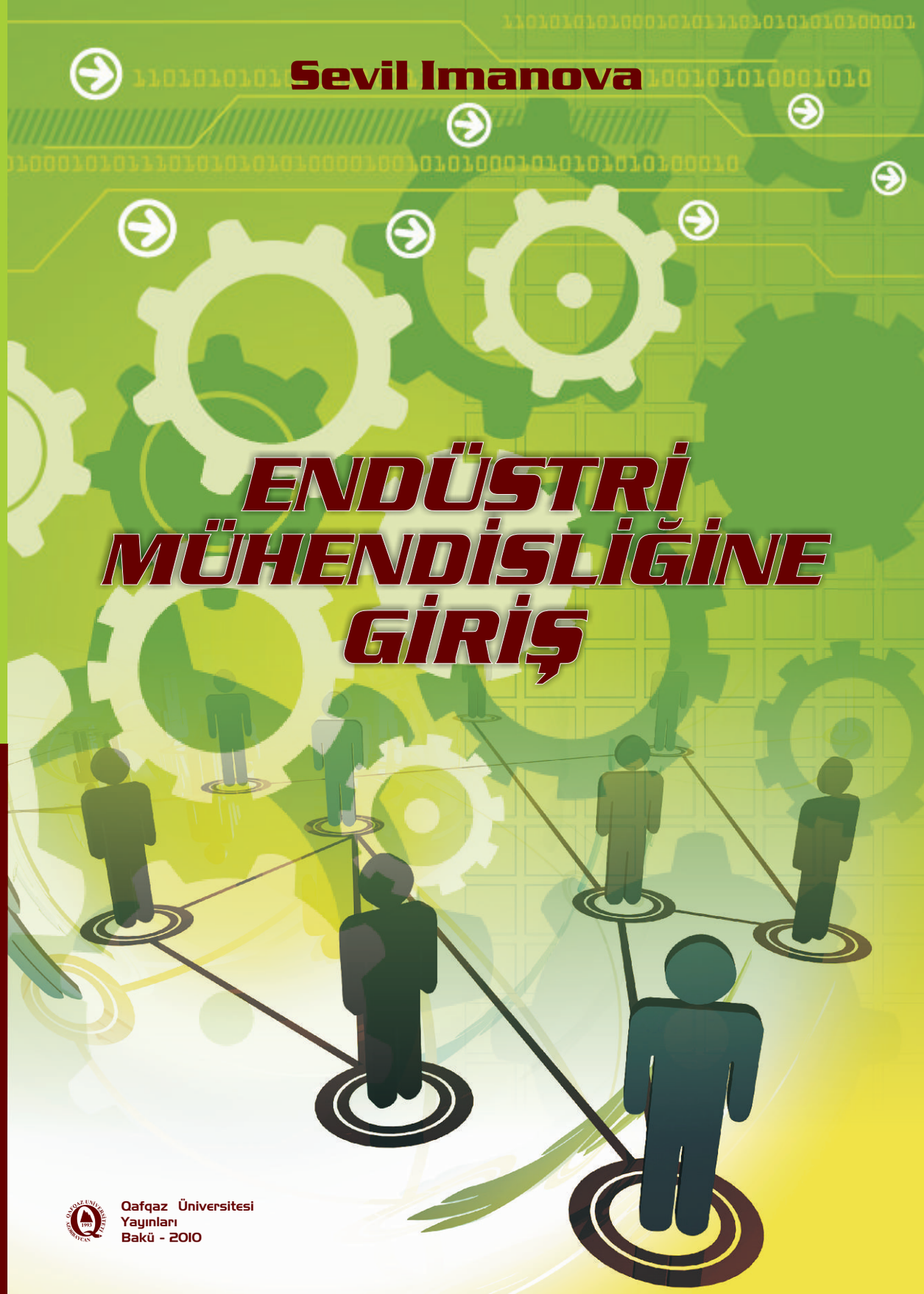
Qafqaz Üniversitesi Yayınları
Bakü - 2010

Sevil Imanova

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ



Qafqaz Üniversitesi
Yayınları
Bakü - 2010

Sevil İMANOVA

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Bakü - 2010

QAFQAZ ÜNİVERSİTESİ
YAYINLARI

YAYIN NO: 43

Sevil İMANOVA

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Redaktor:
Dr. Yadullah Babayev

Dizgi:
Sahib Kazımov

Qafqaz Üniversitesi Yayın Komisyonunun 30.06.2009 tarihli,
Ç-QU-15010-000/016 sayılı teklifi ve Senatosunun 16.09.2009 tarih, 2009/85.06
sayılı emri ile Üniversite yayını olarak basılmasına karar verilmiştir.

