

1. GİRİŞ

1.1. ÜRETİM SİSTEMİ

Üretim, bir fiziksel varlık üzerinde onun değerini artıracak bir değişiklik yapmak ya da hammadde veya yarı ürünleri kullanılabilir bir ürüne dönüştürmektir. Ekonomistlerin üretim tanımı mal ve hizmet üreten işletmeleri kapsadığı halde, mühendisler mal üretmeyi üretim saymaktadırlar. Mal üreten işletmeler belli bir ürünü ortaya çıkaran endüstriyel üretim işletmeleridir. Endüstriyel üretim yapan işletmelere genel olarak "fabrika" ya da "tesis" denmektedir. Tesis, fiziksel üretimin yapıldığı belirli ve sabit bir alan içinde kurulmuş bina ve üretim araçları topluluğu olarak tanımlanabilir.

Üretim, çok sayıda faktörün bileşimidir. Ancak, bir tanesinin olmaması halinde üretimin gerçekleştirilemeyeceği dört temel üretim faktörü vardır. Üretim faaliyetlerinde ihtiyaçları tam olarak karşılayacak biçimde planlanması gereken temel üretim faktörleri şunlardır:

1. Malzeme (**M**aterial),
2. Metod (**M**ethod),
3. Makina (**M**achine),
4. İşgücü (**M**anpower).

Sistem, bir veya daha fazla amaca ya da sonuca ulaşmak üzere bir arada bulunan ve aralarında ilişkiler olan fiziksel ya da kavramsal birden çok bileşenin (öğenin) oluşturduğu bütündür.

Bu tanıma göre;

- Sistem öğelerden oluşmuştur.
- Öğeler arasında ilişkiler vardır.
- Sistem belli bir amaca yönelmiştir.

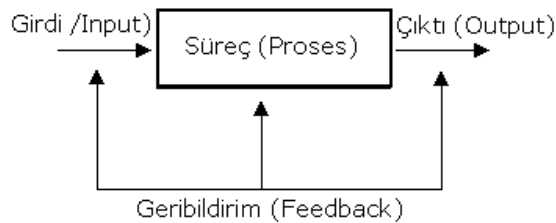
Sistemin üç parametresi vardır; öğe, özellik ve faaliyet.

Öğe: Sistem içindeki herhangi bir nesnedir.

Özellik: Sistem içindeki öğelerin nitelikleridir.

Faaliyet: Sistemde değişimi sağlayan süreçlerdir.

Buna göre sistem, belirli ortak amaçlara ulaşmak üzere birçok eleman içerir. Sistemin parçaları verilen girdilerle belirli çıktıları en uygun düzeyde sağlamak üzere etkileşim içerisinde bulunurlar. Şekil 1.1'de yalın bir sistem modeli (girdi, süreç, çıktı, geri besleme) gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Sistem modeli

Bir işletme sistemine ilişkin öğe, özellik ve faaliyet bileşenleri Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Sistem ve bileşenleri

Sistem	Öğeler	Özellikler	Faaliyetler
İmalat	Makina Malzeme İşgücü Ürün	Hassas Nitelikli Bozuk	Üretim
Ulaşım	Taşıtlar Yollar Levhalar	Hızlı Uzun Beyaz	Taşıma
İletişim	Mesajlar Cihazlar	Kısa Yeni	Haber iletme

Sistem çeşitleri;

- 1) Açık ve kapalı sistemler
- 2) Canlı ve cansız sistemler
- 3) Doğal ve yapay sistemler
- 4) Statik ve dinamik sistemler
- 5) Soyut ve somut sistemler
- 6) Basit ve karmaşık sistemler

Temel üretim faktörlerinin elamanı olduğu ve bir bütün olarak üretimin gerçekleştirilmesini sağlayan fiziksel varlığa üretim sistemi denir. Üretim sistemi, işletme içi ve işletme dışı çevre sistemlerinin etkisi altında kalır ve bu sistemlerle sürekli etkileşim içindedir.

İşletme içi çevre sistemleri; finansman, personel, muhasebe, pazarlama.

İşletme dışı çevre sistemleri; ortaklar, hükümet, müşteriler, rakip işletmeler.

1.2. ENDÜSTRİYEL ÜRETİM SİSEMLERİNİN SINIFLANDIRILMSI

Üretim sistemlerinin belirli ortak özelliklerini bir arada görmek, tanımak ve değerlendirmelerde bulunmak için üretim sistemleri çeşitli kriterlere göre sınıflandırılır. Yapılan sınıflandırmada bir sistem her sınıfta bir ya da birkaç özelliği yönüyle yer alır.

1.2.1. Üretim Tekniğine Göre Sınıflandırma

1- Enerji Tekniği: Enerji üretim sistemleri bu gruba girer. Örneğin; su türbinleri, buhar türbinleri, gaz türbinleri, jeneratörler.

2- Proses Tekniği: Kimyasal üretim tekniklerini kapsar. Örneğin; petro-kimya, asit, gübre, ilaç, boya.

3- Yapım Tekniği: Şekli verme yolu ile üretim yapan sistemlerdir. Örneğin; döküm, talaşlı imalat, pres, kesme gibi imalat işlemleri.

1.2.2. Üretim Zincirinin Yapısına Göre Sınıflandırma

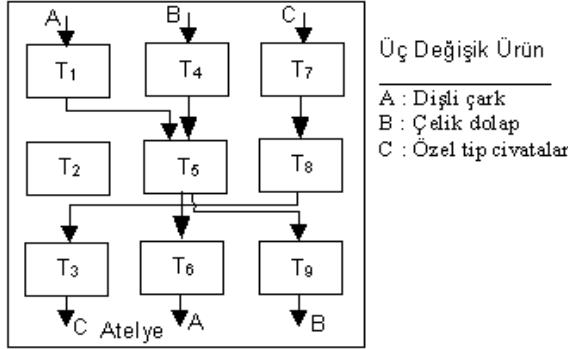
Sınıflandırma üretim makinalarının niteliklerine ve yerleştirilmelerine göre yapılır.

1- Atölye Tipi Üretim: Çok amaçlı makinalarla değişik ürünlerin üretimi gerçekleştirilir. Atölye tipi üretimde ürünler partiler halinde tezgahlardan geçerler ve makinalar arasındaki akış herhangi bir sırayı izleyebilir. Makinaların kullanım oranları oldukça yüksektir. Ürün üretim aşamalarından yavaş geçer ve ara stok bulundurulması zorunluluğu doğabilir. Ara stokların kontrolü oldukça zordur. Buna bağlı olarak atölye tipi üretim sistemlerinde üretim

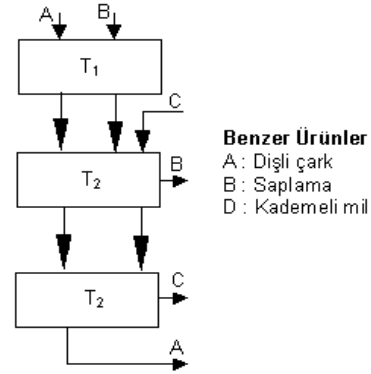
planlama ve kontrol görevi zor ve pahalıdır. Şekil 1.2’de üç değişik ürünün üretimi ile ilgili atölye tipi üretim gösterilmiştir.

2- Akış Tipi Üretim: Aynı türden ürün veya yarı ürünlerin bir dizi makinada ardıl olarak işlenme şeklidir. Atölye tipi üretimin aksine, ürün çeşidi sınırlandırılmış ve makinalar belirli bir hedef için sıralanmıştır. Akış tipi üretimde özel amaçlı makina-teçhizat kullanılır ve hızlı bir ürün akışı sağlanır. Düzgün iş akışı, üretim ara stoklarına olan ihtiyacı azaltır. Şekil 1.3’de üç benzer ürün için akış tipi üretim sistemi gösterilmiştir.

Birçok üretim sisteminde, örneğin mobilya üretimi, genel olarak atölye ve akış üretim tiplerinin karışımı kullanılır.

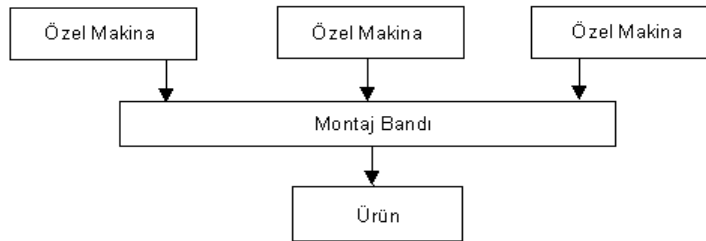


Şekil 1.2. Atölye tipi üretim sistemi



Şekil 1.3. Akış tipi üretim sistemi

3- Tek İstasyon Üretimi: Tek makina veya makina sistemi üretilir. Özel makina kullanılır. Otomobil endüstrisi bu üretim tipine örnek gösterilebilir. Şekil 1.4’de tek istasyon üretimi gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Tek istasyon üretimi

1.2.3. Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma

1- Birincil Üretim: Ürünlerin esasını oluşturan temel hammaddelere uygulanan ilk işlemlerdir. Metal, kömür ve petrol üretimi, orman işletmeciliği, balıkçılık gibi üretim yöntemleri birincil üretim sınıfına girerler.

2- Analitik Üretim: Temel hammaddelerin çeşitli işlemlerle parçalanarak ürüne dönüştürülmesidir. Şeker pancarından şeker, ham petrolden benzin, fuel-oil, makina yağı, katran, metal cevherlerinden metal üretimi analitik üretim sınıfına girerler. Analitik üretimde ısıtma işlemi, elektrokimyasal reaksiyon ve damıtma gibi teknikler uygulanır.

3- Sentetik Üretim: Temel hammaddelerin bazı birleştirici işlemlerle yeni ürüne dönüştürülmesidir. Örneğin; sentetik kauçuk, alaşımlı çelik, plastik, cam üretimi.

4- Fabrikasyon Üretim: Temel veya diğer hammaddelerden şekil verme yolu ile yeni ürünlerin elde edilmesidir. Bu üretim tipi üretim veya imalat adıyla da ifade edilmektedir. Örneğin; döküm, talaş kaldırma, pres, kesme vb. şekillendirme yöntemleri.

5- Montaj Üretimi: Çeşitli hammadde, yarı ürün ve parçaların sistematik biçimde bir araya getirilerek karmaşık yapıda ürün üretimidir. Örneğin; otomobil, televizyon, radyo, buzdolabı, çamaşır makinası, mobilya, vb. gibi ürünlerin üretimi. Montaj üretiminde ürünleri oluşturan parçaların bir kısmı diğer tesislerden hazır olarak alınabilir.

Bir tesiste, üretim yöntemlerine göre tanımlanan bu sınıflardan yalnız birinin uygulanamayacağı bilinmelidir. Bir demir – çelik tesisinde analitik ve fabrikasyon üretim birlikte uygulanır. Bazı parçalarını kendi atölyelerinde üreten bir otomobil tesisinde fabrikasyon ve montaj üretim yöntemleri birlikte uygulanır.

1.2.4. Ürün Cinsine Göre Sınıflandırma

1- Demir-Çelik Üretimi: Doğal olarak elde edilen demir filizinin yüksek fırınlarda eritilmesi ile demir ve çelik, bazı katkı maddelerinin ilavesi ve ısıtma işlemleriyle alaşımlı çelikler üretilir. Demir-çelik üretiminde yan ürün olarak havagazı ve genellikle inşaatlarda kullanılan cüruf elde edilir.

2- Kömür Üretimi: Maden kömürü ve linyitin doğal kaynaklardan elde edilmesinden sonra temizleme, yıkama, kırma ve gaz alma gibi işlemler uygulanarak kullanılır hale getirilmesidir.

3- Takım Tezgahları Üretimi: Fabrikasyon ve montaj üretim yöntemleri ile torna, freze, matkap, planya gibi takım tezgahlarının üretimidir. Endüstriyi yaratan en önemli unsur takım tezgahları olarak bilinen makinalardır. Bu nedenle, takım tezgahlarının yapıldığı tesislere "tesis yapan tesis" denmektedir. Takım tezgahlarının üretimi üst düzeyde teknik bilgi ve kalifiye işgücüne ihtiyaç gösterir.

4- Kimyasal Madde Üretimi: Çeşitli işlemlerle hammaddelerin kimyasal yapılarının değiştirilerek yeni ürünlerin üretilmesidir. Örneğin; ağır kimyasal ürünler (sülfürik asit, soda, vb), gübre ve tarım ilaçları, boyalar, patlayıcı maddeler, ilaç hammaddeleri, temizlik maddeleri, kozmetik ürünleri, fotoğraf malzemeleri ve elektronik kayıt bantları, plastik maddeler, yapay elyaf.

5- Elektriksel Araç – Gereç Üretimi: Elektrik enerjisi ile çalışan makina ve ev eşyaları ile elektrik üretiminde kullanılan sistemlerin üretimidir. Birinci gruptaki ürünler standart olarak doğrudan tüketicinin kullanılabileceği biçimde ve fazla miktarda üretilirler. Enerji santrallerinin üreteçleri gibi ikinci gruba giren ürünler ise sipariş üzerine ve özel olarak üretilir. Her iki üretim şeklinde üst düzeyde teknik bilgi ve kalifiye işgücü kullanılır.

6- Elektronik Ürünler Üretimi: Bilgisayarlar, hesap makinaları, haberleşme cihazları elektronik ürünler üretimi grubuna girerler.

7- Tekstil Ürünleri Üretimi: Doğal ve yapay giyecek hammaddelerinin iplik bükme, boyama, dokuma, örme işlemleri ile giyecek yapımına hazır hale getirilmesidir. Örneğin; pamuk veya yün iplik, kumaş, naylon, orlon gibi yapay iplik ve kumaş üretimi.

1.2.5. Üretim Miktarına veya Akışına Göre Sınıflandırma

Üretilen ürünün miktarı ile üretim faaliyetlerinin tesis içindeki akışı arasında yakın bir ilişki vardır. Aynı ürünün az veya çok sayıda üretilmesi kullanılan makinaların yerleşim düzenini, üretim planlama ve kontrol yöntemlerini etkiler. Bu etkileşim, hammaddenin ürün haline gelinceye kadar izlediği yolu, yani akışı belirleyici rol oynar. Örneğin, çeşitli marka otoların

tamir edildiği bir atölye ile bir oto yıkama istasyonunda işlemler farklı bir yapı gösterir. Bakım atölyesine gelen otoların arızaları ve tamir süreleri tamamen belirsizdir. İşlerin süresi önceden kestirilemediği için işler önceden programlanamaz. Kullanılan alet ve makinalardan birine aynı anda birden fazla iş için ihtiyaç duyulabilir. Dolayısıyla işçilerin, aletlerin ve makinaların boş kalma oranları yüksektir. Buna karşılık yıkama istasyonunda farklı marka otoların yıkama işlemleri aynıdır. Yıkama süresinde önemli sapma olmaz. Makina ve aletler belirli yerlerde olup kapasitelerinden yararlanma oranı yüksektir.

Üretim miktarına ve akışına göre aşağıdaki gibi bir sınıflandırma yapılabilir:

1- Kesikli Üretim: Tüketici veya müşteri firmanın zaman, miktar ve kalite bakımından özel olarak belirlediği bir ürünün üretilmesidir. Miktar genellikle bir veya birkaç tanedir. Gemi, büyük buhar kazanı, özel elektronik cihazlar, proses makinaları, büyük takım tezgahları, prototip makinaların üretimi bu gruba girer. Kesikli üretim, üretimin yapıldığı sürelerin düzeni bakımından üç alt gruba ayrılır:

- 1) Az sayıda ürünün yalnız bir defa üretilmesi.
- 2) Az sayıda ürünün talep geldikçe, belirsiz aralıklarla üretilmesi.
- 3) Az sayıda ürünün belirli aralıklarda periyodik olarak üretilmesi.

Yalnız bir defa üretilen ürünler için üretim tekniği, alet ve tertibat ve planlama bakımından yapılacak bir işlem olmaz. Belirli veya belirsiz aralıklarda tekrar üretilen ürünler için yöntem, işlem planlaması ve kontrol faaliyetlerinin düzenlenmesi ve bunlarla ilgili bilgilerin gerektiğinde kullanılmak üzere saklanması gerekir.

2- Sürekli Üretim: Mevcut makina ve tesislerle yalnız belirli bir ürünün çok miktarda üretilmesidir. Kesikli üretimde, üretim hızının talepten fazla olmasına, yani bir miktar stok yapmaya izin verilebilir. Sürekli üretimde ise talep hacminin sürekli yakından izlenmesi ile faaliyetler sürdürülür.

Sürekli üretim kütle üretimi ve akış tipi üretim olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Kütle üretiminde bir üründen çok büyük miktarlarda ve uzun süre üretilir. Ancak gerektiğinde makina, yerleşme düzeni, tertibat, kalıp ve benzeri elemanlarda bazı değişiklikler yapmak suretiyle başka bir tip ürünün üretimine geçilebilir. Üretilen ürünlerin üretim yöntemleri arasında önemli benzerlikler vardır. Akış tipi üretimde ise makina ve tesisler yalnız bir cins ürün üretecek şekilde tasarlanmış ve yerleştirilmişlerdir. Aynı sistemde farklı bir ürün üretmek ya olanaksızdır ya da çok pahalıdır. Çimento, şeker, petrol rafinerisi, motor, vb. endüstriler akış tipi üretimin önemli örnekleridir.

1.2.6. Özel Üretim Tipleri

Doğrudan tüketici ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlamayan veya tek başına düşünüldüğünde ekonomik açıdan karlı olmamasına rağmen girilen üretim faaliyetlerini öncekilerden ayrı bir grupta toplayarak incelemek gerekir.

1- Araştırma Üretimi: İşletmenin geleceğe yönelik birtakım tasarımlarını gerçekleştirmek için girilen araştırmalarda deney yapma amacı ile üretilen ürünlerdir. Laboratuvar çalışmaları niteliği taşır.

2- Model ve Prototip Üretimi: Araştırma faaliyetlerinin bir parçası olmakla birlikte, ürünün çalışma özelliklerini, performansını ve tesiste üretilebilme koşullarını deneme amacı taşır. Modellerin ölçekli üretilmesine karşılık, prototipler gerçek malzemeden ve gerçek boyutlara uygun olarak yapılırlar.

3- Test Modelleri Üretimi: Ürünün normal kullanma koşullarından daha ağır koşullar içinde dayanıklılığını test etme amacı ile üretilen modellerdir. Test modelleri genellikle laboratuvarlarda imal edilirler.

4- Pilot Üretim: Deneme ürünlerinin gerçek üretim hattında üretimine geçildiğinde önceden görülemeyen bazı problemlerle karşılaşılabilir. Bu durumu önlemek için pilot üretim iki farklı şekilde gerçekleşir: Eldeki olanaklar yeterli ise gerçek üretim hattının minyatür bir modeli kurularak üretime başlanır. Çıkan aksaklıkları düzeltmek için gerekli tedbirler alındıktan sonra gerçek üretim hattına geçilir. İkinci durumda, pilot üretim gerçek koşullar altında yapılır. Arıza kaynakları belirlenip düzeltmeler yapılır, işçiler yeterli tecrübe düzeyine ulaşır ve gerçek üretime başlanır.

5- Tasarımı Tamamlanmamış Ürünlerin Üretimi: Ürünün bir an önce tüketicinin yararına sunulması gerektiğinde ürün, kağıt üzerinde düşünülen tasarımından eksik olarak üretilip satışa sunulur. Zamanla eksiklikler giderilerek planlanan tasarım gerçekleştirilir.

6- Yeni Modele Geçiş Devresi Üretimi: Ürün modelinin önemli oranda değiştirilmesi üretim hızının çok yavaşlamasına hatta bir süre durmasına neden olabilir. Bu durumda önce mevcut üretimi aksatmadan yapılması mümkün olan değişiklikler gerçekleştirilir. Daha sonra belirli bir süre üretim durdurularak yeni modele geçilir.

7- Başlangıç Devresi Üretimi: Bütün ayrıntıları önceden özenle planlanmış bir ürünün üretimine geçildiğinde bile, kağıt üzerinde görülemeyen birtakım problemlerle karşılaşılır. Bunların giderilmesi için bir süre gerçek üretim faaliyetlerinin dikkatle izlenmesi, aksayan noktaların düzeltilmesi gerekir.

8- Demonstrasyon ve Gösteri ürünleri Üretimi: Sergi, fuar ve satış acentalarında tanıtmak ve çalışma şeklini müşterilere göstermek amacıyla ürünün az sayıdaki miktarının özel biçimde üretilmesidir. Örneğin, arakesiti alınmış bir makina, dış yüzeyleri kromajlanmış otomobil motoru, gövdesi şeffaf plastikten yapılmış buzdolabı vb. cihazlar. Bu tür ürünler genellikle özel bir dikkatle ayrı bir hatta üretilirler.

9- Özel İhraç Ürünleri Üretimi: Çeşitli ülkelerde kullanma, ölçü, standart, iklim, beğeni vb. farklar nedeniyle bu ülkelere ihraç edilecek ürünün bazı özelliklerinin değiştirilerek üretilmesi gerekebilir. Son yıllarda ülkeler arası standartlara uyma çalışmalarına rağmen, bazı farklı istekler söz konusu olabilir.

10- Modifikasyon, Tamir ve İade Ürünleri Üretimi: Gemi, uçak, lokomotif, tank ve benzeri askeri araçların kısa zamanda ortaya çıkan yeni teknolojik gelişmelere uydurulması istenebilir. Bu amaçla söz konusu ürün üzerinde yapılan değişikliklere "modernizasyon" veya "modifikasyon" denir. Teknolojinin hızla geliştiği alanlarda, özellikle savaş endüstrisinde modernizasyon önemli bir yer tutar. Modifikasyon tamirden farklı olup bir çeşit sipariş üretimi gibi düşünülebilir. Bakım şeklindeki üretim faaliyetlerinde, müşteri tarafından tesise gönderilen ürünlerin arızalarının giderilmesi istenebilir. Fotoğraf makinası, saat, elektronik cihazlar gibi hafif ama pahalı ürünlerin üretici firmaya gönderilerek bakımının yapılması uygulamada sık rastlanılan bir durumdur. Üretim hacminin yüksek olması durumunda, bakım işlemleri de önemli bir yer tutmaya başlar. Böyle bir durumda normal üretim hattının dışında ayrı bir bakım bölümü kurulur. Ürün için verilen garantiye dayanılarak iade edilen ürünlerden bakımı mümkün olmayanların yerine müşteriye yenisi verilir. Garanti kapsamına giren ürünlerin bakımı ücretsiz yapılırken, garanti kapsamında olmayan diğer ürünler ücretli olarak tamir edilirler. Yapılan bakım işlemlerinin kayıtlarının tutulması, sonuçların analiz edilerek arızaya sebep olan noktaların belirlenmesi ve ilgililere duyurulması ÜPK'nin görevleridir.

11- Geçici Üretim: Sürekli üretimde bulunan tesisin zaman zaman sipariş niteliğinde üretim yapmasıdır. Geçici üretim aşağıdaki durumlarda yapılır:

- 1) Bazı parçaların üretiminde ıskarta oranının yüksek olması nedeniyle montajın aksamaması ve bu sorunu gidermek için eksik oranında parçaların ayrıca üretilmesi.
- 2) Arıza yapan bir makinanın parçalarının tesisin kendi olanakları ile yapılması.
- 3) Üretimi yapılmamakta olan eski model bir ürünün yedek parçalarının tüketiciye sağlanma zorunluluğu nedeniyle üretimi.
- 4) Araştırma ve deneme amacı ile üretilen ürünlerin yalnız normal üretim hattındaki makinalarda üretilmesi.
- 5) Talep hacmi ve optimum stok düzeyi hesaplarının küçük miktarlardaki üretimin daha ekonomik olduğunu göstermesi.
- 6) Önemli müşterilerin ani isteklerinin karşılanması.
- 7) Montaj hattında önceden hesapta olmayan ihtiyaçların ortaya çıkması.
- 8) Deneme üretiminin gerçek üretim hattında yapılması.

Geçici üretimi gerçekleştirmek üzere çeşitli alternatiflerin denenmesi mümkündür. Bu alternatiflerin başında, sadece geçici üretim yapan ve asıl tesisin küçük bir modeli olan minyatür bir tesis kurulması veya çoğunluğu üniversal tezgahlardan oluşan makina atölyesinden yararlanılması gelir. En uygun alternatif, maliyetler karşılaştırılarak belirlenir. Bazı hallerde geçici üretimin diğer firmalara yaptırılması daha ekonomik olabilir.

Sürekli üretim yapan tesislerin hemen hepsinde, özel üretim tiplerinden biri ya da birkaçı uygulanabilir. Bir tesiste özel üretim uygulaması ÜPK'nin iş yükünü artırır.

1.3. KESİKLİ VE SÜREKLİ ÜRETİM TİPLERİNİN ÖZELLİKLERİ

1. Üretim Miktarı ve Çeşidi: Ürün miktarı kesikli üretimde az, sürekli üretimde fazladır. Buna göre ürün çeşitlerinden bazılarının talebi yüksek düzeylere ulaşır, tesis içinde bu ürün ya da ürünler için ayrı ve sürekli üretim yapan hatlar kurulabilir. Böylece, uygulamada sıkça karşılaşılan aynı tesis içinde iki tip üretim düzeni bulunmuş olur.

Ürün çeşidi kesikli üretimde fazladır. Sürekli üretimde ise tek ya da birbirine benzeyen az sayıda ürünler üretilir.

Çok çeşit ve az miktarda ürünler için kesikli üretim tipi, az çeşit ve çok miktarda ürün üretiminde sürekli üretim tipi tercih edilir.

2. Kullanılan Makina–Teçhizat: Kesikli üretimde ürün cinsi ve dolayısıyla yapılan işlemler birbirinden çok farklı olabildiğinden, hammaddelere şekil veren tezgahların çeşitli işleri bir arada görecektir nitelikte olmalarını ister. Bu tür makinalara çok amaçlı veya üniversal makinalar denir. Üniversal makina veya tezgahlarda, yapılacak işin tipi sınırların geniş olmasına karşılık hız ve verimlilik düşüktür.

Sürekli üretimde özel amaçlı makinalar kullanılır ve bu makinalarda çalışma hızı ve işgücünden yararlanma oranları oldukça yüksektir.

3. Tesis Yerleşim Düzeni: Makinaların ve çalışma alanlarının tesis içindeki yerleşim düzeni işlemlerin cinsine ve ürünün oluşmasında izlenen yola göre kurulur.

Kesikli üretimde çoğu kez, prosese göre yerleştirme adı ile bilinen kritere göre yerleştirme yapılır. Bu yerleşim tipinde aynı işi gören tezgahlar bir yerde toplanır.

Sürekli üretimde ise, hammaddenin ürün haline ulaşmaya kadar iş parçası üzerinde uygulanan işlemleri yapan tezgahlar bir üretim hattı üzerinde sıralanırlar. Bu yerleştirmede farklı cinsten tezgahların ardıl olarak yer alması olağandır.

4. İş Yüğü Dengesi: Kesikli üretimde üretilen ürün cinsinin sık sık değışmesi ve miktarının önceden bilinmemesi üretim programlarının hazırlanmasını olanaksız hale getirir. Diğer taraftan tezgahların aynı anda farklı ürünlere ait işlerle yüklenmiş bulunması, bir kısmında iş yığılmalarına, bir kısmında da boş kalmalara neden olur. Bu bakımdan kesikli üretimde iş dengelemenin sağlanması çok güçtür. Bazı tezgahlar boş beklerken bazılarının işi zamanında yetiştirememesi çoğu zaman olağan sayılan bir durumdur.

Sürekli üretimde ise üretim programları çok önceden titizlikle hazırlanmış bulunduğundan tezgahların iş yükleri arasında hassas bir denge sağlanır. Dolayısıyla kapasitelerden yararlanma oranı yüksek, gecikmelerin neden olduğu kayıpların oranı ise düşüktür.

5. İşçilik Niteliği: Kesikli üretimde üretilen ürün cinsinin sık sık değışmesi üretimi yapan işçinin daha fazla bilgi ve inisiyatif kullanmasını gerektirir. Üretimde karmaşık teknik resimlerin okunması, ölçme işlemleri ve hassas tezgahların kullanılması gibi faaliyetler yer alıyorsa işçinin kalifiye olması daha büyük önem taşır. Özellikle, büyük ve değerli iş parçalarının hazırlanması, tezgaha bağlanması ve ölçülerinin kontrolü kalifiye işçiye ihtiyaç gösterir.

Sürekli üretim tipini uygulayan tesislerde ise birkaç kalifiye elemana karşılık, önceden ayrıntılı olarak planlanmış belirli işleri gören çok sayıda vasıfsız işçi vardır. Bunların çoğu otomatik makinaları durdurup çalıştırma, arıza anında basit müdahalelerde bulunma, parçayı tezgaha sürme gibi elemanter işler yaparlar.

6. İş Hazırlama Faaliyetleri: Yapılacak her yeni iş için ayrı bir iş emrinin hazırlanması, iş yükü ve üretim programlarının yeniden düzenlenmesi gerekir. Buna bağlı olarak malzeme istekleri ve iş takip ve kontrol faaliyetleri de artar. Üretilen ürün cinsinin sık sık değıştiği kesikli üretim tipinde iş hazırlama faaliyetleri oldukça yoğundur.

Üretimin büyük partiler halinde yapıldığı sürekli üretimde her parti için ilgililere bir kez iş emri verilir. Ancak, iş emrinin çok ayrıntılı olarak hazırlanmış olması gerekir. Zira, iş emirlerinden birindeki küçük bir hata büyük sakıncalara yol açabilir. Dolayısıyla sürekli üretimdeki iş hazırlama faaliyetlerini az yoğun fakat çok karmaşık olarak nitelenebilir.

7. Hammadde, Yarı Ürün ve Ürün Stokları: Kesikli üretimde ürün cinsi sık sık değıştiğinden ne zaman ne kadar hammadde kullanılacağına bilinmesi güçtür. Dolayısıyla ihtiyaç duyulabilecek her türlü hammadde ve malzeme stokta hazır bulundurulmalıdır. Diğer taraftan, iş yükü dengesindeki aksamalar iş istasyonlarında parça bekleme yolları açar, yani ürün stokları meydana gelir. Buna karşılık sipariş üretiminde ürün stoku bulundurulmaz. Parti üretiminde, yapılan hesaplamalar sonunda en ekonomik stok düzeyi belirlenir. Ancak, bunun için tüketim hızı, hazırlık ve elde bulundurma masraflarının önceden belirlenmiş olması gerekir.

Sürekli üretimde hammadde ihtiyacı önceden bilinir ve kullanım hızı sabittir. İşlemler veya istasyonlar arasında herhangi bir bekleme sözkonusu olmaz. Zira bu üretim tipinde bir noktadaki aksaklık bütün sistemin durmasına sebep olur. Bu edenlerle sürekli üretimde normal koşullar altında her türlü stok düzeyinin az olması doğaldır. Yalnız tedarik kaynaklarındaki düzensizlik veya ürünün tüketim hızının mevsimlerden çok etkilenmesi stokları yükseltebilir.

8. Tesis İçinde Taşıma Faaliyetleri: Ürün cinsinin, büyüklüğünün, ağırlığının ve üretim sırasındaki rotanın çok değıştiği ve bu yüzden belirsiz olduğu kesikli üretimde taşımalar üniversal araçlarla yapılır. Bu tür araçların başında, işgücü ile çalışan veya motorla tahrik edilen istif arabaları, kren ve vinçler gelir. Bunlar tesis alanı içinde her noktaya ulaşabilirler ve istenen yolu izleyebilirler. Tesis alanının bir kısmı taşıma araçlarının rahat ve emniyet

içinde çalışabilmesi ve taşınan malzeme ve yarı ürünlerin iş istasyonları arasında depolanabilmesi için ayrılmıştır.

Sürekli üretimde taşınan malzeme belirli ve taşıma hızı sabit olduğundan, amaca uygun biçimde tasarlanan konveyör, kaygan yüzey, raylı taşıt vb. özel araçlar kullanılır. Taşıma için ayrılan alan daha azdır. Taşıma hızı ile orantılı olarak araçların kapasitelerinden yararlanma oranı da yüksektir.

9. Bakım Faaliyetleri: Tesislerde bakım koruyucu ve önleyici bakım olmak üzere iki şekilde yapılır. Belirli kullanım süreleri sonunda yapılan bakım ve arıza anındaki bakım faaliyetleri üretimi bir miktar aksatır. Makinaların ve işlemlerin birbirinden bağımsız olduğu kesikli üretim tipinde bu aksamalar azdır. Zira bakıma alınan veya bozulan bir tezgahın göreceği işi başka bir tezgahta yapma olanağı bulunabilir.

Sürekli üretimde ise, bir noktadaki aksama bütün hattın durmasına sebep olabilir. Bu nedenle sürekli üretimde bakım planlarının hazırlanması ve uygulanması büyük önem taşır. Arıza meydana gelmeden önce, belirli zamanlarda yapılan bakımlarda gerekli tedbirler alınabilir. Böylece, bakım maliyetlerinin artması riskine karşılık arıza meydana gelme olasılığının önemli ölçüde azaltılması mümkün olabilir.

10. Üretim Kapasitesi: Genel amaçlı tezgahlardan oluşan bir üretim atölyesinin kapasitesi çeşitli yollarla artırılabilir. Örneğin, çalışma yöntemlerini geliştirme, fazla mesai yapma ve yeni tezgahlar alma yolu ile mevcut kapasiteyi artırmak mümkündür. Bu nedenle kesikli üretimde kapasitenin esnek olduğu söylenebilir.

Sürekli üretimde tezgahlar birbirine bağımlıdır. Bunlardan birinin kapasitesini artırmanın olumlu bir etkisi olmaz. Aksine üretim hattında bulunan diğer tezgahlarda tıkanmalara yol açar. Kapasiteyi değiştirmek bütün sistemi ilgilendiren büyük yatırımları gerektirir.

Kesikli ve sürekli üretim sistemlerinin özelliklerini yararlar ve sakıncalar şeklinde sonuçlar çıkarılabilir. Ancak, bir sistemin iyi veya kötü özelliği gibi belirtilen niteliğin aslında onun yapısının doğal bir sonucu olduğu unutulmamalıdır. Örneğin, kesikli üretimde çok amaçlı tezgahların kullanılması doğaldır. Bunun iyi ve kötü yanları olduğu şekliyle kabul edilmelidir.

Parti üretiminin hangi tip üretim tipinde yer aldığı tartışılan bir konudur. Bu üretim kesikli veya sürekli tipte gerçekleşebilir. Parti üretiminin sürekli veya kesikli üretime yaklaşması, parti üretimindeki ürün çeşidi ve partilerin değişme sıklığına bağlıdır. Örneğin, birbirine benzer bir kaç çeşit ürünü 3–4 aylık peryotlarla üreten bir tesisin özellikleri daha çok sürekli üretim tipine kayacaktır.

1.4. TESİS PLANLAMA

Tesis sözcüğünün sözlük anlamı, “kurulmuş olan, yapılmış, meydana gelmiş şey, kurum”dur. Buna göre tesis, belli bir amaca yönelik olarak organize olmuş kurumsal bir yapı şeklinde tanımlanabilir.

Plan, belirlenen amaca ulaşmak maksadıyla hangi işlerin yapılacağını, bu işlerin ne zaman, nasıl ve ne kadar zamanda yapılacağını ve bunların yapılma sırasını gösteren bir tasarıdır. Kısaca plan, tutulacak yolu gösteren bir modeldir. Plan, belirli koşullarda hazırlanmakla birlikte, koşulların zamanla değişmesi halinde planlar da değiştirilir. Bu özellikleri ile planlar rijit bir özellik göstermeyecek şekilde yapılmalıdır.

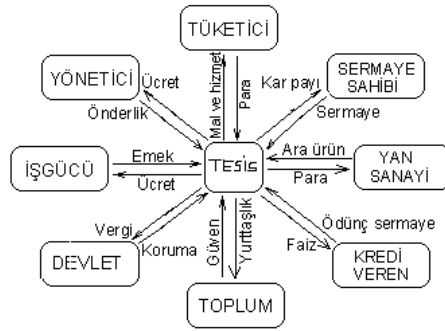
Tesis planlama, kurumsal bir yapının ilk düşünce aşamasından işlevini görene değin geçen aşamaları kapsayan faaliyetler topluluğudur.

Tesis; motor, buzdolabı, mobilya, kağıt, vb. ürün üreten bir kurum olabileceği gibi; üniversite, kütüphane, hastahane, postahane, vb. gibi hizmet üreten kurum da olabilir.

Tesis planlama kapsamında; motor, buzdolabı, mobilya, kağıt, vb. gibi endüstriyel ürün üreten tesislerle ilgili teoriler verilmekle birlikte; üniversite, kütüphane, hastahane, postahane, vb. gibi hizmet üreten tesislerin düzenlenmesinde de aynı teoriler geçerlidir. Endüstriyel ürün üreten tesislere genel anlamda işletme, dar anlamda tesis/fabrika denir.

1.4.1. Tesis Çevresi

Tesis sistemi daha geniş bir sistemin alt sistemidir. Tesisin istenen düzeyde planlanabilmesi için çevresi ile ilişkilerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Tesisin amaçları üst sistemin yani çevrenin amaçlarından ayrı tutulamaz. Tesisin işleyişi de çevre koşullarına bağlıdır. Katkı – ihtiyaç ilişkisine göre, bir kişi ya da kurumlar bir tesisin ihtiyaçlarını karşılayacak beklenti içerisinde olurlarsa, bu tesise katkıda bulunurlar. Böylece, tesis ile tesisin kuruluşuna ve işleyişine katkı sağlayan kurucu çevresi arasında karşılıklı bir değişim olur. Tesis ve kurucu çevresi arasındaki bu değişim Şekil 1.5’de gösterilmiştir. Tesisin yaşama süresi önemli



ölçüde bu ilişki düzeyine bağlıdır. Buna göre tesis, bir uzlaşmanın ürünü olarak ortaya çıkar.

Şekil 1.5. Tesis ve kurucu çevresi arasındaki katkı - ihtiyaç ilişkisi

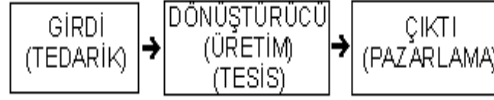
Tesis çevresi, tesisin dışında kalan elemanları içerir. Bu elemanların birindeki bir değişim, tesisin durumunda da bir değişime yol açar. Buna göre, bir tesisin çevresi, tesisin durumunu etkileyen bütün değişkenleri içermektedir. Bu değişkenler, özelliklerine bağlı olarak 8 grupta toplanmaktadır:

1. Teknolojik çevre.
2. Ekonomik çevre.
3. Sosyolojik çevre.
4. Kültürel çevre.
5. Politik çevre.
6. Yasal çevre.
7. Demografik çevre.
8. Ekolojik çevre.

1.4.2 Tesisin İç Yapısı

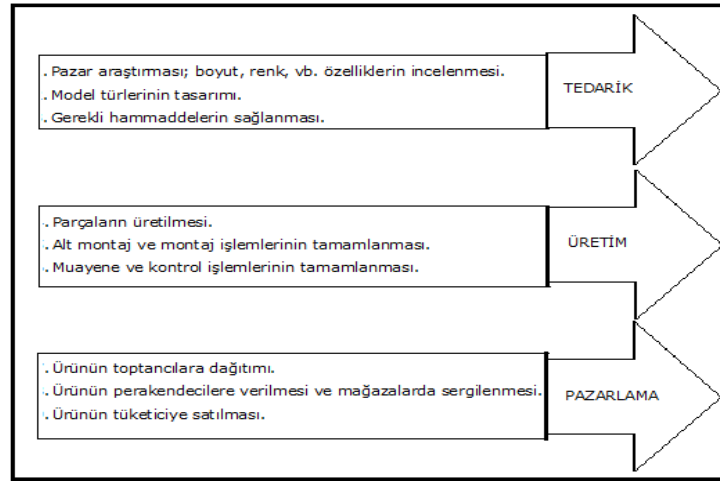
Yapısal bir kurum olan tesis, değişik kesimlerin uzlaşması sonucunda ortaya çıkar. Bu uzlaşma, katkı – çıkar dengesi üzerine kurulmuştur. İşletmeye katkı sağlayan kesimler, bunun karşılığında işletmeden belirli çıkarları bekleyeceklerdir. Bu çıkarlar, tesisin ürettiği değerlerden sağlanır. Bu yönüyle bir tesisin amacı, değer üretmektir. Üretilen değer tesisin türüne bağlı olarak ürün veya hizmet olarak ortaya çıkar.

Mevcut özellikleri itibariyle tesis bir dönüştürücü görevi görür. Belli girdilerle beslenen tesis, bunları uygun bir karışım sağlayarak dönüşüme uğratar ve bu dönüştürmenin sonucunda da değer üretir. Şekil 1.6'da tesisin dönüştürücü görevi gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Tesisin dönüştürücü görevi

Bir işletmenin içeriği, işletmenin girdileri ve çıktılarının türüne göre farklılıklar gösterir. İşletmenin içeriğini belirleyici ana faktör tesisin amacıdır. Bu amacı sağlamak üzere oluşturulan tesisin yapısı, aynı amaca ulaşmak için gerekli olan girdilerle beslenir. Girdilerdeki büyük farklılıklara rağmen tesisin dönüştürme sürecinin işleyişi genel deyimlerle açıklanabilir. Örnek olarak, çamaşır makinası üreten bir tesis çamaşır makinasının tüketiciye ulaşınca kadar Şekil 1.7'deki faaliyetleri yürütür:



Şekil 1.7. Tesis faaliyetleri

Bu faaliyetler tesis organizasyonunda belirli işlevsel adlarla ifade edilirler: pazar araştırması, ürün tasarımı, satınalma, üretim, pazarlama. Bu temel faaliyetlerden başka, bütün tesis sisteminin işleyebilmesi için zorunlu olarak destek faaliyetleri de vardır: finans, muhasebe, personel, araştırma – geliştirme, iletişim, hukuk faaliyetleri.

Bir tesis sisteminde farklı düzeylerde alt sistemler vardır. Tesisin yukarıda ifade edilen bütün faaliyetleri birer alt sistem olarak işlev görürler. Burada dikkat edilmesi gereken konu, oluşturulan alt sistemlerin tesisin bütününe organik yapısını ortaya koymasındır. Buna göre bir tesisin genel anlamda alt sistemleri şunlardır:

1. İmalat alt sistemi.
2. Karar verme alt sistemi.
3. Yasal işler alt sistemi.
4. Planlama alt sistemi.
5. Araştırma alt sistemi.
6. Muhasebe alt sistemi.
7. Personel alt sistemi.
8. Finans alt sistemi.
9. İletişim alt sistemi.
10. Pazarlama alt sistemi.

Tesisin alt sistemleri, tesisin iç yapısını oluştururlar. Bu yapıda yer alan her alt sistem gerektiğinde sistem kabul edilerek, bunların alt sistemleri incelenebilir. Örneğin pazarlama alt sisteminin alt sistemleri fiyat alt sistemi, pazar araştırması alt sistemi, reklam alt sistemi, dağıtım alt sisteminden oluşmaktadır. Buna göre, sistem anlayışı gereğince, fiyat konusunda bir karar alınabilmesi için reklam, dağıtım kanalları ve ürünlerle ilgili temel bilgilerin gözönünde bulundurulması gerekmektedir.

Tesis ve çevresi arasındaki dengeye benzer şekilde, tesisin iç yapısını oluşturan alt sistemler arasında da bir denge vardır. Tesis ve çevresi arasındaki dengeye dış denge, tesisin alt sistemleri arasındaki dengeye de iç denge denir. Belirli bir anda dış ve iç dengelerin düzeyi, tesisin başarısının bir göstergesidir. Tesisin iç yapısıyla ilgili iç denge, çevre koşullarının oluşturduğu dış dengenin düzeyine göre tasarılır.

1.4.3. Tesis Tasarımının Aşamaları

Tesisin tasarlanması, bir yatırım düşüncesinin ortaya çıkmasıyla hareket kazanır. Yatırım düşüncesinin somut sonucu olarak tesis ortaya çıkar. Tasarlanan tesisin dış dengeleri sağlandıktan sonra, belirlenen amaç doğrultusunda tesisin iç dengeleri kurulmaya çalışılır.

Tesis tasarımı, proje sürecinin bir aşaması olarak düşünülebilir. Bir proje geliştirme süreci genel olarak üç ana aşamadan oluşur:

- 1) Yatırım öncesi aşama
- 2) Yatırım aşaması
- 3) İşletme aşaması

1. Yatırım Öncesi Aşama: Tesis tasarımı aşaması, yatırım öncesi aşamada yer almaktadır. Yatırım öncesi aşama üç alt aşamada tamamlanır:

- 1) Fırsat analizleri.
- 2) Stratejik analizler.
- 3) Tesisin yapılabilirlik analizleri.

1) Fırsat Analizleri: Fırsat analizleri üç aşamada gerçekleştirilir:

- 1) Olanak incelemeleri.
- 2) Ön yapılabilirlik incelemeleri.
- 3) Destek incelemeleri.

Olanak incelemeleri, ön taslak niteliğinde olup, ayrıntılı analizlerden çok toplu tahminlere dayanır. Bu aşamada temel amaç, fırsatları görmek ve ortaya çıkarmaktır. Belli bir bölgenin olanaklarının belirlenmesi ya da örneğin, orman ürünleri gibi, belli bir kaynağın değerlendirilmesine yönelik incelemelerdir. Genel olanak incelemeleri, bir yatırım olanağının gerçek özelliklerinin hızlı ve maliyeti düşük olacak şekilde belirlenmelidir. Öncelikli sektörler, üretim açıkları olan alanlar, uluslararası endüstrilerle muhtemel bağlantılar, genel yatırım ortamı, dış satım olanakları, mevcut üretim hatlarının entegrasyonu bu inceleme alanlarına örnek olarak gösterilebilir.

Ön yapılabilirlik incelemeleri, tesis kuruluş düşüncesinin ilk değerlendirmesidir. Tesisin kurulması konusunda kesin bir karara varmayı sağlayacak bir incelemenin gerçekleştirilmesi çoğu zaman pahalı ve zaman alıcı olduğundan, ön yapılabilirlik incelemeleri gerekmektedir. Bu incelemelerin dört sonucu olabilir:

- 1) Yatırım olanağı çok umut vericidir ve tesis kurma kararı daha ayrıntılı inceleme yapmadan alınabilir.
- 2) Tesis kurma kararı için ayrıntılı inceleme gerektirmektedir.

- 3) Tesisin kurulmasında belli noktalarda belirsizlikler vardır, daha ayrıntılı araştırmalar gereklidir.
- 4) Yatırım olanağı çekici değildir ve tesis kurma düşüncesinden vazgeçilebilir.

Destek incelemeleri, bir tesis kurma düşüncesinin bütün özelliklerini değil, bir veya birkaç özel yönünü içeren araştırmalardır. Özellikle belirsizlik içeren ve kritik faktörlerin yer aldığı durumlarda bu tür analizler yapılabilir. Pazar araştırmaları, hammadde ve girdi incelemeleri, yer seçimi incelemeleri, teknoloji seçimi analizleri, ekonomik ölçek incelemeleri destek incelemeleri kapsamında incelemelerdir.

2) Stratejik Analizler: Stratejik analizler, fırsatlar görüldüğünde ve ortaya çıkarıldığında, belirlenmiş bir fırsat alanı üzerinde ana yönün ve yolun belirlenmesidir. Her tesis bir stratejinin parçası ve sonucudur. Buna göre, her tesisin bir stratejisi vardır. Stratejik analizler kendi içinde altı ana aşamayı içerir:

- 1) Vizyon / Misyon belirleme.
- 2) Örgütsel amaçların belirlenmesi.
- 3) Çevre analizi.
- 4) İç analizler.
- 5) Güçlü / Zayıf ve Fırsat / Tehdit (GZFT) analizleri.
- 6) Strateji belirleme.

Stratejik planlama, kurulacak tesisin geleceğine ilişkin yönün belirlendiği ve çevre ilişkilerinin düzenlendiği aşamadır. Bu amaçla, öncelikle kurumun vizyon, yani geleceğe bakış perspektifi ve derinliği belirlenir. Vizyon, bir kurumun öngördüğü fırsatların belirgin olmayan bir ifadesidir. Misyon, vizyonu netleştirir. Misyon, bir örgütün varoluş nedenini açıklar ve örgütün ne ve nerede olmak istediğinin genel ifadesini ortaya koyar.

Örgütsel amaçlar, bir organizasyonun ulaşmak istediği nitel performans sonuçlarıdır. Örneğin, sektörde önder olmak bir örgütsel amaç olarak kabul edilebilir.

Çevre analizi, tesisin içinde yaşadığı ve yaşayacağı koşulların özelliklerinin ve etkilerinin incelenmesini içerir. Dış çevre analizi ve iç çevre analizi şeklinde incelenebilir. Dış çevre analizinde ekonomik, teknolojik, sosyolojik, kültürel, politik, yasal, demografik ve ekolojik faktörlerin tesis üzerindeki etkileri incelenir. İç çevre analizinde ise, sektör / endüstri analizi, müşteri analizi, rakip analizleri yapılır. Endüstri analizinde, bir sektörün bugünkü ve potansiyel firmalar için çekiciliğinin, bu endüstrideki temel başarı faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Müşteri analizi, pazar dilimlerinin ve müşteri motivasyonunun incelenmesidir. Rakip analizi, rakiplerin ölçekleri, büyüme oranları, amaç ve varsayımları, maliyet yapıları, vb. özelliklerinin incelenmesini içermektedir.

İç analizler, tesisin içine yönelik finansal, organizasyonel ve davranışsal incelemelerin gerçekleştirilmesini içerir ve tesisin güçlü / zayıf yönlerini belirler.

Güçlü / Zayıf ve Fırsat / Tehdit analizlerinde, çevre analizi ile ortaya çıkan fırsatı ve tehditlerle tesis içi analizlerde ortaya konan Güçlü / Zayıf yönler bir arada değerlendirilir. Bu aşamada, tesisin güçlü yönleri çevredeki fırsatlar üzerine seferber edilirken, zayıf yönleri çevredeki tehditlerden uzak tutulur.

Sözkonusu incelemeler sonucunda, stratejik analizin amacı, tesis için bir stratejinin belirlenmesidir. Buna göre yapılan değerlendirmeler doğrultusunda rekabet, büyüme, tarafsızlık, savunma, pazara giriş, risk azaltma ve benzeri stratejilerden bir veya birkaçı tesisin stratejisi olarak belirlenir.

3) Tesisin Yapılabilirlik Analizleri: Stratejik analizler sonucunda, tesisin yönü ve yolu belirlenmiş olduğundan, bundan sonra tesisin yapılabilirliğine ilişkin ayrıntılı incelemeler

yapılabilir. Bu aşamada, belirlenmiş olan yönde tesisin nasıl hareket edeceği tanımlanır. Tesis yapılabilirlik incelemeleri sekiz ana aşamaya ayrılmıştır:

- 1) Pazar planlaması.
- 2) Kapasite / Üretim planlaması.
- 3) Malzeme planlaması.
- 4) Teknoloji / Donanım planlaması.
- 5) Organizasyon planlaması.
- 6) İnsan kaynakları planlaması.
- 7) Mali planlama.
- 8) Proje planlaması.

2. Yatırım Aşaması: Yatırım kavramı kullanım biçimine göre halk arasında, iktisat ve işletme biliminde, devlet yönetiminde farklı biçimlerde tanımlanmaktadır. Burada işletme biliminde yapılan yatırım kavramı tanımına yer verilecektir.

İşletme biliminde yatırım, nakdi değerlerin tesis mallarına dönüşümünü ifade etmektedir. Yatırım kavramı, işletmenin yatırım ve üretim kapasitelerinde artış ya da sürekliliğin sağlanması ve gelecekte belirli bir zaman süresince gerçekleşmesi beklenen karların elde edilmesi maksadıyla kıt kaynakların üretime tahsis edilmesi konularını içermektedir.

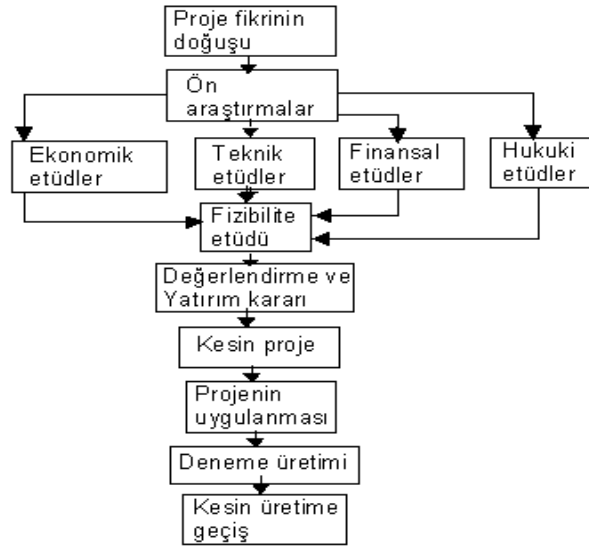
Yatırım türleri; mali yatırımlar ve üretime ilişkin yatırımlar şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Mali yatırımlar, sermayenin mal ve hizmet üretimi dışında başka alanlara bağlanması olarak ifade edilir ve bu yatırım türü tesis planlama kapsamı dışında kalır.

Yatırımlar genel olarak sermayenin mal ve hizmet üretimine yarayan tesislerin kurulmasına tahsisini içermektedir. Yatırımlar; bir tesisin kurulması, yeni üretim teknolojilerinden yararlanmak, üretimde darboğazı gidermek, üretimi ve kalite düzeyini artırmak ya da kurulu bir tesisi başka bir yere taşımak şeklindeki amaçlar için yapılır.

Üretime ilişkin yatırım türlerini, devlet tarafından teşvik tedbirleri uygulanan yatırım türleri kapsamında aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- 1) Komple yeni yatırımlar,
- 2) Yenileme yatırımları,
- 3) Tevsii (kapasite artırımı) yatırımları,
- 4) Tamamlama yatırımları,
- 5) Modernizasyon yatırımları,
- 6) Darboğaz giderme yatırımları,
- 7) Kalite düzeltme yatırımları,
- 8) Entegrasyon yatırımları,
- 9) Finansal kiralama yatırımları,
- 10) Nakil yatırımları.

Yatırım aşaması proje düşüncesinin doğuşundan sonra gerçekleşen faaliyetleri kapsar ve buna ilişkin bir yatırım projesi hazırlanır. Şekil 1.8’de gösterilen yatırım projesinin hazırlanması aşamalarından; ekonomik etüdler, teknik etüdler, finansal etüdler ve hukuki etüdler yatırım öncesi aşamada yer almaktadır.



Şekil 1.8. Yatırım projesinin aşamaları

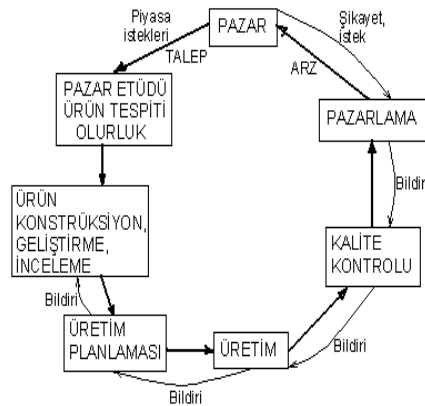
3. İşletme Aşaması: Yatırım planları ne kadar ayrıntılı ve özenle yapılsa da yatırım gerçekleştirilip üretim aşamasına gelindiğinde, bazı durumlarda istenilen nitelikte üretim yapmak mümkün olmayabilir. İşletme, önceden belirlenen kalite standartlarına ulaşmaya kadar deneme üretimi yaparak istenen kalite standardında ürün elde ettikten sonra bu ürünleri piyasaya sürer. Bu aşama deneme üretimi aşamasıdır.

Deneme üretimi sonunda üretime geçilir. Üretim aşamasına geçiş, deneme üretimi aşamasındaki aksaklıklar ortadan kaldırılarak normal üretimin başlaması ile gerçekleşir.

Üretim aşamasında tesis resmen işletmeye alınmış olur. Bu aşamada yatırım projesinin hazırlanması ve uygulanması aşaması tamamlanmış olup, bundan sonra istenen kalite standartlarında ürün elde etmek üzere işletme ve üretim fonksiyonları devreye girer.

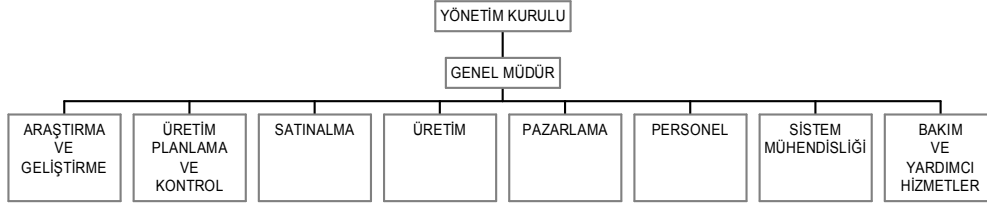
1.5. TESİS ORGANİZASYONU

Genel hatlarıyla Şekil 1.9’da gösterilen faaliyetleri yürüten bir tesisteki organizasyon yapı ve iş akışı organizasyonu şeklinde iki grupta incelenir. Yapı organizasyonu tesisi meydana getiren çeşitli şubelerin birbirleri arasındaki hiyerarşik ilişkiyi gösterir. İş akışı organizasyonu ise, çeşitli bölümler arasındaki bilgi ve malzeme akımının nasıl olduğunu gösterir.



Şekil 1.9. Tesisin yapısı

Şekil 1.10’da bir tesisin klasik üst yapı organizasyonu gösterilmiştir. Bu organizasyonda şube müdürleri genel olarak yönetim kurulu üyesidirler.



Şekil 1.10. Tesisin üst yapı organizasyonu

Bütün tesisler şemada gösterilen aynı yapıya sahip olmayabilir. Mevcut şubelerden biri veya birkaçı olmayabileceği gibi, yeni şubeler de ilave edilmiş olabilir. Örneğin, tesisin yapısal organizasyonu içinde fabrika mühendisliği veya endüstri mühendisliği şubeleri yer alabilir. Aşağıda tesisin muhtemel üretim fonksiyonları açıklanmıştır:

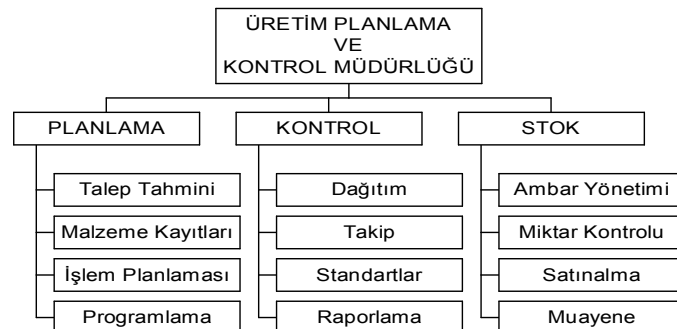
1. Ürün Araştırma – Geliştirme: Ürün araştırma ve geliştirme bölümü tesisin büyüklüğüne ve üretilen ürünün cinsine bağlı olarak çeşitli fonksiyonları yerine getirir. Gerekli araştırmalar yapılarak talebe en uygun ürün tasarımı gerçekleştirilir. Ürün tasarımında ekonomiklik faktörü etkilidir. Sözkonusu ürün için en uygun malzeme araştırılır. Malzemenin hangi üretim usulleri ile hangi işlemlerden geçerek ürün haline getirileceği planlanır. Hazırlanan projeler uygulanarak aksaklıklar giderilir ve üretime geçilir.

Araştırma–geliştirme bölümü (departman, kısım) çalışmalarında aşağıdaki yolu izler: teorik araştırmalar, pratik araştırmalar, prototip üretimi, pilot üretim, tadilat ve geliştirme.

Teorik araştırmalar büyük tesislerde veya üniversitelerde yapılabilir. Oldukça pahalı ve uzun süreli araştırmalardır. Bu araştırma sonuçları uygulamaya konarak doğabilecek güçlükler araştırılır. Ürünün istenilen görevleri yerine getirip getiremediği prototip üretimi ile ortaya çıkar. Böylece ürün tasarlanış olur. Prototip son şeklini aldıktan sonra öncü üretime geçilir. Öncü üretimde ürünün üretiminde çıkabilecek aksaklıklar görülür ve düzeltilir. Böylece ürün sürekli üretilebilecek şeklini alır.

2. Üretim Analizleri: Üretim analizleri fonksiyonu parça analizleri, işlem analizi, malzeme analizi, makina – tezgah analizi, kalıp – takım – alet analizi, kalite kontrol analizi, üretim akışı analizi, işgücü analizi ve zaman analizi faaliyetlerini yürütür. Üretim analizleri bölümü bu çalışmalarının çoğunu ürün araştırma – geliştirme, bakım mühendisliği, satınalma, kalite kontrol ve endüstri mühendisliği bölümleri ile ortak ilişki içinde bulunur.

3. Üretim Planlama ve Kontrolü: Üretim Planlama ve Kontrol (ÜPK) şubesinin iç organizasyonu da Şekil 1.11’de gösterilmiştir. İşletmelerde planlama, uygulama ve kontrol fonksiyonlarının farklı bölümlerce yürütülmesinde büyük yararlar görülmüştür. Burada ÜPK bölümü Üretim Planlama (ÜP) ve Üretim Kontrolü (ÜK) olmak üzere iki ayrı bölümde ele alınmıştır.



Şekil 1.11. Üretim Planlama ve Kontrol şubesi iç organizasyonu

Üretim planlama ile miktar ve zaman kararları verilir:

- Hangi ürünlerden ne kadar yapılacak?
- Ne kadar malzeme kullanılacak?
- Ürün ne zaman üretime başlanacak ve bitecek?
- Malzeme stokları ne olmalıdır?
- Satılacak malzemeler için ne zaman sipariş verilecek?
- Ne zaman malzeme muayenesi yapılacak?

Üretim planlamanın alt bölümleri şunlardır:

- 1) Üretim tahmini ve bütçeleme.
- 2) Üretim kapasitesi ve kaynak analizi.
- 3) Miktar planlaması.
- 4) Malzeme planlaması.
- 5) Üretim programlama.
- 6) İş hazırlama.
- 7) İş emri dağıtımı.
- 8) İkmal ve işi başlatma.

Üretim planlama, tesiste üretimin miktar olarak akışının planlanmasıdır. Kapasite ve kaynak analizi yapıldıktan sonra, yapılması düşünülen miktarla kapasite arasında bir ilişki kurularak miktar planlaması yapılır. Miktar planlaması ile yapılacak ürünlerin cinsleri ve miktarları belirlenmiş olur.

Belli bir üründen belirli bir miktarın yapılmasına karar verildikten sonra üretimin yıl içindeki dağılımının nasıl olacağına çözüm aranır. Üretim partileri belirlenirken talebin yıllık değişimi, hammadde ve diğer kaynakların durumu gözönüne alınır. Buna bağlı olarak sabit veya değişken üretim parti hacimleri tespit edilir. Üretim miktarlarının belirlenmesinde çok sayıda model ve çözüm teknikleri geliştirilmiştir. Fakat burada söz konusu teknikler hakkında açıklama yapılmayacaktır.

