

T.C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR ÜRETİM BİRİMİNDE SÜREÇ ANALİZİ SONUCU
YERLEŞİM DÜZENLEMESİ VE YENİ SÜREÇ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Yard.Doç.Dr. Nihat YÜZÜGÜLLÜ

Mümtaz ERDEM

ESKİŞEHİR - 1986

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|----------------|--------------|
| | |
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |

BÖLÜM I

İŞ ETÜDÜ VE YERLEŞİM DÜZENLEMESİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

| | |
|---|----|
| 1. İŞ ETÜDÜNÜN TARİHSEL GELİŞİMİ | 4 |
| 2. İŞ ETÜDÜ HAKKINDA GENEL BİLGİLER | 5 |
| 2.1. İş Etüdü Teknikleri | 6 |
| 2.2. İş Etüdünde Temel Aşamalar | 7 |
| 2.2.1. Metod Etüdü Kavram, Tanım ve Amaçları | 7 |
| 2.2.2. Metod Mühendisliği ve Metod Etüdünün Temel Öğeleri | 10 |
| 2.2.3. Metod Mühendisliği Açısından Üretim Faaliyetleri Önemi | 11 |
| 2.2.4. İş Ölçümü Kavram ve Teknikleri ... | 12 |
| 2.2.5. Süreç Analizi Tanım, Kullanılan Semboller | 15 |
| 2.3. İş Etüdü ve Fiziki Tesisler | 17 |
| 2.4. İş Etüdü ve İşgören | 18 |
| 2.5. Hareket Ekonomisi İlkeleri | 19 |
| 2.6. Türkiye'de ve E.L.M.S.'de İş Etüdü Uygulamaları | 20 |

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 3. YERLEŞİM DÜZENLEMESİ, TANIM, KAPSAM, AMAÇ, UYGULAMA NEDENLERİ | 22 |
| 3.1. Yerleşim Düzenlemesi Amaçları | 23 |
| 3.2. Tezgah Yerleştirmede Göz Önünde Bulundurulacak Faktörler | 24 |
| 4. İŞYERİ DÜZENLEMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER ... | 26 |

BÖLÜM II

LOKOMOTİFİN BİR ALT SİSTEMİ OLAN BUATA - GRESS İMALAT SÜRECİNİN ANALİZİ

| | |
|--|----|
| 1. ÜRETİM GERÇEKLEŞTİRİLEN LOKOMOTİFİN VE ANALİZ KONUSU ALT SİSTEMİN GENEL TANIMI, GENEL SÜREÇ ANALİZİ, AMAÇ, KAPSAM | 30 |
| 1.1. Genel İş Akışı ve İşlemlerin Tamamı | 38 |
| 1.1.1. Gövde İmalatı | 38 |
| 1.1.2. Diğer Parçalar İmalatı | 41 |
| 1.2. Genel Süreç Analizi İçin Önemli Noktalar. | 43 |
| 2. MEKANİK İŞLEMLERİN YAPILDIĞI FABRİKA - ATELYE- LERİNDE DURUM | 44 |
| 2.1. Lokomotif Fabrikası Boyahanesinde Durum.. | 45 |
| 2.2. Kalın Saç Atelyesinde Durum | 46 |
| 2.3. Küçük Tezgah Atelyesinde Durum | 46 |
| 2.3.1. Metod Mühendisliği ile İnceleme .. | 46 |
| 2.3.2. İşlem Sürelerinin Belirlenmesi, Duyarlı Gözlem Sayılarının Bulunması | 48 |
| 2.4. Lokomotif Fabrikası Büyük Tezgah Atelye- sinde Durum | 57 |
| 3. MEVCUT SİSTEMDE GÖZLENEN AKSAKLIKLAR | 63 |
| 3.1. Taşıma Yönünden | 63 |

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 3.2. Süreç Yönünden | 64 |
| 3.3. İşlem Süreleri Yönünden | 67 |
| 3.4. Çalışma Yeri Koşulları Yönünden | 68 |

BÖLÜM III

BUATA - GRESS İMALATI İÇİN BİR SÜREÇ TASARIMI

| | |
|---|----|
| 1. E.L.M.S.'DE İŞ YERİ DÜZENLEMESİNİN GEREKLİLİĞİ | 70 |
| 2. TEZGAH YERLEŞTİRME SİSTEMATIĞI İÇİN GEREKLİ BİLGİLER | 72 |
| 2.1. Atelye Binası | 73 |
| 2.2. Buata - Gress Gövdesi İçin Tezgahlar ve Sayıları Tespiti | 74 |
| 2.3. Çalışma Koşullarını İyileştirici Teçhizat ve Taşıma Araçları | 77 |
| 3. TEZGAH YERLEŞTİRMEDE YAKINLIK VE MALİYET UN-SURLARINI İÇEREN BİR ALGORİTMA : MEDAT | 78 |
| 3.1. "MEDAT" Algoritması ve Varsayımlar | 78 |
| 3.2. "MEDAT" Bilgisayar Programı Girdileri ... | 79 |
| 4. "MEDAT" İLE YERLEŞİM DÜZENLEMESİ İÇİN UYGULAMA | 79 |
| 4.1. Üretime İlişkin Bilgiler | 79 |
| 4.2. Taşıma, Maliyet ve Bölümlerarası Yakınlık Dereceleri Bilgileri | 79 |
| 5. ÖNERİLEN YENİ YERLEŞİM DÜZENLEMESİ, SÜREÇ VE DEĞERLENDİRİLMESİ | 85 |
| 5.1. Buata - Gress İçin Yeni Yerleşim Düzenlemesi | 85 |
| 5.2. Süreç Önerisi..... | 86 |

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 5.3. Yeni Yerleşim ve Sürecin Değerlendiril- | |
| mesi | 86 |
| 5.3.1. Yeni Sistemin Maliyeti | 88 |
| 5.3.2. Sağlanan Tasarruflar | 90 |
| SONUÇ VE ÖNERİLER | 94 |
| YARARLANILAN KAYNAKLAR | 96 |
| EKLER | 99 |

ÖZET

Ekonominin kıt kaynaklarından olan sermaye ve emeğin koşulların elverdiğince değerlendirilebilmesi amacıyla ele alınan bu çalışmada, E.L.M.S. (Eskişehir Lokomotif ve Motor Sanayii Müessesesi)'de imalatı yapılmakta olan anahat ve manevra lokomotiflerinin bir alt sisteminin imal süreci analiz edilerek daha iyi bir fabrika yerleşimi ve imalat süreci geliştirilmeye çalışılmıştır. Endüstri Mühendisliğinin temel araçlarından İş Etüdü uygulamasıyla mevcut sürecin analizi yapılarak, elde edilen bilgiler yardımıyla yeni yerleşim düzenlemesi için MEDAT algoritması uygulanmıştır. Önerilen yerleşim için üretim süreci tasarlanarak, bunları uygulamanın E.L.M.S.'ye ve yurt ekonomisine sağlayacağı yararlar tartışılmıştır.

ABSTRACT

The capital and labor that are scarce resources of economy should be used effectively as much as possible. For this purpose, the manufacturing process of a subsystem of the locomotives which are manufactured in E.L.M.S., were analysed and proposed the new facilities location. For the proposed location the new manufacturing process was developed. As a result, some contributions to the E.L.M.S. and the economy were discussed.

SUNUŞ

Üretim yapılan bir işletmede temel hedeflerden birisi tasarlanan ürünlerin imalatını gerçekleştirmektir. Bu işin yüksek verimlilik ve düşük maliyetle gerçekleşmesi büyük önem taşır. Bu nedenle de işletmenin örgütlenmesi ve tüm fonksiyonların işleyişi yüksek verimliliği ve düşük maliyetleri sağlayacak biçimde bir hedefe yönelmelidir.

Bir üretim biriminde (Fabrika, atelye, vb.) verimliliği arttırıcı ve maliyetleri düşürücü araçlardan birisi Endüstri Mühendisliği (EM) ilgi alanlarından iş etüdü ve etkin bir yerleşim düzenlemesi (Tesis planlaması)dır. Bu konuya ilişkin çalışmalarda temel olarak mevcut sistemin ayrıntılı analizi (etüdü), malzeme akımları, personel, taşıma araçları ve her türlü birimin yerleştirilmesi konu edilir.

Yukarıda kısaca genel anlamda temel hedefi ve konusu belirtilen çalışmalarda başarıya ulaşabilmek herşeyden önce sistemin bütünlük olarak ele alınmasına bağlıdır.

Bu düşünceden hareketle "Bir üretim biriminde süreç analizi ve yerleşim düzenlemesi, E.L.M.S.'de Diesel elektrik anahat lokomotifleri buata-gress alt sistemi için bir uygulama" konulu yüksek lisans tezi E.L.M.S.'de uygulanabilecek nitelikte hazırlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, söz konusu sorunun analizinde ve çözümünde yararlanılacak iş etüdü ve tesis planlaması kavram ve tekniklerinden kısaca söz edilmiştir.

İkinci bölümde, mevcut sistemin analizi için derlenen veriler, sistemin analizi, süreç-akım şemaları, işçi-makina şemaları, iş akışı şemaları ve iş eleştirme şemaları düzenlenerek gerçekleştirilmiştir.(1) Ayrıca tezgahlardaki çalışmalar üzerinde gerekli ölçümler yapılarak işlem süreleri belirlenmiştir.

Üçüncü bölümde; Analiz sonucu gözlenen aksaklıkların giderilmesi için yeni bir sistem tasarımı önerilerek sürece göre yerleşim düzenlemesi yapılmıştır. Ek olarak yeni sürecin maliyet ve faydaları belirlenerek, uygulanabilirliği tartışılmıştır.

(1) İş eleştirme şeması : (Job Evaluation Chart) İngilterede "Work Study" isimli bir seminerde sunulmuş ve ondan sonra kabul görmüştür, konferans, International Labour Service tarafından düzenlenmiştir, 1966.

BÖLÜM I

İŞ ETÜDÜ VE YERLEŞİM DÜZENLEMESİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bir işin birim başına daha az masraf ile, daha kısa zamanda ve daha kolay yapılabilmesini sağlamak amacı ile bütün faaliyetlerin sistematik incelenmesi iş etüdü olarak tanımlanabilir.(2) Diğer bir tanıma göre; işgücü, makina, malzeme ve teçhizattan en yüksek verimlilik düzeyinde yararlanmak ve insan yapısına en uygun çalışma şeklini belirlemek amacı ile, işin yeni metodunu geliştirmek ve geliştirilen metodun standart süresini hesaplamak", olarak çeşitli tanımlar içinden seçilebilir.(3)

(2) International Labour Office, Introduction to Work Study, London, 1966, s. 49.

(3) Tanyaş. M., İ.T.Ü., İşletme Fakültesi, "Endüstri Mühendisliğinin İlkeleri", Bilimsel ve Teknik Yayınlar, İstanbul, 1985, s. 11.

1. İŞ ETÜDÜNÜN TARİHSEL GELİŞİMİ

İş etüdü çalışmaları, M. Poronnet'in ¹⁷⁹⁰1970 yılında çelik pim imalatının süresini belirlenmesi ile ilk kez biçimsel olarak başlamıştır.(4) 1830 yıllarında Charles Babage sanayide yöntemini, belirli prensiplere dayandığını göstermek üzere bazı iş ölçümleri yapmıştır.

Robert Owen (1771-1859) yönetimde insan faktörünün önemini belirtmiştir. Asıl gelişme A.B.D.'de olmuştur. Pazar'ın çok büyük bir gelişme göstermesi talebi artırmıştır. Bu talebi karşılayabilmek için özel tezgahlar ve seri imalat uygulanmasına rağmen işgücü verimliliğini arttırma zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

İş etüdünün asıl öncüsü Frederick Taylor'dur.(1856 1915) TAYLOR bilimsel yönetimin de kurucusudur. Öne sürdüğü ilkeleri her zaman kabul görmüş ve görmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır.(5)

i. Ekonomide son amaç topluma mal ve hizmet üretmektir. Bu amaç işveren veya işçinin ve diğer çıkar gruplarının amaçlarından önce gelmelidir.

ii. İnsanlar ancak işin amacı üzerinde anlaşabilmişlerse etkili ve verimli olarak işbirliği yapabilirler.

iii. Örgütlenmiş bir iş birliğinde bazı şahısların yetkilerinin daha fazla olacağı doğaldır.

Frank Gilberth (1868-1928) hareket ekonomisi konusundaki çalışma ve başarıları ile iş etüdünde Taylor'dan sonra en önemli adımları atmıştır. Hareket etüdü prensip ve teknikleri gelişmiştir.(6)

(4) MPM Yayınları, İş Etüdü, No. 29, Ankara, 1974, s.164.

(5) Ayrıntılı bilgi için bkz., Salih Kaya Sağın-"İş Etüdü seminer notları", Eskişehir, 1970, s.47.

(6) R.N. BARNES, Motion and Time Study, John Wiley and Sons Pub., 1957.

Charles Bedoux 1911'den sonra iş ölçümü konusuna modern işlevini kazandırmış ve "performans oranlaması" (tempo) kavramını geliştirmiştir. Başlangıçtan günümüze iş etüdü özellikle A.B.D.'de geniş uygulama alanı bulmuş ve gelişmesini sürdürmüş, Endüstri mühendisliği (EM) ortaya çıkınca da, modern yöntem ve kavramlarla uygulama alanları genişlemiştir. Bunun yanısıra uygulayıcılar da çoğalmıştır.(7)

İşetüdü Avrupa'da, A.B.D.'ye göre başlangıçta daha yavaş yayılmasına karşın 2. Dünya savaşından sonra hızla gelişerek geniş uygulama alanları bulmuş ve Batı Avrupanın bugün erişmiş bulunduğu hayat standardının sağlanmasında önemli rol oynamıştır.

2. İŞ ETÜDÜ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

İş etüdü, insan çalışmasını bütün ilişkilerini de göz önüne alarak işleyen ve bu durumu etkileyen bütün etmenleri gelişme olanağı yaratabilmek amacı ile sistematik bir şekilde araştırmaya yönelen bir teknik olup özellikle metod etüdü ve iş ölçümü teknikleri ile kullanılan genel bir kavramdır.

İş etüdü, mevcut kaynaklardan fazla sermaye yatırımı yapmaksızın en yüksek oranda yararlanılmasını sağlayabilir. Bu da verimlilik ile olan yakın ilişkisini gösterir.

Üretim birimlerinde işlemlerin incelenmesi, düzeltilmesi yeni çalışmalar değildir. Pek çok yönetici önemli düzenlemeler yaparak verimliliği artırmayı başarabilmişlerdir. Ancak bu inceleme ve düzenlemeler belli bir sistematik içerisinde yapılamamıştır. İş etüdünün önemi de burada ortaya çıkmaktadır. İş etüdünün önemi ve yararlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

(7) R.M. CURRIE, Work Study, Isaac Pitman and Sons, London, 1964, s.62-63.

- a) İşlemleri yeniden inceleyip, düzenleyerek bir üretim biriminin verimliliğini arttırır. Bu yöntem normal olarak tesisat ve donatım için çok az yatırım gerektirir.
- b) İşleme ilgili bütün etmenleri göz önüne alır.
- c) Elde edilen tasarruflar gözle görülür.
- d) Üretim planlamasının gerektirdiği performans standartlarının konmasını sağlayan en iyi yöntemdir.
- e) Üretim yapılan her yerde kullanılabilir.
- f) Karar vericinin elinde etkin bir inceleme ve değerlendirme aracıdır.

İş etüdü uzmanı, işgöreni ele alırken iyi bir yaklaşımda bulunmazsa öncelikle işgörenlere ve sonra da yönetime ters düşer. Genellikle Türkiye'deki durum da budur. Etüd uzmanına karşı bir ön yargı mevcuttur. İşgören işinden olabileceği endişesini taşımaktadır. Uygun bir anlatımla işgören'e etüdün yararlarını ve özellikle kendisine çalışma koşulları yönünden getirilecek rahatlığı anlatmak gereklidir.

2.1. İş Etüdü Teknikleri

İş etüdü, metod etüdü ve iş ölçümü olarak iki bölümde ele alınmaktadır. Bu kesimde gerekli tanımları yapılarak, izleyen kesimlerde de kısaca genyöntemleri üzerinde durulacaktır.

Metod etüdü, daha kolay, daha etkin yöntemlerin geliştirilmesi uygulanması, maliyetin düşürülmesi amacı ile bir işin yapılışındaki mevcut ve önerilen yolların sistematik olarak kaydedilmesi eleştirilmesi ve incelenmesidir.(8)

İş ölçümü ise, belli bir işin nitelikli bir işçi tarafından belirlenen bir performans (çalışma hızı) dü-

(8) Daha ayrıntılı bilgi için bkz., İş Etüdü, MPM Yayınları No. 29, Ankara, 1974, s.75-80.

zeyinde yapılabilmesi için gerekli sürenin saptanmasına yarayan bir dizi tekniklerin uygulanmasıdır.(9)

Şekil - 1'de iş etüdü tekniği ve ilişkileri isimli şemada bu ilişkiler açıklanmıştır.

2.2. İş Etüdünde Temel Aşamalar

İş etüdü sistematığında izlenmesi gereken bir genyöntem vardır. Bu genyöntem aşağıdaki şekildedir.

- a) Etüdü yapılacak işin seçimi
- b) En uygun kayıt tekniğini kullanarak her olayın kaydedilmesi
- c) Kaydedilen olayların incelenmesi
- d) Bütün çevre koşullarını hesaba katarak ekonomik yöntem geliştirilmesi
- e) İşin gerektirdiği standart sürenin bulunması
- f) Yeni yöntemin tanımlanması ve buna ilişkin sürelerin belirlenmesi
- g) işgörenlerin eğitimi.

2.2.1. Metod Etüdü Kavram, Tanım ve Amaçları

Metod etüdü, Endüstri mühendisliği yaklaşımı içinde izlenecek genyöntem aşağıdaki gibi olmalıdır.

1. Problemin belirlenmesi
2. İlgili bilgilerin toplanması
3. Toplanan bilgilerin derlenip analiz edilmesi
4. Alternatif çözümlerin geliştirilmesi
5. Karar
6. Uygulamaya geçiş
7. Düzeltici kararlar alınması

Metod etüdü çalışmasında yukarıdaki çerçeveye uyulması kaydı ile yer alan faaliyetler ise şunlardır:

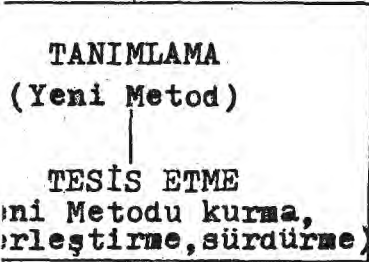
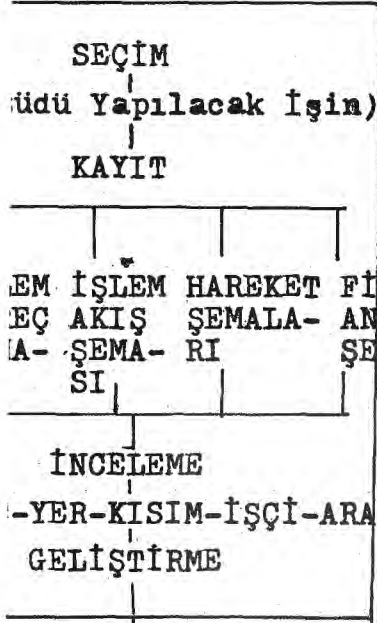
(9) Ayrıntılı bilgi için bkz:; LOWEY, S.M.-MAYNARD, H.P.-STEGEMERTEN, Time and Motion Study, 1975, McGraw Hill Co. s.262-268.

İŞ
ETÜDÜ

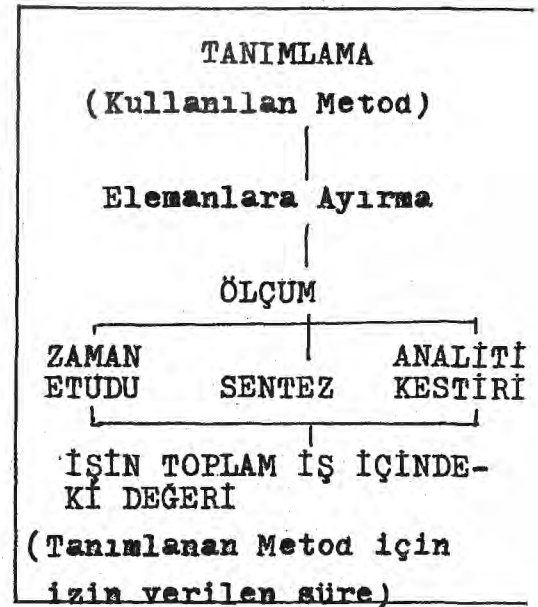
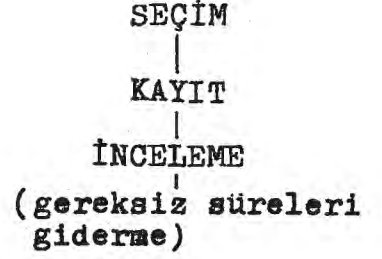
8

METOD
ETÜDÜ

İŞ
ÖLÇÜMÜ



Tesis düzenleme,
işyeri teşah yerleşme,
teçhizat tasarımı
Taha iyi çevre şartları



Üretim planlama ve kontrolü,
etkin insangücü kullanımı,
emniyetli ve etkili işçi performansı.

YÜKSEK
VERİMLİLİK

Şekil - 1. Metod Etüdü ve İş Ölçümü İlişkileri(10)
(10) İLŞ. a.g.k. s.42

1. Üzerinde metod etüdü yapılacak işin seçiminde,
 a) işin ömrü ve yinelenebilir olma özelliği
 b) makina ve insan güçlerinin kullanım oranları
 c) işin toplam maliyete katkısı
 d) aksaklık belirtilerinin derecelerinin belirlenmesi.

2. İşin özelliklerini belirleyecek aşağıdaki bilgiler derlenmelidir.

a) Mevcut işlemler tespit edilmelidir. Bu amaçla işlemlerin listesi hazırlandıktan sonra süreç, işçi-makina, gerekli ise, sağ-sol el diyagramları hazırlanır.

b) Mamulun özelliklerine ilişkin olarak kullanılacak malzemeler kapasite spesifikasyonları, toleransları tespit edilir.

c) Kullanılan takım ve teçhizatın çalışma hızı, kapasite ve maliyeti, bakım, ömür, v.b. özellikleri bulunur.

d) İşgücüne ilişkin özellikler tespit edilir.

e) İşyeri çalışma koşulları ile ilgili bilgiler toplanır.

3. İşin ayrıntılarının incelenmesi, iş etüdü ve ergonomi kavramı ve teknikleri kullanılır. Bu nedenle:

a) Ne yapılıyor?

b) Neden yapılıyor?

c) Nerede yapılıyor?

d) Kim yapıyor?

e) Ne zaman yapılıyor?

f) Nasıl yapılıyor?

sorularına yanıtlar aranır. Yukarıda açıklanan temel soruları, her kademede tekrarlamak ve yeterli yanıtlar aramak metod etüdünün önemli bir aşamasıdır. (11)

4. Yeni Metod geliştirilmesi:

İşin elemanları ayrı ayrı incelenerek, geliştirme çareleri belirlenir. Sonra bunlar yeniden tüm olarak ele alınır. Burada gereksiz hareketlerin giderilmesi, birleştirme, basitleştirme olanakları araştırılır.

5. Seçilen Yeni Metodun uygulamasına geçiş:

Karar vericilere tanıtma ve onay alma aşamasıdır.

6. Uygulamanın İzlenmesi ve Kontrolü:

Bu amaçla gerekli düzeltmeler yapılmalıdır. Çünkü yeni metodun ilk uygulamaları sırasında görünmeyen bazı aksaklıklar çıkabilir. Bu nedenle uygulama bir süre izlenerek ortaya çıkan aksaklıklar belirlenir, gerekli düzeltmeler yapılır.

2.2.2. Metod Mühendisliği ve Metod Etüdünün Temel Öğeleri:

Herhangi bir işin daha verimli yapılabilmesini temin için insan ve makina arasındaki ilişkilerin göz önüne alınması gereklidir. Metod etüdüne katkısı olabilecek faktörler arasında birbirlerini etkileyici ilişkiler bulunduğundan bunların tümünü beraberce göz önüne almak kaçınılmazdır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir.

a) İşlemin amacı : Bir mamulun oluşmasında uygulanan işlemler dizisinin, bir kısmını kesinlikle gerekli, fakat diğerlerinin ise sadece çeşitli hataları gidermeye yaradığına değinilmişti. Gereksiz işlemleri ortadan kaldırmak için başvurulacak en etkili yöntem her işlem için "üretim için gerekli mi?" veya "Bu işlemin amacı nedir?" sorusuna cevap aramaktır.

b) İş parçasının tasarımı : Bir mamulün tasarımını teknolojik olanaklar ve yöntemlerin yanısıra metod etüdü açısından incelenir. Mamulün tasarımını; *tasarımında!*

i) Kullanılan parça sayısının azaltılıp, azaltılamayacağı,

ii) Taşıma uzaklıklarının ve işlem sayılarının azaltılması,

iii) Daha uygun ve maliyeti düşük malzeme kullanılabilirliği.

iv) Gereksiz tolerans spesifikasyonlarının kaldırılması konularına dikkat edilmelidir.

c) Toleranslar, kalite göstergeleri: Toleransların bir ürün tasarımındaki önemi büyüktür. Sıkı toleranslar ve kalite öğeleri işlem sürelerini arttırır, ancak gereklidir. Metod mühendisi, toleransların gerçekte ne olmaları gerektiğini inceleyerek Metod Mühendisliğine iletir.

d) Malzeme : Malzemenin toplam maliyet içindeki payı büyüktür. Bu amaçla

i) Aynı işi görecektir daha ucuz malzeme kullanımı

ii) İşlenmesi daha kolay malzeme kullanımı

iii) Malzemenin şekil verme sonucu atılan kısımlarının azaltılması, metod mühendisinin görevleridir.

e) İmalat süreci : Mamulun son şeklini alıncaya kadar geçirdiği işlemler tek tek incelenerek basitleştirme olanakları aranır.

i) Üretim hattının sadece bir kısmında verim artışının tıkanıklık ve gecikmelere yol açmamasını

ii) Bir işlem üzerinde yapılacak değişikliğin diğer işlemler üzerinde etkiler yapmaması, sağlanmalı

iii) El ile yapılan işlemleri ucuz ve basit düzenekler kullanarak gidermek

iv) Takım ve teçhizatı daha verimli kullanmaya çalışmak veya mevcutları daha ekonomik olanlarla değiştirmek

v) Yeni kolaylıklarla iş basitleştirme olanakları aramak.

2.2.3. Metod Mühendisliği Açısından Üretim Faaliyetlerinin Önemi

Metod mühendisliği, "birim mamul maliyetini düşürmek amacı ile üretim faaliyetlerinin sistematik araştırılması" olarak kasaca tanımlanırsa, metod geliştirmede üretim faaliyetleri, süreç, işlem ve eleman şeklinde ele

alınarak incelenebilir. Burada "süreç" olarak bir mamulun kullanılabilir veya diğer bir parçaya monte edilebilir (bitmiş) hale getirilişi veya "montajın tamamlanması" anlaşılır. Genel anlamda hammadde veya aramamullerin fiziksel durumlarında bir değişiklik ile ilişkili faaliyetlerdir. Eleman ise; bir işlemin ayrıntılı analiz amacı ile seçilen başlangıcı ile bitişi açıkça belirlenen daha küçük ve anlamlı parçalara bölünme olanağı olmayan faaliyetlerdir.(12)

Metod mühendisliği işlemlere, fayda, ve uygulama nedenleri açısından bakar. Bunun için işlemleri şöyle gruplandırmak mümkündür:

- i) Mamulun üretilmesi için kesinlikle gerekenler.
- ii) Mamulun tasarımında ve özelliklerinde yapılan hatalar nedeni ile uygulananlar.
- iii) Üretim faaliyetlerindeki hatalar nedeni ile ortaya çıkanlar.
- iv) İşçinin bilgisizliği veya yeteneksizliği ile ortaya çıkanlar.

Bunları giderme veya enaza indirmek için yapılacak araştırma geliştirme çalışmaları ise şöyle sıralanabilir.

- a) Mamul geliştirme ve diğer analizler (İş analizleri)
- b) Standardizasyon ve uzmanlaştırma
- c) Pazar araştırmaları
- d) Malzeme ve stok kontrol etkinliği
- e) Metod etüdü
- f) İş ölçümleri.

2.2.4. İş Ölçümü Kavram ve Teknikleri

İş ölçümü, işlemin, belirli çalışma koşulları altında ve belirli yöntemlerle yeteri kadar eğitim görmüş,

(12) Ayrıntılı bilgi için bkz.: KOBU, B., Üretim Yönetimi, İstanbul, 1983, s.343.

bilgi ve yeteneğe sahip bir işgören tarafından bir işgünü boyunca aşırı yorgunluk yaratmayacak çalışma-hızı ve koşulları ile yapılması için geçen sürenin tespiti amacı ile uygulanan teknikler dizisidir.(13)

Bu sürenin içinde işçinin kişisel gereksinimleri, beklenmeyen gecikmeler, yorulma için toleranslar da vardır. Standart süreye temel olacak, normal sürenin hesaplanmasında kullanılan teknikler şunlardır.(14)

- a) Doğrudan ölçme
- b) Faaliyet örnekleme
- c) Standart bilgilerin sentezi
- d) Analitik kestirimler
- e) Elemanter hareket standartları

Bunlar içerisinde en fazla tanınan ve uygulanan, işlemleri belirli kurallar çerçevesinde izleyerek, kronometre ile ölçmeye çalışan, doğrudan ölçme tekniğidir. Diğer yöntemler bazı işletmelerde kronometreye göre daha avantajlı olabilir.

