tezgâh kapasitelerinin dengelenmesidir. Oysa tezgâh kapasitelerinin dengelenmesi çalışan işçilerin yüklerinin de dengelenmesi anlamına gelmez. Gerektiğinde tezgâhların yanısıra işçilerin yükleri de dengelenmelidir. Bunun da özel yöntemleri vardır. İşçi yükünün dengelenmesi demek hattaki işçilerin, olabildiğince mesailerinin tamamına yakın sürede çalıştırmak demektir. İşçi yükü dengelenmesinde başlıca şu yöntemlerden ya-

---

(17) Mehmet SAVSAR, "Üretim Sistemleri Analizi", 1984 A.Ü.S.45

yararlanılır.

- 1- İki veya daha fazla tezgâhta bir işçi çalıştırmak
- 2- İki kısa işlemin bir işçi tarafından yapılması
- 3- İşçinin yükünü artırmak
- 4- İşçileri çalışma hızlarına göre dizmek

İş akışını düzgünleştirmek için ara depolar kurmak da sık başvurulan çarelerdendir.

Mâmule göre düzenleme genellikle üretilecek parça sayısının çok olduğu yani seri yada yığın tip üretim yapan fabrikalarda uygulanan bir yerleşim tipidir.Örneğin otomotiv endüstrisi,elektrikli araçlar endüstrisi gibi.

#### II.3-3- Durağan(sabit)konumlu düzenleme:

Ürünün ya çok büyük,yada çok ağır olduğu hallerde uygulanan bir yerleştirme tipidir.Ürünün bu özelliğinden dolayı bir süreçten diğerine götürülmesi olanaksızdır. Böyle olunca ürünler veya malzemeler fabrikanın bir yerinde durağan olarak tutulurlar.Ürün üzerinde gerekli operasyona sıra gelince,o operasyonu gerçekleştirecek makina,takım,malzeme ve insan gücü ürünün ilgili kısmına götürülür ve operasyon gerçekleştirilir.Bu düzenleme biçimi gemi inşaatı,uçak yapımı,büyük akaryakıt tankları ve kömür,tahıl bunkerlerinin yapımı işlerinde uygulanır.(18)

Şüphesiz bu üç tip yerleştirme biçiminin kendilerine göre avantajlı ve dezavantajlı yanları mevcuttur.Bir iş yerinin düzenlenmesinde herbirinin iyi ve kötü yönleri

---

(18)Mehmet ÇINAR, "Tesis Planlaması,Yerleşim Düzenleme Yöntemleri Ders Notları"(Teksir),Anadolu Üniversitesi End.Müh.Bölümü,S.:

değerlendirilip hangisinin daha avantajlı olduğuna göre karar verilir. Bunların karşılaştırılmasını birer tablo üzerinde yapmak, hepsini bir arada görmek bakımından yararlı olacaktır. Her üç tip yerleştirmenin yararları Tablo I'de, sakıncaları ise Tablo II'de görülmektedir(18), (19).

---

(19) Bülent KOBU, "Üretim Yönetimi", İ.Ü.İ.İ.E. 1977, S.91.

TABLO I: YERLEŞTİRME TİPLERİNİN YARARLI YANLARI

PROSESE GÖRE YERLEŞTİRME	ÜRÜNE GÖRE YERLEŞTİRME	DURAGAN KONUMLU YERLEŞTİRME
<p>1-Her bölümde uzmanlaşma yolu ile daha etkin gözetim olanakları mevcuttur</p> <p>2-Makina ve insan gücünün kullanılmasında esneklik, iş yükleme kolaydır.</p> <p>3-Makina için yatırım azdır</p> <p>4-Tamir-bakım dolayısıyla üretim aksaması minimum düzeydedir.</p> <p>5-Üretim programlamasında değişiklik kolayca ve düşük maliyetle yapılabilir.</p> <p>6-Düşük kapasiteye inmek zorunluluğu olduğunda işgücü gerekli düzeye rahatlıkla indirgenebilir.</p> <p>7-Ürün çeşidi fazladır.Yemnesaklığın doğurduğu sorunlar yoktur.</p>	<p>1-İş akışı düzgündür</p> <p>2-Malzeme taşıma maliyetleri düşüktür.</p> <p>3-Yarı mâmul stokları azdır</p> <p>4-Üretim ve ara depolama için daha az olan gereklidir.</p> <p>5-Toplam üretim süresi kısadır.</p> <p>6-Üretim plânlama ve kontrol basittir.</p> <p>7-Çalışanlar için fazla hüner gerektirmediğinden, kısa süreli ve ucuz eğitim yeterlidir.</p> <p>8-Gözlem ve kontrol kolaydır.</p>	<p>1-Malzeme hareketi minimumdur.</p> <p>2-Ekip çalışması yapıldığından iş dağıtımı,gözlem ve kontrol kolaydır.</p> <p>3-Esneklik fazladır.Değişik ürünlere kolaylıkla ayarlanırlar.</p> <p>4-İş genellikle bir gurup operatör tarafından yürütüldüğünden işlemlerin ve yetkilerin sürekliliği vardır.</p>

TABLO II: YERLEŞTİRME TİPLERİNİN SAKINCALI YANLARI

PROSESE GÖRE YERLEŞTİRME	ÜRÜNE GÖRE YERLEŞTİRME	DURAĞAN KONUMU YERLEŞTİRME
<p>1-Taşıma miktarı çok fazla ve maliyeti çok yüksektir.</p> <p>2-Herbir bölüm için ayrı ayrı üretim, ara depo ve gözetim alanları gerektirdiğinden alan kullanımı ekonomik değil.</p> <p>3-Makina ve işçinin boş kalma olasılığı yüksek.</p> <p>4-Toplam üretim süresi uzundur.</p> <p>5-Kalifiye eleman kullanma zorunluluğu var.</p> <p>6-Üretim plânlama ve kontrol daha karmaşıktır.</p>	<p>1-Esneklik azdır. Mâmul dizaynında yapılacak küçük bir değişikliğin uygulanması uzun zaman alır.</p> <p>2-Üretim hızı en yavaş makinanaya bağılı olup, dengeleme problemi var.</p> <p>3-Hattın herhangi bir yerindeki arıza tüm hattı durdurabilir.</p> <p>4-Yatırım miktarı yüksek.</p> <p>5-Makina yada yarı mâmul cinsinden yedek kapasite bulundurma zorunluluğu var.</p> <p>6-Gözetim geneldir. Bu nedenle güçlükler yaratır.</p>	<p>1-Yüksek oranda hüner gerektirir.</p> <p>2-Kalifiye işçiye ihtiyaç vardır.</p> <p>3-Malzeme ve makinelerin yerleştirilmesi pahalı olabilir.</p> <p>4-Makina ve teçhizatın yarılanma oranı düşüktür.</p>

#### II.4- YERLEŞİM DÜZENLEMESİNİN AMAÇLARI

Yerleşim düzenlemesinin ana amacı şüphesiz maliyet azaltılmasıdır. Bu durumu yeri geldikçe belirtmiştik. Ancak bu ana amaca bir takım yan amaçlar gerçekleştirildikten sonra ulaşılabilir. (20)(21)(22)(23) Yerleşim düzenlemesi yoluyla ana amaca yaklaşırken, üretime doğrudan ve dolaylı olarak katılan her türlü birimin kullanıldığı alanların ve hareket yollarının en iyi biçimde yerleştirilmeleri esas alınır. Yerleşim düzenlemesinin amaca ulaşma derecesi aşağıdaki yan amaçların gerçekleşme derecesi ile orantılıdır.

a) Üretim işlemlerinin basitleştirilmesi: Bunun için, makina, araç ve gereçler herşeyden önce akılcı ve basit kurallara uygun biçimde yerleştirilmelidir. Bu yerleştirme biçimi, üretim işlemlerinin karmaşık olmasını ve iş akışı esnasında malzeme ve parçaların bir yerden geçerken komşu alanlardakine karışmasına neden olmayacak biçimde olmalı ve onların rahatça belirlenip sayılabilmelerine olanak sağlanmalıdır.

---

(20) Bülent KOBU, "Üretim Yönetimi", İ.Ü.İ.İ.E., 1977, S.:84

(21) İ. Ertan YÜLEK, "Fabrika Projesi ve Yerleşme Plânı",  
MMO, 1975, S.:139

(22) Mehmet ÇINAR, "Tesis Plânlaması", ve "MEDAT", A.Ü., 1984  
S.8-10

(23) Erdoğan FIRATLI, "İmalât Sanayinde Fabrika İçi Yerleşim Düzenlemesi", Anadolu Üni. 1983, S.8-11.

b) Malzeme taşımalarının azaltılması: Taşıma yoğunluğu fazla olan guruplar birbirine yakın konumlandırılmalıdır. Ayrıca insan gücü ile taşımalarından olabildiğince kaçınılmalıdır. Taşımalarda mekanizasyon ve yerçekimi prensiplerinden yararlanılmalıdır. Gereksiz uğrak noktaları ortadan kaldırılırken taşıma esnasında bazı işlemlerin yapılıp yapılmıyacağı da göz önüne alınmalıdır.

c) İş devrinin yüksek tutulması: İyi bir yerleşim düzenlemesi, malzeme ve parçaların bir işlemden diğerine beklemeden geçmesini ve yüksek iş devrini sağlayacak biçimde olmalıdır.

d) Makina ve yardımcı tesisler gereği kadar ve ihtiyacı karşılayacak yerlerde bulunmalıdır.

e) Üretim faaliyetlerinin ve yardımcı hizmetlerin ihtiyacı olan alanlar dengeli biçimde dağıtılmalıdır.

f) İş gücü veriminin artırılması: İşçiler rahat ve emniyetli çalışabilmelidirler. Etkili bir kontrol yapılabilmelidir.

g) Esnekliğin sağlanması: Gelecekteki genişleme veya değişiklik isteklerini karşılayacak, esnek bir yerleştirme yapılmalıdır.

## II.5- KÖTÜ BİR YERLEŞTİRMENİN BELİRTİLERİ

İş yerinin kötü düzenlenmesi, dolayısıyla bir reorganizasyona gidilmesi gereği kendisini bir takım belirtilerle hissettirir. Problemlerin sıhhatli çözümü için bun-

ların iyi teşhis edilmesi gerekir.Kötü bir düzenlemenin belirtileri şunlardır:

-Gereksiz yerlerde malzeme,parça ve tamamlanmamış ürün yığılmaları,

-İş akışının,işçinin ve malzemenin kontrolunda güçlükler çekilmesi,

-İşçilerin gerek zihinsel gerekse bedensel aşırı yorgunlukları,

-Sipariş tesliminde gecikmeler,işlerin yetişmemesi,

-Taşıma işlerinde gereksiz yere kalifiye işçilerin meşgul edilmeleri,

-Tezgâhların dengesiz yüklenmeleri,kiminin boş dururken kimininde aşırı yüklenmeleri,

-Fabrikada kargaşa ve keşmekeşlik havasının artması,

-Fabrika alanından tam yararlanamama,

-Yüksek oranda iş kazası olması,

Ancak bu hususların tamamı sadece düzenleme bozulduğundan kaynaklanmaz.Düzenleme ile görevli kişi bu hususu iyi incelemelidir.

## II.6- İYİ BİR YERLEŞİM DÜZENLEMESİNDEN BEKLENTİLER

Düzenlemeden amaçlar,kötü düzenlemenin belirtileri yada düzenleme gereği gibi hususların incelenmesi içinde iyi bir düzenlemeden neler beklendiği de saklı olduğu söylenebilir.Zira kötü düzenlemenin belirtilerinin orta-

dan kaldırılması iyi düzenden beklenen olacağı açıktır. Ancak bunları sistematik olarak inceleyebilmek için hepsini bir arada tekrar görmek yararlı olacağı kanısındayız.

- Yüksek iş devri ve düşük kaza oranını sağlama,
- Çalışma koşullarının iyileştirilmesi,
- Bakım-Onarım maliyetlerinin düşürülmesi,
- Malzeme yığılmalarına, hasar ve yüksek oranda bozuk ürün oluşmasına meydan vermemek,
- Fazla malzeme beklemelerine sebep olmamalı,
- Ürün maliyetini düşürmek ve kaliteli mal üretmek,
- Üretim süresinin kısaltılması,
- Ürün değişikliği, üretim hattına yeni ürün alınması yada çıkarılması, talep değişikliklerinde etkilenme gibi hususlar iyi bir düzenlemede aranan vasıflar olacaktır.

## II.7- YERLEŞİM DÜZENLEMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Fabrika veya işyeri düzenlemesinde bölümlerin birbirlerine göre konumlarının belirlenmesinin başlı başına bir sorun olduğunu belirtmiştik. Sorun şüphesiz sipariş üretimi ile başlamakla beraber, çözüm yöntemlerinin bulunuşu o derece eski değildir. İlk defa Taylor ile hareket ve zaman etüdü öncülüğünde ve işlem-süreç çizelgeleri gibi sistematik yaklaşımlar yerleşim düzenlemesi sorunlarının çözümünde kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra hareket ögesinin azaltılmasına yönelik amaçlarla mo-

del yada patron adı verilen ölçekler ile yerleşim seçenekleri oluşturulmaya çalışılmıştır.II.Dünya Savaşı ve sonrasında yöneylem araştırması teknikleri ile birlikte analitik(çözümsel) yöntemlerinin geliştirilmesine başlanmıştır.Dolayısıyla sorun sistem yaklaşımı altında incelemeye çalışılmıştır.Bunda zamana göre başarılı sonuçlar elde edilmiştir.Şebeke çözümlemesi,işlem sıra çözümlemesi,gezi çizelgesi gibi tekniklerle malzeme veya iletişim akımı şebeke biçiminde ortaya konarak herbir şebeke yayı,maliyet,süre veya kapasite ile ilişkilendirilmiştir.Sonra yöneylem araştırmasının önemli tekniklerinden olan ulaştırma,atama,problemleri için geliştirilen algoritmalar yerleştirme sorunlarının çözümünde kullanılmaya başlanmıştır.Benzer şekilde gezgin satıcı problemi çözümü için geliştirilen modellerde bu alanda uygulama olanağı bulunmuştur.

Ne varki zamanımızda gerek sorun boyutlarının büyüklüğü,gerekse bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler bilgisayara dayalı algoritmaların geliştirilmesi sonucunu doğurmuştur.Bu gelişim içersinde yerleşim düzenlemesi yöntemlerini temelde ikiye ayırmak mümkündür.Bunlar:

#### II.7-1- GELENEKSEL YÖNTEMLER:

Bu yöntemler deneme-yanılma yolu ile en iyi çözümü bulmaya çalışırlar.En iyi çözümü ise garanti etmezler.Sargı(spiral)yöntemi,ip(string)yöntemi,işleme-süreç çizelgeleri yaklaşımı,iki yada üç boyutlu patron kullanımı,

sistematik işyeri düzenleme yaklaşımı geleneksel yöntemlerin başlıcalarıdır.(24) Bu yöntemlerin incelenmesinde detaya inmeyip sadece isimlerini sıralamakla yetineceğiz.

## II.7-2- MATEMATİKSEL YÖNTEMLER

Bu başlık altında inceleyeceğimiz yöntemler kabul edilen etkinlik ölçütü ve kabul edilen varsayımlar doğrultusunda ulaşılan çözümün en iyi olmasını garanti ederler.Etkinlik ölçütü ve varsayımlar doğru ise çözüm de en iyi çözümdür.Matematiksel yöntemler "çözümsel yöntemler" ve "bilgisayara dayalı özel algoritmali yöntemler" olarak iki başlık altında incelenirler.

### II.7-2-1- Çözümsel(analitik)Yöntemler:

Bunlara örnek NOY yöntemi,moment uygulamalı gezi çizelgesi,wimmert yöntemi,oyun ve atama yöntemi gösterilebilir.Bunlardan NOY yöntemi,üretim bölümlerinin doğrusal bir hat üzerinde konumlandırıldığını varsayar.

### II.7-2-2- Bilgisayara Dayalı Özel Algoritmali Yöntemler:

Bu yöntemlerin kabul edilen etkinlik ölçütünün doğruluğu derecesinde en iyiye en yakın çözüm verdiklerini belirtmiştik.Yerleşim düzenlemesi sorununun karmaşıklığını sık sık tekrarladık,ancak burada bir kez daha belirtmek yerinde olur.Dört bölümü bulunan bir iş yerinin düzenlenmesinde  $4! = 24$  değişik seçenek vardır.Bölüm sa-

---

(24) Mehmet ÇINAR,"Tesis Plânlaması",1984, A.Ü., S.20

yısı arttıkça seçenek sayısı o oranda artacağı açıktır. İşte bunlardan dolayı yerleşim düzenlemesi problemlerinin çözümünde bilgisayar kullanma zorunluluğu doğmaktadır. Herle 20 bölümlü bir düzenleme problemi düşünecek olursak seçeneklerin değerlendirilmesi bilgisayarla bile yıllar alacaktır. Bilgisayara dayalı algoritmalar ile çözüm en iyi yada en iyiye yakın çözümü vermesi için etkinlik ölçütünün ne olması gerektiği zaman içinde insanları yakından ilgilendirmiştir. Bu konu üzerinde bizde biraz durmaya çalışacağız.

## II.8- YERLEŞİM DÜZENLEMESİNDE OPTİMİZASYONA YÖNELİK ÖLÇÜTLER

### II.8-1- Niceliksel Yöntemler:

En iyilemeye çalıştıkları amaç fonksiyonunu ölçülebilir değerlerle oluştururlar. Bu yöntemler bölümler arası taşıma sayısı, uzaklık, taşıma maliyetleri yada iletişim maliyetlerine ilişkin bilgileri gezi çizelgesi biçimindeki bir matris biçiminde özetleyerek kullanırlar. Bu yöntemlerden başlıcaları şunlardır:

-CRAFT: Armour ve Buffa tarafından ortaya atılmış, Armour, Buffa ve Vollman tarafından geliştirilmiştir.

-H-63: S. Hillier tarafından ortaya atılmış bir yöntemdir. Bunun için "HILLIER Yöntemi" diye de bilinir.