Üretim planları detaylandırılarak zaman boyutu da ilave edilirse üretim programı elde edilir. Miktar programlamasında her iş için başlama ve bitiş zamanları, ne kadar zamanda, hangi tezgahta yapılacağı belirtilmelidir.

Üretim Kontrolü, üretim planlama bölümü gibi kurmay bir bölümdür. Üretim bölümü işçileri üzerinde doğrudan emir yetkisi yoktur. Genel olarak küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde bu bölüm üretim planlama bölümü ile aynı bölümde örgütlenir. İşletmeler büyüdükçe, ürün çeşidi ve miktarı arttıkça bu bölümün bağımsız çalışması zorunlu olmaktadır. Üretim kontrol bölümünün başlıca fonksiyonları şunlardır:

- 1) Miktar kontrolü.
- 2) Malzeme kontrolü.
- 3) İş akışı ve yöntem kontrolü.
- 4) Zaman kontrolü.
- 5) Verim kontrolü.
- 6) İşçilik kontrolü.

4. Pazarlama: Pazarlama bölümü pazarla üretim olanakları arasında denge kurar. Bu bölümde yapılan başlıca faaliyetler şunlardır:

- 1) Pazar inceleme ve araştırma.
- 2) Satış tahmini ve planlama.
- 3) Reklam planlama ve uygulaması.

- 4) Satış ve sevkiyat.
- 5) Bakım ve yedek parça hizmetleri.
- 6) Temsilcilikler arası koordinasyon.
- 7) Ürün deposu.

5. Malzeme Yönetimi: Malzeme, üretilen ürünün kalitesini ve maliyetini etkileyen bir faktördür. Malzemelerin veya yardımcı malzemelerin eksik olması üretimi aksatabilir ve hatta durdurabilir. Bu önemli fonksiyonu yerine getiren malzeme müdürlüğü aşağıdaki görevleri yapar:

- 1) Malzeme planlama.
- 2) Malzeme pazar etüdü.
- 3) Sözleşme ve şartnameler.
- 4) Satınalma.
- 5) Depolama.
- 6) Dağıtım.
- 7) Stok – kontrol.

6. Personel ve Sosyal İlişkiler: İşgücü ile ilgili planlama ve uygulamalar yapar.

- 1) İşgücü planlaması.
- 2) İşe alma ve yönetme.
- 3) Personel işleri.
- 4) Personel eğitimi.
- 5) Sosyal hizmetler.
- 6) Sosyal geliştirme ve insan ilişkileri.
- 7) Endüstri ilişkileri.
- 8) Ücret ve personel değerlendirme.

7. Maliyet Kontrol: Maliyet kontrolü Muhasebe ve Finansman Kontrol Müdürlüğüne bağlı olup, alt fonksiyonları aşağıdaki gibidir:

- 1) Finansman planlama.
- 2) Yatırım planlaması ve ekonomik analizler.
- 3) Bütçeleme.
- 4) Mali kontrol.
- 5) Finansal uygulama.
- 6) Genel muhasebe.
- 7) Maliyet muhasebesi.
- 8) Maliyet kontrolü ve analizi.
- 9) Yönetim muhasebesi.

8. Kalite Kontrolü: Kalite kontrolü, bir tesiste iyi ürün çıkması, az fire ve gittikçe gelişen kaliteli ürünler elde etmek için gösterilen mühendislik ve işletmecilik faaliyetlerinin tümüdür.

- 1) Muayene ve kalite kontrol planlama.
- 2) Kontrol ve ölçme aletleri.
- 3) Kalite kontrol standartları.
- 4) Ara muayeneler.
- 5) Malzeme giriş muayeneleri.
- 6) Son muayene.
- 7) Geliştirici kalite kontrol.
- 8) İstatistik analiz ve kalite kontrol.

Üretim hattının herhangi bir yerinde ya da ürünler üretim hattını terk ettikten sonra yapılan ölçmeler veya standartlara uyanlarla uymayanları ayırt etme işlemine "muayene" denir.

Muayenede hedef ara işlemlerle son işlemleri hesaba katarak iyilerle kötülerini ayırmaktır. Kalite kontrol ise, daha geniş anlama sahiptir. Bir üretim hattında kalitenin gidişini izlemek, gelecek için tahminler yapmak ve hata kaynaklarını bulma çalışmalarının tümüne kalite kontrol denilmektedir.

9. Bakım ve Yardımcı İşletmeler: Bakım, makina – teçhizat ve tesislerin sevk ve idaresinin koymuş olduğu standartlara göre sürekli olarak iyi durumda muhafaza edilmesidir. Bakım – tamir ve yardımcı işletmeler müdürlüğünün görevleri şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Bakım planlaması.
- 2) Koruyucu ve tahmin edici bakım uygulaması.
- 3) Planlara göre revizyonların yapılması.
- 4) Yardımcı tesislerin çalışır halde tutulması.
- 5) Yeni tesislerin kurulması ve değiştirilmesi.
- 6) Tesis içinde iş emniyetinin sağlanması.

Bakım şefliğinin bağlı olduğu fabrika mühendisliği bölümü tesis binasının planlanması, yeni tesislerin kurulması, tesisin korunması gibi görevlerden sorumludur. Yeni tesis – tezgah ve makinaların seçiminde üretim analizleri ve endüstri mühendisliği bölümleri ile ortak çalışmalar yapar.

10. Sistem Mühendisliği: Sistem mühendisliği aşağıdaki fonksiyonları yürütür.

- 1) Bilgi işleme.
- 2) Yöneyim araştırması işlemleri.
- 3) Koordinasyon.
- 4) Kodlama.

2. KAPASİTE PLANLAMASI

2.1. KAPASİTE KAVRAMI

Kapasite, bir üretim oranı veya bir tesisin belirli bir süre içerisinde üretim faktörlerini rasyonel bir şekilde kullanarak üreteceği ürün miktarıdır. Bu tanıma göre kapasite ölçüsü üç faktörün etkisi altındadır:

- Üretim faktörleri (makina, malzeme, işgücü, metod),
- Ürün
- Süre.

Kapasitenin üretim oranı olarak ölçülmesi durumunda, sistemin fiili üretiminin en büyük üretime oranı sözkonusudur. En büyük üretim, fiziksel yapı ile ilgili olup kolayca belirlenebilir. Ancak, fiili üretim çeşitli faktörlerin etkisine bağlı olarak değişir. Bu değişikliğin özellikleri, sistemin çağdaş yöntemlerle analizi sonucunda ortaya çıkar.

İkinci kapasite tanımında, kapasite ölçümü için miktar ve zaman faktörlerinin belirlenmesinde bazı güçlükler vardır. Bir cins ürün üreten bir tesiste kapasitenin belirlenmesinde bir güçlük yoktur. Ancak, malzeme işleme süresi ve işçilik bakımından farklı ve çok çeşitli ürün üreten bir tesiste miktar için ortak ölçü bulmak güçtür.

Eğer bir tesiste aynı hammaddeler işlenerek çok çeşitli ürün üretiliyorsa, bu durumda sözkonusu tesisin kapasitesini, ürün miktarı cinsinden hesaplamak ve ifade etmek çoğu zaman mümkün olmayabilir. Bu durumda, tesis kapasitesini "işlenen hammadde" cinsinden hesaplama, kapasitenin belirlenmesinde izlenen bir başka yoldur. Kapasite ölçümünde paranın kullanılması halinde, tesislerin karşılaştırılmasında kolaylık sağlamakla birlikte, enflasyon etkisi ve fiyat farklarının olduğu ortamlarda yanıltıcı sonuçlara neden olabilmektedir.

Bir tesisin kapasitesinin ölçüsü için miktar ve süre birlikte kullanılır. Örneğin; bir kereste fabrikası için $m^3/yıl$, bir yongalevha fabrikası için $m^2/yıl$, bir çimento fabrikası için $kg/yıl$, bir otomobil fabrikası için adet/yıl kapasite ölçüsü olarak ifade edilebilir.

Üretime başlayan bir tesiste kapasite ölçülmesi üretim plan ve programlarının hazırlanması bakımından önemlidir. Ayrıca, makina ve tesisler kadar insan gücü de kapasite için önemli ve karmaşık bir faktördür.

Pazardaki talebin ve satışın planlanmasından sonra, kurulacak tesisin ölçeği belirlenir. Kapasite, bir tesisin üretim hacmini ifade etmektedir. Bu tanıma göre, tesis kapasitesi ile üretim kapasitesi aynı anlamda kullanılır.

Tesis kapasitesi incelenirken gözönüne alınması gereken faktörler:

- 1) Tesisin gelecekteki büyüme olanakları,
- 2) Tesisin geleceğe yönelik gelişme planları,
- 3) Tesisin içinde yer aldığı sektörün ekonomik ölçek değeri,
- 4) Tesisin öngördüğü verimlilik, üretkenlik, ekonomiklik hedefleri,
- 5) Tesisin kapasitesinin oluşturulmasında yararlanılacak finansman olanakları,
- 6) Yararlanılacak teknoloji düzeyi ve üretim yöntemleri,
- 7) Üretim türleri,
- 8) Üretimde kalite güvenliği,
- 9) Talep/satış düzeyi.

Kapasite planlama, yeni bir işletmede öncelikle belirlenmesi istenen konulardan biridir. Ancak, bu aşamada kapasiteyi tanımlayan ölçüler çok geneldir ve tahmini değerlerle çalışılır.

Çalışan bir sistemde makinaların tek tek kapasitelerini toplamakla tesisin kapasitesi bulunamaz. İş istasyonlarının üretim hızları arasındaki farklar, bakım faaliyetleri, program hatalarına bağlı boş beklemler, ıskarta miktarı, işçi veya başka faktörler fiziksel kapasite üzerinde sapmalara yol açar. Üretim plan ve programları bu sapmaların muhtemel düzeyleri gözönüne alınarak hazırlanmalıdır.

2.2. KAPASİTE PLANLAMASI VE ÖNEMİ

Kuruluş yeri belirlenen bir tesisin üretim miktarı açısından hangi büyüklükte veya kapasitede olması gerektiği konusu işletme biliminde "kapasite planlaması" konusuna girer.

Kapasite planlamasında; hem kurulacak yeni bir tesisin veya yatırımın büyüklüğü, hem de kurulu bir tesisin uygun kapasite genişleme büyüklüğü belirlenir. Kapasiteyi belirleyen en önemli değişkenlerden birisi olan ürün talebinin büyük oranda artması halinde, tesisin bu talebi karşılamak maksadıyla uygun ölçüde büyütülmesi gerekir. Bunun için tesis arazi, yeni binalar, makinalar ve ek tesisler gibi yeni sabit yatırımlar yapmak zorundadır. Bu şekilde kapasiteyi artırmak amacıyla mevcut tesise gelecekte eklenecek yeni yatırımlara "kapasite genişlemesi" ve belli sürelerde yapılması gereken en iyi genişleme yatırımlarına da "optimum kapasite genişleme büyüklüğü" denir.

Optimum veya en iyi işletme büyüklüğünü etkileyen faktörlerin bir çoğu işletmelerin optimum kuruluş yerini de etkiler. Bu bakımdan kurulacak bir işletmenin büyüklüğü ve kuruluş yeri seçimi konuları birbirleriyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle kuruluş yeri ve kapasite seçimi sorunları birlikte ele alınmalıdır.

Kapasite planlaması, değişik üretim kapasitelerindeki işletme büyüklükleri arasından, belli bir ölçüte göre en iyisinin nerede ve ne zaman kurulacağını nitel ve nicel yöntemlerle belirleyen bir faaliyettir. Diğer bir ifade ile, kapasite planlamasının amacı bazı yöntemler aracılığıyla kurulması düşünülen işletmelerin belli ölçütlere göre "optimum büyüklükleri" ve "optimum kapasite genişleme büyüklüğünün ve optimum genişleme zamanı"nın belirlenmesidir. Seçilen ölçüt genellikle girişimcinin amacına göre, işletme kazancının maksimizasyonu veya maliyetlerin minimizasyonudur. Ancak, kapasite planlamasında çoğu kez yatırım maliyetlerinin minimizasyonu ölçütü tercih edilir.

Belirli bir ürünü belirli düzeyde üretebilecek optimum işletme büyüklüğünün gerçekleştirilmesi veya kurulu bir işletmede mevcut üretim düzeyini artırmak için ek kapasitenin kurulması makro açıdan bir yatırım sorunudur. Bu nedenle, optimum işletme büyüklüğü ve kuruluş yönünü önceden belirlemeye yönelik kapasite planlaması konusu yatırım planlaması konusuyla yakından ilişkilidir. Kapasite planlamasında, işletme büyüklüğü alternatif kapasite büyüklükleri arasından seçilir ve her bir alternatif kapasite büyüklüğüne ilişkin alternatif işletme projesinin farklı yatırım giderleri söz konusudur.

Alternatif işletme büyüklüklerinin optimum kapasiteye göre aşırı veya eksik olması işletme açısından önemli sorunlar yaratabilir. Gereğinden fazla belirlenen kapasite halinde gelecekte atıl kapasite oluşmasına neden olabilir. Bu durum işletme fonlarının savurganca kullanıldığını, dolayısıyla gereğinden daha ağır bir finansman ve harcama yükü altına girilmiş olacağından işletmenin kar oranı azalır.

Yatırım harcamalarının ve buna bağlı olarak kapasitenin düşük düzeyde tutulmasının iki sonucu vardır:

Birinci sonuç, büyüklüğün maliyetleri düşürücü etkisinden yararlanamayan düşük kapasiteli üretim birimleri yüksek maliyetlerle çalışacakları için kısa dönemde rekabet güçlerini kaybederler. Ayrıca büyük işletmeler, küçük işletmelere oranla daha modern üretim

teknolojisi uygulama ve işbölümüne gidebilme olanaklarına sahip olacakları için daha kaliteli ve ucuz üretimde bulunabileceklerdir.

İkinci sonuç, küçük kapasiteli işletmeler, hizmet ettikleri çevrenin talebini karşılayamayacakları için giderek piyasa payını kaybederler ve büyük olasılıkla işletmenin varlığı bu nedene bağlı olarak tehdit altında kalacaktır.

2.3. KAPASİTE ÇEŞİTLERİ

Kapasite çeşitleri, gerek teori ve uygulamada, gerekse yatırım kararı aşamasında değişik şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Değişik sınıflandırmalar sonucunda değişik amaçlar için kullanılan çeşitli kapasite türleri ortaya çıkmıştır. Kapasite çeşitlerinden en çok kullanılanlar aşağıda kısaca açıklanmıştır:

1. Teorik Kapasite: Teorik kapasite (TK), belirli bir süre içinde kesintisiz çalışan bir tesis veya makinanın üretebileceği en yüksek ürün miktarını ifade eder. Maksimum kapasite veya teknik kapasite olarak da ifade edilen teorik kapasite teknik yönden makina-teçhizatın belirli bir süre içerisinde kalifiye işçilerin sürekli çalışması ile gerçekleştirilebilecek azami üretim miktarıdır. Ancak, bir işletmenin bütün yıl boyunca değişik nedenlerle (kalifiye eleman yokluğu, kalitesiz malzeme, enerji kısıntıları, makinanın bozulması, vb.) teorik kapasiteye ulaşması hemen hemen olanaksızdır.

2. Pratik Kapasite: Teorik kapasiteyle uzun süre üretimde bulunulmasının güçlüğü nedeniyle, işletmenin üretim ve satış çalışmalarında meydana gelebilecek olağan aksamaları ve gecikmeleri dikkate alan bir kapasitenin belirlenmesi planlanan amaçlara ulaşılmasında daha gerçekçi sonuçların elde edilmesini sağlar. Uygulamada arıza, bakım, dinlenme ve benzeri nedenlerle üretimin zaman zaman kesilmesi sonucu hemen hemen hiç bir zaman teorik kapasite düzeyine ulaşmayan ve normal kapasite olarak da ifade edilen kapasiteye pratik kapasite (PK) denir. Normal kapasite, kabul edilebilir aksamaları dikkate alan, zorlanmalara yer vermeyen ve sürekli olarak korunabilen üretim miktarıdır.

3. Fiili Kapasite: Fiili kapasite (FK), normal kapasite veya gerçek kapasite, işletmenin veya makinanın belirli bir süre içinde fiilen gerçekleştirdiği üretim miktarını ifade eder. Diğer bir ifade ile, işletmenin uygulamada belirli bir dönemde yeterli sipariş alamaması, iş akışındaki hatalar veya hammadde teminindeki gecikmeler gibi nedenlerle ulaşabileceği üretim miktarını ifade eder.

4. Atıl Kapasite: Aylak veya boş kapasite olarak da ifade edilen atıl kapasite (AK) pratik kapasite ile fiili kapasite arasındaki farktır.

$$AK = PK - FK \quad (2.1)$$

Atıl kapasite, pratik kapasitenin kullanılamayan veya yararlanılamayan kısmını ifade eder. Pratik kapasitenin altındaki bir üretimin gerçekleşmesi yani atıl kapasitenin ortaya çıkması birim üretim maliyetlerini artıracığından istenmez.

5. Zorlanmış Kapasite: Zorlanmış kapasite (ZK), önceden planlanmış üretim faaliyetlerinde ortaya çıkan aksamaların giderilmesi veya artan üretim talebinin karşılanması için zaman ve güç zorlamalarıyla normal çalışma düzeninin üstüne çıkılmasıyla yaratılan kapasitedir. Zorlanmış kapasiteye aşağıdaki zorlayıcı uygulamalarla ulaşılabilir:

- a) Normal çalışma süresinin uzatılması,
- b) Dinlenme süresinin azaltılması, izinlerin kaldırılması,
- c) Makinaların hızlarının artırılması,
- d) Olağan bakım çalışmalarının ertelenmesi

Bununla birlikte, hem makinaların ekonomik ömürlerinden önce yıpranmalarına, hem de personelde hoşnutsuzluk ve verimin düşmesine neden olunabileceğinden, zorlanmış kapasiteye sürekli olarak başvurulması sakıncalıdır.

6. Kapasite Kullanım Oranı: Çalışma derecesi olarak da ifade edilen kapasite kullanım oranı (KKO) fiili kapasitenin (FK) pratik kapasiteye (PK) oranıdır.

$$KKO = \frac{FK}{PK} \times 100 [\%] \quad (2.2)$$

KKO = %100 ise, makina veya işletmenin tam kapasite ile, KKO < %100 ise atıl kapasite ile çalıştığı söylenir.

7. Optimum Kapasite: Belirli bir amacı gerçekleştiren üretim düzeyini ifade eden optimum kapasite (OK), en uygun kapasite olarak da ifade edilir. Bir üretim sisteminde hedeflenen ilk amaç çoğu kez birim ürün üretim maliyetlerinin en küçüklenmesidir. Buna göre optimum ve ekonomik kapasite, bir işletmenin minimum maliyetler düzeyinde üretebileceği ürün miktarıdır.

2.4. MAKİNA KAPASİTESİ

Üretim programlarının hazırlanmasında her makinanın fiili kapasitesinin bilinmesi gerekmektedir. Bir makinanın maksimum kapasitesi; çalışma hızı, dayanıklılık, güvenilirlik, vb. fiziksel özelliklere bağlı olduğundan kolayca hesaplanabilir. Diğer makinalarla ilişkiler, işçi ve malzeme gibi makinanın dışında kalan faktörler makinanın tam kapasite ile çalışmasını engeller.

Tek tip ürün üreten, işlem sayısı ve makina çeşidi az olan sistemlerde makinaların tek tek maksimum kapasite ile çalışma olasılıkları yüksektir. Fakat üretim sistemlerinin çoğunlukla daha karmaşık bir yapıda olması nedeniyle tek makina kapasitesine ulaşmak mümkün olamamaktadır.

Makina kapasitesinin planlanmasına, bir işlem için harcanması gereken makina zamanının belirlenmesi ile başlanır. Bunun için önce, süreç mühendisliğinden gelen bilgilerden yararlanılarak işlemin yalın makina zamanı bulunur. Yalın makina zamanına hazırlık ve kaçınılamayan gecikmeler için hesaplanan veya tahmin edilen süreler eklendikten sonra normal makina işlem süresi elde edilir. Üretilcek toplam ürün miktarının işlem süresi normal süreye bölünerek makina-saat cinsinden kapasite ve bundan yararlanılarak makina sayısı belirlenir. Çalışma süresi ve üretim akışının özellikleri, normal sürelerle bulunan kapasite ihtiyacını, diğer bir ifade ile makina sayısını etkiler. Şöyle ki;

- 1) Çalışma süresi bakımından; bir makina üç vardiya ile günde 24 saat ve haftanın 7 günü çalıştırılırsa, elverişli kapasitesi $24 \times 7 = 168$ saat/hafta olur. Aynı makina günde 8 saat ve haftada 5 gün çalıştırılırsa, elverişli kapasitesi $8 \times 5 = 40$ saat / hafta olup, bu durumda aynı işi görmek için $168 / 40 = 4,2 \cong 5$ makinaya ihtiyaç duyulur.
- 2) İş akışı her an her makinaya iş yükleme olanağı sağlamayacak nitelikte olabilir. Bu durumda kayıp zamanların dikkate alınması gerekir.

Bu iki özellik, bir makinanın tek başına kapasitesi ile sistem içindeki fiili kapasitesi arasında önemli farkların olabileceğini göstermektedir.

2.5. İNSANGÜCÜ KAPASİTESİ

Üretim plan ve programlarının hazırlanmasında makina ve insangücü kapasiteleri ayrı ayrı hesaplanır. Makina gücünün ağırlık taşıdığı otomasyona yönelmiş sermaye yoğun tesislerde makina kapasitesi, emek yoğun tesislerde ise insangücü kapasitesi ön plana geçer. Sermaye yoğun sistemlerde üretim öncelikle makina kapasitelerinden maksimum düzeyde yararlanacak biçimde planlanır ve insangücü kapasitesi buna uyacak şekilde ayarlanır. Emek yoğun sistemlerde ise, öncelikle insangücü planlaması yapılır ve makina kapasitesi buna uygun biçimde ayarlanır.

Kapasite ayarlamalarında insangücünde belirsizlik daha fazladır. Bir işçinin maksimum kapasitesi kişisel niteliklerine bağlıdır. Makinalara benzer şekilde maksimum kapasiteleri aynı olan bir grup işçi bulmak mümkün olmaz. Ayrıca, insangücü kapasitesinin ayarlanmasında psikolojik ve yasal faktörler etkilidir.

İnsangücü planlanmasında temel veriler talep, stok politikası, makina kapasitesi, yasal kısıtlamalar, personel politikası ve zaman standartlarıdır. Bunlardan öncelikle talep ele alınır ve diğer parametreler buna uygun olarak ayarlanır.

Çeşitli ürünlerin üretildiği bir sistemde, her ürünün gelecekteki talep tahminleri esas alınarak, üretim süreleri ve buna bağlı olarak işgücü ihtiyacı hesaplanır. İşgücü için ölçü işçi sayısı, adam – saat, eşdeğer ürün miktarı veya işletme için uygun olan bir başka ölçü alınabilir. Ancak, gerçek işgücü ihtiyacını etkileyen ve dikkate alınması gereken bazı etkenler vardır.

İşgücü ihtiyacını etkileyen bazı etkenler aşağıda gösterilmiştir:

1) Aylık Mesai Sürelerinin Değişimi: Bir ay içindeki iş günü sayısı hafta sonu ve diğer tatil günleri sayısının değişmesi, yıllık izinler nedeni ile sabit değildir. İstenen üretim miktarı, çalışma günlerindeki değişimler gözönüne alınarak aylara dağıtılmalı veya gerekiyorsa stok düzeyleri bu değişimlere uygun olarak belirlenmelidir.

2) Fiilen Çalışan ve Bordroda Görünen İşçi Sayısı Arasındaki Fark: Üretim sistemlerinde, özellikle ağır endüstrilerde iş devamı hiçbir zaman % 100 değildir. Ülke koşullarına, işlerin ağırlığına ve mevsimlere bağlı olarak her iş günü işçinin % 4 – 10 kadarı hastalık ve mazeret izni almaktadır. Gerçek işçi sayısının belirlenmesinde iş devamsızlığı olan işçilerin kayıplarını giderecek eklemeler ve ayarlamalar yapılmalıdır.

3) İşçi Devri: Ülkedeki işsizlik durumunda, coğrafi konuma, iş kolundaki çalışma koşullarına ve işveren personel politikasına bağlı olarak işçinin bir kısmı işten ayrılır. Hızlı endüstrileşme, mevsimlik tarım işçisi talebi, ağır işler, emeklilik işçi devri oranını artıran etkenlerdir. Üretim düzeyinin işçi devri oranı dikkate alınarak ayarlanması gerekir.

4) Çalışma Veriminde Değişmeler: Malzeme teminindeki aksamalar, makinalardaki beklenmedik arızalanmalar, iş akışındaki tıkanıklıklar, işçinin fizik gücü ve çalışma isteği çalışma veriminde değişmelere yol açar. Bu değişimler dikkate alınarak işgücü planlaması yapılmalıdır.

5) Ürün Çeşidinde Değişiklikler: Ürün çeşidinin sık sık değişimi öğrenme gereksinimine bağlı olarak kayıplara neden olur. Ürün değişikliklerinde ihtiyaç duyulan ek zamanlar dikkate alınarak işgücü planlaması yapılmalıdır.

6) Çalışma Temposu: İşlem süreleri normal zamana çeşitli ölçüde tolerans değerleri eklenerek bulunur. Standart zamanlar normal tempoda çalışıldığı varsayımına göre hesaplanır. İşçilerin çalışma tempoları ölçülerek işçi sayısının belirlenmesi gerekir.

7) Kalite Düzeyi: Kalitenin tasarlanması ve kontrol faaliyetlerinin etkin biçimde yürütülmesi iskarta ve bozuk ürün oranını azaltır. Bozuk ürünler düzeltilmek üzere imalata

geri gönderilir veya doğrudan ıskartaya ayrılır. Her iki durumda da hesaplanandan daha fazla işgücüne ihtiyaç duyulacaktır.

8) Vardiya Etkisi: Normal mesai saatleri dışında kalan vardiyalarda, özellikle 23.00 – 07.00 saatleri arasında çalışma veriminin ve temposunun normalin altında kaldığı bilinmektedir. İki ve üç vardiya düzeninde çalışan tesislerde, normal koşullar için hesaplanan süre ve işgücü ihtiyacı sözkonusu kayıplara göre düzeltilmelidir.

9) İşlerin Süreksizliği: Dolaylı işçilik kapsamındaki faaliyetlerin büyük bir kısmı süreksizdir. Örneğin, bir vinç operatörünün günlük iş yükü belki 2 saati aşmaz. Fakat bu 2 saatlik yük gün içine tesadüfi bir şekilde dağılmıştır. Operatörün başka işlerde çalıştırılması mümkün değildir. Kapı bekçisi, kontrolör, ambalaj işçisi, itfaiyeci, vb. gibi birçok iş aynı özelliği gösterebilir. Bu gibi işler için gerekli işgücü belirlenirken yükün yanı sıra görevin bölünmezliğinin de dikkate alınması gerekmektedir.

10) Yedek İşgücü İhtiyacı: Bütün olumsuz faktörlerin etkileri gözönüne alınarak yapılan eklemelere rağmen, üretim sırasında ortaya çıkan beklenmedik arızalar mevcut işgücünün yetersiz kalmasına yol açabilir. Bu olumsuzlukları önlemek için üretim hattının kritik noktalarında ihtiyaç anında devreye girebilecek yedek ekipler bulundurulmalıdır.

Kapasitenin işçi sayısı veya adam-saat cinsinden ifade edilmesi arasında önemli bir fark yoktur. Fakat eşdeğer ürün miktarında ilave hesaplar yapılır. Özellikle farklı ürünlerin üretildiği üretim sistemlerinde kapasite üretilen ürünlerden birinin kapasitesi cinsinden ifade edilir ve buna *"eşdeğer ürün miktarı cinsinden kapasite"* denir.

2.6. ÇALIŞMA SÜRESİ VE KAPASİTE

Bir tesiste vardiya sayısına bağlı olarak makine ihtiyacı değişir. Birim zamandaki çalışma süresinin uzaması, tesis boyutlarında küçülmeyi sağlar. Bir tesiste üç vardiya çalışmakla tek vardiyalı çalışmaya göre üç misli üretim elde edilir. Böylece ürün başına düşen genel masraflar azalır. Bu avantajlarına rağmen, zorunlu olmadıkça uzun süreli çalışmaya gidilmez. Çünkü, çalışma süresi uzadıkça sağlanan yararların karşısında bazı maliyet unsurları ortaya çıkmaktadır. Ürün başına düşen amortisman payında bir değişme olmaz. Ömrü, normal çalışma düzeninde 3 yıl olan makina, üç vardiyalı düzende 1 yıl içinde yıpranır. Dolayısıyla, makina ömrü açısından bir kazanç elde edilemez.

Bina bakım ve amortismanı, vergi, yatırım masrafları gibi maliyetlerin birim ürün başına düşen miktarı yoğun çalışan bir fabrikada daha azdır. Bununla birlikte, fazla mesai ve vardiya düzeninde bu avantajları azaltan maliyetler vardır. Fazla mesai ve vardiya düzeni çalışmada işçi ücretleri daha yükselmekte, verim düşmektedir.

Sürekli çalışan makinaların bakımı güçtür. Bakım için boş zaman kalmadığından, küçük bakımlar için bile tüm üretimin durdurulması gerekebilir.

Sürekli çalışma düzeni esnek değildir. Üretimin azaltılması istendiğinde makina ve işçinin boş kalması zorunludur.

Çalışma sürelerini değiştirerek kapasite olanaklarını büyük oranda ayarlamak mümkündür. Ancak, bu durumda da ortaya çıkabilecek maliyetlerin dikkatle analiz edilmesi gerekir.

2.7. KAPASİTE – ÜRETİM HIZI İLİŞKİLERİ

Bir tesise ilişkin üretim planlamasında temel amaç üretim hızının olabildiğince sabit tutulmasıdır. Talep tahminlerinde ve stok düzeyinin seçimindeki yanılgılar üretim hızının sık sık değiştirilmesini zorunlu kılar. Bu durumda, hazırlık maliyetleri yükseleceği gibi

maksimum makina ve insangücü kapasitesinin altında çalışılır. Düşük kapasite ile çalışma görünmez maliyet unsurlarını artırırken, verimlilik ve üretkenliği de olumsuz yönde etkiler.

Bir tesisin makina ve insangücü kapasitesi maksimum talebe göre belirlenmez. Böyle yapılırsa, talebin düşük olduğu dönemlerde düşük kapasite ile çalışılır ve ürünün maliyeti kar getirmeyecek bir düzeye ulaşır. Üretim planlama ve kontrolü (ÜPK) açısından üretim hızının sabit veya çok seyrek değişen belirli düzeylerde tutulması gerekir. Yatırım verimliliği ve maliyetler açısından mevcut kapasitenin mümkünse tamamına yakın kısmından yararlanılması istenir. Makina ve insangücünün tam kapasite ile çalışması yerine, diğer maliyet unsurlarını da dengeleyen daha alt düzeydeki kapasitenin belirlenmesi daha doğrudur.

Üretim hızının sabit veya değişir tutulması amacı ile stok yapma, talebin değiştirilmesi, çalışma saatlerinin ve işçi sayısının ayarlanması, bazı işlerin başka tesislere yaptırılması gibi çeşitli çözüm yollarına başvurulur. Bununla birlikte, önerilen bu çözüm yollarının hiçbirinin sorunu ekonomik olarak tek başına çözümü beklenmemelidir. İstenen sonucun gerçekleştirilmesi maksadıyla daha çok bu alternatif çözüm önerilerinin uygun oranlarda karışımından oluşan bir politika izlenmelidir.

2.8. KAPASİTE BÜYÜKLÜĞÜNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kapasitenin büyütülmesiyle birim ürün maliyetlerinde görülen düşüş eğilimi belirli bir kapasite büyüklüğünde sona erer. Bir işletmenin üretim bölümünde kapasite artışıyla maliyette sağlanan azalma, diğer bölümlerde belirli bir kapasite büyüklüğünden sonra maliyet artışına yol açabilir. Bir işletmede kapasite büyütüldükçe, belirli bir büyüklükten sonra ortalama birim maliyetlerin artmasına neden olan faktörler şunlardır: yönetim, satış piyasası, tedarik piyasası, ulaştırma ve finansman olanakları.

1) Yönetim: Kapasitenin büyütülmesini sınırlayan en önemli faktör işletmenin yönetim kapasitesinin sabit olmasıdır. İşletmenin kapasitesi artarken kontrol ihtiyaçları da artar. Buna karşılık, işletmenin kontrol genişliği sabittir. Yönetim fonksiyonlarından öncelikle koordinasyon fonksiyonu işletmenin kapasitesinin büyütülmesini sınırlayan sabit faktördür. Diğer yönetim fonksiyonları alt kademelere aktarılırken, koordinasyon sadece üst yönetim tarafından gerçekleştirilir.

2) Satış Piyasası: İşletmenin kapasitesinin artırılmasıyla maliyet azaltılabilmekle birlikte, maliyet yapısı sabit maliyetler lehine değiştiğinden işletmenin riski artmaktadır. Bu risk daha çok üretilen ürünün pazarlanmasında ortaya çıkmaktadır. İşletmenin kapasitesi büyüdükçe satış masrafları da artar. Satış masraflarındaki artış üretim bölümünce sağlanan maliyet düşüşlerini aşması durumunda ortalama birim maliyet artmaya başlar. Artan üretim kapasitesine ilişkin marjinal pazarlama masrafları, ulaşılan mutlak satış hacmi tarafından değil, işletmenin içinde bulunduğu piyasa şekli, oransal pazar payı ve rakip işletmelerin tepkileri tarafından belirlenecektir. Piyasa ne kadar büyük ve homojen bir yapıya sahipse, işletmenin ekonomik gücü ne kadar fazla ve rekabet yoğunluğu ne kadar az ise, işletmenin ürün kapasitesinin büyütülmesinde karşılaşılan piyasa direnci o oranda önemsiz olacaktır.

3) Tedarik Piyasası: İşletmenin ürün kapasitesi büyütüldükçe malzeme maliyetinde oluşacak gelişmelerin belirlenmesi gerekir. İşletmenin toplam malzeme maliyeti kapasite büyüklüğünün fonksiyonu olarak azaldığı durumda işletmenin tedarik bölümünde de büyüklüğün sağladığı maliyet azalması gerçekleşebilir. Aksi halde tedarik fonksiyonu işletmenin ürün kapasitesinin artmasını sınırlayan bir faktör olacaktır. Malzeme maliyetinin iki özelliğinin dikkate alınması gerekir:

- a) İşletmenin ürün kapasitesi büyüdükçe birim ürün üretiminde gerekli malzeme miktarı azaltılabilir ve birim üretim maliyetleri düşürülebilir.
- b) Ürün kapasitesinin büyütülmesiyle işletmenin tedarik bölümünde sipariş büyüklüklerinin artırılmasına bağlı olarak sağlanan fiyat indirimleriyle, özellikle malzeme yoğun işletmelerde, önemli maliyet azalması sağlanabilir.

4) Ulaştırma: Her işletme üretim kapasitesine uygun dağıtım kanalları kurar, bu kanalların etkin çalışması için sık sık kontrol ederek eksikliklerini giderir. Üretim artışı ile ortaya çıkacak yeni dağıtım kanalları büyüklüğü ihtiyacı işletmenin mevcut dağıtım kanallarının yetersiz kalmasına yol açabilir. Yeni dağıtım kanallarının oluşturulması ile ortaya çıkacak maliyetler üretimle sağlanan maliyet azalmalarını aşabilir. Bu durumda taşıma faktörü de kapasiteyi sınırlandıran bir faktör durumundadır.

5) Finansman Olanakları: Büyük işletmelerin finansman olanakları küçük ve orta büyüklükteki işletmelerden daha fazladır. İşletmenin kapasitesinin büyütülmesini veya işletmenin kuruluş aşamasında daha büyük kapasitelerde kurulmasını engelleyen en önemli sınırlayıcı faktör, finansman ihtiyaçlarının karşılanamamasıdır.

2.9. KAPASİTE BÜYÜKLÜĞÜNÜN BELİRLENMESİ

Tesisin kuruluşu maksadıyla hazırlanan yatırım projesinde kapasitenin belirlenmesinde etkili olabilen çeşitli faktörler vardır. Bu faktörleri aşağıdaki gibi yedi grupta toplamak mümkündür:

- 1) Talep hacmi,
- 2) Teknik olanaklar,
- 3) Finansman olanakları,
- 4) Hammadde kaynakları,
- 5) İşgücü,
- 6) Maliyetler,
- 7) Kuruluş yeri.

Talep hacmi, tesis kapasitesinin büyüklüğünü belirleyen en önemli kriterdir. Kapasite analizi talep hacmine ilişkin aşağıdaki faktörlerin etkisi dikkate alınarak yapılır:

- a) Talep hacmi, kapasiteye ilişkin herhangi bir sınırlama getirmemektedir.
- b) Talep hacmi, en küçük kapasiteyle üretim yapmaya olanak sağlamaktadır.
- c) Talep hacmi, en düşük ekonomik kapasitenin altındadır.

Tesisin kapasitesinin yanlış hesaplamalar ve yöntemlerle belirlenmesi, yanlış teknolojilerin kullanılmasına ve büyük maliyetlere yol açar. Teknolojik kapasitenin belirlenmesinde ilgili teknolojinin o alandaki başarısı öncelikle ortaya konmalıdır.

Finansman olanakları kapasite büyüklüğü üzerindeki etkisi yanında tesisin kurulup kurulamayacağı konusundaki karar üzerinde de etkilidir. Finansal kaynaklar, çeşitli kapasite büyüklükleri arasında seçim yapmayı mümkün kılıyorsa, optimum kapasitede üretim yapabilecek bir tesisin kurulması birim üretim maliyetlerinin düşük düzeyde gerçekleşmesini sağlar. Bununla birlikte, finansal kaynaklar optimum kapasite için yeterli olmadığında, optimum kapasiteye yakın ölçekte bir tesisin kurulması da mümkündür.

Hammadde kaynaklarının sürekliliği ve güvenilirliği, hammaddelerin istenen nitelik ve niceliklere sahip olması tesisin üretim kapasitesini sınırlayan etkenlerdir. Hammadde sağlamada belirli bölge veya ülke ile sınırlı kalmamak üzere değerlendirme yapılmalıdır.

Üretim faaliyetlerinde düz işgücünün kullanımı durumunda işletmenin geniş alanda seçim yapma olanağı söz konusudur. İşgücü potansiyeli, yakın veya uzak çevreden niteliksiz işçilerin sağlanabileceği gözönüne alınarak belirlenmelidir.

Kuruluş yerinin maliyetleri ve sınırlayıcı koşulları kapasitenin büyüklüğünü önemli ölçüde etkiler.

Bir tesisin kapasitesinin belirlenmesinde izlenen faaliyetler:

- 1) Ürün veya ürün çeşitleri belirlenir.
- 2) Piyasanın bu ürün veya ürün çeşitlerine ilişkin talep düzeyi, satış fiyatı, reklam harcamaları ve pazarlama organizasyonuna ilişkin piyasa araştırmaları yapılır.
- 3) Piyasanın ihtiyaç düzeyi ve ihtiyacın nitelik ve nicelik olarak zaman içindeki değişme eğilimleri, tüketici istekleri, piyasanın rekabet durumu, rakip işletmelerin büyüklükleri ve piyasa payları, gerçekleştirilebilecek satış fiyatı, ürün ile ilgili sektörün konjonktürel özellikleri, iç ve dış piyasanın gelişme durumuyla ilgili tahminler ve diğer bilgiler pazar araştırmaları ile belirlenir.
- 4) Kapasite büyüklüğünün gerektirdiği yatırım ve işletme finansman ihtiyacının karşılanma biçimi, seçilecek üretim teknolojisine uygun işgücünün temini ve eğitimi, seçilecek teknolojinin gerektirdiği malzeme çeşitlerinin gerekli nitelik, nicelik ve zamanda temininin yapılma şekli belirlenir.

İşletmenin ürün kapasitesinin büyütülmesi iki şekilde gerçekleştirilebilir:

- a) Ürünün veya ürün çeşitlerinin üretimde kullanılan ve belli bir üretim derinliği ile belirlenen tüm kısmi kapasitelerinin gerekli ölçüde büyütülmeleri.
- b) Yalnızca işletmenin darboğaz durumunda olan kısmi kapasitenin büyütülmesi.

2.10. KAPASİTE DENGELEMESİ

Çeşitli cins ürün üreten bir tesiste her ürünün toplam üretim miktarı içindeki payı her an değişebilir. Ürün kompozisyonu adı verilen karışımın değişimi her makinalara duyulan ihtiyacın değişmesine yol açar. Ayrıca, tesis kurulurken ne kadar dikkatli bir planlama yapılırsa yapılsın, makineler arasındaki kapasite farklarından dolayı kullanım oranları aynı olmaz. Bu etkilere bağlı olarak bazı makineler yoğun bir şekilde çalışırken, bazıları da kısmen boş kalabilir. Ürün çeşidi ve tasarımında zamanla oluşan değişimler bazı makineleri işe yaramaz duruma getirirken, bazılarını duyulan ihtiyacı artırması sorunu sürekli yenilenen programlarla çözümlenmelidir. Yeni makinelerin kullanılmaması halinde, darboğaza neden olan makinelerin çalışma süreleri uzatılır. Ancak, bu yol da uzun vadeli bir çözüm olduğundan, kapasite dengesinin yeni makinelerle sağlanması uygun çözümdür.

Üretim hattındaki bazı makinelerin kapasitelerinin artırılması bir darboğazı giderirken, ortaya başka darboğazların çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, çalışan bir tesiste kapasite planlamasının bir dizi darboğazları giderme işlemi olduğu söylenebilir.

Bir üretim sisteminde kapasite dengesini güçleştiren en önemli sınırlayıcı faktör taleptir. İstenilen ürün miktarı ile üretim sisteminin maksimum kapasitesi çoğu zaman aynı olmaz. Bu nedenle, bu uyumsuzluğun doğurduğu ek maliyetlere veya atıl kapasite kayıplarına katlanmak zorunluluğu vardır.

Talep üzerinde bir sınırlama olmaması halinde maksimum kapasite kullanımını sınırlandıracak çözümleri bulmak kolaydır.

Aşağıda örnek bir üretim hattı için dengelemede izlenecek yol gösterilmiştir.

Örneğin, A makinasının işlem süresi 10 dak/adet, B makinasının işlem süresi 4 dakika/adet olsun. A ve B makineleri ardıl çalışacaksa, kapasiteleri arasında uyum olmalıdır.

Makinelerin kapasiteleri:

$$\text{A makinasının saatlik kapasitesi} : N(A) = \frac{60 \text{ dak/saat}}{10 \text{ dak/adet}} = 6 \text{ adet/saat}$$

$$B \text{ makinasının kapasitesi} : N(B) = \frac{60 \text{ dak/saat}}{4 \text{ dak/adet}} = 15 \text{ adet/saat}$$

A ve B makinaları ardıl çalışırsa, üretim hattının kapasitesi 6 adet/saat olur. A makinasına darboğaz makine denir. B makinası ise $15 \text{ adet/saat} - 6 \text{ adet/saat} = 9 \text{ adet/saat}$ atıl kapasite ile çalışır.

Kapasitenin dengelenmesi için A ve B makinalarının kapasitelerinin EKOK değerleri belirlenir:

6 ve 15'in çarpanları: 3, 2, 5'tir.

$$\text{EKOK} = 3 \times 2 \times 5 = 30 \text{ adet/saat}$$

Tam kapasite halinde makine sayıları:

$$A \text{ makinası} : M(A) = \frac{\text{EKOK}}{N(B)} = \frac{30 \text{ adet/saat}}{6 \text{ adet/saat}} = 5 \text{ adet}$$

$$B \text{ makinası} : M(B) = \frac{\text{EKOK}}{N(B)} = \frac{30 \text{ adet/saat}}{15 \text{ adet/saat}} = 2 \text{ adet}$$

Şayet 5 adet A makinası, 2 adet B makinası seçilirse "*tam dengeleme*" sağlanır ve üretim hattı 30 adet/saat kapasite ile çalışır.

2.11. KAPASİTE DAĞITIMI

Üretim programları her iş istasyonunda yapılacak işleri belirtecek şekilde düzenlendiğinden, makina ve insangücü kapasite planlamasında da aynı derecede ayrıntıya inilmelidir. Kapasitelerin üretim programlarını gerçekleştirecek biçimde dağıtımına ya da üretim sistemlerinde işlerin yapılacağı iş istasyonları, tezgah veya işçinin seçilmesi ve mevcut kapasitelere dağıtılmasına iş yükleme denir.

Makina ve insangücü yüklemesi arasında yöntem bakımından önemli bir fark yoktur. İşlerin yapılacağı iş istasyonlarının seçilebilmesi için aynı işi görebilecek birden fazla üretim ünitesinin mevcut olması gerekir. Yükleme, üretim programlarındaki çakışma ve beklemleri engeller, verimlilik ve üretkenliğin artırılmasını sağlar.

Kapasite ile yük birbirinden farklı kavramlardır. Kapasite, belirli bir zaman aralığı içinde üretilen maksimum iş miktarıdır. Yük ise, gelecekte yapılmak üzere belli bir üretim ünitesine verilen işin adet, zaman veya başka bir ölçü cinsinden miktarıdır. Yük kapasitenin altında ise eksik yükleme, üstünde ise aşırı yükleme yapılmış demektir.

Yüklemede üretim ünitesi seçimi geçerli bir kritere göre yapılmalıdır. Bu amaçla işi en kısa sürede yapma veya işi en düşük maliyetle yapma kriteri kullanılabilir. Daha genel ve geçerli bir kriter de tüm yüklerin ünitelere yüklendikten sonra ortaya çıkan toplam süre ve maliyetlerin minimum olmasıdır. Buna göre, her işi en kısa sürede bitiren aday üretim üniteleri belirli bir kurala göre belirlenmelidir. Böylece işlem sürelerinin toplamı minimum olan bir yükleme sağlanmaya çalışılır.

Performansa yönelik yüklemelerde ise, yükleme sonucundaki çıktıların maksimum olması istenir. Örneğin, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünün mevcut 4 ayrı Anabilim Dalına atanacak birer Araştırma görevlisinin seçiminde uygulanacak kriter; sözkonusu işlendirme yapıldıktan sonra Araştırma Görevlilerinin toplam performanslarının maksimum olmasını sağlayacak atamanın yapılmasıdır.

İş yükleme diye nitelendirilen kapasite dağıtım problemleri yöneylem araştırması teknikleri ile çözümlenir.

2.12. BAŞABAŞ NOKTASI ANALİZİ İLE KAPASİTE PLANLAMASI

Ürün maliyetini ilgilendiren çeşitli bilgiler ekonomik analizlerle değerlendirildikten sonra yeni ürün seçiminde ve kapasite planlamasında veri olarak kullanılabilir.

Tasarım ve kapasite planlama faaliyetlerinde başvuru maliyet analizi tekniklerinin başında Başabaş Noktası (BBN) Analizi veya diğer adıyla Sıfır Kar Noktası (SKN) Analizi gelir. Bu analizlerde maliyetler genel olarak iki gruba ayrılmıştır:

1) *Sabit maliyetler*: Üretim hacmi ne olursa olsun miktarı değişmeyen harcamalar toplamıdır. Kira, tesis yatırım masrafları, vergiler, yönetici ücretleri, vb. masraflar bu gruba girerler.

2) *Değişir maliyetler*: Üretim hacmi ile orantılı artan maliyet unsurları toplamıdır. Malzeme ve direkt işçilik harcamaları ile genel masrafların bir kısmı bu gruba girerler.

SKN basit bir lineer denklem yardımıyla hesaplanabilir. Bu maksatla ürünün toplam satış geliri ile toplam üretim maliyetleri arasındaki eşitlikten yararlanılır.

Satış geliri

$$SG = b Q \quad (2.3)$$

toplam maliyet

$$TM = F + b Q \quad (2.4)$$

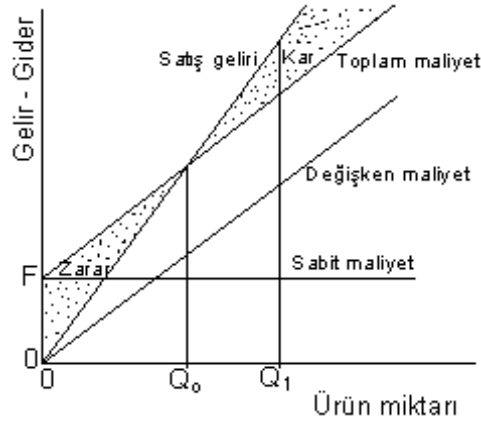
denklemleri ile ifade edilir. Burada; (b) ürünün birim satış fiyatı, (Q) ürün miktarı, (F) sabit maliyetler toplamı, (a) ürün başına birim değişir maliyettir.

Kar (K), gelir – gider farkıdır.

$$K = b Q - (F + a Q) \quad (2.5)$$

$$K = (b - a)Q - F \quad (2.6)$$

SKN grafiği Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Başabaş noktası grafiği

Sabit maliyetler yatay, değişken maliyetler orijinden geçen bir doğru ile gösterilirler. Toplam maliyet düşey eksenini F noktasında keser ve denklemi (2.4) eşitliği ile verilen doğrudur. Bu doğru ile orijinden geçen satış geliri doğrusunun (bQ) kesiştiği noktada toplam maliyet ile satış geliri eşittir. Diğer bir ifade ile bu noktada kar sıfırdır ($K = 0$). Bu durumda, SKN’de maliyetler toplamı ile gelirler toplamı arasındaki eşitlik

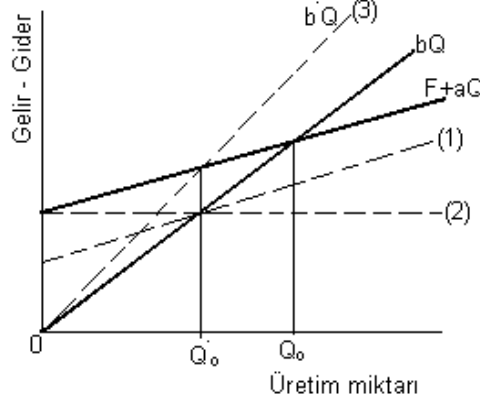
$$b Q_0 = F + a Q_0 \quad (2.7)$$

şeklinde yazılıp, bu noktada üretilmesi gereken ürün miktarı

$$Q_0 = \frac{F}{b-a} \quad (2.8)$$

şeklinde elde edilir. Burada (Q_0) başabaş noktasındaki üretim miktarıdır.

Bir tesis ne kadar düşük üretim miktarında sıfır kar noktasına sahipse zarar riski o ölçüde azalır. Bu bakımdan olabildiğince sıfır kar noktasını Şekil 2.3'de görüldüğü gibi sola kaydırmak, yani fiili üretim kapasitesinin (Q_0) küçük olmasını (Q'_0) saplamak gerekir.



Şekil 2.3. Başabaş noktasına gelen üretim miktarının düşürülmesi

Bir tesisin fiili üretim miktarı Q_1 ise, zarara geçme noktasından $Q_1 - Q_0$ kadar uzakta bulunuyor demektir. Bu farkı güvenlik marjı ölçüsünde dönüştürmek için

$$\Delta = \frac{(Q_1 - Q_0)}{Q_0} = \frac{Q_1}{Q_0} - 1 \quad (2.9)$$

şeklinde bir oran tanımlanır. Herhangi bir Q noktasındaki kar (K) iki doğru arasındaki ordinat farkı olup, (2.6) eşitliği ile ifade edilmiştir.

Grafikte görülen benzer üçgenler arasındaki bağıntılardan yararlanılarak

$$\Delta = \frac{K}{F} \quad (2.10)$$

olduğu görülür. Bu durumda istenen üretim hacmi güvenlik marjı cinsinden

$$Q = Q_0 (1 + \Delta) \quad (2.11)$$

veya kar cinsinden

$$Q = Q_0 \left(1 + \frac{K}{F}\right) \quad (2.12)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Güvenlik marjı küçüldükçe, işletmenin küçük talep dalgalanmalarından etkilenecek kolaylıkla zarar bölgesine kayma olasılığı artar. İşletmenin zarar görme riskini azaltmak için, SKN'yi sola kaydırmak, yani Q_0 değerinin küçük olmasını sağlamak gerekir.

Zarar olasılığının azaltılması için SKN'nin küçültülmesinde başvurulabilecek alternatifler:

1. Sabit Maliyetleri Düşürmek: Bu durumda sabit maliyetler F değerinden F' değerine düşürülür ve üretim miktarı için

$$Q'_0 = Q_0 \left(\frac{F'}{F}\right) \quad (2.13)$$

eşitliği elde edilir.

2. Değişir Maliyetleri Azaltmak: Bu durumda değişir maliyetler a değerinden a' değerine düşürülür ve üretim miktarı için

$$Q'_0 = Q_0 \left(\frac{b-a}{b-a'} \right) \quad (2.14)$$

eşitliği elde edilir.

3. Ürün Birim Satış Fiyatını Yükseltmek: Bu durumda ürün birim satış fiyatı b değerinden b' değerine yükseltilir ve üretim miktarı için

$$Q'_0 = Q_0 \left(\frac{b-a}{b'-a} \right) \quad (2.15)$$

eşitliği elde edilir. Bu ayarlamaların yapılabilmesi için pazar araştırması, ürün tasarımı ve üretim yöntemleri gibi çok çeşitli konulardaki ayrıntıların incelenmesi gerekir.

SKN analizi, basit ve kolay anlaşılır olmasının yanında, birçok işletme probleminin çözümünde kullanılan etkili bir karar verme aracıdır. Bu analiz tekniği kapasite planlaması yanında yer seçimi ve iş yeri düzenleme gibi daha birçok tesis planlama alanında da kullanılmaktadır.

3. KURULUŞ YERİ SEÇİMİ

3.1. YER SEÇİMİNİN TANIMI VE KAPSAMI

Kuruluş yeri, genel anlamda, işletmenin ana faaliyetlerini sürdürdüğü coğrafi yerdir. Tesis yeri seçimi, bütün faktörler dikkate alınarak, ürünlerin en düşük maliyetle müşteriye iletilmesini sağlayacak yerin belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Ekonomik bir işletme için kuruluş yeri, tesis kurulduktan sonra en düşük maliyetlerle en yüksek karlılığı sağlayabilecek şekilde üretken faaliyetlerini gerçekleştirebileceği yerdir.

Coğrafi konum, tesisin iç yerleşim düzenini, yatırım ve işletme maliyetlerini, organizasyon yapısını önemli derecede etkiler. Yer seçimi konusunda alınacak karar, oldukça uzun bir süre için işletmeyi belirli koşullar altında çalışmak zorunda bırakacaktır. Kuruluş yeri ile ilgili karar, üretim maliyetlerini ve karlılığı doğrudan etkileyecek ve dolayısıyla işletmenin varlığı, başarısı ve sürekliliği üzerinde önemli ölçüde etkili olacaktır.

Bir tesisin kuruluş yeri konusunda kesin karara, belirli bazı aşamalardan geçilerek sürdürülecek sistematik çalışmalar sonucunda varılır. Bu konuda mevcut genel teoriler yer seçimi problemine doğrudan uygulanamamakla birlikte, bunlar çalışmalara yol gösterici nitelik taşırlar. Uygulayıcı kendi görüş ve tecrübelerini kullanarak problemlere özel çözüm yöntemleri bulur. Bununla birlikte, kuruluş yeri seçimi kararı ile ilgili çalışmalarda uyulması gereken bazı temel ilkeler vardır. Bu ilkeleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- 1) Tesisin kuruluş yeri ile ilgili ihtiyaçları tarafsız olarak bilimsel ölçülerde belirlenmeli.
- 2) Seçilecek yerin tesisin faaliyetlerine etki eden özellikleri belirlenmeli.
- 3) Yer seçimi çalışmaları belirli aşamalar halinde birbirine karıştırılmadan sıra ile yürütülmeli.
- 4) Her aşamada bilgi ve deneyiminden yararlanılabilecek uzman kişi ve kuruluşlar belirlenerek, bunların hizmetlerinden yararlanma imkanları araştırılmalı.
- 5) Yer seçimi ile ilgili karar, olabildiğince uzun bir dönem gözönünde bulundurularak alınmalı, kuruluş yeri faktörlerinin bu dönem içindeki durumu iyi değerlendirilmeli.
- 6) Kuruluş yeri seçenekleri ile ilgili olarak çeşitli kaynaklardan geniş, uygun, tam ve kesin bilgiler toplanarak çalışma sonuçlarının güvenilirliği artırılmalı.

Kurulması tasarlanan endüstrinin ihtiyacı olan mal ve hizmetlerin özellikleri, maliyetleri ve teminlerindeki emniyet bakımlarından en iyi şekilde sağlanıp, istenen kalitedeki ürünün en düşük maliyetle üretimine ve en karlı şekilde satışına olanak sağlayacak yerin belirlenmesi için olabilecek bütün alternatifler gözönüne alınarak karşılaştırmalı hesapların yapılması gerekir. En mükemmel makina ve teçhizatla en uygun kapasitede ve en ileri teknolojiyi uygulamaya elverişli nitelikte bir tesis kurulmuş olsa bile, ilgili bütün faktörleri dikkate alınmak suretiyle uygun yer seçimi yapılmaması halinde bu tesis ekonomik bir şekilde işletilemez. İsabetsiz yer seçiminin zararı tesisin ömrü boyunca devam eder. Başlangıçta kuruluş yeri isabetli seçilse de, uzun dönemde faktörlerin etkinlikleri arasındaki değişiklikler kuruluş yerini fizibil olmaktan çıkarabilir. Böyle durumlarda tesis kurulmuş olduğu yerde istenen karlılığı sağlayamaz ve yer değiştirme zorunluluğu doğabilir. Kuruluş yeri kararı, tesisin faaliyeti süresince değiştirilmesi zor ve çoğu zaman mümkün olmayan, değiştirilmesi mümkün olduğunda ise çok yüksek maliyetler gerektirebilen bir karardır. Bu özelliği ile kuruluş yeri seçimi kararı, ciddi ve isabetli araştırmaların yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Yer seçimini etkileyen faktörlerin etkileri endüstriden endüstriye büyük farklılıklar gösterir. Kuruluş yeri seçimi aşağıda açıklanan bazı özel durumlarda kolayca belirlenebilir.

1- Hammaddeye Bağımlı Tesisler: Hammadde kayıplarının ve taşıma giderlerinin açıkça belirgin ve fazla olduğu durumlarda tesis hammadde üretim merkezlerine en yakın yere kurulur. Böylece, üretim maliyetlerinde en büyük paya sahip olan hammadde taşıma giderleri ve kayıpları azaltılır. Örneğin; şeker, çay, çimento, suni gübre, kereste, vb. üretim tesisleri. İmalat endüstrisi ise yer seçiminde büyük oranda serbestlik gösterir. Bu nedenle bütün faktörlerin değerlendirilmeye alınması gerekir.

2- Pazara Bağımlı Tesisler: Belirli bir pazara yönelik tesisler pazara yakın, uygun bir yere kurulur. Böylece, ürün taşıma giderleri ve kayıpları azaltılır.

3- Küçük Tesisler: Küçük tesisler, ürünlerine en çok ihtiyaç duyulan bir yere, işletme sahiplerinin arsasına veya yöneticinin beğendiği bir yere kurulabilir. Yer seçiminde faktörler dikkate alınmayabilir. Daha sonra tesisin yeri fizibil ve rantabil olmaktan çıkarsa, kısa sürede kolayca başka bir yere taşınabilir. Bu tip tesislerin tasarımında çelik konstrüksiyonlardan yararlanılması önemli kolaylık ve ekonomiklik sağlar.

3.2. YER SEÇİMİNDE DİKKATE ALINACAK EKONOMİK FAKTÖRLER

Kuruluş yeri, işletmenin amaçlarına ulaşması için gerekli koşulları gerçekleştirebilecek özellikleri taşımalıdır. Kuruluş yerinin belirlenmesinde, işletmenin üretim maliyetlerinde çeşitli kuruluş yeri faktörlerine bağlı olarak ortaya çıkacak maliyetlerin düşürülmesi amaçlanır. Yer seçiminde, işletmenin en yüksek karı (minimum maliyet ve maksimum gelir) sağlayabileceği yerin belirlenmesine çalışılır. En uygun kuruluş yerinin belirlenmesi sürecinde üç ekonomik faktör gözönünde bulundurulur: prodüktivite (verimlilik), iktisadilik (ekonomiklik) ve rantabilite (karlılık).

1. Prodüktivite: Yatırım projesinin hazırlanması sürecinde, kuruluş yeri seçiminde işgücü ve malzemenin en verimli koşullar içinde elde edilip, teknik ve ekonomik koşullar altında en fazla üretim miktarının gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceği incelenmelidir.

2. İktisadilik: Bir birim ürün üretimi için gerekli maliyet düzeyini ifade eden iktisadilik, en az maliyetle en fazla fayda yaratmak ihtiyacından ortaya çıkmıştır. İktisadilikte, üretim miktarı arttıkça, belirli bir sınıra kadar birim maliyetler azalan bir yol izler. Bir ekonomi içinde, aynı endüstri dalı için farklı kuruluş yerlerinde maliyetler farklılık gösterebilir. Bu farklılığın en önemli nedenleri; üretim faktörlerinin fiyatlarının, üretim için gerekli hizmetlerin miktar ve kalitelerinin bölgeden bölgeye değişmesidir.

3. Rantabilite: Rantabilite, işletmeye yatırılan sermayenin verimliliğini belirler. Karlılık, belirli bir dönemde teşebbüsün öz varlığında oluşan olumlu artış öz sermayeye oranlanarak bulunur. Yatırımdan elde edilen gelir (G), üretim için harcamalar (H) ve öz sermaye (S) olmak üzere, yatırımın rantabilitesi

$$R = \frac{G-H}{S} \quad (3.1)$$

eşitliği ile hesaplanır. Buna göre, kuruluş yeri açısından rantabilite, işletmenin kurulduğu ve faaliyette bulunduğu yerdeki satış geliri ile gider unsuru masraflar arasındaki farkın sözkonusu kuruluş yerindeki üretim için gerekli sermayeye oranı olarak ifade edilebilir. Bu oranın en yüksek olacağı yer kuruluş yeri olarak seçilmelidir.

3.3. KURULUŞ YERİ SEÇİMİNİN AŞAMALARI

Verimlilik, karlılık ve ekonomiklik unsurlarının en iyi şekilde gerçekleştirildiği ve bunun sonucunda, işletme giderlerinin en düşük, işletme gelirlerinin en yüksek düzeyde olduğu, karın ya da yararın en yüksek düzeyde gerçekleştirildiği yer "optimal kuruluş yeri" olarak

tanımlanır. Tesislerin kurulacağı yerin belirlenmesinde başlıca üç aşama izlenir: ülke seçimi, bölge seçimi, arsa seçimi.