Doğrudan ölçme tekniğinde, kronometre, kayıt tablası ve bazı durumlarda film çekim makinası kullanılır. İzlenen yol aşağıda görülmektedir.(15)

- i) Ölçümleme yapılacak işin seçimi.
- ii) İş istasyonu ve işgörenin seçimi.
- iii) İşlem, iş istasyonu ve işçi ile ilgili bilgilerin derlenmesi
- iv) İşlemin kronometraj açısından duyarlı elemanlara ayrılması

(13) NADLER, G., Motion and Time Study, McGraw Hill Co., Newyork, 1959, s.101.

(14) Ayrıntılı bilgi için bkz: MORROW, R.L., Motion Economy and Work Measurement , Ronald-Press Co., s.112.

(15) Ayrıntılı bilgi için bkz: KOBU, B., Üretim Yönetimi , İstanbul, 1983, s.342.

- v) Gözlemlerin yapılarak, kayıt edilmesi
- vi) İstenilen gözlem duyarlılığını sağlamak için duyarlı gözlem sayısı bulunması
- vii) Performans oranının belirlenmesi
- viii) Toleransların belirlenmesi
- ix) Standart sürenin bulunması

Bu işlemlerde üzerinde dikkatle durulması gereken en önemli noktalardan birisi performans oranının belirlenmesidir. Zaman etüdünde yargının en fazla ağırlık taşıdığı aşamadır. Bu yüzde (%) ile ifade edilen bir sayıdan ibarettir. "R" ile sembolleştirilmiştir. Çeşitli yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Genellikle "Westinghouse" yöntemi ile bulunur.(16) Bu yöntemde;

| | |
|---------------------------|-------|
| iyi yetenek | 0,06 |
| üstün çaba | 0,12 |
| kötü çevre şartları | -0,07 |
| Tutarlılık | 0,01 |

şeklinde ağırlık verilmiştir. Bu değerlerin toplam performans oranı "1"'e eklenir.

Toleranslar, kişisel toleranslar ve yorulma toleransları olarak verilmiştir. Çalışma koşullarına göre ve işin ağırlık durumlarına bağlı olarak saptanmıştır. Koşullara uygun ağırlıklar alınarak standart sürenin bulunmasında kullanılır. Bunlarla ilgili bilgiler ve işgören yorulmasına neden olan faktörler ve bunların toleransları son EK - 6 olarak verilmiştir.(17)

Ölçülemeler yapıldıktan, performans oranı takdir edildikten ve toleranslar hesaplandıktan sonra standart

-
- (16) IRESON and GRANT, Handbook of Industrial Engineering, and Management, Englewood Cliffs, New Jersey, 1963. s.231.
 - (17) Ayrıntılı bilgi için bkz: KOBU, B., Üretim Yönetimi, İstanbul, 1983, s.384.
 - (18) Ayrıntılı bilgi için bkz: KOBU, B., s.387-390.

sürenin hesabına geçilir.

Bu hesaplama; 0.5 0.5
 Standart süre = $\frac{NS}{R} + \frac{NS}{R} \times \alpha$ (1)

ifadesiyle yapılır.(18) Bu ifadede;

SS : standart süre

R : performans oranı (Tempo)

NS : normal süre

α : toleranslar

Bu hesaplamalardan sonra, yapılan gözlem sayısının yeterli olup olmadığı araştırılmalıdır. Bu amaçla; duyarlı gözlem sayısı % 95 güven sınırı, % 5 duyarlık ile ve aşağıdaki varsayımlar altında (2) no'lu formülle bulunur. Bu varsayımlar;

i) $\bar{X} = \bar{X}'$

ii) \bar{X} 'ler normal dağılmaktadır.

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \sum X_i - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots \dots \dots (2)$$

Bu formülde; X_i : Söz konusu elemanın i. gözlemlenilen süresi

\bar{X}

\bar{X} : Örnek grubu gözlemlerinin ortalaması

N : Halen yapılmış olan gözlem sayısı

N' : İstenilen duyarlık ve güven sınırı içinde tahmin yapmayı sağlayacak gözlem sayısıdır.(19)

2.2.5. Süreç Analizi Tanım ve Kullanılan Semboller


Bir üretim biriminde, imalat sürecinin, kısmen iş etüdü teknikleri, grafik ve sembollerinin kullanılarak analizi "süreç analizi" olarak adlandırılmıştır.

(18) Ayrıntılı bilgi için bkz:; KOBU, B., Üretim Yönetimi, İstanbul, 1983, s.387-390.

(19) Ayrıntılı bilgi için bkz:; KOBU, B., s.380-384.

Süreç analizinde, mevcut süreç ayrıntıları ile ortaya konulur. Metod etüdü ve iş ölçümlenmeleri yapılarak gerekli şemalar düzenlenir.

Konu ile ilgili semboller Şema - 1'de verilmiştir.

| ASME(*) Sembolu | ANLAM | AÇIKLAMALAR |
|---|----------|---|
|  | İŞLEM | Bir tezgahta, iş istasyonunda üretimin fiziksel şeklinin insan gücü veya makina ile değiştirilmesi. |
|  | TAŞIMA | Bulunduğu yerden bir başka yere taşıma (mamul veya yarı-mamul) |
|  | GEÇİKME | Bir sonraki işleme geçmek için bekleme |
|  | DEPOLAMA | Mamulun bir yerde bekletilmesi (Nihai mamul de olabilir) |
|  | KONTROL | Mamulun herhangi bir iş istasyonda kontrolü(muayenesi) |

Şema - 1. Süreç Analizinde Kullanılan Semboller

(*) American Society of Mechanical Engineers

2.3. İş Etüdü ve Fiziki Tesisler

İnsan, makina ve malzeme ve malzeme bileşiminin oluşturduğu üretim tesisi bir sistemdir. Sistem kavramından bir üretim birimi olayı da bu anlaşılabilir. Ancak sistemde iyi veya kötü bir şekilde tanımlanmış bütün karmaşık ilişkileri ve bu ilişkiler sonucu, bir takım etkilerini gösteren bütün göstergeler mevcuttur.

Bütünleşik sistem, malzeme girdileri, mamul üretimi, imalat işlemleri, malzeme iletimi, depolama gibi fabrika hizmetleri şeklinde küçük alt sistemlere bölünebilir. Tüm bunlar; üretim biriminin faaliyetleri için gerekli karar verme sistemleri ile uyumlu ve bütünleşik olmalıdır. Bu da önemli derecede işin Endüstri mühendisliği yanındır. İş etüdü de üretim biriminde gerekli karar verme organlarına doğru ve tam bilgileri anında ulaştırabilecek Endüstri mühendisliği çalışma alanıdır.

Fiziki tesislerin endüstriyel bir kuruluştaki görevleri inkar edilemez. Fiziki tesis kavramı "üretimin bizzat gerçekleştirildiği tesis olarak açıklanabilir. (20) Bu aşamada fiziki tesislerin durumunun (binalar, yerleşim durumu, tezgahlar, kolaylıklar, ısıtma, havalandırma) sistemin verimliliğine kritik bir şekilde etki edeceğini göz ardı etmemek gerekir. Çünkü bu konu diğer sistemlerin açık-seçik bir şekilde değerlendirilmesini ve tasarlanmasını güçleştirecektir. Ayrıca fiziki tesislerin kurulduklarından sonra sürengelikleri (devamlılık) vardır. Şekil - 2'de bir sistemin gereksindiği fonksiyonlar şematize edilmiştir.

(20) MPM Yayınları, Fabrika yerinin seçimi ve yerleştirme düzeni, MPM Ends. Şubesi, 1984, s.35-36.



Şekil - 2. Bir Sistemin Gerekşindiği Fonksiyonlar.

2.4. İş Etüdü ve İşören

İş etüdünün yönetim ile işörenler arasındaki ilişkileri gerginleştirdiği hemen her devirde inkar edilemeyecek bir gerçektir. İşören de zaten yönetimin yaptığı şeylere karşı sürekli "aceba?" kuşkusunu vardır. Diğer yandan, eğer işörenler yönetimin samimiyeti ve yeterliliğine güvenleri var ise hemen her teknik gelişme kabul edilecek ve başarı sağlayacaktır.

Aslında gereği gibi yapılan bir etüd endüstriyel anlamda ilişkileri düzenleme eğilimindedir. Bunun böyle olması için çeşitli nedenler vardır:

a) İşörenle yakın ilişkide bulunarak, işini ve sorunlarını tartışma gibi diyalogda bulunabilen üst veya orta kademe yönetici ilgi çekecektir.

b) İş etüdü uzmanının yaklaşımı da önemlidir. Çünkü atelyeye "işin öğrenimini görmüş, ustabaşından (iş konularında) daha bilgili, herkeşle iyi geçinen, ustabaşılar gibi sert olmayan yeni bir kişi gelmiştir" gözü ile bakılmaktadır.

c) İş etüdü iyi uygulandığı takdirde işgörenler ve onların temsilcileri ne olup bittiğini öğrenebilecekler ve böylece bir güven ortamı oluşabilecektir.

d) İş etüdü, iş akışı ve malzeme temini düzenler. İşgörenin iyi ortamlarda çalışmalarını temin eder. İyi ilişkiler böyle başlayabilir.

1 e) İş etüdü uzmanı işini ^{yürütürken} ~~yaşarken~~, işi, etütçünün işin hüner veya süreç yönüne değil, daha çok, alırken, taşırken, koyarken v.b. meydana gelebilecek hareket israflarına yok etmeye yaradığını açıkça belirlemlidir. Böylece işgören işin gerçekten yetenek isteyen bölümüne daha fazla zaman ayırması sağlanır.

2.5. Hareket Ekonomisi İlkeleri

Bir metod geliştirirken, işgörenin gerekli yerlerde, uygun uyarıları alarak, mümkün olan en kısa sürede en kolay şekilde çalışmasının sağlanmasına dikkat edilmelidir.(21) Bu amaçla geliştirilen ilkeler:

a) İnsan vücuduna ilişkin olanlar

1. İki el aynı anda başlayıp, aynı zamanda bitirmeli
2. İki el dinlenme hariç boş kalmamalı (aynı anda)
3. Kolların hareketi simetrik ve eşit yönlü olmalı
4. Momentumdan yararlanmalı
5. Ani ve sert hareketler yapılmamalı
6. Çalışma yeri işçinin, çok az göz hareketini gerektirmeli
7. Uyumlu hareketler olmalı
8. Serbest hareketler tercih edilmeli (sınırlı olanlar değil).

b) İşyerine ilişkin

1. Bütün araç ve malzemeler için sabit yerler seçilmeli

(21) BARNES, a.g.k., Motion and Time Study , s.212.

2. Araçlar, gereçler, malzemeler önceden uygun yerlere konulmalıdır
3. Eğimli taşımadan yararlanmalı
4. Malzemeler, araçlar, en iyi hareket sırasını sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.
5. Yer çekimli kutulardan yararlanmalı
6. Uygun ışıklandırma, işe göre oturduğu sağlıklı tip ve yükseklikte sandalye,
7. Araçlar, malzemeler ve kontrol aletleri işçinin en geniş çalışma alanı içine yerleştirilmeli ve işçiye yakın olması sağlanmalı
8. İşyeri rengi işin rengi ile zıt renk olmalı böylece göz yorgunluğu engellenmektedir.(22)

c) Araç - Donatı'ya İlişkin

1. İşin bir mengene veya ayakta çalışabilen bir araçla tutturabileceği hallerde ellerin tutma işinden kurtulması gerekir.
2. Olanacağı varsa iki veya daha fazla araç birleşerek kullanılmalıdır
3. Parmaklara işleri eşit olarak dağıtmalı, yüklemeli,
4. Tornavida, anahtar, manivela gibi araçların sapları en iyi şekilde kavranabilecek şekilde yapılmalıdır.
5. Levyeler, araç kolları ve kolla çevrilen volanlar işçinin bunları vücudunun durumunu çok az değiştirerek ve mekanik avantajlardan yararlanabileceği bir biçimde yerleştirilmelidir.

2.6. Türkiye'de ve ELMS'de İş Etüdü

İş Etüdü çalışmalarının Türkiye'de başlama zamanı 2. dünya savaşı bitimine rastlar. Batı Avrupadaki çalışmalar an etkilenecek ve yine sanayiide atılan adımlara bağlı olarak gelişmesini sürdürmüştür.

İş Etüdünü ülkemizde ilk kez uygulayan kuruluş

T.C.D.D. yani Devlet Demiryolları olmuştur.

1950-51 yıllarından başlayarak, Amerikalı uzmanlarla birlikte "Üretim Mühendisliği" adı altında açılan kurs ve yapılan çalışmalar başlangıçta atelye ve fabrikalarda 1953 yılından sonrada Cer ve Hareket Servislerinde uygulanmıştır.(23)

Özel kesimde iş etüdü çalışmalarını yeterli olduğunu, hatta var olduğu kesinlikle şüphelidir. Ülkemizdeki irili ufaklı özel, sektör kuruluşları talebin çok, rekabetin olmadığı ortamlarda; açıkça "yaptığını sattığı" dönemlerde böyle bir çalışmaya gerek görmemişlerdir. Ancak günümüzde serbest piyasa ekonomisi ve rekabet ortamı; azami tasarruflar gerektirmektedir. Bu nedenle de İş Etüdü Çalışmaları zamanla gelişme eğilimindedir.

E.L.M.S.'de iş Etüdü çalışmaları 1960'lı yıllarda "İstihsal başmühendisliği" adı altında kurulan başmühendislikle başlamaktadır. İşin sistematığının uygulanmasına rağmen üretimde "daha iyiyi bulma" girişimleri olumlu olarak sonuçlanmış, ancak daha çok o zaman için istihsal başmühendisliği görevini yürüten kişinin yöneticilik ve iş kabiliyetine bırakılmıştır.

İzleyen yıllarda E.L.M.S. yeni Lisanslarla Lokomotif üretimine başladığında teknolojisini almış olduğu ülkenin etüt konusundaki çalışmalarını da izlemiş ve "İş etüdü başmühendisliği" altında bir grup oluşturulmuştur.

Grup ilk olarak orjinalleri Fransız olan iş emirlerini müessesesi şartlarına uyarlama başarısını göstermiş, daha sonra da değişen teknolojiye ayak uydurabilmiştir.(Şimdi de asıl görevi Metod etüdü ve iş ölçümleri yaparak iş emirlerini düzenlemektir.)

Ancak iş emirleri uzun yıllar önce yapılan gözlem ve etüdlere dayanmaktadır, müesseseye devamlı yeni tezgahlar gelmekte, kolaylıklar yapılmakta, yaptırılmakta-

(23) SAGIN, S.K., İş Etüdü Notları, s.39.

dır. Aynı iş tabiidir ki yeni süreler ve yeni yöntemlerle yapılacaktır. Bu nedenle etüdüler gereklidir. (yeni)

Tüm bunlara rağmen E.L.M.S.'de iş etüdü çalışmaları vardır ve yapılmaktadır.

3. YERLEŞİM DÜZENLEMESİ TANIM, KAPSAM, AMAÇ ve UYGULAMA NEDENLERİ

Bir fabrikada (atelyede v.s.) yerleştirme düzeninden doğan bozuklukların, yetersizliklerin bazı belirtileri olur. Ancak problemin açıkça ortaya konulması ile çözüm aramada kolaylaşacaktır. Bunun için de birtakım belirtileri olduğunca tanımak ve değerlendirmek gerekir. İşte bu amaçla, izlenen bölümde tüm detayları ile ortaya konulan mevcut sistem, daha ilerki kesimlerde de "yerleşim düzenlemesi sistematiği" adı altında açıklanacak olan bölümlerde de belirtileceği gibi aksaklık dereceleri nedeni ile yerleşim düzenlemesi gerekliliğini kaçınılmaz kılmıştır.

Yerleşim düzenlemesi ; Bir atelyede (fabrika v.s) ortaya çıkan aksaklıkların derecelerine bağlı olarak yapılan, mevcut tezgahlar a veya yeni tezgahlar alarak (yatırımla) en iyi yerleştirmeyi amaçlayan düzenlemedir. (24) Yerleştirme düzeninden doğan aksaklıkların belirtileri şöyle sıralanabilir.(25)

1. Malzeme, parça ve yarı mamullerin gereksiz yerlerde yığılması
2. İş akışının, malzeme izlemede getirdiği zorluklar
3. İşçinin çalışma ortamından, bedensel ve zihni yorgunluk şikayetleri
4. Üretim periyodunun gereksiz uzaması, siparişlerin

(24) MOORE, R., Plant Layout and Design , McMillan Publishing Co. Inc., New York, 1970, s.49-53.

(25) KOBU, B., Üretim Yönetimi , İstanbul, 1984, s.84-88.

5. Gereksiz taşıma işleri ve yoğunluğu
6. İş akışında tıkanmalar, gecikmeler, parça beklemeler, tezgahların boş durması veya aşırı yüklenmesi
7. Fabrika alanında bir karışıklığın göze çarpması
8. Fabrika alanından tam yararlanamama

Bir atelyenin yerleştirme düzeni bir sistem olarak fiziksel yapıyı oluşturan unsurlardan biridir. Ancak işletme tesis, tezgah ve faaliyetlerin yer aldığı konumlar her türlü maliyetleri doğrudan etkiler. Bir üretim biriminin fiziksel tesis ve faaliyetlerinin yerleştirme biçiminden etkilendiği noktalar kısaca şöyle izah edilebilir.(26)

1. Üretim bölümleri arasındaki uzaklıklar
2. Alan veya hacimden istifade oranı
3. Malzeme ve insan hareketleri, taşıma uzaklığı veya taşınan toplam ağırlık, taşıma maliyetleri
4. Taşımayı yapan araç ve gereçler
5. Üretim periyodu uzunluğu
6. İşçinin genel çalışma verimi
7. Tezgahlardan yararlanma oranı.

3.1. Yerleşim Düzenlemesinin Amaçları

Yerleşim düzenlemesinde ana amaç; "Tüm hareketlerin enküçüklenmesi" dir.(27) Bununla birlikte aşağıdaki amaçların da gerçekleştirilmesinde yarar vardır:

(26) ÇINAR, M., Tesis Planlaması Ders Notları, Eskişehir, 1984, s.15.

KOBU, B., Üretim Yönetimi, İstanbul, 1983, s.88.

(27) SAĞIN, S.K., "Prodüktivitenin Artırılması ve Geliştirilmesi", Eskişehir, 1970, s.70

- A. Tezgah, araç ve gereçler herşeyden evvel mantığa uygun basit bir düzen içinde yerleştirilmelidir.
- B. Malzeme ve insan hareketleri basit, az ve kolay kontrol edilebilir olmalıdır.
- C. Yardımcı tesisler mantığa uygun, ihtiyacı karşılayacak yerlerde bulunmalıdır.
- D. Esnek bir yerleşim düzeni olmalıdır.
- E. Üretim faaliyetlerinin ve yardımcı hizmetlerin ihtiyacı olanlara dengeli biçimde dağıtılmalıdır.

Bu amaçların hepsini aynı anda gerçekleştirmek çok güçtür. Bunlardan biri eniyi şekilde gerçekleştirilmek istenirse, diğerlerinden fedakarlık yapmak gerekir. Dolayısı ile en uygun yerleşim çeşitli yan amaçların uygun derecelerde karışımını veren en uygun çözüm olmalıdır.

3.2. Tezgah Yerleştirmede Göz Önünde Bulundurulacak Faktörler

Tezgah yerleştirmede çeşitli faktörlerin göz-önüne alınması gerekir. İzleyen paragraflarda bu faktörler ve açıklamaları yer almaktadır.

a) El Emeği

Yerleştirme o şekilde yapılmalıdır ki; el emeği ihtiyacı en az olsun, ve belirli bir işi yapmak üzere istihdam edilen insan gücü zamanının büyük bir kısmını bu işte kullanabilsin. El emeğinden yüksek verimlilik sağlamaya erişmek için aşağıdaki tedbirler alınmalıdır.

- i. Genel yerleştirmede üretim süresi en küçüklenmeli ve işçinin yanılmasını önleyecek şekilde yapılmalıdır.
- ii. Tek tezgah ya da tezgah gruplarını kullanıcıları zaman kaybetmelerini önleyecek şekilde yapılmalıdır.
- iii. Malzeme akış ve iletimini düzenlenmelidir.
- iv. Aynı işi yapan işçiler aynı kolaylıkları kullanabilmeleri için bir araya toplanmalıdır.
- v. Sosyal tesislerin yerleşimine önem vermeli, örneğin uzak bir W.C. zaman kaybına neden o-

labilir.

b) Çalışma Alanları

İşyeri düzenlemesi yapılırken, belli amaçlara tahsis edilen alanlar yeterince geniş olmalı, çalışma yerleri arasındaki geçitler insan ve teçhizatın tam emniyette ve üretime engel teşkil etmeyecek şekilde ve hareketleri rahatlıkla yapabilecek genişlikte tutulmaları gerekir.

c) Makinalar

Tezgahlar çok pahalı teçhizatlardır. Bunun için en yüksek verimlilikte kullanılmalıdır. Tezgahlar aralarındaki parça taşıma işleri en kısa zamanda yapılacak şekilde yerleştirilmelidir.

Bu amaçla,

- i. Operatör tezgaha kolaylıkla erişebilmelidir.
- ii. Bakım personeli tezgaha kolaylıkla erişebilmelidir.
- iii. Değişik şekillerde yapılan taşıma işleri ikinci bir malzeme taşımaya gerek kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

d) Malzeme Taşıma Yoğunluğu

Yerleştirme planı malzemenin taşındığı uzaklıklar ve yaptığı taşımaları en az olacak şekilde yapılmalıdır. Böylece;

- i. Çeşitli malzemeye bağlanmış olan sermaye ve dolayısı ile genel harcamalarda (faiz v.s.) azalmalar olacaktır.
- ii. Üzerinde fiilen işlem yapılmayan malzemenin kapladığı yer azaltılacaktır.
- iii. Genel imalat süresi kısaltılacaktır.
- iv. Malzeme israfı azaltılacaktır.

e) Mamülün Kalitesi

Yerleştirme planının, mamülün kalitesi ve iskaratlar üzerine büyük etkisi olabilmektedir.

Gürültülü, tozlu, işli ve titreşim doğuran işlemler diğer personele ve işlemlere en az etki yapacak şekilde

yerleştirilmelidir.

Öte yandan kalite kontrol noktaları olanaklar el-
verdiğince, işin bizzat yapıldığı yerlere konulmalıdır.
Böylece gereksiz taşımalarda önlenebilecektir.

f) Emniyet ve Çalışma Koşulları

Bir yerleştirme etüdündeki emniyet ve çalışma ko-
şulları önemli faktörleridir.(28) Çalışanları gereksiz
tehlikelere maruz bırakan bir yerleştirme planı kötü bir
plandır. Seyyar ve sabit hertürlü tehlikeli teçhizatın
yerleştirilmesine özel önem verilmelidir. Çalışma koşul-
ları çoğu zaman aydınlatma, ısıtma,havalandırmaile genel
dekorasyon ve mobilyalara gereken önem verilmek sureti
ile düzenlenebilir.

g) İşyerinde Esneklik

Yerleştirme problemindeki en son faktör iş yeri
esnekliğinin sağlanmasıdır. Sistem ve malzemelerin teknik
geliştikçe değişmesi kaçınılmazdır. Bu gelişmelerden fay-
dalanabilmek için yerleşme planlarını engel teşkil etme-
yecek şekilde yeteri kadar esnek olması gereklidir.

4. İŞYERİ DÜZENLEMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Bu kesimde yöntemleri ve kullanılan yerlerini
tanımak amacıyla "işyeri düzenleme yöntemleri" hakkında
kısaca bilgiler verilecektir.

Frederik Taylor ile hareket ve zaman etüdü öncülüğün-
de, işlem-süreç çizelgeleri gibi sistematik yaklaşımlar,
yerleşim düzenlemesi sorunların çözümünde de kullanılmaya
başlamıştır. Diğer yandan "Model" ya da "Maket" adı ve-
rilen ölçekler ile yerleşim düzenlemesi seçenekleri oluş-
turmak,bilinen en eski yöntemlerdendir. Seçenekleri gör-
sel açıdan değerlendiren bu yöntemlerde de amaç hareket
ögesinin azaltılmasına yöneliktir.(29)

(28) ILS, Introduction to Work Study, London, 1966.

(29) REED, R., Plant Layout, Factors, Principles and
Techniques , Homewood, 1961, s.8-10.

YERLEŞİM DÜZENLEMESİ YÖNTEMLERİ

GELENEKSEL

- Sargı Yöntemi (Spiral)
- İp Yöntemi (String.)
- İşlem-Süreç Çizelgesi
- İki ya da üç Boyutlu Maketler
- İşlem-sıra Çözümlemesi
- Sistematik işyeri Düzenleme Yaklaşımı

MATEMATİKSEL

ÇÖZÜMSSEL (analitik)

- NOY
- WIMMERT
- Oyun-Atama

BİLGİSAYARA

DAYALI

- NİTELİKSEL
- NİCELİKSEL
- NİTEL-
- NİCEL

- Gezi Çizelgeleri - CORELAP

REL Charts

- ALDEP
- CRAFT
- H-63
- HC-66
- COL
- FRAT
- ÇOFAD-F, LSP

Esas olarak analitik yöntemlerin geliştirilmesi II. Dünya Savaşı sonlarına rastlar. Disiplinlerarası ekip ve bütünleşik bir yaklaşımla: bilimsel yöntemi izliyerek karmaşık sorunlarının umit verici sonuçları sergilemesi, yerleşim düzenlemesi sorununun da aynı yaklaşımla ele alınmasını sağlamıştır.

Önceleri grafik ve şematik çözümlemelere dayalı şebeke (network) çözümlemesi, işlem-sıra çözümlemesi, gezi çizelgeleri gibi yöntemler kullanılmaya başlanmıştır.

Yerleşim düzenlemesinde taşıma-maliyet ilişkisinin kareli atama modeli olarak verilmesi soruna değişik algoritmalar ile yaklaşım yöntemlerinin geliştirilmesi sonucunu doğurmuştur.(30)

Kullanılan teknikler aşağıdaki şemada da görüldüğü gibi geleneksel (traditional) ve matematiksel olarak ayrılmıştır. Matematiksel olanlar ise çözümsel ve bilgisayara dayalı algoritmik yöntemler olarak verilmiştir.

Geleneksel yöntemlerde bir karşılaştırma ölçütü vardır.(ip, çizelgeler gibi). II. Dünya Savaşı öncelerinden beri kullanılmaktadırlar. Genellikle bir sınama-yanılma yöntemleridir. Küçük sayıda yerleştirmelerde sık kullanılır. Büyük sayıdaki yerleştirmelerde ise maketler ve çizelgeler kullanılır.

Matematiksel yöntemlerden analitik olanları, genellikle elle yapılabilecek sayıdaki tezgah yerleştirmelerde kullanılır (6 tezgahtan az). Momentler ise gezi çizelgeleri ile ilgilidir. Bilgisayara dayalı olan yöntemler 6 tezgahtan daha çok yerleştirmelerde güvenle kullanılabilir. Niteliksel yöntemler momentlerin enbüyüklenmesine yönelikken, nicelik yöntemler momentlerini enküçüklenmesine yöneliktirler. Nicel-Nitel olarak bilinen ve kullanılan bir yöntemde, yakınlık ve maliyet düzeylerini beraberce değerlendirildiği MEDAT yöntemidir. Çalış-

(30) ÇINAR, M., Yerleşim düzenlemesi donatları, Eskişehir, 1984, s.19-20.

mada yakınlık ve maliyet düzeyleri beraberce incelendiğinden MEDAT kullanılmıştır. Daha ayrıntılı açıklamalar III. bölümde verilmiştir.

BÖLÜM II

LOKOMOTİFİN BİR ALT SİSTEMİ OLAN BUATA-GRESS İMALAT SÜRECİNİN ANALİZİ

1. ÜRETİMİ GERÇEKLEŞTİRİLEN LOKOMOTİFİN VE ANALİZ KONUSU ALT SİSTEMİN GENEL TANIMI, GENEL SÜREÇ ANALİZİ, AMAÇ VE KAPSAMI

T.C.D.D.'na bağlı bir örgüt olan Eskişehir Lokomotif ve Motor Sanayii Müessesinde (E.L.M.S.) Diesel Elektrik anahat Lokomotifleri, vagon, vinç, makas v.b. demiryolu araç-gereçleri üretilmektedir. İmalatın en önemli kısmını Lokomotif üretimi oluşturmaktadır. D.E. 24.000 kodu ile anılan Lokomotifler Fransız Lisansı ile (know-how) 1968'den bu yana artan yerli yapım oranları ile üretilmektedir.(31) Bugün ise % 85 yerli yapım oranı ile üretimlerine devam edilmektedir. Lokomotiflerin yapımı yılda 50 adet olarak programlanmıştır. Ancak bu hedefe ulaşmayı tehdit eden bazı darbogazlar vardır. Bu darbogazların en önemlisi (Motor aksamı ve ithal par-

(31) D.E.24.000, Diesel ve Elektrik kelimelerinin baş harfleri olup ilk 4 rakam(24.000) Lokomotifin beygir-gücü(HP) olarak gücünü göstermektedir.

çaların zamanında temini dışında) "Tekerlek takımı ile Lokomotif arasındaki bağlantıyı sağlamakla görevli". Lokomotifin önemli bir alt sistemi olan buata-gress (dingil yatak kutusu)tir. Stokların yetersizliği, uzun işlemler, piyasadan kısa sürede temininin güçlüğü yeni imalat ve onarımın birlikte gerçekleştirilmesi, gibi nedenlerle söz konusu alt sistem gerektiği şekilde ve zamanda temin edilememektedir.