-HC-66: Hillier ile Connors'un birlikte geliştirdiği bir yöntemdir. 1966 yılında geliştirdiği için de HC-66 adı verilmiştir. Yöntem m sayıdaki iş merkezinin, taşıma maliyetlerini en küçükleyecek şekilde n sayıdaki aday

yere atanmasını amaçlar.

-COL : Vollmann,Nugent,Zartler tarafından geliştirilmiştir.Yöntemin etkinlik ölçütü,personelin işleri gereği yürüme veya dolaşım maliyetlerini en küçüklemektir.

-MAT: Yöntemin temeli,iki dizi; biri artan,diğeri azalan sırada düzenlendiğinde,karşı gelen eleman çiftlerinin çarpımları toplamının en küçük olacağına ilişkin matimatiksel teoriye dayanır.

-LSP: Bu yöntem tüm düzenleme seçeneklerinin bir istatistiksel kütle oluşturduğu esastndan hareketle,en iyi ve buna yakın seçeneklerden bazılarını elde etmek amacıyla sistematik örnekleme yöntemini kullanarak adı geçen kitleden örnekler seçer ve değerler.

-FRAT: COL,HC-66 ve CRAFT yöntemlerinin birleştirilmiş şeklidir.Taşıma,maliyet ve uzaklık matrisleri yardımıyla doğrusal maliyet fonksiyonunun en küçüklenmesini amaçlar.

-COFAD-F: Yöntemde başlangıç düzenleme bilgileri, taşınan yük miktarı,üretim akış sırası,üründeki eleman sayısı ile talep miktarı,bölüm sayısı ve bölümlerin konumlarına ilişkin bilgiler girdi olarak kullanılır.Ayrıca esneklik ölçümüne ilişkin etkinlik ölçütü geliştirilmiştir.

#### II.8-2- Niteliksel Yöntemler:

Niteliksel yöntemler,bölüm konumlarının belirlenmesinde ölçüt olarak yakınlık düzeyini alırlar.Yakınlık düzeyini belirlemeyen ilişki değerleri harfler ile ya da sayı-

sal olarak gösterilebilir.

Algoritmalarında ilişki çizelgesini kullanarak yerleşim düzenlemesi sorununa iyice bir çözüm getiren niteliksel yöntemlerden başlıcaları şunlardır:

-COREIAP : Lee ve Moore tarafından ortaya atılan bu yöntem, yeni kurulacak iş yerleri için bölümler arası ilişki dereceleri gözönüne alınarak genel bir düzenleme plânı oluşturulmasını amaçlar.

-ALDEP : Bölüm sayısı, bölümlerin alan gereksinimleri, bölümler arası istenen ilişkilerin dereceleri belli olduğunda yerleşim düzenlemesinde ALDEP yöntemi kullanılır. Yöntem en iyi değerdeki düzenlemeyi grafiksel olarak saptar.

#### II.8-3- Nicel-Nitel(Semi-Qualified)Yöntem:

Buraya kadar sözünü ettiğimiz yöntemlerde uygun çözüm alanına; ya maliyet enküçüklemesine ilişkin niceliksel, ya da yakınlık enbüyüklemesine ilişkin niteliksel ölçütler kullanarak yaklaşımda bulunmuşlardır. Her iki yaklaşımda etkin çözümler önermesine karşılık sorunun bir yanı ihmal edilmektedir. Bunu gidermek için MEDAT kod ismi ile anılan hem nicel, hemde nitel ölçütlere yer veren yeni bir yöntem ve buna ait bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritma Anadolu Üniversitesi öğretim üyelerinden Yr.Doç.Dr.Mehmet ÇINAR tarafından geliştirilmiş olup düzenleme sorunu çözümleri için yeni bir yöntem olarak literatürde yerini almıştır.

MEDAT algoritması aşağıdaki varsayımlar altında geliştirilmiştir:

- a) Bölümler arası taşıma maliyetinin, bölümlerin atanmış olduğu alanların merkezleri arasındaki dik doğrusal uzaklığın fonksiyonu varsayar,
- b) Uzaklıkla artan giderler, toplam taşıma maliyeti üzerinde artan bir etki bırakır,
- c) Taşıma miktarlarına ilişkin veriler sabittir,
- d) Maliyet ve yük matrisleri simetriktir,
- e) Bölümler eşit alanlıdırlar,
- f) Maliyet öğeleri Tl.birim yük/m.başına taşıma maliyeti olarak kullanılmalıdır.
- g) Yakınlık düzeyleri rakamsal olarak kodlanmalıdır. Bu değerler yöntem sonuna kadar da sabit kalmalıdır.

MEDAT Algoritmasının kurumsal yönlerine biz bu çalışmamızda inmeyip, bir yerleşim düzenlemesi sorununun en iyi sečeneginin MEDAT yöntemi ile belirlenmesi şeklinde bir uygulamasını yapacağız. (25) Uygulama esnasında yeri geldiğince ve gerektiği kadar teorik hatırlatmalar da yapılacaktır.

---

(25) MEDAT konusunda fazla bilgi için bkz. Mehmet ÇINAR "Yerleşim Düzenlemesinde Maliyet ve Yakınlık Düzeyi Ölçütlerinin Birlikte kullanımına İlişkin Bir Algoritma, MEDAT" A.Ü.1984 ,S.:59-83

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ŞEKER MAKİNA FABRİKASINDA, YERLEŞİM DÜZENLEMESİ SORUNUNUN İRDELENMESİ VE BİLGİSAYAR DESTEĞİ İLE ÇÖZÜM DENEMESİ

#### III.1- İŞLETMENİN TANITIMI

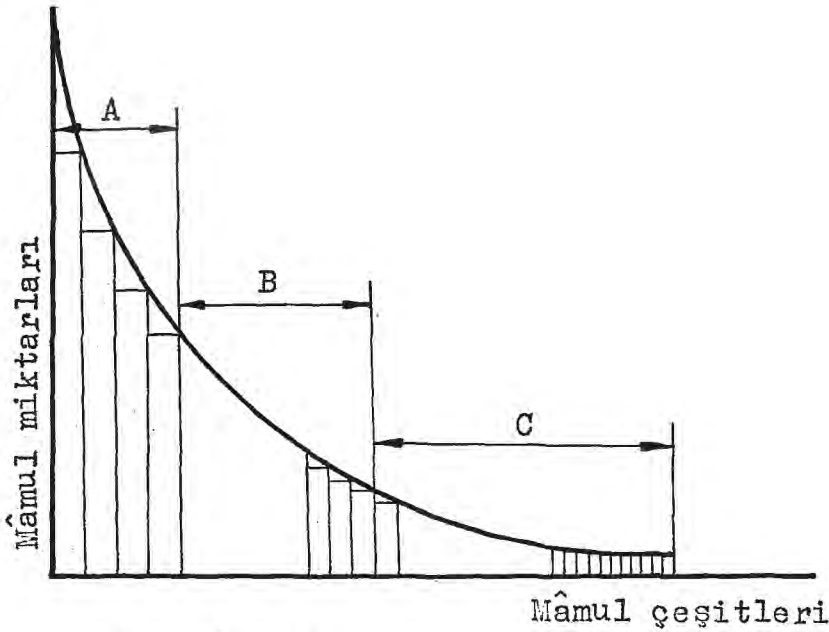
Konu ile ilgili uygulama T.Ş.F.A.Ş.Eskişehir Makina Fabrikası ile ilgilidir. Fabrika, sipariş üzerine üretim yapan, makina imalât sanayii alanında faaliyet gösteren bir fabrikadır. Genelde şeker üretim teknolojisinin gerektirdiği makinaların imalâtı yapılmakla beraber tezgâhların universal olması dolayısı ile kapasitesi dahilinde olan diğer makina ve parçalarının yapılması mümkündür. Bu yönde alınan siparişler ve yapılan makinalar mevcuttur. Bu cümleden olmak üzere, Çimento Sanayii, Tekel, T.E.K., Etibank, EİMS gibi kuruluşların talepleri olduğu takdirde ihtiyaçlarına cevap verilmektedir.

Fabrikanın bir(3000 ton/yıl) kapasiteli dökümhanesi, (4000 t/yıl) kapasiteli çelik konstrüksiyon atelyesi, döküm işlerin modellerinin yapıldığı ve tamir edildiği model atelyesi, kauçuk atelyesi ve (600 t/yıl) kapasiteli talaşlı imalât atelyeleri mevcuttur. Biz bu çalışmada talaşlı imalât atelyelerinin bir bölümü ile ilgileneceğiz. Şöyle-

ki, bir şeker fabrikasının kaç çeşit makina parçasından meydana geldiğini düşünmeye çalışırsak üretim çeşitinin fazlalığı hakkında açık bir bilgi sahibi oluruz.

Mâmul çeşitleri ve bunların imalât miktarları arasındaki ilişkilerin analizinde ABC, Pareto veya Lorenzo adı ile anılan analizlerden yararlanılır. (26)

Bu analizlerde, mâmul çeşitleri azalan miktara göre yatay eksende sıralanır. Düşey eksen ise imalât miktarını gösterir. Bu durumda aşağıda gösterilen grafiğe benzer, grafik meydana gelecektir. Buna "Mâmul-miktar eğrisi" denir. Genelde bu eğri eksenleri asimtot kabul eden bir hiperbola yakın bir karakterdedir.



Mâmul çeşidi-miktar eğrisi

(26) E. Fıratlı, "Fabrika İçi Düzenlemesi," Anadolu Üniversitesi yayım No: 11 ESKİŞEHİR

Bu eğriyi A,B,C gibi üç bölüme ayırmak mümkündür.A bölgesinde mâmûl çeşidi takriben toplam mâmûl çeşidinin %20'si kadar olup buna karşılık mâmûl miktarı toplam miktarın %80'ine yakın bir değerdedir.Bu nedenle A bölgesindeki mâmûller için üretim hızı yüksek olmalıdır.Bu analiz A bölgesindeki mâmûllerin üretimi için bir yerleşim düzenlemesini gerekli kılar.Bu mâmûller içinde ayrı bir bölüm oluşturulmalıdır.Bu bölümün şartları aşağıdaki düzenleme ilkesine değer verilmesini gerektirir.

-Bu mâmûller için ayrı bölüm oluşturulur,

-Mümkünse yoğun üretime uygun prosesler seçilmiştir.

-Mâmûle göre alanlar ve imalât birimlerinin düzenlemesi yapılmalıdır,

-İleri derecede mekanizasyona yer verilmeli,

-Özel maksatlı tezgâh ve teçhizat kullanılmalıdır,

-Olabiliyorsa otomatik taşıma sistemlerine gidilmelidir,

C bölgesinde: mâmûl çeşidi çok fazla (toplam çeşidin %40-50 civarında), buna karşın imalât miktarı %10 civarındadır.Bu bölgedeki mâmûller için aşağıdaki prensiplerinden yola çıkılmalıdır.

-Bu mâmûllerin imâli için ayrı bir alan ayrılmalıdır.

-Sipariş üretimi esaslarına göre çalışılmalıdır.

-Prosesse göre yerleşim düzenlemesi yapılmalıdır.

-Montaj kısmı için sabit bir yerleşim tasarlanmalıdır.

-İmalâta el işçiliği yoğun olacağına göre düzenleme yapılmalıdır.

-Makinalar çok maksatlı seçilmelidir.

-Taşıma vasıtaları çok maksatlı olmalıdır.

-Esnek bir düzenleme yoluna gidilmelidir.

Literatürde B bölümü içinde muhtelif görüşlere yer verilmektedir.Uygulamamızda söz konusu fabrikada mâmul cinsleri ve miktarları yukarıda sözü edilen biçimde sıralandıklarında bir gurup mâmul(Dişli kutularına ait parçalar)miktar olarak ön sıraları almaktadır.Ancak bu miktarlar genel toplamın %80'ini oluşturmazlar.Yüzde seksen oluşturmadığı gibi rakam seri üretim yapacak şekilde düzenleme yapmayı gerektirecek düzeyde değildir.Ayrıca parça çeşidi de 120 kadardır.Bu münasebetle miktar olarak ön sıraları almakla beraber,seri üretim için parça sayısının çok,miktarın ise az olması nedeniyle bu parçalar için ayrı bir bölüm oluşturulup,bu bölüm tezgâhları prosesine göre yerleştirilecektir.

Eskişehir Makina Fabrikasının üretim kalemleri içinde ilk sırayı dişli kutularınının aldığını daha önce belirtmiştik.Muhtelif tip dişli kutusu(redüktör)imalâtı mevcut olup,herhangi bir müşteri yeni tip bir dişli kutusu talebinde bulursa ona da cevap verilebilecek durumdadır.Nevarki bu dişli kutuları içerisinde 2H ve 3H serilerine ilişkin değişik tahvil oranlı redüktörler halen şeker fabrikalarında çok miktarda kullanılırken,piyasada da geniş kullanım alanı bulmaktadır.Dolayısı ile bunlara olan

talep yüksektir. Dişli kutusu talebi iki şekilde olmaktadır:

a) Komple dişli kutusu; özellikle yeni kurulmakta olan fabrikalar ile piyasadan gelen talepler şeklinde olmaktadır,

b) Yedek parça siparişi; ilgili dişli kutularını oluşturan parçalardan fazla çalışıp, çok aşınan parçaların değiştirilebilmesi için yapılan siparişlerdir.

Takbiden sayfalarda bu dişli kutularından her tip ve bu tiplerin değişik tahvil oranlarına olan yıllık talepleri, gerek komple gerekse yedek parça olarak tablo haline getirmiş bulunuyoruz. Bu tablolarda her komplenin hangi parçalardan oluştuğu da belirtilmiştir. Bir başka deyişle ürün ağacının tablo halinde gösterimi mevcuttur. Ayrıca bu tablolar her bir parçanın hangi tezgâhlarda, hangi sırada ve ne kadar süre (dak.) süreçleneceğini de içermektedir.

Şekerin ve şeker fabrikalarının önemini M. Kemâl Atatürk veciz bir sözle dile getirmiştir. Bunun üzerine Şeker Sanayi büyük atılımlar yaparak ülkemizde birçok şeker fabrikasının kuruluşunu gerçekleştirmiştir. Bugün ülkemizin şeker ihtiyacı karşılandığı gibi, dış satımda yapılmaktadır. Durum böyle olunca şeker fabrikalarını kuran makina fabrikaları işsiz kalma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu milyarlık yatırımlarımızın da gelecekte ne yapacağı yavaş yavaş düşünülmektedir. Eskişehir Makina Fabrikası için, sadece dişli kutusu imalatı yapılması tezi

oldukça taraftar bulmaktadır.

Diğer taraftan halihazırdaki çalışma şeklinde de kötü bir düzenlemenin belirtilerinin hemen hemen tamamı mevcuttur. Öyle ki; çalışanlar hemen her gün şikayetlerde bulunurlar, gereksiz yerlerde çok miktarda malzeme yağılmaları, denetim güçlükleri, üretim periyodunun uzunluğu, kimi tezgâhların boş durması kiminin ise aşırı yüklenmesi, atelyelerde kargaşa ve fabrika alanlarından tam yararlanmama, bunların her biri mevcuttur. Bu durum her yönetici tarafından fark edilmektedir, ancak başlangıçta da belirttiğimiz gibi yapılan değişiklikler ise bilimsellikten uzak olmaktadır.

Gerek fabrikanın ve tezgâhların bir bölümünü dişli kutusu imalâtına tahsis etmek, gerekse ileride fabrikanın sadece dişli kutusu imalâtı yapacak şekilde yeniden düzenlenmesine ön çalışma olmak üzere bu tezi hazırlamak gereği doğmuştur.