Ülke seçimi; yatırımın hangi ülkede yapılacağını araştırılması, bölge seçimi; yatırımın yapılacağı bölgenin belirlenmesi, arsa seçimi; tesisin yapılacağı arazinin belirlenmesi işlemlerine ilişkin süreçleri içerir.

3.3.1. Ülke Seçimi

Ülkeler arasındaki rekabetin önlenmesi için gümrük ve benzeri sınırların kalkması, işletmeleri uluslararası düzeyde çalışmaya iten önemli bir faktör olacaktır. Bu değişim ve gelişim, kuruluş yeri seçimi için yatırımcılara farklı alternatif ülkelerin ortaya çıkmasına katkıda bulunacaktır. Bu şekilde yatırımcıların farklı ülkelerde işletmeler kurması ile birlikte, çok uluslu, uluslar arası, uluslar ötesi ve global işletme kavramı ile isimlendirilen birbirine belirli bakımlardan benzeyen, belirli bakımlardan da farklılıklar taşıyan işletmeler ortaya çıkmıştır.

3.3.2. Bölge Seçimi

Tesisin kurulacağı ülke belirlendikten sonra, işletmenin ülke içinde kurulacağı bölge seçilmeye çalışılır. Belirlenecek bir üretim ve satış alanını içine alan bir bölge veya şehrin seçimine bölge seçimi denir.

Bölge seçimi için belirli analizlerin yapılarak, işletmelerin kuruluş ve işleyişinde gerekli olan faktörlerin bölgede bulunup bulunamayacağı, bulunan faktörlerin de işletmeyi hangi yönde etkileyeceği araştırılır.

Bölge seçiminde değerlendirilen faktörler:

- 1) Tesisin üretimi için gerekli olan hammadde ve hizmetlerin varlığı ve gelecekteki ihtiyacı karşılamasına ilişkin miktar ve niteliği.
- 2) Ulaşım sistemleri, taşıma özellikleri ve ulaşım maliyetleri.
- 3) Tesis için gerekli olan enerjiyi sağlama olanakları.
- 4) Tesisin ihtiyacı olan suyun netlik ve nicelik özellikleri, temin olanakları.
- 5) Bölgenin işgücü potansiyeli ve nitelikleri.
- 6) Bölgedeki vergi ve vergilendirme politikaları.
- 7) Devletin bölgeye sağladığı teşvikler ve bu teşviklerden sağlanabilecek yararlar.
- 8) Bölgenin iklim koşulları, iklimin üretime etkisi ve iklim koşullarından ortaya çıkabilecek ısıtma, soğutma sistemlerinin maliyeti ve iklimin verimliliğe etkisi.
- 9) Ürünlerin tüketime sunulduğu pazarın yapısı, yoğunluğu ve dağılımı.
- 10) İnşaat maliyet ve maliyet faktörleri.
- 11) Artıkların atılması ve değerlendirilmesi olanakları.
- 12) Sosyal ve kültürel çevrenin yapısı.
- 13) Yan sanayinin durumu ve tesis ihtiyaçlarına katkıları.
- 14) İletişim ihtiyacı ve olanakları.
- 15) Güvenlik ihtiyacı ve sağlanma olanakları.
- 16) Finansman talebi ve finans kurumlarının durumu.

Bölge seçiminde etkili olan faktörlerin kurulacak tesis üzerindeki etkisi üç yönden ele alınıp incelenir:

- 1- Bu faktörler bölge içinde hangi ölçüde bulunmaktadır.
- 2- Faktörlerin üretim maliyetlerine etkisi.
- 3- Faktörlerin satış gelirine etkisi.

Düşük üretim maliyetleri ile yüksek satış gelirinin gerçekleştirildiği bir bölge tesisin önemli amaçlarından biri olan karın maksimize edilmesini sağlar. Bu bölge, tesisin optimal faaliyette bulunacağı optimal kuruluş bölgesi olarak seçilir.

Devlet, sağladığı teşvik tedbirleri ile tesisin optimal olmayan bölgelerde de kurulmasını teşvik edebilir. Devlet tarafından sağlanan teşvik tedbirleri bir yandan yatırım maliyetlerini ve üretim maliyetlerini azaltırken, diğer yandan da tesisin vergi sonrası karlarını artırabilmektedir. Tesisin kuruluş yeri seçiminde, teşvik belgeli bir bölgeye devlet tarafından sağlanacak teşviklerin neler olduğunun analiz edilmesi, kuruluş yeri kararının verilmesini önemli ölçüde etkiler. Devlet tarafından, endüstrinin belirli bir yerde veya mahalde kurulmasını teşvik amacıyla organize sanayi bölgeleri kurulmakta veya organize sanayi bölgelerinin kurulması teşvik edilmektedir. Organize sanayi bölgelerinin alt yapı çalışmaları devlet tarafından tamamlandığından tesis kuruluş yeri için önemli avantaj sağlarlar.

Orta ve küçük ölçekli işletmeler için kentlere daha yakın yerlerde ve alt yapı sorunları çözülmüş, ekonomik açıdan uygun kuruluş yerleri olarak sanayi siteleri kurulmaktadır.

3.3.3. Arsa Seçimi

Kuruluş yeri için bölge seçildikten sonra, bölge içinde uygun arsa seçilir. Tesisin kurulacağı arsa konumluk yeri olarak da isimlendirilir. Arsa seçimi ile ilgili çalışmalarda gözönünde bulundurulması gereken başlıca faktörler şunlardır:

- 1) Ulaşım.
- 2) Sayı ve nitelik olarak uygun işgücünün belirlenmesi.
- 3) Genişleme imkanları.
- 4) Toplumsal yapı ve davranışlar.
- 5) Malzeme ve yedek parça sağlama kolaylığı, yan endüstrinin durumu.
- 6) Enerji ve su kaynakları.
- 7) Yaşam koşulları.
- 8) Arazi, inşaat, giyim, gıda ve diğer konulardaki fiyat düzeyi.
- 9) Mevcut tesislerin yerleri ve sosyal tesisleri.
- 10) Belediye hizmetleri.
- 11) Artıkların atılma kolaylığı.
- 12) Arazini topoğrafik durumu.
- 13) Ücret düzeyleri.
- 14) İşletme çevresinin güvenlik ihtiyacı.
- 15) Kamu tesisleri.
- 16) Teknik personel ve yönetici tedarik imkanları.
- 17) Eğitim ve araştırma kurumları.
- 18) İklim.
- 19) Vergiler.
- 20) Bölgesel arazi kullanım ve inşaat kuralları.
- 21) İşgörenler için yeterli ve uyumlu konut bulunması.
- 22) Şehir içi yerleşimde otopark sorunu.

Şehir ve kasabalar civarında imar planları, belediye nizamları, hıfzısıhha kanunu uyulması gereken kuralların başında gelir.

Ham ve yardımcı maddesi doğal olarak elde edilen endüstride kuruluş yeri seçimi bakımından fazlaca serbestlik yoktur. Örneğin, maden ve petrol bulunduğu yerden çıkarılır (birincil üretim), hidroelektrik santral suyun akış hızı, debisi ve yükseklik farkının yeterli olduğu yerlerde kurulur.

Konumluk yerinin organize sanayi bölgeleri içinde belirlenmesi, tesislere önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağladığı gibi, devletin vereceği teşviklerden artan oranda yararlanma olanağını da sağlar. Konumluk yerine ilişkin arsanın seçiminde ulaşım durumu öncelikle değerlendirilir. Demiryolu, karayolu ve deniz kenarında seçilecek konumluk yeri, tesisin üreteceği ürünlerin pazarlanmasında ve hammaddelerini teminde kolaylık sağlar.

Konumluk yeri arsasının topoğrafik durumu, yer altı suyu seviyesi ve zeminin özelliklerinin tesisin yerleşimine uygun olup olmadığı, kazı – dolgu işlemleri gerektiriyorsa maliyetleri belirlenmelidir. İnşaat maliyetlerini artıran unsurlar, arsa maliyetlerinin düşük olması avantajını ortadan kaldırabilir.

Endüstrinin kurulduğu her yerde arsa fiyatları yüksektir. Buna rağmen, rahat çalışmaya ve gelecekteki gelişmelere imkan verecek büyüklükteki arsa başlangıçta temin edilmelidir.

Arsa seçiminde artıkların atılabileceği veya depolanabileceği uygun yerin belirlenmesi önemlidir. Baca gazlarının hareketini uygun yönle yönlendirmek için seçilecek arsada hakim rüzgarların yönü incelenmelidir.

Zeminin cinsi ve deprem kuşağı tesisin yapımında önemli etkindir. Yumuşak zeminlerde ve deprem kuşağında kurulacak tesislerin yapı maliyetleri artar.

Yer seçiminde ülke ve bölge seçimi ile başlanan araştırmalarda seçilecek ülke ve bölge dışında bir arsanın uygunluğu gözden kaçırılabilir için, araştırmada bu üç aşama birlikte yürütülmelidir.

3.4. KURULUŞ YERİ SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kuruluş yeri seçiminde etkili olan faktörler, tesislerin faaliyet gösterdikleri sektörün yapısına bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, genel olarak herhangi bir tesisin kuruluş yeri seçimine etki eden faktörleri aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

- 1)Pazar.
- 2)Hammdde.
- 3)Ulaşım ve taşıma.
- 4)İnsangücü.
- 5)Enerji ve yakıt.
- 6)Su.
- 7)İnşaat maliyeti.
- 8)Teşvik tedbirleri.
- 9)Artıkların atılması.
- 10)İklim.
- 11)Sosyal ve kültürel çevre.
- 12)Yan endüstriye yakınlık.
- 13)İşçi – işveren ilişkisi.
- 14)İletişim imkanları.
- 15)Güvenlik ve milli savunma.
- 16)Finans kurumları.
- 17)Diğer faktörler.

1. Pazar: Pazar, en basit anlamıyla alıcı ve satıcıların buluştukları yerler olarak tanımlanır. Ulaştırma sistemlerinin yetersizliği, taşıma maliyetlerinin yüksek oluşu ya da tüketicilerin talebinin çok kısa sürede karşılanmasını sağlamak amacıyla çoğu işletme tesislerini, mallarının satılacağı pazarlara yakın bir yerde kurmayı tercih ederler.

Tesisin üreteceği mal ve hizmetlere ilişkin talebin ülke geneline yayılmış olduğu durumlarda, kuruluş yeri faktörlerini etkileyen unsurlar olarak dağıtım maliyetleri ve bu maliyetlerin düzeyi, işletmenin kuruluş yeri seçiminde etkili olacaktır.

Nüfusun ve buna bağlı talep hacminin artması tesisin pazara yakın yerlerde kurulmasını zorunlu hale getirmektedir. Çoğu işletmenin büyük şehirlerde veya büyük şehirlere yakın bölgelerde kurulmasının önemli bir nedeni de pazara yakınlık faktörüdür.

Dar bir pazar alanı içinde çalışan ve daha çok çevresel ihtiyaçları karşılayan işletmeler ile ana ürün için yarı ürün veya ana ürünün parçalarını üreten işletmeler, genellikle tüketim alanlarına, diğer bir ifade ile ürünlerini kullanan işletmelere yakın yerlerde kurulurlar.

Satış sonrası bakım ve servis hizmeti gerektiren malları üreten veya satan işletmeler de müşterilerinin yakınında olmak isterler. Böylece ulaşım maliyetlerinden ve zamandan tasarruf sağlanır.

2. Hammadde: Bu faktör, özellikle çabuk bozulabilen, hacim veya ağırlıkları nedeniyle taşınmaları güç ve pahalı olan ya da üretimde hacim ve ağırlıklarını önemli ölçüde kaybeden hammadde ve malzemeleri kullanan tesisler açısından önemlidir.

Aşağıdaki durumlarda tesis hammadde kaynaklarına yakın yerlerde kurulur:

- 1) Hammadde, tamamlanmış ürün haline dönüşürken işlem sürecinde büyük ölçüde ağırlık kaybına uğruyorsa, kuruluş yeri hammadde kaynağına yakın bir yerde seçilmelidir.
- 2) Hammaddesi doğal kaynaklara dayanan sektörlerde kuruluş yeri, hammaddenin çıkarıldığı yere yakın olmalıdır.
- 3) Hammaddeler çabuk bozulabilen özellikte ise, bunları işleyecek tesisler söz konusu hammaddelerin bol olduğu yerlerde kurulmalıdır.
- 4) Hammaddenin taşınması için özel ve pahalı ambalaj ve taşıma aracı gerektiren üretimde taşıma maliyetleri yüksek olacağından, böyle üretim sistemlerinde tesis hammadde kaynağına yakın yerde kurulmalıdır.

Aşağıdaki durumlarda tesisin hammadde kaynaklarına yakın yerlerde kurulması gerekmez:

- 1) Ürün için kullanılan hammadde ağırlığında çok az ya da hiç bir kayıp olmuyorsa, tesis hammadde kaynağı ile Pazar arasında herhangi bir yerde kurulabilir. Hammadde taşıma maliyetleri yüksek değilse ve taşımada bir güçlük olmuyorsa, tesisin kuruluş yerinin hammadde kaynağına yakın olması gerekmez.
- 2) Hammaddenin her yerde yeterli miktar ve nitelikte bulunduğu durumlarda, hammadde faktörü kuruluş yeri seçiminde etkisini kaybeder ve diğer faktörlerin önemi artar.

3. Ulaşım ve Taşıma: Bir tesisin hammaddelerini uygun maliyetlerle elde edebilmesi kadar, bunları tesise ve ürünlerini de tesisten tüketicilerin bulunduğu pazarlara uygun maliyetlerle taşıyabilmesi önemlidir. Taşıma imkanlarının yetersizliği, alt yapının olmaması veya taşıma sisteminin etkin çalışmaması aşırı yüksek taşıma maliyetlerine yol açacağından, diğer faktörlerin hepsi olumlu olsa bile, kararın olumsuz yönde alınmasına neden olacaktır. Diğer faktörler eşdeğer olduğu takdirde, toplam taşıma giderlerinin en küçük olduğu yer ekonomik bakımdan en uygun kuruluş yeridir.

4. İnsangücü: Teknik ve yönetim personeli ile nitelikli işgücünün sağlanabilme kolaylığı kuruluş yeri seçimi ile ilgili kararları önemli ölçüde etkiler. Mekanizasyon ve otomasyonla gerekli insangücü miktarını azaltmak mümkün olsa bile, tamamen kaldırmak mümkün değildir. insangücü ile ilgili özelliklere gereken ağırlık verilerek istenen nitelikte işgücünün bol olduğu bölgelere kuruluş yeri bakımından öncelik verilmelidir.

5. Enerji ve Yakıt: Enerji ihtiyacı endüstriden endüstriye büyük değişiklikler gösterir. Örneğin, elektrik enerjisi tüketimi her kilogram ürün başına çimentoda 0.11 KWH, şekerde 0.33 KWh, kağıt hamurunda 0.37 KWh ve alüminyum üretiminde 19.85 KWh kadardır. Özellikle metalurji gibi fazlaca enerji tüketen endüstrilerde enerji yer seçimine etki eden en önemli faktörlerden biridir. Elektrik enerjisinin ilgili endüstride sahip olduğu ağırlık, çevredeki elektrik santralleri, nakil ve dağıtım şebekeleri gözönünde tutularak gerekli hesaplar yapılmak suretiyle kuruluş yer seçilmelidir. Bununla birlikte, elektrik enerjisinin dağıtımı artık merkezi olarak gerçekleştirildiği için bu anlamdaki çalışmalar önemini yitirmiştir.

Kalori fiyatı, kullanılabilirliği, teminindeki kolaylık ve güvenilirlik gözönünde tutularak kullanılacak yakıt cinsine karar verilmeli ve yer seçimine ağırlığı oranında etki etmelidir. Endüstriyel yakıt olarak petrol, kömür ve doğal gaz kullanılmasına rağmen, yurdumuzda doğal gaz yaygın olarak sağlanamadığından, ithal edilerek kullanılmaya başlanmıştır.

6. Su: Su ihtiyacı endüstriden endüstriye büyük farklılıklar gösteren bir kuruluş yeri faktörüdür. En fazla su metalurji ve kimya endüstrisinde tüketilmektedir. Kilogram ürün başına tüketilen su miktarı çimentoda 3 lt, yüksek fırında 50 lt, şekerde 100 lt, kağıt hamurunda 200 lt, asetik asitte 1000 lt kadardır. Mümkünse akarsulardan ve göllerden, yoksa yer altı suyundan faydalanılır. Kullanım amacına ve temin edilen suyun özelliklerine göre, gereken oranda temizleme veya yumuşatması yapılan su kullanılacağı yere sevk edilir. Temiz suyun uzaktan getirilmesi veya sert suyun yakından getirilip temizlenmesi gibi alternatifler karşılaştırılıp gerekli hesaplar yapılarak en uygun su ve kuruluş yeri seçilir. Öncelikle, derecesi değişmekle birlikte, her endüstrinin suya ihtiyacı olduğu ve susuz yerde tesisin kurulamayacağı unutulmamalıdır.

7. İnşaat Maliyeti: Bölgeler arasındaki ekonomik ve sosyal gelişme seviyeleri, teknik hizmetlerden yararlanma imkanları, taşıma, sigorta ve konut ihtiyaçları, arsa fiyatı, coğrafi konum ve benzeri faktörler inşaat maliyetini etkileyen ve dolayısıyla kuruluş yeri seçimi sırasında değerlendirilmesi gereken faktörlerdir. İnşaatın en önemli malzemeleri çelik, çimento, kereste, tuğla ve kiremidin uzaktan taşınması gerektiğinde, inşaat maliyetlerini kabul edilemeyecek derecede yükseltirler. Ayrıca, nitelikli işçi ve ustanın bulunmadığı yerlerde, bunların uzaktan getirilerek çalıştırılması ve barındırılması için alınacak tedbirler de inşaat maliyetlerini yükseltecektir.

8. Teşvik Tedbirleri: Geri kalmış bölgeler alt yapı tesisleri bakımından fakir oldukları gibi, yer olarak da tüketim merkezlerine uzaktırlar. Bu bölgelere tesis kurulabilmesi için yol, su, enerji, personelin sağlık, yerleşme, kültürel ve diğer ihtiyaçlarının karşılanması için yatırımlar yapılması gerekir. Geri kalmış bölgelerdeki tesisin kuruluş ve işletme dönemi boyunca alt yapı giderlerini karşılayacak teşvik tedbirleri uygulanmadıkça bu bölgelere endüstrinin getirilmesi ve geri kalmışlıktan kurtarılması mümkün değildir.

Teşvik tedbirleri veya özendirme önlemleri, işletmenin kuruluş yerini, hukuki şeklini, büyüklüğünü, sermaye yapısını, sermaye tedarikini, başka işletmeler ile birleşmesini etkileyen önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Teşvik tedbirlerini iki ana grupta toplanmak mümkündür:

- 1) Enerji ve ulaştırma tesisleri gibi alt yapı tesislerinin devlet tarafından yapılması.
- 2) Vergi muafiyeti ve indirimi ile kredi kolaylığı gibi mali tedbirler.

9. Artıkların Atılması: Gaz, sıvı veya katı haldeki endüstriyel artıkların çevrede herhangi bir zarara ve rahatsızlığa sebep olmadan atılmaları gerekir. Zararlı artıkları olan endüstri başlangıçta تنها bir alanda kurulmuş olsa bile zamanla çevresinde yerleşecek insanları rahatsız edecektir. Tesis nereye kurulursa kurulsun, artıkların atılması ile ilgili tedbirlerin zamanında alınması gerekir. Çevre ve sağlıkla ilgili düzenlemeler, belediye nizamları, şehir

ve organize sanayi planları çeşitli endüstrilerin yerleşim bölgeleri çevresinde nerelere ve nasıl kurulacağı bakımından bazı kurallar koymuştur. Başlangıçta olmasa bile, artıkların zararsız hale getirildikten sonra atılması zorunluluğu zamanla ortaya çıkacaktır.

Mümkünse artıkların değerlendirilmesi yoluna gidilmelidir. Böylece artıkların zararsız hale getirilmesi yanında, ekonomik bakımdan da bir avantaj sağlanır.

Tesislerden çıkan ve değerlendirilmesi mümkün olmayan artıkların atılmadan önce zararsız hale getirilmesi zorunluluğu olmayacak veya en az olacak, artıkların düşük maliyetlerle atılmasını sağlayacak ve yerleşim yerlerinden de çok uzak olmayan bir kuruluş yerinin seçilmesi gerekir. Artıkların atılması problemi bölge seçiminde olduğu gibi arsa seçiminde de gözönünde tutulması gereken teknik bir konudur.

10. İklim: İklim, tesiste çalışanların sağlığı, çalışma yeteneği ve verimliliği üzerinde etkili olur. Fazla sıcak, soğuk ve nemli ortamın verimli çalışmayı etkilediği iş yeri için uygun çalışma koşulları sağlamak istenirse devamlı masraflar ortaya çıkar. Isıtma ve klima tesislerinin kurulması ve işletilmesi ile bina yapımı giderleri sıcaklık derecesine göre değişir. Nemlilik derecesinin etkisi de sıcaklığa göre değişir. Ortalama sıcaklığın 18 °C, bağıl nemin % 50 – 80 arasında değiştiği durumlarda insan enerjisi en yüksek düzeyine çıkar. İklimin, işçilerin çalışmasına olan etkisi yanında hammadde ve ürünler üzerinde de etkisi vardır. Bu nedenlerle, işletmede çalışanların üzerinde etkili olan iklim faktörü de kuruluş yeri seçilirken dikkate alınması gereken bir etken olarak önem kazanmaktadır.

11. Sosyal ve Kültürel Çevre: Tesiste görev alanların ve bunların aile fertlerinin sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını giderebilecekleri kurumların tesisin yakınında bulunması, tesis kuruluş yeri seçimi bakımından büyük önem taşır. Tesisin kuruluş yerinin yakınında çalışanlarının ve aile fertlerinin sosyal ve kültürel yönden yararlanabilecekleri bir çevrenin bulunmaması halinde, çoğu zaman kuruluş yeri için büyük bir arazi seçilir ve tesisin üretim üniteleri ile birlikte çalışanların sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını karşılayacak tesisler inşa edilir. Ülkemizde Kamu İktisadi Kuruluşlarının tesisleri ile birlikte, çalışanların sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını karşılayacak okul, tiyatro, kütüphane, lokal, lokanta, kreş, spor tesisleri, lojman, dinlenme tesisleri gibi sosyal ve kültürel tesisler kurulmuştur.

Çalışanların sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulması düşünülen tesisler, çoğu zaman yatırım tutarını büyük oranda artırmaktadır. Bu tesislerin yatırım tutarı gözönünde bulundurulmalı ve işletmenin verimliliğini tehlikeye düşürecek çapta geniş tutulmamalıdır. Bu nedenle, birçok işletme, ek maliyetlerden kaçınmak için tesis kuruluş yerini çalışanların sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri yerleri tercih etmektedirler.

12. Yan Endüstriye Yakınlık: Tesisler, belirli bir ürünün üretimi için çok çeşitli hammaddeleri ve yardımcı maddeleri kullanırlar. Birçok tesis, ürünlerini üretmek üzere kullandıkları malzeme ve yardımcı maddeleri yan endüstri işletmelerinden sağlar.

Yan endüstrinin ürettiği yardımcı maddeyi ve malzemeyi önemli miktarda kullanan tesislerin, yan endüstrinin geliştiği yerlerde kurulması önemli avantajlar sağlar. Benzer şekilde yan endüstri tesislerinin de ana ürünün üretildiği tesislere yakın yerlerde kurulması aynı avantajları ortaya koyar.

13. İşçi – İşveren İlişkisi: Üretimin temel faktörlerinden birisi de işgücüdür. İşletmeler, ne kadar ileri teknoloji kullansalar da mutlaka işgücüne ihtiyaç duyacaklardır. İşçilerin işverene karşı hak ve menfaatlerini koruyan örgütler de sendikalarlardır. Bazı ülkelerde işçi sendikaları ile işverenler birbirini karşı taraf olarak görürken, bazı ülkelerde ise işverenler sendikaları işyerinin bir yardımcı örgütü olarak görmektedirler. Ülkemizde henüz bu düzeyde

olmayan sendika - işveren ilişkisinin, her iki örgütün temel hedefi olan üretimi artırmak yönünde üst düzeye çıkması çabaları sürdürülmelidir.

Bazı işletmeler sendikalara olumsuz bakışları nedeniyle, işçi sendikalaşmasının yoğun olarak bulunmadığı ya da zayıf olduğu bölgeleri kuruluş yeri olarak seçme eğilimi göstermektedirler. İşçi - işveren ilişkilerini düzenleyen sendikalarla olumlu ilişkiler kurabilen işletmeler, sendikalaşmayı kuruluş yeri seçimi kararında önemli bir etken olarak görmezler.

Dünyada ve son yıllarda da ülkemizdeki gelişmeler işçi - işveren arasındaki sorunların azalmasını sağlarken, buna bağlı olarak da işçi - işveren ilişkilerinin kuruluş yeri faktörü olarak etkinliği azalmaktadır.

14. İletişim İmkanları: İşletmeler ve işletme çalışanları diğer işletmeler, kurumlar veya kişiler ile sürekli iletişim içinde olmak zorundadırlar.

Tesisin kuruluş yeri seçilirken, bu yerin iletişim sistemi ile bağlantısının nasıl sağlanabileceği ve bunun işletmeye getireceği maliyet gözönünde bulundurulmalıdır.

15. Güvenlik ve Milli Savunma: Güvenlik yönünden stratejik önem taşıyan tesislerin kuruluş yeri seçilirken, bu tesislerin güvenilir ve sınır boylarından uzak bölgelerde kurulmasına özen gösterilmelidir.

Günümüzde, savaş araçlarının çok gelişmiş olması nedeniyle, askeri tehlikelerin kuruluş yeri seçimini belirleyici etkisi, geçmiş yıllara göre gittikçe önemi azalan bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, bazı endüstrilerin ülke üzerinde geniş bir alana yayılması yoluyla askeri tehlikelerin azaltılması da bir başka kuruluş yeri seçimi politikası olarak izlenmelidir.

16. Finans Kurumları: Tesislerin kuruluş yeri seçimini etkileyen bir başka faktör de finansal hizmetler ve bankacılıktır. Bütün işletmeler finans kurum ve kuruluşları ile sürekli ilişki içindedirler. Tesislerin ihtiyaç duyabilecekleri sermayeyi sağlayabilecekleri bölgeler kuruluş yeri seçimini etkileyebilmektedir. İşletmeler alımlarla ilgili ödemeler, satışlarla ilgili tahsilatlar yaparlar. İşletmeye para giriş ve çıkışını sağlayacak hizmetlerin bölgede bulunup bulunmaması, kuruluş yerini işletmenin özelliğine göre değişik derecelerde etkileyen bir faktör olarak değerlendirilmelidir.

3.5. KURULUŞ YERİ SEÇİMİ BİLGİ KAYNAKLARI

Bölge ve arsa seçimini etkileyen faktörler çeşitli kaynaklarda toplanan bilgiler değerlendirilerek incelenir. Araştırmalarda bilgi kaynaklarının bolluğu, elverişliliği ve duyarlılığı çalışmaları kolaylaştırabileceği gibi sonuçların güvenilirliğini de artırır. Kuruluş yeri seçimi projelerinde bilgi sağlanabilecek bazı kaynaklar aşağıda verilmiştir: DİE yayınları, DPT yayınları, TEK (TEDAŞ, TEAŞ, TEİAŞ), DSİ, TCK, vb. kuruluşların istatistik ve bültenleri, TSO yayınları, bankalar, belediyeler, sendikalar, sanayi birlikleri ve meslek kuruluşları, üniversiteler, emlakçiler, bölgedeki firmalar, reklam şirketlerinin araştırmaları, çeşitli bakanlıkların proje bölümleri, bölgesel kalkınma projeleri ve AID, OECD, ILO, IMF, Dünya Bankası gibi uluslar arası kuruluşların yaptıkları özel araştırmaların raporları.

3.6. KURULUŞ YERİ SEÇİMİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Bir tesisin kuruluş yerinin kolayca belirlenmesi ancak çok özel durumlarda mümkün olabilmektedir. Çeşitli üretim tiplerinin aralarındaki dinamik bağlar çoğu zaman karmaşıklığa sebep olur. Böyle durumlarda sistemi bir bütün halinde ele alarak, yeni tesisin yerini, ölçülebilen maliyet unsurları ile uzun vadeli ve sayısal olmayan maliyet unsurlarının toplamını minimize eden bir kritere göre hesaplayıp bulmak gerekir. Arazi fiyatı, inşaat giderleri, enerji, taşıma, vergi, arsa, su gibi faktörler sayısal olarak hesaplanabilirler. Fakat sosyal koşullar, işgücü temin olanakları ve kalitesi, davranış, taşıma olanakları, bölgenin

gelişimi, bölgesel vergi ve teşvik tedbirleri gibi faktörler belirsiz olup, sayısal olarak değerlendirilebilmeleri zordur. Bu faktörler iyi, uygun, tam gibi değer ölçüleri ile değerlendirilebilirler.

Toplanan bilgilerin sınıflandırılması ve değerlendirilerek optimizasyon analizlerinde kullanılması için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. İlk yaklaşımda basit ve kolay anlaşılabilir olmaları nedeniyle karşılaştırmalı tablolar, çubuk diyagramları veya grafikler kullanılır. Bu tür değerlendirmelerde sayısal ve sayısal olmayan değerlerden yararlanılır.

Son yıllarda doğrusal ve dinamik programlama gibi ileri matematik teknikler bilgisayar desteğinde kuruluş yeri seçiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Büyük kuruluşlar için bu teknikleri kullanmak yerinde olur. Küçük tesislerin yer seçiminde ise basit modellerden yararlanmak daha ekonomik olmaktadır.

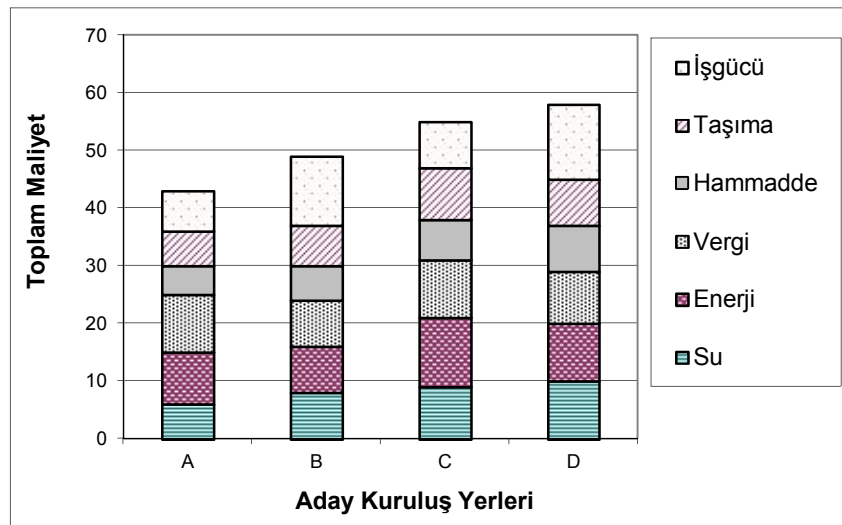
3.6.1. Yer Seçiminde İlk yaklaşım

Tesis kuruluş yerinin belirlenmesi amacıyla ilk yaklaşımda basit ve kolay anlaşılabilir olmaları nedeniyle çubuk diyagramları (histogramlar) ve karşılaştırmalı tablolar uygulanır. Çubuk diyagramlarında sayısal faktörler, karşılaştırmalı tablolarda ise sayısal olmayan faktörler kullanılır. Buna göre, ilk yaklaşım metodu iki aşamada tamamlanmaktadır:

- 1) Sayısal değerlere dayalı yaklaşım.
- 2) Sayısal olmayan değerlere dayalı yaklaşım.

1. Sayısal Değerlerle Kuruluş Yeri Seçimi: Sayısal olarak ifade edilebilen faktörler ele alınarak, kuruluş yeri faktörleri grafikte karşılaştırılırlar. Faktörlere ait görünür maliyetler A, B, C gibi yer alternatifleri değerlendirilerek en küçükten en büyük toplama doğru sıra halinde çubuk diyagramlarında gösterilirler. Histogram uzunlukları her aday bölgeye ait toplam maliyetleri gösterir.

Şekil 3.1’de A, B, C ve D gibi dört aday kuruluş yeri işgücü, taşıma, su, enerji, vergi ve hammadde gibi altı kuruluş yeri faktörü için değerlendirilmiştir. Bu yöntemle basit, fakat hemen karşılaştırma imkanı veren bir araç elde edilmiş olmaktadır. Grafikten görüleceği üzere, A aday kuruluş yeri en düşük maliyetlere sahip olup, ideal kuruluş yeri olarak seçilir. Ancak, son kararın verilmesinde sayısal olarak ifade edilemeyen unsurların da karşılaştırılması gerekir.



Şekil 3.1. Görünür maliyetlerin karşılaştırılması

2. Sayısal Olmayan Değerlerle Kuruluş Yeri Seçimi: Sayısal olmayan, başka bir ifade ile görünmeyen maliyet unsurlarının belirlenmesi oldukça güçtür. Geniş kapsamlı ve yüksek maliyette araştırmalar gerektirirler. Kaba bir inceleme için bunlara sayısal olmayan “iyi, uygun, tam, yeterli” gibi değerler verilerek bir karşılaştırma tablosu hazırlanır. Gerekğinde bu değerler sayısal değerlere dönüştürülerek de karşılaştırma yoluna gidilebilir.

Tablo 3.1’de kuruluş yeri seçimi için B ve D’nin uygun olabileceği görülmektedir. Görünür maliyetler bakımından A aday kuruluş yeri, B ve D aday kuruluş yerlerinden sonra gelmektedir. Burada hangisinin seçileceği konusunda yönetici, geçmişte edindiği tecrübelerini son faktör olarak kullanır. Zira görünür ve görünmez maliyetlerin sağladığı avantajlar arasındaki farkı görmek oldukça zordur.

Tablo 3.1. Görünmeyen maliyetlerin karşılaştırılması

Faktörler	Aday Kuruluş Yerleri			
	A	B	C	D
İşgücü bolluğu	Yeterli	Çok	Yeterli	Çok
İşgücü kalitesi	İyi	Çok iyi	İyi	Çok iyi
Sosyal çevre	İyi	İyi	Orta	Çok iyi
Bölgenin gelişimi	Hızlı	Çok hızlı	Normal	Çok hızlı
Sosyal tesisler	Yetersiz	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi

3.6.2. Karlılık Kriterine Göre Kuruluş Yeri Seçimi

Bir işletmenin başarılı olmasında sayısal faktörlerin önemli bir ağırlığı varsa ve bunlara ait bilgiler duyarlı olarak sağlanabiliyorsa, yer seçimi problemini basit karlılık hesapları ile çözmek mümkündür. Böyle durumlarda hammadde tedarik maliyetleri, ürün dağıtım masrafları, işçilik, enerji, vb. faktörlerle ilgili bilgileri basit tablolarla düzenli şekilde yazıp karşılaştırmak yeterli olacaktır. Örnek olarak A, B, C ve D gibi dört aday kuruluş yerinden birinde kurulması düşünülen bir tesisi ele alalım. Aday kuruluş yerlerinin maliyetlerine ait bilgiler Tablo 3.2’de hesaplanarak karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 3.2. Karlılık kriteri tablosu ile kuruluş yeri seçimi

Görünür Maliyet Faktörleri	Aday Kuruluş Yerleri			
Yatırım Maliyeti: 400 (Milyon PB)	A	B	C	D
I. Pazar				
1) Yıllık satışlar	150	150	150	150
2) Satış masrafları	25	23	24	20
3) Net Satış geliri	125	127	126	130
II. Üretim maliyetleri				
4) Hammadde	25	27	20	20
5) Taşıma	12	10	10	10
6) Enerji ve su	5	8	8	6
7) Ücretler	15	15	16	12
8) Diğer giderler	5	6	4	2
9) Net üretim maliyeti	62	66	58	50
III. Toplam Maliyet				
10) Satış + Üretim Maliyeti [(2) + (9)]	87	89	82	80
IV. Yıllık kar				
11) Satış – Toplam maliyet [(1) – (10)]	63	61	68	80
V. Dönüşüm oranı				
12) Dönüşüm oranı [(11)/400]	15.8	15.3	17.0	20.0

Bu hesaplarda D aday kuruluş yerinin % 20 ile en yüksek dönüşüm oranı sağladığı görülmektedir. Diğer aday kuruluş yerleri ile arasındaki farkın görünmeyen maliyet faktörleri ile kapanamayacağına emin olunduktan sonra, kuruluş yeri olarak D aday yeri seçilecektir.

3.6.3. Tartılandırma Yöntemi İle Kuruluş Yeri Seçimi

Yer seçimini etkileyen ve ölçülmesi çok güç olan faktörleri değerlendirmeye yarayan bir yöntem olup, ağırlıklandırma yöntemi olarak da isimlendirilmektedir. Burada özel konulardaki araştırmaların bulgularına ve tecrübeli kişilerin görüşlerine dayanılarak faktörler değerlendirilir. Değerleme sonuçlarının isabetli olup olmadığı istatistik hesaplarıyla kontrol edilir. Üretim tipine bağlı olarak faktörlere verilen önem dereceleri veya tartılarından sonra faktörlerin aday kuruluş yerlerinden alacağı puanların değerlendirilmesinde de tecrübeli kişilerin görüşlerine başvurulur.

1. Eşit Tartılandırma Yöntemi: Tüm faktörlerin eşit ve 100 üzerinden ağırlıklandırılarak her faktör 100 üzerinden değerlendirilir. Tablo 3.3'de eşit ağırlıklandırma yöntemine ilişkin bir uygulama gösterilmiştir.

Tek kuruluş yeri için 470 puan alan E aday kuruluş yeri seçilir. İşletme iki ayrı yerde tesis kuracaksa 440 puan alan B aday kuruluş yerini ikinci tesis için kuruluş yeri olarak seçebilir.

Tablo 3.3. Eşit ağırlık tablosu ile yer seçimi

Faktörler	Aday Kuruluş Yerleri				
	A	B	C	D	E
İşgücü bolluğu	50	70	50	50	70
İşgücü kalitesi	70	100	70	100	100
Toplumsal çevre	70	70	60	70	100
Bölgenin gelişimi	80	100	60	80	100
Toplumsal tesisler	50	100	40	100	100
Toplam Puan	320	440	280	400	470
Seçim Sırası	4	2	5	3	1

2. Yalın Tartılandırma Yöntemi: Yer seçimini etkileyen faktörlere üretim tipindeki etkileri ile orantılı ağırlıklar verilerek ağırlık puanları belirlenir. Bundan sonra aday kuruluş yerlerine farklı ağırlık verilmiş faktörleri karşılama yeteneklerine göre puan verilir. Böylece tesisin başarısında bu faktörlerden her birinin ne kadar ağırlık taşıdığı ve aday kuruluş yerlerinin bunu ne derece karşıladığı bulunmuş olur. Her aday kuruluş yeri için faktörlerin puanları toplanır ve en yüksek puanı alan aday yer kuruluş yeri olarak seçilir.

İdeal toplam ağırlık puanı genellikle 1000 kabul edilerek faktörlerin ağırlıkları da binde olarak değerlendirilir. Aday kuruluş yerleri faktörleri tam karşılıyorsa ideal ağırlığa eşit puan alır.

Tablo 3.4'de 4 aday kuruluş yeri değerlendirilmiştir. Tablodaki puanlar gözlemlendiğinde en yüksek puanı A aday kuruluş yerinin aldığı görülür. Eğer tek tesis kurulacaksa, A uygun kuruluş yeri olarak seçilir. Birden fazla tesisin kurulması söz konusu olduğunda, aday kuruluş yerleri aldıkları toplam puanlara göre sıralanır.

Tablo 3.4. Yalın tartılandırma tablosu

Faktörler	İdeal Ağırlık	Aday Kuruluş Yerleri			
		A	B	C	D
Su	70	60	50	40	70
Ulaşım	110	100	90	80	70
İşgücü	120	80	110	90	100
Hammadde	150	100	140	130	120
Arazi	70	60	40	30	50
Enerji ve yakıt	130	100	70	120	90
Kanalizasyon	90	60	50	80	40
Vergiler	80	70	40	50	60
Sosyal çevre	100	90	90	40	80
Güvenlik	80	60	80	80	70
Toplam	1000	780	760	740	750
Seçim Sırası		1	2	4	3

3. Çift Tartılandırma Yöntemi: Tesis kuruluş yeri seçimini etkileyen faktörlere üretimdeki etkinlikleri veya önem derecelerine göre 0 – 10 arasında (0 – 100 veya 0 – 1 arasında da olabilir) değişen ağırlıkta önem puanları verilir. Aynı şekilde aday kuruluş yerlerinin her faktörden alabileceği puanlar da 0 – 10 arasında (0 – 100 veya 0 – 1 arasında olabilir) değişir. Aday kuruluş yerlerinin her faktörden alacağı ağırlıklı puan değerleri önem puanları ile aday yerlerin aldığı puanlar çarpılarak elde edilir. Aday kuruluş yerlerinin aldıkları ağırlıklı puanlar her aday yer için ayrı ayrı toplanarak toplam puanları bulunur. Toplam puanlar aday kuruluş yerlerinin değerlendirilme sırasını belirler. Toplam ağırlığın en büyük olduğu aday yer kuruluş yeri olarak seçilir.

Tablo 3.5'deki çift tartılandırma tablosunda aday kuruluş yerlerinin birinci sütunu aday yer puanını, ikinci sütunu ağırlıklı puan değerlerini göstermektedir.

Değerlendirme sonucunda 410 puanla A aday kuruluş yeri ilk sırada yer almıştır.

Tablo 3.5. Çift tartılandırma tablosu

Faktörler	Önem Derecesi	Aday Kuruluş Yerleri							
		A		B		C		D	
İşgücü	5	8	40	5	25	6	30	3	15
Pazar	7	7	49	8	56	4	28	7	49
Güvenlik	3	5	15	3	9	1	3	4	12
Ulaşım	9	4	36	8	72	7	63	5	45
Enerji	9	8	72	8	72	6	54	7	63
Su	7	8	56	8	56	7	49	9	63
Arazi	5	6	30	3	15	5	25	4	20
Hammadde	8	9	72	5	40	4	32	7	56
Vergiler	2	4	8	7	14	5	10	8	16
Sosyal çevre	4	8	32	5	20	7	28	5	20
Toplam Puan			410		379		322		359
Seçim Sırası			1		2		4		3

Faktörlerin ağırlıklandırılması ve seçilecek bölgelere göre değerlendirilmesi çok önemli bir uzmanlık isteyen bir konudur. Ancak iyi bir değerlendirme sonucu kuruluş yeri olarak belirlenecek arazi de uygun sonuçlar vermeyebilir. Bunun için faktörlerin tesisin başarısındaki rolü incelenmelidir.

3.6.4. Başabaş Noktası Tekniği İle Kuruluş Yeri Seçimi

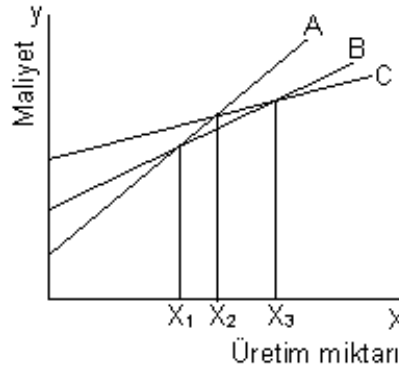
İşletme problemlerinin çoğunda uygulanabilen başabaş noktası tekniği, tesis kuruluş yeri seçiminde de kullanılabilmektedir. Bunun için az sayıda faktörün büyük ağırlık taşıması gerekmektedir. Ayrıca, faktörlerin maliyet veya miktar gibi tek ölçeğe dönüştürülmesi durumunda da başabaş tekniği yer seçimi problemlerine kolayca uygulanabilmektedir.

Eğer üretim miktarının fonksiyonu olarak aday yerlerin maliyet doğrusu belirlenebiliyorsa, aday yerlerin maliyet doğruları başabaş grafiğinde gösterilerek seçim yapılabilir. Aday yerlerin maliyet denklemi

$$y = a + bx \quad (3.2)$$

şeklinde ifade edilir. Burada; y toplam maliyetleri, a sabit maliyetleri, b birim değişir üretim maliyetlerini, x üretim miktarını ve bx toplam değişir üretim maliyetlerini göstermektedir.

Şekil 3.2’de A, B ve C aday kuruluş yerlerinin üretim miktarlarına göre toplam maliyetler gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Başabaş noktası tekniği ile yer seçimi uygulaması

Görüleceği gibi;

$x < x_1$ ise; A aday kuruluş yerinin

$x_1 < x < x_3$ ise; B day kuruluş yerinin

$x > x_3$ ise; C aday kuruluş yerinin

seçilmesi daha ekonomik olacaktır.

3.6.5. Çok Tesisli Bir Kuruluşta Yer Seçimi

Çok tesisli bir kuruluş, birden çok sayıda yere dağılmış tesis veya tesis gruplarından meydana gelir. Böyle bir tesis için yer seçiminde, tesislerin her biri için yapılacak analizler bütün işletme açısından değerlendirilmelidir. Bu tip problemler çoğu zaman kurulu tesisler sistemine yeni bir tesisin ilave edilmesi şeklinde görülür.

Yeni bir tesis için yer seçiminde ilgili faktörlerin yanında mevcut tesislerin de etkisi vardır. Bütün faktörler gözönüne alınarak tek aşamada optimal yeri tespit etmek pratik bir çözüm sağlamaz. Uygulamada, mevcut tesislerin etkisi dikkate alınmadan aday yerler arasında uygun birkaçı seçilir. Bunlar arasında en uygun olan diğer tesisler açısından aynı özelliği taşımayabilir. Bu nedenle son olarak yapılacak seçimde mevcut tesislerin etkileri gözönüne alınır.

Aynı kuruluşta aynı ürünleri üreten tesislerin birbirine etkileri daha çok hammadde temini, ara ürün alışverişi ve ürünlerin pazarlara dağıtım konularında gözlenir. Bu tip problemler dinamik yapıda olduğu için yeni tesis kurulduktan sonra da sık sık düzenleme gereği ortaya çıkabilir.

Yeni tesislerin kurulabilecekleri yerler ilk elemeye tabi tutularak uygun birkaç alternatif yer tespit edilir. Mevcut tesislerde bu alternatiflerin her birinin ayrı ayrı oluşturduğu sistemler ele alınır ve her sistemin toplam hammadde taşıma veya ürün dağıtım maliyetleri hesaplanır. Minimum maliyeti veren sistemdeki alternatif yer yeni tesisin kuruluş yeri olarak seçilir.

Bir işletmenin sahip olacağı pazarın genişliği, belirlediği ürün fiyatına göre değiştiği gibi, seçmiş olduğu kuruluş yerlerine göre de değişir. Bir tesis için seçilen kuruluş yeri, üretim ve tüketim merkezlerinin farklılığı nedeniyle tüketiciye yansıyan fiyatı etkileyecektir. Tek bir tesis için ürünün tüketim merkezindeki fiyatı; tesis çıkış fiyatı P , birim taşıma maliyeti e , üretim ve tüketim merkezleri arasındaki uzaklık r olmak üzere

$$P_r = P + er \quad (3.3)$$

eşitliği ile ifade edilir. Buna göre, sözkonusu tesisin satış alanının sınırı

$$r = \frac{P_r - P}{e} \quad (3.4)$$

eşitliği ile belirlenir.

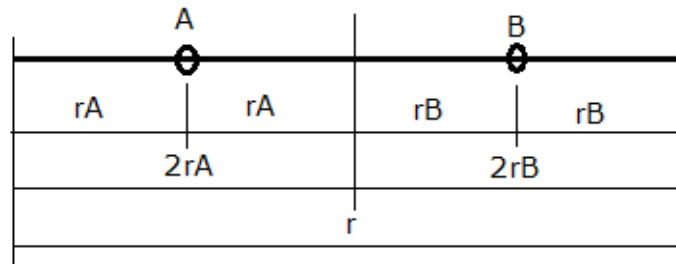
Bir işletme, A ve B diye iki tesis kurmak durumunda ise, tesislerin kuruluş yerlerini

$$(P_r = P + er)_A = (P_r = P + er)_B \quad (3.5)$$

eşitliğini sağlayacak biçimde seçmelidir.

$$2r_A + 2r_B = r \quad (3.6)$$

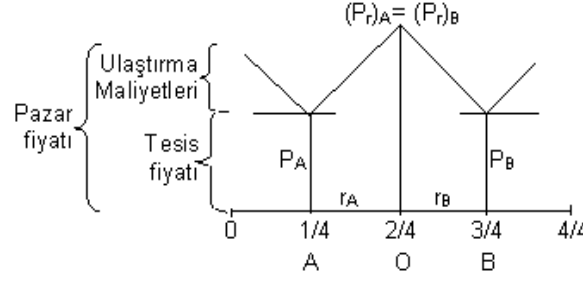
Şekil 3.3'de iki tesisli bir çizgisel Pazar örneği şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Çizgisel pazar (iki tesisli)

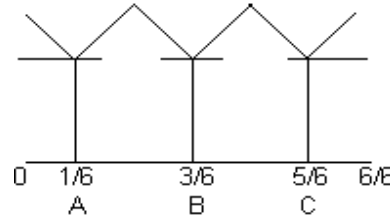
İki tesise sahip bir işletmenin tüketicilerinin özelliklerinin homojen olduğu ve bir alan içinde değil de bir doğru üzerinde bulundukları varsayılırsa, bu varsayım konuyu basitleştirmekle birlikte sonucu etkilemez.

Tüketicilerin bir doğru üzerinde eşit olarak dağıldıklarını, A ve B tesislerinin bulunduğu bir pazarda tesis çıkış fiyatlarının aynı ve birim taşıma maliyetlerinin uzaklıkla doğru orantılı ve her tesis için aynı olması durumunda bu iki tesisin satış alanlarının sınırı Şekil 3.4'de görüldüğü gibi aradaki uzaklığın tam ortası (0) olacaktır.



Şekil 3.4. İki tesisli bir kuruluşta tesis konumları

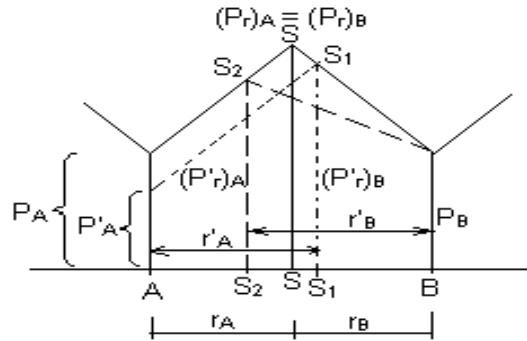
Eğer bir işletme, bu pazarda üçüncü bir tesis kurmayı düşünürse, ideal olarak kuruluş yerini pazar uzaklığının 1/6, 3/6 ve 5/6 noktalarını seçecektir. Böylece, hiçbir tüketici pazar uzunluğunun 1/6'sından daha fazla uzaklığa gitmek zorunda kalmayacaktır. Şekil 3.5'de üç tesisli bir kuruluşta tesis konumları gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Üç tesisli bir kuruluşta tesis konumları

Tesis yeri seçiminde, tesis çıkış fiyatları ve taşıma maliyetleri değişimlerinin de dikkate alınması gerekir. Üretim ve taşıma maliyetleri düşük olan tesis ürünlerini daha geniş pazarlara satabilecektir.

Şekil 3.6'da görüldüğü gibi, A tesisi uyguladığı yeni teknoloji ile üretim maliyetlerini (tesis çıkış fiyatını) düşürmüştür ve B tesisinin bir değişiklik yapmaması durumunda satış alanını AS'den AS₁'e kadar genişletmiştir. Satış alanını genişletmenin bir diğer yolu da taşıma maliyetlerinin azaltılmasıdır. B tesisi taşıma sistemlerindeki gelişmelerle taşıma maliyetlerini azaltması ve A tesisinin herhangi bir değişiklik yapmaması durumunda, satış alanını BS'den BS₂'ye genişletir.



Şekil 3.6. Üretim ve tüketim maliyetlerinin satış alanına etkisi

4. TEKNOLOJİ VE DONANIM PLANLAMASI

4.1. ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Teknoloji, mal ve hizmet üretiminde kullanılan üretim bilgisi ve bu bilginin türetilme ve kullanılma becerisidir. Buna göre teknoloji kısaca, "üretimle ilgili bilgi birikimi" olarak tanımlanabilir.

Teknolojik yenilikler, mal ve hizmet üretiminin miktar ve kalitesini artıran, yeni endüstri dallarının ve yeni iş alanlarının doğmasına sağlayan değişimlerdir. Bu bakımdan, teknolojik yenilikler ekonominin gelişmesini, toplumun refah düzeyinin yükselmesini ve yaygınlaşmasını etkileyen önemli bir faktördür. İşletmeler arasında teknolojik yenilikler açısından bir rekabet ortamının doğmasından dolayı tüketiciler daha kaliteli ve ucuz mal alma olanağına kavuşurlar. Teknolojik yeniliklerin işletmeler açısından önemi ise, uzun dönem karlılık ve büyüme konularında ortaya çıkmaktadır. Bir işletmenin gerçekleştirdiği yenilik, başlangıçta ilgili endüstri dalında, daha sonra da bütün endüstride uyarıcı bir rol oynayarak yeni ürün ve üretim işlemlerinin geliştirilmesine olanak sağlar.

4.1.1. Teknoloji Üretimi

Teknoloji üretimine ilişkin kararlar, genellikle yatırım kaynaklarının denetim ve mülkiyetini elinde bulunduran kişi ve kurumlar tarafından alınır. Böyle bir karar beraberinde bir dizi yatırım kararının alınmasını gerektirir. Bu kararlar dizisinin başlangıcı belirli bir amaç doğrultusunda bir araştırmanın başlatılmasıdır. Bunu izleyen araştırmayı sürdürme kararı, çeşitli aşamaları izleyerek ilk ticari üretime ve yeniliğin yaygınlaşmasına kadar uzanır.

Teknoloji üretimine ilişkin kararların temel özellikleri:

- 1) Teknoloji geliştirme süreci, birbirini izleyen farklı niteliklerde aşamalardan oluşur ve bu nedenle çok ve çeşitli türde verinin toplanmasını gerektirir.
- 2) Teknoloji kararlarında risk faktörü önemli rol oynar.
- 3) Amaçların çokluğu, çeşitliliği ve kısa sürede değişmesi alternatiflerin değerlendirilmesinde önemli sorunlara neden olur.
- 4) İşletme içi ve dışı koşullar, teknoloji geliştirmeye ayrılan kaynaklar zamanla değişir.
- 5) Geliştirilmesi öngörülen teknolojiler arasında çeşitli bağımlılıklar vardır.

Karar alma durumunda bulunan bir yöneticinin teknoloji geliştirmeye ilişkin karar modelleri kurma ve değerlendirme aşamalarında bütün bu özellikleri gözönünde bulundurması gerekir.

Teknoloji üretimi kararlarının etkinliği ve başarısını etkileyen faktörler:

- a) Karar alan kişiler.
- b) İşletmenin örgütsel yapı ve işleyişi.
- c) Kullanılan değerlendirme kriterleri.
- d) Motivasyon faktörleri.
- e) Ekonomik ve sosyal kurumlar tarafından uygulanan yönlendirme ve denetleme etkinlikleri.

Yeni bir teknoloji elde edilmesine yönelik karar süreci, nitelik açısından birbirinden farklı yedi aşamayı kapsar:

1. Problemin doğması.
2. Çözüm önerilerinin ortaya konması.
3. Alternatif çözüm yollarının analizi.

4. Ürünün fiziksel geliştirilmesi.
5. Pazar testlerinin yapılması.
6. Üretim.
7. Pazarlama.

Burada uygulanan karar süreci, bilimsel araştırmalarda yürütülen problem çözme tekniklerinin bir uygulamasıdır.

İşletmeler, kolay elde edilebilir mevcut teknoloji ile ihtiyaç duydukları teknoloji seviyesi arasında bir açık ortaya çıktığında teknoloji üretimi gereğini bir problem olarak hissederler. Bu aşamada karar alma durumunda bulunan işletme yöneticileri üzerinde gerçekte var olan ürün ve faktör piyasalarından, teknolojik gelişmelerden, işletmenin örgütsel yapı ve işleyişinden kaynaklanan baskılar daha belirgin hale gelir.

İşletme yönetimi üzerindeki baskıları giderebilecek ve probleme çözüm getirebilecek öneriler işletme içinden veya dışından gelebilir. Tüketiciler, ürün ve hizmet satıcıları, araştırma kurumları ve işletme içi çeşitli gruplar tarafından geliştirilen önerileri teknik ve yönetim elemanlarından oluşan bir ekip değerlendirir. Gerçekçi olmayan öneriler elenir ve uygun bulunan öneriler öneri projeleri halinde üst yönetime sunulur. Projeler, üst yönetim tarafından işletmenin genel amaçlarına, değerlerine ve arayışlarına uygunluk açısından yeniden değerlendirilir. Veri yetersizliği, belirsizliğin büyüklüğü, kapsamın darlığı ve benzeri problemlerin görülmesi halinde projelerde gereken değişiklikler yapılarak son karar aşamasına gelinir. Bu karar, Araştırma – Geliştirme projelerini de kapsayan örgüt içi çalışmaların başlatılması veya mevcut durum için bir hareketin belirlenmesi ya da mevcut öneriler arasından bir seçimin yapılması şeklinde ortaya çıkar.

Her birinde başarılı olunması şartıyla ürünün geliştirilmesi, pazarda denenmesi, üretilmesi ve pazarlanması aşamalarına geçilir.

4.1.2. Teknoloji Transferi

Teknoloji transferi, bir ürünü veya bir üretim prosesini elde etme yeteneğinin bir ülkedeki işletmelerden diğer bir ülkedeki işletmelere aktarılması olarak tanımlanabilir. Teknoloji transferi, teknik ve yönetim bilgisinin aktarılması şeklinde olabileceği gibi, bilginin içerildiği makinaların, tasarımların ve kapasitenin transferi şeklinde de olabilir. Transfer edilen teknolojinin ana elemanları işletmenin ve ülkenin endüstriyel yapısına uyarlanmalıdır. Böylece teknolojik üretkenliğe ve yaratıcılığa katkısı artırılabilir.

Teknoloji transferinde işletmeye, endüstriye ve hatta genel anlamda ekonomiye katkısı büyük ölçüde transferi gerçekleştiren işletmenin pazarlık gücüne bağlıdır. Bu pazarlık sırasında taraflar kendi yararlarını en üst seviyeye çıkarmayı amaçlarlar. Teknolojiyi veren taraf, teknolojik üstünlüğünü uzun süre sürdürmek ve teknoloji üzerindeki monopolcü gücünden en yüksek kazancı sağlamak ister. Transferi yapan işletme ise, en ileri teknolojiyi bütün ayrıntılarını bilerek düşük fiyatla almaya çalışır.

Teknoloji transfer eden işletmenin pazarlık gücünü yükseltebilmesi, bilimsel ve teknik çalışmaları yürüten bir Araştırma – Geliştirme kadrosuna sahip olması ile doğrudan ilişkilidir. Satıcı işletme, vereceği teknolojinin alıcı işletmenin araştırma ve geliştirme kapasitesi ile geliştirme imkanlarını önlemek için transferi kolaylaştırma ve maliyetleri düşürme yoluna giderek teknoloji üretiminde kendine rakip olabilecek bir işletmeyi engellemek ister. İşletme içinde kurulacak bir Araştırma – Geliştirme kadrosu ise teknoloji transferinin maliyetlerini düşürebileceği gibi transfer edilen teknolojinin tanınması, transferin açık paket şeklinde yapılabilmesini ve özümmlenebilmesini de sağlayacaktır. Araştırma – Geliştirme çalışmalarına dayanmaksızın, teknolojiyi oluşturan elemanlar ve bunlar arasındaki ilişkiler ayrıntılı bir

şekilde incelenmeden ve bilinmeden yapılan transfer, gerçek bir teknoloji transferi değil, ancak makina – teçhizat dışıdır.

Teknoloji transferinin yapılmasında uygulanan yollar:

- 1) Bir işletme, dış ülke işletmelerinden, ihtiyaç duydukları teknolojiyi içeren makina – teçhizat vb. malları satın alabilir, yabancı uzmanlarla anlaşabilir, teknoloji satın alan işletme teknoloji üzerinde etkin bir denetim kurabilir.
- 2) Çok uluslu işletmelerle ortak yatırım veya endüstriyel işbirliği şeklinde dolaylı yollarla teknoloji transferi yapılabilir. Teknolojiyi kapalı paket şeklinde alan işletmenin teknoloji üzerindeki denetimden bazı tavizler vermesi gerekebilir.
- 3) Teknoloji patent, know – how ve benzeri şekillerde lisans anlaşmaları ile transfer edilebilir. Yapılan anlaşmanın şartları ve teknoloji üzerindeki denetim genellikle tarafların ekonomik gücü ve pazarlık yeteneklerine bağlıdır.

Bunların dışında uluslararası teknik ve bilimsel yardım ve işbirliği anlaşmaları, askeri ilişkiler, endüstri casusluğu, gözlem ve taklit gibi yol ve yöntemler de teknoloji transferinde önemli rol oynarlar.

Teknoloji transferini gerçekleştirmek amacıyla aşağıda sıralanan aşamalar izlenir:

- 1) İhtiyaç duyulan teknoloji seviyesinin ve aynı seviyedeki alternatif teknolojilerin belirlenmesi.
- 2) Her alternatifin fayda ve maliyetlerinin işletme açısından değerlendirilmesi.
- 3) Her alternatifin elde edilebilme kolaylığının, kullanılabilirliğinin, işletme ülke şartlarına uygunluğunun ve kredi imkanlarının belirlenmesi.
- 4) Fayda / Maliyet oranı en yüksek, işletme ve ülke şartları açısından en uygun ve kredi imkanları olan alternatifin seçilmesi.
- 5) Seçilen bu teknolojiyi geliştiren veya satan işletme ile görüşmelerin başlatılması.

Birinci aşamada aynı ürünü veya üretim sürecini veren ve birbirine rakip olan teknolojiler hakkında yeterli kaynak ve doküman sağlanır. İleri teknolojilerle ilgili geniş bilgi kaynakları mevcuttur. Buna karşılık, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki küçük kapasiteli ve sınırlı kaynaklara sahip işletmelere uygun, ileri düzeyde teknik bilgi ve karmaşık örgütsel yapı gerektirmeyen, genellikle ülke dışına çıkmamış teknolojiler hakkındaki bilgiler yetersiz ve elde edilebilmeleri oldukça güçtür.

İkinci ve üçüncü aşamalarda, transfer edilmesi düşünülen teknolojinin üstünlük ve sakıncaları işletme açısından değerlendirilir. Burada, fayda ve maliyetler, kullanılabilirlik ve uygunluk en önemli değerlendirme kriterleridir.