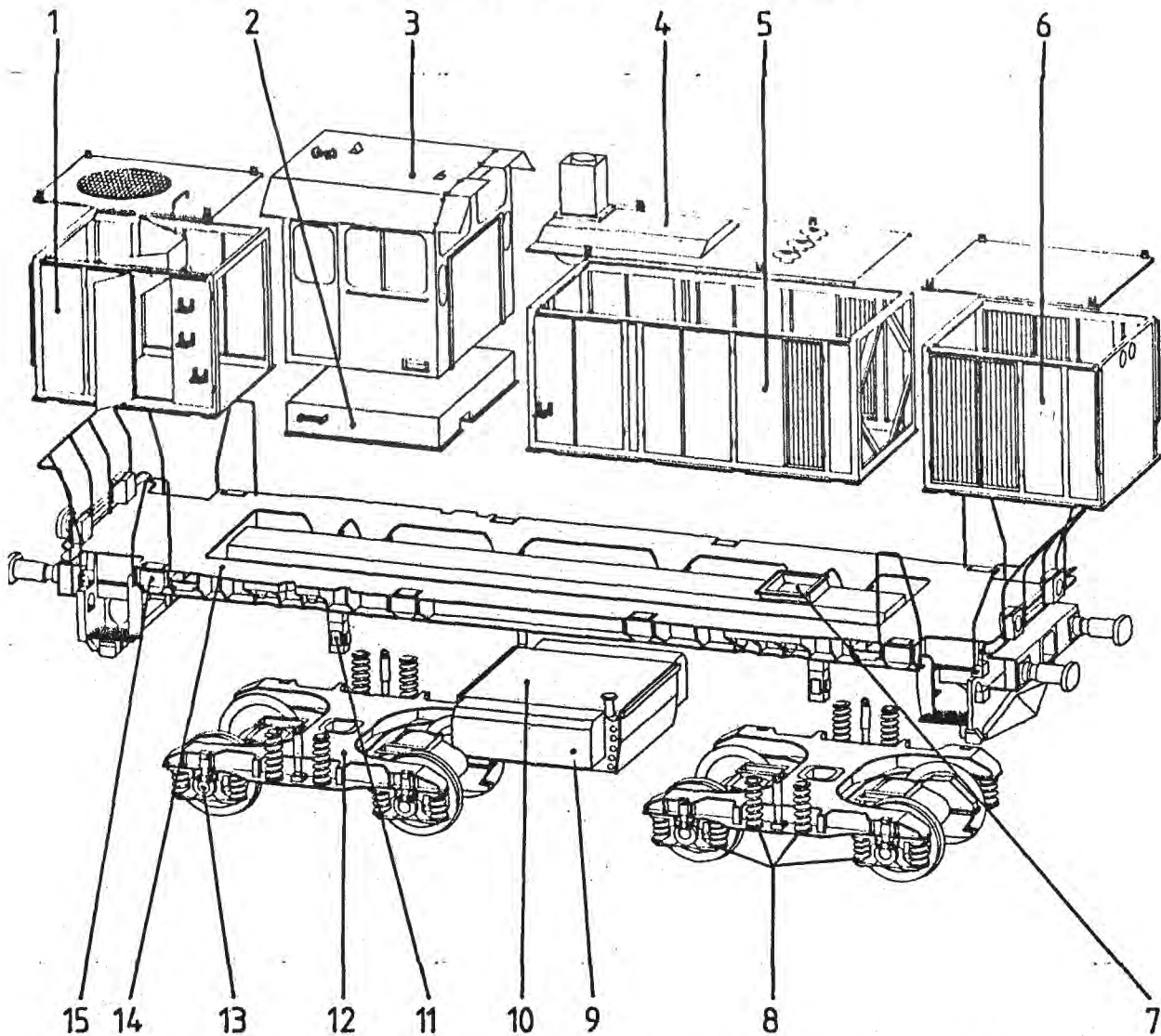
T.C.D.D. önümüzdeki yıldan (1986) başlayarak yeni tip Diesel elektrik manevra Lokomotifinin (Alman Lisansı ile) yapımına başlamak için bir Lisans anlaşması imzalamış bulunmaktadır. Anlaşmaya göre bu Lokomotiflerden 10 yıllık programda 50 adet yapılması öngörülmektedir. Söz konusu buata-gress alt sistemi bu Lokomotiflerde de vardır. Ancak bu Lokomotifin buata-gressi dışalım listesindedir. Başka bir deyişle hazır olarak yurt dışından satın alınacak ve yerine monte edilecektir. Ancak döviz sıkıntısının yaşandığı bir ülkede Batı Alman yapımı D.E.11.000 kod adlı "Krauss-Maffei" Lokomotifinin dingil yatak kutusunun da E.L.M.S. de imali göz önünde bulundurulacak ve yeni işyeri düzenlemesi buna göre yapılacaktır.

Fransız Lisansı ile 1968'den bu yana imal edilmekte olan D.E. 24.000 Lokomotifinin dingil yatak kutusunun parça olarak karmaşıklığı, değişik tezgahlarda, uzun işlemler gerektirmesi taşımaların büyük boyutlarda olması imalat sürecinin yeniden gözden geçirilmesini, varsa aksaklıkların giderilmesini gündeme getirmektedir. İmalat sürecindeki aksaklıklar nedeni ile Lokomotiflerin servise alınabilmeleri gecikmektedir. Bir Lokomotifin servise 1 gün geç girmesinin T.C.D.D.'ye maliyeti, günümüz fiyatlarıyla 10 milyon TL.'dir.

Buata-gres(dingil yatak kutusu) bir dizel elektrik Lokomotifinin dingillerini (tekerlek-takımı dingil) yatakladığı dolayısı ile üzerinde taşıdığı için çok önemli bir alt sistemdir. Alt sistemin imalatı, çelik döküm-

le başlayıp 8 önemli işlemten geçtikten sonra çalışma yerine montesi ile son bulur. Parçanın çelik dökümü açısından önemli problem yoktur. Piyasadan da sipariş edildikten belli bir süre sonra edinilmesi mümkündür. Ancak yine de E.L.M.S. döküm fabrikasında yapılacak küçük düzenlemeler ile daha iyilemek mümkündür. Böylece elde edilen döküm parçaların Talaşlı imalat sürecine girmeleri sağlanacaktır. Bununla birlikte talaşlı imalat sürecinde önemli boyutlarda aksaklıklar çıkmaktadır.

Bir diesel elektrik lokomotifin önemli parçaları alt sistemleri görülmektedir.(Şekil-3)

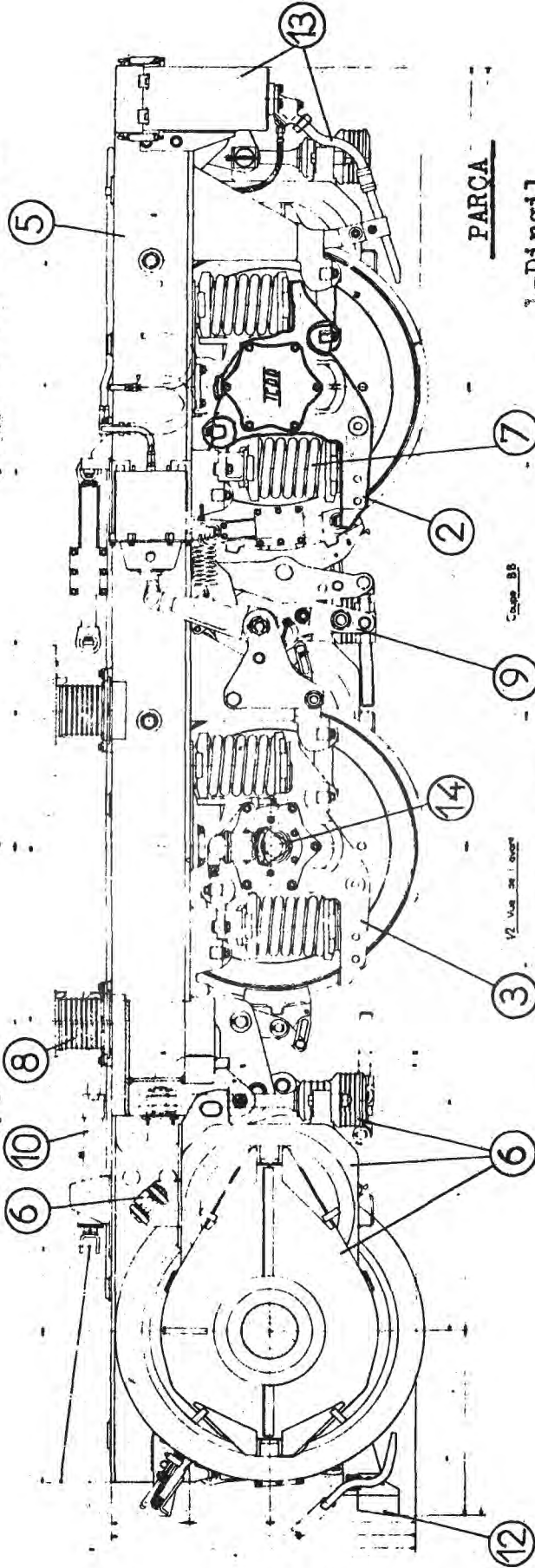


Şekil - 3. Bir Diesel Elektrik Lokomotif ve Alt Bölümleri.

Şekil - 3'deki alt bölümler ise şöyledir:

1. Soğutma hücreleri; kompresör fren donanımı Motor suyunun soğutulduğu, aspiratör ve radyatörlerden oluşan bölümdür.
 - 2,3. Markiz ve Markiz içi döşemeleri: Markiz, Makinistin Lokomotifi idare ettiği bölümdür.
 - 4,5. Motor ve Alternatör bölmesi: D. Elektrik Lokomotifinin Elektrik üreten, alternatörüne enerjiyi sağlayan bölümüdür.
 6. Elektrik donanımı: Elektriki teçhizatı bulunduğu bölümdür.
 7. Hava kanalı : Üfürücüler vasıtası ile elektrik motorunun soğutulmasını sağlayan kanaldır.
 8. Yaylar: Şase ile boji arasındaki titreşimleri azaltan bölümdür.
 9. Akü kutular : Akümülatörleri taşıyan bölümlerdir.
 10. Yakıt deposu : Yakıtın konulduğu bölümdür.
 11. Pivo : Şase ile bojinin bağlantısını sağlayan bölümüdür.
 12. Boji: Tekerlek takımını ve şaseyi üzerinde taşıyan arabadır.
 13. Tekerlek takımı, buata-gress, cer motoru; iki tekerlek gövdesi, bir aks'den oluşan takımdır. Buata-gress dingillerin yataklandığı kutudur. Cer motoru: Elektrik enerjisini, mekanik enerjiye dönüştüren ve tekerleklerle ileten motordur.
 14. Şase: Motoru, fren kompresörünü, soğutma hücrelerini, Markizi, Lokomotifin teçhizatını üzerinde taşıyan özel profil ve saç'dan oluşur.
- Bir önceki kesimde kısaca açıklanmış olan, analiz konusu buata-gress, yukarıda parçaları gösterilmiş olan Lokomotifin boji alt sistemine aittir. Boji daha önce de açıklandığı gibi tekerlek takımı, cer motorlarını üzerinde taşıyan, dişlilerden hareket alan bir araba niteliğindedir. Lokomotif bojiler üzerinde yürür. Bir Lokomotifte Lokomotif tipine bağlı olarak 2 veya 3 boji bulunur.

B O J İ K O M P L E



1-Dingil

2-Buata-gress

3- " "

4-Biyel

5-Boji yanıl putreli

6-Cer motoru, dişli kut

7-Sustalar

8-Çelikli lastik

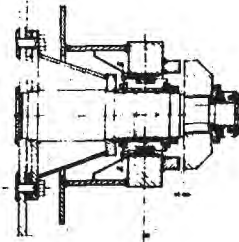
9-İtiçi

10-Amortisör

12,13-Kum boru ve kutu

14-Buata-gres kapağı

Section CC



Şekil - 4. 3. Dingilli Lokomotif Bojisi ve Buata - Gress.

Bu bojilerde yine Lokomotif tipine göre, 2 veya 3 dingillidirler. D.E. 24.000 Fransız Lisanslı Lokomotiflerde 3 dingilli - 2 boji, yeni imal edilecek D.E. 11.000 Alman Lokomotiflerinde 2 dingilli - 2 boji bulunmaktadır. Şekil - 4.'de 3-dingilli Lokomotif bojisi görülmektedir.

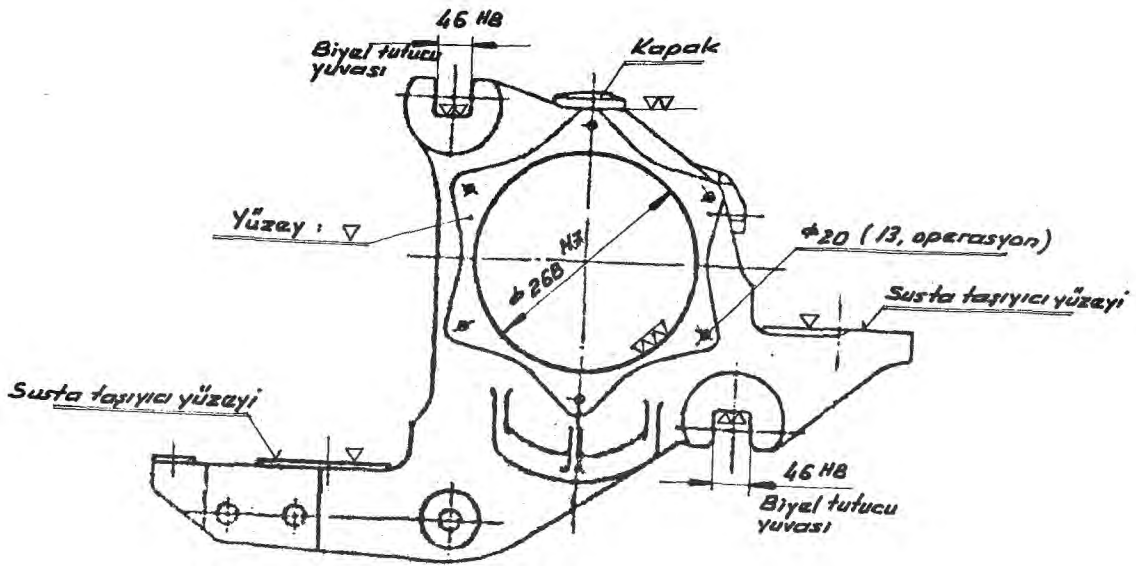
Her dingilin 2 tekerleği de çalışma koşulları için yataklanma zorundadır. Yataklama rulman vasıtası ile olur. Tekerlek dışına çıkan dingil uçları da buata-gress (dingil yatak kutusu) denilen kutularla greslenerek korumaya alınır. Dingil yatak kutusu bu korumayı sağlarken ayrıca boji ile lokomotif şasesi arasında bağlantıyı sağlar. Ayrıca primer-sekonder yaylarla dingile gelen yükleri enküçükmeye çalışır.

Buata-gress, iki adet silindirik rulman ile dingili korur. Rulmanlar, dingili dönme için yataklama görevini yürütürler. D.E. 24.000 Lokomotifinde 6 adet dingil, D.E. 11.000 Alman Lokomotifinde 4 adet dingil vardır. Bunlara bağlı olarak da D.E. 24.000 Lokomotifinde 12 buata-gress, D.E. 11.000 Lokomotifinde 8 adet buata-gress vardır.

Bu bölümün amacı genel sürecin ayrıntıları ile belirlenmesidir. Ancak Genel Süreç analizine başlamadan önce Buata-gressin genel süreç yönünden tanıtımını yapmak yerinde olacaktır. Üstte Buata-gressin fonksiyonel görevi yönünden kısaca tanıtımı yapılmıştı.

Buata-gress (dingil yatak kutusu); 1. Gövde, 2. Ön Kapak, 3. Arka Kapak, 4. Kapama Levhası, 5. Kapak olmak üzere 5 ana parçadan oluşmaktadır. Ancak bunların içinde en önemli işlemleri; en büyük ve karmaşık parça Buata-gress gövdesi dlmaktadır. Diğer 4 parçanın imalatında herhangi bir sorun yoktur. Gövde 150 kg. ağırlığındadır. Bu nedenle; döküm dahil 15 işlemleri geçiren buata-gress gövdesinin Etüdü ve imalat şartlarının iyileştirilmesi esas teşkil edecektir. Buata-gress gövdesi 8 tezgah işleminden geçmektedir.

B U A T A - G R E S S GENEL GÖRÜNÜŞ



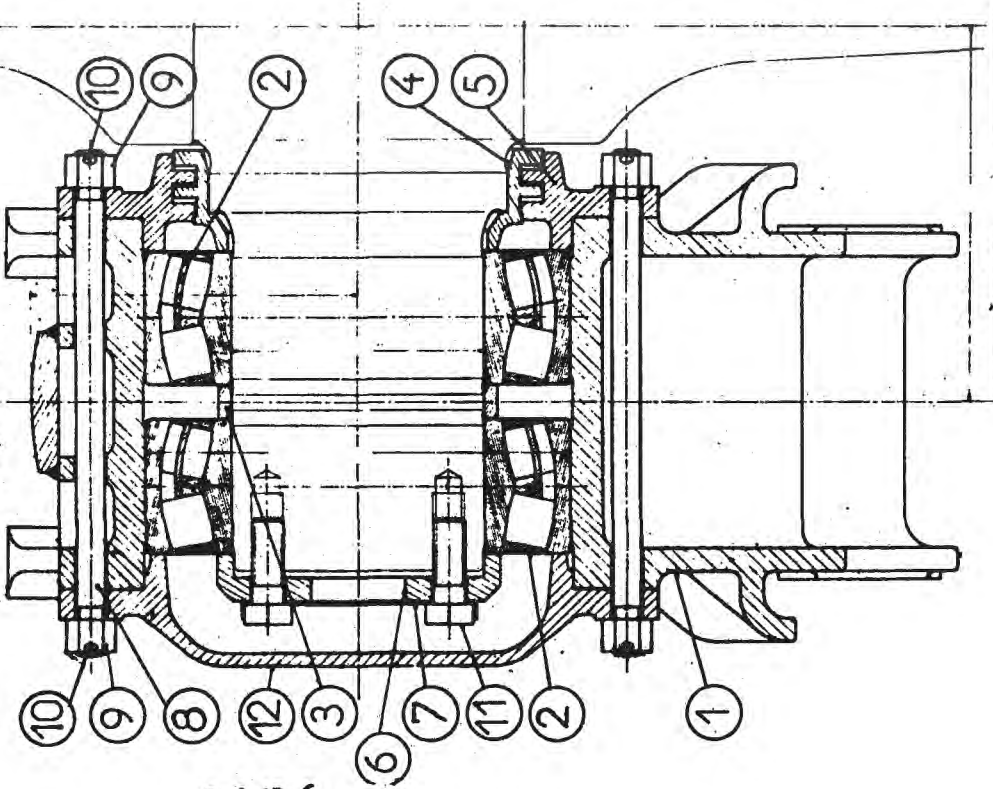
Sekil - 5. Buata - Gressin Ön Görünüşü

İşlenecek en önemli yüzeyler, bölümler ve işleme şekilleri.

(▽) Her ikisi de işleme işaretleridir. Orta ve ince talas kaldırılmış.

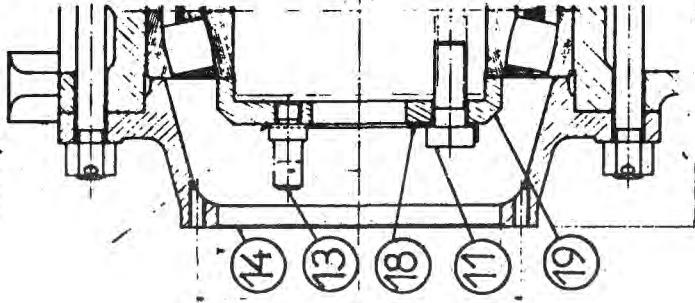
(▽▽) Yüzey anlamlarındadır.

Rep. 101

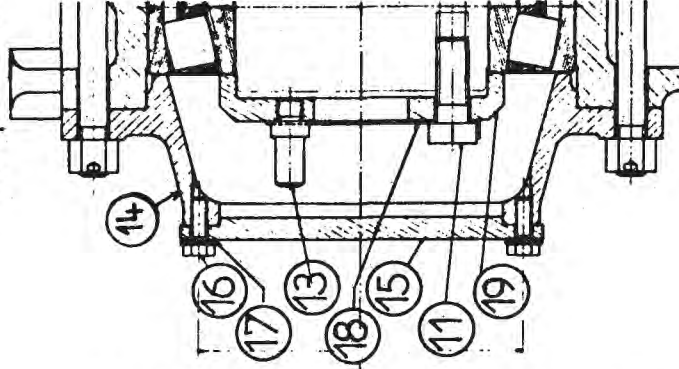


Şekil-6

Rep. 102



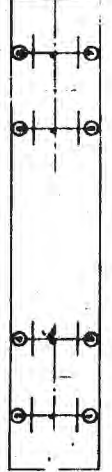
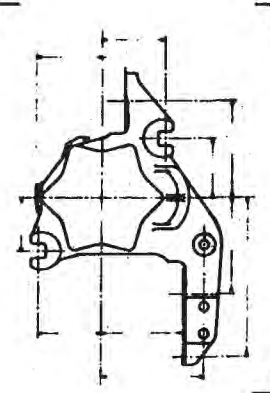
Rep. 103



PARÇA

- 1-Buata, gres gövde
- 2-Rulman
- 3-dayama parçası
- 4-Aks Tutucu
- 5-Arka kapak
- 6-Kapama Levhası
- 7- " "
- 8-Gergi Civatası
- 9,10-Civata-somun
- 11-Kapama lev. civ
- 12- Ön kapak
- 13- " " civat
- 14-Kilometre saat-
li ön kapak.

sl.



Şekil - 5'de buata-gress gövdesi, kapak olarak kaynak edilmiş şekilde görülmektedir. Tezgahlarda işlem gören yüzeyleri (∇) ile gösterilmiştir. (∇∇) ile gösterilen yüzeyler; hassas ve 2 kez işlem gören yüzeylerdir. Buata-gress komple (rulman dahil) resmi de Şekil - 6.'da gösterilmiştir. Şekil - 5.'in enine kesit olarak çizilmiş şeklidir.

Şekil - 6.'da ayrıca buata-gressin diğer parçaları fonksiyonları ile birlikte görülmektedir. Bu parçalardan, arka kapak yapımı 8 işlem, ön kapak 2 işlem, kapama levhasında 6 işlem, kapak'ta da 2 işlem mevcuttur. Döküm işlemi dışında herbirinin 2 tezgah işlemi (tesviye dahil) vardır. İmalatlarında hiç bir sorun yoktur. Stoklarda da 1 yıl süreyle kullanabilecek miktarlarda tutulmaktadır. Mevcut sistemin analizi, Metod yönüyle ve gerektiğinde süre yönüyle yapılacaktır.

1.1. Genel İş Akışı ve İşlemlerin Tanımı

Bu kısımda genel iş akışını izleyerek işlemlerin tanımı yapılacaktır. Ek - 2 'de genel süreç-akış diyagramı verilmiştir. Plan -1 'de E.L.M.S. yerleşim düzeni ve Buata - Gressin imalat merkezleri ve mevcut taşımaları verilmiştir.

1.1.1. Gövde İmalatı.

- i. Döküm : Parçanın döküm resmine göre işleme payı da verilerek E.L.M.S.'de veya piyasada dökümü işlemidir.
- ii. Çapak Alma İşlemi : Dökümden çıkan parça da istenmeyen tufal ve çapakların bilya püskürtme tezgahlarında alınması. Parça piyasadan gelecekse gerek yoktur.(Yer : Döküm Fabrikası, Süre : 1,5 saat)
- iii. Normalize Tavı : Döküm malzeme içerisinde oluşan artık gerilimlerin giderilmesi için parça ısıtılarak havada soğumaya terk edilir. İşlem şöyle olmaktadır; Tav ocagı saatte 100° arttırılarak 870-900° C'de 6 saat

- beklenir, sonra sogumaya terk edilir. Parça piyasada döktürülmüş ise tav işlemi yapılmış olduğundan 2. bir kez yapmaya gerek yoktur. (Isıl işlemler atelyesi; 10 saat)
- iv. Kumlama İşlemi : Normalize tavından çıkan parçaların bilya püskürtme tezgahında, kum püskürtülerek temizlenmesi (Lokomotif Fb. Boyahanesi, 1 saat) işlemidir.
- v. Boyama İşlemi : Üzerindeki döküm çapaklarından temizlenen gövdenin 1 kat koruyucu astar boya ile boyanmasını içerir. (Lokomotif Fb. Boyahanesi, 3 saat)
- Not : Eğer gövde herhangi özel bir dökümhaneden imal ettirilecekse yukarıdaki ilk 4 işleme gerek yoktur.
- vi. Markalama İşlemi : Markalama işlenecek yüzeylerin belirtilmesi için ölçü aletleri ile parçanın işlenecek yüzeylerinin işaretlenmesidir. Gövde Pleyt^{*} markası ve gövde markası olmak üzere iki safhada markalanır.
- a) Pleyt Markası : Delik eksenleri ve işlenecek kısımların çizgileri doğrultuları uzatılarak pleyt üzerinde markalanması işlemi.
- b) Gövde Markası : Daha önce pleyt üzerinde markası yapılan gövde yine pleyt üzerinde 60-70 mm. yüksekliğinde 5 adet takoz üzerine oturtularak parçanın işlenecek delik ve yüzeylerini kurtaracak ve aynı zamanda pleyte paralel olacak şekilde ayarlanması, tüm eksenlerinin markalanması Rulman yatak boyu markası susta oturma yüzeylerinin markası yapılır.

*Pleyt : paralellik ve dikliği son derece hassas olarak ayarlanmış saç levhadır. (Döküm veya granit olabilir.)

- vii. Diktorna Tezgahında İşlem : Ayna'sı düğey eksende dönen, kalem dik olarak bağlanmış bir torna çeşidi olan dik tornada; (EK - 4 'de görülen resimde) $\varnothing 20$ 'lik delikler üzerinde 238 H11 toleransındaki eksene göre, ayaklar üzerine bağlanır. Ayarlanıp tornalama yapılır.(Kaba işleme) Burada bahsedilen ölçüler Şekil - 5'deki resim üzerinde mevcuttur. (Küçük tezgah atelyesi - 5 saat)
- vii. Dik Planya Tezgahında İşlem : Gövde "merkezleme plakası kolaylığı" ocak verilmiş bir kolaylık ile gerekli doğrultma ve düzeltmeler yapılarak tezgah toblasına bağlanır. 46 H8 (Şekil - 5) Biyel tutucu araları 1 mm. paylı olarak işlenir. (Küçük tezgah atelyesi - 5 saat)
- ix. Dik Freze Tezgahında İşlem : Şekil - 5'te biyel tutucu aralarının son ölçüde işlenmesi yine orta eksenden 113,5 mm sağ ve solda 227 mm.'lik yüzeyin frezelenmesi işlemini içerir. (Küçük tezgah atelyesi - 5 saat)
- x. Yatay Dik Kafalı Freze Tezgahında İşlem - 1: Kapağın kaynak edileceği Şekil - 5'de görülen yüzeyin frezelenmesi işlemidir. (Büyük Tezgah atelyesi - 2 saat)
- xi. Kaynak İşlemi : Şekil - 5'de görülen kapak (kaynaklı halde) kaynatılarak yüzeyin frezelenmesinden sonra kaynak postasına getirilerek, kaynak işlemi yapılır. (Kalın sac atelyesi;- 25 Dakika)
- xii. Yatay ve Dik Kafalı Freze Tezgahında İşlem - 2 Kaynağı yapılan gövde tekrar yatay ve dik kafalı frezeye getirilir ve dingilin geçtiği geçtiği çap alan $\varnothing 268$ mm. çaptan kolaylığa bağlanır (Şekil - 5) ve önce biyel tutucu

ayaklar 46 H8. ölçü ve toleransında son ölçüsüne işlenir. Pah kırılır ve aralama M20 için \emptyset 17,5 mm.'lik delikler delinir. Yine düşeyden $73 \pm 0,5$ mm. işlenir. Merkezdeki M.16 civata için \emptyset 14 delikleri delinir. Askı kulagı işlenir.(Büyük tezgah atelyesi - 22 saat)

- xiii. Radyal Matkap Tezgahında Delik Delme İşlemi : Gövdenin \emptyset 340 mm. çap üzerinde 6 adet \emptyset 20 mm.'lik (Şekil - 5) deliklerin matkapta kolaylıkla delinmesi. Diğer görülen deliklerin resim ölçülerine göre delinmesi işlemdir. (Büyük tezgah atelyesi - 6 saat)
- xiv. Tesviye İşlemi : Çeşitli tezgahlarda işlenmiş bulunan delik ve yüzeylerde kalan çapakların, çekilen dişlerden dolayı meydana gelen çapakların giderilmesi için yapılır. (Küçük tezgah atelyesi - 4 saat)
- xv. Son Torna ve Taşlama Tezgah İşlemi : Gövdenin diğer işlemlerinin tümü bittikten sonra parça alt yüzeyinden paralellik hatası $\leq 0,05$ mm. olacak şekilde \emptyset 268 rulman yuvası son ölçüsüne son tornalaması ve taşlama aparatı bağlayarak aynı yüzeyi 270 H/ ölçü ve toleransına taşlanır. (Küçük Tezgah atelyesi - 5 saat)
- xvi. Yapılan İşlemlerin Kontrolü : Parçanın ölçü toleranslarına göre kontrolü işlemdir.(Küçük tezgah atelyesi: Kalite Kontrolü - 3 saat)
- xvii. Koruyucu Yağlama Yapılması : İşlenmiş olan yerlerin koruyucu yağ ile yağlanması işlemdir.