<u>Tip</u>	<u>Yedek par. Pozu</u>	<u>Talep</u>	<u>Tip</u>	<u>Yedek par. Pozu</u>	<u>Talep</u>
63-2H 250	71	25 Adet	97-3H 65	60	120 Adet
64- "	73	15 "	98- "	61	60 "
65- "	77	10 "	99- "	62	140 "
66-2H 360	15	15 "	100-3H 100	1	120 "
67- "	64	20 "	101- "	28	100 "
68- "	47	15 "	102- "	37	120 "
69- "	19	20 "	103- "	38	160 "
70- "	48	30 "	104- "	80	100 "
71- "	63	35 "	105- "	81	80 "
72- "	50	40 "	106- "	29	120 "
73- "	55	15 "	107- "	66	90 "
74- "	18	20 "	108- "	30	120 "
75- "	24	15 "	109- "	39	160 "
76- "	51	10 "	110- "	40	140 "
77- "	56	10 "	111- "	41	180 "
78-3H 65	1	200 "	112- "	42	120 "
79- "	27	80 "	113- "	43	130 "
80- "	38	40 "	114- "	44	45 "
81- "	36	100 "	115- "	45	95 "
82- "	37	80 "	116- "	46	105 "
83- "	72	90 "	117- "	47	125 "
84- "	28	120 "	118- "	48	95 "
85- "	29	30 "	119- "	49	75 "
86- "	63	150 "	120- "	50	65 "
87- "	73	100 "	121- "	51	145 "
88- "	41	45 "	122- "	52	155 "
89- "	55	65 "			
90- "	44	75 "			
91- "	56	100 "			
92- "	46	125 "			
93- "	57	135 "			
94- "	58	160 "			
95- "	59	170 "			
96- "	48	180 "			

1	2	3	4	5	6	7	8
Tor.	Ü.	Y. Fr.	Diş. Fr.	Dik. Pl.	Diş. Pl.	Mat- la. kap	
		120				120	
		60				120	
		360		30		30	
	60			45		30	
180						30	
60						30	
60						20	
60						20	
60						20	
30							
30							
60							
90							
120	30	150	45				
120	30	150	45				
120	30	150	45				
120	30	150	45				
120		360		20		30	
120		360		20		30	
150		360		20		30	
150		420		30		30	
165	30	180	45				
165	30	180	45				
150	30	180	45				
150	30	180	45				
165		450		30		30	
165		450		30		30	
180		510		30		30	
210		510		30		30	

2H 160	17.06.08A	10	11	18	25
1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
200	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1
61	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1
62	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1

Poz	Parçanın Adı	Süreçlendiği Tezgahlar
1	Alt gövde	38
4	Üst gövde	38
2	Yatak kepi	58
200	Mont.edil.gövd.	38
6	Havalan.kapağı	58
19	Çıkış mili	172x127
34	Yan kapak	18
35	"	18
36	"	18
37	"	18
18	Ara bilezik	1
40	"	1
10	Rulman kovanı	1
38	"	1
61	Giriş dış.mili	1724x1742
11	"	1724x1742
12	"	1724x1742
22	"	1724x1742
62	Dar dişli çark	8164x8146
26	"	8164x8146
27	"	8164x8146
28	"	8164x8146
63	Ara kad.diş.mil	1724x1742
15	"	1724x1742
16	"	1724x1742
24	"	1724x1742
64	Geniş diş.çark	8164x8146
30	"	8164x8146
31	"	8164x8146
32	"	8164x8146

1	2	3	4	5	6	7	8
Tor	Ü. Fr.	Y. Fr.	D. Fr.	Pl. Pl.	Dik Pl.	Taş la.	Mat kap
		180		30			240
300	120	120		45			30
60		480					120
60							120
60						45	30
60							15
30							15
30							15
60							15
90							30
90							
270	30		180			45	
300	30		180			45	
255			420		60		30
270			420		60		30
360	60		210			45	
330	60		180			45	
330	60		180			45	
270	60		180			45	
480			540		90		30
480			540		90		30
480			540		90		30
480			540		90		30

2H 200	17.06.07A	18	20	25	31
Poz					
1		1	1	1	1
3		1	1	1	1
2		1	1	1	1
200		1	1	1	1
5		1	1	1	1
30		1	1	1	1
34		1	1	1	1
36		1	1	1	1
37		1	1	1	1
39		1	1	1	1
11		1	1	1	1
33		1	1	1	1
10		1	1	1	1
26		1	1	1	1
56		1	1	1	1
16		1	1	1	1
60		1	1	1	1
20		1	1	1	1
61		1	1	1	1
58		1	1	1	1
66		1	1	1	1
62		1	1	1	1
64		1	1	1	1
28		1	1	1	1
67		1	1	1	1
63		1	1	1	1
65		1	1	1	1

Poz	Parçanın Adı	Süreçlendiği Tezgahlar
1	Alt gövde	38
3	Yatak kepi	58
2	Üst gövde	38
200	Mont.ed.gövde	38
5	Üst gövde kapa.	58
30	Çıkış mili	172x127
34	Yan kapak	18
36	"	18
37	"	18
39	"	18
11	Ara bilezik	1
11	"	1
33	"	1
10	Rulman kovana	18
26	"	1
56	"	1
16	Giriş dış.mili	1724x1742
60	"	1724x1742
20	Dar dişli çark	8164x8146
61	"	8164x8146
58	Ara kad.diş.mil	1724x1742
66	"	1724x1742
62	"	1724x1742
64	"	1724x1742
28	Geniş diş.çark	8164x8146
67	"	8164x8146
63	"	8164x8146
65	"	8164x8146

2H 250 17.06.07A

Poz	18	20	25	31
1	1			1
2	1			1
3	1			1
200	1			1
4	1			1
61	1			1
5	1			1
6	1			1
7	1			1
8	1			1
18	1			1
20	1			1
11	2			2
12	1			1
68	1			1
74			1	
78				1
69	1			1
75			1	
79				1
70	1			1
72		1		
76			1	
71	1			1
73			1	
77				1

Tor	Ü. Fr.	Y. Fr.	D. Fr.	D. Pl.	Dik Pl.	Taş Pl.	Mat kap
300	150	240					240
45		180					120
45		600		30			30
75				45		45	120
60							30
60							30
45							20
60							20
60							30
60							30
60							15
225	60	105	105			45	
225	60	105	105			45	
210	60	105	105			45	
360		450	450		60		
360		480	480		60		
360		480	480		60		
420	60	180	180			45	
360	60	180	180			45	
360	60	180	180			45	
570		530	530		120		
570		660	660		120		
570		660	660		120		

Poz	Parçanın Adı	Süreçlendiği Tezgahlar
1	Alt gövde	38
2	Üst gövde	38
3	Yatak kepi	58
200	Mont.ed.gövde	38
4	Havalan.kapağı	58
61	Çıkış mili	172x127
5	Yan kapak	18
6	"	18
7	"	18
8	"	18
18	Ara bileziği	1
20	"	1
11	Rulman kovanı	1
12	"	18
68	Giriş di.mili	1724x1742
74	"	1724x1742
78	"	1724x1742
69	Dar dış.çark	164x146
75	"	164x146
79	"	164x146
70	Ara kad.di.mil	1724x1742
72	"	1724x1742
76	"	1724x1742
71	Geniş dış.çark	164x146
73	"	164x146
77	"	164x146

2H 360 17.06.03A

Poz	24	29	31	35	40
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1
200	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1

1	2	3	4	5	6	7	8
Tor.	Ü.	Y.	D.	Pl.	Dik	Taş	Mat
Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Pl.	Pl.	la.	kap
		240					180
		180		60			120
		600		45			60
360	180					45	120
60							45
60							60
60							60
60							60
60							60
45							30
90							
300	60		180			45	
300	60		180			45	
240	60		180			45	
960			900		90		
960			960		90		
960			960		90		
360	120		360			45	
420	120		420			45	
420	120		420			45	
1440			1320		120		
1440			1320		120		
1440			1320		120		

Poz	Parçanın Adı	Süreçlendiği Tezgah
1	Alt gövde	38
2	Üst gövde	38
29	Yatak kepi	58
200	Mont.ed.gövde	38
3	Havalan.kapığı	58
23	Çıkış mili	172x127
37	Yan kapak	18
40	"	18
41	"	18
34	"	18
21	Bilezik	1
26	"	1
33	Rulman kovanı	18
15	Giriş dış.mili	1724x1742
64	"	1724x1742
47	"	1724x1742
19	Dar dişli çark	164x146
48	"	164x146
63	"	164x146
50	Ara kad.diş.mil	1724x1742
55	"	1724x1742
18	"	1724x1742
24	Geniş diş.çark	164x146
51	"	164x146
56	"	164x146

3H 65 052.064

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tor.	Ü.	Y.	D.	Fr.	Pl.	Taş	Mat	Öz.
Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Pl.	Pl.	la.	kap	
360		60					120	120
120							60	
75			60		30		15	
15								
15								
30								
180	30					30		
165			30		30			
165			30		30			
165			30		30			
180							90	
180	30		45			30	90	
180	30		45			30	90	
180							90	
180							90	
120	30		60			30		
120	30		60			30		
90			90		30			
90			90		30			
135	30		60			30		
135	30		60			30		
135	30		60			30		
135	30		60			30		
120			90		30			
120			105		30			
120			105		30			
120			105		30			

Poz	25	31	35	40
1	1	1	1	1
27	1	1	1	1
38	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	1	1	1	1
72	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
63	1	1	1	1
73	1	1	1	1
41	1	1	1	1
55	1	1	1	1
44	1	1	1	1
56	1	1	1	1
46	1	1	1	1
57	1	1	1	1
58	1	1	1	1
59	1	1	1	1
48	1	1	1	1
60	1	1	1	1
61	1	1	1	1
62	1	1	1	1

Poz	Parçanın Adı	Süreçlendiği Tezgaah
1	Gövde	38198
27	Kapak(çıkış)	18
38	Dişli çark	164x146
2	Bil,yatak kap.	18
3	Ara bileziği	1
4	"	1
5	"	1
6	Çıkış mili	172x127
36	Dişli kovana	164x146
37	"	164x146
72	"	164x146
28	F.kapak(giriş)	18
29	"	18
63	"	18
73	"	18
41	II.Kad.Di.mili	1742x1724
55	"	1742x1724
44	II.Kad.Di.çark	164x146
56	"	164x146
46	II.Kad.diş.mil	1742x1724
57	"	1742x1724
58	"	1742x1724
59	"	1742x1724
48	II.Kad.diş.çark	164x146
60	"	164x146
61	"	164x146
62	"	164x146

3H 100 052.063

Poz	20	31	35	40
1	1	1	1	1
28	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
37	1	1	1	1
38	1	1	1	1
80	1	1	1	1
81	1	1	1	1
29	1	1	1	1
66	1	1	1	1
30	1	1	1	1
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1
41	1	1	1	1
42	1	1	1	1
43	1	1	1	1
44	1	1	1	1
45	1	1	1	1
46	1	1	1	1
47	1	1	1	1
48	1	1	1	1
49	1	1	1	1
50	1	1	1	1
51	1	1	1	1
52	1	1	1	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tor.	Fr.	Fr.	Fr.	Pl.	Pl.	Taş.	Mat.	Öz.
660		60					150	180
210							45	
90							15	
30								
30								
30	30				30			
180		60	60	30				
180		60	60	30				
180		60	60	30				
180		60	60	30				
210							90	
120							90	
210							90	
150		60	60	30				
150		60	60	30				
150	30	60	60	30				
150	30	60	60	30				
150		150	150	30				
150		150	150	30				
180		60	60		30			
180		60	60		30			
180		60	60		30			
180		60	60		30			
150		180	180	60				
150		180	180	60				
150		180	180	60				
150		180	180	60				

Poz	Parçanın Adı	Süreçlendiği Tezgaah
1	Gövde	38198
28	Kapak(çıkış)	18
2	Bily.yat.kapa.	18
3	Ara bileziği	1
4	"	1
5	"	1
6	Çıkış milli	172x127
37	Dişli kovan	164x146
38	"	164x146
80	"	164x146
81	"	164x146
29	F.Kapak(giriş)	18
66	"	18
30	"	18
39	Dişli çark	164x146
40	"	164x146
41	II.Kad.Di.mil	1742x1724
42	"	1742x1724
43	II.Kad.Di.çark	164x146
44	"	164x146
45	II.Kad.Di.mil	1742x1724
46	"	1742x1724
47	"	1742x1724
48	"	1742x1724
49	II.Kad.Di.çark	164x146
50	"	164x146
51	"	164x146
52	"	164x146

İş akış analizi safhasına uygun bir biçimde takibeden sayfalarda her bir tip dişli kutusunu meydana getiren parçalara olan toplam talep miktarları bulunacak ve herbirisinin birim ağırlığı tesbit edilecektir. Buradan ise toplam ağırlığa geçilecektir. Zira bu ağırlıklar taşımalarda önemli bir faktördürler.

Daha sonra her tipi oluşturan parçaların toplam talebini karşılayabilmek için gerekli olan makina zamanları bulunacak; bu ise gerekli makina sayısının tesbitine yarayacaktır. Bütün tipler için toplam gerekli makina zamanları sayfa 76'de bir özet tablo üzerinde görülmektedir.

### III-3.VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

2H 160 Dişli kutuları meydana getiren parçalardan komple ve yedekler için olmak üzere üretilecek miktarlar(adet)

Res.No: 17.06.08A

2H 160

Poz	Komplelerden				Ye- dek- ler- den	Top- lam	Birim Ağırl. (kg.)	Toplam Ağırl. (kg)
	10	11	18	25				
1	20	25	20	25	--	90	70	6300
4	20	25	20	25	--	90	30	2700
2	20	25	20	25	--	90	2,9	261
200	20	25	20	25	--	90	100	9000
6	20	25	20	25	--	90	2,3	207
19	20	25	20	25	--	90	8,8	792
34	20	25	20	25	--	90	2,0	180
35	20	25	20	25	--	90	1,8	162
36	20	25	20	25	--	90	1,3	117
37	20	25	20	25	--	90	1,35	122
18	20	25	20	25	--	90	0,06	5
40	20	25	20	25	--	90	0,05	5
10	40	50	40	50	--	180	0,7	126
38	20	25	20	25	--	90	0,8	72
61	20	--	--	--	25	45	3,5	158
11	--	25	--	--	35	60	3,2	192
12	--	--	20	--	20	40	2,9	116
22	--	--	--	25	35	60	2,1	126
62	20	--	--	--	40	60	19,6	1176
26	--	25	--	--	50	75	20,8	1560
27	--	--	20	--	50	70	21,3	1491
28	--	--	--	25	60	85	22,15	1883
63	20	--	--	--	40	60	8,4	504
15	--	25	--	--	30	55	8,6	473
16	--	--	20	--	40	60	6,8	408
24	--	--	--	25	50	75	4,9	368
64	20	--	--	--	45	65	30,1	1957
30	--	25	--	--	35	60	29,2	1752
31	--	--	20	--	20	40	35,0	1400
32	--	--	--	25	35	60	38,0	2280

2H 200 Tipi dişli kutuları meydana getiren parçalardan herbir poz için komple ve yedek olmak üzere üretilecek toplam miktarlar(adet).

Res.No: 17.06.07A

2H 200

Poz	Komplelerden				Yedeklerden	Toplam	Birim Ağırl. (kg.)	Toplam Ağırl. (kg.)
	18	20	25	31				
1	35	40	15	50	--	140	105,000	14700
3	35	40	15	50	--	140	58,500	8190
2	35	40	15	50	--	140	9,200	1288
200	35	40	15	50	--	140	163,500	22890
5	35	40	15	50	--	140	4,800	672
30	35	40	15	50	--	140	17,200	2408
34	35	40	15	50	--	140	0,300	42
36	35	40	15	50	--	140	2,000	280
37	35	40	15	50	--	140	2,800	392
39	35	40	15	50	--	140	3,700	518
11	35	40	15	50	--	140	0,100	14
33	35	40	15	50	--	140	0,300	42
10	35	40	15	50	--	140	1,700	238
26	35	40	15	50	--	140	1,400	196
56	35	40	15	50	--	140	0,500	70
16	35	40	--	--	25	100	3,650	365
60	--	--	15	50	20	85	3,550	302
20	35	40	--	--	15	90	40,500	3645
61	--	--	15	50	40	105	42,000	4410
58	35	--	--	--	35	70	12,300	861
66	--	40	--	--	40	80	11,150	892
62	--	--	15	--	50	65	9,850	637
64	--	--	--	50	65	115	7,600	874
28	35	--	--	--	15	50	64,600	3230
67	--	40	--	--	10	50	71,450	3573
63	--	--	15	--	10	25	72,250	1806
65	--	--	--	50	15	65	78,200	5083

2H 250 Tipi dişli kutuları meydana getiren parçalardan herbir poz için komple ve yedek olmak üzere üretilecek miktarlar(adet).

Res.No: 17.06.05B

2H 250

Poz	Komplelerden				Yedeklerden	Toplam	Birim Ağırl. (kg.)	Toplam Ağırl. (kg.)
	25	31	35	40				
1	25	15	35	45	--	120	210,000	25200
2	25	15	35	45	--	120	107,000	12840
3	25	15	35	45	--	120	16,000	1920
200	25	15	35	45	--	120	317,000	38040
4	25	15	35	45	--	120	7,000	840
61	25	15	35	45	--	120	29,700	3564
5	25	15	35	45	--	120	2,600	312
6	25	15	35	45	--	120	2,100	252
7	25	15	35	45	--	120	4,300	516
8	25	15	35	45	--	120	3,500	420
18	25	15	35	45	--	120	0,250	30
20	25	15	35	45	--	120	0,200	24
11	50	30	70	90	--	240	1,600	384
12	25	15	35	45	--	120	4,600	552
68	25	15	--	--	25	65	5,400	351
74	--	--	35	--	35	70	4,700	329
78	--	--	--	45	40	85	4,200	357
69	25	15	--	--	50	90	29,000	2610
75	--	--	35	--	60	95	27,900	2651
79	--	--	--	45	15	60	27,900	1674
70	25	--	--	--	30	55	18,000	990
72	--	15	--	--	40	55	13,500	743
76	--	--	35	45	35	115	15,300	1760
71	25	--	--	--	25	50	52,400	2620
73	--	15	--	--	15	30	59,100	1773
77	--	--	35	45	10	90	47,300	4257

2H 360 Tipi dişli kutuları meydana getiren parçalardan herbir poz için komple ve yedek olmak üzere üretilcek toplam miktarlar(adet).

Res.NO: 17.06.03A

2H 360

Poz	Komplelerden					Ye- dek- ler- den	Toplam	Birim Ağırl. (kg.)	Toplam Ağırl. (kg.)
	24	29	31	35	40				
1	40	20	30	35	40	--	165	495,000	81675
2	40	20	30	35	40	--	165	250,000	41250
29	40	20	30	35	40	--	165	45,000	7425
200	40	20	30	35	40	--	165	745,000	122925
3	40	20	30	35	40	--	165	7,000	1155
23	40	20	30	35	40	--	165	64,500	10643
37	40	20	30	35	40	--	165	4,600	759
40	40	20	30	35	40	--	165	4,600	759
41	40	20	30	35	40	--	165	4,600	759
34	40	20	30	35	40	--	165	9,000	1485
21	40	20	30	35	40	--	165	1,000	165
26	40	20	30	35	40	--	165	0,500	83
33	40	20	30	35	40	--	165	11,000	1815
15	40	20	--	--	--	15	75	14,500	1088
64	--	--	30	--	--	20	50	15,900	795
47	--	--	--	35	40	15	90	14,900	1341
19	40	20	--	--	--	20	80	40,000	3200
48	--	--	--	35	40	30	105	62,500	6531
63	--	--	30	--	--	35	65	146,000	9490
50	--	20	--	--	40	40	100	42,000	4200
55	--	--	30	35	--	15	80	52,000	4160
18	40	--	--	--	--	20	60	61,000	3660
24	40	--	--	--	--	15	55	81,200	4466
51	--	20	--	--	40	10	70	95,600	6692
56	--	--	30	35	--	10	75	163,000	12225

3H 65 Tipi dişli kutuları meydana getiren parçalardan herbir poz için, komple ve yedek olmak üzere üretilecek toplam miktarlar(adet).