Bir teknolojinin seçimi ile sağlanacak üretim hacmi artışı, insangücü, malzeme ve zaman tasarrufları, ürünü kalite seviyesi ve benzeri üstünlükler genellikle teknoloji satıcısının hazırladığı kaynak ve dokümanlardan çıkarılabilir. Ayrıca, teknolojiyi kullanan işletmelerin görüş ve düşüncelerinden de yararlanılabilir. Teknoloji transferinin maliyeti genel olarak teknolojinin yaşı, işletmenin geçmiş deneyimleri, araştırma ve geliştirme çalışmaları, işletmenin satış hacmi, rakip işletmelerin durumu, ülkenin ekonomik seviyesi ve benzeri değişkenlerin bir fonksiyonudur.

Teknoloji transferinde, transfer edilecek teknolojinin, transferi yapacak işletmenin ve ülkenin gelişim düzeyine bağlı olarak dikkate alınması ve bilinmesi gereken bazı kriterler vardır.

Değerlendirmede dikkate alınması gereken önemli kriterler:

1- İşletmenin teknolojiyi özümleyebilme yeteneği: Teknoloji karmaşık ve transferi gerçekleştiren işletmenin teknolojiyi özümleyebilme yetenekleri zayıf ise teknolojinin transfer ve işletme maliyetleri yükselir.

2- Teknolojinin kullanılabilirliği: Teknoloji üzerinde monopole sahip işletmeler, genellikle dış ülkelerde sermayenin tamamını denetleyebilecekleri bir alt işletme türü anlaşmalara gitmeyi arzularlar. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan teknolojinin yanında ihtiyaç duymadığı kısmının da transferi alıcı işletmeye çok yüksek maliyet getirebilir.

3- Teknoloji kullanımının kısmen sınırlandırılması: Teknolojiyi veren işletme tarafından transfer edilecek teknolojinin ürünlerinin ihracatı yasaklanabilir. Teknolojinin ülke içinde yaygınlaştırılması, endüstri ve ekonomiye katkı sağlamayacak geliştirmeler engellenebilir. Hammadde, makina – teçhizat, yedek parça ve benzeri ara girdiler açısından teknolojiyi üreten işletmeye veya onun alt kuruluşuna sürekli bağımlı kalma şartı getirilebilir. Bu benzeri sınırlamalar, teknolojinin işletme açısından kullanılabilirliğini azaltırken maliyetlerini yükseltir.

4- Teknolojinin ülke şartlarına uygunluğu ve uyarlanabilirliği: Dış ülkelerde farklı ekonomik ve sosyal çevre koşullarındaki bir işletmede geliştirilen teknolojinin başka bir ülkedeki işletmenin koşullarına kolayca uyabilmesi beklenemez. Gelişmiş ülkelerde geliştirilen teknolojiler ileri seviyede otomasyona dayalı sermaye yoğun teknolojilerdir. Bol ve ucuz işgücüne sahip gelişen ülkeler açısından bu teknolojiler uygun kabul değildirler. Diğer taraftan, ileri teknolojiler çoğunlukla yüksek nitelikli işgücüne ve gelişmekte olan ülkelerde bulunanların çok üstünde bilgi ve beceriye sahip işgücüne ihtiyaç duyarlar.

5- Kullanılan hammadde: İleri teknolojiler genellikle sentetik hammaddelere dayanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde çoğunlukla yeterli doğal hammadde kaynakları mevcut olduğundan, sentetik hammaddelere dayalı bir teknolojinin transferi uygun değildir.

6- Teknolojinin üretim kapasitesi: Geniş pazarlara sahip ileri endüstri ülkelerinde geliştirilen teknolojiler büyük üretim ölçeğine uygun teknolojilerdir. Teknoloji satın alan ülkelerin çoğunluğu ise oldukça dar pazarlara sahiptir. Büyük ölçekli teknolojinin transfer edilmesi halinde pahalı ve etkin olmayan bir üretim ve rekabet gücü zayıf bir endüstri doğar. Teknoloji transfer eden birçok işletme, teknolojik bölünebilirliği olan ve küçük ölçekli üretime uygun veya uyarlanabilen teknolojileri satın almak ister.

Kısaca, teknoloji transfer etmek isteyen gelişmekte olan ülkelerdeki işletmeler aşırı pahalı olmayan; transferi kredi ile gerçekleştirilebilen; hammadde, yedek parça ve benzeri girdilerde sürekli dışa bağımlı olmayan; ileri seviyede teknik bilgi ve karmaşık örgütsel yapı gerektirmeyen; teknolojik bölünebilirliği olan; ülke şartlarına uyarlanabilen teknolojileri satın almalıdırlar.

Teknoloji transferine ilişkin karar alma sürecini olumlu yönde etkileyen, kolaylaştıran ve hızlandıran faktörler:

- 1) Daha önce gerçekleştirilmiş transferlerle ilgili deneyimler.
- 2) İşletme içinde daha önce yapılmış yeniliklerin yoğunluğu.
- 3) Transfer mekanizmasının düzenli işler bir hale getirilmiş olması.
- 4) Üst yöneticilerin desteğinin sağlanması.
- 5) Yabancılarla karşı güven duyulması.
- 6) İşletmede nitelikli işgücünün varlığı veya bulunabilirliği.
- 7) Transferin küçük bazı değişikliklerle gerçekleştirilebilir olması.
- 8) İşletme içinde işbirliği anlayışının gelişmiş olması.
- 9) İşletmenin genişletilerek yeniden örgütlenebilmesi.
- 10) İşletme içinde iletişimin düzenli ve yoğun olması.

11) İşletmenin ekonomik beklentilerini yüksekliği.

Teknoloji transferinde karşılaşılan olumsuz faktörler:

- 1) Farklı dünya görüşü.
- 2) Yönetim tarzı ve değerler sisteminden ve dil güçlüklerinden kaynaklanan iletişim sorunları.
- 3) Gerekli yetenek ve beceride işgücünün bulunmaması.
- 4) Transferin önemli teknik değişiklikler gerektirmesi.
- 5) İşbirliğinin olmaması.
- 6) Yeniden örgütlenmede mevcut yapının değiştirilememesi, yabancıya karşı güvensizlik.

İşletmelerin rekabet stratejileri ve başarılı olma amaçları, çoğunlukla ülke içinde bulunabilenin ötesinde daha ileri üretim tekniklerini kullanmayı ve daha yeni ürünler üretmeyi gerektirmektedir. Bu amacı gerçekleştirecek teknoloji, mevcut teknoloji düzeyini çok üstündedir. Ortaya çıkan teknolojik açığın giderilmesinde bir işletme için üç alternatif yol sözkonusudur:

- 1- Teknoloji transferi.
- 2- Araştırma – Geliştirme çalışmaları ile teknoloji transferi.
- 3- Teknoloji transferi ile teknoloji üretiminin birlikte yürütülmesi.

Teknolojik açığın tamamen teknoloji transferi ile giderilmesi uzun dönemde önemli sakıncalara neden olabilir. Teknolojik açıdan tamamen dışa bağımlı olmak, işletmenin geleceğini işletme dışı etkenlerin yoğun baskısı ile karşı karşıya bırakır. Teknolojiyi satan veya alan ülkede çıkabilecek yasal, politik ve ekonomik bazı gelişmeler işletmenin teknolojik çöküşüne yol açabilir.

Yalnızca Araştırma – Geliştirme faaliyetleri ile teknolojik açığın giderilmesi çok uzun zaman gerektirir. Diğer kaynaklar da dikkate alındığında teknolojik açığın Araştırma – Geliştirme çalışmaları ile kapatılması çoğu zaman mümkün olmaz.

Teknolojik açığın teknoloji transferi ve Araştırma – Geliştirme faaliyetlerinin birlikte yürütülmesi yoluyla kapatılması, ilk iki yolun belirtilen sakıncalarını giderici niteliktedir. Teknoloji transferi ile Araştırma – Geliştirmenin birlikte yürütülmesinin temel şartı, teknoloji transferinin açık paket şeklinde yapılabilmesidir. Böylece, teknolojinin ülke içinde bulunmayan ve işletmenin gerçekte ihtiyaç duyduğu kısımları transfer edilecek, mevcut olan ve ihtiyaç duyulmayan veya üretilebilecek kısımları için ödeme yapılmayacaktır. Açık paket şeklinde alınan teknolojiler işletmenin ve ülkenin bilgi ve deneyim birikimine önemli katkı sağlarlar. Teknoloji transfer etmekle birlikte, Araştırma – Geliştirme faaliyetlerine önem veren işletme, pazarlıklarda daha güçlü olacak ve böylece teknolojiyi daha kolay ve ucuz transfer edebilecektir. Teknolojiyi özümleyebilme, geliştirebilme, yayma ve hatta bu teknoloji üzerinde yeni bazı buluşlar yaparak dışarıya yeni bir teknoloji olarak satabilme yeteneği, bir işletmenin kendi örgüt yapısı içinde sürdüreceği Araştırma – Geliştirme çalışmalarına doğrudan bağlıdır.

4.1.3. Teknoloji Seçimi

Belirli bir ürünü elde etmek için ihtiyaç duyulan teknoloji genellikle birbirinden farklı üretim sistemleri ve makina – teçhizat gruplarında bulunabilir. Aynı amaca yönelik ve belirli ürün veren teknolojiler arasındaki farklılık imalat aşamasının temel nitelikleri, kullanılan enerji türü, üretim sisteminin denetim biçimi ve benzeri faktörlerden kaynaklanır. Örneğin, kimya endüstrisinde üre elde etmek için 11, çelik endüstrisinde 3, çimento endüstrisinde 4, yongalevha endüstrisinde 3, liflevha endüstrisinde 3 değişik alternatif üretim teknolojisi

mevcuttur. Teknoloji seçimi, yatırım kararlarının bütünü içinde sistemin işleyiş düzeyi, değişen koşullar ve ihtiyaçlar karşısındaki durumu ve maliyetleri değerlendirilerek yapılır.

Teknoloji seçiminde en önemli problem, mevcut alternatiflerin tam ve doğru olarak bilinmesidir. Farklı teknoloji türleri arasında bilgi sağlama bakımından dengesizliğin bulunması en uygun kararın alınmasını güçleştiren temel etkidir. Etkin bir teknoloji seçimi için bilgi açığı en alt düzeye indirilmelidir.

Seçilecek teknolojinin öncelikle işletmenin varlığı, sürekliliği, düzeni, başarısı ve dengesi ile yakından ilgili olması nedeniyle, teknoloji seçimi kararlarının bilimsel yöntemlere göre alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu maksatla, ulaşılmak istenen amaçla bu amacı gerçekleştirecek alternatiflerin karşılaştırılmasını sağlayacak kriterler önceden ortaya konulmalıdır. Karar almanın etkinliği ve akılcılığı, amaçlanan sonucu en iyi gerçekleştiren alternatifin seçimi ile sağlanabilir.

İşletmelerde teknoloji seçimi ile ilgili kararlarda ilgi alanları bakımından farklı üç grup amaç sözkonusudur:

- 1- Seçilecek teknolojinin bir bütün olarak işletmeye sağlayacağı yararları en üst düzeye çıkarmak.
- 2- Teknolojinin belirli bir üretim sistemine sağlayacağı yararları en üst düzeye çıkarmak.
- 3- Teknolojinin belirli bir ürüne sağlayacağı yararları en üst düzeye çıkarmak.

Bir işletmeyi bu üç amaca ulaştıracak alternatifleri değerlendirme, karşılaştırma ve ölçmede kullanılabilecek amaç kriterlerinde faydaların en üst düzeye, maliyetlerin ise en düşük düzeye indirilmesi sağlanır.

Teknoloji seçimi kararlarının ilk aşaması problemin tam ve doğru olarak ortaya konulmasıdır. İkinci aşamada problemi çözebilecek veya bu amaçla denenebilecek bütün alternatifler belirlenir. Kararın doğru alınabilmesi, büyük ölçüde alternatiflere ilişkin bilgilerin hatasız ve eksiksiz toplanmasına bağlıdır. Belirlenen alternatifler, ulaşılmak istenen amaçlar doğrultusunda önceden belirlenen değerler ve kriterlere göre değerlendirilir. Son seçimin yapılmasında karar alma durumunda bulunan yöneticinin deneyimleri, sezgi, yargı ve yaratıcılık yeteneklerine önemli görev düşebilir. Seçilmeye değer bir alternatifin bulunmaması, yeni alternatiflerin araştırılması veya değerlendirme kriterlerinin yeniden gözden geçirilmesini gerektirir. Bu aşamalardan sonra alınan karar, amacı en iyi biçimde gerçekleştirecektir. Bununla birlikte karar, uygulandığında en iyi çözüm olmadığı görülebilir. Bu durumda, problem yeniden ortaya konularak amacın akılcılığını, gerçekliğini ve alternatiflerle ilgili bilgilerin yeterlilik ve doğruluğunu, değerlendirme kriterlerinin uygunluk ve geçerliliğini, yöneticinin karar değerlerini yeniden araştırmak ve gözden geçirmek gerekir.

Teknoloji seçimi kararlarının alınmasında ve değerlendirilmesinde en çok ekonomik hesaplama yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak, bu yöntemlerin kullanılabilmesi, değerlendirme konularının parasal açıdan ölçülebilir olmalarına bağlıdır. Ayrıca, farklı sistemlerin teknik yeteneklerinin de tamamen eşdeğer olması bu yöntemleri kullanabilmenin en önemli şartıdır. Ancak, üretim sistemlerinin aralarındaki farklılıklar bunların teknik ve ekonomik yönden eşdeğer olmalarını engeller. Sonuç olarak, alternatif teknolojilerin değerlendirilmesinde iyi bir karşılaştırma yapabilmek için ölçülebilenler kadar ölçülemeyen faktörlerin de dikkate alınması ve değerlendirilmesi gerekir.

4.2. ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Üretim yöntemi, tabiattaki hammaddelerin işlenerek yararlı ürünler haline dönüştürülmesi ve kullanım değerinin artırılması şeklinde tanımlanabilir. Üretim sözcüğü, endüstriyel üretim olup, imalat ile eş anlamlıdır.

Üretim yöntemlerinin ve makina teçhizatın seçimi işletme yönetiminin en önemli ve kritik kararlarından birisidir. Bu kararların sonuçları işletmeyi ve üretim sistemini uzun yıllar etkisi altında tutar.

Birçok üretim alanında çeşitli üretim yöntemleri ve çok sayıda makina – teçhizat türü bulunmaktadır. Bir ürünü üretebilmek için çok sayıda teknolojiyi, dolayısıyla değişik üretim süreçlerini kullanmak mümkündür. Üretim yöntemlerinin çeşitliliği genelde kullanılan hammadde türlerinden kaynaklanır.

Gerek üretim yöntemlerinin belirlenmesinde ve gerekse makina – teçhizat seçiminde doğru karar alabilmek için detaylı araştırmaların yapılması gerekir. Üretim yönteminin seçiminde çok sayıda faktör etkili olmaktadır. Bütün faktörlere belirli ağırlıklar verildikten sonra en uygun üretim yönteminin belirlenmesi en gerçekçi bir yaklaşımdır.

Üretim yönteminin belirlenmesinde etkili olacak faktörleri genel hatları ile aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

1. Üretim yönteminin teknolojik düzeyi ve ürün kalitesine etkisi.
2. Üretim yönteminin üretim maliyetlerine etkisi.
3. Üretim yöntemini elde edebilme maliyeti.
4. Üretim yönteminin faaliyet gösterilen bölgede başkalarına verilir verilemeyeceğinin belirlenmesi.
5. Üretim yönteminin daha önce nerelerde uygulandığı, uygulanma başarısı, teknolojik gelişmelere açık olup olmadığı ve bu üretim yöntemi ile üretim yapıldığında ülke ve dünya pazarlarında rekabet edebilme olanakları.
6. Üretim yönteminin ülkedeki mevcut hammaddeleri değerlendirip değerlendiremeyeceğinin araştırılması.
7. Üretim yönteminin gerektirdiği, üretim aşamasındaki yarı ürün ve teçhizatın ülke kaynaklarından sağlanabilme durumu.
8. Üretim yöntemini uygulayabilecek ve üretim sürecini gerçekleştirecek elemanın ülke içinden sağlanıp sağlanamayacağının araştırılması.
9. Üretim yönteminin gerektirdiği arazi, bina, hammadde ve diğer kaynakların nitelikleri.
10. Üretim yönteminin ortaya çıkardığı yan ürünler ve bunların faydalı olup olmadığı, faydalı ise ekonomik değerlerinin veya satış olanaklarının belirlenmesi.
11. Üretim yönteminin çevreye olumlu veya olumsuz etkilerinin araştırılıp belirlenmesi.
12. Üretim yönteminin gelişmelere ne derece uyum sağlayıp sağlamayacağının belirlenmesi.
13. Üretim yönteminin deneme aşamasından geçip geçmediği, yönteme sahip işletmelerin bu konudaki yeterlilikleri, yöntemi verme konusuna yaklaşımları ve şartları.

Üretim yönteminin belirlenmesinde etkili olan bu faktörler, tesisin faaliyet göstereceği sektörün özelliklerine göre değişik ağırlıkta önem taşırlar. Üretim yöntemi seçimini etkileyen faktörler ayrı ayrı analiz edilerek, işletmeye uzun sürede pazarda rekabet üstünlüğü ve dolayısıyla karın en yükseğe çıkmasını sağlayan yöntem üretim yöntemi olarak belirlenmelidir.

Tesis yöneticileri, üretim yöntemleri ve buna bağlı olarak makina – teçhizatın seçimi sırasında ayrıca aşağıdaki faktörleri de değerlendirerek çözümlemek zorundadırlar:

- 1) Yan ürünler.
- 2) Artıklar.
- 3) Ürün kalitesi.
- 4) Döviz tasarrufu.
- 5) Fire miktarı.
- 6) İş güvenliği.
- 7) Mali kaynaklar.
- 8) Bölgesel koşullar.
- 9) Tesis ve hizmet süreleri.
- 10) Patent durumları.

4.3. MAKİNA – TEÇHİZAT

4.3.1. Makina – Teçhizatın Sınıflandırılması

Tesislerde ürün üretme maksadıyla doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan çok çeşitli makina ve teçhizat vardır. Bunları aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

- 1) İşlem makina – teçhizatı ve yardımcı araç – gereçleri.
- 2) Malzeme ve ürün taşıma araç – gereçleri.
- 3) Enerji üretim ve dağıtım tesisleri.
- 4) Havalandırma ve aydınlatma tesisleri.
- 5) Su tesisleri.
- 6) Buhar tesisleri.
- 7) Yakıt tesisleri.
- 8) Basıncılı hava tesisleri.
- 9) Atölye ve laboratuvar makina tesisatı.
- 10) Pis su ve artık atma tesisleri.
- 11) Demirbaşlar.

1. İşlem Makinaları ve Teçhizatı: İşlem makinaları ve teçhizatı, üretimin uzmanlaşmaya veya farklılaşmaya yönelmesine bağlı olarak “özel amaçlı” ve “genel amaçlı” makina – teçhizat olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar.

Özel amaçlı makinaların en önemli üstünlüğü, üretim miktarlarının uygun olması durumunda düşük maliyetlerle çalışabilmesi ve ürün kalitesinin yüksek olmasıdır. Genellikle belirli işler ve tesisler için özel olarak imal edildikleri için çok çeşitlilik gösterirler. Her üretim alanının özel ihtiyaçlarına uygun türleri vardır. Kullanım ve bakımları kolaydır.

Otomasyona dayalı yığın üretimde genellikle özel amaçlı makinalar kullanılır. İş akışı yönünden özel amaçlı işlem makina – teçhizatı ile taşıma araçları arasında uyumun sağlanmasına endüstride “otomasyon” denmektedir. Diğer bir ifade ile otomasyon, özel amaçlı işlem makinaları ile taşıma araçlarının birlikte programlanıp denetlenmesidir. Makinaların çalıştırılması, durdurulması ve çalışma sırasındaki ayarlamalar bilgisayar sistemleri ile otomatik olarak yapılır. Otomatik ayarlama, kapalı denetim düzeni veya geri besleme sistemi olarak bilinir. Bu sistem, üretim işlemlerinin tamamen insan müdahalesi olmadan yapılmasını sağlar. Böylece işgücü kullanımı son derece azaltılmıştır. Gelişmiş ülkelerde otomasyon yaygın olarak kullanılmaktadır. Otomasyonda ileri teknolojiler söz konusu olduğundan, düşük birim maliyetli, yüksek kaliteli ve büyük miktarda üretim sağlanır. Küle üretimine imkan vermesi, standartlaşma ve kalite istikrarını sağlaması otomasyonun önemli üstünlükleridir.

Üretim sistemlerinde otomasyona gidilmesini gerektiren başlıca nedenler:

- 1) Giderek artan işçilik maliyetleri ve sorunları.
- 2) Artan rekabet nedeniyle maliyetleri ve fiyatları düşürme çabası.
- 3) Maliyetleri ve fiyatları düşürerek pazar payını genişletme arzusu ve çabası.

Üretim sistemleri bazı avantajlar sağlamak amacıyla otomasyona gitmeyi amaçlarken, bazı olumsuz etkenlerle karşılaşılır.

Otomasyona gitmeyi olumsuz etkileyen teknik, ekonomik ve sosyal etkenler:

- 1) Pazardaki karlılığın otomasyonun gerektirdiği yatırımı haklı gösterecek büyüklükte olmaması.
- 2) Pazarın artan üretimi kaldırabilecek büyüklükte olmaması. Otomasyona gidildikten sonra, tahmin edilen talep ve satış miktarları gerçekleşmezse, sabit masrafların yüksekliğine rağmen üretimi sınırlı tutma zorunluluğu birim maliyetlerin beklenenin aksine yükselmesine yol açar.
- 3) Geliştirilmiş ileri teknolojiye dayalı makinaların kullanımı ve bakımı için yeterli sayı ve nitelikte işçi bulunamaması. Bakım ve tamirlerin zamanında yapılamaması, parça temin zorlukları üretimi yavaşlatarak rekabette zayıf kalmaya sebep olur.
- 4) İşçilerin değişikliğe tepkileri ve işsiz kalma endişesi ile otomasyona karşı direnmeleri.
- 5) İşsizliğin yaygın olduğu ülkelerde otomasyona gidilmesinin işletme – toplum ilişkilerini olumsuz yönde etkilemesi.

Yığın üretimi yapan gelişmiş ülkelerdeki işletmelerin yöneticileri açısından kararı etkileyen en önemli faktör teknik ve ekonomik olanlardır. İşçi problemleri, otomasyona aşamalı geçiş ile çözümlenebilmektedir. Böylece, otomasyonun uygulanmasında eğitim, deneme ve uyum için de zaman kazanılmış olur. Ayrıca otomasyon, ucuz üretim ve yığın satış yoluyla uzun dönemde istihdam imkanlarını artırır.

Genel amaçlı makina – teçhizatın en önemli üstünlüğü ise esnekliğidir. Çeşitli görevleri hiçbirini aksatmadan yerine getirebilirler. Ürünün yapılış özelliklerindeki değişikliklere kolayca uyum sağlayabilirler. Genel olarak, kuruluş, işletme ve bakım masrafları düşüktür. Hurda değerleri ise özel amaçlı makinalara göre daha yüksek olduğundan satılmaları kolaydır.

Bütün makinaların işletilmesinde kullanılan yardımcı araç – gereçlere de ihtiyaç duyulur. Bunlar, makinaları belirli görevlere uygun hale getirmek amacıyla geçici olarak kullanılırlar.

2. Malzeme ve Ürün Taşıma Araçları: Tesise gelen hammaddelerin, parçaların ve ürünlerin boşaltılması, taşınması, depolanması ve tesis içindeki hareketleri taşıma araçları ile gerçekleştirilir.

Günümüzde önemli bir uzmanlık alanı haline gelen taşıma işlemlerinin mekanizasyonu ve otomasyonu modern üretimin temel özelliklerindendir. Tesis içi malzeme, hammadde ve ürün taşıma işlemlerinin insan gücüne dayalı olarak yürütülmesi zaman kayıpları ve fireler nedeniyle önemli maliyet artışlarına yol açar. Taşıma işlemlerinin otomasyonu işçilik giderlerinde, depolama alanlarında, fire ve kayıplarda önemli derecede azalmalar sağlar, taşıma işlerini hızlandırır.

Yaygın olarak kullanılan taşıma araçları: vinçler, krenler, konveyörler, tekerlekli-motorlu araçlar, el arabaları, raylar üzerinde yürüyen vagonlar, elevatörler, asansörler.

3. Elektrik Tesisleri: Tesislerde makinaların çalıştırılması, işlemlerin yürütülmesi, ısıtma, havalandırma, aydınlatma ve daha birçok alanda enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulur. Bu enerji, bölgesel veya ulusal enerji sisteminden sağlanabileceği gibi tesis tarafından veya diğer tesislerle birlikte grup halinde üretilebilir ve kullanılabilir. Dışarıdan sağlanan enerjinin

yetersizliği, maliyetinin yüksekliği, istenilen nitelikte ve süreklilikte olmaması gibi durumlarda, tesisler jeneratöre veya buhar türbinleri kullanarak enerji ihtiyaçlarını kendileri karşılarlar.

4. Havalandırma ve Aydınlatma Tesisleri: Tesislerin çalışması sırasında oluşan koku, toz, duman, zehirli gaz ve buharlar çalışan personelin sağlığı açısından zararlıdır. Bu koşullarda çalışan işçilerin kaza ve arıza yapma ihtimalleri artar, üretkenlikleri azalır. Havalandırma ile sıcaklığın, nemin ve havadaki yabancı maddelerin üretim işlemleri, makina ve işçi açısından olması gereken seviyede tutulması sağlanır. Tesislerde ısıtma ve soğutmanın yanında nemin giderilmesi, kuru havanın nemlendirilmesi, havadaki toz ve yabancı maddelerin temizlenmesi işçilerin çalışma güç ve arzularında, dolayısıyla verimliliklerinde önemli gelişmeler sağlar.

Çalışma koşullarının iyileştirilmesi yanında üretimde de ısıtmaya ihtiyaç vardır. Bunun için genellikle buhar kullanılır. Kaynatma, pişirme, birleştirme, yumuşatma, kurutma ve buharlama işlemleri buharla gerçekleştirilir.

Aydınlatma ürününün kalitesi ve miktarı, tesislerin bakımı, iş güvenliği, işçilerin fiziksel ve psikolojik tatmini üzerinde önemli rol oynar. Aydınlatmanın niteliğinin ve yoğunluğunun belirlenmesi teknik bir problemdir. Bu problemin çözümünde doğal aydınlatmanın yanı sıra normal lambalar, floresan lambaları, gölgeli ve filtreli ışıklar, doğrudan veya dolaylı aydınlatmalar diğer aydınlatma alternatifleridir.

5. Su Tesisleri: Su, bütün tesislerde değişik miktar ve niteliklerde kullanılan bir üretim girdisidir. Su ihtiyacı akarsulardan, göllerden, yeraltı sularından ve deniz suyundan karşılanır. Bu sular belirli oranda yabancı madde ihtiva ettiklerinden kullanım amacına uygun biçimde tasfiye edilirler. Ancak, bu işlemden önce su içinde bulunan yabancı madde miktarlarının belirlenmesi gerekir.

6. Buhar Tesisleri: Buhar genel olarak mekanik enerji ve termik santrallerde elektrik enerjisi üretiminde, proses buharı temininde ve ısıtma tesislerinde kullanılır. Kullanım yeri ve amacına göre değişik tip ve büyüklükteki buhar kazanlarında üretilir. Kazanların tipi, kapasitesi ve büyüklüğü tüketilecek buharın miktarına, sıcaklığına ve basıncına göre değişir. Kullanılan yakıt türleri de kazan tipini etkiler. Orman ürünleri endüstrisinde proses buharı üretiminde zaman zaman talaş, yonga ve diğer odun artıkları kullanılmaktadır.

7. Yakıt Tesisleri: Makinaların çalıştırılması elektrik enerjisi veya yakıtların ısı enerjisi ile sağlanır. Bu enerjiler mekanik enerjiye dönüştürülerek makinaların tahrik edilmesi sağlanır. Termik santrallerde üretilen elektrik enerjisinin esası yakıttır. Birçok endüstride yakıttan sağlanan ısı enerjisi kullanılmaktadır. Bu endüstrilerin başında gıda, metalürji, seramik, çimento, kimya ve orman ürünleri endüstrisi gelir.

Tesislerde kullanılacağı yere, yakıtın cinsine ve miktarına göre enerji üretimi için aşağıdaki yakıt tesisleri kurulur:

- 1) Kömür Tesisatı: Kömür alma, boşaltma, depolama, kurutma, kırma ve öğütme, tartma, sevk ve kül atma tesisatı.
- 2) Akaryakıt Tesisatı: Depo veya tanklar, boru hatları, vanalar, pompalar, boşaltma ve ölçü tesisatı.
- 3) Gaz Yakıt Tesisatı: Depo veya gazometreler, arıtma tesisatı, pompalar, boru hatları, vanalar, ölçü aletleri.
- 4) Nükleer Yakıt Tesisatı.

8. Basıncılı Hava Tesisleri: Basıncılı hava, birçok işlem makina – teçhizatının çalıştırılmasında, boyama, toz ve talaş kaldırma, sıvıların karıştırılmasında, basıncılı su

pompalarında, krikol, pres ve fren gibi kaldırma ve sıkma işlemlerinde ve boruların kaçak noktalarını aranmasında geniş çapta kullanılır.

Basınçlı hava, kompresörler yardımıyla havanın istenilen basınçta sıkıştırılması yoluyla elde edilir ve depolarda veya tanklarda depolanır. Kompresörler ve ilgili tesisatı kullanılacak havanın basıncı ve miktarına göre seçilirler. Atölyelerde genel olarak 4 – 6 atm basınçlı hava kompresörü ve tesisatı kullanılır. Seyyar kompresörlerin kapasiteleri 300 – 800 m³/h, sabit kompresörlerin kapasiteleri ise 3.000 – 20.000 m³/h kadardır.

Basınçlı hava, güvenli bir enerji kaynağıdır. Bu özelliği ile maden ocaklarında kullanılan aletlerin çalıştırılmasında tercih edilir.

Bazı tesislerde merkezi vakum tesisatı kurularak temizlenecek yerler bir boru şebekesi ile vakum pompalarına bağlanır.

9. Atölye ve Laboratuvar Makina – Tesisatı: Tesisler, tamir işlemlerini eksiksiz yürütecek şekilde torna, planya, matkap ve benzeri makinalarla kaynak makina ve aletlerinden oluşan atölye tesisatını kurmalıdırlar. Çoğu zaman gereksiz bir yatırım gibi görülen atölye makina ve tesisatı ihtiyaç anında arızaları kısa sürede gidererek üretim aksamalarını engellemesi ile sağlanan yarar yatırımı fazlasıyla karşılar.

Günümüzde laboratuvar, işletmeler için en önemli ve faydalı bir yardımcı tesistir. Bütün endüstriyel üretim tesislerinde hammadde kontrolü, ara ürün kontrolü veya ürün kontrolü devamlı olarak yapılmalıdır. Laboratuvarlarda kullanılacak alet, makina ve malzeme işletme ihtiyaçlarına uygun olarak, yapılacak test ve kontrollerde faydalı olacak şekilde seçilerek temin edilmelidir.

10. Pis Su ve Artık Atma Tesisleri: Canlılara ve bitkilere zararlı etkileri olan pis suların ve artıkların uygun yöntemlerle tesirsiz hale getirilmeleri gerekir. Bu amaçla tesislerin proje aşamasında bu tesisler dikkate alınmalıdır.

Canlılara ve bitkilere zararı olmayan pis sular kanalizasyon yardımıyla akarsulara boşaltılabilir. Zararlı artık sular ise uygun yöntemlerle temizlenerek akarsulara boşaltılır.

Artıkların cinsine, özelliklerine ve tekrar kullanılıp kullanılmayacaklarına göre nasıl ve nereye iletilecekleri, depolanıp depolanmayacakları planlanmalıdır. Zararlı artıkların atılacakları yer yoksa imha edilmeleri gerekir.

Bazı artıkların buhar üretimi veya ısıtma amacıyla yakılmaları mümkündür. Bazı artıklardan fiziksel ve kimyasal usullerle kullanılabilir yeni ürünler elde edilebilir. Ayrıca, bazı artıklar başka bir endüstri için ham veya yardımcı madde olarak kullanılabilir. Bütün bu hususlar dikkate alınarak artıkların atılması, temizlenmesi ve depolanması için gerekli makina – teçhizat temin edilmelidir.

11. Demirbaşlar: Proje maliyeti unsurları arasında ayrı bir bölüm olarak yer alan demirbaşlar, gerek inşaat ve montaj aşamasında, gerekse işletme sırasında gerekli olan üretim, inşaat ve tamir işleri dışında kullanılmak üzere alınan, amortisman süreleri bir yılın üstündeki makina ve malzemelerdir. Demirbaşlar aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

1) Büro ve sosyal binalarda kullanılan demirbaşlar:

- a) Çelik kasalar, evrak dolapları, mobilya, halı, mefruşat, kitaplar.
- b) Hesap ve yazı makinaları, vantilatör, buzdolabı, radyo, televizyon, elektrikli süpürge, soba.
- c) Mutfak takımları, yemekhane mefruşat ve takımları.
- d) Revir, lojman ve yemekhanelerde kullanılan yatak, mefruşat, makina.

2) Atölye, ambar ve laboratuvarlarda kullanılan ölçü, tartı ve test aletleri.

3) Kamyon ve vagon kantarları.

4) Taşıma araçları:

- a) Kara taşıma araçları: Otomobil, otobüs, pikap, ambulans, kamyon, treyler, otovinç.
- b) Ray ve tel üzerinde yürüyen makinalı veya makinasız araçlar: Lokomotif, vagon, vagonet.
- c) Deniz taşıma araçları: Gemi, mavnalı, tanker, kayık.
- d) İtfaiye araçları: arasöz, motopomp, vidanjör.

4.3.2. Makina – Teçhizat Seçimi ve Satınalma

Makina – teçhizat ve donanımının seçimi teknoloji seçimine bağlıdır. Makina ve donanım ihtiyacı, tesis kapasitesi ve seçilen üretim teknolojisi temeline göre belirlenir. Planlama çalışmalarında belirli bir üretim tekniği ve kapasitesine uygun makina – teçhizat tanımlanır.

Tesis için seçilen makina ve donanım listesi tesisin göreceği bütün işlemleri karşılayacak nitelikte olmalı, kuruluş ve montajları seçim aşamasında dikkate alınmalıdır. Mevcut pazarın genişliği ve gelecekte beklenen değişimler incelenerek seçilecek makina – teçhizatın kapasitesi belirlenmelidir.

Belirli bir kapasite ölçeğinin altında ekonomik olmayan teknolojik bölünmezlik gösteren makina – teçhizatın seçimi halinde yeterli büyüklükte pazarın varlığı araştırılmalıdır.

Birbirini izleyen ve birbirini tamamlayan makinalar üretim kapasiteleri arasında denge sağlanacak şekilde kurulmalıdır. Aksi halde, bazı makinalar atıl kalırken, bazı makinaların önünde yığılmalar meydana gelir.

Gerekli yedek parça ve gereçlerin tahmini fiyatları belirlenir. Tesisin işletmeye alınmasından sonra gerekli donanım elemanlarının temini için gerekli planlar hazırlanır.

Kullanım için eğitim gerektiren donanım önceden belirlenir ve gerekli planlama yapılır.

Seçilen teknolojiye bağlı olarak kullanılacak teknolojinin özellikleri belirlenmeli, özellikle hızlı değişen ve yenilenen dinamik teknolojilerin gelişim düzeyleri iyi izlenmeli ve buna uygun planlar hazırlanmalıdır.

Çalışılan sektörün gelişimi izlenmelidir. Pazarın bölünmesi, talebin değişmesi, yatırım gücünün azalması, ürünlerin yaşam sürelerinin kısalması ve geliştirme olanaklarının azalması ile iş kolları değişmektedir. İşletmeler, bu koşullara hızlı tepki gösterecek bir yapıda planlanmalıdır.

İşletmenin ihtiyaç duyduğu makina – teçhizatın cinsi, kapasiteleri ve fonksiyonlarını nitelik ve nicelik yönünde yerine getirebilme yetenekleri belirlendikten sonra, satınalma öncesinde aşağıdaki özelliklerin araştırılması ve değerlendirilmesi gerekir:

- 1) Makina – teçhizatın ülke içinden veya dışından sağlanabilme olanakları.
- 2) Makina – teçhizatın tedarik maliyetleri ve şartları.
- 3) Makina – teçhizatın seçilen üretim yöntemine teknolojisine uyumu.
- 4) Makina – teçhizatın tesis, montaj, işletme maliyetleri ve süresi.
- 5) Makina – teçhizatın ekonomik ve teknik ömrü.
- 6) Makina – teçhizatın satış sonrası hizmet imkanları ve garanti süresi.
- 7) Makina – teçhizatın üretim maliyetlerine ve kaliteye etkisi.
- 8) Makina – teçhizatın yedek parça, bakım - onarım maliyetleri.
- 9) Makina – teçhizatın kullanabilme ve öğrenme basitliği.
- 10) Makina – teçhizatın duyarlılığı ve güvenilirliği.

Uygulamada genellikle makina – teçhizat alımı, bir ihalenin açılması ve tekliflerin değerlendirilmesi yoluyla gerçekleştirilir. Yapıla aşağıdaki aşamalardan oluşur:

- 1) Şartname hazırlama.
- 2) Firmaları belirleme ve ayıklama.
- 3) Teklif isteme.
- 4) Firmaların sorularını cevaplandırma.
- 5) Gelen teklifleri değerlendirme ve karşılaştırma.
- 6) En uygun teklife göre sıralama.
- 7) Seçme.
- 8) Sözleşme maddelerinde anlaşmaya varma.
- 9) Sözleşmenin paraf edilmesi.
- 10) Formalitelerin tamamlanması.
- 11) İlk ödemenin yapılması.
- 12) Yapılan işlerin karşı tarafa bildirilmesi.

Şartnameler idari ve teknik olmak üzere iki kısımda hazırlanır. İdari şartnameler işin konusu, teklifin şekli ve son veriliş tarihi, teminat ve sözleşme esasları, ambalaj, taşıma ve benzeri bilgileri içerir. Teknik şartnameler ise, makina – teçhizatın teknik özellikleri, enerji karakteristikleri, işletme, bakım, tesis ve montaj ile ilgili teknik bilgileri kapsar. Bu şartnamelerin tam ve düzenli olması, alımı kolaylaştırır ve yanlışları önler.

İkinci aşamada, ihaleye katılan makina – teçhizat satıcılarının teklifleri derlenir, değerlendirilir ve karşılaştırılır. Bu değerlendirmeler yukarıda belirtilen hususlar dışında teslim ve montaj süreleri, sigorta, gümrük, vergi ve patent ödemeleri, enerji ve yardımcı malzeme kullanma farklılıkları ve işçilik giderleri dikkate alınır. Değerlendirmeye alınan tekliflerin eksiği ve anlaşılamayan kısımları belirlenerek tamamlanması sağlanmalıdır.

Son aşamada, bütün bu faktörler bir tablo üzerinde toplanarak karşılaştırmalar yapılır, gerekli makina – teçhizatın hangi firmadan satın alınacağı konusunda bir karara varılır. Tabloda, son kararın alınmasına katkı sağlayacak aşağıdaki faktörlere yer alır:

- a) Her teklifin makina – teçhizat maliyeti.
- b) Amortisman yükleri.
- c) Enerji, yakıt ve su gibi maddelerin sarfiyat miktarları ve farkları.
- d) Montaj ve imalat sırasındaki işçilik farkları.
- e) İnşaat, montaj ve teslim süresi farklarından doğan yükler.
- f) İşletme süresinde kullanılacak işçilik yükleri.

4.3.3. Makina İhtiyacının Belirlenmesi

Makina ve donanım planlaması işlemlerinde en önemli konulardan birisi de makina sayısının belirlenmesidir. Karmaşık oluşu nedeniyle birçok varsayım ve tahmin yapılarak sonuca ulaşılır.

Makina sayısının belirlenmesi statik bir durum gösterir. Bu ise gelecekte yapılacak üretim planlaması, dinamik olarak değişen ürün karışımı ve talebe uygun olarak belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Gelecekte olabilecek dinamik değişiklikleri dikkate alan bir plan ve programa imkan tanıyacak üretim kapasitesi düşünülerek makina sayısı belirlenmelidir. Bu amaçla geliştirilerek kullanılan çeşitli teknikler vardır.

Planlanan üretim için hangi tür makina – teçhizata ve hangi kalitede personele ihtiyaç duyulduğunun öncelikle belirlenmesi gerekir. İdeal olarak sistem tasarlayıcısının sistemin gerektirdiği birim elemanlardan hareket ederek bütün toplamı oluşturan sistemi ortaya koymalıdır.

Özel bir faaliyet için gerek duyulan makina ihtiyacının belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılır.

$$M_j = \sum_{i=1}^m \frac{P_{ij} T_{ij}}{C_j V_i V_M} \quad (4.1)$$

Burada;

P_{ij} i ürününün j makinasındaki toplam üretim miktarı (adet),

T_{ij} i ürününün j makinasındaki üretim süresi (dakika),

C_j j makinasının çalıştırılabilme süresi (dakika),

V_i İşçilik verimi (%),

V_M Makina kullanım verimi (%)

m üretilen ürün tipi sayısı (adet) dır.

Burada, P_{ij} toplam ürün miktarını, yani faaliyet sonunda elde edilecek iyi ve kötü (tolerans içi – hatasız ve tolerans dışı – hatalı) ürün miktarını temsil eder. Hatalı ürünlerin sayısı defo yüzdesine (f) bağlı olarak ifade edilir. Tolerans içi iyi ürün miktarı GP_{ij} ise toplam üretim miktarı

$$P_{ij} = \frac{G P_{ij}}{1 - f_{ij}} \quad (4.2)$$

eşitliği ile hesaplanır.

5. MALZEME TAŞIMA PLANLAMASI

5.1. MALZEME TAŞIMA (MT) KAVRAMI

Hammaddenin kaynağından alınarak işlenip ürün halinde satış ambarına verilmesine kadar malzemeye yaptırılan hareket "malzeme taşıma" olarak tanımlanır. Daha geniş anlamıyla, bir üretim sisteminde ürün veya hizmet üretmek amacıyla yapılan faaliyetlerde yer alan bütün taşımalar malzeme taşıma olarak nitelendirilir. Bir tesisteki hammadde, malzeme, yarı ürün ve ürünlerin taşınması, depolardaki yükleme, boşaltma ve istifleme faaliyetleri, bürolardaki evrak ve formların, hatta haber ve bilgilerin hareketleri malzeme taşıma kapsamına girer. Tesis dışında, uzun mesafeler arasındaki taşımalar, üretim planlaması açısından malzeme taşıma konusu içinde düşünülmez.

Modern üretim tekniğinde üretim büyük ölçüde malzeme taşımaya, malzeme taşımanın verimi ve hızına bağlıdır. Malzeme taşıma ürünün fiyatını artırırken, kalitesini artırmayan bir faaliyettir. Fakat her üretim sırasında mutlaka taşıma faaliyetleri söz konusudur. Malzeme taşıma konusu tesis düzenlemede de önemli bir yer tutar. Malzeme taşıma toplam maliyeti toplam maliyeti görünmeyen bir maliyet unsuru olarak etkilemektedir. Bu maliyet, endüstrinin ve tesisin niteliğine bağlı olmakla beraber, genel olarak, toplam maliyetin % 20 – 80'i arasında değişen bir orandadır. Taşımaların toplam maliyetin % 5 – 20'sini oluşturması normal sayılmasına rağmen, ağır endüstrilerde bu oran % 80'lere kadar yükselmektedir. Dolayısıyla bu konu gereken dikkatle incelenmezse üretim maliyetleri artar.

Taşıma giderlerinin az olması, maliyetin fazla yükselmemesi için malzeme taşımanın en ekonomik şekilde yapılması çözümü gereken önemli problemlerden biridir. Bu konuda istenen amaca varmak için

- 1) Taşıma şeklinin en ekonomik,
- 2) Taşıma uzaklığının en kısa,
- 3) Taşıma araçlarına ayrılan alanların en küçük olmasını sağlamak gerekir.

Malzeme taşıma donanımının doğru seçimi ile yerden tasarruf sağlanabilir. Bunun için tavandan dağıtım sistemi kurularak aynı alana daha fazla işlem makinası yerleştirilebilir. Böylece ilave boşluklara ve depolara ihtiyaç kalmaz.

5.2. MT FAALİYETLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bir tesiste taşıma faaliyetlerini etkileyen çok çeşitli faktörler vardır. Malzeme taşıma planlamasında bu faktörlerin nitelikleri gözönüne alınmalıdır. Bunlar genellikle mevcut veya tasarlanan taşıma faaliyetlerine ait bilgilerden sağlanır.

Malzeme taşımayı etkileyen faktörler:

- 1) Taşınacak malzeme; Gaz, sıvı, küçük veya iri taneli, katı, uçucu, çok sıcak, büyük hacimli, hafif, ağır, çabuk bozulan, elektriksel özellikler, birim zamanda taşınacak ağırlık, miktar, hacim vb. özellikler.
- 2) Taşıyıcı kaplar; Kutu, tahta sandık, palet, çuval, balya, vb.
- 3) Taşınacak yer; Diğer iş istasyonlarına, ambarlara veya tesis dışına taşıma.
- 4) Taşıma sıklığı; Birim zamandaki taşıma sayısı, düzenlilik derecesi, belirsizlik özelliği.
- 5) Taşıma uzaklığı ve şekli; Uzak, yakın, yatay, düşey, karma taşıma.
- 6) Taşıma hızı; Düzgün, değişken kademeli taşıma.
- 7) Ortam; Zemin, ray, platform, kanal, boru, vb.
- 8) İnsangücü; Aletsiz, basit aletler, tahriksiz araçlar, motorlu araçlar, uzaktan kontrol, tam otomatik.

- 9) Taşıma araçları; Kapasitesi, çalışma süresi, hacmi, alan ihtiyacı, esnekliği, gücü, çalıştırma kolaylığı, çalışma hızı, dayanıklılığı, ömrü, vb.

Malzeme taşıma faktörlerine ait bilgilerin mümkün oldukça sayısal olmasına özen gösterilmelidir. Böylece, malzeme taşıma planlamasında sistemin ihtiyaçlara daha iyi cevap verebilecek biçimde ve uygun maliyetle gerçekleştirilmesi sağlanır.

5.3. MALZEME HAREKETLERİNİN ÜRETİM SİSTEMİNE ETKİLERİ

Malzeme taşımada problemleri tanıyıp uygun çözümler getirebilmek için malzeme hareketlerinin üretim sisteminin çeşitli alanlarına etkilerini incelemek gerekir. Böylece, çözümleri gereken problemler daha yakından tanınmış olur. Malzeme taşımanın değişik alanlara etkileri ve bu etkilerinin nitelikleri aşağıda açıklanmıştır.

1. Tezgah Üretkenliğine Etkisi: Malzeme taşımanın kötü olması halinde malzeme tezgaha zamanında getirilemez ve sonraki işlemler de istenildiği gibi gerçekleştirilemez. Bu durum tezgah üretkenliğinin düşmesine sebep olur.

2. İşçi Çalışmasına Etkisi: Tezgah üretkenliğini azaltan sebepler işçinin çalışmasını da etkiler. Burada daha çok tezgahlarda çalışan işçileri dikkate almak gerekir. Tezgah bağlama ve indirmede esas sorumluluk tezgah işçisine düşer. İşçi yorulur, çalışma hızı düşer, sakatlanma riski artar ve hastalanarak devamlılığını kaybedebilir. Bu durum, ortalama işçi üretkenliğini düşüren bir faktördür.

3. Malzemeye Etkisi: Malzeme hareketi planlı olarak ve uygun araçlarla yapılmayan tesislerde hammadde taşımada kayıp, ürün taşıma halinde ise bozulma ve zedelenmeler meydana gelir. Ayrıca, gereksiz beklemeler malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozulmasına yol açar.

4. Diğer Bölümlere Etkisi: Malzeme taşıma işinin etkinliği düşük olduğunda üretim ve gönderim gibi kısımların üretimi azalır. Planlanan yollardan ve hesaplanmış uzaklıklardan yapılmayan malzeme taşıma işlemleri diğer tezgah ve işçilerin çalışma düzenini bozar.

Taşıma işleminde düşük hızlar, gereksiz hareketler, basit kolaylıkların uygulanamayışı genel etkinliği düşürür.

Mühendislik ve işletmecilik düşüncelerinden hareket edilerek iyi bir planlama ile kötü etkilerin giderilmesine çaba gösterilmelidir.

5.4. MALZEME TAŞIMADA TEMEL ESASLAR

Malzeme taşıma planlamasında taşıma maliyetini minimum yapan sistemin belirlenmesine çalışılır. Taşıma maliyeti, iki ayrı masraflar toplamıdır.

- 1) Taşımada kullanılan makina ve teçhizatın yatırım masrafları.
- 2) Sistemin çalıştırılması ve bakımı için yapılan masraflar.

Malzeme taşıma planlamasının esas amacı, bu masrafların toplamının minimum olduğu makina ve yöntemleri belirlemektir.

Tesis içinde malzeme taşımada etkinliği sağlayacak bir planlamanın yapılabilmesi için bazı esasların benimsenmesi ve uygulanması gerekir. Bu esasların başlıcaları aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Taşıma araçlarının sayısı az, ömrü uzun olmalıdır.
- 2) Bir defada taşınabilen miktar standart boyutlarda ve olabildiğince büyük tutulmalıdır.
- 3) Büyük ağırlıkların taşınmasında mekanizasyona gidilmelidir.

- 4) Aynı işi yapacak çeşitli taşıma araçlarından birim taşıma maliyetleri küçük olanlar tercih edilmelidir.
- 5) Mevcut taşıma araçlarının yenilenmesinde, yeni taşıma araçlarının sağlayacağı tasarruf yapılan yatırımı uygun bir süre içinde karşılamalıdır.
- 6) Taşıma araçları universal olmalıdır.
- 7) Taşıma araçlarının hızları, güvenlik ve maliyet faktörleri açısından sorun yaratmadığı ölçüde, yüksek olmalıdır.
- 8) Taşıma araçlarının ağırlıkları taşıdığı yükün ağırlığından küçük olmalıdır.
- 9) Taşıma sırasında sürtünme, kavrama ve tutma gibi durumlarda enerji kaybı minimum olmalıdır.
- 10) İşçi ve malzeme emniyeti için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- 11) Taşıma işlemlerinde köşeli ve zikzaklı hareketlerden kaçınılmalıdır.
- 12) Taşıma araçları, bunları kullanan kişilerde aşırı yorgunluk yaratmayacak biçimde tasarlanmış olmalıdır.
- 13) Taşınan toplam miktar arttıkça birim taşıma maliyeti azalmalıdır.
- 14) Yer çekimi gibi doğal hareket kaynaklarından yararlanılmalıdır.
- 15) Taşıma araçları kapasitelerinin üzerinde yüklenmemelidir.

5.5. MALZEME TAŞIMA ANALİZİ

Malzeme taşıma sisteminin analizi, mevcut duruma ait verilerin toplanması ile başlar. Hammaddenin tesise girişinden ürün halinde müşterilere sunulmak üzere hazırlandığı noktaya kadar geçtiği yolları gösteren bir akış şeması çizilir. Ayrıca, malzeme ve parçaların belirli noktalara varış ve ayrılış şemalarını gösteren bir çizelgenin de hazırlanması gerekir. Malzeme hareketinde özellikle önem taşıyan ve belirlenmesi gereken işlemler aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Gelen hammadde ve malzemenin boşaltılması.
- 2) Tesis içi taşıma için yükleme.
- 3) Depolara giriş ve çıkışlar.
- 4) İş istasyonlarına varış ve ayrılışlar.
- 5) Muayene ve kontrol noktalarına varış ve ayrılışlar.
- 6) Ambalajlama sırasındaki hareketler.
- 7) Ürün depolarına giriş ve çıkışlar.

Bu aşamalarda problemlere çözüm bulabilmek amacıyla belirli bir yolun izlenmesi gerekir. Malzeme taşıma yolunun belirlenmesi amacıyla "Düşük Maliyette Etkinliğin Sağlanması Kriteri" kullanılabilir. Bunun gerçekleştirilebilmesinin en açık yolu hareketlerin mümkün olduğu ölçüde azaltılmasıdır. O halde aşağıdaki koşulların sağlanması gerekir:

- 1) Gereksiz olan bütün hareketlerin ortadan kaldırılması.
- 2) Gerekli hareketlerin, etkinliği artırmak amacıyla mekanizasyonun sağlanması.

Bu esaslardan hareket edilerek malzeme taşımada önemli olan işlerin her biri ayrı ayrı incelenir. İnceleme sonucunda aşağıdaki sorulara cevap bulunmaya çalışılır:

- ✓ İşin ne olduğu?
- ✓ İş kim tarafından yapılacak?
- ✓ İş nasıl yapılacak?
- ✓ İş nerede yapılacak?
- ✓ İş ne zaman yapılacak?
- ✓ İş niçin yapılacak?
- ✓ İş gerçekten yapılmalı mı?

Bu soruların yanında, işin “daha etkin bir şekilde” kim tarafından ve nasıl yapılabileceği, işlemlerin zamanı, yeri ve biçimi üzerinde “değişikliklerin yapılıp yapılmayacağı” sorularına da cevap aranır.

5.6. MALZEME TAŞIMA PROJESİ

Malzeme taşıma analizi yapıldıktan sonra taşıma sisteminin bütün özelliklerini belirten bir proje hazırlanır. Malzeme taşıma projesinde bulunması gereken hususlar 5 grupta toplanabilir:

I) Tesis binası, üretim tipi ve araçları:

- a) Alanların dağılımı.
- b) Duvar, kapı, pencere, tavan konumu ve ölçüleri.
- c) Merdiven ve zemin.
- d) Tezgahların büyüklüğü ve yerleşme konumu.
- e) Üretim tipi.
- f) Taşıma araçlarının özellikleri.

II) Taşınan malzemeler:

- a) Fiziksel özellikleri.
- b) Taşıma kaplarının cinsi ve özellikleri.

III) Taşıma araçları:

- a) Taşıma araçlarının ayrıntılı tanımı.
- a) Satınalma maliyeti.
- b) Birim zamandaki çalıştırma maliyeti.
- c) Yıllık işletme maliyeti.
- d) Çalışma süresi.
- e) Kapasitesi.
- f) Esnekliği.
- g) Çalıştırma kolaylığı.
- h) Gücü.
- i) Dayanıklılığı ve ömrü.

IV) Taşıma faaliyetleri:

- b) Taşıma işlemlerinin başlangıç ve bitiş noktaları.
- c) Taşıma uzaklıkları.
- d) Taşınan miktarlar.

V) Maliyet analizleri:

- a) Taşıma işlemi başına işçilik maliyeti.
- b) İşçilik zamanı.
- c) Ücretler.
- d) Birim zamandaki işçilik ücretleri.
- e) Makinaların çalıştırma maliyetleri.
- f) Toplam maliyetler.

Malzeme taşıma analizi yapılarak toplanan bilgiler, malzeme taşıma projesinde uygulanan faaliyetlerle değerlendirilerek tesislerdeki taşıma sistemi ayrıntılı olarak belirlenir. Bina, malzeme ve araçlarla ilgili bilgiler taşıma faaliyetlerinin ölçümünde kullanılır. Taşıma faaliyetlerine ait değerlerden maliyetler hesaplanır. Malzeme taşıma projesinde yapılan işler birbirleriyle ilgili olup, geriye dönüşlerle düzeltmelerin yapılması zorunludur. Çeşitli alternatiflerin maliyetlerinin hesaplanmasında veya belirsizlik hallerinde başlangıç verileri ve

varsayımları değiştirilerek hesaplar tekrarlanır. Bunlardan en uygun olanı seçilir. İyi düzenlenmiş bir malzeme taşıma projesi aşağıdaki özelliklere sahip bir sistemi ortaya çıkarmalıdır:

- 1) İşin, dolayısıyla giderlerin azaltılması.
- 2) Üretim araçlarından sağlanan yararın artması.
- 3) Devredilen malzeme miktarının artması.
- 4) Aynı anda işlem gören malzemenin artması.
- 5) Mevcut binaların kapasitelerinin artması.
- 6) Depoların kolay kontrolü.
- 7) İşçilerin az yorulacak verimli çalışmaları.
- 8) Kalite düzeyinin yükselmesi.
- 9) İşlenmekte olan parçaların daha az hasara uğranması.
- 10) Nitelikli işçilerin daha verimli yerlerde kullanılması.
- 11) Taşıma giderlerinin azaltılması.
- 12) Taşıma işlerinde verimin artması.
- 13) Taşıma sırasında yükleme – boşaltma giderlerinin azalması.
- 14) İşletme güvenliğinin artması.
- 15) Ağır işlerin makina, zorunlu ise hafif işlerin işçiler tarafından yapılması.

5.7. MALZEME TAŞIMA AŞAMALARI

Bir tesiste, malzemenin işlem noktalarına ulaşmaya kadar ki malzeme taşıma işlemi genel olarak üç aşamada tamamlanır. Bu aşamalar şunlardır:

- 1) Boşaltma.
- 2) Malzemenin işyerine taşınması.
- 3) Depolama.

Bazı taşıma sistemleri kullanım yetenekleri dolayısıyla her üç aşamada da kullanılabilir. İşlemleri ayrı ayrı yapan sistemler ise ürünün cinsine, yerine ve tesisin yapısına göre çeşitli tipte olabilirler.

Taşıma işlemindeki aşamalar ve bu aşamalarda dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda açıklanmıştır.

1. Boşaltma: Malzeme dışarıdan karayolu, demiryolu veya deniz taşıma araçları ile gelebilir. Bu taşıma araçlarından doğrudan tesis boşaltma alanına yaklaşabilenler malzemenin elden geçirilmesini ve tesis içinde istenen yere gönderilmelerini kolaylaştırır. Böylece indirme – bindirme masrafları azalır.

Boşaltma yerleri kamyonların yükleme yüksekliğine uyacak şekilde düzenlenmelidir. Rampalar ve yükselme setleri boşaltmayı kolaylaştıran düzenlerdir. Gerekliğinde, kamyonun yükleme seviyesi zemin ile aynı seviyede olmak üzere duracakları yer daha alçak yapılabilir.

Büyük tonajlı karayolu ve demiryolu araçlarında değişik taşıma düzenlerinin bulunması mümkün olduğundan, taşımalarda verim artar. Ayrıca, karayolu taşıma araçlarında cer kancaları kullanılarak yük katarları oluşturulursa makina ve işçilerin ekonomik bir şekilde çalışmaları sağlanır.

2. Malzemenin İşyerine Taşınması: Malzemenin boşaltma rampalarından depolara veya tesisin ilgili şubelerine taşınması malzemenin ağırlığına, büyüklüğüne ve cinsine göre yapılır.

Malzemenin tesis içinde istenen yere taşınması genellikle çatallı istif arabaları, platform arabaları ve raylı taşıma araçları ile gerçekleştirilir. Taşımada temel amaç, sürekli tekrarlanan taşımalarla kaçınılması masrafları azaltmak ve el ile yapılan işleri sınırlandırmaktır.

Malzeme, mümkün oldukça, giriş yerinden doğrudan ilk işleneceği yere gönderilmelidir. Bunun gerçekleştirilemeyeceği durumlarda malzeme, mekanize taşıma sistemi bulunan bir depoya konulmalıdır.

3. Depolama: Mümkün oldukça ara depolardan kaçınmak gerekir. Aksi halde en az el işi harcayarak azami verim elde etmek için planlar hazırlanır. Yükseklikten azami yarar sağlamak, yerden tasarruf etmek ve işlem yerine taşımayı kolaylaştırmak için tavandan taşıma ve çatal şeklinde askı düzenleri kullanılabilir.

Malzeme taşımaya ara verilmemesi için küçük yükleme traversleri kullanılır. Böylece, malzeme gereksiz hareketlere meydan verilmeden daha kısa sürede doğrudan depoya gönderilmektedir.

Bazı ambarlarda malzeme hacim ve ağırlığı uygun olduğunda 4 – 5 kat derinliğine yığılabilir. Platform ve istif arabaları dar geçitlerde kullanılabildiğinden mevcut boşluklardan yeterince yararlanılabilmektedir.

Malzeme üst üste yığılarak ambar hacminden fazlaca yararlanmak mümkün olabilir. Ancak, malzemelerin üst üste yığılmaya uygun ve dayanıklı olması gerekir. Tavana kadar istif yöntemi pahalı olmasına karşılık, uygun istif araçları kullanılarak bu sakıncası giderilebilir. Bu amaçla, çatallı istif arabaları, çekme ve kaldırma düzenli el arabaları, tek raya asılı olarak hareket edebilen krenler kullanılabilir.

5.8. MALZEME TAŞIMA ARAÇLARININ ÖZELLİKLERİ

Tesislerde malzeme taşıma için kullanılan araçlar tasarım, performans, gördükleri iş ve fiyat gibi faktörler açısından çok çeşitlilik gösterirler. Yeni taşıma aracı satınalmada çok sayıda aracı değerlendirip birbirleri ile karşılaştırmak oldukça güçtür. Bu sebeple araçlar bazı ortak özelliklerine göre karşılaştırılarak en uygun olanı seçilir. Farklı tipteki taşıma araçlarını karşılaştırmada kullanılan özellikler aşağıda açıklanmıştır.

1. Esneklik: Tesislerde taşınan malzemeler büyüklük, ağırlık, cins ve miktar bakımından büyük farklılıklar gösterirler. Aynı şekilde, taşıma biçimi ve uzaklığı, üretim yöntemleri ve iş akışı tipleri arasında da önemli farklar bulunabilir. Ayrıca işyeri düzeni, ürün ve üretim yöntemlerinde zaman zaman değişiklikler yapılır. Taşıma araçlarının bu kadar farklı koşullar altında çeşitli amaçları bir bütün olarak karşılaması gerekir. Bu bakımdan taşıma araçlarının kapasiteleri ayarlanabilir ve çok amaca hizmet edebilir olmalıdır. Taşıma araçları esneklik derecelerine bağlı olarak değişik yerlerde kullanılabilir ve boş kapasitelerinin değerlendirilmesi sağlanır.

2. Çalışma Boşluğu İhtiyacı: Taşıma araçlarının yükleme, boşaltma ve hareket edebilmek için ihtiyacı olan alan ve hacmin küçük olması istenir. Buradan kazanılacak boşluklar doğrudan üretime yönelik amaçlar için veya depo olarak kullanılabileceğinden taşıma araçlarının maliyetlerinde görünmeyen veya dolaylı bir tasarruf sağlanır. Sabit bir yer işgal eden araçların bu boşluklarından yararlanılamaz. Aynı işi gören ve yeri değiştirilebilen araçlar daha avantajlı olabilir. Ancak, hareket eden araçların ayrıca bir hareket boşluğuna ihtiyaç duydukları görülür. Herhangi bir amaç için kullanılmayan boşluklara yerleştirilen taşıma araçları, hacimden yararlanma bakımından avantajlı bir durum gösterirler.