1.1.2. Diğer Parçalar İmalatı

a) Arka Kapak

Buata-gressin civata ile bağlanan arka yüz ka-

pagıdır. Geçirdiği işlemler kısaca verilecektir. Arka kapak ve diğer 3 küçük parçanın imalatlarında sorun olmadığı daha önce açıklanmıştı. Bu nedenle gördükleri işlemler bilgi mahiyeti taşıyacak ve yerleşim düzenlemesi yaparken rota analizlerinde yararlı olacaktır. Gördüğü işlemler;

1. Döküm İşlemi(Dökümhane - 3 saat)
2. Çapakalma İşlemi (Dökümhane - 1 saat)
3. Kontrol İşlemi (Dökümhane İşlemi - 1 saat)
4. Kumlama (Lokomotif Fabrika Boyahanesi - 25 Dakika)
5. Normalize Tavı 'Isıl İşlemler - ---)
6. Bilya Puskurtme (Lokomotif Fabrika Boyahanesi - 1 saat)
7. Boyama (Lokomotif Fabrika Boyahanesi - 1 saat)
8. Frezeleme (Küçük Tezgah Atelyesi - 2 saat)
9. Punta

Genellikle sürecin mekanik atelyelerdeki kısmı ile ilgilenileceğinden sadece 2 işlem (frezeleme ve puntalama) mevcuttur.

b. Kapak

Gövdesinin üstüne kaynatılan parçasıdır. Gördüğü işlemler;

1. Kesme (Saç parçanın kesilip, işlem göreceğ boyutlara indirilmesi)(Mekanik işlemler - 12 Dakika)
2. Torna (Küçük Tezgah atelyesi - 18 Dakika)

Testerede kesilip, universal (çok amaçlı) bir torna tezgahında işlenir.

c. Kapama Levhası

Dingilin arka ucuna civatalarla sabitlenen, rulmanları tutma görevi haiz kapaktır. Gördüğü işlemler ise;

1. Kesme (Kapak gibi) (Saç Hazırlama Atelyesi - 2,5 saat)
2. Çapak Alma (Saç Hazırlama Atelyesi - 1/2 saat)
3. Tornalama (Küçük Tezgah Atelyesi - 5 saat)
4. Marka (İşlenecek Yüzeylerin İşaretlenmesi)(Küçük Tezgah Atelyesi - 1 saat)
5. Delme (Matkap) (Küçük Tezgah Atelyesi - 4 saat)
6. Tesviye (Küçük Tezgah Atelyesi - 1 saat)
7. Kontrol

Kesme işlemi kapak gibidir.

d. Ön Kapak

Buata-gressin kapatma kapağıdır. Gördüğü işlemler şunlardır;

1. Döküm (Döküm Fabrikası - ---)
2. Çapak Alma (Döküm Fabrikası - 1 saat)
3. Kontrol (Döküm Fabrikası - ---)
4. Kumlama (Döküm Fabrikası - 1 saat)
5. Normalize Tavı (Isıl işlemleri - 6 saat)
6. Bilya Püskürtme (Lokomotif Fabrikası Boyahanesi - 1 saat)
7. Boyalama (Lokomotif Fabrikası Boyahanesi 1 saat)
8. Tornalama (Küçük Tezgah Atelyesi)

İşlemlerin her biri ilerki kesimlerde, atelye bazında ele alınacak ve işlemlerin tanımları, nitelikleri belirtilecektir.

1.2. Genel Süreç Analizi İçin Önemli Noktalar

Daha önce de belirtildiği gibi, yukarıda sayılan kapak, kapama levhası, ön kapak arka kapak, gövde üzerindeki yerlerine gerek civata ve gerekse kaynak bağlantıları ile bağlanarak (Monte edilerek) Buata - Gress meydana gelir.(Şekil - 6) İşlem yoğunluğu gövde üzerindedir. Buata-Gress'in gövdesinin yetişememe sorunu vardır. Amaç

işgören, tezgah kapasitesinin yeterli olduğu, çalışma koşullarına ilişkin fazla sorunlar bulunmadığı ortamlarda, etüd yaparak soruna çözüm getirmektir.

Genel süreç - akış diyagramından da görüldüğü gibi, E.L.M.S.'de parça (gövde) çeşitli atelyelerde işlem görmektedir.(Ek -2) Bunlar sırası ile 1. Döküm Fabrikası, 2. Lokomotif Fabrikası Boyahanesi, 3. Lokomotif Fabrikası küçük tezgah atelyesi, 4. Lokomotif Fabrikası Büyük Tezgah Atelyesi, 5. Kalite Kontrol ve Tekerlek Tornahanesidir. Yine aynı şemada bu atelyeler arasındaki uzaklıklar ve taşıma yoğunlukları dikkate değerdir. E.L.M.S.'de malzeme iletiminin de sorun olduğu belirtildiğinde konunun önemi açıkça ortaya çıkmaktadır. Malzeme iletimi E.L.M.S.'de ayrıca inceleme gerektiren başlı başına bir problemdir. Mesafenin büyüklüğü nedeni ile parçalar işlem yerlerine hemen götürülemezler. Talep edilen aracın gelmesi beklenir. Bu beklemede zaman zaman büyük boyutlara varan gecikmelere ve tıkanmalara neden olur.(Plan - 1)

Taşıma, işlem süreleri yanında genel süreçte elemin edilebilir. İşlemler, kolaylıklar tasarlıyarak işlem basitleştirmeler vardır.

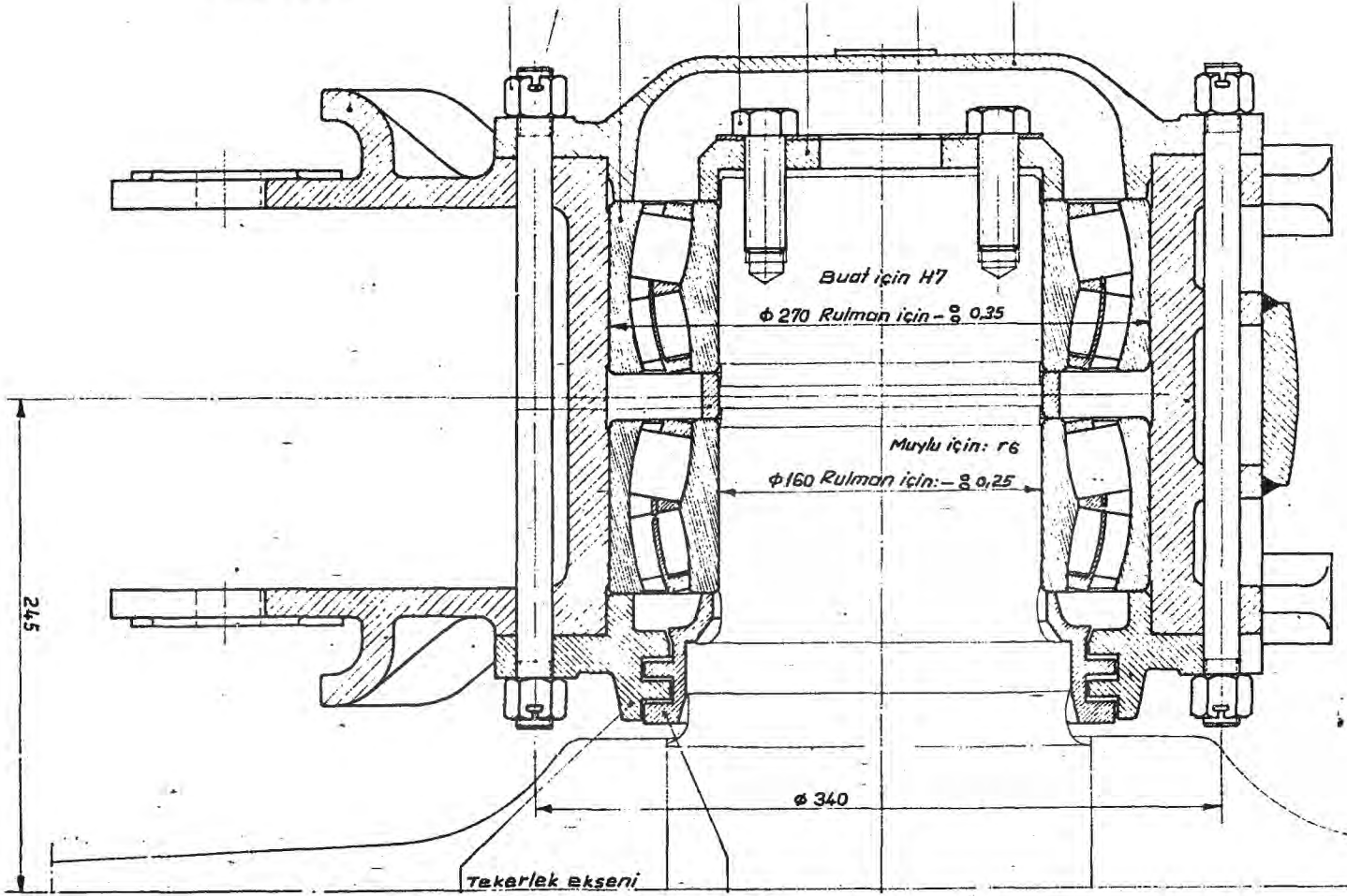
Şimdi işin yapıldığı fabrika ve atelyelerdeki durumları detayları ile ayrı ayrı (mevcut durum) incelenmesinde yarar vardır.

2. MEKANİK İŞLEMLERİN YAPILDIĞI FABRİKA ATELYELE RİNDE DURUM

Bu kesimde Lokomotif Fabrikası atelyelerinde; İşlem gören buta -gress'in atelye bazında ele alınıp mekanik işlemlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu düşünce buata - gress'in işlem gördüğü atelyelerde daha ayrıntılı analiz yapılabilmesinden kaynaklanmaktadır. Böylece gerekli - gereksiz taşıma, işlem ve çalışma koşulları daha iyi bir şekilde ortaya konulabilecektir.

İşlemlerin gerektirdiği formlar düzenlenecek, gerekmeyenler için düzenlenmeyecek ve düzenlenmeme nedenleri belirtilecektir.

Şekil - 8'de buata - gress mekanik işlemlerinin açıklanmasında yardımcı olacak kesit resmi verilmiştir. Açıklamalar bu şekil ve diğer önceki şekiller üzerinde yapılacaktır.



Şekil-8. Buata-gress Enine kesit görünüş

2.1. Lokomotif Fabrikası Boyahanesinde Durum

Lokomotif Fabrikası Boyahanesi, Lokomotif Fabrikası b vesinde, ancak tesis olarak ondan ayrı iki atelyeden meydana gelmiştir. Bunlardan biri kumlama (yüzey temizleme) diğeri ise, boyama işlemlerini yapmaktadır. Aralarındaki uzaklık 50 m.'dir. Kumlama işlemi dökümden çıkan her parçada olduğu gibi govdede de kesinlikle gerekli bir işlemdir. Bu işlem belli irilikte (en fazla 1 mm. çapında) bilyaların basınçlı hava ile parça yüzeyine püskürtülmesini içerir. Amacı parça yüzeyindeki çapakların gide-

rilmesidir. Bunun için "kumlama tesisi" ayrı bir bina olarak mevcuttur. Bu atelyede sadece kumlama yapılır. Kumlaması biten gövde 1 kat astar boya ile boyanmak üzere boyahaneye getirilir. Basınçlı boya tabancası ile 1 kat astar boya yapılır. Boya gövdenin ömrü ile ilgilidir. Yapılması gereklidir. Toplam süre 50 dakikadır. (Her iki işlem için). Toplam imalat sürecindeki payları çok küçüktür. Bu nedenle form düzenlenmesine gerek yoktur.

2.2. Lokomotif Fabrikası Kalın Saç Atelyesinde Durum (Masraf Yeri No. 431)

Lokomotif Fabrikası binası içerisinde bir bölümdür. (Şekil - 7).[¶] Boyama işlemini izleyen işlem grubudur; işlenecek yüzeylerin ve eksenlerinin işaretlendiği "markalama" işleminin yapıldığı yerdir. İki aşamada yapılır. Önce pleyt markası, ardından da gövde markası yapılır. Markalama yapmak için gerekli aletler, mehengir, pleyt, tebeşir ve geometrik çizim aletleridir. (Pergel, gönye v.b.) Mehengir; paralellik ve dikliği ayarlayan ve çizen bir araçtır. Pleyt, üzerinde markalama işleminin yapıldığı saç veya tahta plakadır. Tüm bu markalama aletleri elle kullanılmaktadır.

Toplam markalama süresi 3 saattir, (Pleyt gövde markalama) Gövde markalama ise; Gövde üzerinde eksenlerin ve temizlenecek yüzeylerinin işaretlenmesidir.

Markalama kesinlikle gerekli bir işlemdir. Bir tezgahın marka olmadan işlemesi kesinlikle mümkün değildir. Markaya göre tezgaha bağlanıp, markaya göre işleme yapılır. İşlemdeki büyük hatalarda genellikle marka hatalarından doğar. İşlemin bir başka yerde yapılması mümkündür. Etüd formları ve süre etüdüne gerek yoktur.

2.3. Lokomotif Fabrikası Küçük Tezgah Atelyesinde Durum:

2.3.1. Metod Mühendisliği Yönüyle İnceleme

Lokomotif Fabrikası küçük tezgah atelyesi ;

Buata - gress işlemlerinin en yoğun olduğu atelyedir. Bu atelyede 63 adet tezgah bulunmaktadır. Bu tezgahlar sürece göre yerleştirilmiştir. Tezgah postaları şunlardır: 1. Torna (universal, kopya, dik) postası 2. Freze (dik, bohrwerk, kopya freze) pastası, 3. Planya pastası (dik, yatık), 4. Koordinatlı hassas delik delme tezgahı, 5. Matkap postası şeklindedir.

Buata-Gress gövdesine kesit şeklinde (Şekil - 8) de görüldüğü gibi; gövdede en önemli işlem rulman geçme yuvası olan 2'0 H7 ölçüsü ve toleransını sağlamak için yapılan işlemlerdir. Bunun yanında biyel tutucu 46 H8 ölçüsünün sağlanması ve susta taşıyıcı va kapak yüzeylerinin işlenmesinden oluşur.

Gövde dökümden çıktığında öncelikle bu yüzeydeki ilk temizleme işlemi yapılır. Yani rulman yatağı \emptyset 268 mm.' ye işlenir. Rulman yatakları üzerinde 32 mm.'lik boşluklar işlenir. Dökümden çıkan gövdenin ilk kaba talaşlama işlemleridir. Bu işlemler K. Tezgah atelyesindeki Dik torna tezgahında yapılır. İşlem için gövde dik torna aynasındaki ayaklar üzerine oturtulur ve ayaklar sabitleştirilir. İlerleme hızı ve devri ayarlanarak işleme başlanır. İşleme gelen buata-gress'ler partiler halinde işlenir. 1 parti 10 lokomotif'lik buata-gress demektir. Parti halinde işlemleri biten gövdeler, yine aynı atelyedeki dik planya tezgahına taşınırlar. Dik planyadaki kolaylığı oturtularak; Şekil - 5'te gösterilen "biyel tutucu" araları işlenir, ancak biyel tutucuları son işlemi değildir. 1 mm. paylı olarak işlenirler. Dik planyada da işlemi biten gövde; yine aynı atelyedeki dik freze tezgahına taşınır. Bu işlem gövde yüzeyindeki çıkıntılarını ve biyel tutucuları son ölçüsüne getirilmesini içerir. Adı geçen 3 tezgah işlemi de toplam imalat suresinin 0,07'sini kapsamaktadır. Son tornalama ve taşlama işlemi de K. Tezgah atelyesinde gerçekleştirildiğinden imalatın % 50'si K. Tezgah atelyesinde olmaktadır.(Talaşlı imalat). Son tornalama ve taşlama işlemi; rulman yuvası-

nı son ölçüsünü yani 2'0 H7'ye getirmek için yapılmakta olan en son işlemler dizisidir. (Şekil - 5). İzleyen kesimde adı geçen işlemlerin iş etüdü - değerlendirme formları kullanılarak analizleri yapılacaktır.

2.3.2. İşlem Sürelerin Belirlenmesi, Duyarlı Gözlem Sayılarının Bulunması

Yukarda açıklanan işlemler üzerine ve süre etüdüleri yapılması sonuçlarıyla duyarlı gözlem sayıları elde edilmiştir.

- a) Dik torna tezgahında 24 parça üzerinde yapılan (2 lokomotiflik) süre etüdüleri sonuçları aşağıda görüldüğü gibidir.

| <u>Gözlem Süreleri</u> <u>X_i (dakika)</u> | <u>Gözlem Süreleri</u> <u>X_i (dakika)</u> |
|---|---|
| 290 | 288 |
| 285 | 271 |
| 282 | 276 |
| 287 | 281 |
| 291 | 292 |
| 290 | 285 |
| 284 | 300 |
| 286 | 265 |
| 275 | 262 |
| 300 | 291 |
| 305 | 265 |
| 298 | 270 |

Ortalama İşlem Süresi : 284,70 Dakika
Duyarlı Gözlem Sayısı : 3

Şeklinde bulunmuştur. Buradaki süre kayıplarının en önemli nedenlerinden biri, işçinin işi (tezgahtaki) bir sonraki vardiyaya devretmesidir.(9 saatlik mesai sonucunda akşam vardiyasında tezgahın diğer operatörüne devrederken geçen zaman). Sürelere yorulma toleransları dinlenmeler dahildi .

b) Dik Planya Tezgahında 24 Parça (2 Lokomotiflik)
Üzerinde Yapılan Gözlemler

Aynı yöntemlerle; 2 lokomotiflik (24 Parça) üzerinde yapılan süre etüdüleri sonuçları şunlardır:

| <u>Gözlem Süreleri</u> (X_i dakika) | <u>Gözlem Süreleri</u> (X_i dakika) |
|---|---|
| 285 | 284 |
| 287 | 285 |
| 291 | 295 |
| 282 | 279 |
| 297 | 284 |
| 300 | 292 |
| 271 | 295 |
| 278 | 272 |
| 279 | 274 |
| 281 | 277 |
| 277 | 281 |

Burada; Ortalama İşlem Süresi : 283,95 Dakika

Duyarlı Gözlem Sayısı : 2

olarak bulunmuştur. İşçinin normal çalışma koşulları dikkate alınarak yapılmıştır.

c) Dik Freze Tezgahında 24 Adet Buata - Gress İçin
Süre Ölçümü Sonuçları

| <u>X_i (dakika)</u> | <u>X_i (dakika)</u> |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 285 | 293 |
| 285 | 285 |
| 287 | 287 |
| 275 | 288 |
| 290 | 286 |
| 285 | 288 |
| 284 | 280 |
| 279 | 290 |
| 280 | Burada Ort. İşlem Sayısı : 285 |
| 280 | 285,08 dk 284 |
| 290 | Duyarlı Gözlem Sayısı : 2 286 |
| 285 | 285 |

şeklindedir. Ölçüm yöntemleri diğerlerinin aynısıdır.

d) Son Tornalama ve Taşlama İşlemi İçin Süre Tayini

Son tornalama ve taşlama işlemi a) maddesinde belirtilen torna tezgahında yapılmaktadır. Aynı tezgahta yapıldığı için işlem süresi olarak aynı değerler geçerlidir. Taşlama işleminde ise tek değişiklik tezgahın kalem kafasına taş motoru bağlanmasıdır.

Duyarlı gözlem sayılarının bulunması için yukarıda ölçümü yapılmış 24 adet süreden yararlanmak gerekmektedir. Duyarlı olacak gözlem sayısı tespiti için şu formülden yararlanılacaktır.

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

N' : Duyarlı gözlem sayısı

Bu formül % 95 güvenlilik % 5 duyarlılıkla duyarlı gözlem sayısını verecektir. (Bülent Kobu, Üretim Yönetimi, s.383) Yapılmış süre etüdüleri sonucu elde edilen 24 sürenin program ile sonuçlandırılması (rakamların çokluğu nedeniyle) yerinde olacağı düşünülmüş ve E.L.M.S. (BİM)'de uygulanmıştır. Uygulama sonuçları da sürelerin altında verilmiştir.

| | | | |
|--|-------------------------------|--|------------|
| İŞLEM: MS Torna | İŞ DEĞERLENDİRME KAĞIDI | GÜN: Mayıs-Haziran | |
| ŞİMDİKİ DURUM | | SAYFA ADEDİ : | SAYFA NO:1 |
| PİLDİĞİ YER : Lok.Fab. Küç.Tezg. Atel | | HAZIRLAYAN : M. ERDEM | |
| Rulman yuvalarının ilk talaş olma işlemi. Rulman yuvaları hassas olduğundan önce paso almak gerekir. Sonuçta \emptyset mm. yüzey elde edilir. 268 | GEREKLİDİR NİÇİN ? | İşlem şu anki şartlarda gereklidir ancak yeni durum teknolojisi ile (yatırıma bağlı) gerekmez. Mevcut şartlarda gereklidir. | |
| Gövde: torna aynasındaki ayaklar üzerine oturtulur ve ayaklar sabitleştirilir. Kalem ve torna kafası daha önce ayarlanmıştır. Tezgahçı ilerleme hızı ve devrini ayarlayarak ilk paso'yu verir. | NİÇİN BÖYLE YAPILMAKTADIR ? | Parçanın büyük olması nedeni ile dik torna aynasındaki ayaklara oturtulması şarttır. Nümerik kontrollü torna dışında (ki E.L.M.S. de yoktur) başka bir şekilde yapılması mümkün değildir. Mevcut iş emirleri de bu şekildedir. | |
| Markası yapılan gövdeler Küçük Tezgah Atelyesine geldiklerinde yapılacak ilk işlemdir. | NEDEN O ZARFI YAPILMAKTADIR ? | Lokomotif imalat programına uygun zamanlarda yapılması gerektiğinden. | |
| Küçük tezgah atelyesinde torna pastası, dik torna tezgahında (Tek kafalı) yapılmaktadır. | NEDEN ORADA YAPILMAKTADIR | Mevcut iş emri gereğince, burada yapılmaktadır. Alternatifi vardır. | |
| Dik torna operatörü yapmaktadır. Konusunda uzmandır. | NİÇİN O ŞAHİS YAPMAKTADIR ? | Tezgahların operatörleri tarafından kullanılması gerekir. | |

| | | | |
|--|-------------------------------|---|-------------|
| İŞLEM: LMS | İŞ DEĞERLENDİRME KAĞIDI | GÜN: Mayıs-Haziran 1985 | |
| | | SAYI: | |
| ŞİMDİKİ DURUM | | SAYFA ADEDİ : | SAYFA NO: 1 |
| APILDIĞI YER : Lok.Fab.Küç.Tezg.Atel. | | HAZIRLAYAN : M. ERDEM | |
| Biyel tutucu (46 H8) aralarının boşaltılması son işlemde önce 1 mm. pay bırakılarak işlenmesi; elde edilen buata-gress biyel tutucu aralarının dekopajı sonucunda tem. | GEREKLİDİR NİÇİN ? | Gerekli olmayabilir. Bütün iş Biyel tutucu (46 H8) aralarının dökmünden temiz ve boş çıkmasına bağlıdır. Bu da olasıdır. Bu durumda dik planya işlemi gerekmez. | |
| GS..52-2 malzeme, dökme buata-gress gövdesi Şekil-5'te görülen düzlemde tezgah tablosuna bağlanır ve yine Şekil-5'te gösterilmiş araları önce bir taraftakini ve sonra, buata-gress gövdesini döndürerek diğerini; tezgah ayarlandıktan sonra işlenir.(1 mm. paylı olarak) | NİÇİN BÖYLE YAPILMAKTADIR ? | Mevcut iş emirleri uyarınca bu şekilde yapılmalıdır. | |
| Bu ve bundan sonraki mekanik işlemler: Dökümden çıkan parçalara bağımlı olarak işlenirler. Dökümden parça çıkması da mevcut imalat programlarına göre olduğundan, imalat programına göre denebilir. | NEDEN O ZARAR YAPILMAKTADIR ? | Lokomotif programa uygun zamanlarda yapılması gerekmektedir. | |
| Küçük tezgah atelyesi planya pas-tası dik planya tezgahında yapılmaktadır. | NEDEN ORADA YAPILMAKTADIR ? | E.L.M.S.'de o büyüklükte bir parçayı işleyebilecek tek dik planya odur. Bundan dolayı burada yapılmaktadır. | |
| Tezgah operatörü tarafından yapılmaktadır. | NİÇİN O ŞAHİS YAPILMAKTADIR ? | Tezgahların operatörleri tarafından kullanılması gerektiğinden. | |

| | | | |
|--|-------------------------------|---|------------------|
| İŞLEM: LMS | İŞ DEĞERLENDİRME KAĞIDI | GÜN: Mayıs-Haziran 1985 | |
| ŞİMDİKİ DURUM | | SAYI: | SAYFA ADETİ : |
| PILDIĞI YER : | | HAZIRLAYAN : M. ERDEM | |
| Biyel tutucuların (46 H8) son ölçme ve toleransının sağlanması, yüzey dekupaj işlemleri. | GEREKLİDİR NİÇİN ? | Gereklidir. Biyel tutuculara biyeller bağlanır. Çalışma koşulları yönünden oldukça hassastır. Biyellerin bağlanacağı bu yüzeyler ölçü ve toleransında işlenmelidir. | |
| Dik planyada 1 mm. paylı işlenen biyel tutucu araları (Şekil - 12) dik frezeye getirilirler. Buradaki kolaylığa bağlanır. (gövde) Frezenin ilerleme hızı ve devri ayarlanarak işlem yapılır. Gövde yüzeyindeki çıkıntıların giderilmesi de bu anda, yapılır. | HEÇİN BÖYLE YAPILMAKTADIR ? | Mevcut iş emirleri uyarınca. | |
| Aynı şekilde. (Daha öncekilerle) | NEDEN O ZAMAN YAPILMAKTADIR ? | Aynı | |
| Lokomotif Fabrikası Küçük Tezgah Atelyesi Freze pastası dik freze tezgahında yapılmaktadır. | NEDEN ORADA YAPILMAKTADIR ? | Alternatifi vardır. | |
| Tezgah operatörü tarafından yapılmaktadır. | NİÇİN O ŞAHİS YAPILMAKTADIR ? | Tezgahları operatörleri dışında kimsenin kullanmaması gerektiğinden. | |

İŞÇİ MAKİNA DİYAGRAMI

| Faaliyet | SİMDİKİ METOD | | YENİ METOD | | Kısım İş |
|---------------|---------------|---------|------------|--------|--------------------------------------|
| | İşçi | Tezgah | İşçi | Tezgah | |
| Beg Bekleme | --- | 20 dk. | | | Küçük Tezgah Atel. Kaba tornalama |
| Çalışma | 340 dk. | 320 dk. | | | Tezgah : Dik torna. Operatör: |
| Toplam süre | 340 dk. | 340 dk. | | | Hazırlayan: Mümtaz ERDEM |
| Çalışma Oranı | 1 | | | | Tarih : 20/5/1985 Sayfa : 1 |

| | İŞÇİ | Zaman (Dk.) | TEZGAH | Zaman (Dk.) |
|-----|--------------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| 0 | Tezgahtan daha önceki işi indirme | 10 dk | BOŞ | 20 |
| 10 | Buata-Gress Gövdesini yerleştir. | 10 dk | | |
| 20 | Markaya göre ayarla | 10 dk | | |
| 30 | Tezganı ayarla | 10 dk | | |
| 40 | | | | |
| 50 | | | | |
| 100 | | | | |
| 150 | RULMAN YUVALARININ KABA TALAŞINI AL. | | RULMAN YUVASINI İŞLE. | |
| 200 | | 300 | | 320 |
| 250 | | | | |
| 300 | | | | |
| 350 | | | | |
| 400 | | | | |

| Faaliyet | MİNDİKİ METOD | | YENİ METOD | | Kısım K. Tezgah Atelyesi İş Kaba planyalama Tezgah Dik planya Operatör |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|---|
| | İççİ | Tezgah | İççİ | Tezgah | |
| Boş Bekleme | --- | 15 | | | |
| Çalışma | 330 | 315 | | | Hazırlayan M. ERDEM Tarih 20/5/1985 |
| Toplam süre | 330 | 330 | | | Sahife 1 |
| Çalışma oranı | 1 | 0,90 | | | |

| 0 | İÇÇİ 1 | Zaman (Dk.) | İÇÇİ 2 | Zaman (Dk.) | TEZGAH | Zaman (Dk.) |
|-----|----------------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|--------|-------------|
| | | Gövdeyi vinçe yükleye | 10 | Kolaylığı bağla | 15 | BOŞ |
| | Gövdeyi indir ve Tezgaha yükleye | 20 | G. kolaylığa bağla | 10 | | |
| | Diğer görevine | 10 | Tezgahı ayarla | 5 | | |
| 50 | | | | | | |
| 100 | | | | | | |
| 150 | | | İŞLEM | 300 | İŞLEM | 315 |
| 200 | | | | | | |
| 250 | | | | | | |
| 300 | | | | | | |
| 350 | | | | | | |
| 400 | | | | | | |

İŞÇİ MAKİNA DİYAGRAMI

| Faaliyet | SİMDİKİ METOD | | YENİ METOD | | Kısım : L.F.K. Tezgah At. İş : Frezeleme Tezgah : Dik Freze Operatör : Hazırlayan: M. ERDEM Tarih : 20/5/1985 Sayfa : 1 |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|---|
| | İşçi | Tezgah | İşçi | Tezgah | |
| Boş Bekleme | --- | 30 dk | | | |
| Çalışma | 360 dk | 330 dk | | | |
| Toplam süre | 360 dk | 360 dk | | | |
| Çalışma Oranı | 1 | 0,90 | | | |

| 0 | İşçi | Zaman (Dk.) | TEZGAH | Zaman (Dk.) |
|-----|--|---------------------|------------------|-------------|
| | | Gövdeyi vince yükle | 10 | |
| | İndir ve Tezgaha yükle | 20 | BOŞ | 30 |
| 50 | Markaya göre ayarla ve Tezgahın ayarlarını tamamlama | 30 | | |
| 100 | | | | |
| 150 | | | | |
| 200 | FREZELEME İŞLEMİ | 300 | FREZELEME İŞLEMİ | 330 |
| 250 | | | | |
| 300 | | | | |
| 350 | | | | |
| 400 | | | | |

2.4. Lokomotif Fabrikası Büyük Tezgah Atelyesinde Durum

Büyük tezgah atelyesi, Lokomotif fabrikası çatısı altında büyük iş hacimli ve kapasiteli tezgahlardan oluşan bir atelyedir. (Şekil - 7). Atelyede 1 portal freze, 2 adet vargel, pegard yatay freze, 4 adet yatay ve dik kafalı freze, 4 adet radyal matkap tezgahları mevcuttur. Gövdenin büyük tezgah atelyesinde geçirdiği işlemler. Yatay ve dik kafalı freze ve radyal matkaptadır. Yatay ve dik kafalı freze ile susta oturma yüzeyleri son ölçüsünde işlenir. Askı kulağı çapı işlenir. Biyel tutucu aralarındaki M20'ye göre \emptyset 17,5 mm. delikler delinir. Kapağın kaynak edildiği yüzeyin temizlenmesi yapılır. Pah'lar kırılır.