Res.No: 052.064

3H 65

Poz	Komplelerden				Yedek- lerden	Toplam	Birim Ağırl. (kg.)	Toplam Ağırlık (kg.)
	25	31	35	40				
1	150	100	200	250	200	900	20,279	18251
27	150	100	200	250	80	780	5,256	4100
38	150	100	200	250	40	740	0,990	733
2	150	100	200	250	--	700	0,370	259
3	150	100	200	250	--	700	0,018	13
4	150	100	200	250	--	700	0,018	13
5	150	100	200	250	--	700	0,151	106
6	150	100	200	250	--	700	1,849	1294
36	150	100	200	250	100	800	0,571	457
37	150	100	200	250	80	780	0,571	445
72	150	100	200	250	90	790	0,900	711
28	150	100	200	250	120	820	8,500	6970
29	150	100	200	250	30	730	9,000	6570
63	150	100	200	250	150	850	13,891	11807
73	150	100	200	250	100	800	9,000	7200
41	150	--	--	--	45	195	0,500	98
55	--	100	200	250	65	615	0,953	586
44	150	--	--	--	75	225	1,800	405
56	--	100	200	250	100	650	1,800	1170
46	150	--	--	--	125	275	1,235	340
57	--	100	--	--	135	235	1,800	423
58	--	--	200	--	160	360	1,235	445
59	--	--	--	250	170	420	1,235	519
48	150	--	--	--	180	330	2,698	890
60	--	100	--	--	120	220	1,235	272
61	--	--	200	--	60	260	1,235	321
62	--	--	--	250	140	390	2,698	1052

3H 100 Tipi dişli kutuları meydana getiren parçalardan herbir poz için, komple ve yedekler için olmak üzere üretilecek toplam miktarlar(adet).

Res.No: 052.063

3H 100

Poz	Komplelerden				Yedek	Toplam	Birim Ağır. (kg.)	Toplam Ağırlık (kg.)
	20	31	35	40				
1	150	250	300	150	120	970	53,500	51895
28	150	250	300	150	100	950	6,335	6018
2	150	250	300	150	--	850	0,640	544
3	150	250	300	150	--	850	0,040	34
4	150	250	300	150	--	850	0,040	34
5	150	250	300	150	--	850	0,300	255
6	150	250	300	150	--	850	4,988	4240
37	150	--	--	--	120	270	1,777	480
38	--	250	300	150	160	860	1,294	1113
80	150	--	--	--	100	250	0,752	188
81	--	250	300	150	80	780	1,420	1108
29	150	--	--	--	120	270	15,000	4050
66	150	250	300	150	90	940	15,000	14100
30	--	250	300	150	120	820	15,000	12300
39	150	--	--	--	160	310	4,560	1414
40	--	250	300	150	140	840	4,200	3528
41	150	--	--	--	180	330	1,700	561
42	--	250	300	150	120	820	1,400	1148
43	150	--	--	--	130	280	4,560	1277
44	--	250	300	150	45	745	7,000	5215
45	150	--	--	--	95	245	4,000	980
46	--	250	--	--	105	355	3,580	1271
47	--	--	300	--	125	425	3,350	1424
48	--	--	--	150	95	245	1,640	4018
49	150	--	--	--	75	225	11,000	2475
50	--	250	--	--	65	315	9,900	3119
51	--	--	300	--	145	445	10,700	4762

GEREKLİ MAKİNA SAYILARININ BULUNMASINA İLİŞKİN TOPLAM

MAKİNA ZAMANLARININ HESAPLANMASI

Res.No: 17.06.08A

2H 160

Poz	Makina Zamanları (dak.)							
	1 Torna	2 Ü.Fre.	3 Y.Fre.	4 D.Fre.	5 Planya	6 D.Pla.	7 Tasla.	8 Matkap
1	--	--	10800	--	--	--	--	10800
4	--	--	5400	--	--	--	--	10800
2	--	--	--	--	2700	--	--	2700
200	--	--	32400	--	--	--	--	5400
6	--	--	--	--	4050	--	--	2700
19	16200	5400	--	--	--	--	4050	--
34	5400	--	--	--	--	--	--	2700
35	5400	--	--	--	--	--	--	2700
36	5400	--	--	--	--	--	--	1800
37	5400	--	--	--	--	--	--	1800
18	2700	--	--	--	--	--	--	--
40	2700	--	--	--	--	--	--	--
10	10800	--	--	--	--	--	--	--
38	8100	--	--	--	--	--	--	--
61	5450	1350	--	6750	--	--	2025	--
11	7200	1800	--	9000	--	--	2700	--
12	4800	1200	--	6000	--	--	1800	--
22	7200	1800	--	9000	--	--	2700	--
62	7200	--	--	21600	--	1200	--	1800
26	9000	--	--	2700	--	1500	--	2250
27	10500	--	--	25200	--	1400	--	2100
28	12750	--	--	35700	--	2550	--	2550
63	9900	1800	--	10800	--	--	2700	--
15	9075	1650	--	9900	--	--	2475	--
16	9000	1800	--	10800	--	--	2700	--
24	11250	2250	--	13500	--	--	3375	--
64	10725	--	--	29250	--	1950	--	1950
30	9900	--	--	27000	--	1800	--	1800
31	7200	--	--	20400	--	1200	--	1200
32	12600	--	--	30600	--	1800	--	1800
Topla.	205850	19050	48600	292500	6750	13400	24525	56350

Res.No: 17.06.07A

2H 200

Poz	Makina Zamanları(dak.)							
	1 Torna	2 Ü.Fre.	3 Y.Fre.	4 D.Fre.	5 Planya	6 D.Pl.	7 Taşla.	8 Matkap
1	--	--	25200	--	--	--	--	33600
3	--	--	--	--	4200	--	--	4200
2	--	--	16800	--	--	--	--	16800
200	--	--	67200	--	--	--	--	16800
5	--	--	--	--	6300	--	--	4200
30	42000	16800	--	--	--	--	6300	--
34	8400	--	--	--	--	--	--	2100
36	8400	--	--	--	--	--	--	2100
37	8400	--	--	--	--	--	--	2100
39	8400	--	--	--	--	--	--	2100
11	4200	--	--	--	--	--	--	--
33	4200	--	--	--	--	--	--	--
10	8400	--	--	--	--	--	--	4200
26	12600	--	--	--	--	--	--	--
56	12600	--	--	--	--	--	--	--
16	27000	3000	--	18000	--	--	4500	--
60	25500	2550	--	15300	--	--	3825	--
20	22950	--	--	37800	--	5400	--	2700
61	28350	--	--	44100	--	6300	--	3150
58	25200	4200	--	14700	--	--	3150	--
66	26400	4800	--	14400	--	--	3600	--
62	21450	3900	--	11700	--	--	2925	--
64	31050	6900	--	20700	--	--	5175	--
28	24000	--	--	27000	--	4500	--	1500
67	24000	--	--	27000	--	4500	--	1500
63	12000	--	--	13500	--	2250	--	750
65	31200	--	--	35100	--	5850	--	1950
Topla.	416700	42150	109200	279300	10500	28800	29475	99750

Res.No: 17.06.05B

2H 250

Poz	Makina Zamanları (dak.)							
	1 Torna	2 Ü.Fre.	3 Y.Fre.	4 D.Fre.	5 Planya	6 D.Pla.	7 Taşlama	8 Matkap
1	--	--	28800	--	--	--	--	28800
2	--	--	21600	--	--	--	--	14400
3	--	--	--	--	3600	--	--	3600
200	--	--	72000	--	--	--	--	14400
4	--	--	--	--	5400	--	--	3600
61	36000	18000	--	--	--	--	5400	--
5	5400	--	--	--	--	--	--	2400
6	5400	--	--	--	--	--	--	2400
7	9000	--	--	--	--	--	--	3600
8	7200	--	--	--	--	--	--	3600
18	7200	--	--	--	--	--	--	--
20	5400	--	--	--	--	--	--	--
11	7200	--	--	--	--	--	--	--
12	7200	--	--	--	--	--	--	1800
68	14625	3900	--	6825	--	--	2925	--
74	15750	4200	--	7350	--	--	3150	--
78	17850	5100	--	8925	--	--	3825	--
69	32400	--	--	40500	--	5400	--	--
75	34200	--	--	45600	--	5700	--	--
79	21600	--	--	28800	--	3600	--	--
70	23100	3300	--	9900	--	--	2475	--
72	19800	3300	--	9900	--	--	2475	--
76	41400	6900	--	20700	--	--	5175	--
71	28500	--	--	26500	--	6000	--	--
73	17100	--	--	19800	--	3600	--	--
77	51300	--	--	59400	--	10800	--	--
Topla.	407625	44700	122400	284200	9000	35100	25425	78600

Res.No: 17.06.03A

2H 360

Poz	Makina Zamanları(dak.)							
	1 Torna	2 Ü.Fre.	3 Y.Fre.	4 B.Fre.	5 Planya	6 D.Pla.	7 Taçlama	8 Matkap
1	--	--	39600	--	--	--	--	26700
2	--	--	26700	--	--	--	--	19800
29	--	--	--	--	9900	--	--	9900
200	--	--	99000	--	--	--	--	19800
3	--	--	--	--	7425	--	--	7425
23	59400	29700	--	--	--	--	7425	--
37	9900	--	--	--	--	--	--	9900
40	9900	--	--	--	--	--	--	9900
41	9900	--	--	--	--	--	--	9900
34	9900	--	--	--	--	--	--	9900
21	9900	--	--	--	--	--	--	--
26	7425	--	--	--	--	--	--	--
33	14850	--	--	--	--	--	--	4950
15	22500	4500	--	13500	--	--	3375	--
64	15000	3000	--	9000	--	--	2250	--
47	21600	5400	--	16200	--	--	4050	--
19	76800	--	--	72000	--	7200	--	--
48	109800	--	--	109800	--	9450	--	--
63	62400	--	--	62400	--	5850	--	--
50	36000	12000	--	36000	--	--	4500	--
55	33600	9600	--	33600	--	--	3600	--
18	25200	7200	--	25200	--	--	2700	--
24	79200	--	--	72600	--	6600	--	--
51	100800	--	--	92400	--	8400	--	--
56	108000	--	--	99000	--	9000	--	--
Toplam	822075	71400	165300	641700	17325	46500	27900	128175

Res.No: 052.064

3H 65

Poz	Makina Zamanları(dak)								
	1 Torna	2 Ü.Fre.	3 Y.Fre.	4 D.Fre.	5 Plany.	6 D.Plan.	7 Taş.	8 Matkap	9 Öz.D.T.
1	324000	--	54000	--	--	--	--	108000	108000
27	93600	--	--	--	--	--	--	46800	--
38	55500	--	--	44400	--	22200	--	--	--
2	52500	--	--	--	--	--	--	10500	--
3	10500	--	--	--	--	--	--	--	--
4	10500	--	--	--	--	--	--	--	--
5	21000	--	--	--	--	--	--	--	--
6	126000	21000	--	--	--	--	21000	--	--
36	132000	--	--	24000	--	24000	--	--	--
37	128700	--	--	23400	--	23400	--	--	--
72	130350	--	--	23700	--	23700	--	--	--
28	147600	--	--	--	--	--	--	73800	--
29	131400	--	--	--	--	--	--	65700	--
63	153000	--	--	--	--	--	--	76500	--
73	144000	--	--	--	--	--	--	72000	--
41	23400	5850	--	8775	--	--	5850	--	--
55	73800	18450	--	27675	--	--	18450	--	--
44	20250	--	--	20250	--	6750	--	--	--
56	58500	--	--	58500	--	19500	--	--	--
46	37125	8250	--	16500	--	--	8250	--	--
57	31725	7050	--	14100	--	--	7050	--	--
58	48600	10800	--	21600	--	--	10800	--	--
59	56700	12600	--	25200	--	--	12600	--	--
48	39600	--	--	29700	--	99000	--	--	--
60	26400	--	--	23100	--	6600	--	--	--
61	31200	--	--	27300	--	7800	--	--	--
62	46800	--	--	40950	--	11700	--	--	--
Toplam	2154750	84000	54000	429150	--	244650	84000	453300	108000

Res.No: 052.063

3H 100

Poz	Makina Zamanları (dak.)								
	1 Torna	2 J.Fre.	3 Y.Fre.	4 D.Fre.	5 Planya	6 D.Pla.	7 Taşla.	8 Matkap	9 Özel
1	640200	--	58200	--	--	--	--	145500	174600
28	199500	--	--	--	--	--	--	42750	--
2	76500	--	--	--	--	--	--	12750	--
3	25500	--	--	--	--	--	--	--	--
4	25500	--	--	--	--	--	--	--	--
5	25500	--	--	--	--	--	--	--	--
6	25500	25500	--	--	--	--	25500	--	--
37	48600	--	--	16200	--	8100	--	--	--
38	154800	--	--	51600	--	25800	--	--	--
80	45000	--	--	15000	--	7500	--	--	--
81	140400	--	--	46800	--	23400	--	--	--
29	56700	--	--	--	--	--	--	24300	--
66	112800	--	--	--	--	--	--	84600	--
30	172200	--	--	--	--	--	--	73800	--
39	46500	--	--	18600	--	9300	--	--	--
40	126000	--	--	50400	--	25200	--	--	--
41	49500	9900	--	19800	--	9900	--	--	--
42	123000	24600	--	49200	--	24600	--	--	--
43	42000	--	--	42000	--	8400	--	--	--
44	111750	--	--	111750	--	22350	--	--	--
45	44100	7350	--	14700	--	--	7350	--	--
46	63900	10650	--	21300	--	--	10650	--	--
47	76500	12750	--	25500	--	--	12750	--	--
48	44100	7350	--	14700	--	--	7350	--	--
49	33750	--	--	40500	--	13500	--	--	--
50	47250	--	--	56700	--	18900	--	--	--
51	66750	--	--	80100	--	26700	--	--	--
52	45750	--	--	54900	--	18300	--	--	--
Toplam	2669550	98100	58200	729750	--	241950	63600	383700	174600

TOPIAM MAKİNA ZAMANLARI

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Torna	Ü.Freze	Y.Freze	D.Freze	Planya	D.Planya	Taşlama	Matkap	Ö.D.T.
2H 160	205850	19050	48600	292500	6750	13400	24525	56850	--
2H 200	416700	42150	109200	279300	10500	28800	29475	99750	--
2H 250	407625	44700	122400	284200	9000	35100	25425	78600	--
2H 360	822075	71400	165300	641700	17325	46500	27900	128175	--
3H 65	2154750	84000	54000	429150	--	244650	84000	453300	108000
3H 100	2669550	98100	58200	729750	--	241950	63600	283700	174600
TOPLAM:	6676550	359400	527700	2656700	43575	610400	254925	1200375	282600

### III-4.GEREKİLİ TEZGÂH SAYISININ BELİRLENMESİ

İş yerinde kimi zaman işin cinsine göre,kimi zaman mevcut makina sayısına göre,kimi zaman da mevcut işçi sayısına göre aşağıdaki çalışma şekilleri mevcuttur. Dolayısıyla makina sayılarının tesbitinde bu durum dikkate alınacaktır.

Bunun yanında işçilerin toplu-iş sözleşmeleri ile elde ettikleri izinler ile yasal izinleri ve çeşitli (mücbir)izin alma durumları söz konusudur.

Ayrıca tezgâhların arıza dolayısıyla yılda çalışmadığı günler makinaların yıllık(makina x saat) kapasitesini düşürmektir.Bunlarda göz önünde bulundurulacaktır. Dikkat edilmesi gereken durumlar şunlardır:

1-İş yerinde iki vardiya çalışan tezgâh ve işçiler vardır.Bunlardan mesaili çalışanlar 11 saat/gün,mesaisiz çalışanlar 7,5 saat/gün çalışırlar.

2-Tek vardiya çalışanlardan da mesaili çalışanlar 11 saat/gün;mesaisiz çalışanlar 7,5 saat/gün çalışırlar.

3-Haftada 6 gün çalışma vardır,pazar günü istirahat günüdür.(Hafta tatili)

4-İşçiler yılda 30 iş günü izin kullanırlar. Kanuni hak olan bu izin istenildiğinde iki parçaya ayrılabilir.Ancak bu tezgâh kapasitesini etkilemez.

5-Her işçinin ayda 5 saat mazeret izni mevcuttur.

6-İşçilerin herhangi bir sebeple çalışmadıkları gün sayısı yıllık net çalışma süresinin %10'udur,

7-Tezgâh arızası dolayısıyla yılda çalışılmayan süre de %5'tir.

8-Resmi tatil günleri çalışılmaz,(ancak bu durum ihmal edilecektir).

Buna göre,gerekli (makina X saat) durumuna göre gerekli tezgâh sayısı aşağıdaki gibidir.

TORNA TEZGÂHLARI :

2 vardiya,fazla mesaili çalışırlar.Bir tezgâhin saat/yıl olarak kapasitesi:

$$\frac{(11 \text{ saat/gün} \times 6 \text{ gün/haf.} \times 4 \text{ haf./ay} \times 11 \text{ ay/yıl})}{A}$$

$(5 \text{ saat/ay} \cdot 11 \text{ ay/yıl} + 0,1 A + 0,05A) = 2413,5 \text{ saat/yıl}$   
→ 144804 dak.Gerekli makina zamanı 6.676.550 torna x dak. hesaplanmıştır.

$$\text{Tezgâh sayısı: } \frac{6.676.550 \text{ torna x dak.}}{144.804 \text{ dak.}} = 46 \text{ torna}$$

İki vardiya çalışılacağından  $\frac{46}{2} = 23$  adet torna tezgâhi.

ÜNİVERSAL FREZE TEZGÂHI :

Tek vardiya ve fazla mesaisiz çalışırlar.Benzer hesap tarzıyla:

$$\frac{(7,5 \times 6 \times 4 \times 11)}{A} - (5 \times 11 + 0,1A + 0,05A) = 1628 \text{ saat/yıl} = 97680 \text{ dak.}$$

$$\text{Freze sayısı: } \frac{\text{Gerekli Freze zamanı}}{1 \text{ Freze zamanı}} = \frac{35940 \text{ Freze x dak.}}{97680 \text{ dak.}} =$$

4 adet Freze

YATAY FREZE TEZGÂHLARI (BOHRWERK) :

İki vardiya, fazla mesaisiz çalışırlar

Gerekli yatay freze zamanı 557700 Y.Freze x dak.