Kitap Qafqaz Üniversitesi Dizgi ve Basım Şubesinde
dizilerek yayına hazırlanmıştır.

© Qafqaz University, 2010
© Sevil İMANOVA, 2010

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ **5**
GİRİŞ **7**
BÖLÜM I **9**
ENDÜSTRI MÜHENDİSLİĞİNE GENEL BAKIŞ **9**
1.1 Endüstri Mühendisliğinin Tarihsel Gelişimi. 9
1.2 Endüstri Mühendisliği nedir. 11
1.3 Endüstri Mühendisliğinin Fonksiyon Grupları 13
1.4 İsraf Edilebilecek Kaynaklar. 14
1.5 Endüstri Mühendisliğinin Sorumluluk Yüklenebileceği Konular. 15
1.6 Endüstri Mühendisliğinde Eğitiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar. 15

BÖLÜM II **17**
VERİMİLİK VE VERİMLİLİĞİN YÖNETİMİ **17**
2.1 Verimlilik 17
2.2 Verimlilik ile ilgili kavramlar 17
2.3 Verimlilik Ölçümü 18
2.4 Verimliliği Artırma Yolları 18
2.5 Verimlilik Yönetim Sistemleri 21

BÖLÜM III **22**
İŞ ETÜDÜ-İŞ DEĞERLENDİRME VE ÜCRET SİSTEMLERİ **22**
3.1. İş Etüdü 22
3.1.1 İş etüdünün tarifleri 22
3.1.2. Metod Etüdü 23
3.1.3. Zaman Etüdü 24
3.2 İş Değerlendirmenin amaç ve kapsamı 34
3.2.1 İş değerlendirmenin tanımı 35
3.2.2 İş Analizi 36
3.2.3 İş Değerlendirmenin Yararları 39
3.2.4 İş Değerlendirme Planı 40
3.2.5 İş Değerlendirme Yöntemleri 41
3.3 Ücretlendirme Sistemi 43
3.3.1 Teşvikli Ücret Sistemleri 44

BÖLÜM IV **45**
ERGONOMİ VE İŞ GÜVENLİĞİ **45**
4.1 Ergonomi 45
4.1.1 İnsan Bedenini Günlük Aktivitesi ve Gece Çalışmaları 49
4.2 İş Güvenliği 51
4.2.1 İşyeri 51
4.2.2. Güvenli Davranış Biçimi 52

4.2.3 Sorumluluklar 52
4.2.4. İletişim 53
4.2.5 Güvenli Çalışma Uygulaması 53
4.2.6 Güvenlik İşaretleri 55
4.2.7. Tehlikeli Madde, Malzeme ve İşlemler 56

BÖLÜM V 59
TESİS YERİ SEÇİMİ VE DÜZENLENME 59
5.1. Tesis Yeri Seçimi Kavramı 59
5.1.1 Tesis Yeri Seçimindeki Aşamalar ve Etmenler 59
5.1.2 Tesis Yeri Seçimi Sorununa Yaklaşımlar 61
5.2 Tesis Yeri Düzenlemenin Tanımı ve Amaçlar 62
5.2.1 Tesis Yeri Düzenleme Tipleri 63
5.2.2. İş Akışı Tipleri 66
5.2.3 Sistematik Tesis Yeri Düzenleme Yaklaşımı 66

BÖLÜM VI 67
ÜRETIM SISTEMLERI 67
6.1. Sistemin tanımı, temel yapısı, önemli bazı özellikleri. 67
6.2 Sistemlerin Sınıflandırılması 69
6.3. Üretim Kavramına Bir Bakış 70
6.4. 2000'lerde Üretim 71
6.5. Üretim Süreci 72
6.5.1. Mal ve Hizmet Üretimi 72
6.6. Üretim Sisteminin tanımı 74

BÖLÜM VII 75
KALİTE VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ 75
7.1. Kalite Kavramı Nedir? 75
7.2. Toplam Kalite Yönetimi 79
7.2.1. Toplam Kalite Kavramı. 79
7.2.2. Toplam Kalite Kontrol Kavramı 81
7.2.3. Toplam Kalite Yönetimi 82
7.2.4. Yeni Yönetim Anlayışı 84

BÖLÜM VIII 89
YAPAY ZEKA 89
8.1. Yapay Zekaya Genel Bakış 89
8.1.1 İlk araştırmalar ve yapay sinir ağları 91
8.1.2 Sembolik yapay zekâ 91
8.2. Yapay sinir ağları 92
8.3. Uzman sistemler 93
8.4. Doğal dil işleme 94
8.5. Bulanık Mantık 95
8.6. Gelecekte yapay zeka 96

KAYNAKLAR 98

ÖNSÖZ

"Yaşamdaki en büyük zevk, başkalarının senin yapamayacağını söyledikleri şeyi yapmaktır." der, Walter Bagehot.