- a) 24 adet buata-gress üzerinde yapılan süre etüdüleri sonuçları

| X_i (dakika) | X_i (dakika) |
|---------------------------------|----------------|
| 1200 | 1180 |
| 1110 | 1175 |
| 1170 | 1180 |
| 1180 | 1190 |
| 1170 | 1200 |
| 1160 | 1200 |
| 1150 | 1175 |
| 1180 | 1160 |
| 1160 | 1180 |
| 1160 | 1170 |
| 1170 | 1190 |
| 1180 | |
| 1160 | |
| Ortalama işlem süresi : 1172.70 | |
| Duyarlı gözlem sayısı : 1 | |

Ortalama işlem süreleri ve duyarlı gözlem adedi sonuçları bilgisayar çıktısı ile elde edilip yazılmıştır.

- b) Radyal matkap tezgahında 24 adet buata-gress gövdesi işlemleri üzerinde yapılan süre etüdüleri sonuçları

| <u>X_i (dakika)</u> | <u>X_i (dakika)</u> |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 310 | 305 |
| 290 | 292 |
| 282 | 287 |
| 287 | 300 |
| 307 | 305 |
| 270 | 310 |
| 289 | 304 |
| 305 | 302 |
| 308 | 305 |
| 319 | 319 |
| 300 | 308 |
| 315 | 300 |

Ortalama İşlem Süresi : 301.00 Dakika

Duyarlı Gözlem Sayısı : 2

Ölçülen işlem süreleri duyarlı gözlem süresini bulmak için E.L.M.S.(BİM) bilgi işlem merkezinde programlanmış ve uygulama sonucu değerleri sürelerin altlarında verilmiştir.

| | | | |
|---|----------------------------------|--|-------------|
| İŞLEM: ve Dik K. LMS Freze. | İŞ DEĞERLENDİRME KAĞIDI | GÜN: Mayıs-Haziran 1985 | |
| ŞİMDİKİ DURUM | | SAYFA ADEĞİ : 3 | SAYFA NO:] |
| YAPILDIĞI YER :Büyük Tezgah Atelyesi | | HAZIRLAYAN : M. ERDEM | |
| 46 mm. H8 biyel tutucu araları son ölçü ve toleransında işlenmesi susta oturma yüzeylerinin son ölçüsüne getirilmesi,askı kulağı çapının işlenmesi | GEREKLİDİR NİÇİN ? | Gereklidir. | |
| Gövde vinç ile alınarak freze tezgahındaki kolaylığın üzerine oturtulur. Tezgahın ilerlemesi ve devri ayarlandıktan sonra yukarıda sayılan işlemler sırası ile yapılır. | NİÇİN BÖYLE YAPILMAKTADIR ? | Mevcut iş emirleri uyarınca. | |
| Partiler halinde K. Tezgah atelyesinde işlemleri biten gövdeler; işlem sırası yatay ve dik kafalı frezelemeye geldiğinde yapılmaktadır. | NEDEN O ZAKLİ YAPILMAKTADIR ? | K. Tezgah atelyesinde işlemleri bitirmeden yapılamaz. İşlem sırasına göre. | |
| Büyük tezgah atelyesinde; Yatay ve dik kafalı freze tezgahında yapılmaktadır. | NEDEN ORADA YAPILMAKTADIR ? | Müessede aynı nitelikte başka bir tezgah yoktur ve işlemler için bu tezgah gereklidir. | |
| Tezgah operatörü yapmaktadır. | NİÇİN O ŞAHİS YAPMAKTADIR ? | Tezgahları operatörleri kullanmak durumundadır. | |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|-------------|
| İŞLEM: yal Matkap MS | İŞ DEĞERLENDİRME KAĞIDI | GÜN: Mayıs-Haziran 1985 | |
| | | SAYI: | |
| | ŞİMDİKİ DURUM | SAYFA ADEDİ : 3 | SAYFA NO: 1 |
| YAPILDIĞI YER : B. Tezgah Atelyesi | | HAZIRLAYAN : M. ERDEM | |
| 6 adet ön kapaktaki (Ø 340 mm. çap üzerinde) Ø 20 mm. deliklerin delinmesi. (Şekil - 5) Diğer deliklerin delinmesi. | GEREKLİDİR NİÇİN ? | Gereklidir. Delik delme radyal matkapta yapılabilir. | |
| Gövde vinçle alınarak tezgah tablosundaki delme kolaylığına oturtulur ve bağlanır. Matkap devri ve ilerlemesi ayarlanarak delme işlemi yapılır. Her delik delindiğinde bir sonraki delik için kolaylıktaki yeri değiştirilir. | HIÇİN BÖYLE YAPILMAKTADIR ? | Mevcut iş emirleri uyarınca. | |
| Yatay delme ve dik frezeleme işlemi biten gövdeleri işlem sırası delik delmeye geldiği zaman yapılır. | NEDEN O ZAMAN YAPILMAKTADIR ? | İşlem sırası yönünden. | |
| Büyük tezgah atelyesinde radyal matkap tezgahında yapılmaktadır. | NEDEN ORADA YAPILMAKTADIR ? | Radyal matkap kesinlikle gereklidir. Başka tezgahta eldeki imkanlarla işlemek mümkün değildir. | |
| Tezgah operatörü. Konusunda uzman. | HIÇİN O ŞAHIS YAPMAKTADIR ? | Tezgahları operatörleri kullanırlar. | |

| Faaliyet | SİMDİKİ METOD | | YENİ METOD | | Kısım | Büyük Tezgah Atel. Y.Delme ve Frezeleme |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|------------|--|
| | İşçi | Tezgah | İşçi | Tezgah | | |
| Boş Bekleme | 25 | --- | | | İş | Tezgah |
| Çalışma | 1130 | 1200 | | | Operatör | |
| Toplam süre | 1200 | 1200 | | | Hazırlayan | M. ERDEM |
| Çalışma oranı | 0,90 | 1 | | | Tarih | 27/7/1985 |
| | | | | | Sahife | 1 |

| 0 | Meydancı | Zaman | İşçi 2 | Zaman | TEZGAH | Zaman |
|-----|--------------------------------|-------|----------------------------|-------|--------|-------|
| | İşçi 1 | (Dk.) | | (Dk.) | | |
| | Göv. vinde getir | 10 | Kolaylığı bağla | 15 | | |
| | Gövdeyi indir ve Tezgaha yükle | 30 | Boş | 25 | | |
| 50 | Diğer görevine | 15 | İlerlemeyi ve devri ayarla | 15 | | |
| 100 | | | | | | |
| 150 | | | İŞLEM | | İŞLEM | |
| 200 | | | | | | |
| 250 | | | | 1130 | | 1200 |
| 300 | | | | | | |
| 350 | | | | | | |
| 400 | | | | | | |

İŞÇİ MAKİNA DİYAGRAMI

| Faaliyet | ŞİMDİKİ METOD | | YENİ METOD | | Kısım : Büyük Tezgah Atel. İş : Delme Tezgah : Radyal Matkap Operatör : Hazırlayan: M. ERDEM Tarih : 20/5/1985 Sayfa : 1 |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--|
| | İşçi | Tezgah | İşçi | Tezgah | |
| Boş Bakıma | --- | 30 | | | |
| Çalışma | 360 dk | 330 dk | | | |
| Toplam süre | 360 dk | 330 dk | | | |
| Çalışma Oranı | 1 | 0,90 | | | |

| 0 | İşçi | Zaman (Dk.) | TEZGAH | Zaman (Dk.) |
|-----|--|---------------------|--------------|-------------|
| | | Gövdeyi vince yükle | 10 | BOŞ |
| | İndir ve Tezgaha yükle | 20 | | |
| 50 | Markaya göre ayarla ve Tezgahın ayarlarını kontrol et. | 30 | | |
| 100 | | | | |
| 150 | DELME İŞLEMİ | | DELME İŞLEMİ | |
| 200 | | 300 | | 330 |
| 250 | | | | |
| 300 | | | | |
| 350 | | | | |
| 400 | | | | |

3. MEVCUT SİSTEMDE GÖZLENEN AKSAKLIKLAR

II. Bölümde bu kesime kadar mevcut sistem eleştirilmeden bütün ayrıntıları ile ortaya konulmuştur. Bu kesimde mevcut sistemin aksayan yönleri alt başlıklarla verilecektir. Bunları şöyle sıralayabiliriz.

1. Taşıma Yönünden,
2. Süreç Yönünden,
3. İşlem süreleri Yönünden,
4. Çalışma Yeri Koşulları Yönünden.

3.1. Taşıma Yönünden

Mevcut sistem analizinde taşımalar plan üzerinde ve akış diyagramında verilmiş ve 1845 metre gibi büyük bir değer olduğu görülmüştür. Taşımada; kesinlikle gerekli taşımalar olduğu gibi işlem akışında kaldırılabilir veya azaltılabilir taşımalar da mevcuttur. Taşıma uzaklığını azaltmak için yeni işyeri düzenlemesi kaçınılmaz görülmektedir. Bunun için taşımada gerekli kaldırılacakları veya azaltılacakları ayırmak gereklidir.

Bu taşımalar;

| | | | |
|---------------------------|---|---|----------------------|
| Döküm Fabrikası | → | Isıl İşlemler | 170 m (gerekli) |
| Isıl İşlemler | → | Kumlama Atelyesi | 750 m (gerekli) |
| Kumlama | → | Boyama Atelyesi | 50 m (gerekli) |
| Boyama Atelyesi | → | Lok. Fab. Kalın Saç Atel. | 120 m (gereksiz) |
| Kalın saç atelyesi | → | K. Tezgah Atelyesi | 130 m (gereksiz) |
| K. Tezgah At. (Dik Torna) | → | K. Tezgah At. (Dik Planya) | 40 m (azaltılabilir) |
| K.T.A. (Dik Planya Tez.) | → | B.T.A. (Yatay delme ve dik frezeleme tezgahı) | 185 m (gereksiz) |

| | | | |
|---|---|-----------------------------|-------------------|
| B.T.Atelyesi | → | Lok.Fab. Kalın Saç Atelyesi | 50 m (gereksiz) |
| Lok.Fab. Kalın Saç | → | B.Tezgah Atelyesi | 50 m (gereksiz) |
| (Ayrıca bu iki taşıma gereksizdir. Tek taşıma yeter. Süreç yönünden aksaklıklar da incelenecektir.) | | | |
| B. Tez. Atel. (Yatay ve Dik Kafalı freze) | → | B.T.A. Radyal Matkap | 50 m (gereksiz) |
| B.T.A. (Radyal Matkap) | → | B.T.A. Tesviye | 10 m (azalabilir) |
| B. Tez. Atel. | → | K.T.A. (Dik Torna Tezgahı) | 185 m (gereksiz) |
| K.T. Atelyesi (Tornalama Dik Torna) | → | K.T.Atelyesi (Kontrol) | 20 m (azalabilir) |

Toplam : 2015 m
Tasarruf : 875 m
(elimine edilebilir)

Gereksiz ve azaltılabilir uzaklıklar çıkarıldığında toplam taşıma 1478 metre 'ye inecek ve 875 m.'lik bir tasarruf sağlanabilecektir. Bu büyük bir tasarruftur.

Sonuç olarak; Tezgah atelyelerinde "sürece göre yerleşim" nedeni ile uzaklık oldukça fazladır.

3.2. Süreç Yönünden

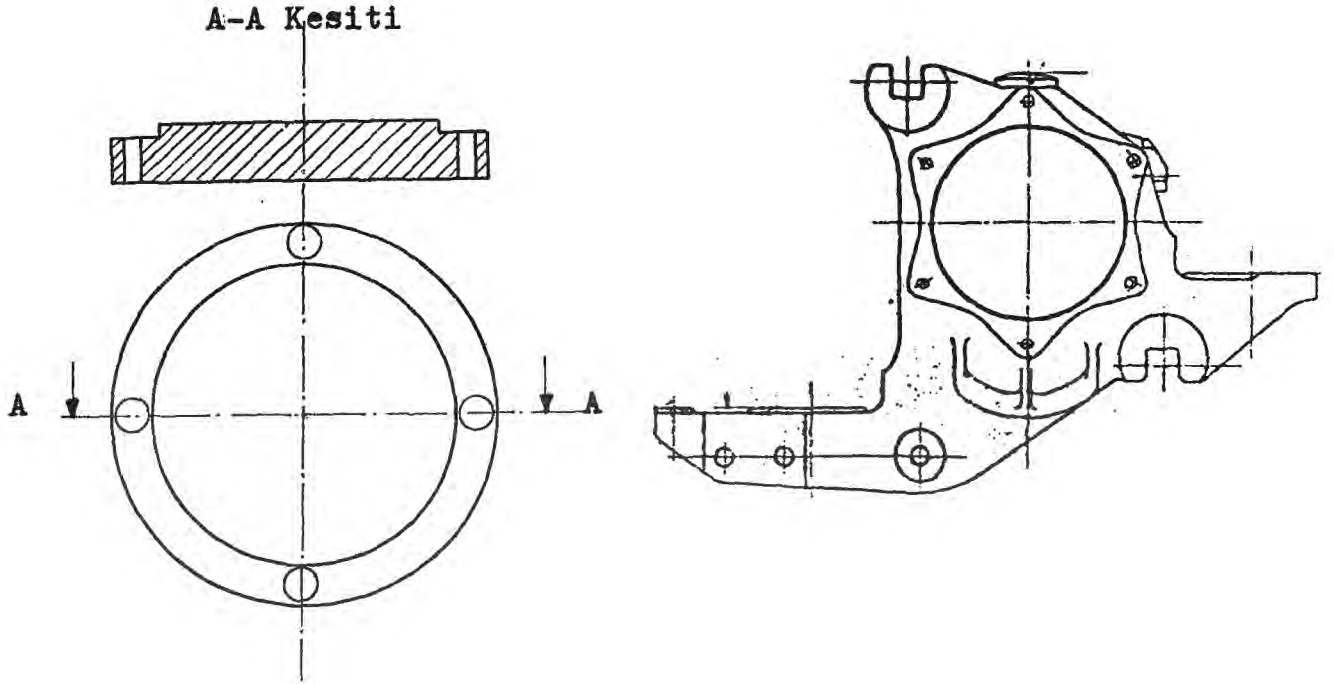
Süreç yönünden yapılan incelemede "kesinlikle gereken işlemler", "gerekmeyenler" veya "basitleştirilebilirler" olarak ayrılmak zorundadır. İncelemeye döküm işlemi hariç tutularak, mekanik işlemler olarak başlanılacaktır.

Tezgah işlemlerinin ilki Küçük Tezgah atelyesindeki dik torna tezgahındadır. Dik tornalama işlemi kesinlikle gereklidir. Ancak Tek kafalı dik torna tezgahı (Kafa : kalemin, taş motorunun bağlandığı yer) işlemin kısa sürede bitmesine olanak tanımamaktadır.

Aynı ayna çapında, çift kafalı dik torna tezgahı olduğu takdirde yine bu tezgahta yapılmakta olan son tornalama ve taşlama işlemi hem kolaylaşacak hem de süre olarak % 100 azalacaktır. Müessesede mevcut olan bu tezgahta deneme yapılmış ve olumlu sonuç alınmıştır. Daha önce 5 saat'te yapılan işlem 2 saat 45 dk. gibi bir sürede sonuçlanmıştır. Ayrıca tezgah müessesede mevcut olduğundan ve iş yükü hafif olduğundan yeni düzenlemede, yeni yere alınması olasıdır. Taşlama işlemi mevcut sistemde; tornalama işlemi bitince kalemin bağlı olduğu kafadan kalem alınıp yerine taş motoru bağlanmakta ve bu bağlama esnasında büyük zaman kaybı (1,5 saat) olmaktadır. Oysa ki çift kafalı bir torna tezgahında bir kafada kalem sabit diğer kafada da taş motoru sabit olarak duracak, söküptakma zamanları tasarruf edilecektir.

İş basitleştirmesi açısından da, dik torna tezgahına bir kolaylık tasarlanması ve uygulanması ile işlem süresi azalacaktır. Kolaylığın tasarlanmasındaki neden şudur: Gövde daha önce de açıklandığı gibi tezgaha ayaklarla bağlanmaktadır. 6 adet ayak vardır. Ayakları bağlamak ve çözmek ve ayarlamak sorundur. Bu arada işlem esnasında buata-gress gövdesinin ters çevrilmesi gerekmektedir. Bu da 30 dk.'dır. İşte tasarlanan bu kolaylıkla gövde daha rahat ve kolay bağlanacak; paralelliği ve dikliği (tezgaha) ayarlama gerektirmeyecektir. İşleme başladıktan sonra da tezgahçının ayarlama yapması gerekmemektedir. (Şekil - 9.a.). Burada gövde kolaylığa (Şekil - 9.b.)'deki işaretlenmiş deliklerinden bağlanacaktır. 4 delikten civata ile bağlanması diklik ve paralellik ayarlamalarını kendinden sağlayacağı gibi; dönmede balanssızlık, salgı olmaz. Bir taraftaki yüzey işlendiğinde gövde ters çe-

virilerek bağlanır ve bu taraftaki yüzey işlenir. Bu mevcut sistemin aksayan bir yönüdür.



Şekil - 9.a. Buata-Gress
Gövde Bağla-
ma Kolay-
lığı.

Şekil - 9.b. Kolaylığa
Bağlanacak
Buata - Gress
Gövdesi.

Dik Planyada ise: Eğer 46 mm.'lik biyel tutucu araları dökümden boş olarak çıkarsa dik planyada 1 saat'lik (maximum) bir işlem yeterli olacaktır. Sadece temizleme için yapılacaktır. Oysa ki; şimdiki işlem süresi 5 saat'tir. Arada hem dökümden hem de mekanik işlemden elde edilecek büyük tasarruf söz konusudur.

Dik Frezede : Şu an için işlem yönünden bir aksaklık gözükmemektedir. İşlem süreleri çok fazladır. Ayrıca bu işlemin yatay delme ve frezeleme tezgahında çok daha kısa zamanda yapılacağı tespit olunmuş ise de; söz konusu

tezgahın işlem yükü çok olduğundan bu tezgahta işlem görmesi uygun değildir.

Büyük tezgah atelyesinde (Şekil - 9.b.)'de görülen kapak kaynak edilen yüzey ve 46 mm.'lik aralara(biyel tutucu) son ölçüsünde işlemektedir. Burada biyel tutucu aralarındaki M20 ve M16 deliklerin delinmesi (Şekil - 9.a.) bir kolaylıkla radyal matkap tezgahında yapılabilir. Dolayısı ile deliklerin delinmesi ve yüzey frezeleme işlemleri ayrı ayrı olacağından frezeleme işlem süresi azalacaktır. Ayrıca kapak kaynak edilen yüzeyin, kaynaktan önce yatay ve dik kafalı frezede işlenmekte ve kaynağa gelmektedir. Kaynak işlemi gördükten sonra tekrar yatay ve dik kafalı freze gelmektedir. Kalan işlemlerse bundan sonra edilmektedir. Bu aksayan bir yöndür. Oysa ki; tüm frezelenen yüzeylerle birlikte kapak kaynak edilecek yüzeyinde frezelenip, freze işlemleri bittikten sonra en son olarak kaynağa gelmesi, hem taşıma, hem işlem yönlerinden daha uygun ve doğru bir yol olacaktır.

Ön kapak bağlantı yüzeylerinin delinmesi de Büyük Tezgah atelyesinde radyal matkap tezgahında yapılmaktadır. Bu delikler; herhangi bir radyal matkapta delinebilir.

Sonuç olarak; söz konusu atelyelerde tezgahlar sürece göre yerleştirildiklerinden, bu yerleşim tipinin zamanla karmaşıklığa yol açması kaçınılmazdır.

3.3. İşlem Süreleri Yönünden

Daha önceki bölümlerde mevcut sistem için verilen süreler iş emirlerinde olup uygulanmakta olan süreler olduğu belirtilmişti. Bu sürelere, toleranslar-dinlenme süreleri dahildir. İş emirlerindeki süreler oldukça fazla tutulmuştur. Oysa; bir buata-gress'in maliyeti iş emirlerindeki sürelerden bulunmaktadır. İşçi de bu sürelere uymak için yavaştan almaktadır. Daha önceki bölümlerde yapılan süre etüdlerinde işçinin özellikle işi yavaş aldığı, çok yavaş hareket ettiği halde iş emirlerinde verilen sürelerden önce bitirdiği müşahade edilmiştir. Dik frezede yapılan bir denemede de 5 saatlik işlemin 2 saatte bitebildiği

görülmüştür.

Sonuç olarak işlem süreleri çok fazladır. Az bir gayretle işlem sürelerinden % 100'e varan tasarruflar elde etmek mümkündür. İşçinin dikkati, kolaylıkları kullanımı ve toleransların saptanması ile tüm üretim sürecinde büyük süre tasarrufu sağlanacaktır.

3.4. Çalışma Yeri Koşulları Yönünden

İşlemlerin gerçekleştirildiği tezgahlardan dik planya haricindeki diğer tezgahlar büyük tezgahlar olup işçinin ayakta çalışması zorunluluğunu doğurmaktadır. İşgören işi tezgaha bağlayıp markaya göre ayarlayarak; Tezgah ilerleme ve devrini de ayarladıktan sonra işleme başlar.

İşlem başladığı andan başlayarak görebileceği ve sesini duyabileceği bir yere oturabilir. Oradan işlemi gözler. Arada ölçü aletleri ile işi kontrol eder.

Çalışma alanı kol ve bacak uzunluğu ile sınırlıdır. Bu erişme alanı aslında işçinin çalışma alanını belirler. Ancak tezgahların büyüklüğü nedeni ile bu erişme alanı oldukça geniştir ve işgöreni zorlamaktadır. İşgörenin kullanacağı takım aparat ve ölçü aletleri için yakın ve toplu bir yer hazırlamak gereklidir.

Atelyelerdeki en büyük sorunlardan biri de gürültüdür. Tezgahların yaydığı sesler için herhangi bir önlem alınmamıştır. Yalnızca bir tezgahın gürültüsü 60-70 dB dolayındadır.

Görme alanı ve görüş sorunu da ayrıdır. İşgören işi çıplak gözle izlemek durumundadır. Çıplak gözle izlemenin talaş fırlatma nedeni ile sakıncaları vardır. Gözlük kullanmak gereklidir.

Aydınlatma sadece gün ışığı ve floresan ampullerle yapılmaktadır. Oysa ki; taşlama ve son tornalama gibi hassas yüzey işlemlerinde işgörenin işlediği yüzeyi çok net görebilmesi gereklidir. Bunun için de Lokal aydınlatma gereklidir.

Isıtma yeterli havalandırma yetersizdir. Doğal havalandırma vardır. Oysa cebri havalandırma gereklidir.

Sayılan tüm nedenlerle yeni işyeri düzenlemesi gerekli olmaktadır.

BÖLÜM III

BUATA - GRESS İMALATI İÇİN SÜREÇ TASARIMI

1. E.L.M.S.'DE İŞYERİ DÜZENLEMESİNİN GEREKLİLİĞİ

Mevcut sistemin analizinde açıklandığı gibi E.L. M.S.'de söz konusu işlem için işyeri düzenlemesi aşağıda açıklanan nedenlerden zorunludur:

i. İş Yerinde Karışıklık Göze Çarpmaktadır.

İş yerinde buata - gress dışında 100 dolaylarında başka parçalar da işlem görmekte olduğundan, iş yerinde (Mevcut) oldukça büyük karışıklıklar olmaktadır. Ayrıca buata - gress'in sadece bir atelyede işlem görmemesi, diğer bir karışıklık kaynağıdır. Üç ayrı atelyede işlem görmekte olup, karışıklığı daha da arttırmaktadır. Bu nedenle gövdesi ve diğer parçaları aynı atölyede işlemek yerinde olacaktır.

ii. Taşımalar Büyük Boyutlarda Olmaktadır.

Bölüm - 2'de taşımalar üzerinde ayrıntılı olarak durulmuştu. İşyeri düzenlemesiyle bu mesafeler azaltılabilecektir.

iii. İşlem Süreleri Uzundur.

İşlem süreleri oldukça uzundur. Bu da üretim süresini (taşımalarla birlikte) uzatmaktadır. İşlem süreleri, atelyedeki karmaşıklıktan ve belli süreler tayin

edilmemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Yapılan etüdlerde toleranssız ve dinlenme süreleri dahil olmaksızın işlem süreleri bulunmuştur. Bu etüdlere mevcut sistem analizindeki etüdlere farklı olarak, tezgah ilerleme hızları üzerinde çalışılarak, ve işçinin işin başından ayrılması (mazeretsiz) engellenerek, ancak kesinlikle zorlamadan yapılmıştır.

Bu süreler;

| <u>Tezgah</u> | <u>İşlem Süresi</u> | <u>Eski Süreler</u> |
|--------------------------|---------------------|---------------------|
| Dik Torna | 140 dk. | 300 dk. |
| Dik Planya | 140 dk. | 300 dk. |
| Dik Freze | 150 dk. | 300 dk. |
| Yatay ve Dik Freze | 540 dk. | 1200 dk. |
| Radyal Matkap | 190 dk. | 360 dk. |
| Dik Tornalama ve Taşlama | 180 dk. | 300 dk. |

şeklinde bulunmuştur.

Yorulma toleransları her bir tezgah için aynı hesaplanarak şöyle bulunmuştur.

$$SZ = \text{ÖZ} * R + \text{ÖZ} * R * \alpha \quad (1)$$

ÖZ : Ölçülen zaman

R : Tempo

α : Toleranslar

SZ : Standart Zaman

Toleranslar 1. bölümdeki hesaplanma oranlarından:

| | | |
|---------|------|---------|
| 140 dk. | için | 40 dk. |
| 140 dk. | için | 40 dk. |
| 150 dk. | için | 43 dk. |
| 540 dk. | için | 150 dk. |
| 180 dk. | için | 47 dk. |
| 180 dk. | için | 47 dk. |

olarak bulunduktan sonra standart zamanlar:

| <u>Tezgah</u> | <u>Standart Zaman</u> |
|---------------|-----------------------|
| Dik Torna | 180 dk. |
| Dik Planya | 180 dk. |
| Dik Freze | 193 dk. |

| <u>Tezgah</u> | <u>Standart Zaman</u> |
|--------------------------|-----------------------|
| Yatay ve Dik Freze | 690 dk. |
| Radyal Matkap | 227 dk. |
| Dik Tornalama ve Taşlama | 227 dk. |

olarak bulunmuştur.

iv. Çalışma Koşulları Genellikle Yetersizdir.

Tezgahlar çevresinde hareket olanağı sağlama açısından az yerler ayrılmıştır. Aparat ve aletler toplu bir yerde bulunmamaktadır. Bunlar aranırken önemli vakit kaybına uğranmaktadır. Kimi tezgahlarda aydınlatma yetersizdir.

v. İş Akışını İzlemede Zorluklar Bulunmaktadır.

İşlemler ayrı atelyelerde yapıldığından iş akışını izlemek oldukça zordur. Bu iş akışı Plan - 1'de ayrıntılı olarak çizilmiştir. Aynı çatı altına toplamakla bunun önüne geçilerek çok düzenli bir iş akışı sağlanabilecektir.

vi. İşlem Süreleri Yanında,

Taşımaların da büyük miktarlarda olması üretim süresini uzatmaktadır.

vii. Alandan Tam Olarak Yararlanamama.

Sürece göre yerleştirilen atelyelerde buata-gress'in yanında 100'den fazla parça da işlem görmektedir. Ancak parçalar irili ufaklı olduğundan hepsine ayrılacak yerin iyi belirlenmesi gerekir. Özellikle buata-gress bunlar içinde en büyük parça olduğundan ayrılan yerler küçük kalmaktadır. Dolayısı ile yerden verimli bir faydalanma sağlanamamaktadır.