Tek vardiya fazla mesaisiz çalışma: 97680 dak.

$$\text{Makina sayısı} = \frac{557700 \text{ Y.Freze x dak.}}{97680 \text{ dak.}} = 6$$

İki vardiya çalışma durumunda  $\frac{6}{2} = 3$  adet yatay freze.

DİŞLİ FREZE TEZGÂHLARI (AZDIRMA) :

İki vardiya ve fazla mesaili çalışırlar

Gerekli dişli freze zamanı: 2 656 700 d.frezexdak.

Fazla mesaili bir tezgâhın kapasitesi: 144 804 dak.

bulunmuştu.

$$\text{Makina sayısı:} = \frac{2\ 656\ 700}{144804} = 18$$

İki vardiya durumuna göre  $\frac{18}{2} = 9$  adet dişli freze

PLANYA TEZGÂHI :

Tek vardiya, fazla mesaisiz çalışırlar

Gerekli planya zamanı: 43575 planya x dak.(1) adet

Planya tezgâhının yeterli olduğu açıkca görülmekte-

dir.

DİK PLANYA :

Tek vardiya, fazla mesaili çalışılır

$$\frac{610.000 \text{ D.Planya x dak.}}{144.804} = 4,2 \text{ ——— } 4 \text{ tezgâh yeter-}$$

lidir.

TAŞLAMA TEZGÂHI(SİLİNDİRİK) :

Tek vardiya,fazla mesaili çalışılır.

$$\frac{254.925 \text{ taşlama x dak.}}{144.804 \text{ dak.}} = 1,76 \text{ ——— 2 adet taşlama}$$

tezgâhı

MATKAP(RADYAL) :

İki vardiya fazla mesaili çalışılır.

$$\frac{1200.375 \text{ matkap x dak.}}{144.804 \text{ dak.}} = 8 \quad 8/2= 4 \text{ adet matkap}$$

ÖZEL DİŞLİ KUTUSU İŞLEME TEZGÂHI :

Tek vardiya,fazla mesaili çalışılır.

$$\frac{282.600 \text{ makina x dak.}}{144.804 \text{ dak.}} = 1,95 \text{ mak.2 adet makina}$$

gereklidir.

III-5.BELİRLENEN TEZGÂH SAYILARI İÇİN YER AYRILMASI

	Tezgâh	Çalışma Şekli	Adedi	Bir adedinin Projeksiyon Alanı	Projede Öngörülen Alan
1	Ü.Torna	Günde iki vardiya fazla mesaili çalışı. 07 <sup>00</sup> 19 <sup>00</sup> ve 19 <sup>00</sup> 07 <sup>00</sup>	23	1x4=4 m <sup>2</sup>	192 m <sup>2</sup>
2	Ü.Freze	Günde tek vardiya ve mesaisiz çalışılır 07 <sup>00</sup> 16 <sup>00</sup>	4	1x3=3 m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup>
3	Y.Freze	Günde iki vardiya fazla mesaisiz 7 <sup>00</sup> 15 <sup>00</sup> ve 15 <sup>00</sup> 23 <sup>00</sup>	3	5x4=20m <sup>2</sup>	128 m <sup>2</sup>
4	Diş.Freze	Günde iki vardiya fazla mesaili 7 <sup>00</sup> 19 <sup>00</sup> ve 19 <sup>00</sup> 07 <sup>00</sup>	9	1,5x2,5 =3,75 m <sup>2</sup>	128 m <sup>2</sup>
5	Planya	Günde tek vardiya mesaisiz 07 <sup>00</sup> 16 <sup>00</sup>	1	2x4=8 m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup>
6	Dik Planya	Günde tek vardiya mesaili 07 <sup>00</sup> 19 <sup>00</sup>	4	2x2=4 m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup>
7	Taşlama	Günde tek vardiya mesaili 07 <sup>00</sup> 19 <sup>00</sup>	2	3x4=12m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup>
8	Matkap	Günde iki vardiya mesaili 7 <sup>00</sup> 19 <sup>00</sup> ve 19 <sup>00</sup> 7 <sup>00</sup>	4	2x3=6 m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup>
9	Özel Dişli kutusu Tez.	Günde tek vardiya mesaili 07 <sup>00</sup> 19 <sup>00</sup>	2	2x3=6 m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup>
10	Ham.mad. Dâposu				64 m <sup>2</sup>
11	Montaj B.				64 m <sup>2</sup>
					960 m <sup>2</sup>

III-6. PROSES ROTA NUMARALARININ GURUPLANDIRILMASI

Tip : 2H 160

Res.No : 17.06.08A

Poz No	Adet	Ağırlı. (Kg.)	Proses rota numarası	Düzel. Taş.say.
1	90	6300	38	45
4	90	2700	38	18
2	90	261	58	2
200	90	9000	38	90
6	90	207	58	2
19	90	792	172x127	6
34	90	180	18	2
35	90	162	18	1
36	90	117	18	1
37	90	122	18	1
18	90	5	1	1
40	90	5	1	1
10	180	126	1	1
38	90	72	1	1
61	45	158	1724x1742	1
11	60	192	1724x1742	2
12	40	116	1724x1742	1
22	60	126	1724x1742	1
62	60	1176	8164x8146	8
26	75	1560	8164x8146	11
27	70	1491	8164x8146	10
28	85	1883	8164x8146	13
63	60	504	1724x1742	4
15	55	473	1724x1742	3
16	60	408	1724x1742	3
24	75	368	1724x1742	3
64	65	1957	8164x8146	13
30	60	1752	8164x8146	12
31	40	1400	8164x8146	10
32	60	2280	8164x8146	15

Tip : 2H 200

Res.No : 17.06.07A

Poz No	Adet	Ağırlık (Kg.)	Proses rota numarası	Düzel. Taş.say.
1	140	14700	38	140
3	140	8190	58	70
2	140	1288	38	9
200	140	22890	38	140
5	140	672	58	5
30	140	2408	172x127	16
34	140	42	18	1
36	140	280	18	2
37	140	392	18	3
39	140	518	18	4
11	140	14	1	1
33	140	42	1	1
10	140	238	18	2
26	140	196	1	2
56	140	70	1	1
16	100	365	1724x1742	3
60	85	302	1724x1742	2
20	90	3645	8164x8146	23
61	105	4410	8164x8146	27
58	70	861	1724x1742	6
66	80	892	1724x1742	6
62	65	637	1724x1742	4
64	115	874	1724x1742	6
28	50	3230	8164x8146	25
67	50	3573	8164x8146	25
63	25	1806	8164x8146	13
65	65	5083	8164x8146	33

Tip : 2H 250

Res.No : 17.06.05B

Poz No	Adet	Ağırlık (Kg.)	Proses rota numarası	Düzeltilen Taş.say.
1	120	25200	38	120
2	120	12840	38	120
3	120	1920	58	12
200	120	38040	38	120
4	120	840	58	6
61	120	3564	172x127	24
5	120	312	18	2
6	120	252	18	2
7	120	516	18	4
8	120	420	18	3
18	120	30	1	1
20	120	24	1	1
11	240	384	1	1
12	120	552	18	4
68	65	351	1724x1742	2
74	70	329	1724x1742	2
78	85	357	1724x1742	2
69	90	2610	164x146	18
75	95	2651	164x146	19
79	60	1674	164x146	12
70	55	990	1724x1742	7
72	55	743	1724x1742	5
76	115	1760	1724x1742	12
71	50	2620	164x146	17
73	30	1773	164x146	15
77	90	4257	164x146	30

Tip : 2H 360

Res.No : 17.06.03A

Poz No	Adet	Ağırlık (Kg.)	Proses rota numarası	Düzel. Taş.sa.
1	165	81675	38	165
2	165	41250	38	165
29	165	7425	58	55
200	165	122925	38	165
3	165	1155	58	9
23	165	10643	172x127	83
37	165	759	18	5
40	165	759	18	5
41	165	759	18	5
34	165	1485	18	10
21	165	165	1	1
26	165	83	1	1
33	165	1815	18	12
15	75	1088	1724x1742	6
64	50	795	1724x1742	5
47	90	1341	1724x1742	9
19	80	3200	164x146	20
48	105	6531	164x146	53
63	65	9490	164x146	65
50	100	4200	1724x1742	34
55	80	4160	1724x1742	27
18	60	3660	1724x1742	30
24	55	4466	164x146	55
51	70	6692	164x146	70
56	75	12225	164x146	75

Tip : 3H 65

Res.No : 052.064

Poz No	Adet	Ağırl. (Kg.)	Proses rota numarası	Düzel. Taş.sa
1	900	18251	38198	128
27	780	4100	18	27
38	740	733	164x146	5
2	700	259	18	2
3	700	13	1	1
4	700	13	1	1
5	700	106	1	1
6	700	1294	172x127	9
36	800	457	164x146	3
37	780	445	164x146	3
72	790	711	164x146	5
28	820	6970	18	46
29	730	6570	18	44
63	850	11807	18	79
73	800	7200	18	48
41	195	98	1724x1742	1
55	615	586	1724x1742	4
44	225	405	164x146	3
56	650	1170	164x146	8
46	275	340	1742x1724	2
57	235	423	1742x1724	3
58	360	445	1742x1724	3
59	420	519	1742x1724	4
48	330	890	164x146	6
60	220	272	164x146	2
61	260	321	164x146	2
62	390	1052	164x146	7

Tip : 3H 100

Res.No : 052.063

Poz No	Adet	Ağırl. (Kg.)	Proses rota numarası	Düzel. Taş.sa.
1	970	51895	38198	323
28	950	6018	18	40
2	850	544	18	4
3	850	34	1	1
4	850	34	1	1
5	850	255	1	2
6	850	4240	172x127	28
37	270	480	164x146	3
38	860	1113	164x146	7
80	250	188	164x146	2
81	780	1108	164x146	7
29	270	4050	18	27
66	940	14100	18	94
30	820	12300	18	82
39	310	1414	164x146	10
40	840	3528	164x146	24
41	330	561	1742x1724	4
42	820	1148	1742x1724	8
43	280	1277	164x146	8
44	745	5215	164x146	35
45	245	980	1742x1724	7
46	355	1271	1742x1724	8
47	425	1424	1742x1724	10
48	245	4018	1742x1724	27
49	225	2475	164x146	17
50	315	3119	164x146	21
51	445	4762	164x146	30
52	305	3462	164x146	22

PROSES ROTA NUMARALARININ GURUPLANDIRILMASI VE ÖZET LİSTE

PRN	2H 160	2H 200	2H 250	2H 360	3H 65	3H 100	TOPLAM
38	270	420	360	495	--	--	1545
58	180	280	240	330	--	--	1030
172	90	140	120	165	700	850	2065
18	360	560	600	825	4680	3830	10855
1	450	560	480	330	210	2550	4580
1724	455	515	445	455	2100	2420	6390
8164	515	385	--	--	--	--	900
164	--	--	415	450	5185	5625	11675
38198	--	--	--	--	900	970	1870
40910 Farklı parça, 9 farklı PRN							

NOT: 172x127

1724x1742

8164x8146

164x146 şeklindeki seçeneklerden birinciler tercih edilmiştir.

Bu durumda fabrikada her birisi  $64 \text{ m}^2$  olan 15 birim yer ayrılacaktır. Bu alanlardan üç adedi universal torna tezgâhları için, iki adedi yatay frezeler (Bohrwerk), iki adedi de dişli frezeleme (azdırma) tezgâhları için ayrılacaktır. Diğer her bir birim alan kalan tezgâh gurupları ile ham madde ve montaj bölümleri için ayrılacaklardır.

Ham madde bölümü, işlenecek parçanın cinsine göre ilgili ham maddenin bulunduğu kısımdır. Öyleki işlenecek parça dökümden mamul bir parça ise ham döküm olarak bu bölüme gelmiş olacaktır. Diğer taraftan yapılacak parçaların taslakları uygun çaptaki bir kütükten gerekli boyda kesilmiş olarak bu bölüme gelecektir.

Tezgâhlarda işlenmesi tamamlanan parçalar ise montaj edilmek üzere montaj için ayrılan bölüme gideceklerdir.

Bu durumda bizim yapacağımız iş bu bölümlerin birbirlerine göre konumlarını belirlemek olacaktır. Bunun için ise her bir bölümün diğeri ile ilişkisini tesbit etmek gereklidir. Bu ilişki işlenecek parçaların rota numaralarından çıkacaktır. Ancak biz rota numaralarını belirlerken parçanın işlem göreceği ilk tezgâhtan başlayıp son tezgâha kadar geçeceği tezgâhlar olarak belirlemiştik. Oysa ilk tezgâha ham madde bölümünden gelinecek, son tezgâhtan sonrada montaj bölümüne gidecektir. Bu münasebetle rota numaralarının başına "0," sonuna da "10," koymuş gibi düşünerek ham madde bölümü ile tezgâhlar ve tezgâhlar ile montaj bölümü arasındaki ilişki bulunmuş olacaktır. Taşıma sayıları alınarak düzenlenen bu ilişki tablosu aşağıda düzenlenmiş olan matristen görülmektedir.

Ya Den	Ham. mad. böl.	Torna	Ü. Fre.	Y. Fre.	D. Fre.	Plan.	Dik Pla.	Taş.	Mat.	Öz. diş. ku.T.	Mon- taj
Ham ma.böl.	X	35565	--	3415	--	1030	--	--	900	--	--
Torna	--	X	--	--	--	--	12575	8455	10855	1870	4580
Ü.Fre.	--	--	X	--	6390	--	--	--	--	--	2065
Y.Fre.	--	--	--	X	--	--	--	--	3415	--	--
D.Fre.	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	7290
Plan.	--	--	--	--	--	X	--	--	1030	--	--
D.Pla.	--	--	--	--	12575	--	X	--	--	--	--
Taşla.	--	--	8455	--	--	--	--	X	--	--	--
Matkap	--	2770	--	--	--	--	--	--	X	--	15300
Öz.D. kut.T.	--	--	--	--	--	--	--	--	1870	X	--
Montaj Bölümü	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X

Bölümler arasındaki taşıma yoğunluğunu gösteren "Hareket Tablosu,,

Belirtildiği üzere bu tablo bölümler arasındaki taşıma sayılarını göstermektedir. Burada iki husus gözönüne alınmalıdır. Rota analizinde salt taşıma sayıları gözönüne alındığı takdirde yanılgıya düşülür. Halbuki fabrikadaki iş parçalarının çeşitli büyüklükte olmaları ve

tezgâhlara değişen frekanslarda gelmeleri olağandır. Do-  
layısı ile parça ağırlıklarını da hesaba katmamız ge-  
reklidir.(27)Bu durumu düşünerek biz bütün parçaların  
birim ağırlıklarını tesbit etmiştik.Buna göre olanak  
dahilinde olan parçalar 150'şer kg.lık potalar içinde  
taşınacağı dikkate alınarak düzeltilmiş taşıma matrisi  
teşkil edilecektir.Bu kez bölünemez parçalarda taşıma  
sayılarında yuvarlatmalar yapılacaktır.Bu işlem proses  
rota numaralarının guruplandırılması başlığı altındaki  
sayfalarda yapılmıştır.

Bu taşıma sayılarındaki ağırlıklı düzeltme yapıldık-  
tan sonra guruplandırılmış rotalar ve ilişki matrisi ye-  
niden oluşturulmuştur.