Tavana asılı raylı konveyör gibi taşıma sistemleri ilk yatırım ve binanın yapısı imkan verdiği ölçüde tercih edilmelidir. Böylece, kullanılmayan tavana yakın boşluklardan yararlanılabilir. Benzer şekilde, 5 m yükseklikte çatallı istif arabaları kullanılarak istif yüksekliği ile tavan arasındaki boşluk azaltılabilir.

3. Denetim ve Kullanım Kolaylığı: Bütün taşıma araçlarında yönetim ve denetim söz konusudur. Tam otomatik sistemlerde bile bir ilk ayarlama ve arıza anında müdahale

sözkonusudur. Montaj hatlarında kullanılan konveyörler de sürekli kontrol edilir ve belirli noktalarda elle yükleme yapılır. Taşınan malzemenin miktarı ve sayısı arttıkça insan gücü kullanım oranı ve denetim sıklığı artar. Bunları hepsi taşıma sisteminin tasarımı denetime az ihtiyaç gösterecek şekilde yapıp, boş kalma süreleri kolayca kısaltılabiliyorsa maliyetlerde önemli azalma sağlanır.

4. Hız: Taşıma sisteminin ekonomik analizinde önemli bir faktör olan hız, sabit veya değişken olabilir. Tekerlekli taşıma araçlarında hızın değişken ve belirli bir yükte belirli bir maksimum seviyede olması istenir. Montaj hattında üretim hızı konveyör hızı ile ayarlanmak isteniyorsa hız değişken olmalıdır. Taşıma aracının kısa sürede maksimum hızına ulaşması çalışma süresini, dolayısıyla çalıştırma ve işçilik maliyetlerini azaltır.

5. Güç: Gücün cinsi ve kaynağı taşıma araçlarının seçiminde önemli rol oynar. Tahrik gücü elektrik, akümülatör, benzin ve dizel motorları, hidrolik güç ve yer çekimi gibi kaynaklardan sağlanabilir. Taşımada yer çekimine öncelik verilir. Elektrik enerjisi ikinci önem sırasında düşünülmelidir. Yangın ve patlama tehlikesinin fazla olduğu yerlerde akümülatörle tahrik edilen araçlar kullanılır. Tesisin durumu, üretim tipi ve çevre koşulları taşıma sistemlerinin güç kaynaklarını sınırlayıcı faktörlerdir.

6. Taşıma Kapasitesi: Taşıma şekli, hızlar ve çalışma sırasındaki belirsizlikler taşıma sistemlerinin ortak bir kapasite ölçüsüne göre değerlendirilmesini güçleştirir. Benzer araçlar taşıyabilecekleri maksimum yüklere göre karşılaştırılabilir.

7. Hareket Yolu: Taşıma araçlarının hareket yolu sabit veya değişken olabilir. Üretim işlemleri ve taşınacak malzeme standart ise taşıma yolu sabit tutulabilir. Montaj hatlarında işlemler ve parçalar her zaman aynı yolu izlediklerinden taşımalar sabit hareket yollu konveyörlerle yapılır. Sipariş üretiminde ise işler değişik ve taşıma yerleri farklı olduğundan, çatallı istif arabalarının kullanılması daha uygundur.

5.9. MT ARAÇLARININ SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Gerekli analiz ve hesaplamalar yapılarak tesis içi malzeme taşıma konusunda mevcut sistem ortaya konulduktan sonra taşıma araçlarının seçimi yapılır. Ancak, analiz ve hesap sonuçları kullanılacak taşıma araçlarını tam olarak belirleyemez. Aynı işleri görebilecek değişik tip ve fiyatta çok çok çeşitli taşıma araçları mevcuttur. Bunlar arasından tesis için uygun olanının seçilmesini etkileyen birçok faktör sözkonusudur. Bu faktörlerin başlıcaları aşağıda açıklanmıştır.

1. Malzemenin Gececeği Yol: Tesis içinde malzemenin sabit veya zaman zaman uzaklığı ve yönü değişen yollar izlemesi seçilecek araç türünü etkileyen önemli bir faktördür.

2. Malzemenin Türü ve Niteliği: taşınacak malzemenin dökme veya paketlenmiş olması gerekli taşıma aracının niteliğini belirleyen önemli bir faktördür. Kum, un, tahıl, su veya yağ gibi malzemelerle paketlenmiş, şişelenmiş veya kalıplanmış malzemeler farklı araçlarla taşınır. Örneğin, taneli malzemelerin taşınmasında elevatörler, ince taneli ve akışkan malzemelerin taşınmasında ise genellikle boru hatları kullanılır. Malzemeler ayrıca biçimlerine, ağırlıklarına, dayanıklılıklarına göre de farklı taşıma araçlarına gerek gösterirler.

3. Binanın Fiziksel Özellikleri: Bina inşaat niteliği, şekli, mukavemeti, tavan yüksekliği, salon ve kapı genişlikleri, kat sayısı ve benzeri yapısal özellikleri kullanılacak taşıma araçlarının belirlenmesinde önemli rol oynar.

4. Taşıma Araçlarının Alan İhtiyacı: Taşıma araçlarının bir kısmı zeminde bir kısmı da tavanda asılı olarak kullanılırlar. Benzer şekilde bir kısmı bu alanı sürekli bir kısmı da zaman zaman işgal ederler. Tesis binası içinde mevcut alanın özellikleri dikkate alınarak seçilecek araçlar konusunda bir karara varılır.

5. Taşıma Kapasitesi: İki nokta arasında malzeme taşımalarının yapılacağı araç belirlendikten sonra bu araçla taşınması gereken toplam malzeme miktarının ne kadar olacağı araştırılır, taşıma araçlarından kaç tane alınacağı hesaplanır. Taşıma araçlarının kapasitesi iki değişkene bağlıdır. Bunlar; bir defada kaldırıp taşıyabileceği yük miktarı ile hızıdır. Bu bilgiler, toplam taşınacak yük miktarı ve bunların taşınması gereken uzaklıklarla ilgili verilerle desteklenerek araç türü ve sayısı belirlenir. Çeşitli taşıma araçlarında ortak yanlardan büyük kapasiteli olanı tercih edilir.

6. Maliyet Faktörleri: Taşıma araçlarının işletmeye yükleyeceği maliyetler de dikkate alınması gereken faktörlerdendir. Taşıma araçlarının seçiminde genellikle birden fazla uygulanabilir alternatif ortaya çıkar. Bu durumda, maliyetler karşılaştırılarak en uygun araç türü belirlenir. Alternatiflerin gerektireceği yatırımlar, bu yatırımların faiz yükleri, araçların hizmet süreleri, gelecekteki hurda değerleri ve işletme maliyetleri (işçilik, bakım, vergiler, sigorta, enerji tüketimi, vb.) karşılaştırmada değerlendirilecek maliyet unsurlarıdır.

5.10. MALZEME TAŞIMA ARAÇLARI **şekillerle zenginleştir?**

Analiz ve hesaplamalardan alınan sonuçlara göre kullanılacak taşıma araçlarının belirlenmesi önemli bir konudur. Ancak, seçimin yapılabilmesi için araçlar ve fonksiyonları hakkında gerekli bilgilerin sağlanması gerekir. Taşıma araçları gördükleri iş ve yapıları bakımından çok çeşitlilik gösterirler. Aynı grupta yer alan araçlar arasında bile özellik farkları vardır. Bu bakımdan taşıma araçları için çok farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Endüstriyel anlamda kullanılan taşıma araçları aşağıda teknik özelliklerine göre sınıflandırılmıştır:

- 1) Konveyörler.
- 2) Krenler.
- 3) Vinçler.
- 4) Elevatörler.
- 5) Asansörler.
- 6) İstif arabaları.
- 7) Çekmelik ve paletler.

5.10.1. Konveyörler

Konveyörler, malzemeyi sabit bir hat üzerinde sürekli olarak veya gruplar halinde taşıyan araçlardır. Malzemenin zaman, hız ve yer bakımından hassas ve kontrollü taşımalarını sağlarlar. Tahıl, maden filizi, kömür gibi hammaddelerin taşınması ve montaj hattı boyunca parçaların hareketi kullanım alanları olarak sayılabilir. Konveyörler kas gücü ile, yer çekimi kuvvetiyle, basınçlı hava ile, titreşimle ya da motorla çalışan kayışlar, zincirler veya kablolarla tahrik edilebilirler. Konveyörlerin çeşitli tipleri aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Kaymalı veya doğal tahrikli konveyörler.
- 2) Bantlı konveyörler.
- 3) Zincirli konveyörler.
- 4) Havalı (pnömatik) konveyörler.
- 5) Helisel (vidalı) konveyörler.
- 6) Titreşimli konveyörler.

5.10.2. Krenler

Özellikle ağır yüklerin kaldırılması ve taşınması maksadıyla birçok kren tipi geliştirilmiştir. Krenler genellikle iki ana grupta toplanırlar: Köprülü krenler ve kollu krenler. Bunlar da kendi aralarında çok sayıda değişik türe ayrılır. Krenlerde kaldırma aracı olarak, kancanın ucuna silan file, ip veya çelik halat kullanılır. Maden filizi, kum ve toprak gibi dökme yüklerin kaldırılmasında birbirine geçmiş iki parçalı kepçelerden yararlanılır.

1. Köprülü Krenler: Tesis içi taşımalarda elektrikli yürür köprülü krenler kullanılır. Kaldırma aracı, bütün çalışma alanının üstünü kaplayan çelik raylardan oluşan köprünün üstünde ileri – geri hareket ederek her yere ulaşırken, köprü de, iki ucundan bağlı olduğu başka bir ray sistemi üzerinde bina boyunca yürüyebilir. Böylece, taşınan malzemeye üç boyutlu hareket yaptırılabilir. Tavanda yer alan bu tür krenler, ya köprüden aşağı asılan kablo ve düğmelerle ya da köprünün bir ucunda yer alan kabinin içinde ve köprü ile hareket eden operatör tarafından yönetilir. Köprülü krenler, erimiş metallerin taşınmasında olduğu gibi, ağır makina parçalarının ve makinaların kaldırılmasında ve taşınmasında da kullanılabilirler. Bina dışında yer alan raylı taşıma sistemleri genellikle raylar üstünde hareket eden tekerlekli ayakların üstüne yerleştirilir. Bunlarda köprü, çoğunlukla ayaklardan dışarı uzanarak çalışma alanının genişletilmesini sağlar. Bu durumda dengenin bozulmaması için ya ayaklara ya da köprünün ucuna karşı ağırlıklar ve destekler yerleştirilir. Son yıllarda şişme lastik tekerlekler üstünde bütün çalışma alanını serbestçe dolaşabilen dev krenler yapılmıştır. Tekerlekler havalı direksiyon sistemiyle 90° döndürülebildiğinden krene kolayca manevra yaptırılabilir.

2. Kollu Krenler: Daha hareketli olan kollu krenler oldukça yaygındır. Kol, hafif olması için genellikle kafes biçiminde yapılan uzun bir kiriştir. Kaldırma görevini genellikle bir tamburun üzerine sarılan kablo yapar. Hareketli kol kendisini taşıyan kulinin çevresinde ağısal bir dönüş yapar. Hareketli kollu krenlerde genellikle Diesel motoru kullanılır. Kirişin ağırlığı ne kadar az olursa kren o ölçüde fazla yük kaldırabileceğinden, yapının hafif olması önemlidir. Zeminin düzgün olduğu yerlerde kullanılan kollu krenler lastik tekerlekli araçlar üstüne yerleştirilir. Zeminin yumuşak ve düzensiz olduğu yerlerde ise, paletli araçlara takılır. Palet, aracın ağırlığını, tekerlekler göre daha geniş bir alana yaydığından, birim alana etki eden kuvvet azalır. Kollu krenler yeterince hızlı hareket edemediklerinden, istendiğinde özel olarak yapılmış araçlar üzerine yerleştirilebilirler. Bu amaçla, teleskopik kollu krenler geliştirilmiştir.

5.10.3. Vinçler

Ağır yükleri kaldırıp indirmede kullanılan araçlardır. Bir veya birden çok kasnağa sahip olabilirler. Bu kasnaklara bir halat sarılıdır. Vinç, aşağı – yukarı her zaman bir dişli sistemiyle veya sonsuz vida ile tahrik edilir, böylece motor durduğunda yük kasnağı ters yönde çevirmez ve otoblokaj (kilitlenme) sağlanır. Yüklerin kararlı bir şekilde indirilmesini sağlamak için vinçlerde bir fren tertibatı da bulunur. Zaman zaman vinç sözcüğü krenler için kullanılmaktadır. Vinçlerle krenler arasındaki yapısal ve fonksiyonel farklılıklar bu kullanımın yanlış olduğunu göstermektedir. Vinçler daha çok yük kaldırma indirme amacıyla kullanılırken, krenler bu görevle birlikte taşıma görevini de yerine getirirler.

5.10.4 Elevatörler

Tahıl gibi ambalajsız dökme yüklerin bir seviyeden başka bir seviyeye olabildiğince dar bir alandan en kısa zamanda taşınması istenir. Bu tür taşımalar en ekonomik şekilde elevatörlerle gerçekleştirilir. Elevatörlerin aşağıdaki tipleri vardır: kovalı elevatörler, pnömatik elevatörler, zincirli elevatörler, Archimedes burgulu elevatörler

1. Kovalı Elevatörler: En yaygın elevatör türüdür ve tahıldan kireçtaşına kadar birçok dökme yükün taşınmasında kullanılır. Kapasiteleri 3 m yüksekliğe saatte 2 ton yükten, 69 – 90 m yüksekliklere saatte 2000 ton yüke kadar değişir. Boşaltma işlemi yerçekimi kuvveti ile veya boşaltma noktasında ters dönen kovalarla sağlanır.

2. Pnömatik Elevatörler: Özellikle, okyanus aşırı gemilerle taşınan yüklerin kıyı tesislerine saatte 2000 tona varan bir kapasite ile boşaltılmasında kullanılır. Dökme yük, hortumun boşaltma ağzındaki bir pervanenin ya da çarkın yardımı ile çekilir. Saatte 70 – 80 tonluk

küçük kapasiteli sistemlerde, pnömatik mekanizma raylar üstüne yerleştirilir ve bir diesel motoruyla bağımsız olarak tahrik edilir.

3. Zincirli Elevatörler: Zincirli elevatörün esası bir çelik borudur. Borunun içinde, eklem yerlerine dökme yükü iletmeye yarayan kanat uzantıları bulunan bir sonsuz zincir vardır. Bu araçlar bir kez çalıştığında, taşınan madde, girişten çıkışa kadar aracı doldurur. Böylece, taşınan malzemenin parçacıkları, aracın zinciri ile birlikte birbirini iterek yukarı çıkar. Bu taşıma düşey, yatay, ikisi arasında bir açı ya da bunların bir kombinasyonu şeklinde olabilir.

4. Archimedes Burgulu Elevatörler: Kesiksiz taşıma ilkesine göre çalışır. Uzunluğu yaklaşık 9 m olan taşıma aracı, gene olarak yatayla 70° – 80° açı yapacak biçimde tasarlanırlar. İki tekerlekli bir şasi üstüne takılı olan ve kapasitesi saatte 20 – 30 tonu bulan bu araçlar tarım endüstrisinde yaygın olarak kullanılırlar.

5.10.5. Asansörler

Seviye farkı olan yerlerde yükleri düşey olarak hareket ettiren taşıma araçlarıdır. Yüksek fırınlarda kullanılan asansörlerin yolu ise eğiktir. Asansörler genellikle çok katlı yüksek binalarda ve maden kuyularında kullanılırlar. Kasnaklı veya tamburlu biçimde olabilirler.

5.10.6. İstif Arabaları

Tesise gelen malzemeyi araçlardan boşaltmada, üretim bölümlerine veya tesis içine taşımada çatallı istif arabaları kullanılmaktadır. her yerde kullanılabilmesi, yükün kaldırılabilmesi ve tek kişi tarafından az emekle kullanılabilmesi çatallı istif arabalarının avantajlarıdır.

5.10.7. Çekmelik ve Paletler

Yardımcı taşıma araçlarıdır. Doğrudan taşıma yapmazlar. Görevleri, taşınacak malzemenin belli boyutlu bir hacim içinde toplanmasını ve korunmasını sağlamaktır. Paletler, 10 – 15 cm kalınlıkta bir veya iki yüzlü kullanılabilen standart boyutlu düzenlerdir. Çekmelikler, yüklerin daha büyük birim miktarlarda taşınmasını sağlayan, standart boyutlu, prizmatik ve tamamen kapalı metal kaplardır. Konteyner olarak da bilinen bu araçlar kara, deniz ve demiryolları taşımacılığında özellikle kullanılmaktadırlar. Hammadde, malzeme ve makinaların taşınmasında önemli kolaylık ve ekonomi sağlarlar.

6. BAKIM PLANLAMASI

6.1. BAKIM KAVRAMI

Makina ve teçhizat üretiminde kullanılan malzemeler yapıları, tasarımları ve kullanım koşullarına bağlı olarak zamanla yaşlanır, yorulur ve görevlerini yerine getiremez duruma gelirler. Bütün endüstriyel işletmelerde parçaların eskimesi, makinaların bozulması veya kırılması, binaların ve tesislerin aşınması sözkonusu olduğuna göre bakım planlarının hazırlanması ve uygulanması kaçınılmaz bir faaliyettir.

Bakım, makina elemanının veya makinanın planlanan ömrü içerisinde fonksiyonlarını yerine getirecek şekilde korunmasını sağlayacak teknik eylemlerin bütünü olarak tanımlanabilir.

Bakım, tesis sistemini belirli koşullar içinde tutmak ya da kabul edilebilir üretim koşullarını sağlayacak şekilde tamirini içeren koruyucu ve düzeltici faaliyetlerdir. Optimum bakım politikaları, sistem güvenilirliğini ve sağlamlığını mümkün olan en düşük maliyetle sürdürmeyi amaçlar. Endüstrinin gelişimine paralel olarak sistem, malzeme, işgücü maliyetlerinde ve sağlamlık ihtiyaçlarındaki artışlar, makinaların karmaşık yapısı işletmeler için uygun bakım politikalarının önemini artmıştır.

İşletmeler, özellikle hayati tehlike riski yüksek olan sistemler başta olmak üzere, kalite sorunu olmayan, güvenilir ve tutarlı sitemlere gereksinim duyarlar. Ancak, endüstriyel uygulamalarda, hatalar nedeniyle üretim durmalarının en az olduğu, üretim hızı kaybı ve kalite sorunları olmayan hatasız üretim çoğu zaman başarılabilir. Üretim sistemindeki düzensizliklerin ve kullanışsızlığın nedeni uygun bakım politikalarının uygulanmamasıdır.

Bakım disiplininin gelişmesi, endüstriyel mühendislik, üretim araştırmaları ve iş yönetimi gibi akademik disiplinlerce etkilenmiş ve daha çok endüstrinin ihtiyaçları tarafından yönlendirilmiştir. Başlangıçta mühendislik konusu olarak ele alınmış, daha sonra üretim araştırmaları içinde incelenmiş, bugün ise iş ve yönetim disiplinlerince daha fazla üzerinde durulmaktadır.

Bakım yönetimi, bakım önceliklerini, stratejilerini, planlanmasını, kontrolünü ve organizasyonda ekonomik açıdan iyileştirmeleri içeren yöntemler gibi sorumluluk ve uygulamalarla ilgili bütün yönetim etkinliklerinin belirlenmesidir.

Bakım maliyetleri, endüstriden endüstriye değişmekle birlikte, üretim tesislerinin toplam işletme maliyetleri içinde önemli bir yer tutar. Yine de arızaların, güvenilirlik oranı yüksek bir şekilde giderilmesi gerekmektedir.

6.2. BAKIM FAALİYETLERİNİN ÖNEMİ VE AMACI

Bakım Sisteminin Önemi:

- 1) Diğer işletmelerle rekabeti kolaylaştırmak,
- 2) Daha yüksek üretim kalitesi sağlamak,
- 3) Üretim artışı sağlamak,
- 4) Sipariş teslim sürelerinde itikrar sağlamak.

Bakım faaliyetlerinin ana amacı, tesislerde üretimi gerçekleştiren makinaları çalışmaları boyunca koruyarak üretim aksamalarını önlemektir. Bu ana amacı gerçekleştirmek iki yolla sağlanabilir:

- a) Sistemin işleyişinde bozulma ve başarısızlıkların önlenmesi.
- b) Ortaya çıkan bozulma ve başarısızlıkların meydana getirdiği zararların en aza indirilmesi.

Bakım planlamanın yan amaçları:

- 1) İşletmenin donanımlarının (tesis, makina, teçhizat ve binaların) faydalı ömrünü uzatmak.
- 2) Yıpranmayı ve eskimeyi en düşük düzeye indirerek işletmenin değerini korumak.
- 3) Makinaların ve donanımın üretim için emre hazır sürelerini en yüksek düzeyde tutmak.
- 4) Ürünün kalite düzeyini koruyacak veya arttıracak şekilde işletme olanaklarının kaliteli olmalarını sağlamak.
- 5) Acil durumlar için bulundurulmuş bütün yedek üniteler, kurtarma teçhizatı, yangın söndürme tesisi vb donanımların çalışır durumda hazır bulunmasını sağlamak.
- 6) Bütün bu hedefleri yerine getirmek için yapılan çalışmalarda personelin emniyetinde herhangi bir fedakarlığa yol açmamak ve insan emniyetini arttırmak.
- 7) Bütün bu hedefleri uzun dönemde en düşük maliyetle gerçekleştirmek.

Bu yan amaçların gerçekleştirilmesi ile bakım planlamanın ana amacı arzulanan düzeyde tutulabilir. Yani işlemlerde ortaya çıkabilecek kesintiler tahmin edilerek bunlara engel olunur ve makina – teçhizat yüksek bir verim sağlayacak durumda tutulabilir.

6.3. BAKIM FAALİYETLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Plansız Bakım: Bu sistemde makina veya tesis arıza yaptığı anda müdahale edilir. Bakımın direkt maliyeti düşüktür. Bakım servisinin genel masrafları asgari seviyede tutulabilir.

Planlı Bakım: Makina veya tesise belirli bir plan ve programa göre işlem yapılarak, normal işletme ihtiyaçlarına göre çalışmasını temin etmektir.

Planlı Bakımın Yararları:

- 1) Daha az makina arızası olacağından duruşlar daha iyi kontrol edilebilir ve makina kullanma süresi artar. Bunun sonucu üretim miktarı artar ve daha uygun teslim zamanı belirlenebilir.
- 2) Makinalarda zamanında en sağlıklı ayarlar yapılacağından daha iyi verim elde edilir. Böylece ürünün kalitesi muhafaza edilir, kusurlu ürün oranı azalır.
- 3) Arızalardan oluşan ara onarımlar azalır ve onarımlar arasında geçen süre uzar. Böylece bakım işgücü ve teçhizatından daha iyi istifade edilir.
- 4) Onarım masrafları azalır. Ara kontrollerde yapılan işlemler ve değiştirilen parçaların maliyetleri, arızalara nazaran daha düşük olur.
- 5) Makinaların faydalı ömrü uzar, yenileme zamanı uzar.
- 6) Yedek makina ve teçhizat ihtiyacı azalır ve tesisin yatırımında tasarruf sağlanır.
- 7) Bakım masrafları azalır. Planlı bakım, işçi ve malzeme masraflarında tasarruf sağlanır.
- 8) Daha iyi yedek parça kontrolü yapılabilir ve stok miktarı azaltılabilir.
- 9) Daha uygun bir çalışma sağlanır. Bakım masraflarının aşırı olduğu bölümler dikkati çeker. Gerekli araştırmalar yapılarak lüzumsuz işler veya yanlış uygulamalar düzeltilebilir. Operatörlerin çalışma durumlarının ıslahı ile makinaları hor kullanmaları sonucu arıza ihtimalleri ve aşırı yıpranmalar giderilebilir.
- 10) Arızalar sebebiyle üretimde çalışan işçilerin prim kaybı daha az olur.
- 11) İşçilerin emniyeti ve tesisin korunması daha iyi temin edilebilir. Böylece tazminat ve sigorta masrafları daha az olur.
- 12) Yukarıdaki sebeplerle üretimin birim maliyeti düşer.

Planlı bakım çeşitleri:

Tesislerde makina-teçhizat ve tesisat yönetimin belirlediği standartlara göre sürekli çalışır durumda bulundurulmalı ve istenen verimde kalmaları sağlanmalıdır. Bu amaçla aşağıda sıralanan bakım çeşitlerinden birinin uygulanması gerekir:

- 1) Önleyici (Koruyucu) bakım.
- 2) Düzeltici bakım.

1. Önleyici Bakım: Koruyucu (önleyici) bakım veya tamir, herhangi bir arızaya veya üretim aksamasın yol açacak bir olay meydana gelmeden önce, böyle bir ihtimali ortadan kaldırmak amacıyla yapılan bakım hizmetleridir. Makinalar arızalanmadan önce belirlenen kurallar içinde gözden geçirilmelidir.

Önleyici Bakım Faaliyetleri:

- a) Yağlama işleri,
- b) Temizleme işleri,
- c) Muayeneler, durum muayenesi,
- d) Kalibrasyon, ayar,
- e) Programlı onarımlar,
- f) Programlı revizyonlar,
- g) Programlı parça değişimleri.

Önleyici Bakımın Yararları:

- 1) Daha az üretim duruşu,
- 2) Bakım elemanlarına, arıza onarımları sırasında ödenecek fazla mesai ücretlerine kıyasla, normal ayar ve onarımlar için daha az fazla mesai ödenmesi,
- 3) Daha az, büyük boyutlu onarımlar, daha az sıklıkta onarımlar,
- 4) Arıza ortaya çıkmadan önce yapılan basit onarımlar için daha düşük onarım maliyeti,
- 5) Daha az mamul reddi, daha iyi kalite kontrolü,
- 6) Daha az yedek üretim aracı. Dolayısıyla azalan sermaye yatırımı,
- 7) Bakım maliyetlerinde azalma,
- 8) Bakım maliyeti yüksek olan üretim araç ve yardımcı tesislerin belirlenerek nedenlerinin araştırılması ve bulunması,
- 9) Yedek parça kontrolünün daha iyi yapılarak stok düzeylerinin azaltılması,
- 10) İşçiler için daha güvenli bir çalışma ortamı,
- 11) Daha düşük birim imalat maliyeti.

Koruyucu bakım kapsamında tahmin edici bakım ve revizyon uygulanır.

Tahmin edici (durum muayeneli) bakımda, makina-teçhizat hakkında geçmiş bilgiler araştırılır. Durum muayenesinde arızaların nedenleri, belirtileri ve tipleri belirlenir. Bunlar analiz edilerek makina-teçhizatın hangi kısımlarının ne zaman aşınacağı ve bozulacağı konusunda bilgi edinilebilir. Bu bakım tipi bugün ayrı bir program olarak değil, koruyucu bakım kapsamında düşünülmektedir.

En çok rastlanan arıza tipleri:

- 1) Çatlaklar,
- 2) Kırılmalar,
- 3) Deformasyonlar,
- 4) Aşınma,
- 5) Korozyon, erozyon, boşluk oluşumu,
- 6) Malzeme yorgunluğu,
- 7) Eskime,

- 8) Kesilme,
- 9) Birleşme yerlerindeki gevşemeler vb.

Yukarıda verilen değişik tipteki arızalar normal olarak aşağıda belirtilen nedenlerin birinden veya birkaçından kaynaklanabilir.

- 1) Fazla yük altında çalışma,
- 2) Titreşimler,
- 3) Uygun olmayan çevre faktörleri,
- 4) Yetersiz yağlama,
- 5) Kirlilik,
- 6) Hatalı kontrol cihazları,
- 7) Yanlış kullanım,

Yukarıda arıza nedenleri, aşağıdaki arıza belirtileriyle sonuçlanmaktadır;

- 1) Çatlamalar,
- 2) Isınma,
- 3) Titreşim artışı,
- 4) Gürültü artışı,
- 5) Koku,
- 6) Çürüme,
- 7) Düzensiz çalışma,
- 8) Sızıntılar,
- 9) Hasar,
- 10) Enerji tüketiminde dalgalanmalar,
- 11) Bağlantı noktalarında gevşemeler, salgı vb.

Pek çok durumda, arıza birden fazla arıza belirtisiyle kendini göstermektedir. Bu nedenle de muayene işlevi bütün olası arıza belirtilerine yönelik olarak yürütülmelidir.

Durum muayenesinde gözlem ve ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır.

Revizyon, makina – teçhizatın arıza meydana gelmeden önce tek tek gözden geçirilmesidir. Olması muhtemel görülen arızalar ön incelemelerle belirlenerek arıza meydana gelmeden önce onarım yapılır. Günümüzde revizyon genellikle belirli zamanlarda periyodik olarak yapılmaktadır. Farklı bir organizasyonel içerikte olmakla birlikte, revizyon da koruyucu bakım kapsamında düşünülmelidir.

2. Düzeltici Bakım: Üretim aksamasına yol açan bir arıza, bozulma veya kırılma durumlarında makina – teçhizatı eski haline getirme ve yeniden çalıştırma amacıyla yapılan bakım, onarım ve yenileme çalışmalarıdır. Bu tür bir bakım faaliyetinin yürütülmesi sırasında temel ilke, işi en kısa sürede tamamlamak ve bu iş için ayrılan işgücü, araç – gereç, yedek parça ve malzeme gibi kaynakları en etkin biçimde kullanmaktır. Bu özelliklerinden dolayı “acil bakım” olarak da adlandırılmaktadır.

Bu bakım çeşitlerinden hangisine ağırlık verileceği, sistemin yapısına ve üst yönetimin kararlarına göre önceden planlanır. Bu konuda genel maliyetler önemli bir kriter olarak ele alınabilir.

6.2. BAKIM ORGANİZASYONU

Bakım (B) faaliyetlerini üretim yönetiminin bir fonksiyonu olan Bakım Mühendisliği (BM) yürütür. Bakım Mühendisliğinin temel fonksiyonu ÜPK ve üretim bölümleri ile işbirliği yaparak bakım planlarını hazırlamak, arızaların minimum zaman kaybı ile giderilmesi ve

bakım ekibini yönetmektir. Bakım fonksiyonunu temel ve yardımcı fonksiyonlar olmak üzere iki grupta toplanır:

Bakım Mühendisliğinin temel görevleri:

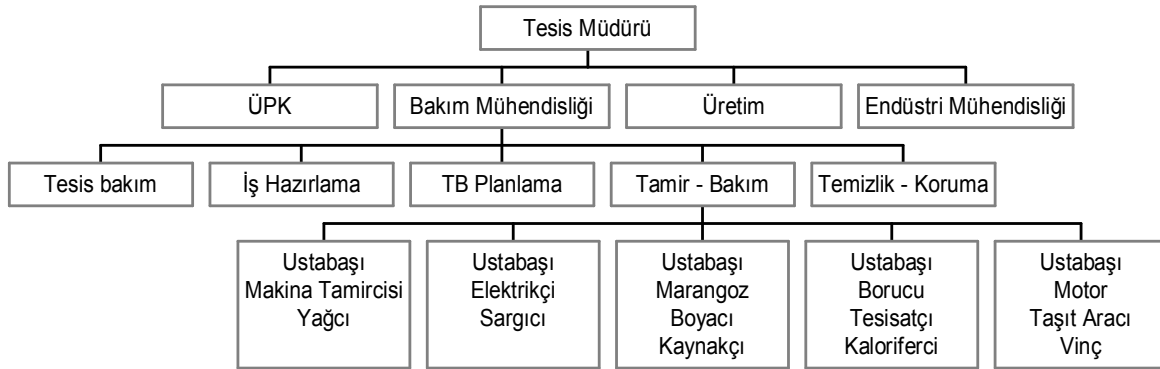
- 1) Makina – teçhizatın korunması ve muhafazası.
- 2) Mevcut bina ve arazinin korunması ve bakımı.
- 3) Makina – teçhizatın periyodik kontrolü, bakımı, yağlanması.
- 4) Yardımcı tesislerin bakımı.
- 5) Mevcut makina – teçhizatın ve binaların değiştirilmesi.
- 6) Yeni makina – teçhizat tesisi ve binaların inşası.

Bakım Mühendisliğinin yardımcı görevleri:

- 1) Deponun korunması ve bakımı.
- 2) Tesislerin doğal afetlere karşı korunması, koruyucu tesis ve malzemelerin bakımı.
- 3) Artık maddelerin imha edilmesi veya değerlendirilmesi.
- 4) Hurda makina – teçhizat ve malzemenin değerlendirilmesi.
- 5) Bütün tesislerin sigorta ettirilmesi ve takibi.
- 6) Kirlilik ve gürültü sorunlarının çözümü.
- 7) İşletme yönetiminin bakım mühendisliğine verilecek diğer hizmetler.

TB bölümünün organizasyon şeması Şekil 6.1’de gösterilmiştir.

Bazı durumlarda bu hizmetlerin veya görevlerin bir kısmı işletme dışında bu konularda uzmanlaşmış kuruluşlara verilebilir. Özellikle, asansörler, enerji istasyonları, tesisat, motorlar, büro makineleri ve bilgi işlem makinelerinin bakım konusunda uzmanlaşmış kuruluşlar veya üretici firmaların yan kuruluşları tarafından yürütülmesi gerekir. Bazı makina – teçhizat ve tesisatın bakımı da bunları kullanan işçilerin sorumluluğuna bırakılabilir.



Şekil 6.1. Bakım organizasyonu yapısı

6.3. BAKIM PLANLAMASINI GEREKTİREN NEDENLER

Tesis makina – teçhizat ve donanımında meydana gelen arızalar, bazen ekipmanı hemen tamir etmek veya kısmen değiştirmek suretiyle giderilebilir. Bazen de fazla bakım ve tamir gerektiren durumlar üretim veya hizmet kayıplarına neden olabilir. Bu bakımdan arıza ihtimalini en aza indirecek bir bakım seviyesinin sağlanması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Ancak, hiçbir bakım seviyesi arızayı tam anlamıyla önleyici yeterliliğe sahip değildir. Bu konuda önleyici bakıma mı, arıza anındaki bakıma mı öncelik verileceğinin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla her iki bakım maliyetinin başabaş olduğu nokta bulunmalıdır. Üretimin kesintiye uğramaması için gerekli bakım planları hazırlanmalıdır.

Bakım planı hazırlamayı gerektiren nedenleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- 1) Birim başına düşen dolaysız işçilik giderlerinde azalma sağlayan yüksek mekanizasyon ve otomasyon kazancın bir kısmının bakım için harcanmasını gerektirmiştir.
- 2) İşlemler arasında stokların az oluşu ve üretimin hassas olarak yönetilmesi üretimdeki kesintilerin daha pahalıya mal olmasına yol açmıştır. İşçilere kesinti süreleri için de ücret ödenir. Bu nedenle, kesintilerin önlenmesi için bakım planlaması kaçınılmazdır.
- 3) İşlemlerde ortaya çıkan kesintiler ürünün zamanında teslim edilememesine neden olur.
- 4) Hatalı durumların zamanında düzeltilmesi, tamir masraflarını azalttığı gibi makinalardan miktar ve kalite bakımından aynı verimin elde edilmesi sağlanır.
- 5) Sürekli yapılan bakım ile buhar, elektrik, hava, su vb. girdilerin masrafları azalır.
- 6) Bakım hizmetlerinin uygun sınırlar içinde uzmanlık haline getirilmesi, yapılan işin güvenilirliğini artırır, genel giderleri azaltır.
- 7) Bakım planlaması, gerekli yedek parçaların stoklarda bulunmasını sağlar. Ancak az kullanılan parçaların stoklarda fazla birikmesini önlemek gerekir.

Bu nedenlerden dolayı, üretim aksamalarını tahmin edip önlemek amacıyla bakım planlamasına gerekli önem ve dikkat verilmelidir. Aksi halde verimde azalmalar kaçınılmaz olur.

6.4. BAKIM FAALİYETLERİNİN TEMEL AMAÇLARI

Bakım faaliyetlerinin ana amacı, tesislerde üretimi gerçekleştiren makinaları çalışmaları boyunca koruyarak üretim aksamalarını önlemektir. Bu ana amacı gerçekleştirmek iki yolla sağlanabilir:

- h) Sistemin işleyişinde bozulma ve başarısızlıkların önlenmesi.
- i) Ortaya çıkan bozulma ve başarısızlıkların meydana getirdiği zararların en aza indirilmesi.

Ana amacı gerçekleştirmek için bakım fonksiyonunun aşağıdaki yan amaçları yerine getirmesi gerekir:

- 1) Makina ve parçaların kalite seviyelerinin yükseltilmesi.
- 2) Makinaların bakımını ve yenilenmesini kolaylaştırıcı yönde tasarımın geliştirilmesi.
- 3) İşletme içi yerleşim düzeninin iyileştirilmesi.
- 4) Hazırda tutulan atıl kapasite yoluyla bozulmalardan ileri gelen zararın en alt düzeye indirilmesi.
- 5) Meydana gelebilecek bir aksaklığın üretimin durmasına yol açmasını önlemek için hazır ara stoklar bulundurularak iş sürekliliğinin sağlanması.
- 6) Hızlı bakım ve yenileme yapabilmek için gerekli düzenin kurulması ve uygun araç – gereçlerin bulundurulması.
- 7) Düzenli gözlem ve kritik parçaların değerlendirilmesi yoluyla önemli maliyetlere yol açabilecek bozulma ve kırılmaların önlenmesi.
- 8) Yangın, doğal afet, hırsızlık, iş kazası, sabotaj ve benzeri olaylarda üretim tesislerinin en az zarar görmesinin sağlanması.

Bu yan amaçların gerçekleştirilmesi ile bakım planlamanın ana amacı arzulanan düzeyde tutulabilir. Yani işlemlerde ortaya çıkabilecek kesintiler tahmin edilerek bunlara engel olunur ve makina – teçhizat yüksek bir verim sağlayacak durumda tutulabilir.

6.5. BAKIM VERİMLİLİĞİ VE ÜRETİME ETKİSİ

Bakım verimliliği, arızaların önlenmesine veya en aza indirilmesine bağlıdır. Bakım ekibinin belirli bir standart çaba ile arıza halindeki atıl zamanı minimuma indirmek gerekir.

Maliyet açısından bakımın verimli sayılabilmesi için yapılan harcamaların önceden bütçede ayrılan malzeme ve bakım giderleri sınırını aşmaması gerekir. Arızaların zamanında önlenmesi, bakım ekipmanı, maliyetle ilgili bütün faktörlerin belirli ölçülerde gerçekleşmesi halinde mümkün olur. Aksi halde, faktörlerin bazılarında verimsizlik gözlenebilir. Üretim açısından bir arızanın önlenmesi veya tamir edilmesi diğer faktörler açısından verimsiz olabilir. Arızalar rasgele zamanlarda meydana gelir. Bu sebeple çok sayıda ekipman bulundurulacağından, masraflar artacak ve verimliliği diğer faktörler açısından olumsuz yönde etkileyecektir. Ayrıca, geçici tamir ileride atıl bir zaman içinde yenilenmezse iş emniyeti bakımından verimliliği azaltır. Verimliliği artırmak için sürekli bir değerlendirme ile yönetim ve yönlendirme arasında bir denge kurulmalıdır.

Üretim sistemi büyüdüğü zaman bakımın önemi daha çok artar. Tesislerde makina ve tesisler üretimin yapısına bağlı olarak farklı çalışma düzeni gösterirler. Bu ise, arıza durumunda üretimi değişik biçimlerde etkilemektedir. Makina – teçhizatın çalışma düzenlerine bağlı olarak arızaların üretime etkileri aşağıda açıklanmıştır.

1- Tek Çalışan Makina: Tek çalışan makinanın durması işi durdurmaz. Ancak, üretimde bir azalmaya sebep olabilir. İşletme sipariş üretiminde tazminat ödemek durumunda kalabilir.

2- Grup Halinde Çalışan Makinalar: Makinalar paralel bağlıdır. İş istasyonlarının birinde herhangi bir makinanın durması o iş istasyonunun durmasına sebep olur. Diğer iş istasyonları çalışmalarına devam ederler. Üretim miktarı azalır, fakat üretim kısmen devam eder.

3- Komple Tesisler: Demir – çelik, kağıt, çimento, şeker, un, vb. tesisleri ile rafineri gibi proses endüstrilerinde tesisin bir yerindeki arıza bütün tesisin durmasına büyük üretim kayıplarına sebep olur.

Makina – teçhizatın arızalanması dışında enerji, su, buhar, vb. ihtiyaçların karşılanamaması durumunda da üretim durur.

Her türlü aksaklıkları önlemek ve üretimin sürekliliğini sağlamak için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

Bakım faaliyetlerinin zamanında yapılamaması verimlilik, üretim akışı ve maliyetler üzerinde bazı olumsuz etkiler yaratır. Bu etkilerden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Makinaların ve bunları çalıştıran işçilerin boş kalması.
- 2) Dolaylı işçilik ve üretim maliyetlerinin artması.
- 3) Satışlarda düşmeler ve müşteri talebinin karşılanamaması.
- 4) Arızanın meydana geldiği üniteden dolayı boş kalan diğer üniteler.
- 5) Kalitenin düşmesi, ıskarta oranının artması.
- 6) Siparişlerin zamanında teslim edilememesi nedeniyle müşteriye ödenen tazminatlar.
- 7) Eksik bakım yüzünden arıza oranının artması.

6.6. BAKIMIN KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Üretim sistemlerinde bakım ve kalite kontrol politikaları birbirinden bağımsız olarak belirlenir. Ne kadar çok koruyucu bakım yapılırsa üretim sisteminin kontrol altında olma ihtimali o kadar yüksek olur. Bunun sonucunda kalite kontrol uygulamaları daha az olur. Diğer durumda, kalite kontrol uygulamaları aracılığı ile hatalı parçaların ortaya çıkarılması, üretim sürecinin kontrol dışında olduğunu gösterir. Bundan dolayı, süreç denetimi ve bunun

ardından bakım işleminin gözönüne alınması gerekir. Bu, mantıksal olarak, kalite kontrol ve bakım politikalarının birbirlerini etkilediği anlamına gelir.

Toplam verimli bakım kavramında kalite geliştirme süreçleri ile bakım ve üretim fonksiyonları birleştirilmiştir. Böyle bir organizasyonda bakımın diğer avantajları yanında, yüksek kalite düzeyine de ulaşıldığı görülmüştür. Çalışanların kendi yetki ve sorumluluk alanlarında yönetime katılmalarının da tam zamanında üretim ve kalite yönetim programlarına önemli destek sağladığı farkedilmiştir.

6.8. BAKIM PLANLAMASI VE PROGRAMLAMASI

Etkin bir bakım faaliyetinin sağlanabilmesi planlama, programlama ve kontrol sisteminin iyi işleyebilmesine bağlıdır. Böylece, iş öncelikleri doğru belirlenebilir, gerekli malzeme, araç – gereç hazır bulundurulabilir, birbirini izleyen ve paralel yürütülen faaliyetlerin sıraları doğru olarak tespit edilebilir, bakım malzemelerinden ve işçilerden etkin bir yararlanma olanağı sağlanır.

Planlama ve programlama çalışmalarının kapsamı ve ayrıntıya inme derecesi bakım hizmetlerinin genişliğine bağlı olarak değişebilir. Bu görev, küçük bir işletmede bakım ustası tarafından yerine getirilirken, büyük işletmelerde bakım planlama ve programlama amacıyla özel bir organizasyona gidilir.

Bakım faaliyetleri bir plan çerçevesinde yapılır ve uygulanırsa verim artar. Planlar yapılırken faaliyetlerin ne zaman yapılacağı, bütçede ödenek ayrılması, herhangi bir kuruluştan yardım alınıp alınmayacağı bilinmeli ve planlar buna göre düzenlenmelidir. Başarılı bir bakım programlaması için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekir:

- a) İlgili kişilerin gerekli yerlerde bulunması.
- b) Bakım yöneticisine ve ekibine gerekli bütün bilgilerin tam ve doğru olarak verilmesi.
- c) Ana plan ve programlara uygunluğun gözetilmesi.

Bakım hizmetlerinde aşağıda açıklanan bakım plan ve programları uygulanır.

1. Ana Bakım ve Muayene Planı: Uzun bir dönemi kapsayan koruyucu bakım planlarıdır. Hangi makina ve tesislerin periyodik olarak servisten çıkarılacağı, revizyona alınacağı veya muayene edileceği zamanlarıyla bu plan üzerinde gösterilir. Yapılacak koruyucu bakım ve yenileme işlemlerinin zamanları belirlenerek gerekli işgücü planlaması yapılır. Revizyon ve muayene süreleri makinaların cinsleri ve yaşları ile ilgili olmakla birlikte, ayrıca bunlara ait prospektüsler, mevcut deneyler, istatistik bilgi ve analizler bu konuda bilgi verebilir. Ana bakım planı haftalık ve günlük bakım programları haline getirilir. Bu nedenle ana bakım ve muayene planları genel bakım programlarının da kaynağıdır.

2. Haftalık Bakım Planları: Ana plan daha genişletilerek haftalık bakım planları hazırlanır. Bu plan, her bakım işçisinin ve bakım bölümünün çeşitli makinalarının bir sonraki hafta içindeki günlerde hangi işleri yapacakları açık bir şekilde gösterilir.

3. Günlük Bakım Programları: Bakım bölümü haftalık bakım programlarına paralel olarak bakım personelinin ertesi gün yapacağı işleri bir program halinde belirler. Günlük bakım programları iş emirleri şeklinde hazırlanır. Bu iş emrinde işin başlama ve bitiş saatleri, işi yapacak kişi, kullanacağı alet ve makinalar açıkça gösterilir.

Bakım işinin programlanmasında Gantt diyagramının kullanılması oldukça yarar sağlamaktadır. Böylece faaliyetlerin kontrolü da gerçekleştirilebilir.

Önemli bakım hizmetlerinin yürütülmesinde genellikle, bir planlama ve kontrol tekniği olan PERT kullanılmaktadır. Bu tekniğin kullanılması ile;

- İşin toplam süresi aşırı ek harcamalara yol açmadan en alt düzeye indirilmektedir.
- Birbirleriyle bağımlı faaliyetler belirlenmekte, sıralı yürütme ve kontrol sağlanmaktadır.

Bakım bölümü plan ve programların etkin bir şekilde yürütülmesi için aşağıdaki formları kullanır ve gerekli kayıtları tutar:

- 1) Makina sicil kartı.
- 2) İş dağıtım kartı.
- 3) Arıza bildirim kartı.
- 4) Periyodik bakım – onarım teknik güvenlik raporları.
- 5) Arıza grafikleri.
- 6) Teknik güvenlik grafikleri.

Makina sicil kartında normal revizyon, bakım tarihleri ve arızalar yazılır. İki sicil kartı tutulur ve biri makina üzerinde biri de dosyasında saklanır.

Bakım yetkilileri, işçilerin yapacağı işleri yapılış sırasına göre iş dağıtım kartına işlerler.

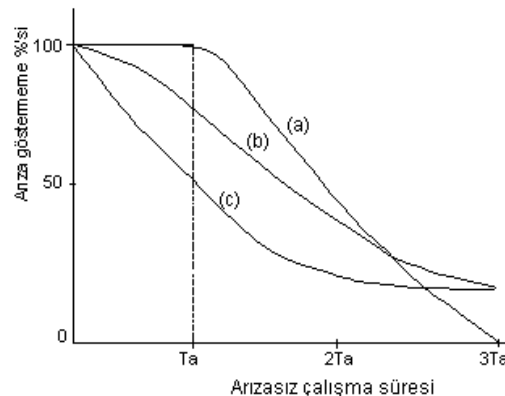
Meydana gelecek arızalar arıza bildirim kartına işlenerek onarım ekibi bu kartla çağrılır. Arıza giderilince kart imzalanır. Bu durum sicil kartlarına da işlenir.

Periyodik bakım – onarım ve tesisteki teknik güvenlikle ilgili hususlar periyodik olarak üç ayda bir genel raporlar halinde düzenlenir, üretim planlama, üretim ve muhasebe bölümlerine gönderilir.

Arızalanan makinalara ait bilgiler bir grafik halinde gösterilir. Bir makinanın arıza özelliğini tanımlayan arıza dağılım eğrisi, belirli çalışma saatleri içerisindeki arızasız çalışma yüzdesini veren bir grafikdir. Dağılım eğrisinin şekli makinanın cinsine, çalışma koşullarına, parça sayısına ve daha birçok faktöre bağlıdır. Şekil 6.2’de üç ayrı makinanın arıza dağılım eğrisi gösterilmiştir. T_a söz konusu makinaya ait ortalama arızasız çalışma süresidir. Şekilde (a) az değişken, (b) ve (c) ise çok değişken arıza dağılım eğrilerini göstermektedir.

Basit bir makina eşit zamanda periyodik arıza gösterir. T_a civarında arızalanma ihtimali hızla artar. Bu süre biraz geçtikten sonra arız ihtimalinin değişimi tekrar kararlı bir değişim göstermeye başlar (a makinası).

Çok sayıdaki makina parçasının birleşmesi ile meydana gelen makinanın arıza dağılımında belirsizlik fazladır. Arıza ihtimalinin değişmesi basit makinalara göre daha belirsizdir (b ve c makinası).



Şekil 6.2. Makinaların arıza dağılım eğrileri

6.8. BAKIM FAALİYETLERİNDE İŞ AKIŞI

Arıza tamirlerindeki belirsizlikler planların değiştirilmesine ve üretimin aksamasına sebep olur. Bakım bölümü, üretim ve ÜPK bölümleri arasında anlaşmazlıklara yol açan bu durumu önlemek için bakım faaliyetlerini standart bir prosedüre göre düzenlemelidir. Bakım prosedüründe küçük, büyük ve acil işleri için izlenen iş akışı Şekil 6.3’de gösterilmiştir.

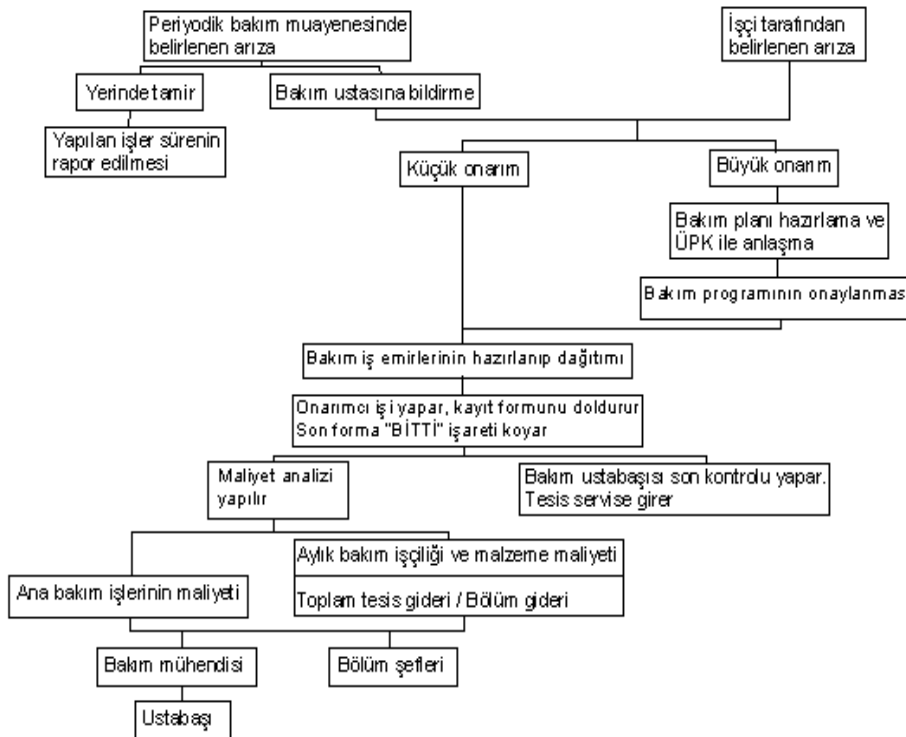
Önceden belirlenen programlara göre bakım yapılır. Arızanın giderilmesi amacıyla yapılan tamir iki şekilde başlayabilir:

- 1) Periyodik muayeneler sırasında ortaya çıkan arızalar ya hemen müdahale edilerek düzeltilir veya ustabaşına rapor edilir. Küçük tamirlerde genellikle birinci yola başvurulur. Bu durumda sürenin bildirilmesi gerekir.
- 2) Arızayı makineyi çalıştıran işçi görürse, durumu en yakın amirine duyurması ve onun da bir raporla bakım ustabaşına bildirmesi gerekir. Eğer yapılacak tamir büyükse, yani maliyeti yüksek ve tamiri uzun zaman alacaksa bir planlama yapılır. Üretim ve ÜPK bölümleri ile bağlantı kurulduktan sonra üst yönetimin onayı alınır. Bundan sonraki işlemler şekildeki iş akışı şemasında görüldüğü gibi sürdürülür.

Bakım işlemleri için “İş Emri Formu” denilen bir kağıt üzerine başlangıç ve bitiş zamanı ile malzeme gibi bilgiler yazılır. Bu formun ilgili kısmı, iş bittikten sonra ustabaşı tarafından doldurulur ve amire iade edilir. Bu iş emri bölüm şeflerine kadar gider. İş emirlerinin hazırlanış nedenleri aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Tespit edilmiş düzgün kontrol programına ve kontrol içine girmeyen bakım ihtiyaçları.
- 2) Bakım veya onarım işi için işletme bölümünden gelen istekler.
- 3) Yönetim, üretim veya mühendislik bölümü tarafından yapıla değişiklikler.

Ortaya çıkabilecek bütün karışıklıkları önlemek için işler, tek otorite tarafından (bakım mühendisi veya vekili) programlanmalıdır.



Şekil 6.3. Bakım faaliyetlerinde iş akışı

6.9. BAKIM POLİTİKALARI

Bakım politikaları, üretimi bütünüyle aksatmadan sürdürmek, beklenmedik arızaları en alt düzeyde tutmak, kısaca tesisin güvenilirliğini artırmak amacıyla izlenecek yollardır. Belirli bir politika çerçevesinde yürütülmeyen bakım hizmetleri yüksek maliyetlere yol açacak ve etkin olmayacaktır.

Bakım politikaları, öncelikle bakım hizmetlerinin kapsamı ve büyüklüğü ile ilgili sorunların çözümünü gerektirir. İşletmeler genellikle 5 ana politikadan birini veya birkaçını kullanabilirler. Önemli olan, işletmenin yapısına ve üretim prosesinin niteliğine uygun bir politikanın seçilmesidir. Söz konusu politikalar aşağıda açıklanmıştır

1- Geniş bir bakım ekibi kurmak ve çok sayıda araç – gereç bulundurmak: Ekibin ve araç – gerecin boşa kalma süresi fazla olduğundan bu politikanın işletmeye yüklediği masraflar yüksektir. Buna karşılık, arızaya hemen müdahale edilmesi ve arız nedeniyle makinaların durmasının en alt düzeye indirilmesi gibi üstünlükleri vardır.

2- Koruyucu bakıma ağırlık vermek: Arıza ortaya çıkmadan gerekli kontrol ve bakım hizmetlerini yoğun biçimde sürdürmek, üretimin aksama ihtimalini en aza indirmek amaçlanır. Maliyeti yüksek olan bir uygulamadır.

3- Yedek üretim kapasitesi bulundurmak: Üretim hattında kritik noktalardaki makinaların arızalanması halinde onların yerine kullanılabilecek yedek makinaların bulundurulmasıdır. Burada durma anındaki kayıplar ile yedek makina maliyeti gözönüne alınmalıdır.

4- Makinaların güvenilirlik derecesini artırmak: Makina – teçhizat seçiminde yüksek kaliteli, uzun ömürlü, fazla bakım gerektirmeyen ve güvenilir olanları seçmek de uygulanabilecek bir bakım politikasıdır. Bu politika kararı arıza masraflarını azaltır.

5- İş istasyonları arasında yarı ürün stokları bulundurmak: Ortaya çıkabilecek makina arızalarının üretim sisteminin tamamını etkilememesi ve belirli bir süre iş akışının kesilmemesi için yarı ürün stokları bulundurulur.

Bakım politikaları belirlenirken gözönünde bulundurulması gereken önemli noktalar vardır. Bu hususlar aşağıda sıralanmıştır:

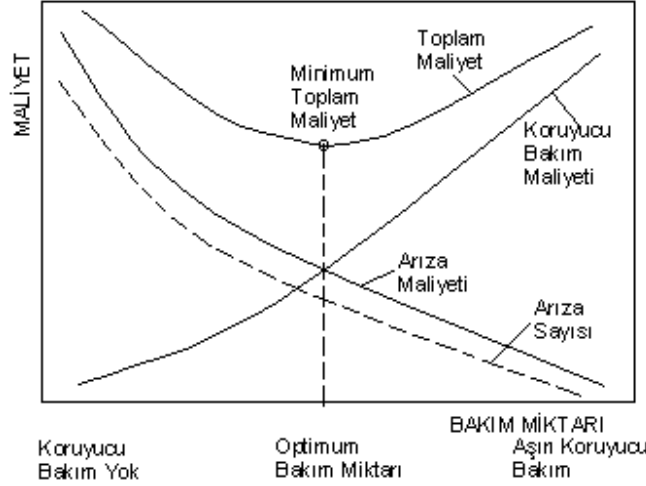
- a) Bazı bakım hizmetlerini işletme dışındaki uzman hizmet kuruluşlarına sözleşmeli olarak yaptırmak.
- b) Acil olmayan bakım işlerini boş dönemlere ertelemek.
- c) Makina – teçhizat, bina ve benzeri varlıkları çok eskiyip yüksek bakım maliyetlerine yol açmadan önce uygun zamanda yenilemek.

6.10. ALTERNATİF TAMİR – BAKIM POLİTİKALARI

Tamir – bakımla ilgili olarak alınabilecek kararların önemli sayılan 6 tanesi aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Önleyici bakım yerine arıza anında bakım.
- 2) İşletme içi veya dışı servis personeli kullanımı.
- 3) Tamir mi, yoksa değiştirme mi yapılacağı.
- 4) Arıza anında dışarıdan hizmet mi alınmalı, yoksa mukavele ile devamlı hizmet mi temin edilmeli.
- 5) Değiştirilecek yedek parça envanteri.
- 6) Bakım görev tahsis kontrolü.

Bakım programlarının 6 kritik noktasına işaret eden bu kararlar arasındaki ilişkiler Şekil 6.4’de gösterilmiştir.



Şekil 6.5. Bakım seviyesi – maliyet ilişkisi

3- Tamir veya Yenileme: Ekonomi ve dayanım süresi ön planda tutularak değerlendirmeler yapılır. Bu değerlendirme sonuçlarına dayanılarak gerekli kararlar alınır.

4- Arıza anında tamir için dışarıdan hizmet mi satın alınmalı, yoksa sözleşmeli sürekli personel mi bulundurulmalı: Burada karşımıza çıkan problem hizmetin işletme içinden mi, yoksa dışından mı temin edileceğidir. Bu, bakım maliyetlerini doğrudan etkileyen bir karardır. Karar almada maliyeti etkileyen aşağıdaki üç faktörün gözönüne alınması gerekir:

- Karar verme süresi içindeki toplam tamir – bakım olayları.
- Her tamir – bakım olayının maliyeti.
- Hizmetin verimliliği.

5- Değiştirilecek yedek parça envanteri: Değiştirilecek yedek parça stoklarının parça maliyetleri, ambar ve yer masrafları, sipariş masrafları vb. maliyetleri vardır. Arıza anında elde bulunmayan parçanın maliyeti, üretimde meydana gelen kayıp ve diğer maliyet faktörleri yönünden önemlidir. Yedek parçanın bulundurma ve bulundurmama maliyetleri karşılaştırılarak bir karara varılır.

6- Bakım görev tahsis kontrolü: Makina – teçhizat ve tesisleri çalışır durumda bulundurmak ana amaçtır. Bakım personelinin devamlı olarak yararlanmak da bir yan amaçtır. Ana amacın üst düzeyde gerçekleştirilmesi için ikincil faktörlerde fedakarlık yapılabilir. Makina – teçhizat ve tesisin yararlılığını yükseltmek için bakım personelinin yararlanma oranı bağıl olarak düşürülebilir. Buna karşılık, bir arıza anında aynı ekipten maksimum düzeyde bir verim ve etkinlik beklenir. Burada, yararlanma, çalışılan zamanın mevcut zamana oranı olarak alınmıştır.

6.11. BAKIM GÜCÜNÜN BÜYÜKLÜĞÜ

İyi bir bakım için her meslekten ve bütün istekleri karşılayacak sayıda işgücünün bulundurulması gerekir. Bu amaçla ayrılan bütçe de yeterli seviyede tutulmalıdır. Tesis disiplini açısından fazla personel kullanmaktan kaçınılmalıdır. Ağır bakım hizmetlerinin tahmin edilebildiği, ancak işlerin yapılmasının hizmeti uygun bir zaman aralığına yaymaya engel olduğu durumlarda, üretim işçilerinin geçici olarak bakım işinde kullanılması büyük bakım ekibi kurulması gereğini ortadan kaldırır. Bakım hizmetlerinin organize edilmediği durumlarda genellikle gereksiz büyük bakım ekipleri bulundurma ihtimali fazladır.

Problemin uygun bir çözümü, işlerin yıllık programını ve yapılan hizmetin işgücü – saat olarak değerlendirilmesini gerektirir. Bakım gücü büyüklüğünün belirlenmesi için en çok aşağıdaki yöntemler kullanılır:

- 1) Bakım ve tesis gücü arasındaki oran.
- 2) Bakım giderlerinin donatım değerine oranı.

1. Bakım ve Tesis Gücü Arasındaki Oran: Bu yöntemde tesislerdeki bakım personeli ile üretimde çalışan toplam personel arasındaki oran dikkate alınmaktadır. Tesis büyüdükçe ve karmaşıktıkça bakım işçilerinin oranı artar. Özel tip endüstrilerde bu oranın büyük olması hatalı organizasyon yetersiz denetim ve kontrol, eksik bakım sistemi ve kayıtları veya yetersiz bütçeden kaynaklanabilir.

Mesleklere göre bir ayırım, bakım gücünü yıllık bakım seviyesine göre ayarlamak bakımından yararlıdır. Ürünlerin aynı olması durumunda da tesisler özenle karşılaştırılmalıdır.

2. Bakım Giderlerinin Tesis Maliyetine Oranı: Bazı durumlarda, bakım işçiliği giderlerinin tesis donatımının değerine oranı daha uygun bir ölçü verebilir. Uygun bir oran belirlenirse, bakım personelinin ayarlanması kolaylaşır. Örneğin, yapılan araştırmalar modern petrol rafinerilerinde yıllık bakım giderlerinin toplam tesis maliyetine oranı % 5.5 – 6.5 olduğunu göstermiştir. Bu oran aynı zamanda, yeni donatımın işletme masraflarının tahmininde bakım masraflarının payını hesaplarken yararlı olur.