Sayılan tüm bu nedenler yeni bir yerleşim için yeterli nedenlerdir.

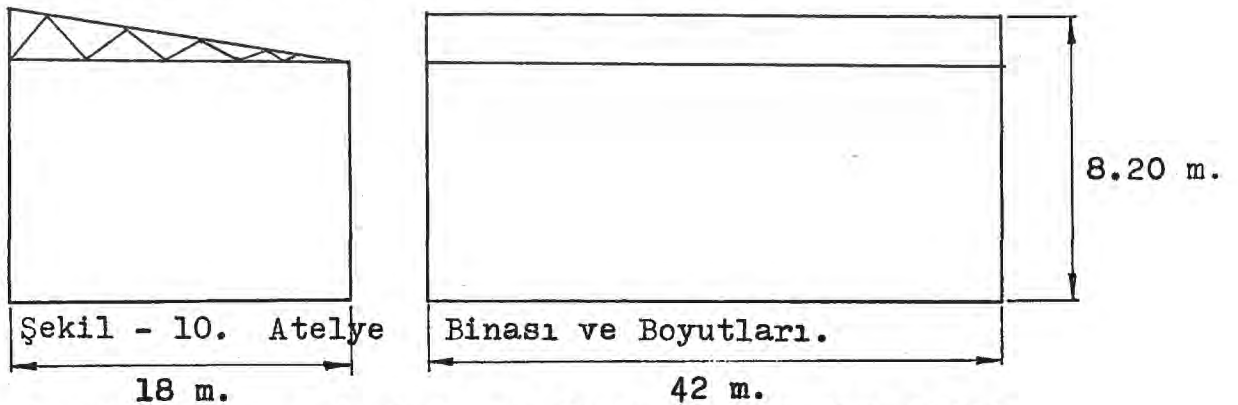
2. TEZGAH YERLEŞTİRME SİSTEMATIĞI İÇİN GEREKLİ BİLGİLER

Bu kesimde sırasıyla işyeri düzenlemesiyle ilgili veriler belirlenecek ve bunların E.L.M.S'deki durumları açıklanacaktır. Sorunun çözüm aşamaları şunlardır:

- i. İlgili Bilgilerin Derlenmesi
- ii. Bölümler Arası İlişkilerin Belirlenmesi
- iii. Alan Planlaması
- iv. Seçeneklerin Değerlendirilmesi
- v. Ayrıntılı Plan Hazırlanması'dır.

2.1. Atelye Binası

Üretim sistemi yeni olarak kuruluyor ise atelye binasının gereksinimlerini karşılayacak biçimde planlayıp inşa edilmesi doğaldır. Ancak yer mevcut ise en iyi yerleşim düzeni mevcut yere göre yapılma durumundadır. E.L.M.S.'de yapılacak düzenlemede atelye binası mevcuttur. İş akışının kolay düzenlenebilmesi ve taşımalarının en küçük düzeyde tutulabilmesi için binanın tek kat üzerine inşa edilmesi şarttır. Yeni yerleşim yeri E.L.M.S.'de tek katlıdır. 720 m² kapalı alan içermektedir. Çatı biçimi makaslı olup yataydır. Şekil - 10'da görülmektedir. Pencereleriyle doğal aydınlatmadan faydalanmaktadır.



Ayrıca, yapay aydınlatma da kullanılmaktadır. Çelik iskeletlidir. Halen boş olarak durmaktadır. Bina fabrikaların büyüyebileceği düşünülerek ilerde, atelye olarak kullanılabilmesi varsayılmış, bu yüzden bina olarak ağır tezgahların da çalışabileceği şekilde inşa edilmiştir.

2.2. Buata - Gress Gövdesi İçin Tezgah Sayılarının
Tespiti

Kullanılan tezgahlar belli olduğundan, sayıları işçilik tezgah saatleri ile bulunacaktır. Bunun için öncelikle talep saptanacaktır. Ürün çeşitlerine ilişkin aylık üretim, miktarları Çizelge - 1'de verilmiştir.

| <u>Parça No.</u> | <u>Adı</u> | <u>Adet/ay</u> |
|------------------|------------------------------|----------------|
| 401 | Buata - Gress Gövdesi | 65 |
| 402 | Buata - Gress Kapak | 100 |
| 403 | Buata - Gress Ön Kapak | 85 |
| 404 | Buata - Gress Arka Kapak | 85 |
| 405 | Buata - Gress Kapama Levhası | 85 |
| 801 | K.M. Buata - Gress Gövdesi | 8 |
| 802 | K.M. Ön Kapak | 10 |
| 803 | K.M. Arka Kapak | 10 |

Çizelge - 1. Ürün Çeşitlerine Göre Aylık Üretim
Miktarları

Tezgah tespiti Çizelge - 2'de yapılmıştır. Ayda 180 saat çalışma olduğu varsayılmıştır.

| Tezgah Adedi | Tezgah | İşçilik Saati Saat/Ad. | Aylık Çalışma saati | Ayda Yapabileceği Miktar | Vardiyası* |
|--------------|------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------|
| 2 | Dik Torna | 3 saat/ad | 180 | 180/3 = 60 Ad/ay | 1 |
| 1 | Dik Planya | 3 saat/ad | 180 | 180/3 = 60 Ad/ay | 2 |
| 1 | Dik Freze | 3 sa/ad | 180 | 180/3.1/4 = 50 Ad/ay | 2 |
| 1 | Yatay Delme ve Dik Frezeleme | 10 saat/ad | 180 | 180/10 = 18 Ad/ay | 2 |
| 1 | Bohrwerk | 10 saat/ad | 180 | 180/10 = 18 Ad/ay | 2 |
| 1 | Radyal Matkap | 3 saat/ad | 180 | 180/3 = 60 Ad/ay | 2 |
| 1 | Kaynak | 1/2 saat/ad | 180 | 180/1/2 = 360 Ad/ay | 1 |

Çizelge - 2. Lokomotif Tipi : DE 24.000 İçin Tezgah Adetleri Tespiti ve Vardiya Sayıları

* 3. vardiyalar daima boş bırakılmıştır. Herhangi bir üretim sıklığı anında 3. vardiya ile telafi mümkündür.

Ayrıca 1986 yılı başında anlaşması yapılmış olan Alman Krouss-Maffei Lokomotiflerinin Buata - gress'leri de E.L.M.S.'de imal edileceği varsayarak iş emri ve tezgah sayıları çıkarılmıştır. Adet küçük olduğundan yukardaki tezgahlara ufak eklentilerle yapılacaktır.

Yukarıda açıklanan anahat lokomotiflerinin yanısıra E.L.M.S.'de manevra lokomotifleri de yapılmakta olduğundan, bunların Buata - Gress gövdesi için aşağıdaki işlemler gereklidir.

- i. Resme göre markalama (45 Dakika)
- ii. Bağlama delikleri işlenmesi ve kılavuz çekilmesi (1,5 saat)(Radyal matkap)
- iii. Markaya göre susta oturma yüzeyinin kesilmesi (Dik Freze - 1 saat)
- iv. Bağlama deliklerden torna kolaylığına bağlanarak rulman yuvaların işlenmesi ve taşlanması (Torna - 4 saat)
- v. Kapak delikleri ve diğer deliklerin delinmesi (Radyal Matkap)
- vi. Kontrol

Bu durumda sadece universal torna ilavesi ile tüm işlemler tamamlanabilecektir. Diğer parçalarda ise :

K.M. Ön Kapağı için : 1. Döküm, 2. Frezeleme, 3. Kaynak
K.M. Arka Kapağı için : 1. Kesme, 2. Tornalama, 3. Kontrol işlemleri gereklidir.

Daha önce açıklandığı gibi, gövdeye monte edilen diğer parçalar (kapak, ön kapak, arka kapak, kapama levhası) da üretimlerinde sorun olmamasına karşın, montajın yeni düzenlenen atelyede bitirilip, komple olarak atelyeden çıkması daha uygun olacağından, mekanik işlemlerin yeni atelyede yapılmasında yarar var. Herhangi bir karşılığa yol açmayacaktır. Bunlar için: bir testere ve torna tezgahı ilave olunacaktır. K.M. için temin edilen torna tezgahı yeterlidir. Bu durumda toplam tezgah sayısı ve boyutları Çizelge - 3'te belirtilmiştir.

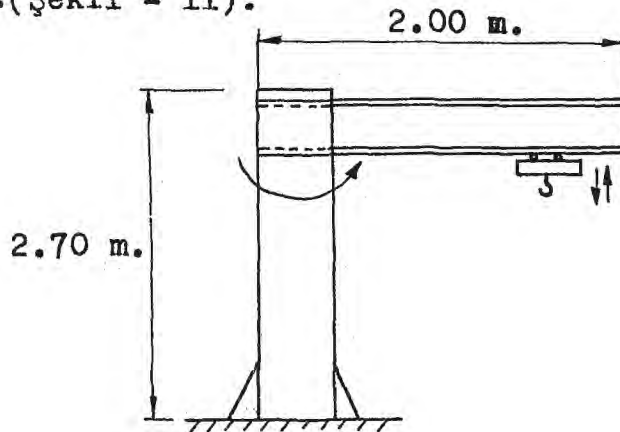
| Adet | Tezgahlar | Cephe Uzunluk (m) | Geniřlik (m) | Yükseklik (m) |
|------|-----------------------------------|-------------------|--------------|---------------|
| 2 | Dik Torna | 1.70 | 1.90 | 2.80 |
| 1 | Dik Planya | 1.50 | 1.70 | 2.10 |
| 1 | Dik Freze | 1.00 | 1.10 | 1.80 |
| 1 | Yatay ve Dik Kafalı Freze Tezgahı | 5.00 | 4.00 | 3.20 |
| 1 | Bohrwerk | 1.50 | 2.50 | 2.00 |
| 1 | Radyal Matkap | 2.80 | 1.10 | 3.00 |
| 2 | Kaynak Mak. | 1.00 | 0.80 | 0.70 |
| 1 | Universal Torna | 3.50 | 1.60 | 1.50 |
| 1 | Testere | 0.90 | 0.85 | 0.85 |

Çizelge - 3. Tezgahlar ve Boyutları.

Önemli tezgahların (dik torna, yatay delme ve dik frezeleme ve radyal matkap) şekilleri EK - 4 'te görülmektedir.

2.3. Çalışma Koşullarını İyileştirici Teçhizatlar ve Taşıma Araçları

Atelye binasına, çalışma koşullarını iyileştirici yönde bir Monoray tavan vinci, tüm atelye boyuna gelebilecek şekilde yapılacaktır ve kapasitesi 1 ton olacaktır. Ayrıca 250 kg. taşıma kapasiteli bir konsol vinç yapılacaktır.(Şekil - 11).



Şekil - 11. Atelye Konsol Vinci.

Konsol vinç, Şekil - 11'de gözüken ekseni etrafında 360° dönme yeteneğine sahip, lokal taşımalarda son derece iyi sonuçlar veren bir yükleme aracıdır. Taşıma süresini önemli oranda azaltır. Hareket kabiliyeti nedeniyle 3 tezgaha yükleme yapabilir. Yer çekimli taşımadan, küçük parçalar için yararlanılacaktır. İşi biten parçaların diğer tezgaha gidebilmesi için yer çekimli kızaklar yapılacaktır. Genelde taşıma ise tavan vinci vasıtası ile olacaktır.

3. TEZGAH YERLEŞTİRME İÇİN YAKINLIK VE MALİYET UNSURLARINI İÇEREN BİR ALGORİTMA : MEDAT

3.1. MEDAT Algoritması ve Varsayımları

Yerleşim düzenlemesi sorununun uygun çözüm alanına matematiksel model ile yaklaşımda bulunmak amacıyla yönelik olarak kullanılacak yöntem "MEDAT" kod adlı Maliyet ve Yakınlık Düzeyi Ölçütlerinin Birlikte kullanışına ilişkin bir algoritmadır. Algoritmanın seçiliş nedeni, Yakınlık Ölçütünün yanısıra, Maliyet Ölçütünün de kullanımının gerçekleşmesindedir.(31)

MEDAT'a ilişkin varsayımlar aşağıdaki biçimde ortaya konulmuştur.

- Malzeme taşıma maliyeti, bölümlerin atanmış oldukları alanların merkezleri arasındaki dik-dogru uzaklığın bir fonksiyonu olarak bulunur.
- Uzaklıkla artan giderler, toplam malzeme taşıma maliyeti üzerinde artan bir etki bırakır.
- Taşınan miktarlara ilişkin veriler sabittir.
- Maliyet ve yük matrisleri simetriktir.
- Bölümler kapladıkları alan itibarı ile eşit büyüklüktedir.

Genellikle bu varsayımların yapılması da gerekmektedir. Bu kısa bilgilerden sonra; ileriki kesimlerde önerilen yaklaşımın bilgisayar ortamına aktarılması için uygulama yerine ilişkin bilgiler verilecektir.

(31) ÇINAR, M., "MEDAT", s.76, a.g.k.

3.2. MEDAT Bilgisayar Programının Girdileri

MEDAT bilgisayar programı için gerekli veriler 4 grupta toplanabilir. Bunlar ;

- Başlangıç düzenleme bilgileri
- Malzeme akış bilgileri
- Birim uzaklık/Maliyet bilgileri
- Bölümler arası ilişki bilgileri

Bu bilgilerin düzenleme yapılacak atelye için derlenmesi gereklidir.

4. MEDAT İLE YERLEŞİM DÜZENLEMESİ İÇİN UYGULAMA

İşleyeceği parçalar önceki bölümlerde anlatılmış olan atelyede ilgili bilgileri ve verileri düzenleyerek MEDAT ile en iyi yerleşim düzenlemesi yapılacaktır. Bunun için atelyenin sürece göre yerleşimi esas alınacaktır.

4.1. Üretim'e İlişkin Bilgiler

Atelyede önceden planlanan sayılara göre üretim yapılmaktadır. Bu sayılar daha önceden E.L.M.S. Üretim Planlama bölümünce ilgili uniteye bildirilir. Ham döküm malzemeler E.L.M.S dökümhanesi veya herhangi bir dökümhanede dökülürülerek temin edilmektedir. Süreç, ham döküm olarak alınan parçaların markalama bölümde markalanmasıyla başlar. Daha sonra dik tornada kaba talaş alma; dik planyada ayakların temizlenmesi yapıldıktan sonra dik frezede son ölçülere getirilir.

Diğer işlemler Bölüm - 2'de anlatıldığı gibi yapılır. Biten parçalar vinç'e yüklenerek montaj hattına getirilir. Üretime ilişkin iş akış çizelgesi Plan - 1'de verilmiştir. Aylık üretim miktarları da Çizelge - 1'de verilmiştir.

4.2. Taşıma Maliyet ve Bölümlerarası Yakınlık Derecelerine Ait Bilgiler

Bölmelere ilişkin bilgiler Çizelge - 4'te verilmiştir.

| KOD | Bölüm Adı | Alan (m ²) | | Gereksindiği Ma- kına ve Teçhizat |
|-----|---|------------------------|------|--|
| | | Eski | Yeni | |
| 1 | MARKALAMA | 50 | 64 | Pleyt, ölçüm aleti |
| 2 | RULMAN YUVASI KABA İŞLEM | 25 | 64 | 2 Dik Torna, Kolaylık, Ölçü Aletleri |
| 3 | BİYEL TUTUCU ARALARI İŞLEMİ | 25 | 64 | 1 Dik Planya, Ölçü Aletleri |
| 4 | BİYEL TUTUCU SON İŞLEM | 25 | 64 | 1 Dik Freze, Ölçü Alet., Bağlama Kolaylığı |
| 5 | YATAY DELME, SUSTA TAŞIYICI YÜZEYLERİ SON İŞLEM | 64 | 64 | 1 Yatay Delme ve Frezleme Tezgahı, 1 Bohrwerk tezgahı ve bağlama kolaylıkları, ölçü aletleri |
| 6 | DELME | 50 | 64 | 1 radyal Matkap, Tezgahı, delme kolaylığı, ölçü aletleri, mastarlar |
| 7 | KAYNAK | 25 | 64 | 2 adet kaynak jeneratörü, el makası, tesviye aleti |
| 8 | KESME - TESVİYE | 25 | 64 | 1 adet testere tezgahı, el tesviye |
| 9 | TORNA | 40 | 64 | 1 üniversal torna, kolaylıklar, aynalar, öl. alet. |
| 10 | İDARE - TAKIM KOLAYLIK | 81 | 64 | 2 adet masa, 1 adet resim masası, tezgah kalemleri, uçları, matkap, frezeler, kolaylıklar. |

Çizelge - 4. Bölüm Bilgileri

MEDAT bilgisayar programına ilişkin ciriş bilgileri 8 x 8 m. boyutlarında birim kare olarak verilmiştir. KESME ve TESVİYE aynı bölüme sığabileceklerdir. Her bir işlemden sonra ara stokları karşılayabilecek yerler bırakılmıştır. İdare ve takım kolaylık bölümü atelyede mevcuttur. Boş olarak durmaktadır.

Bölmeler arası taşıma miktarlar ve bunlara ilişkin maliyet bilgileri Çizelge - 5. ve Çizelge - 6'da verilmiştir.

Not. Verleşim düzeninde tezgahlar Çizelge - 4'teki sıraya göre yerleştirilmiştir.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|
| 1 | | 67 | | 63 | | 68 | | | | 11 |
| 2 | | | 67 | | | | | | | 15 |
| 3 | | | | 67 | | | | 33 | | 12 |
| 4 | | | | | 65 | | | 17 | | |
| 5 | | | | | | 65 | | | | 10 |
| 6 | | | | | | | 65 | 33 | | 20 |
| 7 | | | | | | | | 65 | | |
| 8 | | | | | | | | | 360 | 15 |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |

Çizelge - 5. Malzeme Taşıma Matrisi

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 1 | | 82,5 | | 11,25 | | 82,5 | | | | 80,63 |
| 2 | | | 82,5 | | | | | | | 20,63 |
| 3 | | | | 82,5 | | | | 82,5 | | 20,63 |
| 4 | | | | | 11,25 | | | 82,5 | | |
| 5 | | | | | | 11,25 | | | | 41,20 |
| 6 | | | | | | | 82,5 | 82,5 | | 41,20 |
| 7 | | | | | | | | 82,5 | | |
| 8 | | | | | | | | | 9,75 | 20,63 |
| 9 | | | | | | | | | | 0 |
| 10 | | | | | | | | | | 0 |

Çizelge - 6. Maliyet Matrisi

Malzeme taşıma matrisindeki değerler, bölümler arasındaki aylık taşıma miktarını göstermektedir. Veriler: 6 aylık sipariş fişleri ve iş emirleri kartlarının incelenmesi ve 1 aylık gözlemler sonucu elde edilmiştir. Süreç içinde kullanılan her türlü araç, takım ve kolaylık takım bölümünde bulunmakta olup, kullanıcı gerektiğinde bu araç, gereçleri gidip almaktadır. Taşıma miktarlarının oluşturulmasında bu eylemler de göz önüne alınmıştır.

Maliyet matrisinde başlıca iki tür hareket maliyet ögesi dikkate alınmıştır. Bunlardan ilki yukarıda açıklanan kullanıcı taşımalarına ilişkindir. Bu değerlerin oluş-

turulmasında, E.L.M.S. maliyet muhasebesinin her ünite için çıkartmış olduğu işçilik saat/ücretleri ve taşıma işçilik saat/ücreti baz alınmıştır. Bunlar;

OCAK 85 itibari ile E.L.M.S. işçilik saati ücretleri:

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Lokomotif Fabrikası | 1422.18 TL/saat |
| Küçük Tezgah Atelyesi | 1238.94 TL/saat |
| Büyük Tezgah Atelyesi | 1720.38 TL/saat |
| Malzeme İletimi | 1298.00 TL/saat'dir. |

E.L.M.S. Maliyet muhasebesinin bu değerlerinden ve taşıma için çıkartmış olduğu örneğin: 1 kg. malzemenin vinç ile taşınması maliyeti yine, 1 kg. malzemenin elektrokarla taşınması maliyeti ve yine konsol vinçle yüklenip taşınması maliyetleri bellidir. Taşınacak parçaların ağırlıkları da belli olduğundan tablodaki değerlerin bulunmuştur.(Maliyet Matrisi)(32)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|--------|------|--------|
| 1 | 5527,5 | | 708,75 | | 5610 | | | | | 226,93 |
| 2 | | 5527,5 | | | | | | | | 309,45 |
| 3 | | | 5527,5 | | | | | 2722,5 | | 247,56 |
| 4 | | | | 731,25 | | | | 1402,5 | | |
| 5 | | | | | 731,25 | | | | | 412,0 |
| 6 | | | | | | | | 5362,5 | | 824,0 |
| 7 | | | | | | | | 5362,5 | | |
| 8 | | | | | | | | | 3510 | 309,45 |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |

Çizelge - 7. Maliyet Ağırlıklı Yük Matrisi

(32) 1 kg. vinç ile taşıma maliyeti yaklaşık 0,55 TL/kg olarak bellidir. Parça 150 kg.'lık olup yak. 42,5 TL/adet taşıma masraf olur. Elektrokara içinse 0,075 TL/kg.

Çalışmada girdi olarak maliyet ağırlıklı yük matrisi (Çizelge - 7.) kullanılacaktır. Bu matris, taşıma matrisi ile maliyet matrisinin çarpımları sonucu elde edilir.

Bölümlerarası yakınlığa ilişkin değerler şimdiki durumla ve olması gereken durumun ilgili ünite amirleriyle görüşmeler sonucu derlenmiştir.(33)

Yukarıdaki bilgiler yardımı ile MEDAT'da kullanılmak üzere Çizelge - 9'daki yakınlık dereceleri matrisi kurulmuştur.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | - | 6 | - | 1 | 0 | 3 | - | - | 5 | 3 |
| 2 | | | 3 | - | - | - | - | - | - | 5 |
| 3 | | | | 6 | - | - | 1 | - | 1 | 5 |
| 4 | | | | | 6 | - | - | - | - | 5 |
| 5 | | | | | | 6 | 6 | - | 1 | 5 |
| 6 | | | | | | | 6 | - | - | 3 |
| 7 | | | | | | | | 0 | - | 3 |
| 8 | | | | | | | | | 0 | 6 |
| 9 | | | | | | | | | | 0 |
| 10 | | | | | | | | | | 0 |

Çizelge - 9. Yakınlık Değeri Matrisi.

(33) KÖBU, B., "Üretim Yönetimi", İstanbul, 1984, s.120-125.
ÇINAR, M., "MEDAT", Eskişehir, 1982, s.124-128.

5. ÖNERİLEN YENİ YERLEŞİM DÜZENLEMESİ SÜRECİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Buata - Gress için Yeni Yerleşim Düzenlemesi

Yapılan yeni atelye'ye ilişkin bilgiler, MEDAT bilgisayar paket programı girdi biçimlerine dönüştürülerek, Anadolu üniversitesi bilgi işlem merkezindeki ICL sisteminde uygulanmıştır.

Başlangıç düzenlemesi olarak, buata-gress gövdesini geçirdiği işlemler alınmıştır. Sistemin yeri değiştirilmeyecek bölümü büro ve takımhane olarak kullanılan kısımdır. (10 no'lu kısım) Sisteme verilen başlangıç düzenleme biçimi aşağıdaki gibidir.

| | | | | |
|---|---|---|---|----|
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Başlangıç düzenlemenin oluşturduğu toplam taşıma maliyeti; (34)

TOPLAM MALİYET 700728.00 TL'dir.

TOPLAM YAKINLIK 30dur.

5.2 Süreci önerisi

MEDAT ile geliştirilen seçenekler ve bunlara ilişkin hesaplamalar Çizelge - 10'da özetlenerek verilmiştir. 4. sütunda maliyet değerlerine ilişkin faydasızlıklar, enküçük maliyete göre hesaplanmıştır. Bulunan değerler maliyete verilen önem düzeyi ($\alpha = 0,50$) ile çarpılarak 6. sütun elde edilmiştir. (35) En büyük yakınlık değeri olan 31.0 değeri temel alınarak yakınlık değerlerine ilişkin faydasızlıklar 7. sütunda ve $1 - \alpha = 0,50$ önem düzeyi ile yakınlığa ilişkin faydasızlık değerleri 9. sütunda gösterilmiştir.

(34) Bilgisayar Programı ve Çıktılar, Ekler Bölümünde verilmiştir.

(35) α ; Maliyet ve yakınlık değerleri aynı alındığından: $\alpha = 0,50$ olarak kabul edilmiştir.

terilmiştir. 6. ve 9. sütunlar toplanarak her bir seçeneğe ilişkin toplam faydasızlık bulunmuş ve enküçük toplam değer içeren 10. seçenek eniyi olarak önerilmiştir.

| | | | | | |
|---|---|---|---|----|------------|
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | ←Başlangıç |
| 9 | 8 | 7 | 6 | 10 | |

↔ Fabrika Akışı

biçiminde olmalıdır. (36)

Bu durumda en iyi düzenlemeyi veren seçenek 10. seçenek olmaktadır. Başlangıç düzenleme ile karşılaştırıldığında; % 20 Maliyet tasarrufu ve % 1 yakınlık değeri artışı sağlanmıştır.

Uygulanması gereken yeni düzenleme yukardaki gibi olmalıdır. Başlangıç düzenlemesi olarak ana parça çıkışı seçilmiştir. Çünkü şimdiki durumda tezgahlar arasındaki uzaklıklar önerilen sistemin 4 katı ve çok düzensizdir. Bu yüzden elde edilecek tasarruf (sadece yeni yerleşim düzenlemesi ile) taşımalarından ve düzensiz yerleşimden 4 milyon TL/yıl dolaylarındadır.

Sonuç olarak; Enküçük maliyetli seçeneğin benimsenmesi durumunda ($C_s = C_{enk}$) faydasızlık sıfır, başka bir anlatımla hiç bir fırsat kaçırılmamış olacaktır. Bu durumda yukardaki tasarruflar da göz önüne alınarak uygulanması gereklidir.

5.3. Yeni Yerleşim ve Sürecin Değerlendirilmesi

Bu kısımda sistemin maliyeti net rakamlarla ortaya konulacak ve getirdiği faydalar da incelenerek uygulanabilirliği tartışılacaktır.

Sistemin maliyetine geçmeden önce bir lokomotifin günlük servise alınma gecikmesinin maliyeti verilmelidir. Bu ise yetkililerin verdiği bilgiye göre 10.000.000.-TL/gündür. Buata-gress ve diğer imalat aksamaları ile servise alınma 2 - 7 gün gecikme gösterdiği bundan önceki dönemlerde tespit edilmiştir. Eğer ortalama olarak 3 gün bir

| Seçenek No | Toplam C_s | Toplam Yakınl. Değeri K_s | $(C_s - C_{enk})$ * | | α | $\alpha \cdot F_C$ | $\frac{K_{enb} - K_s}{(K_{enb})}$ ** | | $(1 - \alpha) F_Y$ | F_P |
|------------|--------------|-----------------------------|---------------------|-----------|----------|--------------------|--------------------------------------|-------|--------------------|-------|
| | | | F_C | C_{enk} | | | F_Y | F_S | | |
| 1 | 700.728 | 30 | 0,2295 | 0,50 | 0,50 | 0,1145 | 0,033 | 0,50 | 0,0165 | 0,131 |
| 2 | 613.080 | 28 | 0,075 | 0,50 | 0,50 | 0,0375 | 0,096 | 0,50 | 0,048 | 0,086 |
| 3 | 613.080 | 28 | 0,075 | 0,50 | 0,50 | 0,0375 | 0,096 | 0,50 | 0,048 | 0,086 |
| 4 | 606.088 | 30 | 0,063 | 0,50 | 0,50 | 0,0312 | 0,033 | 0,50 | 0,017 | 0,049 |
| 5 | 606.088 | 30 | 0,063 | 0,50 | 0,50 | 0,0320 | 0,33 | 0,50 | 0,0165 | 0,051 |
| 6 | 606.088 | 30 | 0,063 | 0,50 | 0,50 | 0,0315 | 0,33 | 0,50 | 0,017 | 0,051 |
| 7 | 606.088 | 30 | 0,063 | 0,50 | 0,50 | 0,0315 | 0,33 | 0,50 | 0,017 | 0,051 |
| 8 | 606.088 | 30 | 0,063 | 0,50 | 0,50 | 0,0315 | 0,33 | 0,50 | 0,017 | 0,051 |
| 9 | 606.088 | 30 | 0,063 | 0,50 | 0,50 | 0,0315 | 0,33 | 0,50 | 0,017 | 0,051 |
| 10 | 569.928 | 31 | 0 | 0,50 | 0,50 | 0 | 0 | 0,50 | 0 | 0 |

Not : = 0,50 alındı. Maliyet'e ve Yakınlık Değerlerine Aynı Ağırlık Verildi.

* C_{enk} = Seçeneklerdeki en küçük maliyet; C_s maliyetli olanın benimsenmesi halinde karar verici $(C_s - C_{enk})$ kadarlık bir fırsatı kaçırıyor demektir. Bunun en küçük maliyete göre yararsızlığı $(C_s - C_{enk})/C_{enk}$ 'dir..

** Her bir seçeneğin en büyük yakınlık değerine göre faydasızlığı $(K_{enb} - K_s)/K_{enb}$ 'dür.

*** $F_s = \alpha \cdot F_{Cs} + (1 - \alpha) F_{Ys}$ ile bulunur. Düzenlemenin faydasızlığıdır.

gecikme varsayılırsa; 3 x 10.000.000.= 30.000.000.- TL net bir zarar ortaya çıkacaktır. Bu makro maliyetin yanında gözükmeyen mikro maliyetler de vardır. Bunlar; trenlerin lokomotif eksikliği nedeni ile düzenli sefer edilememesi, yolcuların bu nedenle bilet bulamayıp kaybettikleri zamanlar v.b.