DÜZELTİLMİŞ TAŞIMA YOĞUNLUKLU PROSES ROTA NUMARALARININ  
GURUPLANDIRILMASI

PRN	2H 160	2H 200	2H 250	2H 360	3H 65	3H 100	TOPIAM
38	153	289	360	495	--	--	1297
58	4	75	18	64	--	--	161
172	6	16	24	83	9	28	166
18	5	12	15	37	219	247	535
1	4	5	5	2	3	4	23
1724	18	27	30	111	17	64	267
8164	92	146	--	--	--	--	238
164	--	--	92	338	39	186	635
38198	--	--	--	--	128	323	451

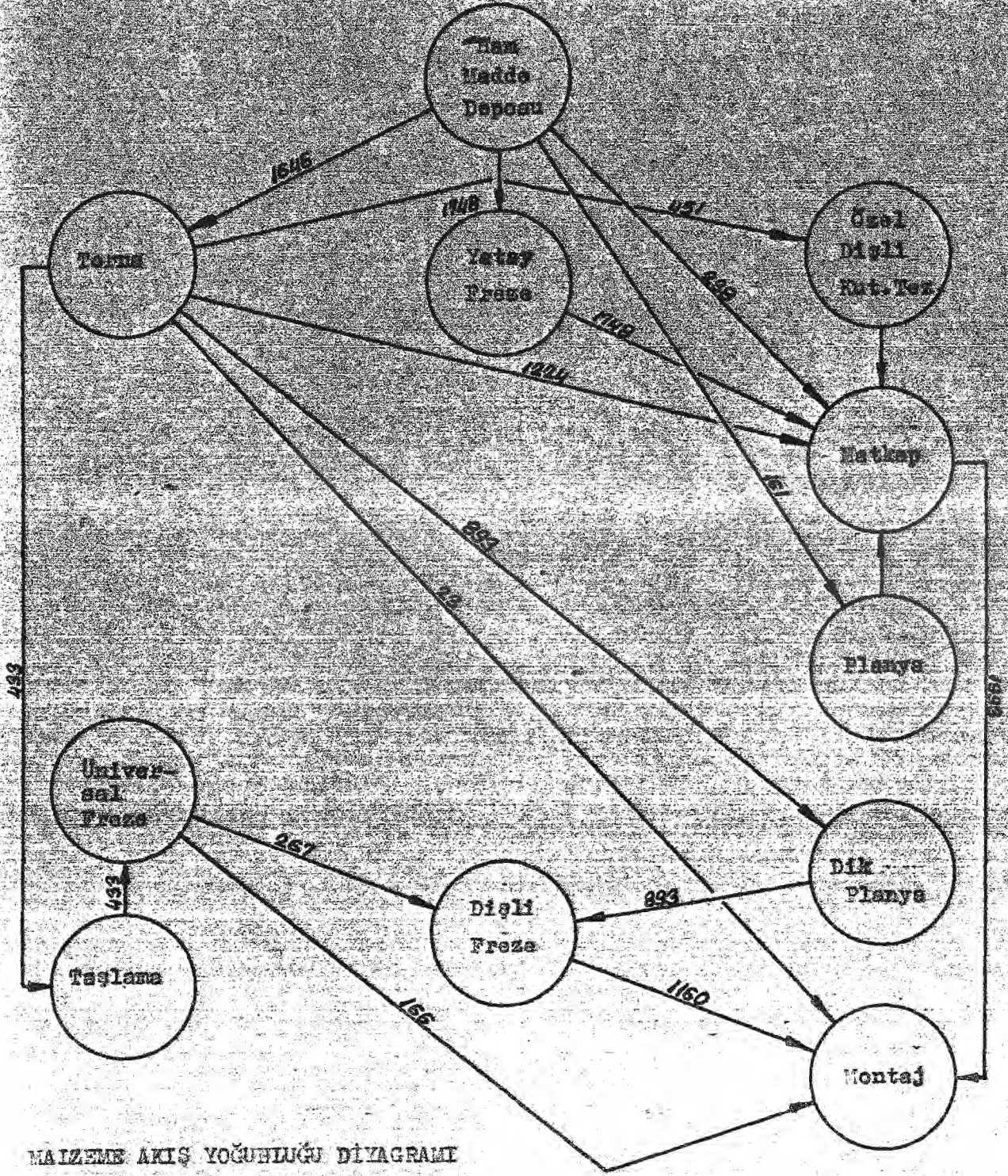
(27) Bülent KOBU,"Üretim Yönetimi,, Ekim 1982 S.117

Den	Ya Ham. mad. bölü.	Torna	Ü. Fre.	Y. Fre.	D. Fre.	Plan.	Dik Plan.	Taşl.	Matka	Öz.D. Kut. T.	Montaj
Ham.mad. Bölümü	X	1646	--	1748	--	161	--	--	238	--	--
Torna	--	X	--	--	--	--	893	433	535	451	23
Ü.Freze	--	--	X	--	267	--	--	--	--	--	166
Y.Freze	--	--	--	X	--	--	--	--	1748	--	--
D.Freze	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	1160
Plan.	--	--	--	--	--	X	--	--	161	--	--
D.Plan.	--	--	--	--	893	--	X	--	--	--	--
Taşla.	--	--	433	--	--	--	--	X	--	--	--
Matkap	--	689	--	--	--	--	--	--	X	--	1993
Ö.D.T.	--	--	--	--	--	--	--	--	451	X	--
Montaj	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X

Bölümler arasındaki parça hareketini gösteren, ağırlık faktörü ile düzeltilmiş "Hareket Tablosu,,.

Bunu bir diyagram üzerinde gösterelim: Şekil (3). Zira rotaların guruplandırılması ve bölümler arasındaki çift yönlü malzeme taşınması hesaplandıktan sonra, durumun göze hitabetmesi için bu diyagramın çizilmesinde yarar vardır. Bazı kaynaklar, bölüm aralarına taşıma miktarı ile orantılı çizgi çizmeyi önerirler, ancak biz her iki yönlü taşımaların toplamını tek çizgi üzerine rakam ile göstermekle yetineceğiz.

III-7. MALZEME AKIŞ YOĞUNLUĞU DİYAGRAMI VE BAŞLANGIÇ DÜZENLEME BİÇİMİ



MALZEME AKIŞ YOĞUNLUĞU DİYAGRAMI

Şekil (3)

Bu bilgiler ışığında başlangıç düzenlemenin aşağıdaki gibi olmasını düşünüyoruz.

R A L A N R O T	(2)	Ham madde B. (1)	Özel Diş.Küt.Tez. (14)
	(3)	FREZE (8)	Matkap (13)
	(4)	DIŞLİ (9)	Planya (10)
Taşlama (12)		FREZE (6)	Dik Planya (11)
Üniversal Freze (5)		YATAY (7)	Montaj (15)

1- Ham madde B.

2-3-4- Torna

5- Üniversal Freze

6-7- Yatay Freze

8-9- Dişli Freze

10- Planya

11- Dik Planya

12- Taşlama

13- Matkap

14- Özel Diş.kut.tez.

15- Montaj

### III-8.BİLGİSAYAR DESTEĞİ İLE DÜZENLEMENİN ENİYİLENMESİ

#### -MEDAT UYGULAMASI-

Bulmuş olduğumuz bu düzenleme biçiminin eniyi düzenleme biçimi olduğu garanti edilemez. Bu düzenlemenin maliyet ve yakınlık düzeyi ölçütlerinin birlikte kullanılması ile en iyi şeklini bulmaya çalışacağız. Bu, literatüre "MEDAT,, algoritması olarak geçen algoritma yardımı ile yapılacaktır. Bunun için başlangıç düzenlemenin giriş koordinatları belirlenecektir.

	14	13	10	11	15
r	1	8	9	6	7
Y	2	3	4	12	5
	X				

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15  
X 8 8 16 24 40 32 40 16 24 32 32 16 40  
Y 16 8 8 8 8 16 16 16 16 24 24 8 24 24 24

MEDAT bilgisayar programına bölümlere ilişkin giriş bilgileri 8 m x 8 m. boyutlarında alanlar olarak verilecektir. Tornalar fazla yer işgal ettiklerinden 2-3-4 nolu bölümler biçiminde gösterilmişlerdir. Benzer şekilde yatay frezeler 6-7, dişli frezeler ise 8-9 nolu bölümler olarak mütalâ edilecektir. Tornalardan diğer bölümlere olan taşıma miktarları 1/3 oranında 2-3-4 nolu bölümlerden yapılıyormuş gibi düşünülecektir. Aynı biçimde tornalara gelen malzeme de 1/3 oranında 2-3-4 nolu bölümlere taksim edilecektir. Benzer uygulama yatay frezeler ile

dişli frezeleme tezgâhları içinde yapılacaktır. Ancak gerek 2-3-4 ve gerekse 6-7 ve 8-9 nolu bölümlerin birinden diğerine yapılan taşımalar -0- kabul edilecektir.

Algoritma prensibinde bölümler eşit olarak kabul edilmektedir. Yani bölüm alanları, maliyet ve yakınlık ölçümleri için sabit olmasına karşılık tatbikatta şekil olarak değiştirilebilir.

### III-8-1. TAŞIMA VE MALİYET BİLGİLERİ

Bölüm bilgileri içersinde sözedilenler ışığında ve daha önce iş akış analizi için düzenlenen taşıma matrisi MEDAT'a uygulanabilir, biçimi ile yeniden yapılacaktır.

Bu 15x15'lik bir matris olacaktır.

Ham m.	Torna	Torna	Torna	Ü.Fr.	Y.Fr.	Y.Fr.	D.Fr.	D.Fr.	Plan.	D.Pl.	Taş.	Matb	Ö.D.T.	Mont.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	X	549	549	549	--	874	874	--	--	161	--	--	238	--	--
2	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	298	144	178	150	8
3	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	298	144	178	150	8
4	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	298	144	178	150	8
5	--	--	--	--	X	--	--	133	133	--	--	--	--	--	166
6	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	874	--	--
7	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	874	--	--
8	--	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	580
9	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	580
10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	--	161	--	--
11	--	--	--	--	--	--	446	446	--	--	X	--	--	--	--
12	--	--	--	--	433	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--
13	--	229	229	229	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	1993
14	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	451	--	X	--
15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X

Tablo III MALZEME TAŞIMA MATRİSİ

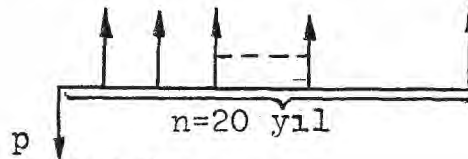
Bölüm yerlerinin belirlenmesinde MEDAT'da maliyet ağırlıklı yük matrisini kullanacağız. Bunun için önce maliyet matrisini oluşturup daha sonra taşıma matrisi ile maliyet matrislerinin çarpımından "maliyet ağırlıklı yük matrisi,, bulunacaktır. Maliyet matrisini oluşturabilmek için sözünü ettiğimiz işler için kullanılan vinçler ve forklift hakkında gerekli bilgileri toplayıp birim yükün 1 m. taşınmasının maliyetini bulacağız.

Malzeme taşınmasında kullanılan makinaların bugünkü satın alma değerleri aşağıdaki gibidir.

Taşıma aracı	Yatırım tutarı
5 Tonluk köprülü kren (cesan marka)	10.000.000 TL.
1,6 Tonluk köprülü kren (cesan marka)	4.000.000 TL.
3,5 Tonluk akülü forklift (Climax marka)	10.000.000 TL.

Bu makinaların amortismanları 20 yıl üzerinden hesaplanır. Yıllık faiz oranını ise %50 olarak kabul edebiliriz. Buna göre başlangıçta yapılan yatırımın belirli devrelerde (yilda bir) geri kazanılmasını sağlayacak miktarı hesaplamamız gerekmektedir. Bunun için kapital kurtarma faktörü kullanılır. (28)(29)

$$K.K.F = \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$



$i=0,50$  ve  $n=20$  olduğuna göre K.K.F.;

$$K.K.F = \frac{0,50(1+0,50)^{20}}{(1+0,50)^{20} - 1} = 0,5 \text{ bulunur.}$$

(28) Bülent KOBU "Üretim Yönetimi" İ.Ü.İ.İ.E.1977 S.146

(29) Mehmet SAVSAR "Üretim Sis.Analizi" A.Ü.1984 S.70

Bunun anlamı, taşıma araçlarına yapılan yatırımın %50'si her yıl (20 yıl süre ile) mâmul maliyetine yüklen-  
diğinde kendi kendini amorti etmesi demektir. Buna göre;

5 tonluk kren için : 5.000.000.Tl/yıl

1,6 " " " : 2.000.000 Tl/yıl

Forklift için : 5.000.000 Tl/yıl amortisman

payı ayrılmalıdır. Aksi takdirde bu makinaların para ya-  
tırmış olmakla zarar etmiş oluruz.

Saptanan diğer maliyet girdileri ile birlikte 5 ton-  
luk vincin çalıştırma maliyetleri:

a : aracın satınalma maliyeti : ---

b : amortisman : 5.000.000 Tl/yıl

c : bakım ve tamir mas. : 135.000 Tl/yıl

d : Enerji(4 saat/gün x15 KWx%36x  
250 gün/yıl x25 Tl/KWh) : 137.500 Tl/yıl

e : yedek parça(halat ø16,35 mt.): 105.000 Tl/yıl

f : personel(operatör) : 1.200.000 Tl/yıl

NOT: Biz burada aracın taşıma maliyetini değil de parça-  
nın taşınma maliyetini bulduğumuz için operatör  
masrafı da dahil edilmiştir.

Toplam yıllık çalıştırma maliyeti:(a+b+c+d+e+f)=

6.577.500 Tl/yıl.

Yıllık çalışma saati  $g=4 \text{ saat/gün} \times 250 \text{ gün/yıl} =$

1.000 saat/yıl

Saatlik çalıştırma maliyeti  $\frac{6.577.500}{1.000} = 6,577 \text{ Tl/saat}$

Fabrikadaki taşıma araçları çok az farklarla 1 m./sn.  
hızlarla hareket 1 mt. taşıma maliyeti şöyle bulunacaktır.

$$\frac{6.577 \text{ Tl/saat}}{3.600 \text{ san/saat}} \times 1 \text{ m/sn.} = 1,83 \text{ Tl/mt.}$$

Benzer şekilde 1,6 tonluk vinç ile forklift taşıma maliyetlerini bulalım;

	<u>1,6 t.vinç</u>	<u>Forklift</u>
a :	--	--
b::	2.000.000 Tl/yıl	5.000.000 Tl/yıl
c :	67.500 Tl/yıl	10.000 Tl/yıl
d :	80.000 Tl/yıl	316.000 Tl/yıl
e :	50.000 Tl/yıl	580.000 Tl/yıl
f :	1.200.000 Tl/yıl	1.200.000 Tl/yıl
Toplam:	3.397.500 Tl/yıl	7.106.000 Tl/yıl
Yıllık çalışma		
saati g	1.000 Tl/yıl	1.000 Tl/yıl
Saatlik çalıştırma maliyeti	3.397,5 Tl/saat	7.106 Tl/saat
Hız	1 m/s.	1 m/s.
1 m.taşıma maliyeti	0,94 Tl/mt.	1,97 Tl/mt.

Burada bir hususu gözden uzak tutmamalıdır. Bu hesaplamalarda taşıma araçlarının taşıma esnasında bazen dolu bazen boş gittikleri olacaktır. Bu durumda çekecekleri enerji farklı olur. Bunun kesin hesaplaması olanaksızdır. Bu yüzden maliyet hesaplamalarında yardımcı tesisler ile kolaylıkların masrafları da genel imalât giderleri içerisinde hesaba sokulur.

Bu bilgilerle oluşturulan maliyet matrisi tablo(IV)'de görülmektedir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	X	1,97	1,97	1,97	-	1,83	1,83	-	-	1,83	-	-	1,83	-	-
2	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	0,94	1,97	1,97	1,97
3	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	1,97	0,94	1,97	1,97	1,97
4	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	1,97	0,94	1,97	1,97	1,97
5	-	-	-	-	X	-	-	1,97	1,97	-	-	-	-	-	1,97
6	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	1,83	-	-
7	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	1,83	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	1,83
9	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	1,83
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	1,83	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	1,83	1,83	-	X	-	-	-	-
12	-	-	-	-	0,94	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
13	-	1,97	1,97	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	1,83
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	?
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

Tablo IV MALİYET MATRİSİ

Bölmeler arası taşıma maliyetleri MEDAT'da kullanım biçimi ile (birim yük.Tl/m.) olarak hesaplanmış ve matris oluşturulmuştur. Bunun oluşturulmasında iki ayrı tip köprülü kren ile bir tip forklift kullanıldığı dikkate alınmış, çok az sayıda olan el ile taşımalar ihmal edilmiştir. Bu rakamlara makina fabrikasının maaş bodroları, bakım kayıtları, elektrik enerjisi ve yedek parça faturaları incelenerek ulaşılmıştır.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	1082	1082	1082	-	1599	1599	-	-	295	-	-	436	-	-
-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	587	135	351	296	16
-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	587	135	351	296	16
-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	587	135	351	296	16
-	-	-	-	X	-	262	262	-	-	-	-	-	-	327
-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	1599	-	-
-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	1599	-	-
-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	1061
-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	1061
-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	295	-	-
-	-	-	-	-	-	-	816	816	-	X	-	-	-	-
-	-	-	-	407	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
-	451	451	451	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3647
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	825	X	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

Tablo V MALİYET AĞIRLIKLIL YÜK MATRİSİ



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	X	3	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	4	9
2		X	6	6	3	0	0	4	4	0	2	4	1	0	0
3			X	6	3	0	0	4	4	0	2	4	1	0	0
4				X	3	0	0	4	4	0	2	4	1	0	0
5					X	1	1	1	1	0	1	3	0	0	3
6						X	6	1	1	2	0	0	3	1	1
7							X	1	1	2	0	0	3	1	1
8								X	6	0	4	1	1	0	1
9									X	0	4	1	1	0	1
10										X	1	0	1	1	3
11											X	0	1	1	3
12												X	1	1	5
13													X	1	3
14														X	3
15															X

Tablo VI YAKINLIK DEĞERLERİ MATRİSİ

### III-8-2. BÖLÜMLER ARASI YAKINLIK DERECESE BİLGİLERİ

Sayfa 103 ve 104'de ki yakınlık değerleri ve bölümlerin birbirlerine göre yakınlık dereceleri gerek kendi uzun yıllar çalışmamıza dayanan deneyimlerimizden gerekse fabrika daha üst yöneticilerinin görüşleri alınarak oluşturulmuştur.

Buna göre bölümlerin yerleşim düzenlemesinin MEDAT algoritması ile yapılması için gerekli giriş bilgileri tamamlanmış bulunmaktadır. Bunlar: a) Başlangıç düzenlemesi, b) Maliyet ağırlıklı yük matrisi, c) Yakınlık değerleri matrisleridir.

Ancak MEDAT algoritmasında kullanılacak ve işletmenin önemli bir özelliğini içeren diğer bir bilgi ise yeri değiştirilemeyecek bölümlerin sayısı ve bunların artan sırada numaralarıdır.

Bu bölümler 7 adet olup numaraları 02-03-04-06-07-08-09'dur.

### III-8-3. UYGULAMANIN SONUCU

EMF'ye ilişkin dişli kutusu imâli ile ilgili yukarıdaki girdiler kullanılarak Anadolu Üniversitesi bilgi işlem merkezindeki IBM 4341 sistemine verilen MEDAT algoritmasının çıktıları çalışmanın sonunda eklidir. Bu çıktıda bütün seçenek düzenlemeleri mevcuttur. Bunların yorumlanabilmesi için yapılmış hesaplar bir tablo haline getirilerek Tablo VI'da sunulmuştur. Zira elde edilen çıktı başlangıç düzenlemeyi, süreç sonuna dek kullanılan

dolaşım yoğunluğu( $C_g$ ) ve bunlara ilişkin yakınlık değerlerini ( $Y_g$ ) düzenlemeye ilişkin koordinatları ile birlikte vermektedir. Seçenekler içerisinde en iyisini belirlemek maliyet ve yakınlık değerlerine ilişkin faydasızlıkların hesaplanması gereklidir.

Düzenleme seçeneklerine ait toplam malzeme taşıma maliyeti ve toplam yakınlık değerleri arasından, toplam taşıma maliyetine ilişkin en küçük, toplam yakınlığa ilişkin ise en büyük değerler esas alınarak, diğer değerlerin içerdikleri faydasızlıklar belirlenmiştir. Diğer taraftan malzeme taşıma yoğunluğu ile yakınlık ölçütlerine bir önem düzeyi verilerek ağırlıklandırılmıştır.  $0 \leq \alpha \leq 1$  olmak üzere yerleşim düzenlemesinin taşıma yoğunluğu yönüyle önem derecesi  $\alpha$  ise, yakınlık yönüyle  $(1-\alpha)$  olacağı açıktır. Buna göre belirlenen önem düzeyleri ile her bir düzenlemenin faydasızlığı hesaplanmıştır.