6.12. BAKIM HİZMETLERİNİN YÜRÜTÜLMESİ

Bakım hizmetlerinin üst yönetim tarafından belirlenen ilke ve politikalara uygun biçimde hazırlanacak plan ve programlara bağlı kalınarak yürütülmesi esastır. Ana bakım planları, bunlara göre hazırlanan haftalık ve günlük bakım programları, periyodik olarak yapılan koruyucu bakım hizmetlerinin maliyetlerini en aza indirmeyi ve etkinliği en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan çalışmalardır. Bu çalışmalarla ayrıca, program dışı arızaların ve onarım ihtiyaçlarının da azaltılmasına çaba gösterilir. Bu planlarla, hangi makina – teçhizatın hangi dönemlerde devre dışı bırakılarak kontrol ve revizyondan geçirileceği ve ne gibi işlemlere tabi tutulacağı belirlenir. İhtiyaç duyulan yedek parça, malzeme, işgücü ve diğer giderlerin miktarları ve nitelikleri belirlenir, gereken zamanda hazır bulundurulmaları için tedbir alınır.

Bakım hizmetlerinin yürütülmesinde yönergelerin hazırlanması ve uygulanması başarıyı kolaylaştıran bir faktördür. Bu yönerge ile belirlenecek ilkeler ve tutulması öngörülen kayıtlar, sistemin işleyişini hızlandıracak ve güvenilirliğini artıracaktır.

Yapılan hizmetlerin teknik sonuçlarının ve maliyet bilgilerinin raporlanması bilgi akışını ve denetimi kolaylaştırır. Birer nüshası üretim ve muhasebe bölümlerinde dosyalanan bu raporlar, bölüm hizmetlerinin etkinlik açısından izlenmesini ve tesis yönetiminin gerek duyduğu çok ve çeşitli istatistiksel analizin yapılmasını sağlayacaktır.

Bakım hizmetlerinin başarıyla yürütülmesi için ayrıca aşağıda sıralanan kurallara uyulması gerekir:

- 1) Bütün bakım talepleri yazılı olarak tek ve merkezi bir kontrol birimine iletilmelidir. Merkezi yöneticinin bilgisi ve onayı olmaksızın hiç bir bakım işlemi yapılmamalıdır. Bu kurala uyulması halinde yetenekli işçinin etkin kullanımı, temel faaliyetlerin kayıt ve programının tutulması güçtür.
- 2) Çok acil durumlar dışında üretimde çalışanlar hiç bir bakım işinde görevlendirilmemelidirler. Ancak, bakım ustalarına yardım sağlayabilirler veya onların gözetiminde bakım işinde çalıştırılabilirler.

- 3) Bakım malzeme raporları, diğer depolar gibi özenle kontrol edilmeli, malzeme stokları, miktar ve nitelik yönünden eksiksiz bulundurulmalıdır.
- 4) Yapılan bütün işlerin kayıtları tutulmalıdır.

6.13. BAKIM HİZMETLERİNİN KONTROLU

Bakım programlarının düzenli olarak yürütülmesi için bakım kayıtlarının özenle ve ayrıntılı bir şekilde tutulması gerekir. Tutulan kayıtlar malzeme ve işçilik kontrolünü kolaylaştırır. Bakım kayıtlarının yetersiz olması maliyetleri artırır, beklenmedik arızaların meydana gelmesine neden olur. Çeşitli kayıtlar ve değişik amaçlarla hazırlanarak doldurulan formlar, işletmelerde bakım hizmetlerini izlemek ve başarı derecesini ölçmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu formların başlıcaları aşağıda açıklanmıştır.

1- İş Emirleri: İşin yapılmasından doğrudan sorumlu orta kademe yöneticisi tarafından işi yapacak kişiye verilen ve işyeri niteliği, zaman vb. bilgileri kapsayan emir formlarıdır. İşin gerekliliğinden, gerekli malzemelerin mevcut olduğundan, güvenlik tedbirlerinin alındığından ve programa uygunluğundan emin olmak için iş emirleri genellikle işletmenin diğer bölümlerince onaylandıktan sonra yürürlüğe konur.

2-Malzeme Maliyetleri: Bakım programlarının yürütülebilmesi için yedek parça ve malzemeye ihtiyaç vardır. Bunlar, ya işletmenin deposundan temin edilir ya da tedarik bölümü tarafından dışarıdan gerektiği zaman satın alınır. Malzeme ve yedek parçaların depo çıkış kayıtları bakım programının maliyeti ve etkinliği hakkında bilgi verir.

3- İşçilik Giderleri: Bakım hizmetleri için kullanılan işçilik giderleri çeşitli yollarla hesaplanır ve kaydedilir. Bazı işletmelerde işçilik giderleri yalnızca işçiye fiilen ödenen ücret veya işçinin ortalama ücreti kabul edilir. Bazı işletmelerde ise, formenlere ödenen maaş ve ücretler, enerji giderleri, depo masrafları ve benzeri genel ve idari giderler de işçilik giderleri içinde ele alınır. Bunlarla ilgili kayıtlar bakım hizmetlerinin etkinliğini denetlemek ve bu konuda işletme içi ve dışı karşılaştırmalar yapmak için kullanılırlar.

4- Bütçeler: Bakım hizmetlerine ayrılan işletme kaynakları ve bunların kullanım durumları işletme bütçesinin incelenmesi ile belirlenir.

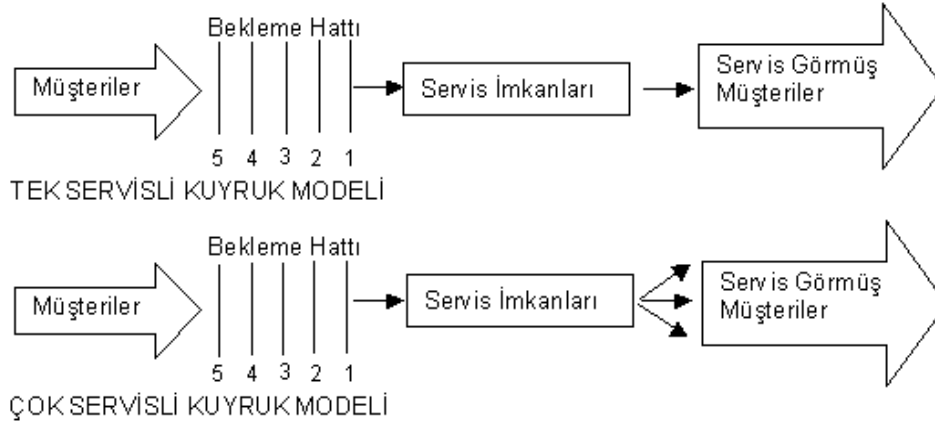
5- Makina – Teçhizat Kayıtları: Bu kayıtlar genellikle makina seri numarası, başlangıç durumu, satınalma maliyeti, önceki bakım ve arıza bilgileri, yenilenen kısımlar ve çalışma sürelerini içerir. Bu bilgilerin tam ve düzenli tutulması bakım hizmetlerinin etkinliğini artırır.

6.14. ÇOK MAKİNALI SİSTEMLERDE BAKIM

Farklı arıza karakteristiği olan çok sayıda makinanın birlikte bakım planlaması çok karmaşıktır ve ileri düzeyde matematik yöntemlerin uygulanmasını gerektirir.

Çok makinalı sistemlerde bakım planlamasında en çok uygulanan matematik yöntem "kuyruk modeli" veya diğer adı ile "bekleme hattı modeli"dir.

Kuyrukta bekleyen sorunların çözümü tek ya da çok serviste gerçekleştirilebilir. Tek ve üç servisli iki ayrı kuyruk modeli Şekil 6.6'da gösterilmiştir. Servis bekleyen insanlara, eşyalara, makinalara veya benzeri faktörlere müşteri adı verilir. Müşterilerin bekledikleri hizmetlerin yerine getirilebilmesi için bazı servis imkanlarına ihtiyaç vardır. Belirli bir zamanda yalnızca bir müşterinin işini görebilen kuyruk sistemlerine tek servisli kuyruk modeli denir. Belirli bir zamanda birden çok müşterinin işini görebilen kuyruk sistemlerine ise çok servisli kuyruk modeli denir. Bu sistemde hizmet bekleyen müşteriler yığılmışsa, kuyruk oluşmuş demektir.

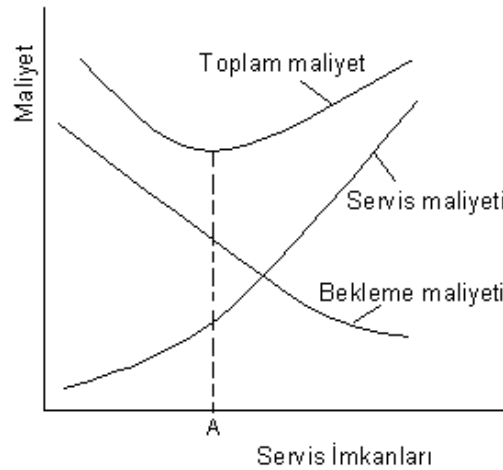


Şekil 6.6. Tek ve çok servisli kuyruk modeli

Müşterilerin kuyruğa gelişleri belirli bir istatistik dağılım (rasgele, sabit, poisson dağılımı) gösterir. Aynı şekilde, servislerde müşterilere yapılan hizmetin süresi de belirli bir istatistik dağılım gösterir. Bazı müşterilere kısa sürede hizmet verilirken, bazı müşterilere verilen hizmet daha fazla zaman alabilir. Kuyruk sistemlerinde hizmete alınacak müşteri önceliğinin olup olmadığı önemlidir. Müşterilerin hangi önceliğe göre servise alınacağı belirlenmelidir. Bu seçim sürecine kuyruk disiplini adı verilir. Uygulamada en çok görülen kuyruk disiplini, ilk giren ilk çıkar şeklindedir.

İşletme kaynaklarının kuyrukta beklemesi, bunlara bağlanan sermayenin boşa gitmesi, başka bir ifade ile iş kaybı demektir. Bu nedenle, servis imkanlarını artırarak kuyrukta bekleme süresini kısaltmak gerekir. Ancak, servis imkanlarını artırma yoluna gidildikten sonra, kuyruklar azalır veya tamamen ortadan kalkarsa, bu kez de servis imkanlarına bağlanan işletme kaynakları boşuna beklemek durumunda kalabilir. Her iki durum da işletmeye belirli bir maliyet getirdiğine göre, kuyruk modelinin temel amacı, kuyruk nedeniyle oluşan toplam maliyetleri minimum düzeye indirmektir.

Şekil 6.7’de kuyrukta bekleme maliyetleri ile servis maliyetleri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Servis imkanları arttıkça kuyrukta bekleme maliyetleri azalır. Aynı şekilde, kuyrukta bekleme maliyetlerinin azaltılabilmesi servis maliyetlerinin artırılması ile mümkündür. Belirli bir servis düzeyinde (A) toplam kuyruk maliyetleri en düşük düzeye indirgenmiş olur.



Şekil 6.7. Kuyruk maliyetleri

Makinaların arıza dağılım eğrileri farklı olduğundan her birinin servise geliş zamanlarının ayrı ayrı tahmin etmek güçtür. Bu tahminler yapılsa da, tahminlerde sapmalar bir araya geldiğinde o kadar karmaşık bir durum ortaya çıkar ki uygulama olanağı güçleşir. Yapılan araştırmalar bu tür sistemlerde makinaların servise geliş sürelerinin genellikle poisson dağılımına uyduğunu göstermiştir. Bakım planlamasında kuyruk modelinin amacı, toplam maliyeti; tamir için bekleyen makinaların boş kalma maliyeti ile sistemin işletme maliyetleri toplamını minimum yapan kapasitenin belirlenmesidir.

Tek servisli kuyruk modelinin oluşturulmasında ve problemin çözümünde kullanılan semboller ve eşitlikler aşağıda verilmiştir.

λ Birim zamanda sisteme gelen ortalama makina sayısı,

μ Birim zamanda sistemde tamir edilen ortalama makina sayısı.

- 1) Bakım sisteminde mevcut (kuyrukta bekleyenler ve tamir gören toplamı) ortalama makina sayısı

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (6.1)$$

- 2) Bir makinanın sistemde harcadığı (kuyrukta bekleme ve tamir süreleri toplamı) ortalama zaman

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (6.2)$$

- 3) Kuyrukta bekleyen ortalama makina sayısı

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (6.3)$$

- 4) Bir makinanın kuyrukta ortalama bekleme süresi

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (6.4)$$

- 5) Sistemin verimi, çalışır durumda olma ihtimali

$$\eta = \frac{\lambda}{\mu} \quad (6.5)$$

- 6) Sistemin boş kalma ihtimali

$$P_o = 1 - \eta = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \quad (6.6)$$

7. TESİS DÜZENLEME

7.1. TESİS DÜZENLEMENİN KAPSAMI VE ÖNEMİ

İstenen ürünü en kolay, en ekonomik, en kusursuz bir şekilde ve mümkün olan en kısa zamanda üretmek amacıyla üretim araçlarının, yardımcı tesislerin, taşıma, depolama, kalite kontrolü gibi üretimle ilgili faaliyetlerle hizmet üretim yerlerinin en uygun şekilde yerleştirilmesine "*Tesis Düzenleme*" denir. Bazı literatürlerde, doğrudan üretimle ilgili fiziksel ünitelerin yerleştirilmesine "Tesis Düzenleme", hizmet birimleriyle diğer yan tesislerin de fiziksel ünitelerle birlikte yerleştirilmesine "*İşyeri Düzenleme*" denilmektedir.

Tesis düzenleme, binaların ve tesislerin başlangıç tasarımından tezgâhların yeri ve hareketlerine kadar bütün işlemleri kapsar. Verimli çalışan endüstriyel işletmenin etkinliğinin temelini oluşturan tesis düzenleme, bazı durumlarda işletmenin devamlılığı için de kritik bir etken olur. Herhangi bir işletme için öngörülen örgütlemenin uygulanabilmesi, işletmede zaman, para ve işgücünden tasarruf sağlanabilmesi ve gelecekte doğabilecek ihtiyaçların kolayca karşılanabilmesi büyük ölçüde tesis düzenlemenin ortaya koyacağı imkanlara bağlıdır. Tesis tasarımcısı, en iyi işyeri düzenini ortaya koyabilmek için ürün tasarımcısı, proses tasarımcısı ve programlayıcı ile işbirliği yapmak durumundadır.

Tesis düzenleme, kuruluş yeri ile başlar ve üç aşamada tamamlanır:

- 1) Konum içerisinde bölümlerin düzenlenmesi.
- 2) Bölüm içerisinde makine – teçhizatın düzenlenmesi.
- 3) Bireysel iş istasyonlarının düzenlenmesi.

Birinci ve ikinci aşamalar, tesis sahasında ve tesis içinde fiziksel planlama olarak ele alınır. Üçüncü aşama ise genellikle ergonomi ve iş etüdü konuları içinde yer alır. Tesis sahasında fiziksel planlama ile tesis içinde fiziksel planlama arasında amaç ve yöntem bakımından fark yoktur.

Bir tesiste, üretimle ilgili işlemlerin yapılabilmesi için bütün fiziksel unsurların belli bir plana uygun olarak düzenlenmesi gerekir. Ekonomik bir üretim, insan ve makina güçlerini, malzeme ve hizmetlerle mevcut sermayeye göre en etkin bir şekilde koordine etmek suretiyle sağlanabilir. Kusursuz olarak planlanmış bir tesis, işçinin rahat ve huzurlu bir ortamda çalışmasını sağlarken, kaliteli ve ucuz mal üretimini de gerçekleştirmiş olur.

7.1.1. Tesis Düzenlemeyi Gerektiren Nedenler

Tesis düzenleme, yeni kurulan bir üretim sistemi veya mevcut bir tesis için söz konusu olabilir. Şeker, çimento, petrol, kağıt, vb. gibi endüstrilerde sonradan değişiklik yapmak çok pahalı ve çoğu zaman imkansızdır. Bu tip tesislerde düzenleme başlangıçtaki planlama ne derece özenle yapılırsa yapılsın, zaman zaman yeniden düzenleme ihtiyacı doğabilir. Bunun nedeni, ya önceden yapılan hatalı düzenlemedir ya da üretim faaliyetlerindeki değişimlerdir. Tesis düzenleme ihtiyacı genellikle aşağıda sıralanan gelişmelerden birine dayanır:

- 1) Yeni ürün üretimi.
- 2) Ürün projesi değişikliği.
- 3) Ürünlerden birinin veya birkaçının üretimine son verilmesi.
- 4) Tesislerin eskimesi veya modasının geçmiş olması.
- 5) Kapasite değişikliği.
- 6) İş kazalarının artması.
- 7) Kötü çalışma ortamı.
- 8) Pazaryeri ve yoğunluğunda değişiklik olması.

- 9) Maliyetleri azaltma çabası.
- 10) Çevresel veya diğer yasal zorunluluklarda değişiklikler olması.
- 11) Yeni teknoloji kullanma isteği.

Bu gibi gelişmeler sonucu yapılacak tesis düzenleme işlemi, işin niteliğine göre 4 grupta toplanabilir:

- a) Eski düzenlemede küçük değişiklikler yapmak.
- b) Eski düzenin yeniden ele alınması.
- c) Ek yeni tesislerden yararlanma.
- d) Yeni bir tesisin düzenlenmesi.

Gün geçtikçe değişen koşullar değişik ihtiyaçları da beraberinde getirmektedir. Bugün bir üretim ünitesini mevcut bir binaya yerleştirme düşüncesi ortadan kalkmış, bunun yerine insanların değişik ihtiyaçlarına cevap verebilecek ve gelecekteki gelişmelere uyabilecek fiziksel planlama yolu seçilmiştir. Ekonominin başarısı fiziksel planlamadan elde edilecek başarıya bağlıdır. Fiziksel planlamanın başarılı olması için de, gelecekteki gelişme imkanları, insanların yaşama ve çalışma kavramları ile diğer ölçülerindeki değişiklikler isabetli olarak belirlenmelidir.

Değişen koşulların meydana getirdiği ihtiyaçları karşılamak amacıyla düzenlenen modern tesisler aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

- a) Yaygın.
- b) Elastik.
- c) Gelişebilir.
- d) Çalışmaya elverişli.
- e) Çevreye zararsız olarak planlanmış.

7.1.2. Hatalı Yerleştirmeden Doğan Aksaklıkların Belirtileri

Yerleştirme hataları üretimi sürekli olumsuz yönde etkiler ve maliyetlerin yükselmesine sebep olur. Tesis arsası veya binası içinde yer alan hizmet ünitelerinin gelişigüzel yerleştirilmesi, iş akışına aykırı düşen dolaşım ve çalışma alanındaki yetersiz boyutlar yüzünden kaybedilecek zaman maliyet artışında önemli bir etken olur.

İşçinin fizik ve moral gücünü etkileyen ısı kayıpları, havalandırma, doğal aydınlatma, çalışma güvenliği gibi faktörler zamanı, işin kalitesini ve maliyetleri dolaylı yoldan etkilemektedir.

Arsa ve bina alanlarının kullanımında ortaya çıkabilecek kayıp alanlar da bir yandan gelecekteki gelişme imkanlarını sınırlarken diğer yandan yapı maliyetlerini yükseltir.

Yönetim kısımlarının diğer ünitelerle fonksiyonel bir şekilde bağlanmadığı bir tesiste işçi ve üretim denetimleri zorlaşır, fiyatlar yükselir.

Bir tesiste hatalı düzenlemenin bazı belirtileri vardır. Bu belirtileri doğru tanımak ve değerlendirmek, hataların düzeltilmesinde büyük kolaylıklar sağlar.

Yerleştirme düzeninden doğan aksaklıkların belirtileri:

- 1) Malzeme, parça ve ara ürünlerin gereksiz yerlerde yığılması.
- 2) İş akışı, işçi ve malzemenin kontrolünde etkisiz kalınması.
- 3) İşçinin normal iş yükünü kaldıramaması, bedensel veya zihinsel yorgunluk şikayetleri.
- 4) Üretim periyodunun uzaması ve siparişlerin tesliminde gecikmeler.
- 5) Nitelikli işçilerin gereksiz taşıma işlerini yapmaları veya boş beklemeleri.
- 6) İş akışında tıkanmalar, gecikmeler, parça beklemeler, tezgahların boş durması veya aşırı yüklenmesi durumları ile sık sık karşılaşılmaması.

- 7) Tesis alanında telaş ve kargaşalık havasının hakim olması.
- 8) Tesis alanından tam yararlanamama.

Bu belirtilerin hepsinin yerleştirme düzeninden kaynaklandığı düşünülmemelidir. Burada yerleştirme planlayıcısının görevi, yerleştirme düzeni bozukluğundan ileri gelen belirtileri belirleyerek çözümler aramaktır.

7.2. TESİS DÜZENLEMENİN AMAÇLARI

Tesis düzenlemenin ana amacı, tesis içinde üretim faaliyetlerinin yürütülmesini sağlayan varlıkların hareket miktarlarını minimum seviyeye indirmektir. Ayrıntılara inildiğinde, bu ana amaca, bazı yan amaçların gerçekleştirilmesiyle ulaşılabileceği anlaşılr. Bu yan amaçları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- 1) Makina, araç ve gereçler mantığa ve basit kurallara uygun bir düzen içerisinde yerleştirilmeli, etkin bir üretim için bu faktörlerin birbirlerine uyumlu olmaları sağlanmalıdır.
 - a) Malzeme taşıma maliyetlerini azaltmak,
 - b) Üretim faaliyetlerini kontrol etmek,
 - c) Düzgün ve engelsiz taşıma yolu sağlamak,
 - d) Geri yönde taşımalarından kaçınmak,
 - e) İlgili işlemleri bir araya toplamak,
 - f) El ile taşımadan kaçınmak,
 - g) Makine – teçhizatın bakımını daha iyi yapmak.
- 2) Malzeme ve insan hareketleri basit, az, kolay ve kontrol edilebilir olmalıdır.
- 3) Yardımcı tesisler mantığa uygun, ihtiyacı karşılayacak yerlerde bulunmalıdır.
- 4) Makine – teçhizattan maksimum yarar sağlanarak tesis içinde yarı ürün miktarı azaltılmalıdır.
- 5) Üretim faaliyetlerinin ve yardımcı hizmetlerin ihtiyacı olan alanlar dengeli bir şekilde dağıtılmalıdır.
- 6) İşçilere çalışma kolaylığı, iş güvenliği ve rahatlığı sağlanmalı, gözlemciler az yorularak etkili bir denetim yapabilmelidirler.
- 7) Gelecekteki genişleme ve değişiklik isteklerini karşılayacak esnek bir yerleştirme düzeni kurulmalıdır.

Bu amaçlar gerçekleştirildiği oranda toplam üretim maliyetleri azaltılabilir. Ancak, bu amaçların hepsini aynı anda ve en iyi biçimde gerçekleştirmek oldukça güçtür. Amaçlardan bir tanesini gerçekleştirebilmek için bir diğerinden fedakarlık yapmak gerekebilir. Bu ise, çoğu zaman ideal bir çözüm sayılmaz. Amaçlardan birinden fedakarlık yerine, çeşitli yan amaçların uygun derecede karışımını veren bir optimal çözüm esas alınmalıdır.

7.3. TESİS DÜZENLEMEDE TEMEL İLKELER

Tesis düzenleme ile istenen amaçların gerçekleştirilmesi için uyulması gereken bazı temel ilkeler vardır. Tesis düzenlemede uyulması gereken temel ilkeler aşağıda sıralanmıştır:

1. Bütünlük İlkesi: Tesis düzenleme; işgücü, malzeme, makine, yardımcı faaliyetlerle diğer bütün faktörlerin uyum içinde bir araya getirilmesidir. Bütünlük ilkesine göre, tüm varlıklar bir araya getirilerek büyük bir birim oluşturulur.

2. En Küçük Hareket İlkesi: Tesis düzenleme ile ilgili diğer faktörler eşdeğer olduğunda, malzemenin en az hareket ettiği yerleşim düzeni en iyi yerleşim düzenidir.

3. Akış İlkesi: En küçük hareket ilkesinin tamamlayıcısı olan akış ilkesine göre, işlerin akış sırasına uygun düzenleme en iyi düzenlemedir. Diğer bir ifade ile akış ilkesine göre, işler bitişe doğru ilerlerken, iş akışında geri dönme ve kesişme olmamalıdır.

4. Üç Boyutluluk İlkesi: Tesis düzenleme, işgücü, malzeme, makine ve yardımcı tesislerin kapladığı boşlukların düzenlenmesidir. İnsan, makine ve malzemenin hareketi üç yönden herhangi biri yönünde olabilir. Üç boyutluluk ilkesine göre amaç, üretim faktörlerin kapladıkları hacmin ekonomik kullanımının sağlanmasıdır.

5. İş Doymu ve İş Güvenliği İlkesi: İş doymu ve iş güvenliği tesis düzenlemenin en temel amaçlarından birisidir. Buna göre, işgücü için iş doymu ve iş güvenliğini sağlayan düzenleme en iyi düzenlemedir.

6. Esneklik İlkesi: Düşük maliyetle gerçekleştirilen ve değişikliklere kolayca uyum sağlayan düzenleme en iyi düzenlemedir.

7.4. TESİS DÜZENLEMİYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Tesis düzenleme endüstri işletmesinin üretim ve hizmet bölümlerinin teknik ve ekonomik yönden belirli bir yerde yerleşimini ve diğer bölümlerle ilişkilerini gösterir. Her bölümün yapısının, iş bölümünün, görevlerinin ve ilişkilerinin sonucu olarak tesis düzenlemeyi etkileyen teknik faktörler ortaya çıkar. Ürünün konstrüksiyonuna, imal usulünün planlanmasına, takım ve donatımın seçimine ve malzeme taşımaya etki eden bütün faktörler tesis düzenlemeyi de etkilerler. Bir işletmede yerleşim düzeninin kurulması sırasında iyi ve etkin işleyen bir makine düzenlemenin sağlanmasını önemli derecede etkileyen bu faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekir. İş yerinde üretimin ekonomik ve verimli olabilmesi, çalışan işgücünün fizik ve moral gücünü etkileyen faktörlerin kontrol altına alınabilmesi ve yerleşim düzeninin uygunluğuna bağlıdır. Tesis düzenlemeyi etkileyen başlıca faktörler aşağıda verilmiştir.

1. Ürün: Ürünlerin türleri ve nitelikleri yerleşimi büyük ölçüde etkiler. Ürünün büyüklük, taşınabilirlik, hacim, kırılma ve bozulma tehlikesi, gizlilik, kalite ve benzeri özellikleri yerleştirme tipini belirleyen temel etkidir. Büyük ve ağır ürünler için geniş montaj alanlarına ihtiyaç duyarlar. Böyle durumlarda işçi ve makinaların ürünün bulunduğu yere taşınması daha ekonomik olmaktadır. Küçük ve hafif ürünler kolayca taşınabildiğinden, malzeme taşıma ve makinaların yerleştirilmesi gibi faaliyetler üzerinde daha dikkatli durmak gerekir. Çimento, gıda maddeleri gibi ürünlerin taşınmasında yer çekiminden yararlanmak amacıyla çok katlı bir iş yeri planlaması yapılabilir.

2. İşlem Sırası: İşlemlerin belirli bir sıra izlemesi ve aralarındaki bağımlılığın derecesi yerleşim düzenini önemli ölçüde etkiler. Karmaşık işlemlerin malzeme hareketini doğrudan etkilemesi, düzenlemede bazı güçlükler ortaya çıkarır.

3. Üretim Kapasitesi: Üretim kapasitesi faktörü, bütün üretim planlamasının ana etkenidir. Makine yerleştirme sırasında planlanması gereken işlemlerin sayısının ve üretim yöntemlerinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulmalıdır.

4. Kalite: Bir üründe bulunması istenen kalite özellikleri etkin bir makine düzenleme yardımı ile kolayca gerçekleştirilebilir. Özellikle, bozulma ve hasara uğrama ihtimali fazla olan ürünler için depolama ve taşıma usullerinin kalite yönünden rolü çok büyüktür.

5. Makine – Teçhizat: Tesis düzenlemede ikinci önemli faktör makine ve teçhizattır. Makine tipleri ile ilgili aşağıdaki sınıflama yapılabilir:

- 1) Üretim makinaları,
- 2) İşlem donanımı,

- 3) Özel bağlantılar,
- 4) Takım, aparat ve kalıplar,
- 5) Ölçü ve deney aletleri,
- 6) Kontrol panoları,
- 7) Kontrol donanımları,
- 8) Bakım ve diğer hizmet donanımları.

Üretim, taşıma ve diğer servislerde kullanılan makinalar için yeterince yer ayrılmalıdır. Yerleştirmede, yalnızca bir makinanın kapladığı alan değil, aynı zamanda çalışabilmesi için gerekli olan alan da dikkate alınmalıdır. Bu açıdan makinanın hareketi, yüksekliği ve ağırlığı göz önünde bulundurulmalı, malzeme akışı, işçilerin ve malzeme taşıma araçlarının rahat çalışabilmesi için gereken alanlar hesaba katılmalıdır. Ayrıca, makinaların işleyiş özellikleri (titreşimli, darbeli, gürültülü veya iş kazası riski yüksek olarak çalışmaları), zehirli gaz ve koku çıkarmaları yerleştirme planlamasında dikkate alınması gereken temel konulardır.

6. Malzeme: Tesis düzenlemede en önemli faktör malzemedir. Malzeme dendiğinde aşağıdaki nesneler anlaşılır:

- 1) Hammadde,
- 2) İşlenmekte olan malzeme,
- 3) Bitmiş ürün,
- 4) Ambalajlanmış malzeme,
- 5) Yardımcı malzeme,
- 6) Hurda ve fireler,
- 7) Bakım malzemeleri, vb.

Malzeme hareketini en aza indiren yerleşim düzeni en iyi yerleşim düzeni olarak kabul edilir. Bu sebeple, diğer faktörlerin ihmal edilmesi mümkün olmamakla birlikte, bu ilkenin yerleşim planlamasında esas alınması çok yararlıdır. Hareketin azaltılması, işgücünün, zamanın ve makinaların, dolayısıyla maliyetlerin azaltılmasını sağlar.

7. İnsan: Üretim faktörlerinden en esnek olanıdır. Herhangi bir yerleşim düzeninin yapısında diğer üretim faktörlerine göre daha kolay uyum sağlar.

İnsan faktörünün özelliklerini gördükleri işe göre aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- a) Doğrudan işgücü operatörleri,
- b) Grup liderleri,
- c) Gözetmenler,
- d) İmalat hattı yürütücüleri,
- e) Dolaylı işgücü (malzeme taşıyıcılar, ambarcılar, tezgah ayarlayıcılar, zaman etütçüleri, proses mühendisleri, atelye planlayıcılar, kalite kontrolcular, muayeneciler, bakımcılar, meydancılar, temizlikçiler, sevkiyatçılar, iş güvenlikçiler, takımcılar, enerji grubu, eğitimciler, ilkyardımcılar),
- f) Danışmanlar ve destek faaliyet yürütücüleri,
- g) Genel büro personeli.

İnsan faktörünü etkileyen ana noktaları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- a) İş güvenliği ve çalışma koşulları,
- b) İşgücü gereksinimi, işgücü türü,
- c) İnsan kullanımı,
- d) Psikolojik ve bireysel durumlar, ödeme biçimleri,
- e) İşletmenin organizasyon yapısı.

7. Bakım ve Yenileme: Bir makinanın bakım ve onarımı veya kısmen yenilenmesi gerektiğinde, bu işlemlerin üretimi önemli ölçüde aksatmadan ve diğer makinaları yerinden

oyunatma gereği duymadan yapılabilmesi, makine düzenlemenin başarılı bir şekilde yapıldığını gösterir.

8. Denge: Farklı işlemleri arka arkaya yapan makinaların kapasitelerinin düzenli bir iş akışını sağlayacak şekilde dengeli olarak dağıtılmasına dengeleme denir. Makine düzenlemede optimum bir dengelemenin sağlanması gerekir. Aksi halde üretimde tıkanıklıklara sebep olunur. Örneğin, günde 200 birim ürün üreten bir işlem makinasının arkasına, günde 150 birim ürün ambalajlayan bir makinanın yerleştirilmesi dengesizliğe ve üretimde tıkanmalara neden olur.

9. Akış: Makine yerleştirmenin temel amacı, makinaların statik olarak düzenlenmesi değil, malzemelerin tesis içinde optimum akışını sağlamaktır. Bu sebeple, en az hareket ilkesine de bağlı kalınarak etkin bir akış düzeninin elde edilmesine çaba gösterilmelidir.

10. Tesis İklimi: Makine ve prosesin gerektirdiği ısı, ışık ve havalandırma koşulları yerleştirme planlamasında dikkate alınmalıdır.

11. Bina: Tesis binasının en iyi işyeri düzenine uyacak şekilde yapılması gerekir. Ancak, uygulamada daha çok yeni işyeri düzeninin mevcut binaya uydurulması problemiyle karşılaşılır. Gerek mevcut binada işyeri düzenleme ve gerekse işyeri düzenine uygun binanın inşa edilmesi durumlarında ekonomiklik öncelikle ele alınmalıdır.

Bina faktörünün aşağıdaki özellikleri tesis düzenlemeyi etkiler:

- 1) Özel veya genel amaçlı binalar,
- 2) Tek veya çok parçalı binalar,
- 3) Binanın biçimi,
- 4) Tek veya çok katlı binalar,
- 5) Pencereler,
- 6) Taban ve tavanlar,
- 7) Duvarlar ve kolonlar,
- 8) Asansör, merdiven ve holler.

Bu özelliklerin dışında, binanın hangi bölgede kurulacağı da düzenlemeyi önemli derecede etkiler. Bu durumda düzenleme için aşağıdaki özellikler dikkate alınmalıdır:

- a) Demiryolları,
- b) Karayolları,
- c) Kanallar,
- d) Köprüler,
- e) Stoklama tankları, su tankları, enerji depoları.

12. Esneklik: Endüstriyel işletmelerde zamanla ürün, proses, malzeme ve metot değişiklikleri kaçınılmazdır. Dolayısıyla yerleşimin, bu tür değişiklikleri kolayca ve en az maliyetle gerçekleştirecek biçimde tasarlanması gerekir.

13. Bekleme ve Hizmet Alanları: Tesis giriş ve çıkışlarındaki ve işlem makinalarının aralarındaki malzeme, ürün ve yedek parça birikimleri ve işgörenin sosyal ihtiyaçları için uygun yerlerde ve büyüklüklerde alanların ayrılması gerekir.

Bu faktörlerin her biri teknik yönetim için ayrı bir problem olur. Her faktör için en iyi koşulları sağlayacak ortak bir çözüme ulaşmak çoğu zaman mümkün olmaz. Bu nedenle işyerinin düzenlenmesinde bütün faktörler arasında en iyi sonucu verecek bir dengenin kurulmasına çalışılır.

7.5. TESİS DÜZENLEMENİN ÜRETİM SİSTEMİNE ETKİLERİ

Tesislerde makine ve çeşitli hizmet ünitelerinin yerleştirildiği konumlar görünür ve görünmez maliyetleri etkiler. Buna göre, yönetim faaliyetlerinin, sabit ve değişken maliyetlerin, gözlem ve kontrolün, üretim yöntemlerinin, işçi moralinin, verimliliğin ve benzeri faktörlerin yerleştirme düzeninden etkilendiği söylenebilir.

Üretim sisteminin fiziksel yapı ve faaliyetlerinin yerleştirme biçiminden etkilendiği noktalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Malzeme ve insan hareketleri, taşıma uzaklığı, taşınan ağırlık taşıma süresi ve maliyeti.
- 2) Malzeme taşımada kullanılan araç ve gereçlerin tipleri ve maliyetleri.
- 3) İşçinin genel çalışma verimi. Gereksiz taşımalar, yardımcı görevler, uygun olmayan çalışma ortamı gibi verimi etkileyen faktörler.
- 4) Üretim bölümleri arasındaki uzaklıklar.
- 5) Alan veya hacimden yararlanma oranı, kullanma verimliliği.
- 6) Üretim periyodu uzunluğu, iş istasyonları arasında bekleyen ürün miktarları.
- 7) Tesis içindeki ara ve ana depoların yerleri ve büyüklükleri.
- 8) Tezgahlardan yararlanma oranları, yatırım ve işçilik maliyetleri açısından verimlilik.
- 9) Makine ve tesislerin bakım planları, tamirleri ve yenilenmeleri.
- 10) Üretim planlama ve kontrol işlemleri.
- 11) Gözlem sıklığı ve postabaşı, ustabaşı gibi amirlerin nitelikleri.
- 12) Kontrol ve düzeltici karar arsında geçen süre, yönetimin etkinliği.
- 13) Sosyal tesisler.

7.6. ÜRETİM FAKTÖRLERİNİN HAREKETİ VE TESİS DÜZENLEME

Tablo 7.1’de hareket eden üretim faktörlerine göre örnek üretim tipleri verilmiştir.

Tablo 7.1. Üretim faktörleri ve düzenleme ilişkileri

Hareket eden üretim faktörü	Örnek üretim tipi
1- Malzeme	Makine imalatı, yakıt rafinerileri, şişeleme tesisleri
2- İşgücü	Malzemenin fırınlarda karıştırılması veya başka bir işlem görmesi
3- Makina	Hareketli kaynak makinası, tekstilde iplik düğüm makinası, kağıt rulo makinaları
4- Malzeme ve işgücü	Takımların değişik ısı işlem istasyonlarından geçmesi, üretim hattına özel bir parça yerleştirilmesi, kalıp kontrol işleri, kalıpgıcılık işleri
5- İşgücü ve makine	Yola kaldırım taşı döşenmesi, el matkabı ile delik delinmesi.
6- Malzeme, işgücü ve makina	Takımların ve malzemenin küçük olduğu bazı montaj çalışmaları

Üretim; temel üretim faktörleri işgücü, malzeme ve makinanın belirli bir yönetim biçimi ile bir araya getirilmeleri sonucu ortaya çıkar. Üretim için, bu üretim faktörlerinden en az birinin hareket ettirilmesi gerekir. Eğer işgücü, malzeme ve makine faktörlerinin üçü de hareketsiz duruyorsa, endüstriyel anlamda bir üretimden söz edilemez. Tesis düzenlemede, bu faktörlerden hangisinin ya da hangilerinin hareket etmesinin uygun olduğu araştırılır. Endüstride genel eğilim, malzemenin hareket etmesidir.

Bununla birlikte, eğer malzeme büyük ise veya taşınması güç ise ya da bitmiş ürünün üretildiği noktada sabit olarak durması gerekiyorsa bu genel eğilim bozulabilir.

7.7. TESİS BİNASI

7.7.1. Bina ile Düzenleme arasındaki İlişkiler

Tesis binasının başlıca görevi insanlar, makinalar, malzeme ve ürünlerle işletme faaliyetlerini gereği gibi korumaktır. Dış hava koşullarından etkilenmeyen malzemelerin kapalı binalarda bulundurulmasına gerek yoktur. Bu amaçla kurulan tesisleri dışarıdan korumak için çevresel duvarlar, çitler ve tel örgülerden yararlanılır.

Malzeme, yarı ürün ve parçaların tesis içindeki akış biçimi, mevcut yerleştirme düzeninin incelenmesinde veya yenisinin tasarlanmasında önemli rol oynar. İş akışı bazen bir veri olarak kabul edilir, binalar buna göre düzenlenir. Bazı hallerde ise, binalar veridir, makinaların yerlerinin ve iş akışının nasıl olması gerektiği araştırılır. İkinci durum daha sık karşılaşılan bir uygulamadır. Mühendis genellikle, mevcut bir bina içinde belli bir üretim hacim ve türünü en uygun şekilde yerleştirme problemi ile karşı karşıya kalır.

Yeni bir tesisin hiçbir sınırlama sözkonusu olmadan kurulması durumunda, önce düzenleme incelenerek binalar buna göre inşa edilir. Düzenleme ile ilgili birçok faktör tesis binasının planlanmasında da karşımıza çıkar. Karar almayı etkileyen bu faktörlerin başlıcaları aşağıda sıralanmıştır:

1- Büyüklük: Bir taraftan ölçek ekonomisini, diğer taraftan da küçüklüğün sağladığı üstünlükleri ve işgörene sağladığı yönetim kolaylıklarını dikkate almak gerekir.

2- Tavan Yüksekliği: Tesislerin birçoğunda tavandan asılı konveyörler kullanılmakta ya da depo veya büro olarak kullanılma üzere asma kat inşası gerekli olmaktadır. Yüksek tavan, inşaat maliyetlerini fazlaca artırmayan, ancak tesis binalarında önemli yararlar sağlayan bir özelliktir.

3- Sağlamlık: Binaların taşıyacağı yük makine – teçhizat, hammadde ve malzemeler, parçalar, işlenmekte olan ve yeni tamamlanmış bulunan ürünlerin ağırlığından oluşur. Zaman zaman kullanılan malzeme taşıma araçları da düşünülerek bina, bütün bu ağırlıkları taşıyabilecek sağlamlıkta inşa edilmelidir.

4- Taşıma: Bina içinde olduğu kadar, binadan dışarı ve dışarıdan binaya malzeme, makine ve ürün taşınacağı bilindiğine göre, bunların gerektirdiği yolların ve kapıların nerede ve hangi genişlikte inşa edileceği önceden kararlaştırılmalıdır.

5- Aydınlatma: Tesislerde aydınlatmanın başarıyla uygulanması verimliliği ve işgörenlerin mutluluğunu artıran ve iş kazalarını azaltan önemli bir faktördür. Aydınlatma, binanın doğal ışığı daha fazla kullanacak şekilde tasarlanmasından, aydınlatma sistemlerine ve makine ve duvarların boyanmasın kadar değişen bir dizi kararın alınmasını gerektiren bir konudur.

6- Isıtma ve Havalandırma: Tesis binalarında verimli ve rahat bir çalışma düzeninin sağlanabilmesi için temiz hava akımının ve uygun bir sıcaklık derecesinin bulunması zorunludur.

7- Hizmetler: Gaz, su, elektrik ve basınçlı hava tesisatı, yangın önleme ve söndürme sistemi, iç haberleşme ve telefon inşaat öncesinde tasarlanmalı ve gerçekleştirilmelidir. Bunların bina tamamlandıktan sonra eklenmesi güç ve çok pahalıdır.

8- Artıkların Atılması: Tesislerde işlemler sonucunda genellikle artıklar ve zehirli maddeler ortaya çıkar. Bunların çevre kirlenmesine yol açmadan yok edilmesi veya yeniden

kullanılabilir nitelikte olanların değerlendirilmesi bazı tesislerin kurulmasını gerektirir. İnşaatın planlanması aşamasında bu konuda da karar alınmalıdır.

9- Özel İhtiyaçlar: Üretim prosesinin gerektirdiği ısı kontrolü, gürültü azaltan duvarlar, titreşimi yutan tabanlar, özel ışıklandırmalar, gizlilik veya tehlike nedeniyle gereken güvenlik tedbirleri ve benzerleri için inşaat öncesinde karar alınmalıdır.

10- Kat Sayısı: İhtiyaç duyulan toplam alan belirlendikten sonra mevcut arazinin genişliğine, seçeneklerin üstünlük ve sakıncalarına göre binanın kaç kat olarak inşa edilmesi gerektiğine karar verilir. Uygulamada genellikle, üretimle ilgili binalar tek katlı, yönetim binaları çok katlı olarak inşa edilir.

11- Depolama İhtiyacı: Özellikle yarı ürünlerin iş akışını aksatmamaları amacıyla kurulacak ara depoların planlama başlangıcında ele alınması gerekir.

7.7.2. Tesis Binası Tipleri

Ayrıntılara inildiğinde, çok değişik tipte tesis binasının mevcut olduğu görülür. Ancak dış görünüşleri bakımından aşağıdaki sınıflandırma yapılabilir:

- 1) Kat sayısı
- 2) Çatı şekilleri
- 3) Bina biçimleri

Önceleri tek katlı tesis binalarının yapımı yoluna gidilmiştir. Bunun en önemli sebebi, net kullanım alanının birim miktarına düşen bina maliyetlerinin düşük olmasıdır. Buna karşılık, arazi maliyetlerinin yüksek olduğu merkezi sanayi yörelerinde çok katlı tesis binaları da kurulmaktadır. Tesis içindeki iş akışının kolay planlanması ve taşımaların minimum düzeyde tutulabilmesi için binanın tek kat yapılması daha uygun bir çözümdür.

Üretim yöntemleri ve arazi sınırlamaları zorlamadıkça çok katlı bina yapımına gidilmelidir. Çimento, gübre, şeker, petrol, vb. endüstrilerde tesis binaları, üretim prosesinin bir gereği olarak çok katlı yapırlar. Ağır makinelerin kullanıldığı üretim faaliyetlerinde çok katlı binalar, inşaat ve taşıma masraflarının yüksekliği dolayısıyla sakıncalıdır. Modern tesis binalarının inşaatında genel eğilim, tek kat üzerine, penceresiz, yapay aydınlatmalı, çelik iskeletli sistemlerin tercihi şeklindedir.

Tek katlı ve çok katlı tesis binalarının yararlı ve sakıncalı yanları vardır. Bir tipin yararlı yanı diğer tip için sakınca sayılabilir. Örneğin, inşaat süresinin kısalığı tek katlı binalar için yararlı özellik iken, çok katlı binalar için sakınca olarak kabul edilmektedir. Yani tek katlı binaların inşaat süresi kısa, çok katlı binaların ise uzundur.

Tek katlı tesis binalarının yararlı yanları:

- 1) Kısa inşaat süresi.
- 2) Düşük inşaat maliyeti.
- 3) Doğal ışık kullanma kolaylığı.
- 4) Havalandırma kolaylığı.
- 5) Tesis içi yerleşim kolaylığı.
- 6) Alan kullanımında kayıpların azaltılması.
- 7) Malzeme taşıma kolaylığı.
- 8) Alan genişlemesi ve kullanımda esneklik.
- 9) Genel denetim kolaylığı.
- 10) Olağanüstü durumlarda binadan çıkma kolaylığı.
- 11) Katlar için yük taşıma hesabı yapılmaması.

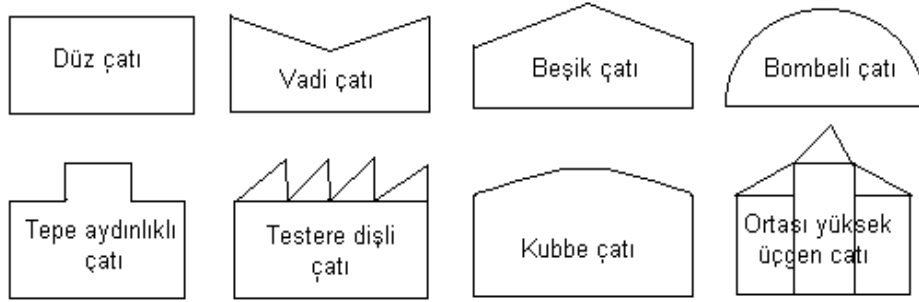
Çok katlı tesis binalarının yararlı yanları:

- 1) Düşük arazi maliyeti.
- 2) Hizmet bölümlerinin yerleşim kolaylığı.
- 3) Elektrik, su, ısıtma tesisatının kısa dolanımı.
- 4) Düşük ısıtma maliyeti.
- 5) İş taşıma süresinin azaltılması.
- 6) Yer çekiminden yararlanma.
- 7) Bölümlerin denetiminde etkinlik.

Temel bina biçimi dikdörtgen şeklinde olup, dikdörtgenin sayısız bileşenleri de sözkonusu olabilir. Binalara genellikle I, C, U, L, F, E, H gibi harf biçimleri verilmektedir. Günümüzde doğal aydınlatma ihtiyacı fazlaca önem taşımamaktadır. Bu sebeple tesis binaları kare, dikdörtgen veya blok olarak inşa edilmekte ve harf biçimleri aşağı yukarı terkedilmiş bulunmaktadır. En çok kullanılan biçim dikdörtgendir. Ancak, modern işyerleri ve mağazalarda olduğu gibi tesislerde de bazen alışılmışın dışında beş köşeli, dairesel vb. gibi şekiller uygulanmaktadır.

Dikdörtgen bina biçimi değişikliklere çok kolay uyum sağlar. Bu sebeple teknolojisi veya ürün türü hızlı değişen endüstrilerde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Düzgün olmayan tesis binası şekilleri bazen arazi bozukluklarından ileri gelir. Bazen de güvenlik açısından düzensiz bina şekilleri tercih edilebilir.

Aydınlatma ve havalandırmaya bağlı olarak çeşitli çatı tipleri uygulanmaktadır. Ürün türü de çatı tipini belirleyen önemli bir faktördür. Örneğin, ağır makine tesisleri ve dökümhaneler ortası yüksek üçgen, tekstil tesisleri testere dişli çatı binalardır. Ancak, inşaat, malzeme ve konstrüksiyon tekniğinde sağlanacak gelişmelerle bu genel tiplerin gelecekte değişmesi mümkündür. Şekil 7.1'de çeşitli çatı şekilleri gösterilmiştir.



Şekil 7.1. Çatı şekillerine göre tesis binası tipleri

7.8. GENEL İŞ AKIŞI TİPLERİ

Malzeme, parça ve yarı ürünlerin üretim sırasında izledikleri yol iş akışı olarak tanımlanır. Düzenlemede amaç; hammadde girişinden bitmiş ürünün müşteriye teslim edilmesine kadar söz konusu olan işlemlerde en az ağırlık, uzaklık ve maliyetle taşımayı sağlayacak bir iş akışının oluşturulmasıdır.

İş akışı tipleri; üretim ve montaj hattı özellikleri ile tesis binasının tek veya çok katlı olmasına göre aşağıda gruplandırılmıştır.

a) Üretim ve montaj hattı bakımından iş akışı modelleri:

- 1) Üretim hattı iş akışı modelleri (doğrusal (düz) akış, U – biçimli akış, S – biçimli akış, Bükümlü akış).

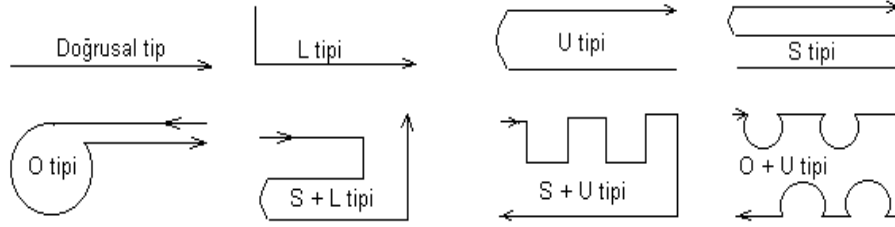
- 2) Montaj hattı iş akışı modelleri (tarak biçimli akış, ağaç biçimli akış, dal biçimli akış, üst üste biçimli akış).

b) Tesis binasına göre iş akışı tipleri:

- 1) Yatay iş akışı tipleri (doğrusal ya da I akış, L akış, U akış, S akış, dairesel ya da O akış)
- 2) Düşey iş akışı tipleri (yukarıya veya aşağıya doğru akış, merkezi veya merkezi olmayan kaldırma (elevasyon) sistemi, tek yönlü veya geri dönüşlü akış, dikey veya eğimli akış, tekil veya çoğul akış, binalar arası akış).

Tek katlı tesis binalarında sadece yatay iş akışı söz konusudur. Çok katlı tesis binalarında ise yatay iş akışı yanında düşey iş akışı da mevcuttur.

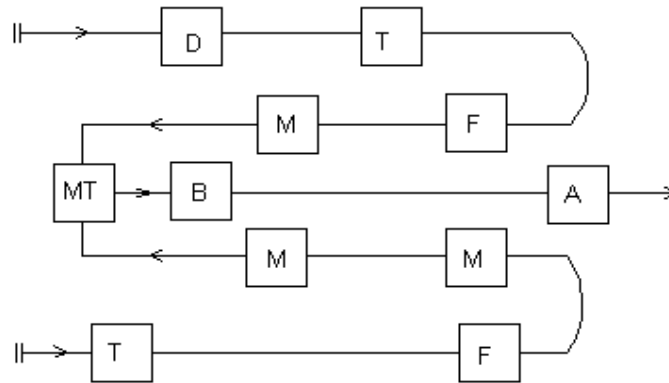
Şekil 7.2’de temel yatay iş akışları ve kombinasyonları gösterilmiştir.



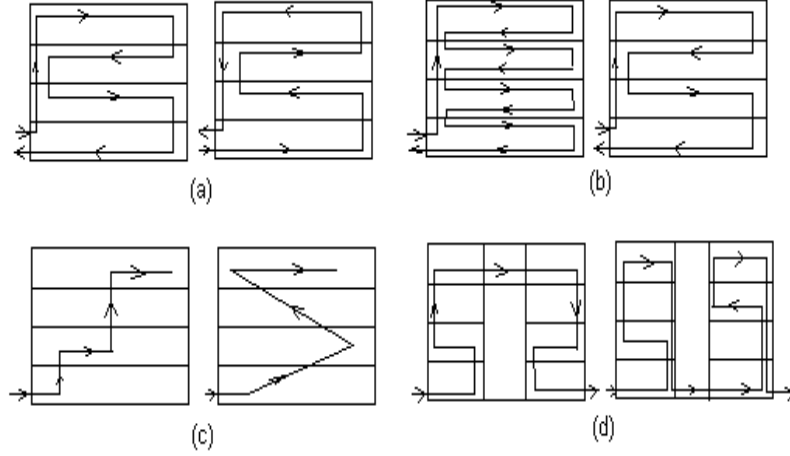
Şekil 7.2. Temel yatay iş akışı tipleri ve kombinasyonları

Bir tesiste yalnız tek tip iş akışının bulunacağı düşünülmemelidir. Küçük bir tesiste bile çeşitli iş akışı tipleri bulunabilir. Şekil 7.3’de bir üretim ve montaj hattı için çeşitli iş akışı kombinasyonları gösterilmiştir.

Çok katlı binalarda yatay iş akışı yanında düşey iş akışı da bulunur. Düşey iş akışında en önemli faktör katlar arasındaki taşımadır. Şekil 7.4’de hammadde gidiş yönünü ve elevasyon şeklini gösteren bazı düşey iş akışı tipleri için örnekler verilmiştir.



Şekil 7.3. Bir üretim ve montaj hattı iş akışı



- (a) Yukarı ve aşağı yönde akış
 (b) Merkezi ve merkezi olmayan akış.
 (c) Düşey ve eğimli akış.
 (d) İki bina arasında yukarıdan ve aşağıdan irtibatlı akış.

Şekil 7.4. Düşey iş akışı tipleri

7.9. TESİS SAHASINDA FİZİKSEL PLANLAMA

Bir tesiste üretim faaliyetlerinin en iyi şekilde yürütülebilmesi için bütün fiziksel unsurların belli bir plana uygun olarak düzenlenmesi gerekir. Tesis düzenlemenin ilk aşamasını oluşturan tesis sahasında fiziksel planlama, doğrudan doğruya verimliliği etkileyen bir faktördür. İşletmede öngörülen organizasyonun uygulanabilmesi, zaman, para ve işgücünden tasarruf sağlanabilmesi ve gelecekteki ihtiyaçların kolayca karşılanabilmesi büyük ölçüde fiziksel planlamanın ortaya koyacağı imkanlara bağlıdır.

Tesis arsası üzerinde yer alacak fiziksel ünitelerin gelişigüzel bir şekilde yerleştirilmesi, iş akışına aykırı düşen dolaşım veya çalışma alanlarındaki yetersiz boyutlar yüzünden kaybedilecek zaman maliyetlerin yükselmesine sebep olur. Arsa ve bina alanlarının kullanılmasında ortaya çıkabilecek kayıp alanlar da bir yandan gelecekteki gelişme imkanlarını sınırlarken, diğer taraftan yapı maliyetlerini yükseltir.

Yönetim kısımlarının diğer ünitelerle fonksiyonel bir şekilde bağlanamadığı bir tesiste, işçi ve üretim denetimleri zorlaşır ve fiyatlar yükselerek rekabet olumsuz yönde etkilenir. Fiziksel planlamanın başarılı olması için gelecekteki gelişmelerin çok iyi değerlendirilmesi gerekir.

7.9.1. Tesis Arasında Yer Alacak Fiziksel Üniteler

Bir tesisin sahasında yer alması gereken fiziksel tesisler sözkonusu işletmenin özel ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenir. Ancak, her endüstriyel işletme için sözkonusu olabilecek iş ve hizmetler göz önüne alınırsa, tesis sahasında genel olarak aşağıdaki fiziksel ünitelerin yer alması gerektiği anlaşılr:

1. Kapalı Üniteler: Her türlü dış etkilerden korunmuş ünitelerdir. Bunlar, imalathane, depo, bakım yerleri, işletme ve tesisat üniteleri, bürolar, laboratuvarlar, personel üniteleri ve benzeri ünitelerdir.

2. Açık Depolama Alanı: Dış etkilerden zarar görmeyen çeşitli malzemelerin tamamen veya kısmen açıkta depolanabilmeleri için ayrılacak olan alanlardır.

3. Yükleme ve Boşaltma Alanı: Malzeme taşımada kullanılacak motorlu taşıt araçlarının arsa içinde rahat, emniyetli ve hızlı bir şekilde yükleme – boşaltma veya bu işler için gerekli hareketleri yapabilmeleri amacıyla ayrılacak alanlardır.

4. Genişleme Alanı: Kapalı ve açık ünitelerin gelecekteki ihtiyaçlarına uygun olarak genişletilebilmeleri amacıyla ayrılan alanlardır.

5. Yeşil Alanlar: Gerek estetik ve gerekse personelin dinlenme, spor ve benzeri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ayrılan alanlardır. Endüstriyel bir kuruluşun saha planlaması yapılırken, en az yukarıda belirtilen genel ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçların birbirleriyle fonksiyonel ilişkileri göz önüne alınarak gerekli alan ve boyutlar belirlenmelidir.

7.9.2. Fiziksel Ünitelerin Yerleştirilmesi

Tesislerin kapalı üniteleri, saha üzerinde kapladıkları alan bakımından, gittikçe önemi azalan bir unsur haline gelmektedir. Geçmişte planlanan tesislerdeki kapalı üniteler, arsanın bütününe yakın kısmını kaplarken, günümüzdeki modern tesislerde kapalı alanlar arsanın % 20'sine kadar düşmüştür. Böylece, modern tesislerde, açık alanlarda yapılacak işlerin daha rahat ve ekonomik olması, artan otopark ihtiyacının karşılanabilmesi, çevredeki gürültü, sarsıntı, trafik, vb. gibi problemlerin azalması, gelecekte ortaya çıkabilecek genişleme ihtiyaçlarının karşılanabilmesi mümkün olmaktadır.

Fiziksel ünitelerin yerleştirilmesinde aşağıdaki faktörler etkili olur:

- 1- İmar ve kullanım standartları.
- 2- Açık alanlardaki dolaşım.
- 3- Kapalı ünitelerin görevi.
- 4- Doğal aydınlatma ihtiyacı.
- 5- İklim ve yön.
- 6- Çevre ev ayırımı.

1. İmar ve Kullanım Standartları: Yerel imar koşulları kurulacak tesisin özel ihtiyaçlarını karşılamada çoğu zaman yetersiz kalır. Buna karşılık bazı sınırlamalar veya yasaklar koyabilir. İşletmeciler ve teknik elemanlar bu özellikleri dikkate alarak, tesisin en iyi biçimde çalışabileceği standartları belirlemelidirler. Fiziksel planlama için standartlar ortaya konurken, her şeyden önce arsanın kullanımı ile ilgili genel ilkeler göz önüne alınmalıdır. Son olarak, planlayıcının özel bilgi ve tecrübeleri fiziksel planlamada önemli bir yer tutar.

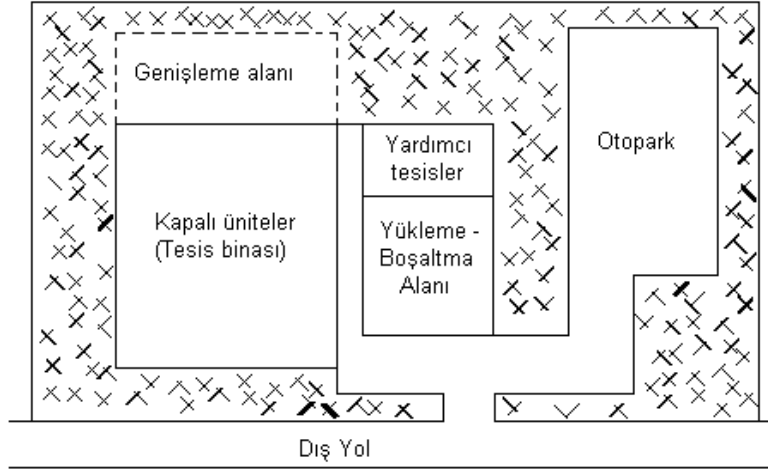
2. Açık Alanlarda Dolaşım: Tesis arsası üzerinde taşıt dolaşımını, malzeme taşımada kullanılan kamyon, kamyonet, yarı römorklu araç, katar ile insan taşımada kullanılan bisiklet, motosiklet, otomobil, minibüs, otobüs gibi araçlar meydana getirir.

Tesis özelliklerine ve fiziksel planlamasına bağlı olarak, taşıt dolaşımına, kapalı ünitelerin yanında açık ünitelerle yeşil alanların yanında da ihtiyaç duyulabilir. Kapalı ünitelerin herhangi bir tarafında taşıt dolaşımına ihtiyaç yoksa kapalı üniteleri o taraftaki arsa sınırına daha çok yaklaştırarak diğer taraftaki dolaşım için daha geniş ve elverişli bir alan elde edilebilir.

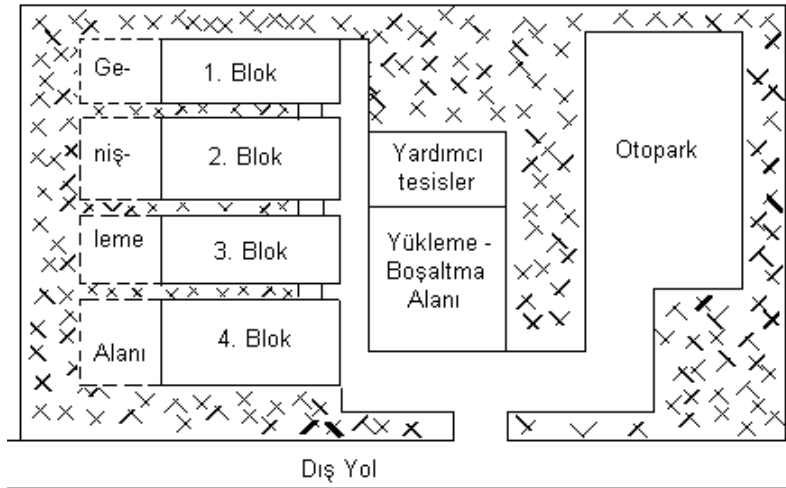
Kapalı ünitelerin sınıra yaklaştırılması durumunda, sınır tarafında kalan pencerelerden doğal aydınlatmanın sağlanabilmesi için yeterli boşluğun kalmasına dikkate edilmelidir. Komşu arsanın sürekli boş kalacağı durumlarda sınıra uzaklık kısa tutulmalıdır. Aksi halde, mevcut binalar varsa veya yeni binalar yapılacaksa, binaların yerleri ve yükseklikleri değerlendirilmelidir.