5.3.1. Yeni Sistemin Maliyeti

Yerleşim düzenlemesi yapılan yeni üretim biriminin tezgahları yerleştirilmesi; imalat kolaylıkları ve ek teçhizatların yapılması ile ilgili tüm maliyetlerdir. Bunlar günümüzün koşullarında fiyatlandırılarak E.L.M.S. maliyet muhasebesinden alınan işçilik saat ücretleri ile ortalama hazırlık süresi belirlenerek aşağıda tablo şeklinde verilmiştir.

i. Tezgahların Yeni Atelyeye Yerleştirmeleri Maliyeti (Çizelge - 11).

ii. İş kolaylaştırıcı ve yardımcı ekipman ve kolaylık maliyetleri:

Bunlar vinç ve konsol vinç ile atelye içinde çeşitli yerlerdeki kutular ve dolaplardır.

VİNÇ : Cinsi : Monoray Atelye vinci

Kapasitesi : 1 ton

Monoray atelye vincinin köprüsü E.L.M.S.'de imal edilecek şaryo diye bilinen kaldırma(yükleme) ekipmanı ise piyasadan alınacaktır.

Vincin Maliyeti : 900.000 TL.

E.L.M.S.'de imal edilecek Köprü Maliyeti:

Kullanılacak demir profil : 250 kg x 150 37.500 TL

İşçilik : 20 işgünü üzerinden : 1213x20x8 194.080 TL

Piyasadan alınacak şaryo : 300.000 TL

Vinç yolları döşenmesi :

Vinç yolu profil demir: 40x50x200 400.000 TL

TOPLAM : 931.580 TL

| | TAŞIMA | TEMEL YAPIMI | İŞÇİLİK | TEZGAH AYARLAMA | |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------|
| | | | | DÜZENLEME | TOPLAM |
| DİK TORNA (2 adet) | Vinç:35.000 TL (0,55 x 60 ton) | De.-Pr.:50.000 Ç.+Har.:100.000 | 1250x30 x8=350.000 | 15.000 | 550.000 |
| DİK PLANYA (1 adet) | Vinç:15.000 TL (0,55x27 ton) | Aynı : 150.000 | 350.000 | 10.000 | 525.000 |
| DİK FREZE | Vinç:15.000 TL (0,55x12) | Demir:35.000 350 kg x 100 Ç.+H.:50.000 | 350.000 | 10.000 | 425.000 |
| YATAY DEL- ME DİK FRE- ZELEME (1 adet) | 50.000 | Demir:75.000 (750 kg x 100) Ç.+H.:100.000 | 350.000 | 25.000 | 600.000 |
| BOHRWERK (1 adet) | Vinç:5500 TL | Demir:25.000 25 x 100 Ç.+H.:50.000 | 350.000 | 10.000 | 425.000 |
| RADYAL MATAKAP | 30.000 | Demir: 15.000 150 x 100 Ç.+H.: 50.000 | 350.000 | 10.000 | 455.000 |
| KAYNAK | Vinç: 2500 | Temel Yok | 1200x7x8 720.000 | - | 72.500 |
| GENEL TOPLAM : | | | | | 3.529.000.- |

Çizelge - 11. Tezgahların Yeni Atelyeye Yerleşim Maliyetleri.

1 adet konsol vinç maliyeti :

| | |
|---|-----------|
| Kullanılan demir ve profil : 500 kg x 150 | 75.000.- |
| Şaryo : | 100.000.- |
| İşçilik : 7 x 8 x 1213 : | 31.512.- |

TOPLAM : 206.112.-

iii. Kullanılacak Diğer Kolaylıklarının Maliyeti
Kullanılacak diğer kolaylıklar tezgahlarla beraber gelecektir. Ancak yapılacak herhangi yeni kolaylık dizaynı için 500.000.- ayırmak gereklidir.

TOPLAM : 500.000.-

Tesisin kurulacağı binanın mevcut olduğu daha önceden belirtilmiştir. Bu durumda tesisin işletmeye hazır hale gelmesi için:

GENEL TOPLAM : 5.966.692.- TL olmalıdır.

5.3.2. Sağlanan Tasarruflar

Bunun yaklaşık 10 yıllık amortismanına tabi tutulacağı varsayılırsa yıllık gideri 590.000.- TL' civarında olacaktır. Bu gider ise bir lokomotifin bir gün dahi erken tesliminden sağlanacak olan 10.000.000.- TL'sinin yanında oldukça düşük kalmaktadır.

Yeni süreç ise; mevcut sistemle, aynı tezgahlar kullanılacağından fazla bir değişikliğe uğramayacaktır. Ancak elde edilen taşıma, işlem süresi yönlü tasarruflar hiç de ihmal edilemez.

Yeni süreç : Yeni yerleşim düzeninde de açıklandığı gibi,

| Yatay Delme Frezeleme | Dik Freze | Dik Planya | Dik Torna | Markalama |
|-----------------------|----------------------|---------------|-----------------|----------------------------|
| Universal Torna | Tes-tere ve Tes-viye | Kaynak Bölümü | Rad-yal Mat-kap | Teknik Büro Takım Kolaylık |

şeklindedir.

Yeni sürece göre akış diyagramı da izleyen sayfadadır. Bu diyagramda mevcut tasarruflar en açık biçimde ortaya konulmuş ayrıca özet tablolarla da elde edilen tasarrufların ölçülebilir; maliyetleri de verilmiştir.

Yeni yerleşim düzeni ve atelye binası Şekil - 12'de verilmiştir.

İşlem-süreç şemasından da görüldüğü gibi: elde edilen tasarruflar ortadadır.(Yeni düzenleme ile) Üstelik verilen değerler, döküm sürecini de kapsamamaktadır. Döküm sürecinin iyileştirilmesi için yapılacak çalışmalarla sonuç daha da iyi olacaktır.

Yalnızca mekanik işlemleri kapsayan tasarruflar aşağıda verilmiştir.(İşlem-süreç diyagramından yararlanılarak çıkartılmıştır).

Mevcut düzendeki işlem taşıma, beklemek (Mekanik işlemler için):

ÖZET

| Sembol | Miktar | Birim |
|--------|--------|---------|
| ○ | 8 | 3400 dk |
| ⇒ | 11 | 635 m. |
| D | 5 | 350 dk. |
| □ | 1 | - |
| ▽ | 2 | - |

Mevcut Düzendeki

| | | |
|---|---|---------|
| ○ | 8 | 1450 dk |
| ⇒ | 8 | 78 m |
| D | - | - |
| □ | 1 | - |
| ▽ | 1 | - |

Yeni Düzenlemede

Tasarruf

| | | |
|---|---|---------|
| ○ | - | 1950 dk |
| ⇒ | - | 557 m |
| D | - | 350 dk |
| □ | - | - |
| ▽ | - | - |

Çizelge - 12. Özet İşlem-Süreç Tabloları ve Tasarruflar

Tasarrufların ölçülebilir maliyeti:

1950 dk : 32,5 saat

İşçilik saati : 1600 TL/h

İşçilik Tasarrufu : $1600 \times 32,5 = 52.000.-$ TL/adet

Uzaklık tasarrufu için :

1 m. taşıma : işçilik saati 1230 TL/h

$35 \times 57,7 = 20.195$ TL/adet taşıma

tasarrufu.

Toplam : 70.195 TL/adet

İşlem sürelerinin % 100 azalması nedeni ile üretimde % 100'lük bir artış sağlanacaktır. Böylece işlem çok düzenli bir akış içinde ve yalnızca bir atelyede yapılabilecektir. Sadece taşımadan sağlanan tasarruf 1 k. mertebesinde-dir. İşlem zamanında ve hatta zamanından da önce teslim edilmesi sağlanmıştır. Bu E.L.M.S.'yi ve Türk Ekonomisini 30.000.000.- TL'lik bir zarardan kurtarmak demektir. En büyük fayda budur.

Bir Buata-gress de yukarda verilen (70.195 TL/adet) kadar tasarruf önemli bir tasarruftur. (Parça maliyeti 680.000 TL.'ye düşmüştür.) Bu tasarruf parça başına % 11'i bulmaktadır. Önemli diğer bir tasarruf da budur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sistemin uygulamaya konulması yukarıda sayılan faydaları ve dinamizmi beraberinde getirecektir. İşgörenlerin daha rahat bir çalışma ortamı bulması sonucu verimlilikleri artacaktır. Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ve ileriye yönelik çalışmalar şöyle sıralanabilir.

- Yerleşim düzenlemesi ile soruna mevcut tezgahlarla eniyi çözüm getirilmeye çalışılmış, Yeni yatırıma gerek olmaksızın küçük yerleştirme ve çalıştırma maliyetleri ile en iyi çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır.

- Yapılan yerleşim düzenlemesi; müessesede gerçek olarak uygulanabilecek şekilde geliştirilmiştir. İş etüdü kavram ve teknikleri ile de standartlaştırılan imalat şekli ve süreleri müessesede ileride yapılabilecek diğer bu tür çalışmalara cesaret verebilecek niteliktedir.

- Müessesede şimdiye dek yapılan tezgah yerleştirme tamamen tecrübeye dayalı olmaktadır. Oysa MEDAT'ın maliyet ağırlıklı nitel yanı, Yakınlık düzeyi ağırlıklı nicel yanı ile, belli varsayımlar altında matematiksel bir çözüm sağlanmış ve yerleşim düzenlemesi E.L.M.S.'de ilk kez algoritmik olarak yapılmıştır.

Yeni yerleşim düzenlemesi ile, mekanik işlemler ayrı ayrı atelyelerde yapılmaktan kurtulmuş, böylece işlem süresi % 100 azalmış ve % 87'ye varan bir taşıma tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca ayrı ayrı atelyelerde işlem gören parçaların imalat süreçlerindeki kopukluklar ortadan kaldırılmıştır.

- Tezgah atelyesinde bir konsol vinç vasıtası ile taşımalar monoray tavan vincinden kurtarılmış ve kıyaslanamayacak kadar az taşıma maliyeti ve kolaylık kazandırılmıştır.

- Yatırıma bağlı olarak, teknolojik gelişmelere ayak uydurulabilecek yeni tezgahların olurluluğu araştırılabilir. Çünkü yeni tezgahlar NC, CNC olacak ve sadece işi bir kez tezgaha bağlamakla elde edilebilecektir. Olurluluğu incelenebilir.

- Yine E.L.M.S.'de ki malzeme iletimi konusu, tüm müessese çapında ele alınarak daha iyi çözümler getirilebilmesi konusu incelenebilir.

- Döküm fabrikası genelinde: sadece söz konusu parça için değil, dökülen ve dökülmesi gerekli tüm parçalar için yeni döküm fabrikası olurluluk araştırmaları yapılabilir. Dökümü otomasyona bağlama araştırılabilir. Bu arada "Döküm Kalitesinde" iyileştirmeler de araştırma konusu olabilir.

- Belirli varsayımlar altında sorunlara çözüm getirmek, sorunun belirsizlik alanını daraltmak, karar vericiye, karar ortamında sağlıklı kararlar verebilmesi için olanak sağlayacaktır. Yerleşim düzenlemesi sorununa getirilen çözümü (MEDAT ile) çözüme ulaşmada bir araç olarak değerlendirmek daha yerinde olacaktır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- APPLE, J., : Plant Layout ant Materials Handling
The Ronald Press Co., New York, 1950.
- BUFFA, E.S., : "Modern Production/Operation Manage-
ment", 6th. Ed., John Wiley and Sons
Inc., New York, 1980.
- BARNES, R.M., : "Motion and Time Study", 6th. Ed.,
John Wiley and Sons, London, 1968.
- CURRIE, R.M., : "Work Study", London. Sir Isaac Pitman
and sons. Sec.Edition.1963
- ÇINAR, M., : "Yerleşim Düzenlemesi Ders Notları",
Eskişehir, 1985.
- ÇINAR, M., : "Tesis Planlaması, Yerleşim(Fabrika)
Düzenleme Yöntemleri", Eskişehir,
1984.
- ÇINAR, M., : "MEDAT", Doktora Tezi, Anadolu Üni-
versitesi, Eskişehir, 1984.
- FIRATLI, E., : "İmalat Sanayiinde Fabrika İçi Yer-
leşim Düzenlemesi ve Eskişehir Böl-
gesinde Uygulamanın İncilenmesi",
Anadolu Üniversitesi, Yayın No. 11,
Eskişehir, 1980.

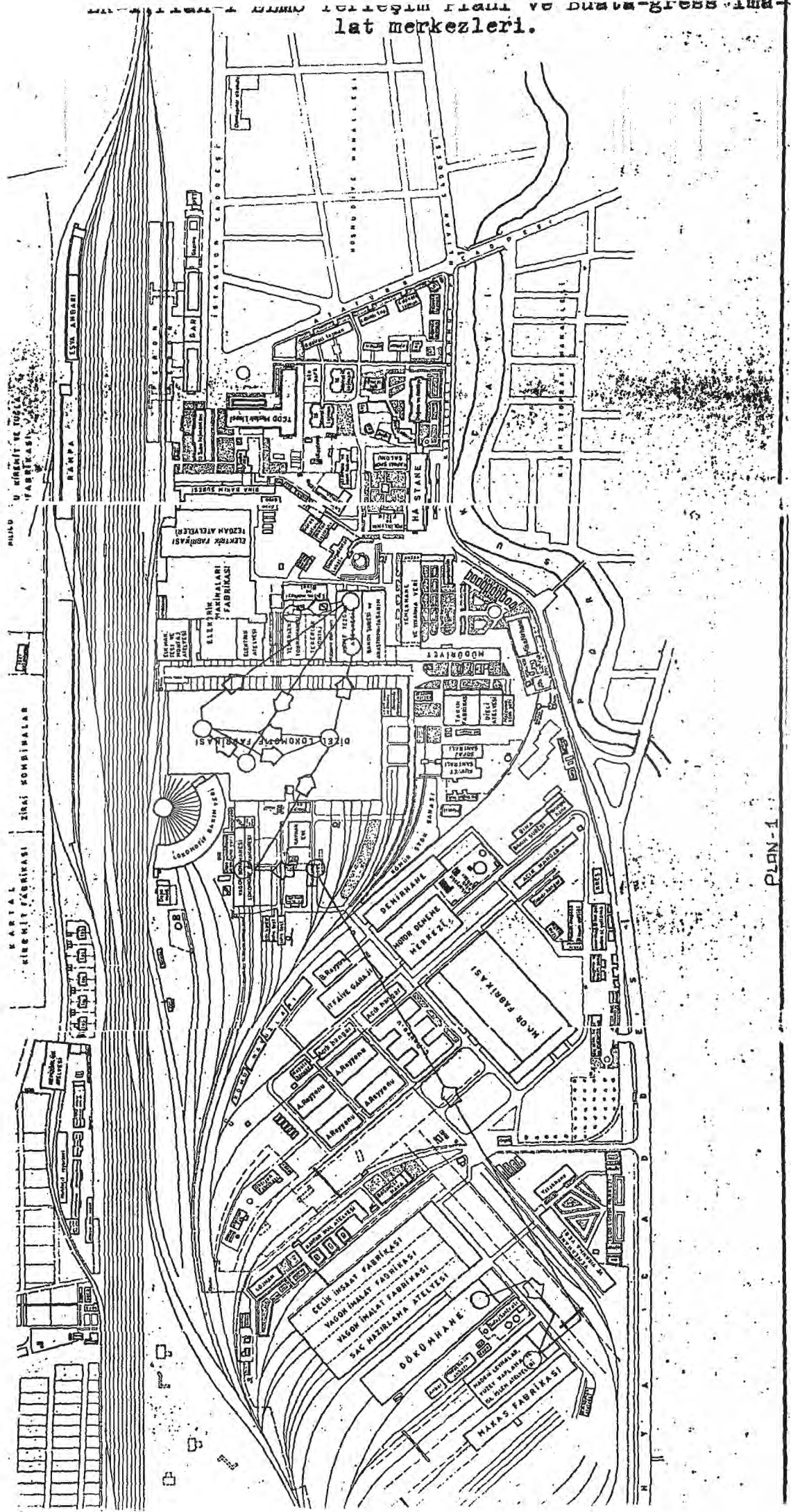
- GRANT, E.,
IRESON, W., : "Handbook of Industrial Engineering and Management", Printice - Hall of Indio, New Delhi, 1971.
- LOWRY, S.M.,
MAYNARD, H.B.,
SETGEMERTEN, G.J., : "Time and Motion Study", McGraw-Hill Co., New York.
- KÖBU, B., : "Üretim Yönetimi", Bilimsel ve Teknik Yayınlar, İstanbul, 1984.
- KARAYALÇIN, İ., : "Sanayi Mühendisliğine Giriş" Cilt - 1, 2., İşletme İktisadi Enstitüsü Yayını, No. 19, İstanbul, 1980.
- MPM Endüstri Şubesi : "İş Etüdü", MPM Yayınları, No. 29, Ankara, 1974.
- MPM Endüstri Şubesi : "Ergonomi", MPM Yayınları, No.240 Çeviri, Ankara, 1980.
- MAYNARD, H., : "Industrial Engineering Handbook", 5.th. Ed., McGraw - Hill,
- MOORE, J.M., : "Plant Layout and Design", McMillan Co., New York, 1969.
- MUNDEL, M.E., : "Motion ant Time Study Principles and Practice",
- YELKEN, N.,
DEMİR, H., : "Üretim Planlaması ve Kontrolü", Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, 1978.
- SAĞIN, S.K., : "İstahsal Mühendisliği Seminer Notlar", Eskişehir, 1969.
- INTERNATIONAL LABOUR OFFICE : "Introduction to Work Study", Geneva, 1966.
- TANYAŞ, M. : "Endüstri Mühendisliği İlkeleri", İ.Ü. İşletme Fakültesi, İstanbul, 1983.

- TANYAŞ, M., : "Endüstri Mühendisliğine Giriş", Bilimsel ve Teknik Yayınları, No. 1, İstanbul, 1985.
- ÖZ-ALP, Ş., : "Hareket ve Zaman Etüdü", E.İ.T.İ.A. Yayınları, No. 184, Eskişehir, 1977.
- KARA, İ., : "Yöneylem Araştırmasının Yöntem Bilimi", Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, 1983.
- YÜZÜGÜLLÜ, N., : "Sistemler, Örgütler ve Disiplinlerarası Araştırma", (Çeviri), Ackoff.
- TIMMS, H., : "The Production Function in
RICHARD, D., Business", Irwin Inc., Homewood, 1967.
- LYTLE, C.W., : "Job Evaluation Methods", Ronald Press Co., London, 1954.
- REFA- : "Methodenlehre des Arbeitsstudiums"
Teil-1 Grundlagen, Carl Hanser Verlag, München-1973

EKLER

- EK - 1. Plan-1. E.L.M.S.'de Yerleşim ve B.G. İmalat Merkezleri.
- EK - 2. Mevcut Sistem Süreç - Akış Şeması.
- EK - 3. "MEDAT" Bilgisayar Program ve Çıktıları.
- EK - 4. Atelyedeki Tezgahlar ve Boyutları.
- EK - 5. Lokomotif Fabrikası Yerleşim ve İş Akışı (Sekil - 7).
- EK - 6. İş Ölçümleme Tekniğinde Yorulma Toleransları.
- EK- 7. Yeni atelye binası ve yerleşim Planı.**

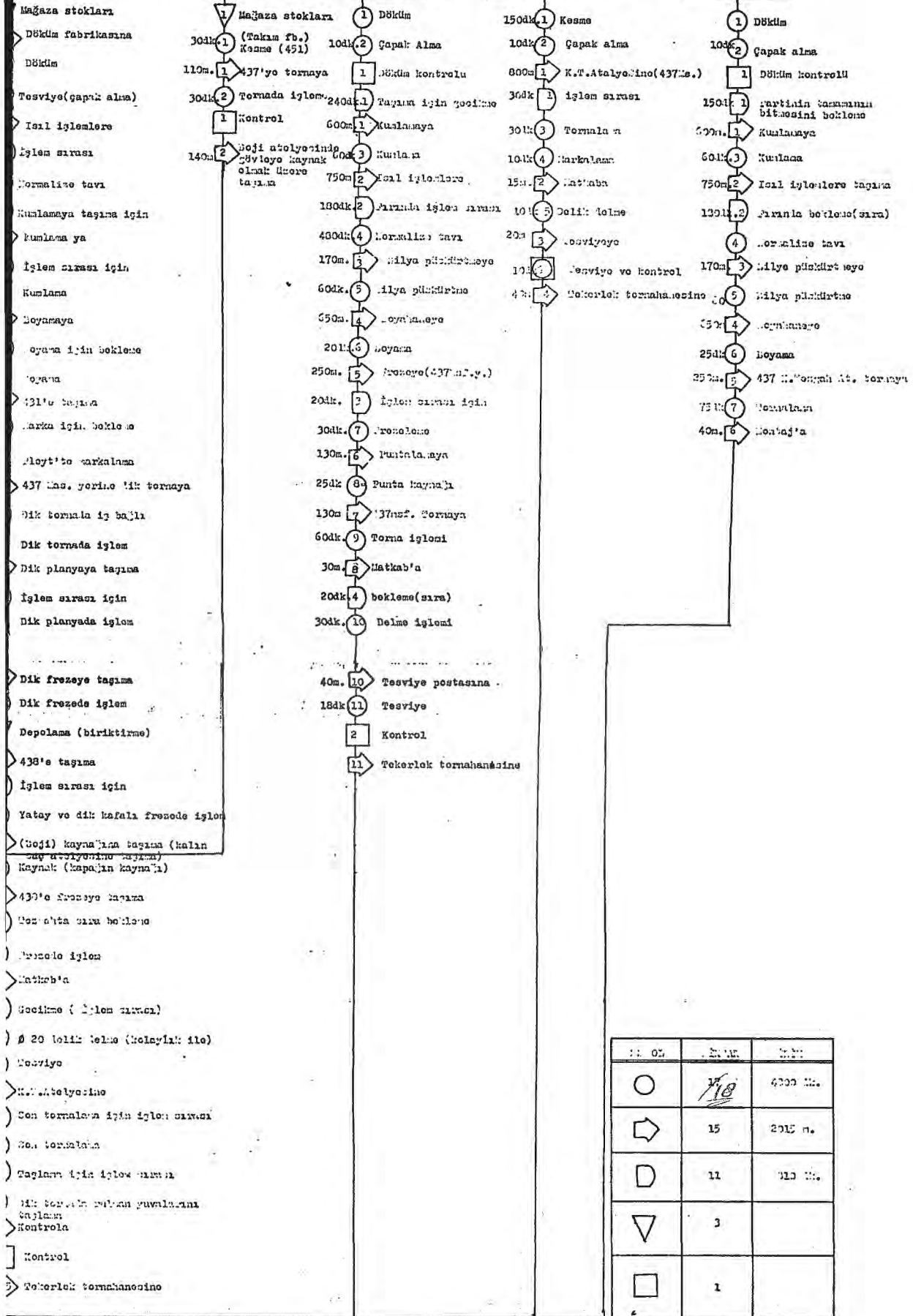
lat merkezleri.



KARTAL KİMYA FABRİKASI
ELEKTRİK FABRİKASI
MOTOR VE BAKIM MERKEZİ
MAYKAS FABRİKASI

PLAN-1

| İŞ AKTİVİTESİ | ETKİNLİK | | MEVCUT | ÖNERİLEN | TASARRUF | | | | |
|---|----------|---------|--------|----------|----------|---|---|---|------------------|
| | İŞLEM | OK | | | | | | | |
| KONU: Buata -- Gress İmalatı İŞ : Süreç Analizi KONTEM: Mevcut Sistem SER : E.İ.M.S. Müess. MÜHÜRLEMEYEN : Mümtaz ERDEM | İŞLEM | ○ | 10/18 | | | | | | |
| | TAŞIMA | ➔ | 15 | | | | | | |
| | GECİKME | ○ | 11 | | | | | | |
| | KONTROL | □ | 1 | | | | | | |
| | DEPOLAMA | ▽ | 3 | | | | | | |
| ÜZAKLIK | | 2015 m | | | | | | | |
| TANIM | İK-TAR | UZUNLUK | ZAMAN | ○ | ↑ | ○ | □ | ▽ | AÇIKLAMALAR |
| Mağaza Stokları | | | | | | | | | |
| Döküm Fb.'na Taşıma | | 300 | | | | | | | Elektrokar ile |
| Döküm Tesviye | | | 840 | | | | | | |
| Isıl İşlemlere Taşıma | | 170 | | | | | | | Elektrokar ile |
| Fırında İşl. için Bekl. | | | 150 | | | | | | |
| Normalize Tavı | | | | | | | | | |
| Taşıma için Bekleme | | | 60 | | | | | | |
| Kumlamaya | | 750 | | | | | | | Elektrokar ile |
| Kumlama İşlemi | | | 60 | | | | | | |
| Boyamaya | | 50 | | | | | | | Elektrokar ile |
| Boya İşlem Sırası Bekl. | | | 20 | | | | | | |
| Boya İşlemi | | | 25 | | | | | | |
| Kalın Saç Atelyesine İşlem Sırası Bekleme | | 120 | | | | | | | Elektrokar ile |
| Markalama | | | 180 | | | | | | |
| Küçük Tezgah Atelyesine İşlem Sırası Bekleme | | 130 | | | | | | | Elektrokar ile |
| Dik Tornada İşlem | | | 300 | | | | | | |
| Dik Planyaya Taşıma | | 45 | | | | | | | Monoray At.Vinci |
| İşlem Sırası Bekleme | | | 30 | | | | | | |
| Dik Planyada İşlem | | | 300 | | | | | | |
| Dik Frezeğe Taşıma | | 30 | | | | | | | Monoray At.Vinci |
| Dik Frezede İşlem | | | 300 | | | | | | |
| Depolama | | | | | | | | | |
| B.Tezgah Atelyesine İşlem Sırası Bekleme | | 185 | | | | | | | Elektrokar ile |
| Yatay ve Dik K.Frez?İş. | | | 60 | | | | | | |
| Boji Kaynağı'na(K.S.A.) Kaynak | | 25 | | | | | | | Atelye Vinci ile |
| B.T.A. Frezeğe Frezede İşlem | | 25 | | | | | | | Atelye vinci ile |
| R. Matkab'a İşlem Sırası Bekleme | | 30 | | | | | | | Atelye Vinci ile |
| Ø 20 Delik Delme | | | 60 | | | | | | |
| K.T.A. Dik Tornaya son Tornalama | | 165 | | | | | | | Elektrokar ile |
| Kulman Yuvalarını Tas. Kontrol'a | | 10 | | | | | | | Atelye Vinci ile |
| TOPLAM | | 2015 | 4690 | | | | | | |



```

MASTER PROG
FORMAT PROGRAMI
DIMENSION P(30), D(30,30), X(30), Y(30), CRED(50), JF(30,30), TOPLA
1L(31), MFIX(30),
1CINAR(31), MC(30,30), TOPAL(31)
REAL MOST
NN TOPLAM BOLUM SAYISI
NFIY YERI DEGISTIRILMEYECEK BOLUM SAYISI
READ (5,300) NN,NFIY
IF (NFIY.EQ.0) GO TO 5
DEGISTIRILMEYECEK BOLUMLERIN GIRIS HUNAPASI (ARTAN SIRADA)
READ (5,305) (MFIY(I),I=1,NFIY)
LL=NN-1
WRITE (6,275)
MALIYET AGIRLIKLI YUK MATRISI
DO 10 I=1,NN
READ (5,295) (JF(I,J),J=1,NN)
WRITE (6,320) (JF(I,J),J=1,NN)
CONTINUE
BOLUMLERIN YAKINLIK DEGERLERI
WRITE (6,400)
FORMAT(1H1,30X,15HYAKINLIK DEGERI,///)
DO 410 I=1,NN
READ (5,405) (MC(I,J),J=1,NN)
WRITE (6,401) (MC(I,J),J=1,NN)
FORMAT (28X,12I4,/)
CONTINUE
BOLUMLERIN GIRIS KOORDINATLARI (X)
READ (5,290)(X(I),I=1,NN)
FORMAT (I2)
BOLUMLERIN GIRIS KOORDINATLARI (Y)
READ (5,290) (Y(I),I=1,NN)
READ (5,291) KNT
WRITE (6,280)
DO 20 I=1,NN
WRITE (6,285) I,X(I),Y(I)
PI=0.
ENBUYUK VE ENKUCUK UZAKLIKILE BUNLARA ILISKIN ALT SINIRI HESAPLA
R=0.
AI=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)
IF (D(I,J).GT.AI) GO TO 35
AI=D(I,J)
CONTINUE
A=R-AI
WRITE (6,335) R,AI
WRITE (6,325)
(A)DAN BUYUK VEYA ESIT
OLASI TUM GEZILERIN TOPLAM MALIYETINI HESAPLA
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

```

QI=D(I,J)*(JF(I,J)+JF(J,I))

```

45   QI=D(I,J)*(JF(I,J)+JF(J,I))
      PJ=PJ+QI
50   CONTINUE
      P(I)=PJ
      PI=0.
55   CONTINUE
      IF (NFIX.EQ.0) GO TO 65
C     SABIT BOLUMLERE ILISKIN (P(I))LARI SIFIRLA
      DO 60 KKK=1,NFIX
60   IDFIX=MFIX(KKK)
      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     ATAMININ TOPLAM MALIYETINI HESAPLA
100  TOTCOS=0.
      DO 105 I=1,LL
      L=I+1
      DO 105 J=I,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) 108,107,108
107  D(I,J)=1
      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
      (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 ATAMANIN TOPLAM MALİYETİNİ HESAPLA
TOTCOS=0.
DO 115 I=1,LL
L=I+1
DO 115 J=L,NN
D(I,J)=ABS(Y(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
COS=D(I,J)*(JF(I,J)+JF(J,I))
TOTCOS=COS+TOTCOS
115 CONTINUE
TOTNAR=0.
DO 118 I=1,NN
L=I+1
DO 118 J=L,NN
D(I,J)=ABS(X(I)-X(J))+ABS(Y(I)-Y(J))
IF (D(I,J)-B) 118,117,118
117 D(I,J)=1
NAR=D(I,J)*(MC(I,J)+MC(J,I))
TOTNAR=NAR+TOTNAR
118 CONTINUE
C YENİDEN DEĞİSTİR
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 (6,601)
DO 600 IK=1,NN
600 WRITE (6,285) IK,Y(IK),Y(IK)
601 FORMAT (4X,16H'DUZENLEME BICIMI',/,10X,16H',10X,16H',40X(I),10X,16H',Y(I))
420 FORMAT (40X,16H'TOPLAM YAKINLIK=',F9.1)
C K İLE (M)!2 DEĞİSTİRMENİN MALİYETİNİ HESAPLA
DO 125 I=1,NN
CRED(I)=TOT21-TOTAL(I)
125 CONTINUE
IF (NFIX.EQ.0) GO TO 135
C (CRED(I)) HER BİR SABİT BÖLÜM İÇİN 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 MOST=CRED(I)
K=I

```

```

5  I=I+1
   IF (I-NN) 160,160,165
7  IF (MOST-CRED(I)) 150,150,155
   ENKUCUK MALİYET AZALTIMI SAĞ AVAN DEĞİSİMİ YAP
   TEMX=X(K)
   X(K)=X(M)
   X(M)=TEMX
   TEMY=Y(K)
   Y(K)=Y(M)
   Y(M)=TEMY
   GO TO 100
70  IBETA=IBETA+1
   IF (IBETA-2) 175,180,180
75  M=N
   AYNI İŞLEMLERİ (N) İÇİN YINELE
   GO TO 100
   (A) Yİ HERHANGİ I,I BÖLÜM ARASINDAKİ ENKUCUK UZAKLIK KADAR AZALT
80  A=A-AL
   (A) (AL) DEN KUCUK OLANA KADAR YINELE
   IF (A-AL) 185,40,40
85  IK=1
   II=0
   JK=2
   (I) VE (J) BÖLÜMLERİ ARASINDAKİ İKİLİ DEĞİŞİMİN ETKİSİNİ HESAPLA
90  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
95  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)-B) 198,197,198
97  D(I,J)=1
   NAR=D(I,J)*(MC(I,J)+MC(J,I))
   TOTNAR=NAR+TOTNAR
99  CONTINUE
   FIRST=TOTCOS
   THIRD=TOTNAR
00  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=1,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)*(JF(I,J)+JF(J,I))
   TOTCOS=COS+TOTCOS
75  CONTINUE
   TOTNAR=0.