Seçenekleri değerlendirmek üzere topladığımız tablonun dördüncü sütununda ( $F.C_g$ ) taşıma maliyeti değerlerine ilişkin faydasızlıklar, en küçük taşıma maliyeti olan değer esas alınarak hesaplanmıştır. Bulunan değerler işletmenin özelliği göz önüne alınarak belirlenen taşıma maliyeti önem düzeyi ( $\alpha = 0,60$ ) ile çarpılarak 6 ncı sütun ( $\alpha . F.C_g$ ) bulunmuştur. Benzer şekilde en büyük yakınlık değeri esas alınarak yakınlık değerlerine ilişkin faydasızlıklar 7 ncı sütunda, ve  $(1-\alpha) = 0,40$  önem düzeyli faydasızlık değerleri 9 ncü sütunda toplanmıştır. 6 ve 9 ncü sütunlar toplanarak her bir seçeneğe ilişkin toplam

faydasızlık değerleri ( $F_g$ ) bulunmuş ve kk toplam değeri içeren seçenek altı çizilerek belirlenmiştir. Buna göre yedinci seçeneğin en iyi düzenleme biçimi olduğu görülmektedir. Buna göre bölümlerin birbirine göre konumları aşağıdaki gibi olması gerekmektedir.

14	13	10	11	15
1	8	9	6	7
2	3	4	12	5

Başlangıç Düzenleme

14	15	12	5	10
11	8	9	6	7
2	3	4	1	13

En iyi Düzenleme

Bu sonuç için bir duyarlılık analizi yapılmış, yapılan bir BASIC proğramı Epson HX-20 mikro bilgisayarla çalıştırılarak  $0 < \alpha < 0,96$  değerleri arasında geçerli olduğu grlmştir.

(1) Seçe- nek No	(2) Toplam taşıma maliyeti C <sub>S</sub>	(3) Toplam yakınlık Y <sub>S</sub>	(4) C <sub>enk</sub> = 293184) FC <sub>S</sub>	(5) $\alpha$	(6) 4x5 $\alpha$ FC <sub>S</sub>	(7) Y <sub>enb</sub> =65 FY <sub>S</sub>	(8) $\alpha$	(9) (1- $\alpha$ FY <sub>S</sub> )	(10) 6#9 F <sub>S</sub>
1	466992	56	0,5928	0,60	0,3557	0,1385	0,4	0,0554	0,4111
2	402192	62	0,3718	0,60	0,2231	0,0462		0,0185	0,2416
3	398416	60	0,3589	0,60	0,2153	0,0769		0,0308	0,2461
4	373648	62	0,2744		0,1646	0,0462		0,0185	0,1831
5	353360	58	0,2052		0,1231	0,1077		0,0431	0,1662
6	320664	64	0,0937		0,0562	0,0154		0,0062	0,0624
7	293496	65	0,0010		0,0006	0,0		0,0	0,0006
8	293184	63	0,0		0,0	0,0308		0,0123	0,0123

Tablo VI SEÇENEKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

## SONUÇ VE ÖNERİLER

T.Ş.F.A.Ş.Eskişehir Makina Fabrikasında üretilen bir gürup ürünün üretilmesinde kullanılan tezgâhlar gurubunun ayrı bir bölüm oluşturulmasını yada bu ürün gurubunun üretecek bir prototip fabrikanın yerleşim düzenlemesini incelediğimiz bu çalışmada sistematik yaklaşımla belirlenen bir düzenleme biçimi başlangıç alınarak, bilgisayar desteği ile eniyi düzenleme biçimi aranmıştır.

Bilindiği gibi yerleşim düzenlemesinde kullanılan algoritmalar ölçüt olarak ya niceliksel yada niteliksel değerleri almaktadırlar. Biz MEDAT kod ismi ile literatüre sunulmuş olan ve her iki ölçütün birlikte kullanıldığı algoritma yardımı ile eniyi düzenleme biçimi aramaya çalıştık. Bulduğumuz eniyi düzenleme biçimi ile başlangıç düzenlemeye göre % 37'lik bir maliyet azaltımı, ayrıca % 16 yakınlık düzeyi artımı sağlanacağı görülmüştür.

Diğer taraftan;

a) Yalnızca maliyet değerlerinin ölçüt olarak alınması halinde benimsenecek olan seçeneğe nazaran sadece %0.1'lik bir maliyet fazlalığına katlanmak durumu kabullenilmektedir.

b) Yalnızca yakınlık değeri ölçüt olarak alınması halinde ise yine aynı düzenleme biçimi benimsenmiş olacaktır.

Burada bir hususun özellikle belirtilmesinde yarar vardır. Bilgisayar desteğinde bulunan düzenleme biçiminin sağladığı avantaj miktar olarak küçük görülmektedir. Oysa yüzde olarak çok büyük bir avantaj sağlanmaktadır. Örneğimizde ele aldığımız dişli kutuları fabrika üretiminin takriben %15'ini oluşturmaktadır. Gelecekte fabrika talaşlı imalât kapasite-

tesinin tamamı dişli kutusuna dönüştürüldüğünde taşıma maliyetleri de o oranda artacaktır. Buna göre de belirlenen düzenleme biçiminin sağlayacağı yarar çok büyük rakamlara ulaşacaktır.

Ancak şunu tekrar belirtelimki bu algoritma belirlenen koşullarda eniyi düzenlemeyi vermektedir. Yakınlık değerleri birtakım fiziksel nedenlerle belirlenebildiği gibi, özellikle yönetici tutum ve davranışları ile de değişebileceği açıktır. Benzer şekilde, yeri değiştirilmeyecek bölümlerin sayı ve numaraları da gerçek nedenlerin yanında kişilere göre değişecektir. Bu nedenle bu çalışma ile benimsenen düzenleme biçimi belirlenen koşullarda eniyi düzenleme biçimidir. Öyle ise program verilerinin saptanmasında, yakınlık değerleri matrisinin oluşturulmasında oldukça titiz davranılmalı ve gerçekçi olunmalıdır.

Değerlendirmede niceliksel ve niteliksel değerlere ağırlık oluşturmak üzere  $(0 < \alpha < 1)$  değerinin tanımlanması ve benimsenen seçeneğin,  $\alpha$ 'nın hangi değerleri için eniyi çözüm olarak kaldığının belirlendiği duyarlılık çözümlemesi karar vericiye sürecinde kolaylık sağlamaktadır.

Oldukça fazla zaman harcanarak oluşturulmuş olan başlangıç düzenleme biçimine nazaran bilgisayar desteği ile daha düşük maliyetli ve üstelik aralarında daha yüksek yakınlık değerli olanları da olan yedi değişik seçenek düzenleme biçimi bulunmuştur. Bunlardan birisi de eniyi düzenleme biçimi olarak benimsenmiştir. Şüphesiz iyinin daha iyisi daima vardır.

Birtakım sezgisel yöntemlerle düzenleme konularında kararlar almayıp, konu bilimsel olarak incelenmeli ve olanaklar elverdiğince bilgisayar desteğinde çözüm aranmalıdır. Bu iş için bilgili ve deneyimli kişilerden yararlanılmalıdır. Düzenleme sorunu büyükse ve koşullar uygun ise örgüt içerisinde yerleşim düzenlemesi bölümü oluşturulmalıdır. Değilse, düzenleme sorunu devam ettiği sürece bir endüstri mühendisinden danışman olarak yararlanma yolları aranmalıdır. Bu yolla elde edilen yerleşim düzeninin, her kuruluş ya da başka bir yerleşim biçiminde de olması gerektiği gibi gürültü, toz, titreşim, iş güvenliği-işçi sağlığı gibi çalışma ve çevre koşulları açısından da ergonomik çalışmalar ile desteklenmelidir.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1- ÇINAR, Mehmet "Tesis Planlaması, Yerleşim Düzenleme Yöntemleri Ders Notları" (Teksir), Anadolu Üniversitesi End.Müh.Bölümü, Eskişehir, 1984.
- 2- ÇINAR, Mehmet "Yerleşim Düzenlemesinde Maliyet ve Yakınlık Düzeyi Ölçütlerinin Birlikte Kullanımına İlişkin Bir Algoritma-MEDAT", Anadolu Üniversitesi, No:67, Eskişehir, 1984
- 3- FIRATLI, Erdoğan "İmalât Sanayinde Fabrika İçi Yerleşim Düzenlemesi ve Eskişehir Bölgesinde Uygulamanın İncelenmesi", No:11, Eskişehir, 1983.
- 4- KARAYALÇIN, İ.İlhami "Fabrika Organizasyonu", Çağlayan Basım-evi, 2.B., İstanbul, 1984
- 5- KOBU, Bülent "Üretim Yönetimi", İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü yayını, No:67, İstanbul, 1977.
- 6- SAVSAR, Mehmet "Üretim Sistemleri Analizi", Anadolu Üniversitesi Yayını, No:59, Eskişehir, 1984
- 7- ÜSTÜN, Rıfat "Maliyet Muhasebesi", Eğitim, Sağlık ve Bil.Ar.Vak., No:12, Eskişehir, 1984
- 8- YÜLEK, İ. Ertan/  
GEZZAR, M. Rüknet "Fabrika Projesi ve Yerleşim Planı", Makina Mühendisleri Odası Yayını, No: 92, Ankara, 1975.

FILE: MEDAT FORTRAN A ANADOLU UNIVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

```
C MEDAT PROGRAMI
C SELAHATTIN AKMAN
C BIFIRME TEZI
DIMENSION P(30),D(30,30),X(30),Y(30),GRED(30),JF(30,30),TOTAL(31),
MFIX(30),CINAR(31),MC(30,30),TOPAL(31)
REAL MOST
C NN TOPLAM BÖLÜM SAYISI
C NFIX YER DEĞİSTİRİLMEMEYECİK BÖLÜM SAYISI
READ (5,300) NN,NFIX
IF (NFIX.EQ.0) GO TO 5
C DEĞİSTİRİLMEMEYECİK BÖLÜMLERİN GİRİŞ NUMARASI (ARTAN SIRADA)
READ (5,305) (MFIK(I),I=1,NFIX)
305 FORMAT(I2)
5 LL=NN-1
WRITE (6,275)
C MALİYET AĞIRLIKLI YAK MATRİSİ
DO 10 I=1,NN
READ (5,295) (JF(I,J),J=1,NN)
WRITE(6,320)(JF(I,J),J=1,NN)
10 CONTINUE
C BÖLÜMLERİN YAKINLIK DEĞERLERİ
WRITE (6,400)
400 FORMAT(1H1,30X,15HYAKINLIK DEĞERİ,///)
DO 410 I=1,NN
READ (5,405) (MC(I,J),J=1,NN)
WRITE (6,401) (MC(I,J),J=1,NN)
401 FORMAT (2X,15I4,/)
410 CONTINUE
C BÖLÜMLERİN GİRİŞ KOORDİNATLARI (X)
15 READ (5,290)(X(I),I=1,NN)
291 FORMAT (I2)
C BÖLÜMLERİN GİRİŞ KOORDİNATLARI (Y)
READ (5,290)(Y(I),I=1,NN)
READ (5,291) KNT
WRITE (6,280)
DO 20 I=1,NN
20 WRITE (6,285) I,X(I),Y(I)
25 PI=0.
C ENBÜYÜK VE ENKÜÇÜK UZAKLIKLA ALT SINIRI HESAPLA
R=0.
AL=1.E20
DO 35 I=1,LL
L=I+1
DO 35 J=L,NN
D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
IF (D(I,J).LT.R) GO TO 30
R=D(I,J)
30 IF (D(I,J).GT.AL) GO TO 35
AL=D(I,J)
35 CONTINUE
A=R-AL
WRITE (6,335) R,AL
WRITE (6,325)
C (A)DAN BÜYÜK VEYA ESİT
C OLASI TÜM GEZİLERİN TOPLAM MALİYETİNİ HESAPLA
```

FILE: MEDAT      FORTRAN A      ANADOLU UNIVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

```
40    DO 55 I=1,NN
      L=I+1
      DO 50 J=1,NN
      D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
      IF (D(I,J)-A) 50,45,45
45    QI=D(I,J)*(JF(I,J)+JF(J,I))
      PI=PI+QI
50    CONTINUE
      P(I)=PI
      PI=0.
55    CONTINUE
      IF (NFIX.EQ.0) GO TO 65
C    SABIT BOLUMLERE ILISKIN (P(I)) LARI SIFIRLA
      DO 60 KKK=1,NFIX
      IDFIX=MPFIX(KKK)
60    P(IDFIX)=0.
C    EN YUKSEK DEGERDEKI (M) BOLUMUNU BELIRLE
65    I=1
      M=1
      BIG=P(I)
      L=I+1
      DO 75 I=L,NN
      IF (BIG-P(I)) 70,75,75
70    BIG=P(I)
      M=I
75    CONTINUE
80    P(M)=.10E-28
C    IKINCI EN YUKSEK DEGERLI (N) BOLUMUNU BELIRLE
85    I=1
      N=1
      BIG=P(I)
      L=I+1
      DO 95 I=L,NN
      IF (BIG-P(I)) 90,95,95
90    BIG=P(I)
      N=I
95    CONTINUE
      IBETA=0
C    ATAMANIN TOPLAM MALIYETINI HESAPLA
100  TOTCOS=0.
      DO 105 I=1,LL
      L=I+1
      DO 105 J=L,NN
      D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
      COS=D(I,J)*(JF(I,J)+JF(J,I))
      TOTCOS=COS+TOTCOS
105  CONTINUE
      B=8.
      TOTNAR=0.
      DO 108 I=1,NN
      L=I+1
      DO 108 J=L,NN
      D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
      IF (D(I,J)-B) 103,107,103
107  D(I,J)=1
```

FILE: MEDAT FORTRAN A ANADOLU UNIVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

```
NAR=D(I,J)*(MC(I,J)+MC(J,I))
TOTNAR=NAR+TOTNAR
108 CONTINUE
TOT21=TOTCOS
TOT46=TOTNAR
DO 120 K=1,NN
IK=K
IF (IK-M) 110,120,110
C (K) ILE (M) YI DEGISTIR
110 TEMX=X(K)
X(K)=X(M)
X(M)=TEMX
TEMY=Y(K)
Y(K)=Y(M)
Y(M)=TEMY
C YENI AFAMANIN TOPLAM MALIYETINI HESAPLA
TOTCOS=0.
DO 115 I=1,LL
L=L+1
DO 115 J=L,NN
D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
COS=D(I,J)*(JF(I,J)+JF(J,I))
TOTCOS=COS+TOTCOS
115 CONTINUE
TOTENAR=0.
DO 118 I=1,NN
L=L+1
DO 118 J=L,NN
DEI,JI=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
IF (D(I,JI)-B) 119,117,118
117 DEI,JI=1
NAR=D(I,J)*(MC(I,J)+MC(J,I))
TOTENAR=NAR+TOTENAR
118 CONTINUE
C YENIDEN DEGISTIR
TEMX=X(K)
X(K)=X(M)
X(M)=TEMX
TEMY=Y(K)
Y(K)=Y(M)
Y(M)=TEMY
TOTAL(K)=TOTCOS
TOPAL(K)=TOTNAR
120 CONTINUE
TOTAL(M)=TOT21
TOPAL(M)=TOT46
WRITE (6,310) TOTAL(M)
WRITE (6,420) TOPAL(M)
WRITE(6,301)
420 FORMAT(40X,15HTOPLAM YAKINLIK=,F3.1)
DO 600 IK=1,NN
600 WRITE (6,285) IK,X(IK),Y(IK)
C K ILE (M)I2 DEGISTIRMENIN MALIYETINI HESAPLA
DO 125 I=1,NN
CRED(I)=TOT21-TOTAL(I)
```

```

125 CONTINUE
    IF (NFIX.EQ.0) GO TO 135
C   (CRED(I)) HER BIR SABIT BOLUM ICIN SIFIRLA
    DO 130 KKK=1,NFIX
        IDFIX=MFIX/KKK
130 CRED(IDFIX)=0.
135 I=1
140 IF (CRED(I)) 145,145,150
145 I=I+1
        IF (I>NN) 140,140,170
150 MUST=CRED(I)
        K=I
155 I=I+1
        IF (I>NN) 160,160,165
160 IF (MUST-CRED(I)) 150,150,155
C   ENCOK MALİYET AZALTIMI SAĞLAYAN DEĞİŞİMİ YAP
165 TEMX=X(K)
        X(K)=X(M)
        X(M)=TEMX
        TEMY=Y(K)
        Y(K)=Y(M)
        Y(M)=TEMY
        GO TO 100
170 IBETA=IBETA+1
        IF (IBETA=2) 175,180,180
175 M=N
C   AYNI İŞLEMLERİ (N) İÇİN YINELE
        GO TO 100
C   (A) Yİ HERHANGİ I, I BÖLÜM ARASINDAKİ ENKÜÇÜK UZAKLIK KADAR AZ
180 A=A-AL
C   (A) (AL) DEN KÜÇÜK OLANA KADAR YINELE
        IF (A=AL) 185,40,40
185 IK=1
        II=0
        JK=2
C   (I) VE (J) BÖLÜMLERİ ARASINDAKİ İKİLİ DEĞİŞİMİN ETKİSİNİ HESAP
190 TOTCOS=0.
        DO 195 I=1,LL
            L=I+1
            DO 195 J=L,NN
                D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
                COS=D(I,J)*(JF(I,J)+JF(J,I))
                TOTCOS=COS+TOTCOS
195 CONTINUE
        TOTNAR=0.
        DO 198 I=1,NN
            L=I+1
            DO 198 J=L,NN
                D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
                IF (D(I,J)=0) 198,197,193
197 D(I,J)=1
                NAR=D(I,J)*(MC(I,J)+MC(J,I))
                TOTNAR=NAR+TOTNAR
198 CONTINUE
        FIRST=TOTCOS