3. Kapalı Ünitelerin Görevi: herhangi bir arsa üzerindeki fiziksel planlama, bu arsada ter alacak fiziksel tesislerin fonksiyonlarına uygun olarak yapılır. Kapalı üniteler, bütün kapalı

kısımları kapsayan tek bloktan veya çeşitli kısımlara ayrılmış birkaç blok yapıdan meydana gelebilir. Bu seçim, genişleme ihtiyacına ve işletmedeki çeşitli bölümlerin fonksiyonlarına göre yapılır. Genellikle merkezi bir sistemle yönetilmesi güç olan tesislerde bazı kısımlar, fonksiyonlarına göre bloklar halinde planlanır. Kapalı ünitelerin görevi tek blok içinde toplanmayı gerektiriyorsa, fiziksel planlama ancak sınırlı koşullar içinde gerçekleştirilebilir. Bu durumlarda genellikle, ünitenin tek başına genişlemesine imkan verebilecek elastikiyeti sağlamak zorlaşmaktadır. Şekil 7.5 ve Şekil 7.6'da kapalı ünitelerin tek veya ayrı bloklar halinde düzenlenmesi ile ilgili fiziksel planlama örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 7.5. Kapalı ünitelerin tek blok içinde toplanması



Şekil 7.6. Kapalı ünitelerin ayrı bloklar içinde toplanması

4. Doğal Aydınlatma İhtiyacı: Kapalı ünitelerin doğal olarak aydınlatılması öncelikle düşünülmelidir. Böylece çalışanların verimlilikleri daha yükselmekte ve havalandırma kolaylığı sağlanmaktadır. Kapalı ünitelerin çevresi açık olduğu sürece doğal aydınlatmadan yararlanılabilir. Bu bakımdan kapalı üniteler arsının bir kenarına çok yakın kurulacaksa, komşu binalara ve yüksekliklerine dikkat edilmelidir. Doğal aydınlatmanın sağlanması halinde aydınlatmada harcanacak enerjiden de tasarruf edilir.

5. İklim ve Yön: Güneşten yararlanılması istenen soğuk bölgelerde pencerelerin güney cephesinde yer alması arzulanır. Böylece güneşten yararlanılarak sağlık koşulları uygun

seviyede tutulmaya çalışılır. Kapalı ünitelerin yerleştirilmesinde o bölgedeki rüzgarların yönlerine de dikkat edilmelidir.

6. Çevre ve Ayırım: Tesis çevreye karşı mümkün olduğu derecede korunmalıdır. Çevreden gelen gürültü, hava kirliliği, trafik etkenlerinden korunmak için gerekli çareler düşünülmelidir. Bazı etkilerden, tesis sahasının sınırları tel örgü, duvar, vb. şekilde sarılarak belirli seviyede korumaya alınabilir.

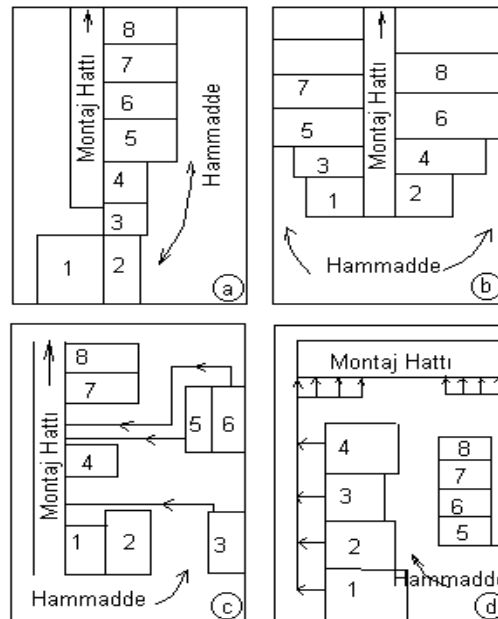
7.10. MAKİNA DÜZENLEME TEKNİKLERİ

7.10.1. Makina Yerleştirme

Makine yerleştirme, üretim tesisleri içinde bütün faaliyetlere bir yer belirlenmesi ve mevcut alan içinde makine – teçhizatın düzenlenmesi işlemidir. Böylece, mevcut alanın etkin bir şekilde kullanımı, işgücünün ve malzemenin en az dolaşımını sağlayacak bir sistem kurulmaya çalışılır.

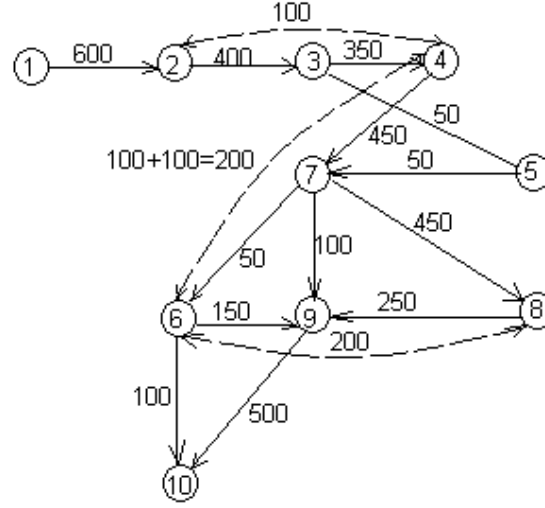
Genel iş akışı konusunda karara varıldıktan sonra makinaların ve iş istasyonlarının yerleri belirlenir. Yerleştirmede her üretim tipinin kendine has özellikleri vardır. Üretim işlemlerinin sürekli veya kesikli olması, üretim teknikleri, üretim tipi, üretim zincirinin yapısı ve ürün çeşidi makine yerleştirmede etkili faktörlerdir. Bunların etkilerinin belirli olması durumlarında bile makine yerleştirmede belirli formül ve yöntemlerin uygulanması mümkün olmamaktadır. Her problemin kendi özelliklerine göre, genellikle mantığa dayanan prensiplere uyularak en uygun yerleştirme düzeni bulunmaya çalışılır. Bu konuda yapılan araştırmalarda en iyi yol “deneme – yanılma” yöntemidir. Bu yolla alternatiflerden birçoğunun olumsuzluklarına göre elenmesi sonucu en uygun düzenleme tipi daha kolay elde edilir.

Şekil 7.7’de 8 iş istasyonu ve bir montaj hattından oluşan bir sistemin 4 farklı yerleştirme tipi gösterilmiştir. Bunlara benzer daha birçok çözüm bulunabilir. Önemli olan bunlar arasından en uygun olanının belirlenmesidir.

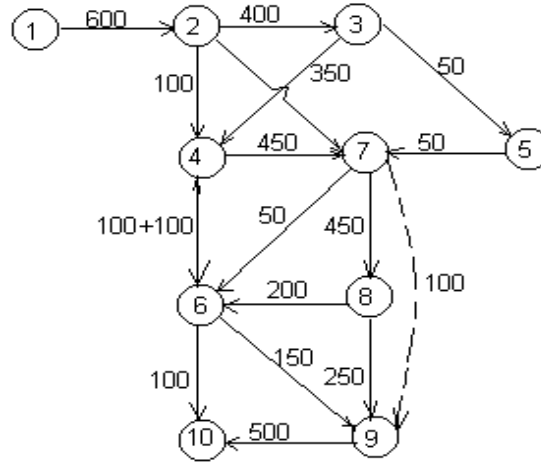


Şekil 7.7. Çeşitli yerleştirme düzenleri

Şekil 7.10'da görüldüğü gibi, 4. bölüme gelen ve giden malzemelerin 300 ünitesi kendisine komşu olmayan bölümlerle ilgilidir. Benzer şekilde, 8. Bölümden 200 ünite kendisine komşu olmayan 6. bölüme gitmektedir. Bu sakıncaları ortadan kaldırmak amacıyla yeni düzenlemeler yapılmalıdır. Buna göre, 4. bölüm 2. İle 6. bölüm arasına kaydırılır, 9. bölüm aşağıya indirilip 8. bölüm onun yerine getirilir. Böylece, Şekil 7.11'deki kroki elde edilir ve komşu olmayan bölümlerden taşınan 400 ünitelik yük 100 üniteye düşer.



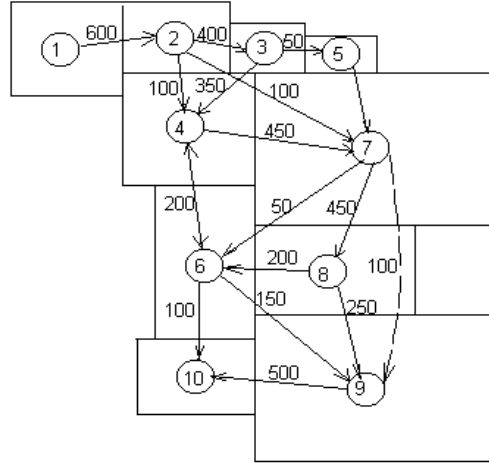
Şekil 7.10. Üretim bölümlerinin konum planı (1. Taslak)



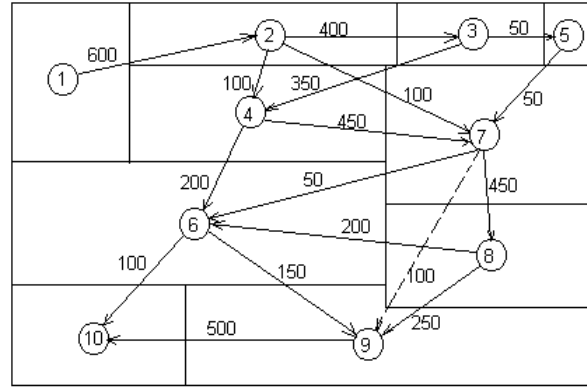
Şekil 7.11. Üretim bölümleri konum planı (2. Taslak)

Her bölüm için gerekli olanlar hesaplanıp belirlenen konumlara göre yerleştirme yapılırsa Şekil 7.12'deki kroki elde edilir. Bu krokide taşımaların miktarını azaltan yeni yerleştirme düzeni ve her bölüme ait alanlar görülmektedir. Yeni taslakta 7. İle 9. bölüm arasındaki 100 ünitelik dolaylı taşıma miktarı az olduğundan sakıncasız kabul edilebilir. Buna rağmen, ideal bir yerleştirme düzeni olduğu da söylenemez. Bulunan çözümü biraz daha titiz bir çalışma ile iyileştirmek mümkün olabilir. Ancak, bu çoğu zaman fazla bir avantaj sağlamaz. Bu çözüm tekniği geliştirilerek deneme – yanılma çalışmaları sonunda taşımaların nispeten az olduğu bir yerleştirme düzeni ortaya çıkar.

Bölümlerdeki tezgah sayıları, ara depolar, taşıma araçları, iş emniyeti gibi faktörler göz önüne alınarak bulunan alanlar tesis binasının sınırladığı alana uygun biçimde yerleştirilir. Deneme – yanılma ile belirlenen yerleşim planı Şekil 7.13'de gösterilmiştir.



Şekil 7.12. Düzenleme ve bölümlere ait alanlar



Şekil 7.13. Deneme – yanılma ile bulunan son yerleştirme düzeni

2. Çapraz İlişki Tekniği İle Prosese Göre Yerleştirme

A, B, C, ve J ile gösterilen 10 ayrı üniteden oluşan bir tesis kurulması tasarlanmaktadır. Her ünite için gerekli alan, bölümler arasındaki iş akışı Tablo 8.3'de ve bunların birim maliyet cinsinden ağırlıkları Tablo 8.4'de verilmiştir. Tesisin toplam alanı $80 \times 100 = 8.000 \text{ m}^2$ olduğuna göre, en uygun yerleştirme düzenini bularak krokisini çiziniz.

İş akışı ve bunların maliyet cinsinden ağırlıklarını veren tablo değerlerinin ortak etkileşimini veren yeni bir tablo hazırlanır. Toplam ağırlıklar tablosu Tablo 7.5'de görüldüğü gibi, iş akışı ve ağırlık değerlerinin aynı noktadaki değerleri çarpımı ile elde edilir.

Bu tablo değerlerine bağımlı olarak da çapraz ilişki diyagramı hazırlanır. İlişki diyagramındaki yakınlık dereceleri için kullanılan sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir:

- A: Kesinlikle şart
- E: Çok önemli
- I: Önemli
- O: İstenir
- U: Önemli değil
- X: İstenmez

Tablo 7.3. İş akışı tablosu

G/A	A	B	C	D	E	F	G	H	İ	J
A		4	3						1	
B			4						2	
C	2	4					4			3
D					3	2	3			
E						3	2			2
F				2	2		2		2	3
G						3				5
H										2
İ	2	2								4
J									4	

Tablo 7.4. Ağırlıklar (birim maliyet) tablosu

G/A	A	B	C	D	E	F	G	H	İ	J
A		8	3						2	
B			6						1	
C	4	3					7			4
D					9	3	1			
E						8	4			2
F				2	2		9		4	3
G						3				8
H										1
İ	1	1								9
J									2	

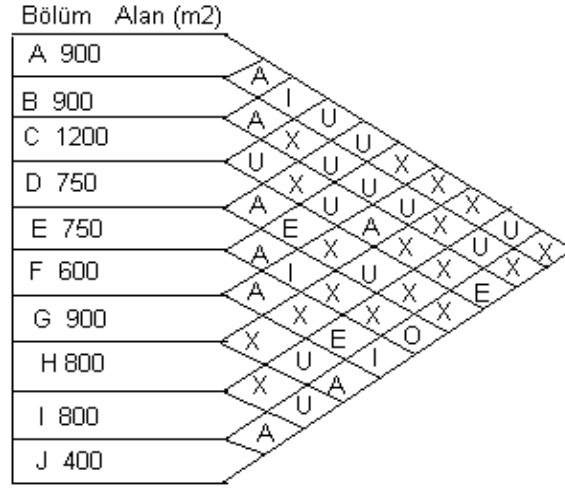
Tablo 7.5. Toplam ağırlıklar tablosu

G/A	A	B	C	D	E	F	G	H	İ	J
A		32	9						2	
B			24						2	
C	8	12					28			12
D					27	6	3			
E						24	8			4
F				4	4		18		8	9
G						9				40
H										2
İ	2	2								36
J									8	

Problemdeki toplam ağırlık değerlerine öre yakınlık dereceleri aşağıdaki gibi ifade edilmiştir (Burada, sınır değerleri ayrılma noktalarına veya uygulayıcının inisiyatifine göre seçilebilir):

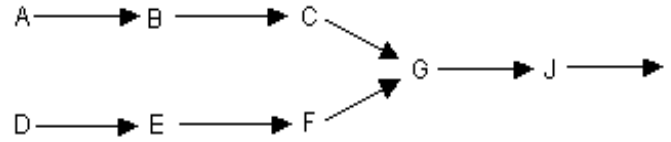
- A: Kesinlikle şart (Tablo değeri 20'den büyük)
 E: Çok önemli (Tablo değeri 10 – 19 arası)
 İ: Önemli (Tablo değeri 05 – 09 arası)
 O: İstenir (Tablo değeri 03 – 04 arası)
 U: Önemli değil
 X: İstenmez

Toplam ağırlıklar tablosundan yararlanılarak üniteler arasındaki ilişki düzeyleri Şekil 7.14'deki çapraz ilişki diyagramında gösterilmiştir.



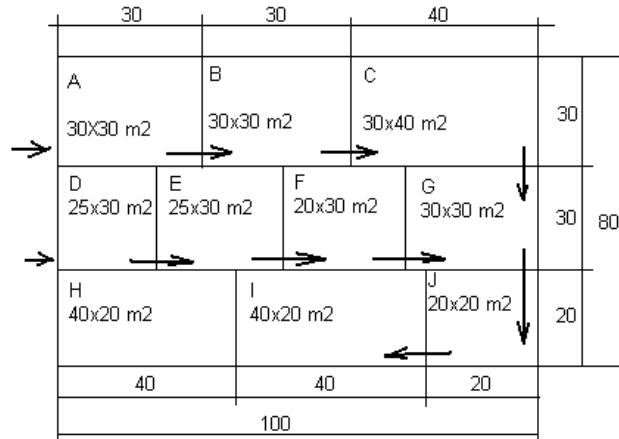
Şekil 7.14. Çapraz ilişki diyagramı

Çapraz ilişki diyagramının belirlenmesinden sonra hammaddelerin ürün haline gelebilmesi için izledikleri yol belirlenerek üretim ünitelerinin yeri hakkında bilgi edinilir. Malzemelerin izledikleri rota Şekil 7.15'deki gibidir.



Şekil 7.15. İş akışı

Söz konusu iş akışına uygun olarak bölümlerin yerleri belirlenirse, Şekil 7.16'daki yerleşim planı elde edilir.

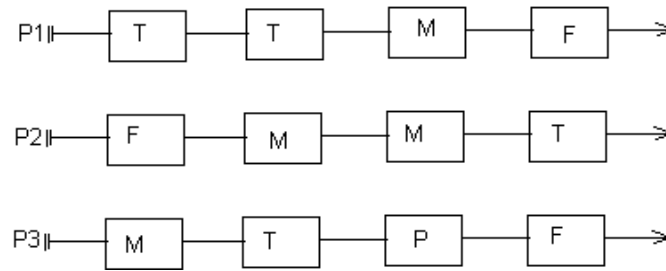


Şekil 7.16. Üretim sisteminin yerleşim planı

7.12. ÜRÜNE GÖRE YERLEŞTİRME

İşlem makine – teçhizatının, bir ürünün hammadde halinden son ürün şeklini alıncaya kadar izlediği yol üzerinde işlemlerin gerektirdiği sıraya uygun olarak düzenlenmesidir. Her makine, malzeme hareketini en aza indirecek ve alan kullanımını etkinleştirecek şekilde yerleştirilir. Her ürün için genellikle ayrı bir üretim hattı oluşturulur. Sürekli ve hat imalat türlerinde makine düzenleme bu tarza göre yapılır. Bu usulün en tipik uygulama yeri otomobil endüstrisidir. Şekil 7.17’de ürüne göre yerleştirme örneği gösterilmiştir.

Ürüne göre düzenlemede, belirli bir ürünün üretilmesinde tahsis olunan özel veya otomatik tezgahlar birbiri ardınca sıralanır. Hammadde üretim hattının bir ucundan girer ve birbirini izleyen işlemlerden geçerek ürün haline dönüşür. Proses devamınca her işleme belli bir süre ayrılmış olup, duraklama, stok ve malzeme taşıma gibi süreler en aza indirilmiştir. Her ürün aynı toplam sürede üretilmektedir.



Şekil 7.17. Ürüne göre yerleştirme düzeni

7.12.1. Ürüne Göre Yerleştirmenin Yararlı Yanları

- 1) İş akışı düzgündür.
- 2) Taşımalar azdır.
- 3) Yarı mamul stokları azdır.
- 4) Toplam üretim süresi kısadır.
- 5) Üretim planlama basittir.
- 6) Gözlem ve kontrol kolaydır.
- 7) Kalifiye olmayan işçi kullanılabilir, eğitim ve adaptasyon kolaydır.
- 8) Grup teşvik ve birim sistemi uygulanabilir.
- 9) Alan kullanımı alt düzeydedir.

7.12.2. Ürüne Göre Yetişmenin Sakıncalı Yanları

- 1) Esneklik azdır. Mamul dizaynında yapılacak bir değişiklik düzende büyük değişikliklere sebep olur ve uygulanması uzun zaman alır.
- 2) Üretim akış hızı en yavaş makinaya bağlıdır. Bu sebeple, makinelerin hızı planlı biçimde azaltılır. Dengeleme problemi vardır. Küçük bir arıza halinde bile bütün hattın boş durması ihtimali yüksektir.
- 3) Makine veya yarı ürün cinsinden yedek kapasite bulundurma zorunluluğu vardır. Yatırım miktarı yüksektir.
- 4) Kontrol geneldir, her bölüm için uzmanlaşmamıştır.
- 5) Çeşitlendirme imkanı zayıftır.
- 6) Bakım, üretim saatleri dışında yapılır.

7.12.3. Ürüne Göre Yerleştirme Uygulaması

Esnek, ancak biraz verimsiz çalışan prosese göre yerleştirmenin aksine, az çeşitte ürün türünün büyük miktarlarda üretimi için geçerli olan ürüne göre düzenleme daha verimli bir üretim sistemidir. Genel olarak standartlaştırılmış tek ürün türü söz konusudur ve üretim sürekli. Bu tip düzenleme motor endüstrisi gibi yığın üretimi uygulanan tesisler için uygundur.

Ürüne göre yerleştirme tipinde tezgahların konumları, ürünün oluşması için uygulanan işlemlerin sırasına göre belirlenmektedir. Her işlemin tamamlanma süresi farklıdır. Üretim hızı, yani üretim hattının sonundan çıkan ürün sayısı en yavaş işlem süresine bağlıdır. Örneğin, işlem süreleri 6 ve 10 dakika olan iki işlemden oluşan bir üretim hattında saatte üretilen ürün sayısı $60/10 = 6$ adettir. Bu süre içinde, 6 dakika işlem süreli ürünü üreten istasyon $6 \times 6 = 36$ dakika çalışacak ve $60 - 36 = 24$ dakika boş kalacaktır. Son derece fazla işlemin olduğu bir üretim faaliyetinde doğacak kayıpların büyüklüğü açıkça görülmektedir. Tesislerde iş istasyonlarının boş beklemesi, gecikmeler ve ara depolardaki yığılmalar işlem süreleri arasındaki farklardan ileri gelir. Bu farkların giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalara "üretim hattının dengelenmesi" veya kısaca "dengeleme" denir. Ürüne göre yerleştirmede temel kriter dengelemedir. Eğer üretim hattındaki bütün istasyonların birim zamandaki üretim miktarları aynı ise dengeleme tamdır denir. Tam dengelemede bekleme ve yığılma gibi problemler meydana gelmez, iş akışı düzgündür. Ancak, tam dengelemenin gerçekleştirilmesi oldukça güçtür. Uygulamada ideal olan, tam dengelemeye yaklaşılmaya, diğer bir ifade ile iş istasyonları arasındaki kapasite farkları toplamının minimum yapılmasına çalışılır. Dengeleme, taşıma miktarı, tezgahların konumu ve iş istasyonlarının iç düzeni ile ilgili değildir. Ancak, birçok durumlarda bu problemlerin çözümü hattın dengelenmesine katkıda bulunabilir.

Dengelemenin sağlanmasında, faaliyetin en küçük üniteleri için performans zamanlarının bilinmesi gerekir. Ayrıca, en iyi dengelemeye ulaşacak hat için, sıra esnekliği, işlemleri ya da istasyonları oluşturacak çalışma gruplarını belirlemede yardımcı olması bakımından önemli rol oynar.

İşlem sürelerini etkileyen faktörler çok çeşitlidir. Bir işlemin normal tamamlanma süresi, işçinin tecrübesi, malzeme temini, ıskarta oranı, tezgah hızı veya bozulma ihtimali ve belirsiz değişkenlerin etkisiyle sapmalar gösterir. Bütün bu faktörleri göz önüne alarak optimal dengeyi bulmaya çalışan, yani süre farkları toplamını minimum yapmayı amaçlayan çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Sınırlayıcı koşullar ve belirsizlikler için basitleştirici varsayımları benimseyen teknikler oldukça basittir. Geniş kapsamlı problemlerde ayrıntılı hesaplara gerek duyulduğundan karmaşık matematik teknikler kullanılır. Bilgisayar teknolojilerinden yararlanılan ileri seviyedeki dengeleme teorisi de yeni yeni kullanılmaya başlamıştır.

Kapasite üzerinde herhangi bir sınırlama bulunmaması halinde dengeleme probleminin çözümü oldukça basittir. Bunun için "en küçük ortak kat" yaklaşımı kullanılır. Örneğin 4, 2 ve 6 dakikalık işlem sürelerine sahip üç işlemlerli bir üretim prosesinde istasyonların dengelenmesi istenmiş olsun. Bunların saatteki üretim miktarları sırasıyla,

$$\frac{60}{4} = 15 \text{ adet} \quad \frac{60}{2} = 30 \text{ adet} \quad \frac{60}{6} = 10 \text{ adet}$$

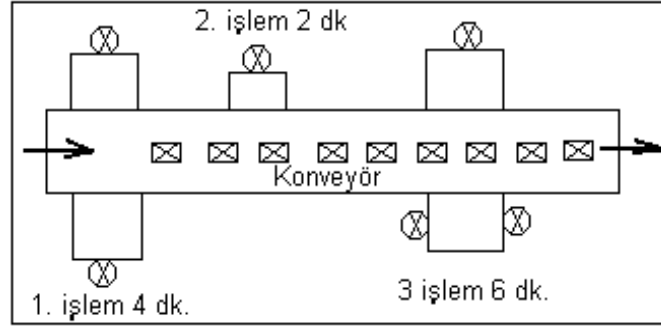
olduğundan, istasyonların kapasiteleri 15, 30 ve 10'un EKOK'u (çarpanları: 2, 3, 5) olan 30 adet/saat miktarına göre ayarlanırsa tam dengeleme sağlanmış olacaktır. Bu durumda

$$1. \text{ İşlem için: } \frac{30}{15} = 2 \text{ adet}$$

$$2. \text{ İşlem için: } \frac{30}{30} = 1 \text{ adet}$$

3. İşlem için: $\frac{30}{10} = 3 \text{ adet}$

makinedan oluşan 3 iş istasyonu kurulmalıdır. Şekil 7.18’de örnekle ilgili üretim sistemi gösterilmiştir.



Şekil 7.18. Üç işlemlili bir üretim sistemi ve dengeleme

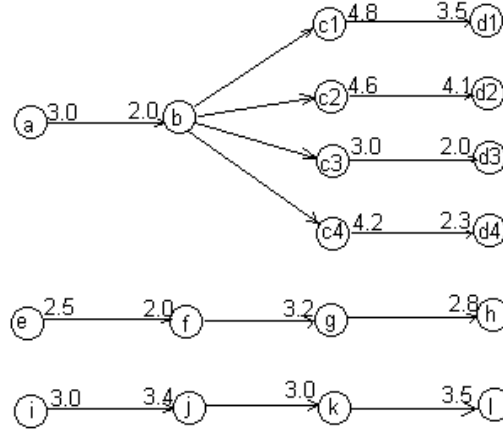
İşlem sürelerinin kesirli olması durumunda bu yöntemle dengeleme güçtür. Ayrıca, kapasitenin sınırsız olması çok seyrek karşılaşılan bir olaydır.

Sınırsız kapasiteli dengeleme problemine örnek olarak, süreleri belirlenmiş bulunan a, b, c, ... , k ve l işlemlerinden oluşan bir üretim prosesi Şekil 8.19’daki gibi olsun. Sistemin her 10 dakikada 1 ünite ürün üretmesi istenmektedir. Şekildeki her daire bir işlemi, üzerindeki sayı işlem süresini ve okların yönü de işlem sırasını göstermektedir. Bununla birlikte, iki farklı sıradaki işlemler bir istasyonda toplanabilir. Böyle bir sistemin dengelenmesinde, belirlenecek istasyonların her birine ait toplam işlem sürelerinin 10 dakikadan az ve aralarındaki farkların minimum olmasına çalışılır. Bütün işlemlerin süreleri toplamı 56.9 dakika olduğundan, 10 dakikalık devir için en az 6 istasyona ihtiyaç vardır. İstasyon sayısı 6’dan fazla olursa, artan boş beklemler nedeniyle işçilik maliyetleri yükselir.

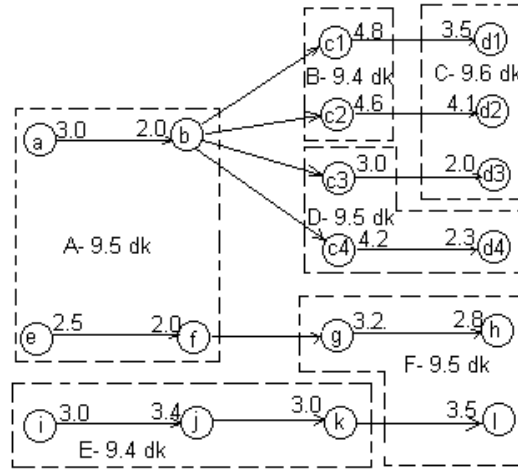
Çeşitli alternatif gruplamalar yapılarak kayıp zamanları en az olan sistemin belirlenmesi gerekir. Şekil 7.20’de mümkün çözümlerden biri gösterilmiştir. Bu gruplandırmanın mümkün çözümlerden en iyisi olup olmadığı hakkında kesin bir hüküm verilemez. Böyle bir karara varabilmek için problemi çeşitli matematik yöntemlerden yararlanarak çözmek gerekir. Verilen örnekte amaç, üretim hattı dengelemesinin bir kavram olarak açıklanmasıdır. Bu sebeple üretim hattının dengelenmesinde kullanılan daha ileri matematik tekniklere burada yer verilmemiştir.

Yapılan gruplandırma sonucunda iş istasyonlarının toplam işlem süreleri aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

A istasyonu	: 9.5 dakika
B istasyonu	: 9.4 "
C istasyonu	: 9.6 "
D istasyonu	: 9.5 "
E istasyonu	: 9.4 "
F istasyonu	: 9.5 "



Şekil 7.19. İşlem akış diyagramı



Şekil 7.20. Sınırlı kapasiteli bir sistemde dengeleme amacı ile işlemlerin gruplandırılması.

En mükemmel gruplandırma her bir iş istasyonundaki toplam işlem süresinin $56.9 / 6 = 9.5$ dakika olması halinde gerçekleştirilebilir. Örnekte, C istasyonunun toplam işlem süresi 9.6 dakika ile en büyüktür. Bu da optimal süreden $9.6 - 9.5 = 0.1$ dakika fazladır. Aynı şekilde C istasyonunun toplam işlem süresi en az işlem süreli B ve E istasyonundan $9.6 - 9.4 = 0.2$ dakika daha fazladır.

İşlem sürelerindeki belirsizliklerin az olduğu basit sistemlerde karmaşık matematik yöntemler kullanmadan dengeleme yapmak mümkündür. Örneğin, A, B, C gibi işlemlerden oluşan bir sistemde A ve B eşit, C farklı süreli olsun. Çeşitli ihtimaller karşısında alınabilecek tedbirler aşağıda açıklanmıştır:

- a) C'nin süresi diğerlerinden büyükse;
 - 1) Sisteme C işlemini yapan paralel bir tezgah ilave edilebilir, kapasite artırılır.
 - 2) C işlemi ikiye bölünür. Yani sisteme seri olarak yeni bir tezgah ilave edilir.
 - 3) İş basitleştirme ile C'nin süresi kısaltılmaya çalışılır.
- b) C'nin süresi diğer ikisinden kısa ise;
 - 1) A ve B'yi oluşturan faaliyetlerden bazıları C'ye aktarılır.
 - 2) C'nin yapıldığı tezgahın hızı azaltılır.
 - 3) C'nin yapıldığı tezgaha ek iş verilir.

Tezgah kapasitelerinin iyi dengelenmesi işçilerin yüklerinin de iyi dengelendiği anlamına gelmez. Bazı durumlarda, tezgahlarla işçilerin yüklerini de ayrıca dengelemek gerekebilir. İşçi yükünün tam dengelenmesi, üretim hattındaki her işçiyi normal çalışma süresinin tamamında çalıştırmak anlamına gelir. Bu ideal bir durum olup, uygulamada amaç, ideale mümkün olduğu derecede yaklaşmaktır.

İşçilik yükünün dengelenmesinde başvurulacak çarelerin başlıcaları şunlardır:

- 1) Bir işçiyi iki veya daha fazla tezgahta çalıştırmak. İşlem süresi uzun olan iki veya daha fazla tezgah bir işçi tarafından kontrol edilebilecek şekilde yan yana getirilebilir.
- 2) Bir işçinin iki kısa işlemi yapması. İki işlemin toplam süresi diğerleri kadar veya daha az ise, bunla bir işçiye verilebilir. İşçi bir işlemi yaparken diğerlerinin yapıldığı tezgah boş kalacağından, bu durumda meydana gelen kaybın işçilik tasarrufundan küçük olmasına dikkat edilmelidir.
- 3) İşçinin yükünü artırmak. Yukarıdaki iki yoldan dengeleme sağlanamıyorsa, yükü az olan işçiye muayene, çapak alma, temizleme gibi ikinci dereceden ek işler verilerek zamanının değerlendirilmesine çalışılır.
- 4) İşçileri çalışma hızlarına göre dizmek. Üretim hattı üzerindeki daha kısa süreli işlere tecrübesi az veya çalışma hızı düşük işçiler yerleştirilir.

İş akışını düzgünleştirmek veya yeniden şekillendirmek amacı ile başvurulacak çözümlerden birisi de ara depolar kurmaktır. Ara depolar, üretim akışının yeniden düzenlenmesi için gerekli yarı ürün birikimini sağlar. Ara depoların başlıca görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Üretim hattının bir yanındaki düzensiz akışı diğer taraftan ayırmak.
- 2) Akış tipinin veya hızının değişmesine imkan sağlamak.
- 3) Ürün deposundaki faaliyetleri azaltmak.

Tesis içinde yer işgal etmeleri ve bir yatırımı gerektirmeleri ara depoların sakıncalarını oluşturur. Ara depoların kurulmasından önce yarar ve sakıncalarını dengeleyecek analiz tekniklerinin uygulanması gerekir. Bu şekilde, ara depoların kurulup kurulmayacağına karar verilebilir.

7.13. SABİT DURUMLU ÜRÜNE GÖRE YERLEŞTİRME

Ürünün taşınamayacak kadar ağır veya büyük olması halinde makineler ürünün yanına taşınır veya çevresinde uygun yerlere yerleştirilir. Genel olarak, bina ve benzeri yapılarla gemi ve uçak gibi büyük boyutlu ürünlerin üretiminde izlenen yerleştirme tarzıdır.

7.13.1. Sabit Durumlu Ürüne Göre Yerleştirmenin Yararlı Yanları

- 1) Malzeme hareketi minimumdur.
- 2) Ekip çalışması yapıldığından iş dağıtımı, gözlem ve kontrol kolaydır.
- 3) Ekipler bağımsız çalıştıklarından, toplum üretim süresini kısaltacak tedbirler almak mümkündür.
- 4) Esnektir. Ürün projesi, türü ve üretim kapasitesinde değişiklik yapmak kolaydır.
- 5) Düzenleme yatırımı minimumdur.

7.13.2. Sabit Durumlu Ürüne Göre Yerleştirmenin Sakıncaları

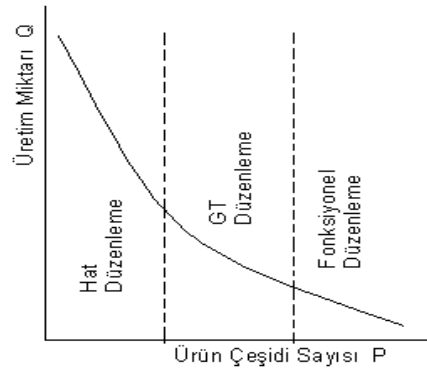
- 1) Makine teçhizatın mamulün bulunduğu yere taşınması güç ve pahalı olabilir.
- 2) Makine ve teçhizatın yararlanma olanı düşüktür.
- 3) Kalifiye işçiye ihtiyaç vardır.
- 4) Makine-teçhizatın yerleştirilmesi pahalı olabilir.

7.14. GRUP TEKNOLOJİSİ VE HÜCRESEL DÜZENLEME

Hücreyel üretim sistemleri, sistem içinde benzer üretim özelliklerine sahip belirli parçalar grubunun (parça ailesi) üretimi için işlem, insan ve makina gruplarının oluşturulduğu bir sistemdir. Hücrelerdeki tüm tesis ve birimler hücre içine giren tüm parçaları kendi kendine yeter bir seviyede üretmek üzere organize edilmiştir (Grup düzenleme). Böyle bir yaklaşım küçük bir sistemin etkin ve denetlenebilir olma özelliği yanında büyük sistemi yansıtmaya özelliğini taşır. Büyük sistemin içinde birbirinden olabildiğince bağımsız küçük sistemler (hücreler) oluşturulur. Böylece, tüm sistemin karmaşık yapısı yerine oluşturulan küçük sistemlerin problemleri ile uğraşılır.

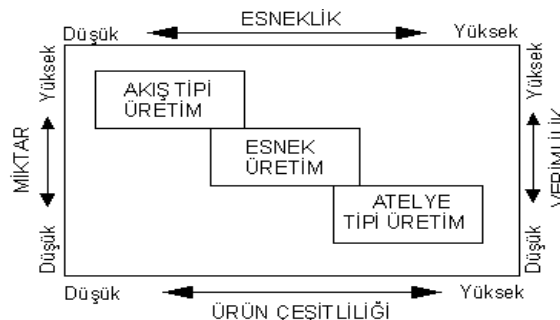
Grup teknolojisi (GT) büyük ve orta büyüklükte parti tipi üretim yapan üretim sistemlerindeki verimlilik ve etkinlik sorununa, en çok kabul edilen çözümlerden birini sunan bir yaklaşım olarak tanınmaktadır. Ana amacı, mevcut bir sistem içinde benzer üretim işlem özelliklerine sahip, parça ailesi ve makina gruplarını veya hücrelerini belirlemek, bu hücrelere uygun bir yerleşim düzenlemesi ile parça ailelerini işleyerek, iş parçası akışlarını basitleştirmektir. Böylece, üretimdeki hazırlık süreleri, proses içi stoklar ve akış süreleri gibi performans ölçülerini iyileştirmek mümkün olabilmektedir.

Q/P (Q: ürünlerin üretim miktarları, P: ürün çeşitlerinin sayısı) oranının büyük olması halinde akış tipi üretim sistemi, küçük olması halinde ise atölye tipi üretim sistemi uygulanmaktadır. Akış tipi üretimde hat düzenleme, atölye tipi üretimde ise fonksiyonel düzenleme söz konusudur. GT veya hücreyel düzenleme, bu iki yerleştirme düzeni arasında, yani orta büyüklükteki Q/P oranlarında uygulanabilmektedir. Şekil 7.21'de P-Q diyagramı gösterilmiştir.

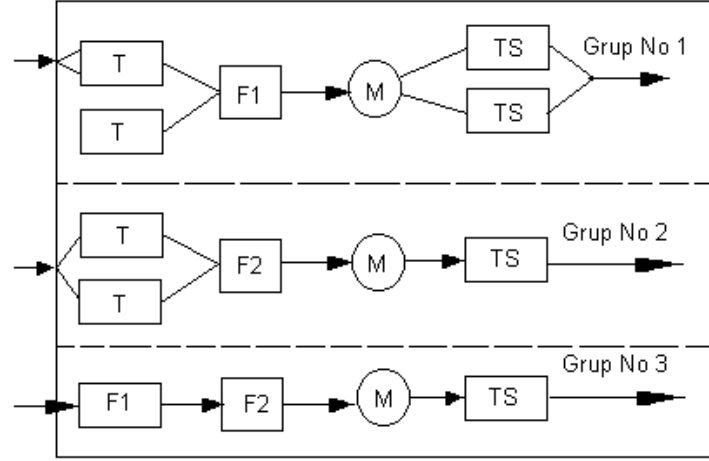


Şekil 7.21. P - Q diyagramı

Hücreyel düzenlemenin esas yararı, atölye tipi üretime göre iş akışının basitleştirilmesi ve atölye tipi üretiminde mevcut olan esnekliği kaybetmemesidir. Şekil 7.22'de düzenleme tiplerinin özellikleri, Şekil 7.23'de hücreyel düzenleme ve iş akışı gösterilmiştir.



Şekil 7.22. Üretim tipi ilişkileri



Şekil 7.23. Hücresel düzenleme ve iş akışı

GT'de esas amaç, tesis içindeki malzeme akış sisteminin basitleştirilmesidir. Basit iş akışı ile makina önündeki iş parçası bekleme zamanları kısaltılarak veya ortadan kaldırılarak proses içi stok maliyetlerinin düşmesi veya kısa üretim sürelerine ulaşılması sağlanmaktadır. Ayrıca GT, hazırlık sürelerini de kısaltmakta ya da ortadan kaldırmaktadır. Çünkü, hücre içindeki makineler ve tertibatlar, bu hücrede üretilecek bir parça ailesi bir parçadan diğerine çok hızlı geçilecek şekilde yeniden tasarlanabilir. Böylece küçük partilerle üretim mümkün olabilmektedir.

Grup teknolojisinin iş akışını basitleştirmesi sonucuna dayalı avantajlar şöyle sıralanabilir:

- 1) Makina değiştirmelerinin yalınlaştırılması ve makinelerin kullanım etkinliğinin iyileştirilmesi.
- 2) Toplam makina hazırlık sürelerinin azalması.
- 3) İşçilerin eğitim dönemlerinin kısaltılması, görev çeşitliliğinin azaltılması ve uygun akışlarla parçaların çabuk yüklenmesi ve hızlı üretilmesi.
- 4) Küçük parti üretiminin mümkün olması nedeni ile düzgün iş akışının sağlanması.
- 5) Proseslerdeki envanterin düşmesi.
- 6) İş akış sürelerinin azalması.
- 7) Malzeme taşıma maliyetlerinin azalması.
- 8) Üretim planlama ve kontrolünün basitleşmesi.
- 9) Takım – tertibat yönetimi, kontrolü ve depolanmasının kolay olması, yatırımın azalması.
- 10) Sorumlulukların birleşmesi.
- 11) Kalite artışı.

Hücrede çalışan her işgören kendi alanını çok etkin bir şekilde yönetebilir, faaliyetlerini planlayabilir, proseslerini kontrol edebilir, problemlerini tanımlayabilir ve çözümlerini bulabilir, hücredeki farklı teçhizatı işleterek işinde çeşitliliğe sahip olabilir. İşteki çeşitlilik monotonluğu önleyeceğinden işçilerin işten tatmin olması ve işçi verimliliğinin artması mümkün olur. İşgörenler hücre içinde başlangıcından sonuna kadar tüm üretim prosesine katılırlar ve yaptıkları işin tamamlanışına tanık olurlar. Bu durum çalışanları teşvik eder. Hücrede karar verme ve yönetim yetkisi çalışan ekibe aittir. İşin başarısından ekip birlikte sorumludur.

Bu avantajlarına karşılık grup teknolojisinin bazı sakıncaları da vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir:

- 1) Hücrelere ayırma için uygun bir tekniğin seçilmesi ile uygulanması için detaylı yapılması gereken analizler.
- 2) Hücrelere ayırma sonucu fazladan makina ihtiyaçlarının ortaya çıkması.
- 3) Gerekli makinaların yeniden düzenlenmesi maliyeti.

Sonuç olarak grup teknolojisi veya onun alt seti olarak kabul edilen hücresel düzenleme uygulaması ile işgörenin hoşnutsuzluğu ortadan kalkar, ürüne yönelik uzmanlaşma ve buna bağlı olarak üretim kapasitesi artar. Malzeme akış zamanları, işçilik maliyetleri ve stoklardaki yatırım azalır, iş akışı basitleşir, kuyruklar azalır veya ortadan kalkar, hazırlık süreleri kısalmır.

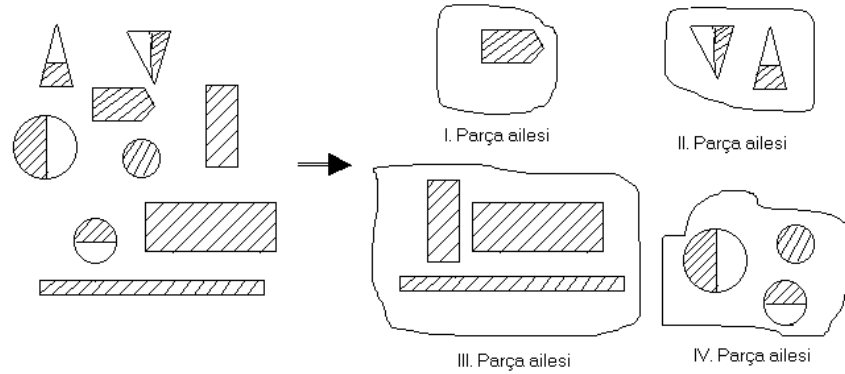
GT problemlerini çözmek için kullanılan iki temel metot vardır;

- 1) Sınıflandırma
- 2) Üretim akış analizi.

Sınıflandırma metodu parçaları, parça ailelerindeki benzer tasarım özelliklerine bağlı olarak gruplamak için kullanılır. Sınıflandırma metodu iki değişik yolla yapılır:

- a) Görsel metot.
- b) Kodlama metodu.

Görsel Metot: Görsel metot, Şekil 7.24'de gösterildiği gibi parçalar geometrik şekillerindeki benzerliklerine göre gruplandırılan bir yarı sistematik işlemdir.



Şekil 7.24. Parça aileleri.

Şekil 7.24'deki 10 parça 4 parça ailesinde toplanmıştır. Görsel metodu kullanarak gruplama yapma işi kişisel yeteneklere bağlıdır. Bundan dolayı bu metot, parça sayısının sınırlı olduğu durumlarda uygulanabilir.

Kodlama Metodu: Kodlama metodunda parçalar aşağıdaki temel özelliklerine göre sınıflandırılır:

- 1) Geometrik şekil ve karmaşıklığa göre,
- 2) Boyutlarına göre,
- 3) Malzeme tipine göre,
- 4) Hammaddelerin biçimlerine göre.

Bu kodlama sistemi kullanılarak her parçaya bir sayısal veya alfasayısal değer atanır. Atanan bu kodun her dijiti parçanın bir özelliğini temsil eder.

Görsel metodun, parça sayısının çok sınırlı olduğu durumlardaki kullanılabilirliği kodlama metodunun önemini artırmıştır. Grup teknolojisi problemini modellemek için üç değişik kümelendirme tekniği kullanılır;

- a) Matris esaslı kümelenendirme tekniği.
- b) Matematiksel programlama tekniği.
- c) Grafik formülasyonu.

Matris formülasyonunda bir makina – parça ilk matrisi oluşturulur. Makina – parça başlangıç matrisi $[a_{ij}]$ 1 ve 0 rakamlarından oluşur. Burada 1, i makinasında j parçasının işlendiğini, 0 ise işlenmediğini göstermektedir. Oluşturulan başlangıç makina – parça matrisinde makina ve parça grupları görülemez. Kümelenendirme algoritmaları ilk matrisin birden fazla yapılı (çapraz bloklu yapıya) şekle dönüştürülmesine müsaade eder. Matris esaslı kümelenendirmenin de değişik algoritmaları (derece sırası kümelenendirme, doğrudan kümelenendirme, bağ enerji algoritması) vardır. Matris esaslı algoritmalar içinde derece sırası kümelenendirme en çok kullanılanıdır.

Matematik programlama teknikleri de (doğrusal programlama, sıfır – tamsayılı programlama, dinamik programlama, vb. Gibi), üretim hücrelerinin tasarımında kullanılmaktadır. Bu metotlar minimum toplam maliyet, optimum akış süresi veya maksimum bağ kuvveti gibi amaç fonksiyonları sağlamak için formüle edilirler. Matematik programlama teknikleri optimum çözümü bulurken rota bilgilerini veya işlem sınırlarını kullanırlar.

Grafik teorisi yaklaşımları, şebeke ve grafik teorilerini kullanarak hücrelerinin analizinin yapılması temeline dayanır. Bugüne kadar kümelenendirme teknikleri üzerine yapılmış çalışmalara rağmen hala çözülmemiş problemleri mevcuttur.

Üretim Akış Analizi: Üretim akış analizi (ÜAA) esas olarak, parçaların üretimi için kullanılan yöntemlere, yani işlem benzerliklerine dayanır. Hücre oluşturmada başlangıç verisi olarak hangi parçaların hangi makinaları kullandığını gösteren bir makina – parça matrisi kullanılır. Burada esas sorun, bir matristen öyle bir parça ve makina hücreleri elde bulunmalı ki, hücre içindeki her parça mümkün olduğunca bir makina hücresinde işlenebilmesidir. Hücrelemede bu sorunun da çözülmesine çalışılır. Böyle bir analizde n satır sayısı ve m sütun sayısı olmak üzere $n! \times m!$ kadar permutasyon vardır. Bu yöntemde, oldukça küçük sayıda parça ve makinalarda bile makina – parça matrisini incelemek için aşırı sayıda permutasyon bulunur. Bu nedenle, iki teknik yaygınca kullanılır: Benzerlik katsayısına dayalı kümelenendirme yöntemi ve derece sırası algoritması

Genellikle grup teknolojisi düzen planlama, çözülmesi gereken üç tür problemi içerir:

- 1) Makina gruplarını oluşturma (GT hücreleri).
- 2) Belirlenen makina gruplarının düzenlenmesi problemi.
- 3) Her makina grubu için bireysel makinaların düzenlenmesi problemi.

Bu üç problemi de içine alan bir matematiksel düzenleme modeli henüz geliştirilmiş değildir. Grup teknolojisi düzenleme problemlerinin bu üçü arasında, makina gruplarını oluşturma problemi, araştırmacıların çoğu tarafından en önemli problem olarak ele alınır. Her makina grubu içindeki makinaların düzenlenmesinde,

- a) Düz hat,
- b) Dikdörtgen,
- c) Kare.

şeklinde düzenlemenin yapılabileceği kabul edilir. Ancak, düzenleme işleminde kümelenendirme ve makinaların yerleştirilmesindeki uygunluğun ölçüsü, taşıma maliyetini minimize eden hücre içi ve hücreler arası malzeme hareketlerinin azaltılmasıdır. Varsayılan düzenleme şekillerinden seçimde malzemelerin katettiği mesafe temel kriter alınabilir. Çünkü, yapılan taşıma işlemlerinin üretilen ürün üzerine hiç bir değer artırıcı etkisi yoktur.

GT’de parçaları parça ailelerine, makinaları makina hücrelerine gruptamanın sonuçları;

- a) Fiziksel makina düzenleme ya da
- b) Mantıksal makina düzenlemeye yol gösterir.

Mantıksal makina düzenleme ürün içeriklerinin sık sık değiştiği durumlarda kullanılır. Makinalar mantıksal hücrelerde gruplandırılır, makinaların yerleri değiştirilmez. Fiziksel düzenlemede makinaların yerleri değiştirilerek makina hücrelerine taşınır.

7.15. HİBRİT DÜZENLEME

İşletmelerin hepsi tek bir düzenleme tipini benimsemeyebilir. Çünkü, bir işletme ürün hatlarının ve hacimlerinin artışıyla genişler ve tartışılan düzenleme tiplerinin hiçbirisi tek başına işletmenin ihtiyacını karşılayamadığı görülebilir. Üretilen ürünlerden bazılarının ürüne göre düzenlemeyi gerektirdiği ve bazı ürünlerin sabit pozisyonlu bir düzenlemeyi gerektirdiği durumla karşılaşılabilir. Bu nedenle, işletmelerin büyük bir kısmında genelde düzenleme tiplerinin genelde bir kombinasyonunu kullanma ihtiyacı ortaya çıkar. Bu şekilde ortaya çıkan hibrit düzenlemede, kullanılan düzenleme tiplerinin özelliklerini görmek mümkündür.

Hibrit düzenlemenin hücreyel düzenlemede de uygulanabilir. Örneğin, bir ailedeki parçalar birbirine komşu olarak yerleştirilen hücreleri ziyaret edebilir. Böyle bir durumda, hücrelerin bir parça ailesini bütünüyle üretecek şekilde tasarlanmasına gerek kalmaz. Makinaların arızalanması durumunda ya da talep veya parça karışımındaki bir değişiklik halinde parça – makina dağılımları, hücre bileşimlerini değiştirmeden değiştirilebilir. Hücrelerin doğrusal düzenlenmesi, komşu hücreler arasındaki akışları ya da her akış hattı içindeki parçaları hareket ettirmek için ekipmanları taşımaya izin verir. Böylece hücreyel ve fonksiyonel düzenlemeyi kapsayan bir hibrit düzenleme ortaya çıkar.

8. TEKNOLOJİK YENİLİKLER

8.1. ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİ

Prosesle göre düzenlenmiş kesikli üretim sistemleri ürün çeşitliliği yönünden işletmelere önemli esneklik sağlamakla birlikte, üretim sürecinde stok bulundurma ihtiyacı, malzeme hareketlerinin ve maliyetlerinin yüksek olması, toplam hazırlık sürelerinin uzaması gibi önemli sorunlar yaşamakta ve risk altında bulunmaktadır. "Geleceğin fabrikası" diye ifade edilen Esnek Üretim Sistemleri (EÜS) ile bu riskin ortadan kaldırılması olanağı vardır.

Esnek Üretim Sistemleri (Flexible Manufacturing Systems; FMS), yeni ürünlere, tip ve model değişikliklerine ve yeni pazar koşullarına hızlı bir şekilde uyum sağlamaya olanak verdiği için işletmelerde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır.

Esneklik, üretim parça çeşitliliğinin fazla olması ve buna paralel olarak üretim miktar ve kompozisyonunun gerektirdiği koşullar ekonomik bir şekilde ayarlanarak verimliliğin sağlanması olarak tanımlanır. Üretim sisteminin böyle bir esnekliğe sahip olmasının ancak orta hacimde, otomasyona dayalı ve bilgisayar kontrolü altında üretim yapılmasıyla gerçekleşebilmektedir. Bilgisayar kontrollü bir sisteme bilgi ve parametreleri değiştirerek çok çabuk bir şekilde müdahale etmek, ürün tipini ve miktarını değiştirmek mümkündür. Buna karşılık, yalnızca bir tip ürünün üretilmesi için tasarlanmış olan transfer hatlarında bunu gerçekleştirebilmek ya hiç mümkün değildir ya da uzun süreli ve masraflı çalışmalar gerektirir. Transfer hatlarının en büyük özelliği, üretimin standardizasyonuna yönelik olarak üretim teknolojisinin uzmanlaşması ve makina kullanım oranının % 100'e yaklaşmasıdır. Buna karşılık, değişik ürünlerin üretilmesine olanak sağlayan atelye tipi üretimde makina kullanım oranı düşüktür. EÜS, her iki sistemin de üstün yönlerini toplamakta ve bir yandan parça çeşitliliği avantajı sağlarken, diğer yandan yüksek makina kullanım oranına yaklaşmayı hedeflemektedir. EÜS'nin gelişmesindeki en büyük etken bilgisayar teknolojisinde gerçekleştirilen ilerlemelerdir. EÜS, genel olarak, alt yapısını Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) ve Bilgisayar Destekli Süreç Planlama (CAPP)'nin oluşturduğu Bilgisayarla Bütünleşik Üretim (CIM) kavramının fiziksel bir uygulamasıdır. Bu sistemde, üretilen parçalar Otomatik Malzeme Taşıma (OMT) sistemi ile taşınmakta ve parçalar üzerinde yapılacak işlemler çok yetenekli Nümerik (Sayısal) Kontrol (NC) tezgahları tarafından otomatik olarak gerçekleşmektedir. Tüm sistem bir ana bilgisayar tarafından merkezi olarak aynı anda kontrol edilmektedir. Böylece, hem sistem performansı sürekli izlenmekte, hem de çabuk ve etkin müdahale mümkün olmaktadır. Araştırmalar ve uygulama sonuçları EÜS'nin gerekli esnekliği sağlayacak teknolojik üstünlüklere sahip olduğunu göstermektedir. Sistemin teknolojik özellikleri kadar organizasyonel yapısı, planlaması, işletimi ve yönetimi de oldukça önemlidir. EÜS'nin başarısı bütün bu faktörlerin uygun şekilde bir araya getirilerek düzenlenmesine bağlıdır.

EÜS tanımları:

EÜS, birden fazla tipteki parçayı küçük ya da orta hacimde etkin bir şekilde üretebilmek için tasarlanmış ve bilgisayar tarafından kontrol edilen yarı bağımsız iş istasyonları ve malzeme taşıma sistemlerinden oluşan bir üretim türüdür.

EÜS, bir dizi farklı ürünü minimum insan katkısı ile üretme kapasitesine sahip üretim sistemleridir.

EÜS, önceden belirlenmiş bir programa ve yeterliliğe göre çeşitli ürün ve parçaların kontrol altında üretimini sağlayan bir süreçtir.

EÜS, daha düşük maliyette, yüksek kalitede, uygun sürede, gelişmiş bir işletme anlayışı ve sermaye kontrolü altında üretim yapmayı sağlayan bir teknolojidir.

EÜS, doğru makinada, doğru sırada ve doğru zamanda bulunan alet ve tertibatlar yardımıyla aynı anda pek çok iş parçasının üretim teknolojisidir.

Makinaların, çeşitli düzeneklerin, depo ve malzeme taşıma sistemleriyle kalite kontrolün birlikte bir bütün olarak bilgisayar tarafından kumanda edildiği ünite şeklindeki üretim sistemlerine EÜS adı verilir.

EÜS, robotlar ve transfer sistemleriyle desteklenmiş bilgisayar kontrollü üretim sistemidir.

EÜS, çeşitli işlemler yapabilen ve aralarındaki bağlantı çok esnek olan, iki ya da daha fazla esnek üretim hücresinden oluşan bir sistemdir.

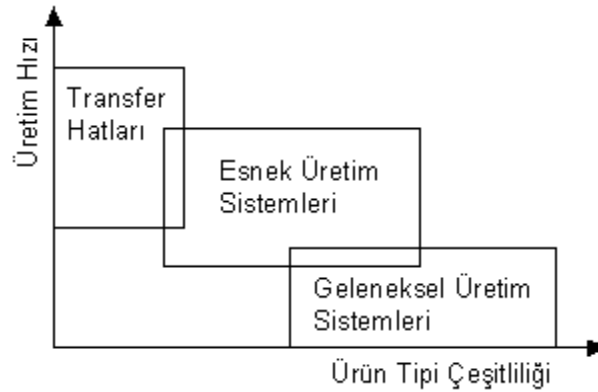
Esnek sistemlerin ortak özelliği birçok işlevin otomatik olarak gerçekleşmesidir. Bununla birlikte, EÜS'nin geliştirilmesinin ana nedeni otomasyonun sağladığı esnekliktir. Esneklik türleri sekiz grupta toplanarak Tablo 8.1'de verilmiştir.

Tablo 8.1. Esneklik türleri

Esneklik Türü	Tanımı
Tezgah esnekliği	Tezgahta farklı işlemlerin yapılabilmesi
Süreç esnekliği	Parçaların alternatif süreçlerde üretilebilmesi
Ürün esnekliği	Ürün miktarı ve kompozisyonunun değiştirilebilmesi
Rota esnekliği	Parçaların alternatif rotalarda işlenmesi
Hacim esnekliği	Değişik kapasite kullanım oranlarında ekonomik üretim
Gelişme esnekliği	Teknolojik olarak kapasite artırabilme kolaylığı
İşlem esnekliği	Ürünlerin işlem sırasını değiştirebilme
Üretim esnekliği	Üretilebilecek parça tiplerinin çeşitliliği

EÜS'den genel olarak beklenen, ortamdaki değişikliklere en kısa sürede uyum sağlayabilmesidir. Esneklik düzeyi, işletmelerdeki üretim sisteminin teknolojik özelliklerine, üretim politikasına, stratejik hedeflere ve uygulamada kazanılan deneyimlere bağlıdır.

EÜS'nin ürün tipi ve üretim hızına göre diğer üretim sistemleri arasındaki yeri Şekil 8.1'de gösterilmiştir.



Şekil 8.1. EÜS'nin diğer üretim sistemlerine göre konumu

EÜS'ü oluşturan elemanlar; bilgisayar kontrollü makinalar, otomatik malzeme taşıma sistemi, üretime yardımcı elemanlar ve bilgisayar kontrol sistemidir.

Bilgisayar kontrollü Makinalar: EÜS'de parçalar üzerinde yapılacak işlemler çok yetenekli Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC) tezgahları tarafından otomatik olarak gerçekleştirilir. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) sistemleri yardımıyla yapılan nümerik kontrol planlama, insan hatasını önemli ölçüde azaltmakta, işlemleri hızlandırmakta ve değişikliklerin daha kolay ve hızlı uyarlamasını sağlamaktadır. Makinalar, sistemin diğer ekipmanları ile de uyum içinde olmalıdırlar. Makinaların işlemlerini, birbiriyle koordinasyon kurmalarını sağlayacak bir kontrol birimi yardımıyla bu koşul yerine getirilir. Makina üzerindeki takımların değişimi ve üretim değişikliklerine anında uyumu sağlayabilmek için makinalar özel araçlarla donatılmıştır. Arıza olması durumunda tüm işlem birimlerinin faaliyetleri durmaktadır.

Otomatik Malzeme Taşıma Sistemi: EÜS'de her türlü malzemenin sistem içindeki hareketi, otomatik malzeme taşıma sistemi ile gerçekleştirilir. Sistemin en küçük birimi olan esnek üretim hücrelerinde malzemenin makinalar arasında transferi genellikle robotlar tarafından gerçekleştirilir. Robotlar, yük kapasitesi, yerleşim ve uzanma hassasiyeti gözönüne alınarak seçilir. Hücrelerde, eğer mümkünse, birden fazla makinaya erişebilecek, merkeze yerleştirilmiş bir robot kullanılır. Birden fazla robot kullanıldığında birbirlerinin etki alanlarına girme durumlarına dikkat edilmelidir. Bu durumda her bir robotun tek bir makinaya verilmesi ve robotlar arasında parça transferi konveyörlerle sağlanmalıdır. Küçük ya da dağınık olmayan EÜS'de malzeme taşıma konveyörlerle yapılabilir. Sistemler büyüdüğünde ya da karmaşılaştığında konveyörlerin maliyeti artmakta ve esnekliği ters yönde etkilemektedir. Bu durumda otomatik yönlendirilen araç sistemleri (AGSV) geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Bu raysız, kendi kendine yönlendirilebilen araçlar, tesis içinde tesadüfi rotalarda malzeme taşıyarak büyük ölçüde esneklik sağlarlar. Otomatik depolama ve çekme sistemleri (AS/RS), depoların da otomasyon sistemine entegrasyonunu sağlayarak tüm malzeme taşımayı esnek şekle dönüştürürler. Bu sistemler bir ya da birden fazla yüksek raftan oluşan yapıdadırlar. Malzemeler kutu ya da paletlerle bu raflara yerleştirirler. İnsansız otomatik araçlar raflar arasında dolaşarak malzemeleri yerleştirirler ya da alırlar. Sistemin işletilmesi ve kontrol edilmesi bilgisayarla sağlanır. İşletmenin malzeme taşıma sistemiyle eşgüdümlü bir şekilde çalışan AS/RS'de malzemeler gerektiği kadar ya da küçük yığınlar halinde çekilir.