```

```

DO 208 I=1,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
107 D(I,J)=1
NAR=D(I,J)*(MC(I,J)+MC(J,I))
TOTNAR=NAR+TOTNAR
108 CONTINUE
SECOND=TOTCOS
FOURTH=TOTNAR
IF (NFIX.EQ.0) GO TO 215
EGER (JK) VEYA (IK) SABIT ISE DEGISIMI YAPMA
DO 210 IFO=1,NFIX
IF (JK.EQ.MFIX(IFO)) GO TO 220
IF (IK.EQ.MFIX(IFO)) GO TO 220
110 CONTINUE
EGER MALIYET AZALTIMI SAGLANMIYORSA DEGISIMI YAPMA
115 IF (FIRST-SECOND) 220,220,225
20 TEMX=X(IK)
X(IK)=X(JK)
X(JK)=TEMX
TEMY=Y(IK)
Y(IK)=Y(JK)
Y(JK)=TEMY
GO TO 230
25 II=II+1
WRITE (6,315) SECOND
WRITE (6,425) FOURTH
25 FORMAT (40X,16HTOPLAM YAKINLIK=,F8.1)
FIRST=SECOND
THIRD=FOURTH
30 IF (JK-NN) 235,240,235
35 JK=JK+1
GO TO 200
40 IF (IK-LL) 245,250,245
45 IK=IK+1
JK=IK+1
GO TO 200
50 IF (II) 255,255,185
55 WRITE (6,340)
DO 260 IO=1,NN
60 WRITE (6,285) IO,X(IO),Y(I)
WRITE (6,325)
IF (KHT.EQ.-1) GO TO 265
GO TO 15
65 WRITE (6,330)
70 STOP
75 FORMAT (1I1,3X,12HGEZI MATRISI,///)
80 FORMAT (1H1,3X,19HBASLANGIC DUZENLEME,/,10X,1H1,10X,40X(I),10X,4HV
1(I))
85 FORMAT (9X,12,2F14.1)
90 FORMAT (12F3.0)
95 FORMAT(12I4)
100 FORMAT (2I2)
105 FORMAT (12I2)
110 FORMAT (5X,9HTOPLAM(M),3X,F8.1)
115 FORMAT (10X,15HTOPLAM MALIYET=,F8.1)
120 FORMAT (2X,12I4,/)

```

```

25 FORMAT (1H1)

```

```
300  FORMAT (2I2)
305  FORMAT (12I2)
310  FORMAT (5X,9HTOPLAN(M),3X,F8.1)
315  FORMAT (10X,15HTOPLAN MALİYET=,F8.1)
320  FORMAT (2X,12I4,/)
```

```
330  FORMAT (1H1,6X,12END OF DATA.)
335  FORMAT (///,6X,3HR= ,F10.3,10X,3HL= ,F10.3)
340  FORMAT (1H1,4X,15HENSON DÜZENLEME//,10X,1H1,10X,4HX(I),10X,4HY(I))
405  FORMAT(12
      END
```

END OF SEGMENT, LENGTH 2016, NAME PROG

FINISH

END OF COMPILATION = NO ERRORS

S/P SUBFILE: 34 BUCKETS USED

CONSOLIDATED BY XPCK 12F DATE 25/09/85 TIME 10/54/47

PROGRAM XXXX
COMPACT DATA (15AM)
COMPACT PROGRAM (DBM)
CODE 10496

SEG PROG
SEG ABS
ENT FTRAP
ENT FRESET

LAST BUCKET USED OF PROGRAM FORT(17) IS 38

HASLANGIC DUZENLEME

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

R= 40.000

L= 8.000

TOPLAM(M) 700728.0

TOPLAM YAKINLIK= 30.0

DUZENLEME BICIMI

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

TOPLAM(M) 613080.0

TOPLAM YAKINLIK= 28.0

DUZENLEME BICIMI

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

TOPLAM(M) 613080.0

TOPLAM YAKINLIK= 28.0

DUZENLEME BICIMI

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

TOPLAM(M) 606088.0

TOPLAM YAKINLIK= 30.0

DUZENLEME BICIMI

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

TOPLAM(M) 606088.0

TOPLAM YAKINLIK= 30.0

DUZENLEME BICIMI

| I | X(I) | Y(I) |
|---|------|------|
| 1 | 32.0 | 16.0 |
| 2 | 40.0 | 16.0 |
| 3 | 24.0 | 16.0 |

| | | |
|-----------|----------|-----|
| 6 | 32.0 | 8.0 |
| 7 | 16.0 | 8.0 |
| 8 | 24.0 | 8.0 |
| 9 | 8.0 | 8.0 |
| 10 | 40.0 | 8.0 |
| TOPLAM(M) | 606088.0 | |

TOPLAM YAKINLIK= 30.0

DUZENLEME BICIMI

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

TOPLAM(M) 606088.0

TOPLAM YAKINLIK= 30.0

DUZENLEME BICIMI

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

TOPLAM(M) 606088.0

TOPLAM YAKINLIK= 30.0

DUZENLEME BICIMI

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

TOPLAM(M) 606088.0

TOPLAM YAKINLIK= 30.0

DUZENLEME BICIMI

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

TOPLAM(M) 606088.0

TOPLAM YAKINLIK= 30.0

DUZENLEME BICIMI

| I | X(I) | Y(I) |
|---|------|------|
| 1 | 32.0 | 16.0 |
| 2 | 40.0 | 16.0 |
| 3 | 24.0 | 16.0 |

| | | |
|-----------|----------|------|
| 3 | 24.0 | 16.0 |
| 4 | 16.0 | 16.0 |
| 5 | 8.0 | 16.0 |
| 6 | 32.0 | 8.0 |
| 7 | 16.0 | 8.0 |
| 8 | 24.0 | 8.0 |
| 9 | 8.0 | 8.0 |
| 10 | 40.0 | 8.0 |
| TOPLAM(H) | 606088.0 | |

TOPLAM YAKINLIK= 80.0

DUZENLEME BICIMI

| | | |
|-----------|----------|------|
| I | X(I) | Y(I) |
| 1 | 32.0 | 16.0 |
| 2 | 40.0 | 16.0 |
| 3 | 24.0 | 16.0 |
| 4 | 16.0 | 16.0 |
| 5 | 8.0 | 16.0 |
| 6 | 32.0 | 8.0 |
| 7 | 16.0 | 8.0 |
| 8 | 24.0 | 8.0 |
| 9 | 8.0 | 8.0 |
| 10 | 40.0 | 8.0 |
| TOPLAM(M) | 569928.0 | |

TOPLAM YAKINLIK= 71.0

DUZENLEME BICIMI

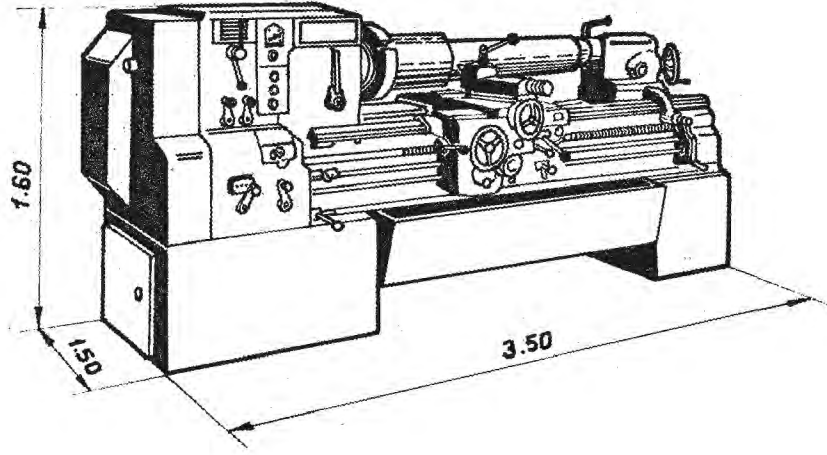
| | | |
|----|------|------|
| I | X(I) | Y(I) |
| 1 | 32.0 | 16.0 |
| 2 | 40.0 | 16.0 |
| 3 | 24.0 | 16.0 |
| 4 | 16.0 | 16.0 |
| 5 | 8.0 | 16.0 |
| 6 | 32.0 | 8.0 |
| 7 | 24.0 | 8.0 |
| 8 | 16.0 | 8.0 |
| 9 | 8.0 | 8.0 |
| 10 | 40.0 | 8.0 |

EMSON DUZENLEME

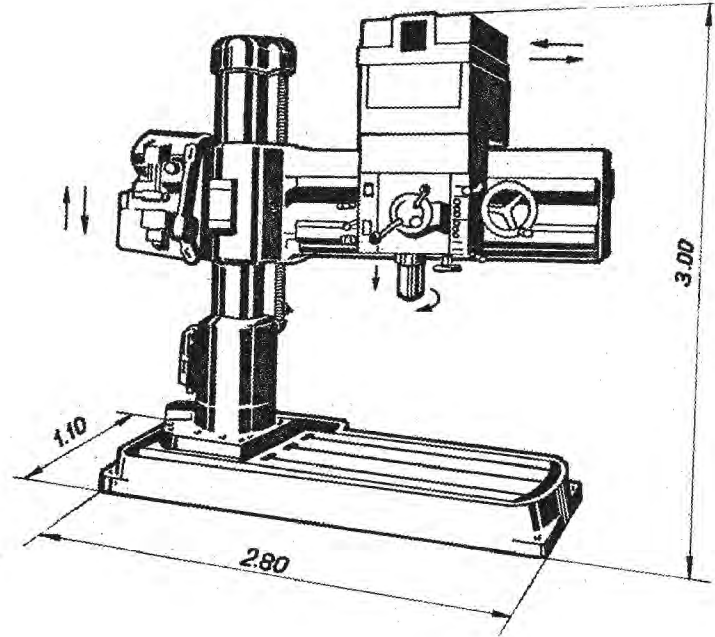
| | | |
|----|------|------|
| I | X(I) | Y(I) |
| 1 | 32.0 | 16.0 |
| 2 | 40.0 | 16.0 |
| 3 | 24.0 | 16.0 |
| 4 | 16.0 | 16.0 |
| 5 | 8.0 | 16.0 |
| 6 | 32.0 | 8.0 |
| 7 | 24.0 | 8.0 |
| 8 | 16.0 | 8.0 |
| 9 | 8.0 | 8.0 |
| 10 | 40.0 | 8.0 |

END OF DATA.

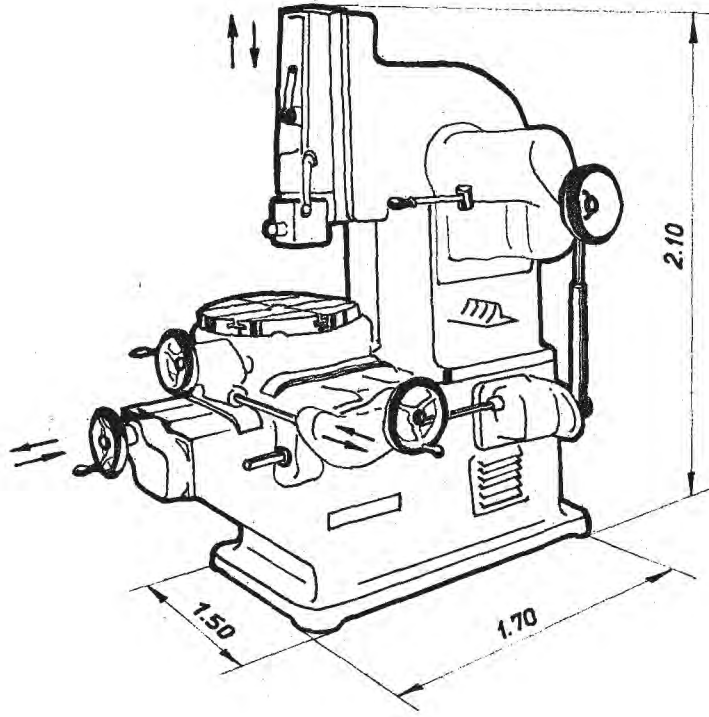
EK-4 BUATA-GRES İMALATINDA KULLANILAN TEZGAHLAR
VE BOYUTLARI:



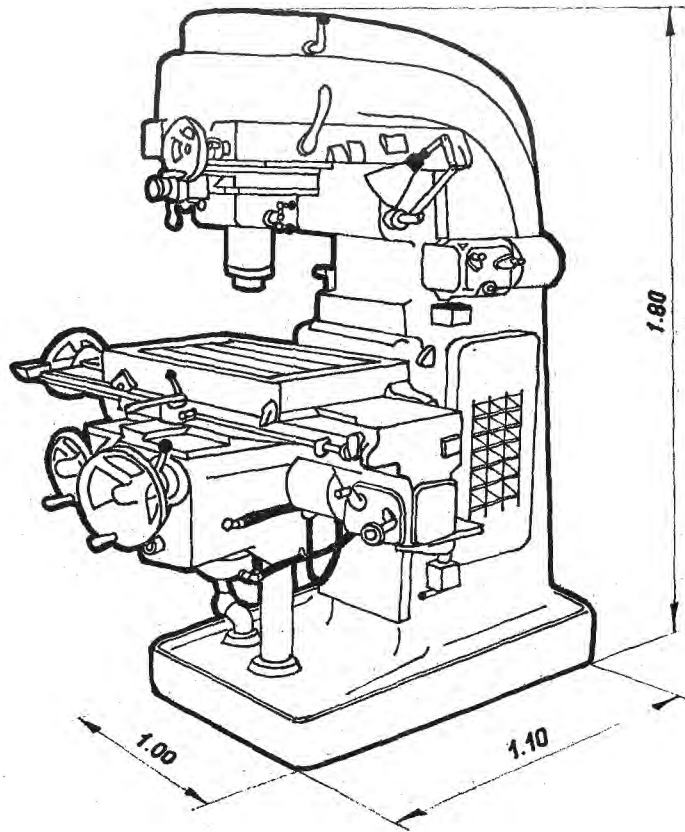
-Üniversal torna tezgahı ve boyutları



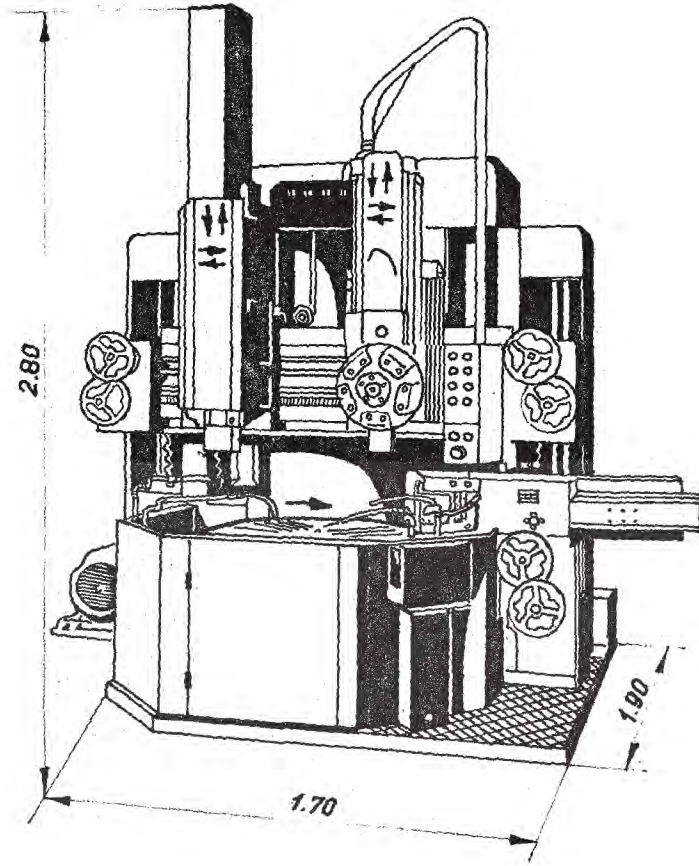
-Radyal matkap tezgahı ve boyutları



-Dik planyatezgağı

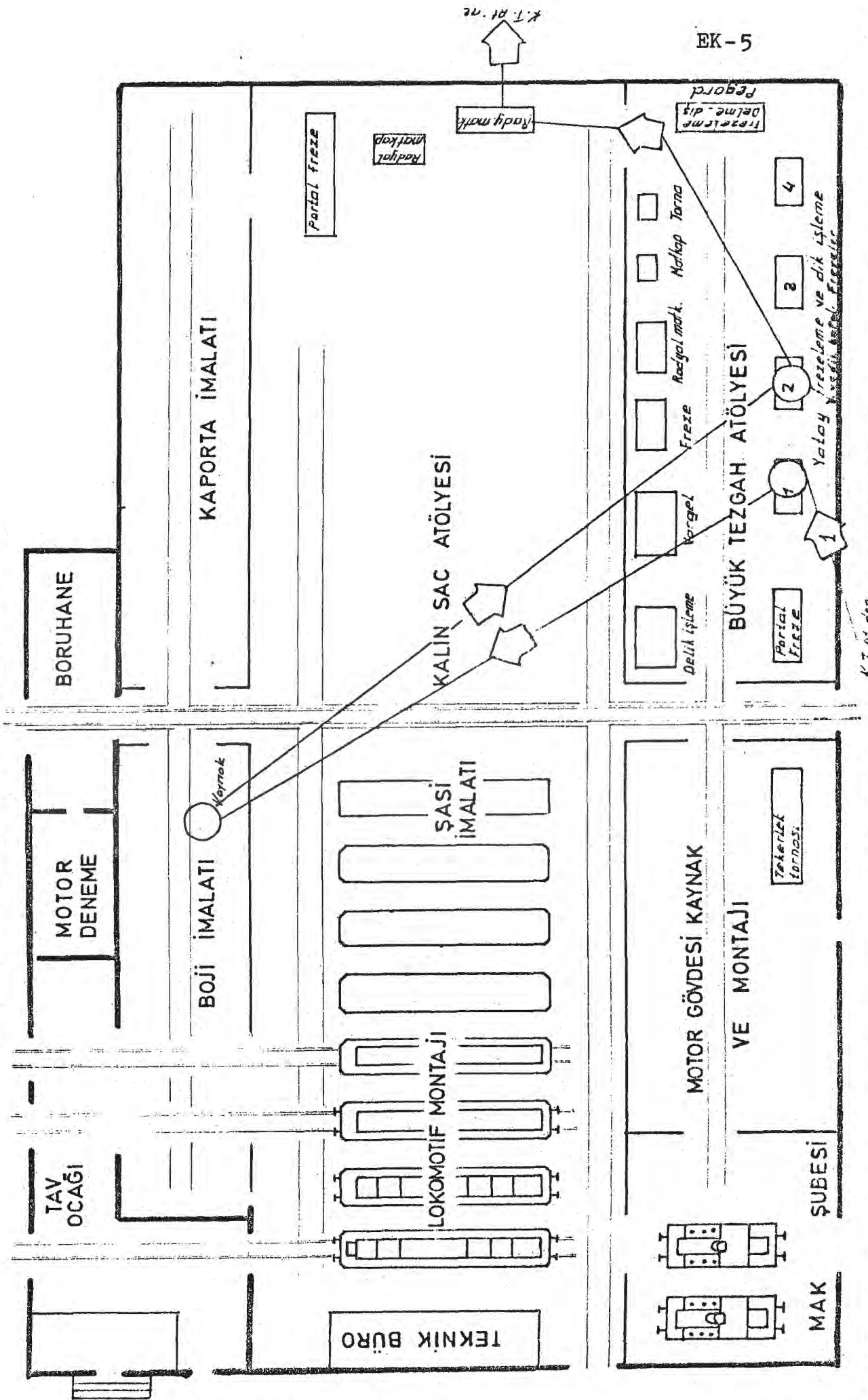


-Dik freze tezgahı



-Dik torna tezgahı ve boyutları

LOKOMOTİF FABRİKASI GENEL YERLEŞİM PLANI



Şekil - 7. Lokomotif Fabrikası Genel Yerleşimi ve Buradaki İş Alanları

EK - 6

İŞÇİNİN YORULMASINA YOL AÇAN FAKTÖRLER
VE BUNLARIN TOLERANSLARI()

1. Bedensel Çaba Yoğunluğu ve Beceri:

| | | |
|---|---|----|
| a) Çok Hafif | % | 2 |
| b) Hafif ve Uсталık İsteyen | % | 4 |
| c) Orta Ağırılıkta ve Uсталık İsteyen ... | % | 8 |
| d) Ağır | % | 16 |
| e) Çok Ağır | % | 24 |

2. Zihni Çaba

| | | |
|--------------------------------|---|---|
| a) % 30 - 40 Yoğunluk | % | 1 |
| b) % 41 - 50 Yoğunluk | % | 2 |
| c) % 51 - 75 Yoğunluk | % | 4 |
| d) % 76 ve üstü Yoğunluk | % | 8 |

3. Gürültü

| | |
|--|-----|
| a) Normal sesle konuşmak mümkün ise | Yok |
| b) Konuşmak için yüksek ses gerekli | % 1 |

() R.L., MORROW, "Motion Economy and Work Measurement",
Ronald Press Co.,s.112.

- c) Ancak bağırarak konuşuluyorsa % 2
- d) Gürültü konuşmayı engelliyorsa % 4
- e) Düzensiz sürekli gürültü % 1

4. Çalışmadaki Duruş

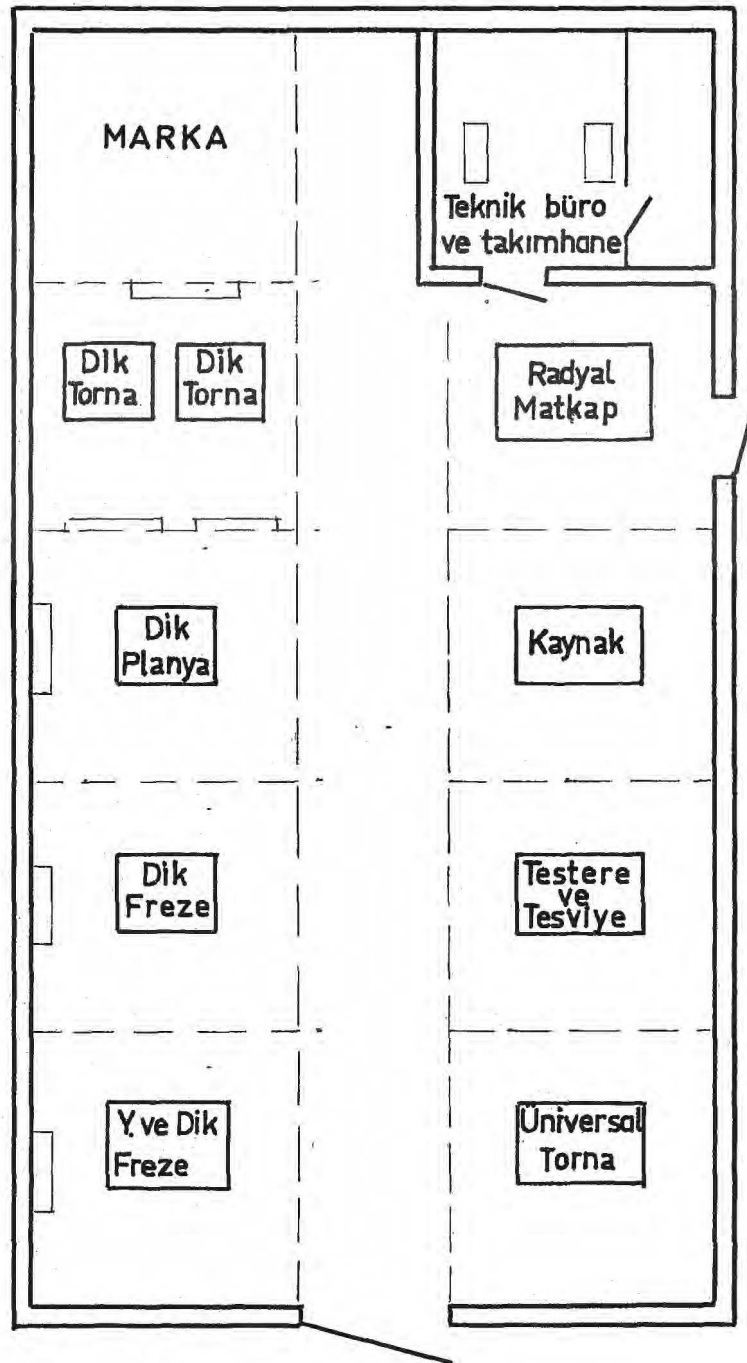
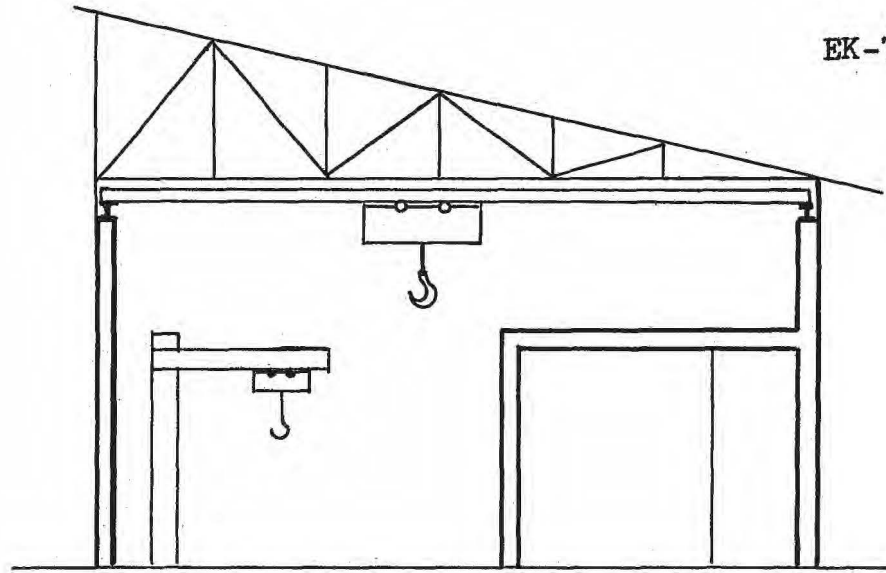
- a) Oturma % 1
- b) Ayakta % 2
- c) Eğilme ve Uzanma % 4
- d) Yürüme % 10

5. Göz Yorgunluğu

- a) Çıplak gözle yapılan işler için tolerans . Yok
- b) Gözlük v.b. aletler kullanılıyorsa % 3
- c) Mikroskop ve bunun gibi aletler kullanılıyorsa % 6

6. Çevre Şartları

- a) Büro vb. yerler için tolerans verilmez ... Yok
- b) Duman yağ kokusu % 6
- c) Aşırı rahatsızlık veren unsurlar varsa ... % 6
- d) Aşırı sıcak-soğuk % 6
- e) Zararlı kimyasal maddelerin bulunduğu yer. % 6



Ek-7. Yeni Atelye ve yerleşim biçimi.