```

FILE: MEDAT FORTRAN A ANACOLU UNIVERSITESI-BIM... ESKISEHIR

```
      THIRD=TOTNAR
200  TEMX=X(IK)
      X(IK)=X(JK)
      X(JK)=TEMX
      TEMY=Y(IK)
      Y(IK)=Y(JK)
      Y(JK)=TEMY
      TOTCOS=0.
      DO 205 I=L,LL
      L=I+1
      DO 205 J=L,NN
      D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
      COS=D(I,J)*(JFE(I,J)+JFE(J,I))
      TOTCOS=COS+TOTCOS
205  CONTINUE
      TOTNAR=0.
      DO 208 I=L,NN
      L=I+1
      DO 208 J=L,NN
      D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
      IF (D(I,J)-B) 208,207,208
207  D(I,J)=1
      NAR=D(I,J)*(MCE(I,J)+MCE(J,I))
      TOTNAR=NAR+TOTNAR
208  CONTINUE
      SECOND=TOTCOS
      FOURTH=TOTNAR
      IF (NFIX.EQ.0) GO TO 215
      C   EGER (JK) VEYA (IK) SABIT ISE DEGISIMI YAPMA
      DO 210 IFQ=1,NFIX
      IF (JK.EQ.MFIX(IFQ)) GO TO 220
      IF (IK.EQ.MFIX(IFQ)) GO TO 220
210  CONTINUE
      C   EGER MALIYET AZALTIMI SAĞLANAMIYORSA DEĞİSİMİ YAPMA
215  IF (FIRST-SECOND) 220,220,225
220  TEMX=X(IK)
      X(IK)=X(JK)
      X(JK)=TEMX
      TEMY=Y(IK)
      Y(IK)=Y(JK)
      Y(JK)=TEMY
      GO TO 230
225  II=II+1
      WRITE (6,315) SECOND
      WRITE (6,425) FOURTH
230  FORMAT (40X,16HTOPLAM YAKINLIK=,F8.1)
      FIRST=SECOND
      THIRD=FOURTH
230  IF (JK>NN) 235,240,235
235  JK=JK+1
      GO TO 200
240  IF (IK=LL) 245,250,245
245  IK=IK+1
      JK=IK+1
      GO TO 200
```

FILE: MEDAT FORTRAN A ANADOLU UNIVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

```
250 IF (III) 255,255,185
255 WRITE (6,340)
    DO 260 I=1,NN
260 WRITE (6,285) (O,X(I,O),Y(I,O))
    WRITE (6,325)
    IF (KNT.EQ.-1) GO TO 265
    GO TO 15
265 WRITE (6,330)
270 STOP
275 FORMAT (1H1,3X,12HGEZI MATRISI,///)
280 FORMAT (1H1,3X,19HBASLANGIC DUZENLEME,/,10X,1H1,10X,4HX(1),10X,4HY
*(1))
285 FORMAT (9X,12,2F14.1)
290 FORMAT (15F3.0)
295 FORMAT (15I4)
300 FORMAT (2I2)
310 FORMAT (5X,9HTOPLAM(M),3X,F10.1)
315 FORMAT (10X,15HTOPLAM MALIYET=,F10.1)
320 FORMAT (2X,15I4,/)
325 FORMAT (1H1)
330 FORMAT (10X,12HEND OF DATA.)
335 FORMAT (///,6X,3HR=,F10.3,10X,3HL=,F10.3)
340 FORMAT (4X,15HNSCN DUZENLEME,/,10X,1H1,10X,4HX(1),10X,4HY(1))
405 FORMAT (15I2)
601 FORMAT(4X,16HCUZENLEME BICIMI,/,10X,1H1,10X,4HX(1),10X,4HY(1))
    END
```

1507

02030406070809

108210821082

15991599

295

436

587 135 351 296 16

587 135 351 296 16

587 135 351 296 16

262 262

327

1599

1599

1061

1061

295

816 816

407

0

0

0

3 3 3 3 3

4

6 6 3 4 4 2 4 1

6 3 4 4 2 4 1

3 4 4 2 4 1

1 1 1 1 1 3 3

6 1 1 2 3 1 1

1 1 2 3 1 1

6 4 1 1 1

4 1 1 1

1 1 1 3

1 1 3

1 1 5

1 3

3

0

8. 8. 16. 24. 40. 32. 40. 16. 24. 24. 32. 32. 16. 3. 40.

16. 8. 8. 8. 8. 16. 16. 16. 16. 24. 24. 8. 24. 24. 24.

I GEZİ MATRİSİ

|               |           |   |   |     |   |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---------------|-----------|---|---|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 0108210821082 | 015991599 | 0 | 0 | 295 | 0 | 0   | 436 | 0   | 0   |     |     |     |      |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 587 | 135 | 351 | 296 | 16  |      |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 587 | 135 | 351 | 296 | 16   |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 587 | 135 | 351 | 296 | 16   |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 262 | 262 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 327  |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1599 |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1599 |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1061 |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1061 |
| r             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 295 | 0    |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 816 | 816 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 407 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 0             | 0         | 0 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |

I YAKINLIK DEĞERİ

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 0 | 0 | 6 | 6 | 3 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 |

FILE: MEDAT SONUC A ANADOLU UNVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1 BASLANGIC DUZENLEME

| I  | X(I) | Y(I) |
|----|------|------|
| 1  | 8.0  | 16.0 |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 40.0 | 8.0  |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 24.0 | 24.0 |
| 11 | 32.0 | 24.0 |
| 12 | 32.0 | 8.0  |
| 13 | 16.0 | 24.0 |
| 14 | 8.0  | 24.0 |
| 15 | 40.0 | 24.0 |

R= 48.000 L= 8.000

TOPLAM(M) 466992.0

TOPLAM YAKINLIK= 56.0

DUZENLEME BICIMI

| I  | X(I) | Y(I) |
|----|------|------|
| 1  | 8.0  | 16.0 |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 40.0 | 8.0  |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 24.0 | 24.0 |
| 11 | 32.0 | 24.0 |
| 12 | 32.0 | 8.0  |
| 13 | 16.0 | 24.0 |
| 14 | 8.0  | 24.0 |
| 15 | 40.0 | 24.0 |

TOPLAM(M) 402192.0

TOPLAM YAKINLIK= 52.0

DUZENLEME BICIMI

| I  | X(I) | Y(I) |
|----|------|------|
| 1  | 8.0  | 16.0 |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 40.0 | 8.0  |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 24.0 | 24.0 |
| 11 | 16.0 | 24.0 |
| 12 | 32.0 | 8.0  |
| 13 | 32.0 | 24.0 |
| 14 | 8.0  | 24.0 |
| 15 | 40.0 | 24.0 |

TOPLAM(M) 398416.0

TOPLAM YAKINLIK= 60.0

DUZENLEME BICIMI

| I  | X(I) | Y(I) |
|----|------|------|
| 1  | 16.0 | 24.0 |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 40.0 | 8.0  |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 24.0 | 24.0 |
| 11 | 8.0  | 16.0 |
| 12 | 32.0 | 8.0  |
| 13 | 32.0 | 24.0 |
| 14 | 8.0  | 24.0 |
| 15 | 40.0 | 24.0 |

TOPLAM(M) 398416.0

TOPLAM YAKINLIK= 60.0

DUZENLEME BICIMI

| I  | X(I) | Y(I) |
|----|------|------|
| 1  | 16.0 | 24.0 |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 40.0 | 8.0  |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 24.0 | 24.0 |
| 11 | 8.0  | 16.0 |
| 12 | 32.0 | 8.0  |
| 13 | 32.0 | 24.0 |
| 14 | 8.0  | 24.0 |

15 40.0 24.0  
TOPLAM(M) 373648.0

TOPLAM YAKINLIK= 62.0

DUZENLEME BICIMI

| I  | X(I) | Y(I) |
|----|------|------|
| 1  | 16.0 | 24.0 |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 40.0 | 8.0  |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 40.0 | 24.0 |
| 11 | 8.0  | 16.0 |
| 12 | 32.0 | 8.0  |
| 13 | 32.0 | 24.0 |
| 14 | 8.0  | 24.0 |
| 15 | 24.0 | 24.0 |

TOPLAM(M) 353360.0

TOPLAM YAKINLIK= 58.0

DUZENLEME BICIMI

| I  | X(I) | Y(I) |
|----|------|------|
| 1  | 24.0 | 24.0 |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 40.0 | 8.0  |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 40.0 | 24.0 |
| 11 | 8.0  | 16.0 |
| 12 | 32.0 | 8.0  |
| 13 | 32.0 | 24.0 |
| 14 | 8.0  | 24.0 |
| 15 | 16.0 | 24.0 |

TOPLAM(M) 353360.0

TOPLAM YAKINLIK= 53.0

DUZENLEME BICIMI

| I  | X(I) | Y(I) |
|----|------|------|
| 1  | 24.0 | 24.0 |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 40.0 | 8.0  |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 40.0 | 24.0 |
| 11 | 8.0  | 16.0 |
| 12 | 32.0 | 8.0  |

FILE: MEDAF SONUC A ANADOLU UNIVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

|           |          |      |
|-----------|----------|------|
| 13        | 32.0     | 24.0 |
| 14        | 8.0      | 24.0 |
| 15        | 16.0     | 24.0 |
| TOPLAM(M) | 320564.0 |      |

TOPLAM YAKINLIK= 64.0

DUZENLEME BICIMI

|           |          |      |
|-----------|----------|------|
| I         | X(I)     | Y(I) |
| 1         | 32.0     | 8.0  |
| 2         | 8.0      | 8.0  |
| 3         | 16.0     | 8.0  |
| 4         | 24.0     | 8.0  |
| 5         | 40.0     | 8.0  |
| 6         | 32.0     | 16.0 |
| 7         | 40.0     | 16.0 |
| 8         | 16.0     | 16.0 |
| 9         | 24.0     | 16.0 |
| 10        | 40.0     | 24.0 |
| 11        | 8.0      | 16.0 |
| 12        | 24.0     | 24.0 |
| 13        | 32.0     | 24.0 |
| 14        | 8.0      | 24.0 |
| 15        | 16.0     | 24.0 |
| TOPLAM(M) | 320564.0 |      |

TOPLAM YAKINLIK= 64.0

DUZENLEME BICIMI

|           |          |      |
|-----------|----------|------|
| I         | X(I)     | Y(I) |
| 1         | 32.0     | 8.0  |
| 2         | 8.0      | 8.0  |
| 3         | 16.0     | 8.0  |
| 4         | 24.0     | 8.0  |
| 5         | 40.0     | 8.0  |
| 6         | 32.0     | 16.0 |
| 7         | 40.0     | 16.0 |
| 8         | 16.0     | 16.0 |
| 9         | 24.0     | 16.0 |
| 10        | 40.0     | 24.0 |
| 11        | 8.0      | 16.0 |
| 12        | 24.0     | 24.0 |
| 13        | 32.0     | 24.0 |
| 14        | 8.0      | 24.0 |
| 15        | 16.0     | 24.0 |
| TOPLAM(M) | 293496.0 |      |

TOPLAM YAKINLIK= 65.0

DUZENLEME BICIMI

|    |      |      |
|----|------|------|
| I  | X(I) | Y(I) |
| 1  | 32.0 | 3.0  |
| 2  | 3.0  | 3.0  |
| 3  | 16.0 | 3.0  |
| 4  | 24.0 | 3.0  |
| 5  | 32.0 | 24.0 |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 40.0 | 24.0 |

FILE: MEDAT SONUC A ANADOLU UNIVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

|           |          |      |
|-----------|----------|------|
| 11        | 8.0      | 16.0 |
| 12        | 24.0     | 24.0 |
| 13        | 40.0     | 8.0  |
| 14        | 8.0      | 24.0 |
| 15        | 16.0     | 24.0 |
| TOPLAM(M) | 293496.0 |      |

TOPLAM YAKINLIK= 65.0

DUZENLEME BICIMI

|           |          |      |
|-----------|----------|------|
| I         | X(I)     | Y(I) |
| 1         | 32.0     | 8.0  |
| 2         | 8.0      | 8.0  |
| 3         | 16.0     | 8.0  |
| 4         | 24.0     | 8.0  |
| 5         | 32.0     | 24.0 |
| 6         | 32.0     | 16.0 |
| 7         | 40.0     | 16.0 |
| 8         | 16.0     | 16.0 |
| 9         | 24.0     | 16.0 |
| 10        | 40.0     | 24.0 |
| 11        | 8.0      | 16.0 |
| 12        | 24.0     | 24.0 |
| 13        | 40.0     | 8.0  |
| 14        | 8.0      | 24.0 |
| 15        | 16.0     | 24.0 |
| TOPLAM(M) | 293496.0 |      |

TOPLAM YAKINLIK= 65.0

DUZENLEME BICIMI

|           |          |      |
|-----------|----------|------|
| I         | X(I)     | Y(I) |
| 1         | 32.0     | 8.0  |
| 2         | 8.0      | 8.0  |
| 3         | 16.0     | 8.0  |
| 4         | 24.0     | 8.0  |
| 5         | 32.0     | 24.0 |
| 6         | 32.0     | 16.0 |
| 7         | 40.0     | 16.0 |
| 8         | 16.0     | 16.0 |
| 9         | 24.0     | 16.0 |
| 10        | 40.0     | 24.0 |
| 11        | 8.0      | 16.0 |
| 12        | 24.0     | 24.0 |
| 13        | 40.0     | 8.0  |
| 14        | 8.0      | 24.0 |
| 15        | 16.0     | 24.0 |
| TOPLAM(M) | 293496.0 |      |

TOPLAM YAKINLIK= 65.0

DUZENLEME BICIMI

|   |      |      |
|---|------|------|
| I | X(I) | Y(I) |
| 1 | 32.0 | 8.0  |
| 2 | 8.0  | 8.0  |
| 3 | 16.0 | 8.0  |
| 4 | 24.0 | 8.0  |
| 5 | 32.0 | 24.0 |
| 6 | 32.0 | 16.0 |
| 7 | 40.0 | 16.0 |
| 8 | 16.0 | 16.0 |

FILE: HEDAT SONUC A ANADOLU UNIVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

|                  |                 |      |
|------------------|-----------------|------|
| 9                | 24.0            | 16.0 |
| 10               | 40.0            | 24.0 |
| 11               | 8.0             | 16.0 |
| 12               | 24.0            | 24.0 |
| 13               | 40.0            | 8.0  |
| 14               | 8.0             | 24.0 |
| 15               | 16.0            | 24.0 |
| <b>TOPLAM(M)</b> | <b>293496.0</b> |      |

TOPLAM YAKINLIK= 65.0

DUZENLEME BICIMI

|                  |                 |      |
|------------------|-----------------|------|
| I                | X(I)            | Y(I) |
| 1                | 32.0            | 8.0  |
| 2                | 8.0             | 8.0  |
| 3                | 16.0            | 8.0  |
| 4                | 24.0            | 8.0  |
| 5                | 32.0            | 24.0 |
| 6                | 32.0            | 16.0 |
| 7                | 40.0            | 16.0 |
| 8                | 16.0            | 16.0 |
| 9                | 24.0            | 16.0 |
| 10               | 40.0            | 24.0 |
| I                | 11              | 8.0  |
| 12               | 24.0            | 24.0 |
| 13               | 40.0            | 8.0  |
| 14               | 8.0             | 24.0 |
| 15               | 16.0            | 24.0 |
| <b>TOPLAM(M)</b> | <b>293496.0</b> |      |

TOPLAM YAKINLIK= 65.0

DUZENLEME BICIMI

|                  |                 |      |
|------------------|-----------------|------|
| I                | X(I)            | Y(I) |
| 1                | 32.0            | 8.0  |
| 2                | 8.0             | 8.0  |
| 3                | 16.0            | 8.0  |
| 4                | 24.0            | 8.0  |
| 5                | 32.0            | 24.0 |
| 6                | 32.0            | 16.0 |
| 7                | 40.0            | 16.0 |
| 8                | 16.0            | 16.0 |
| 9                | 24.0            | 16.0 |
| 10               | 40.0            | 24.0 |
| 11               | 8.0             | 16.0 |
| 12               | 24.0            | 24.0 |
| 13               | 40.0            | 8.0  |
| 14               | 8.0             | 24.0 |
| 15               | 16.0            | 24.0 |
| <b>TOPLAM(M)</b> | <b>293496.0</b> |      |

TOPLAM YAKINLIK= 65.0

DUZENLEME BICIMI

|   |      |      |
|---|------|------|
| I | X(I) | Y(I) |
| 1 | 32.0 | 8.0  |
| 2 | 8.0  | 8.0  |
| 3 | 16.0 | 8.0  |
| 4 | 24.0 | 8.0  |
| 5 | 32.0 | 24.0 |
| 6 | 32.0 | 16.0 |

FILE: MEDAT SONUC A ANADOLU UNIVERSITESI-BIM...ESKISEHIR

|    |      |      |
|----|------|------|
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 40.0 | 24.0 |
| 11 | 8.0  | 16.0 |
| 12 | 24.0 | 24.0 |
| 13 | 40.0 | 8.0  |
| 14 | 8.0  | 24.0 |
| 15 | 16.0 | 24.0 |

TOPLAM MALIYET= 293184.0

TOPLAM YAKINLIK= 63.0

ENSON DUZENLEME

|    | X(1) | Y(1) |
|----|------|------|
| 1  | 32.0 | 8.0  |
| 2  | 8.0  | 8.0  |
| 3  | 16.0 | 8.0  |
| 4  | 24.0 | 8.0  |
| 5  | 32.0 | 24.0 |
| 6  | 32.0 | 16.0 |
| 7  | 40.0 | 16.0 |
| 8  | 16.0 | 16.0 |
| 9  | 24.0 | 16.0 |
| 10 | 40.0 | 24.0 |
| 11 | 8.0  | 16.0 |
| 12 | 16.0 | 24.0 |
| 13 | 40.0 | 8.0  |
| 14 | 8.0  | 24.0 |
| 15 | 24.0 | 24.0 |

END OF DATA.