Yardımcı Elemanlar: EÜS'de üretime yardımcı elemanlar takımlar, düzenekler ve paletlerdir.

Takımlar, EÜS içinde yer alan üretim hücreleri herhangi bir parçanın işletilebilmesi için gerekli tüm kesici takımları tezgah gövdesi üzerinde depolayabilen ve magazin adı verilen zincir mekanizmalı, dönebilen takım tutucuları ile donatılmıştır. Takımların taşınması ve değiştirilmesi otomatik taşıyıcılarla gerçekleştirilir. Barkodlar ve bellek cipleri takımların tanımlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yıpranma ve kırılma durumları hassas algılayıcılarla belirlenmekte ve gerekli işlemler yapılmaktadır.

Düzenekler, EÜS'de iş parçaları düzenek adı verilen büyük metal köprülerin üzerine yerleştirilirler. Uygulamadaki ana sorunlardan biri, bu düzeneklerin çok çeşit ve karmaşık yapıda olmasıdır. Bunun nedeni, her parçanın aynı tip düzenek üzerinde yerleştirilmemesidir. Benzer özellikteki parçalar için ortak düzenekler kullanımı yoluyla bu sorunun giderilmesine çalışılmaktadır. Bazı sistemlerde boyutları daha küçük olan düzenekler de bulunabilmektedir. Parçalar önce küçük düzeneklerin üzerine yerleştirilmekte, daha sonra da ana düzenekler üzerine yüklenmektedirler. Düzeneklerin de diğer makinalar gibi sürekli ve düzenli bakıma gereksinimleri vardır. Bakım işlemleri, otomatik dağıtım ve

yerleştirme, depolama ve kontrol, düzeneklerin yönetimi sırasında önem verilmesi gereken konulardır.

Paletler, düzeneklerin üzerine yerleştirildiği standart boyutta metal kütlelerdir. Otomatik tezgahlar ve malzeme taşıma sistemlerinin tasarımında bu standart paletler dikkate alınır. Böylece düzeneklerin sistemin bütün noktalarına ulaşılması sağlanmış olur.

Bilgisayar Kontrol Sistemi: EÜS'yi oluşturan sistemlerin tümü merkezi bilgisayar kontrolü altındadır. Bilgisayar kontrolü performansının izlenmesi darboğazların giderilmesinde kolaylık ve gerektiğinde sisteme ani ve etkin müdahale olanağı sağlar. Böylece sistemin gereksinimlerini tanımak ve bu gereksinimleri çeşitli takımlar, düzenekler, malzeme taşıma sistemleri ve kontrol yoluyla kaynaklarına dağıtmak mümkündür. Bilgisayar kontrol sisteminin uygun şekilde kurulabilmesi için EÜS elemanlarını çok iyi tanımak, makina arızaları, enerji kesintileri, malzeme hataları, aletlerde yıpranma oranları ve diğer aksamalar konusunda çok iyi inceleme yapmış olmak gerekir.

EÜS'nin Yararları:

- 1) İşletmenin pazardaki değişikliklere kolayca uyum göstermesini sağlar.
- 2) Tezgah hazırlık süresinin ve maliyetinin azalmasını sağlar.
- 3) Hazırlık süresinin azalmasını sağlar. Hazırlık süresinin azaltılması, Tam Zamanında Üretim (Just In Time) felsefesinin amaçları doğrultusunda doğrudan üretim sürecindeki stokların azalmasını sağlar.
- 4) Stokların azalması, sorunların aşılması ve çözümün kolaylaştırılması işletme verimliliğini artırır.
- 5) Değişken talebe karşın makina kullanım oranları yüksektir ve dolayısıyla sermaye yatırımları etkin kullanılır.
- 6) Üretilcek parçalar daha sıkı kontrolden geçtiği için kalite standartları yüksektir.
- 7) Ekonomik parti büyüklüğü küçüktür. Bu durum, değişik müşteri taleplerinde hızlı bir şekilde cevap verilmesini sağlar ve tedarik süresi % 50 – 75 azalır.
- 8) Yer kullanımında % 45 – 85 oranında tasarruf sağlar. Bu alanlar gereksiz yere parça, alet ve malzemelerle işgal edilmemektedir.
- 9) Emniyet stokları ve stok maliyetleri azalır.
- 10) EÜS için yeni süreç planlarının tasarlanması sırasında işlemlerin yeniden organize edilmesi nedeniyle, işlemlerin ve sürelerin azalmasını sağlar.
- 11) Malzeme taşıma, işleme için gerekli ekipman ve diğer sistemler bilgisayarla kontrol edildiğinden, üretim güvenilirliği yüksektir.
- 12) EÜS için daha iyi, hızlı, basit, standart alet ve düzenek arayışı yeni teknolojilerin gelişmesine ve diğer alanlara da yayılmasına katkıda bulunur.
- 13) Parçaların işlenmeleri ve montajları için daha hassas sonuç alma araştırmaları üretimin kalitesinin artmasını sağlar.
- 14) Üretim ve mühendislik alanlarında yeni bir disiplin anlayışının gelişmesini sağlar.
- 15) Ürün ve kalite geliştirme olanağı sağlar.
- 16) Çalışanların direkt üretim yerinde destek hizmetlerle işlendirilmelerini, böylece daha iyi koşullarda çalışmalarını sağlar.
- 17) Üretim alanındaki tüm fonksiyonların uygun şekilde entegrasyonunu sağlar.
- 18) Darboğazların olumsuz etkileri, hat dengeleme teknikleri kullanılarak azaltılabilir.
- 19) Sistem içerisindeki üretim hücreleri bağımsız bölümler şeklinde çalışarak bir parçayı, montajı ya da bir kontrolü gerçekleştirebildiklerinden esneklik artar.
- 20) Düzeneklerin ve iş istasyonu yerleşim planlarının tasarımında ergonomi ilkelerinden de yararlanıldığı için çalışanların verimliliklerinde artış sağlar, yorgunluk ve uzun dönemde sağlık sorunları azalır.

21)İşletmelere uzun dönemde rekabet üstünlüğü avantajı sağlar. Ulaşılmak istenen hedef kesin bir şekilde belirlenemediği ve iyi bir planlama yapılmadığı takdirde EÜS başarılı sonuçlar sağlamayabilir.

EÜS'nin Sakıncaları:

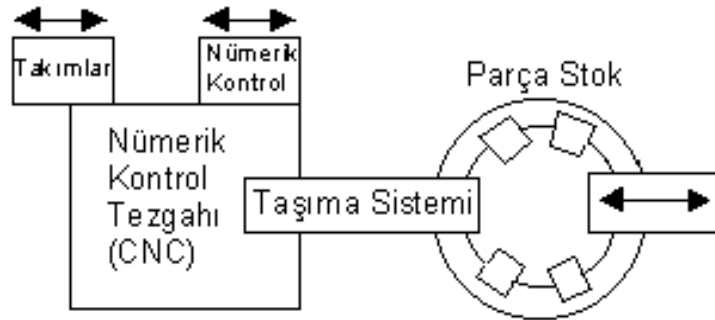
- 1) EÜS otomasyonla birlikte gelişme göstermiştir. Robotların kullanımı işletmelerde işsizlik oranını artırır.
- 2) EÜS'nin gelişmesi ile birlikte teknolojik gelişmeye ayak uyduramayan küçük işletmeler piyasadan çekilmek zorunda kalabilirler.
- 3) Bu sistem stoklardan kaçındığı için zamanında hammadde temin edemeyen firmalar müşterilerini kaybedebilirler.
- 4) Stok ve sipariş yetersizliği nedeniyle işletme atıl kapasite ile çalışmak durumunda kalabilir.
- 5) Milli ekonomideki istikrarsızlık işletmenin hedefine ulaşmasını engelleyebilir. Bu durum daha çok stoktaki belirsizlik yüzünden meydana gelebilir.
- 6) Teknolojideki hızlı değişim sonucu işletmenin üretim teknolojisinin modası geçmiş olabilir.

EÜS tasarım kararları, ekonomik yapılabilirlik, ürün tipleri ve gruplarının seçimi, kullanılacak tezgah, takım, düzenek ve paletlerin belirlenmesi, otomatik malzeme sisteminin seçilmesi ve benzeri konuları içerir. Bu çalışmalar kullanıcı ve yapımcı arasında bir bileşik tasarı şeklinde gerçekleşir. Başlangıçtan, sistemdeki bir hücrenin tam olarak faaliyete geçmesine geçen süre uzun olup, 2 – 5 yıl arasında değişir.

EÜS planlanırken en önemli sorun, sistemin hücrelerini oluşturmaktır. Daha sonra bu hücreler bir araya getirilmekte, aralarına uygun malzeme ve bilgi akışı sağlanarak EÜS oluşturulmaktadır. EÜS hücreleri, üretim sırasında istenen gerekli değişimleri sağlayabilmek için çok amaçlı özelliklere sahip, oldukça karmaşık birimlerdir. Bu hücrelerde üretim, benzer parçalar üretmek amacıyla ve takımların gruplar şeklinde düzenlenmesi yoluyla gerçekleştirilir.

Esnek üretim hücrelerinde esneklik, hücrenin çeşitli tipte ürünleri üretebilmesi, yeni tasarımları üretebilme yeteneğinin olması ve üretim hızının değişebilmesi olarak tanımlanır. Sistemin en önemli özelliği, ürüne yönelik olarak tasarlanmış olmasıdır. Hücre oluşturmak için ilk adım, üretilecek doğru ürün grubunun seçimidir. Üretilecek ürün tipi arttıkça esneklik düzeyinin de yükselmesi gerekir.

Şekil 8.2'de tek makinalı bir üretim hücresi örneği gösterilmiştir. Hücrelerin kontrolü bir ya da iki süreç kontrolü ile desteklenmiş nümerik kontrol sistemi ile gerçekleştirilir. Merkezi bilgisayar, makina hareketlerini ve çalışma fonksiyonlarını yönlendirir. Birinci süreç kontrolü parçaların makinaya ve depoya hareketlerini sağlarken, ikinci süreç kontrolü takımların yerleştirilmesi ve çıkartılması işlevini görür.



Şekil 8.2. Tek makinalı üretim hücresi

EÜS, esnek üretim hücrelerinin bir araya getirilerek otomatik malzeme taşıma sistemleri ile birleştirilmesinden oluşur. EÜS'nin tümü merkezi bilgisayar kontrolü altında olup, zaman rotalaması, yük dengelemesi ve üretim çizelgelemesi bu yolla yapılır. Takım ve düzenekleri değiştirme, makinaları yükleme ve boşaltma, malzemeleri hücrelere boşaltma sistemleri robotlarla gerçekleştirilir.

8.2. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE ÜRETİM

Bir parçanın veya ürünün görevini doğru şekilde yapmasını ve ömrünü makul bir süre sürdürebilmesi için iyi bir mühendislik tasarımı gereklidir. Tasarım sırasında ürünün görevi ile ilgili olarak diğer ürünlerle ilişkileri, ağırlığı, dayanıklılığı, ısı özellikleri, kinematik ve dinamik özellikleri gözönünde bulundurulmalıdır. Tasarımın performans ölçüleri, gerekli özelliklerle karşılaştırılarak tasarımın başarısı değerlendirilebilir. Ürünün görevini doğru şekilde yapmasının yanı sıra tasarımın ekonomik olması da önemlidir. Bu husus, ürünün mümkün olduğu ölçüde kendi özelliklerine yakın tasarlanması gerektiğini gösterir. Örneğin, bir buhar kazanının 10 bar basınca dayanması yeterli iken, buhar kazanı 20 bar basınca dayanacak şekilde tasarlanması gereksizdir. Böyle bir tasarım maliyeti artıracaktır. Bu edenle mühendislik tasarımı, görev ve ekonomiyi birlikte dikkate almalıdır. Görev, parçanın geometrisi, malzeme özellikleri ve çevre faktörleri tarafından belirlenir. Ekonomik faktörler, malzeme, işlem maliyetleri ve pazarlama olanaklarını içermektedir.

Bir ürünün üretim maliyetlerinin % 70'inin tasarım işlemi aşamasında belirlendiği düşünülürse, tasarım sırasında bilgisayar desteği, uygun görevin sağlanmasında ve üretim maliyetlerinin makul bir seviyede tutulmasında önemli katkı sağlayabilir.

Bilgisayar destekli Tasarım (BDT) terimi, bilgisayar destekli çizim ve taslaklama anlamına gelmektedir. BDT, genellikle otomatik çizim yetenekleriyle sınırlandırılmış olmakla birlikte, ileri sistemler analiz yapabilir ve tasarım verimliliğini belirlemede gerekli denklemler mühendise sunulabilir.

Bilgisayar Destekli Üretimin (BDÜ) esası, bilgisayar destekli tasarıma dayanır. BDT; bilgisayar grafikleri, bilgisayar destekli çizim ve taslaklama evriminden geçerek gelişmiştir.

Bilgisayar grafikleri, resimli sunuşların üretimine yardım etmek için bilgisayarın kullanımını ifade eder.

Bilgisayar Destekli Çizim ve Taslaklama (BDÇT), iş resmi verisinin üretiminde yardım için bilgisayar kullanımıdır. İş resmi, genellikle parçanın iki boyutlu formda temsili ile birleştirilmiş boyut verileri ve diğer üretim bilgileridir.

Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT), BDÇT'den daha ileriye hem grafik temsiline hem de analiz yapmaya kadar uzanır. Örneğin, bir otomobilin süspansiyon sistemi BDT kullanılarak özel yol koşulları altında test edilerek tasarlanabilir. BDT programları karmaşık mühendislik analizlerini sık sık birleştirir. BDT üretilen ürünlerin dışında mimari bir planı da kapsayabilir.

BDT, bilgisayar destekli çizimle birlikte, analiz ve yeniden tasarım aşamalarında önemli zaman tasarrufu sağlar. Analiz sonuçlarına göre tasarım geri çağrılabilir ve değiştirilebilir. Çok sayıda tekrar, daha önce uygulanabilir olmadığı halde, bilgisayarla uygulanabilir hale getirilebilmektedir. Bu uygulama daha az maliyet ve daha iyi tasarım avantajı sağlar.

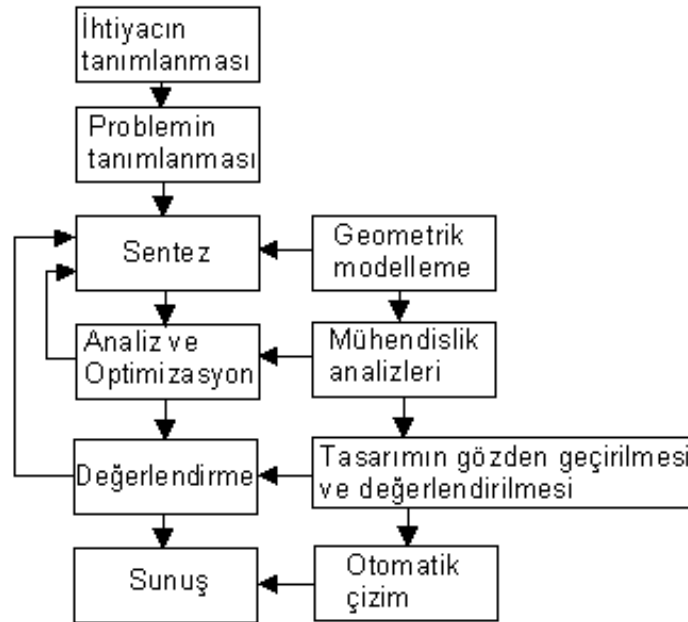
Bilgisayar destekli tasarım aşamaları Şekil 8.3'de gösterilmiştir.

Geometrik modelleme, parça tanımını geri getirmek için veri tabanı, tasarım kısıtlarını, sınır koşullarını ve diğer analiz detaylarını elde etmek amacıyla kullanıcı ile iletişim kurar. Bilgisayar grafiği genellikle bu aşamada devreye girer. Ayrıca, analizde bazen büyük Merkezi

İşlem Birimleri (MİB) kullanılır. Örneğin, gerilme düzeyleri için yapılacak sonlu elemanlarla analiz, bazen paralel işlemciler ve süper bilgisayarlar gerektirebilir.

Tasarımı gözden geçirme ve değerlendirme modülü, kullanıcının parçanın üretilebilirliği ve işleme detaylarının uygunluğunu denetlemesine izin verir. Örneğin, kullanıcının yüksek gerilmeleri görmesi için parça ve parçanın sonlu eleman gerilme sonuçlarını üst üste koymasına izin verebilir. Diğer örnekler, kinematik canlandırma ve farklı sıcaklıklar için farklı renkler kullanarak akış alanlarını görüntülemeyi kapsar. Bu modül aynı zamanda, bilgisayar grafiğini de hazır bulundurur.

Çizim ve belgeleme (dökümantasyon) modülü, en eski ve en yeni teknolojilerin bazılarını kapsar. Teknik resimlerin bilgisayarla çizimi standartlara uygun olarak yapılabilir. Belgeleme, talimat, el kitapları e raporlar gibi belgeler için metin ve grafiklerin birleştirilmesi, masa üstü yayıncılık şeklinde mevcuttur. Sonuçların çıktısı, lazer yazıcılar veya kalemli çiziciler gibi yüksek kaliteli cihazlardan alınıp görülebilir.



Şekil 8.3. Bilgisayar destekli tasarım işlemi

Bilgisayar destekli tasarım sisteminin tercih edilmesinin temel sebepleri:

1) Tasarımcı verimliliğini artırmak: Tasarımcıya ürünü ve ürünün alt montaj elemanlarını ve parçalarının gözünde canlandırması için yardım sağlayarak verimi artırabilir. Verimliliğin geliştirilmesi sadece tasarım maliyetini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda tasarımı tamamlama süresini de kısaltır.

2) Tasarım kalitesini geliştirmek: BDT sistemi, daha çok mühendislik analizlerine izin verir ve daha fazla sayıda tasarım alternatifleri araştırabilir. Tasarım hataları da sistem tarafından sağlanan daha yüksek doğruluk sayesinde azaltılır. Böylece tasarımın daha iyi yapılması mümkün olur.

3) İletişimi geliştirmek: BDT sisteminin kullanımı, daha iyi teknik resimler, çizimlerde daha çok standardizasyon, tasarımın daha iyi belgelenmesi, daha az çizim hataları ve daha büyük okunaklılık sağlar.

4) Üretim için veri tabanı oluşturmak: Ürün tasarımı (ürünün geometrisi ve boyutları, ürün elemanları, elemanların malzeme özellikleri, malzeme fiyatları, vb.) için belge oluşturma işleminde ürün üretmek için gerekli veri tabanından daha fazlası oluşturulur.

BDT / BDÜ (Bilgisayar Destekli Tasarım / Bilgisayar Destekli Üretim), mühendislik uygulamalarında dört farklı şekilde kullanılabilir:

- 1) Çizim ve döküman üretilmesi için kullanılması.
- 2) Gölge şekiller ve hareketli görüntülerin üretilmesi yoluyla görüntü elde etmek için kullanılması.
- 3) Geometrik model üzerinde sonlu elemanlarla analiz gibi mühendislik analizlerinin yapılması için kullanılması.
- 4) İşlem planlama ve sayısal denetim (SD) parça programlarını üretmek için kullanılması.

BDT araçlarının tasarım işleminin çeşitli aşamalarıyla ilişkileri Tablo 8.2’de verilmiştir. BDT araçlarının çekirdeği geometrik modelleme ve grafik uygulamalarıdır. Renk, ızgara, geometrik değiştiriciler ve grup gibi yardımlar, geometrik modellemeyi yapılandırmayı kolaylaştırır. El ile çalıştırma, modelin uzayda transformasyonunu kapsar, böylece model, uygun şekilde görünüşlendirilebilir. Gözde canlandırma, gölge görüntüler yoluyla başarılı ve canlandırma işlemleri, bazı durumlarda tasarımı kavramlaştırmaya, iletişime ve keşfetmeye yardım eder. Tasarımın modellenmesi ve benzetimi için araçlar iyice çeşitlenmiştir ve mevcut analiz paketleriyle yakından ilgilidir. Optimizasyon BDT araçları da mevcuttur. Bazı SEM (Sonlu Elemanlarla Modelleme) paketleri, şekil ve yapısal optimizasyonun bir kısmını sağlar. Hatta tasarımı değerlendirme için BDT araçlarını belirlemek bile zor olabilir. Bu araçlar baskı yoğunluğundan sakınma ve ölçülendirmede tedrici değişiklikler gibi mühendislik uygulamalarını sağlamak için yapılan analizden sonra modelin uygun şekilde ölçülendirilmesini de içerebilir. Toleransların ilavesi, tolerans analizinin yapılması, malzeme faturasının üretimi ve SD paketleri kullanılarak üretimin tasarım üzerine etkisinin artırılması da tasarımcıya sağlanan araçlar olarak değerlendirilir.

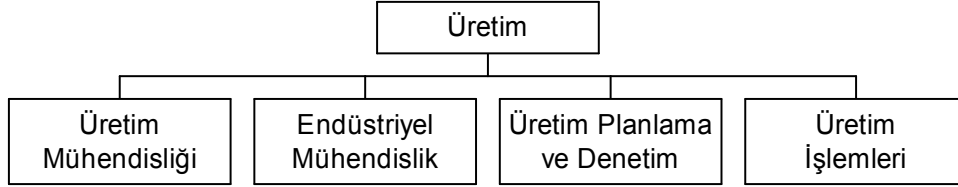
Tablo 8.2. Tasarım işleminin desteklenmesinde gerekli BDT araçları

Tasarım Aşaması	Gerekli BDT Araçları
Tasarımı kavramsallaştırma	Geometrik modelleme teknikleri; grafik yardımları, el ile işletme.
Tasarımı modelleme ve benzetim	Canlandırma, montaj, özel modelleme paketleri.
Tasarım analizi	Analiz paketleri, alışılmış programlar ve paketler.
Tasarım optimizasyonu	Alışılmış uygulamalar, yapısal optimizasyon.
Tasarım değerlendirme	Ölçülendirme, toleranslar, malzeme fiyatlandırma, SD.
Tasarım iletişimi ve dökümantasyon	Taslak ve detaylandırma; gölge görüntüler.

Üretim verimliliğinin artırılması maksadıyla işletmenin birçok fonksiyonu bütünleştirilmelidir. Ancak, amaçların çatışır özellik taşıması nedeniyle bunun gerçekleştirilmesinde güçlükler vardır. Örneğin; satışlar, istenildiği zaman herhangi bir talebi karşılamak üzere fazla envanter bulundurmamayı tavsiye ederken, finansman, daha az envanter bulundurma anlayışından hareketle yatırımları ve sermaye ihtiyaçlarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Üretim, bütün programları karşılamak durumundadır. Yönetim, bunlarla birlikte benzeri birçok birbirleriyle çelişen amaçları herhangi bir şekilde dengelemelidir.

Üretim organizasyonu ve bu organizasyonda yer alan temel bölümler Şekil 8.4’de gösterilmiştir. Endüstriyel ve üretim mühendisliği bölümleri, tasarlanan ürünün maliyete etkili tarzda üretilebilmesini sağlamak için tasarım mühendisliği ile birlikte çalışma sorumluluğunu taşır. Tasarımın üretimine karar alındığında bu bölümler, işlem planlarının geliştirilmesinde, sayısal denetim programlarının geliştirilmesi, gerekli takım ve bağlama

kalıplarının tasarlanması, tedarik edilmesi ve üretim işleminin problemsiz çalıştığını görmek için izlenmesinden sorumludurlar. Diğer fonksiyonlar, imkanların tasarlanmasını, malzeme taşıma ve dizme cihazlarını kapsayan uygun teçhizata karar verilmesi ve tedarik edilmesini, yönetim bilgi sistemlerinin ve atelye zemini otomasyonunun tasarlanması ve sağlanmasını kapsar. Ancak, tipik bir endüstriyel ve üretim bölümünün tam fonksiyonel sorumlulukları, gerçekleştirilecek fonksiyonlara bağlı olarak değişebilir.



Şekil 8.4. Üretim organizasyonu ve temel bölümler

8.3. TAM ZAMANINDA ÜRETİM

İlk kez Toyota Motor Fabrikası tarafından 1940 yıllarında geliştirilerek uygulanan Tam Zamanında Üretim (TZÜ) (Just In Time, JIT) yaklaşımı, Japonların savaş sonrası içinde bulundukları ekonomik koşulların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Tam zamanında terimi, sadece gerekli parçaların, gerekli olduğu miktarlarda, gerekli görülen kalite düzeyinde, gerekli olduğu zaman ve yerde üretilmesi durumunu açıklar. Bu tanım, tam zamanında üretimin daha geniş anlamda "israfın önlenmesi yoluyla maliyetin azaltılması" şeklindeki temel hedefini dolaylı olarak açıklamaktadır. Tam zamanında üretim sistemi, literatürde sıfır envanter, stokless üretim, Japon üretimi, Toyota üretim sistemi, Onho Sistemi, yalın üretim ya da kanban sistemi şeklinde adlandırılmaktadır.

TZÜ felsefesinin temelinde, üretimin bütün aşamalarında israfın önlenerek maliyetlerin azaltılabilmesi hedefi yer alır. Bir işletmede, ancak tüm israfın önlenemediği noktada "tam zamanında" üretim gerçekleştirilebilir. Diğer bir ifade ile "tam zamanında" üretimin gerçekleştirilmesi israfın ne ölçüde engellenebildiğine bağlıdır. Tam zamanında üretim felsefesi ürünün değerinin artırmayan bütün faktörleri israf olarak tanımlamıştır. Buna göre, üretimin her aşamasındaki stoklar (hammadde, ara ürün, ürün) ile kalitesizlik (satın alınan ve üretilen parça ve ürünlerde hatalar) en temel israf unsurları olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, TZÜ "sıfır stok" ve "sıfır hata" ile çalışan bir sistem olmalıdır.

TZÜ felsefesini diğer klasik üretim sistemlerinden ayıran tarafı, üretim ortamındaki problemleri kapatmak ve olumsuz etkilerini azaltmaya çalışmak yerine, problemlerin temelinde inerek çözümlmek için gerekli çabanın harcanmasını özendirir. Üretim ortamında yer alan çoğu sorunun temelinde "belirsizlik" olgusu yer almaktadır. Belirsizliğin etkisi, ürünün sistem içindeki ilerleyişini kesmek şeklinde ortaya çıkar. Klasik üretim sistemlerinde, belirsizlik kaynaklarını ortadan kaldırmak yerine, yüksek düzeyde envanter ve güvenlik stoku tutarak belirsizliğin etkileri kapatılmaya çalışılmıştır. TZÜ sistemi, belirsizlik kaynaklarını ortadan kaldırmak konusuna odaklanır ve bu yönü ile yeni bir felsefe ve amaçlar bütünüdür.

TZÜ, israfı sürekli olarak ortadan kaldırmaya dayalı, mükemmelliğe ulaşmaya yönelik bir yaklaşımdır. Bu tanım, üretimde bütün dikkatleri malzeme hareketlerinin tam zamanında yapılmasına engel olan tüm problemlerin tanınması ve ortadan kaldırılmasına yoğunlaştırmıştır.

Tam zamanında üretimin dayandığı temeller aşağıda verilerek kısaca açıklanmıştır.

1) Ürünleri Ekonomik Üretime Yönelik Olarak Tasarlamak: Ürün tasarlanırken, temin edilebilen üretim araçları ve süreçleri gözönünde bulundurulmalıdır. Gereksiz, karmaşık işlemler kaldırılmalı ve ürün en az maliyetle üretilecek şekilde tasarlanmalıdır. Ürün tasarımında modüler yapı ve basitlik rehber alınmalıdır.

2) Üretim Akışını Kolaylaştırmak İçin İşyeri Düzenlemesi Yapmak: İşyeri düzenlemede, malzeme hareketlerini en aza indirecek veya ortadan kaldıracak değişiklikler yapılmalıdır. Üretim hazırlık sürelerinin % 90'ını üretim dışı süreçler oluşturmaktadır. Bu süreçlerin ortadan kaldırılmasını sağlayacak bir işyeri düzeni kurulmalıdır.

3) Çalışanların Katılımını Sağlayacak Programlar Oluşturmak: Çalışanların bilgisini üretim sürecine katan ve çalışanları motive edici programlar oluşturulmalıdır. Örneğin, Kalite Kontrol Çemberleri.

4) Doğru Veriyi Elde Etmeye Yönelik Çalışmalar Yapmak: Hiç bir sistem yanlış veri ile çalışamaz. Verilerin doğruluğu ve kesinliğini sağlamak için sorumlu insanlar atanmalı ve doğruluğun ölçümü için programlar oluşturulmalıdır.

5) Kağıt Raporlamayı Azaltmak: Çok fazla kopyalanmış rapor zamanla güncelliğini yitirir ve karar alma aşamasında geçersiz hale gelir. Veriyi güncelleştirmek, anında veriyi alabilmek ve etkili karar alma için gerçek zamanlı ve çevrim içi sistemler kullanılmalıdır.

6) Iskartayı Azaltmak: Iskartanın oluşması öncelikle kapasite, işgücü ve malzemenin israf edilmesidir. Iskartanın maliyeti, üretilen ürünün değerinden daha fazladır. Gerçek maliyet, aynı zamanda yeniden çizelgeleme, yeniden sipariş, sevkiyat, kayıp önsüreleri, vb. maliyetleri içerir.

7) Stokları Azaltmak: Aşırı stok ortadan kaldırılmalıdır. Çünkü aşırı stok sadece gereksiz bir maliyet oluşturmakla kalmaz, aynı zamanda işletme içindeki diğer problemlerin görünmesini engeller. Bu stoklar çok fazla kişinin istihdam edilmesine, çok çeşitli güvenlik stoklarına ve üretim sürecinde oluşan stoklara yol açmaktadır. Bu nedenle, stokları en az düzeye düşürmek gerekmektedir.

8) Bütün Alanlarda Sürekli Gelişmeyi Sağlamak: Hedefler ortaya konmalı ve bu hedefler başarıldığı zaman daha büyük hedeflere yönelinmelidir. Örneğin, verilerin tam doğruluğunu sağlamak, sıfır iskota, sıfır stok düzeyine ulaşmaya çalışmak hedef olarak seçilebilir. Bu hedeflere kalite problemleri, programdaki gecikmeler, siparişlerin gecikmesi, vb. gerçek problemler çözülerek ulaşılabilir.

Bu temel prensiplerin dışında verimliliği ve karlılığı artırmak isteyen işletme aşağıdaki koşulları sağlamalıdır:

- 1) Doğru ve tam bilgi.
- 2) Hızlı haberleşme.
- 3) Kaliteye önem verme.
- 4) İsrafi ortadan kaldırmak için yaratıcı çözümler geliştirme.

TZÜ ortamında bu dört kavramın gerçekleştirilebilmesi aşağıda belirtilen sistemlerin devreye girmesi ile sağlanmaktadır:

- 1) Tam zamanında üretimi gerçekleştirebilmek için kanban sistemi.
- 2) Talep dalgalanmalarına uyum sağlayabilmek için üretim dengeleme yöntemleri.
- 3) Üretim hazırlık sürelerini azaltmak için tezgah hazırlık zamanlarını azaltma yöntemlerini.
- 4) Hat dengesinin sağlanabilmesi için operasyonların standardizasyonu.
- 5) Esnek işgücünü sağlayabilmek için yerleşim planlaması ve çok fonksiyonlu işçiler.
- 6) Sürekli gelişmeyi sağlamak üzere sorun çözme grupları ve öneri sistemleri.

- 7) Otonomasyonu gerçekleştirmek üzere görsel kontrol sistemleri.
- 8) İşletme genelinde kalite kontrol yaklaşımını uygulayabilmek için işlevsel yönetim modeli.

TZÜ'nün sağlanmasında önemli olan otonomasyon, esnek işgücü ve yaratıcı düşünce kavramları aşağıda açıklanmıştır. Otonomasyon, otonom hata kontrolü olarak tanımlanabilir. Otonomasyon, hatalı parçaların üretim akışına karışıp sonraki süreçlerde üretimi kesintiye uğratmasını engelleyerek tam zamanında kavramını destekler.

Esnek işgücü, talep dalgalanmaları karşısında işgücü sayısının değiştirilmesidir. Yaratıcı düşünce, çalışanların önerileri ile sürekli gelişmenin sağlanmasıdır.

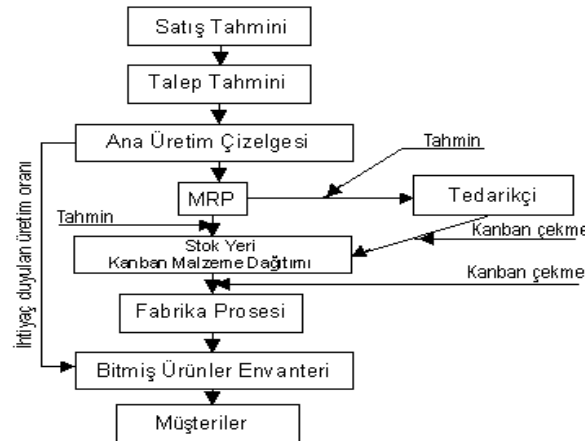
Üretim kontrol sistemleri genel olarak "çekme" ve "itme" sistemleri şeklinde iki sınıfa ayrılabilir.

Üretim maksadıyla talep tahminlerine dayanarak üretim çizelgelerinin hazırlanması, üretim çizelgelerine göre hazırlanan iş emirlerinin atelyeye verilmesi ve işlerin öncelik sırasına göre iş merkezlerinde üretilmesi faaliyetlerinin oluşturduğu sisteme "itme sistemi" denir. İtme sisteminde parçaların gönderilmesi söz konusudur. Bu sistemde üretim kontrol kısmı, çizelge üzerinde üretimi sürekli izleyerek öncelikleri güncelleştirir, gerçekleşen ve planlanan üretim miktarlarını kontrol eder, sapmaları ortaya çıkarır ve bu sapmaları minimize etmek ya da ortadan kaldırmak için araştırmalar yapar.

Bir sonraki prosesin bir önceki prosesin deposundan sadece kullanıldığı hız, miktar ve zamanda parçaları talep ederek çekmesine "çekme sistemi" denir. Bu sistemde, her aşamada sadece sınırlı miktarda stok tutulur. Malzeme hareketleri programlanmış kullanım oranına göre değil, gerçek kullanım oranına göre ayarlanır. Çekme sisteminin bir diğer özelliği de envanterin dinamik yapıda olması ve depolarda veya paletlerde tutulmasıdır.

Her iki sistemin en belirgin uygulamaları, itme sistemleri için Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) veya daha gelişmiş hali Üretim Kaynak Planlaması (ÜKP), çekme sistemleri için Tam Zamanında Üretim sistemidir.

Şekil 8.5'de bir çekme sisteminin akışı gösterilmiştir. Sistem, ana çizelgeyi ve tesiste üretim oranı çizelgelerini kurmak ve tedarikçilerden ihtiyaç duyulan parçaları tahmin etmede MRP çıktısı kullanmaktadır. Bitmiş ürünler envanterinden önce son prosesin gerçekleştiği iş merkezinden başlayarak, sistem, tahminlerde listelenen ürünlerin yapılması için ihtiyaç duyulan malzemeyi çeker.



Şekil 8.5. Bir çekme sisteminde çizelge yapısı ve malzeme akışı

TZÜ sisteminin temel elemanları; israfı ortadan kaldırmak, toplam kalite ve çalışanların katılımıdır.

1. İsrافی Ortadan Kaldırmak

İsraf, bir ürüne değeri katmadan maliyet ekleyen bir olgu olarak tanımlanabilir. İsrافی ortadan kaldırmak, müşteriye hizmet veya ürüne doğrudan değeri ekleyen bütün faaliyetleri en az düzeye indirmek demektir. İsrafın ortadan kaldırılması işletmenin her biriminde gerçekleştirilebilir.

Üretimde meydana gelen israflar TZÜ sisteminin ilk uygulandığı dönemde 7 sınıfa ayrılmıştır:

Aşırı Üretim (Çok erken/Çok fazla): İsrafın en büyük kaynağı, bir sonraki prosesin ihtiyacından daha fazla üretim yapmaktır. Müşterinin ihtiyaç duyduğu ürünü anında karşılayabilmek için anında üretim yapmak gereklidir. Fakat genel olarak işletmeler talebi zamanında karşılayabilmek için ve çıkabilecek sorunlara karşı güvelik stoku bulundurlar. Böylece, üretim hattı durdurulmaz. İhtiyaç fazlası üretim yapılır. Bu tip bir çalışmada çizelgeleme problemlerine, üretim zamanı gecikmelerine, fazla stok bulundurmaya, ilave yer ihtiyacına, kalite sorumluluğunun eksikliğine ve üretim sürecinde ek çalışmaya yol açılmış olur. İnsanları farklı düşünmeye ikna etmek basit bir iş olmayıp, bu büyük ölçüde organizasyonların bu konuda gelişmesine bağlıdır.

Bekleme Zamanı (Malzemenin/Makinanın işgücü): Makina ve işgücünün etkin kullanımı iki önemli verimlilik ölçütüdür. Bekleme zamanının gerçek miktarını ortaya çıkarmak oldukça güçtür. Çünkü bekleme zamanı, ihtiyaç duyulmayan zamanda üretim sürecinde çalışan operatör tarafından çoğu kez gizlenir. Endüstri mühendisliği standartları, makina çalışırken makina operatörlerinin boş durmasına izin verir ve bunu "dikkat zamanı" olarak adlandırır. Malzemelerin bekleme zamanı, sık sık ölçülmez ve bazı şaşırtıcı sonuçlar üretilir.

Taşıma (İki kere/Elde etme/Malzemenin hareketi): Ürüne değeri eklemeyen taşıma önemli bir israf kaynağıdır. Farklı depolama noktalarından üretim sürecinde iki ve üç işleme depolama alanı gerektirir. İşyeri düzenleme çalışmaları prosesleri daha yakın hale getirir ve taşıma metotları ve işyeri organizasyonu israfın azaltılmasında önemli tekniklerdir.

İşlem (Tasarım/Bakım/Çok büyük/Çok hızlı/Çok değişken): İşlem, tek başına bir israf kaynağı olabilir. İşlem üzerinde yapılan bazı iyileştirmeler işlem zamanında önemli azalmalara ve ürün kalitesinin yükselmesine imkan sağlayabilir.

Envanter (Stoklar/Tampon stoklar / Büyük yığın miktarları): İşletmelerde stok, genellikle ekipman bozuklukları, uzun hazırlık zamanları, büyük partiler ve prosesler arasındaki eksik koordinasyon gibi üretim problemlerini önlemek maksadıyla kullanılır. Stok seviyesinin yüksek olması problemlerin görünmesini engelleyebileceği gibi, pahalı bir yoldur. Bunun yerine stoklar azaltılarak problemlerin ortaya çıkması sağlanmalı, problemler çözüldükçe stoklar tekrar azaltılmalı ve ortaya çıkan yeni problemler çözülerek, bu işleme bütün problemler çözülmüce kadar devam edilmelidir. Emniyet stokuna ihtiyaç kalmadığında, problemler büyük ölçüde çözülmüş demektir.

Hareket (Çok karmaşık metod/Yetersiz işyeri düzeni): İş basitleştirme ve metod etüdları hareket israfını azaltmada etkili metodlardır. Üretim sürecinde çalışan kişinin ürüne bir değeri eklemeyen, örneğin, gereksiz arama, yürüme veya el – kol hareketleri en aza indirilmelidir.

Hatalı Ürünler (İş bir kerede doğrudan yapmama): Genellikle israf kaynağı olarak kabul edilen hatalı ürünlerin gerçek maliyeti tam ve doğru olarak hesaplanamaz. İşletme

içinde kalite ölçütleri oldukça sınırlıdır. Iskarta miktarları, malzeme ve kısmen işçilik maliyetlerini kapsamaktadır. Fakat üretim kontrol sisteminde çıkan aksaklıklar, ek olarak çıkan gecikmeler ve dağıtımın zamanında yapılamaması gibi sorunlar görünmeyen ek maliyet unsurlarıdır. Iskarta maliyetleri ve kabul edilenlerin sayısı görünebilir fakat gerçek maliyetlerin çoğunluğu saklı kalır. Toplam kalite maliyetleri, genellikle tahmin edilenden fazladır ve bu gibi maliyetlerin nedenlerini araştırmak ve çözümlmek gereklidir.

İşgücü potansiyelini de israf kaynağı olarak dikkate almak mümkündür. İşgücü israfı da bir israf kaynağıdır. İşletmelerin temel eğilimi, işletme yönetimini az işgücü girdisi ile sağlamaktır. Kaçan fırsatlar yönüyle israf ölçülemez.

2. Toplam Kalite Kontrol

Toplam kalite kontrol, tam zamanında üretim sisteminin eşliğinde yürütülen faaliyetlerdir. Toplam kalite kontrolün ana faktörleri aşağıda verilmiştir.

Yönetim Liderliği (İzlenecek yolu belirlemek/Süreklilik): Yönetimin, kaliteli işletme faaliyetini sürdürebilmesi için, işletmenin gelecekte doğru bir yönde ilerlemesine katkı sağlamalıdır. Kalite ile ilgili tutarlılığın sürekli sağlanması önemli bir faktördür. Denetlemeden çok liderlik gereklidir.

Çabaların Birleştirilmesi (Müşteri bir sonraki proses/Engelleri aşmak): İşletme içi bütün işlemlerin birleştirilmesi ihtiyacı müşteri – tedarikçi ilişkisinde saklıdır. Yapılan her işlemin ardından gelen işlemi yapan kişi müşteri olarak düşünülmelidir ve onun ihtiyaçları belirlenmelidir. Bölümler arasındaki engellerin aşılması ve ekip çalışmasının geliştirilmesi gereklidir.

Hataların Önlenmesi (Kaynağında hatayı bulmak/İstatistiksel işlem kontrol): Hataların önlenmesi, kalite kontroldeki modern yaklaşımların temel felsefesidir. İşlemin sonunda hatalı ürünlerin bulunması yerine işlem sırasında hataların bulunması çok daha önemlidir. Bu şekilde verimlilik artışı sağlanabilir. Bu amaçla istatistiksel işlem kontrol tekniği kullanılmaktadır. Bu yöntem, değişkenliklerin özel nedenlerini ortadan kaldırmayı ve işlemin kontrol altında tutulmasını sağlar. İşlemin ihtiyaç duyulan toleranslar içinde tutulmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Hataları Ortaya Çıkarmak (Problemlerin görünürlüğü/Hata-İspatlama): Hataların ortaya çıkarılması, mükemmel işletmeye yönelik çalışmalar için günümüzde de büyük önem taşımaktadır. İşlem performansını ölçmeye yarayan tablolar ve kontrol listeleri önemini korumaktadır. Hatalar ortaya çıkarıldıktan sonra, hatalar, işlemlerin karmaşıklığı ve problem çözme çalışmalarının odak noktası olmalıdır. Problemlerin görülebilmesi ve içsel müşteri geri beslemesi mekanizmayı desteklemelidir. Ürün örnekleri ve reddedilen partiler işbaşı eğitime ve problem çözmeye katkı sağlar.

Sahiplenme (Kendi yanlışlarını düzeltmek/Hattı durdurma yetkisi): Bir işlemin ve ürünün hatasız olma sorumluluğu o işi yapan kişinin elindedir. Kontrol eden ve düzelten gibi bir üçüncü kişiye gerek yoktur. Bir birimde yapılan üründe test sonucu bir hata bulunursa, hatanın düzeltilmesi için ürün, hatanın yapıldığı ekibe geri gönderilir. Çalışanların yaptıkları işlerdeki sorumlulukları, işlerini doğru olarak yerine getirebilmek ve karşılına çıkan problemleri çözebilmek için eğitimlerine bağlıdır. Eğitim y kalite kontrol aracını kapsamaktadır. Bunlar; kontrol sayfaları, sebep – etki diyagramları, histogramlar, pareto analizi, kontrol kartları, serpm diyagramları ve işlem kartlarıdır. Bunlardan kontrol sayfaları; veriyi sistematik olarak analiz etmede, sebep – etki diyagramları; analiz etmede, histogramlar; veri grubunun dağılımını belirlemede, pareto analizi; veri grubunun en önemlisinden en önemsizine kadar önceliklerin belirlenmesinde, kontrol diyagramları; bir işlemin performansını izlemede, serpm diyagramları; iki değişken arasındaki ilişkiyi

göstermede, işlem kartları; bir işlemde bütün adımların grafiksel rotasını çizmede kullanılmaktadır. "Birinci kerede doğru yapmak" prensibi bütün çalışanlarca benimsenmelidir.

Sürekli Gelişme (Gelişme alışkanlığı/Mükemmelliği yakalamak): Sürekli gelişme, TZÜ sisteminin hedeflerinden biridir. İşletme bir "gelişme alışkanlığı" geliştirir. Buna göre, örneğin, bu yıl kabul edilen bir şey gelecek yıl kabul edilmeyebilir. Başlangıçta % 10 mertebesinde ölçülen hatalar, daha sonraki gelişmelerle Binde veya milyonda birler mertebesine düşebilir. En son hedef sıfır hatadır ve bu anda işlemlerin tamamen kontrol altında olduğu söylenebilir. En son hedefe ne kadar yaklaşırsa, her hata kötüye giden işlemin bilgi kaynağı olur. Mükemmellik her zaman peşinden koşulmaya değerdir. Geleneksek kalite kontrol modelinde örneklem için belirlenmiş kabul edilebilir kalite seviyeleri kullanılmaktadır ve minimum seviyedeki kalite maliyetleri olarak kabul edilmektedir. Eğer kalite maliyetleri sıfır hata yaklaşımı ile düşürülebiliyorsa, bir kere minimum seviyeye ulaştıktan sonra önleme ve temin etme yöntemlerinde daha fazla harcama yapmaya gerek kalmaz. Sıfır hata hedefine yaklaşıldıkça önleme ve tahmin etme maliyetleri gittikçe sıfıra doğru düşer.

Sıfır hata hedefine yönelik gelişmeler; kalite çemberleri ve küçük grup geliştirme çalışmaları gibi ekip çalışmaları ile sağlanabilmektedir. Fikirlerin çoğunluğu, çok sayıda çalışanın katılımı ile sağlanan bu grup çalışmalarında ortaya çıkar.

3. Çalışanların Katılımı

İnsanların bütün yeteneklerinin kullanımını sağlamak TZÜ sisteminin önemli bir parçasıdır. Çalışanların katılımı aşağıdaki işlevleri kapsamaktadır.

Disiplin (Güvenlik ve kalite ile ilgili önemli standartları uygulamak): İş standartları, işletmede çalışanlar ve işletme çevresinin güvenliği ve ürün kalitesi için önemlidir. Her zaman herkes tarafından bu standartlara uyulmalıdır. İşletme uzun dönemde yaşayamayacak kurallara uyulmasına izin verebilir. Gerekli olmayan ve haksız kurallar ortadan kaldırılmalıdır. Böylece, çalışanlar aşırı kurallarla yüklenmez ve herkesin uyduğu anahtar standartlara saygı duymayı öğrenir. Disiplin bir işletmede önemli bir gerekliliktir.

Esneklik (İş değişimi/Engelleri kaldırmak): Bir insanın mevcut yeteneğinin, sorumluluklar verilerek genişletilmesi mümkün olmalıdır. Bu uygulama atelye personeli gibi yöneticiler için de geçerlidir. Gerçek esneklik, yalnızca insanlara, yeni beceriler kazandırmak için sürekli ve uzun dönemli eğitimler vererek gerçekleştirilebilir.

Eşitlik (Haksız Kuralları Kaldırmak/Tek statü): Haksız ve bölünmelere sebep olabilecek personel politikaları terkedilmelidir. Geleneksel olarak işletmelerde farklı personel dereceleri için ikramiyeler bakımından eşitsizlikler en az seviyede tutulmaktadır.

Özerklik (Delege etmek/Hattı durdurmak/Malzeme çizelgeleme/Veri toplama ve problem çözme): Özerklik işlevinin yetkileri aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır.

Delege etme, işletmede gerçekleşen faaliyetlere insanın katılımını sağlayabilmek için sorumlulukları delege etmek önemli bir prensiptir. Yönetimin görevlerinden biri atelyeyi desteklemektir. Bunun sonucu olarak organizasyon piramidi başaşağı bir şekilde olmaktadır.

Hattı durdurma yetkisi, eğer kalite problemleri ortaya çıkarsa, montaj hattı operatörü hattı durdurma yetkisine sahip olmalıdır.

Malzeme çizelgeleme, müşterinin ihtiyaçları çok fazla olmadıkça fazla üretim yapılmaz. Parçalar bilinen kurallara göre yapılmaktadır. Malzeme çizelgelemenin çoğu rutin işleri merkezi üretim kontrol sistemi dışındaki bölümlere de delege edilebilmelidir.

Veri toplama, atölye performansını izlemeye ilişkin veriler toplanmakta ve atölye personeli tarafından kullanılmaktadır. Merkezi finans sistemi için elde edilen verilerin üretim prosesine alınması ve üretimde çalışan formene gelmesi haftalar alır. Bu da bir israf kaynağıdır. Bu nedenle, verilerin zamanında üretim işleminde kullanılması gerekir.

Problem çözme, atölye personeli, işini etkileyen problemleri çözmede birinci derecede sorumlu olmalıdır. Bunun yanında, uzmanlardan da yardım alınmalıdır.

Atölye personelinin işini gerçekleştirmede ve geliştirmede delegasyonu sağlamak insana saygı sisteminin ana özelliğidir.

Personel Geliştirme (Mükemmel insanı geliştirme): Uzun dönemli personel geliştirme programları ile personel geliştirilmelidir. Mükemmel işletme, orta düzeyde bir işletmeden daha fazla geliştirme seviyesinde personele sahiptir.

İş Yaşamının Kalitesi (Kapsanma/Güvenlik/Zevk alma):

Kapsanma, işletmede çalışanlar, karar verme sürecine dahil edilirse değişikliklere daha iyi karşılık verebilirler.

Katılım + Kapsanma = Yönetimde fikir birliği

Güvenlik, çalışanlara iş güvencesi sağlanmalıdır. Hizmet süresinin uzunluğu ve kıdem gözönüne alınmalıdır.

Zevk alma, çalışan kişi yaptığı işten zevk almalıdır. İş zenginleştirme ve iş basitleştirme kuralları ile çalışan kişinin yaptığı işten zevk alması sağlanmalıdır. Bunların dışında, işyeri koşullarının aydınlatma, temizlik, gürültü gibi olumsuz koşulların iyileştirilmesi de gereklidir.

Yaratıcılık (İşin amacı/Sorumluluk/Fikir geliştirmeye teşvik etme/Fikirlerin yaratılması için zaman tanıma): Yaratıcılık, motivasyonun zorunlu elemanlarından biridir. Çoğu insan sadece görevini başarılı bir şekilde yapmaktan zevk almakla kalmaz, aynı zamanda gelecek için işini geliştirmeyi de ister. Bu davranış, duyarlı bir yönetim tarafından teşvik edilmeli ve korunmalıdır. Geçmişte, geliştirme faaliyetleri görevin dışında kabul edilirdi. Bugünkü rekabet ortamında ise, herkesin problem çözme ve geliştirme metodlarına katkıda bulunması zorunludur. Çalışanların yaratıcı düşünce ortaya koymalarına katkı sağlamak üzere aşağıdaki kurallar uygulanmalıdır:

- 1) İş yönergeleri, işin amacının ne olduğunu çok açık bir şekilde açıklayacak biçimde oluşturulmalıdır.
- 2) Çalışanların yaptıkları iş hakkında sorumluluk duygusu geliştirmelerine yardımcı olunmalıdır.
- 3) Çalışanların fikir üretmelerine zaman tanınmalıdır.
- 4) Fikirlerin geliştirilmesine ve gerçekleştirilmesine izin verilmelidir.

Kanban sistemi, bir işletmenin her işleminde ve aynı zamanda işletmeler arasında gerekli zamanda, gerekli miktarlarda, gerekli ürünlerin üretimini uyumlu olarak kontrol eden bir bilgi sistemidir. Kanban sistemi, TZÜ sisteminin bir alt sistemidir. Kanban sisteminde genellikle dikdörtgen biçimli plastik, karton veya metal olan ve üzerinde gerekli bilgileri taşıyan [kullanıldığı yer, parça numarası, parça adı, parçanın tanımı, kanban numarası, parça sayısı / Kanban oranı, kanban'ın düzenli olarak konulduğu kutunun tanımlayıcı kod numarası veya adı, kanban'ın teslim edileceği iş istasyonunun yeri (kod numarası veya tanımı)] kanban kartları kullanılır.

Kanbanlar kullanıldıkları yere ya da amaca göre adlandırılırlar. Temel olarak iki çeşit kanban vardır: çekme kanbanı, üretim emri kanbanı.

Çekme kanbanı, önceki prosesin sonraki prosesten çekmesi gereken ürünün türünü ve kalitesini, üretim emri kanbanı ise, önceki prosesin üretmesi gerektiği ürünün türünü ve kalitesini tanımlar. Çekme kanbanı hücreler arasında, üretim emri kanbanı ise, ancak kendi hücresinde hareket edebilir.

Kanbanların kullanımında uygulanan adımlar:

- 1) Gerekli çekim kanbanları ve boş kaplarla bir önceki işlemin deposuna gidilir. Bu işlem, yeterli sayıda çekim kanbanı biriktiğinde yapılır.
- 2) Çekilecek malzemelerin üzerindeki işlem kanbanları kanban toplama kutularına konur, eldeki çekim kanbanları bu birimlerin üzerine iliştilir. Boş kaplar bırakılarak dolu olanları alınır. Üretim kanbanı ile çekim kanbanı değiştirilirken, aynı malzemeye ait olup olmadığı kontrol edilir.
- 3) Yeni gelen birimler kullanılırken, çekim kanbanları kutularına konulur.
- 4) Üretim kanbanı toplama kutusundaki kanbanlar ya belirli zamanlarda ya da belli sayıya ulaşınca toplanır, toplama kutusundaki sıralarına göre üretimleri yapılır. Bu işlemler sırasında kanban ve üretilen birim birlikte hareket eder.
- 5) Üretim tamamlanınca, üretilen birimler ve üretim kanbanları her an çekilmeye hazır olarak depoya konulurlar.

Kanbanın amacı TZÜ sistemini gerçekleştirmek için kanbanlar aşağıdaki gibi kurallara göre kullanılmalıdır:

- 1) Sonraki proses önceki prosesten gerekli zamanda, gerekli miktarlardaki gerekli ürünleri çekmelidir.
- 2) Önceki proses sonraki proses tarafından çekilmiş miktarda ürünleri üretmelidir.
- 3) Hatalı ürün asla bir sonraki işleme gönderilmemelidir.
- 4) Kanban sayısı minimize edilmelidir.
- 5) Kanban sistemi, sadece talepte küçük dalgalanmaların olduğu sistemlere uygulanmalıdır.

TZÜ ayrıca hücresele düzenleme tekniği de kullanır. Hücreleme ile aşağıdaki avantajlar sağlanır:

- 1) Malzeme stokunda azalma.
- 2) Daha az ıskarta ve yüksek kalite.
- 3) Daha fazla özendirici çalışma çevresi.
- 4) Depolama alanlarının azaltılması veya ortadan kaldırılması.
- 5) Gelişmiş çizelgeleme.
- 6) Daha fazla esneklik.
- 7) Parti büyüklüklerinin azalması.
- 8) Baştan başa yerleştirme zamanının azaltılması.

Grup teknolojisinde esas amaç, tesis içindeki malzeme akış sisteminin basitleştirilmesidir. Basit iş akışı ile makina önündeki iş parçası bekleme zamanları kısaltılarak veya ortadan kaldırılarak proses içi stok maliyetinin düşmesi ve hazırlık sürelerinin azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması sağlanmaktadır. Çünkü hücre içindeki makineler ve tertibatlar, bu hücrede üretilen bir parça ailesi bir tip parçadan diğerine çok hızlı geçilecek şekilde yeniden tasarlanabilmektedir. Böylece, küçük partilerle üretim mümkün olabilmektedir.

Grup teknolojisi, ürün kalitesinin iyileşmesini, hataların azaltılmasını veya ortadan kaldırılmasını sağlar. Küçük parti üretiminin hücre düzeninde bir işgören, bir parçayı doğrudan diğer işgörenden alabilir, böylece eğer parça hatalı ise işlem, hatanın bulunması maksadıyla işlem durdurulur. Geri besleme yapılarak hatasız ürün elde edilir.

Üretim şekli mümkün ise, hücrelerin düzenlenmesinde U tipi yerleşim tercih edilmelidir. Bu düzenin en önemli yanı, giriş ve çıkışın beraber olmasıdır. Bu tip yerleşim uzaklığı minimize ederek işgücü esnekliği, daha iyi haberleşme, hatalı parçaların yeniden geri gönderilip düzeltilme kolaylığı, malzeme ve takım iletiminde kolaylık sağlar.

Hücrede çalışan ekipteki her işgören kendi alanını çok etkin bir şekilde yönetebilir, faaliyetlerini planlatabilir, işlemleri kontrol edebilir, problemlerini tanıyabilir, çözümlerini bulabilir, hücredeki çok farklı teçhizatı işleterek işinde çeşitliliğe sahip olabilir. İşteki çeşitlilik, monotonluğu önler, böylece işgörenin işten tatmin olmasını ve verimliliğinin artmasını sağlar. İşgörenler hücre içinde, başlangıcından sonuna kadar bütün üretim işlemine katılırlar ve yaptıkları işin tamamlanmasına tanık olurlar. Bu durum, çalışanları daha çok teşvik eder. Hücrede karar alma ve yönetim yetkisi çalışan ekibe aittir. İşin başarısından ekip birlikte sorumludur. Bu ise, ürün kalitesinin ve verimliliğin artmasına katkı sağlar.

Özetle, grup teknolojisi uygulaması ile işgörenin hoşnutsuzluğu ortadan kalkar, ürüne yönelik uzmanlaşma ve buna bağlı olarak üretim kapasitesi artar; malzeme akış zamanları, işçilik maliyetleri ve stoklardaki yatırım azalır, iş akışı basitleşir, kuyruklar azalır veya ortadan kaldırılır, hazırlık süreleri kısalmıştır.

Hazırlık sürelerinin azaltılması, temin sürelerinin kısaltılmasını ve dolayısıyla kanban sayısının azaltılmasını sağlamaktadır. Hızlı takım – tertibat değiştirme ve küçük partilerle çalışma, üretim temin süresinin kısaltılmasına imkan vermektedir. Temin sürelerinin kısaltılması ise, daha az envanter, daha az stok alanı ve envanterde tutulan ürün için daha az depolama ömrü gibi faydalar sağlar. Böylece, talep değişikliklerine karşı esnek bir yapı elde edilmektedir. Hazırlık sürelerinin kısaltılması, küçük partilerle çalışmasını sağlayacağı için müşteri siparişleri ya da talep değişikliklerine kolayca cevap verilebilmektedir. Bundan başka, hazırlık sürelerinin kısaltılmasıyla proses içi stoklar ve bunlar için gerekli alanlar azalmakta, buna bağlı olarak üretim hatları da kısalmaktadır.

Hazırlık sürelerinin azaltılması için yapılacak çalışmalar aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Hazırlık zamanı, iç hazırlık ve dış hazırlık olmak üzere iki aşamada gerçekleşir. İç hazırlık, makina durmuş halde iken yapılan, dış hazırlık ise makina çalışırken de yapılabilen hazırlıktır. İç hazırlıkların mümkün olduğunca dış hazırlığa çevrilmesi gerekir. Örneğin, kalıp boylarının standart hale getirilmesi, kalıp prese bağlanırken yapılması gereken bazı iç hazırlıkları dış hazırlık haline dönüştüreceğinden presin duruş süresi azalacaktır.
- 2) Ek aparatlar yardımı ile makinada yapılacak ince ayarlamalar ortadan kaldırılmalıdır.
- 3) Dış hazırlıkta kullanılan alet, kalıp hazırlama gibi işler standart hale getirilmeli ve bunların kullanımları ile ilgili bilgiler konusunda işçiler eğitilmelidir.
- 4) Makinalarda standardizasyon işlemi yapılırken, sadece gerekli bölümler standardize edilmelidir. Gereksiz standardizasyon ek maliyet getirecektir.
- 5) Kolay bağlantı elemanları kullanılmalıdır.
- 6) Paralel işlemler aynı anda yapılabilir. Hazırlık anında aynı anda yapılabilecek işleri birden çok işçiye yaptırmak hazırlık sürelerini kısaltacaktır.
- 7) Mekanik çalışan hazırlık sistemleri kurulmalıdır. Yağ veya hava basınçlı sıkıştırıcılar veya elektrikli mekanizmaların kullanımı hazırlık sürelerini kısaltır.

Toplam üretken bakım, tesis bakım organizasyonu kapsamında gerçekleştirilir ve aşağıda belirtilen amaçları gerçekleştirmeye çalışır:

- 1) Takım, donanım ve ekipman etkinliğini geliştirmek.
- 2) Ekipman ömrünün uzaması maksadıyla üretken bakım sistemini kurmak.

- 3) Toplam üretken bakımın yürütülmesine işletme içindeki bütün departmanların katılımını sağlamak.
- 4) Üst yönetimden işçilere kadar bütün çalışanların toplam üretken bakıma etkin bir şekilde katılımı sağlamak.
- 5) Özerk küçük grup geliştirme faaliyetleri gibi motivasyon yönetimine yönelik toplam üretken bakım çalışmalarının desteklemek.

Toplam koruyucu bakım, kalite kontrolünde olduğu gibi, işletmede çalışan herkesin katılımını gerektirir ve buna göre her işçi makinaların birer koruyucusu olmalıdır. Toplu bakım sonucunda muhtemel arıza sayısı, arızalardan doğacak zaman kayıpları ve makinaların çalışma oranları azalır, makina ve donanımın etkin olarak kullanımı sağlanır, üretim sisteminin üretkenliği artar, üretim sürecinde oluşan hatalar azalır ve bunlara bağlı maliyetlerde önemli azalma elde edilir.

TZÜ sisteminin başarısı için sürekli yüksek kalitede malzeme temini gereklidir. İşletmelerde kalite kontrol edilmemekte, ürünün üretimi sırasında yaratılmaktadır. Bu yaklaşım, ürün kalitesi yerine proses kalitesi kavramının gelişmesini sağlamıştır. Minimum kalite kavramı ortadan kalkarak, kalite sürekli gelişen bir yapıya kavuşmuştur.

Günümüzde kalite, rekabet üstünlüğü sağlayan bir faktör olarak görülmektedir. Yüksek kalite, yeni pazarlara girmenin anahtarı olmuştur. Yüksek kalitenin ve sürekli kalite gelişiminin sağlanması için "Toplam Kalite kontrolü" kavramı yaygın olarak kullanılmaktadır.

TZÜ sisteminde kalite kontrol elemanlarının görevi ürünün üretildikten sonra kontrolü yerine, hataların önlenmesi olmuştur. Kalite kontrolüne bütün departmanlar ve çalışanlar katılır, kalite kontrol fonksiyonu diğer işletme fonksiyonları ile bütünleşir.