Günümüz çalışmalarında müşteri memnuniyeti en önemli kavramlardan biridir. Bu notları yazarken de düşündüğüm en önemli noktalardan biri budur, yani bu kitabı okuyan talebelerim.

Endüstri Mühendisliğini diğer mühendislik dallarından farklı kılan en önemli özelliği, insan odaklı olması ve bütünsel bakış açısıyla olaylara yaklaşmasıdır. Yani sistemin merkezindeki en önemli faktörün insan faktörü olduğunun bilincinde olmak ve sistemin tüm bileşenlerini etkileşimli sonuçlar bütünü içerisinde ele almaktır.

Endüstri Mühendisleri, kuruluşun kaynaklarının dengeli dağıtımından, etkin kullanımından ve uzmanlar arasındaki işbirliğinin kurulmasında da sorumludur. Bir işletmenin kendi özgün uğraşları yanında, farklı alanlardaki uzmanlarla yönetim arasında bir köprü görevi de yapar.

Endüstri Mühendisi, her düzeydeki yöneticinin karar verme aşamasında ihtiyaç duyduğu bilgi desteğini, bilimsel yöntemler kullanarak veren kişidir. Bu nedenle bir Endüstri Mühendisi kamu, ticaret, hizmet, tasarım, üretim ve hatta askeri alanda faaliyet gösteren bütün işletmelerde çalışabilir.

Ders notunun amacı bu dalda öğrenim gören Endüstri Mühendisliğinin temellerini açmak, gerekli konuları kısaca anlatmak ve Endüstri Mühendisi olmayan bir şahsın Endüstri Mühendisliğinin temel kavram ve yöntemlerini kolay ve anlaşılabilir biçimde açıklamak. Endüstri Mühendisi olanlar için ise geleneksel Endüstri Mühendisliği konularında başvurulabilecek bir el kitabı niteliktedır.

Sevil İmanova

GİRİŞ

Tüm bilim dallarının amacı, insanlık için mevcut olan sorunları çözmek, insan refahına yönelik gelişmiş ürün ve sistemler tasarlamak ve üretmek, bilinmeyenler üzerinde araştırmalar yaparak elde edilen bulguları yine insanlık yararına kullanmaktır. Mühendislik temelde yenilikçiliğe, tasarıma ve projelendirmeye dayalı bir meslektir. 1900'lü yılların başlarında söz konusu çeşitli uygulamaların entegrasyonu yoluyla toplam işletme verimliliğinin geliştirmesine yönelik sistemler kurulması ihtiyacı doğmuştur. Endüstri Mühendisliği Mesleği bu ihtiyacın bir sonucu olup, endüstriyel alanda doğması nedeniyle adı Endüstri Mühendisliği olmuştur. Daha uygun bir isim Sistem veya Verimlilik Mühendisliği olabilirdi. Günümüzde endüstri mühendisliği endüstriyel alanlar dışında bankacılık, sigortacılık, turizm, sağlık, tarım, vb. birçok sektörde aynı ilke ve yöntemler ile işletmelerin geliştirilmesinde katkılarda bulunmaktadır.

Endüstri Mühendisliği; yüksek performansı, güvenilirliği, sürekliliği ve maliyet kontrolünü gerçekleştiren bütünleşik üretim ve hizmet sistemlerini tasarlayan, planlayan, kuran ve yöneten uygulayıcılara (üyelere) sahip önde gelen bir meslek olarak tanınmaktadır. Bu sistemler doğal olarak sosyo-teknik sistemler olmakla birlikte ve ürün, hizmet veya programların ömürleri boyunca işgücü, bilgi, malzeme, makine-teçhizat, proses ve enerji kaynaklarını entegre edecektir.

Bu mesleğin amaçları, karlılık, etkenlik, verimlilik, esneklik, duyarlık, yüksek kalite, ürün ve hizmetlerin ömürleri boyunca sürekli geliştirilmesidir. Bu sonuçları elde edebilmek için insan ve sosyal bilimler (ekonomi dahil), bilgisayar bilimleri, temel bilimler, yönetim bilimleri, çağdaş iletişim becerileri ile birlikte fiziksel, davranışsal, matematiksel, istatistiksel, organizasyonel ve ahlaki kavramlar kullanılacaktır.

Günümüzde ulusal ve uluslararası rekabetin önemli ölçüde artması işletmeleri sürekli gelişme içinde olmalarını gerektirmektedir. İşletmelerde sürekli gelişme ortamı oluşturulması çağdaş takım çalışmalarının yaygınlaştırılmasıdır. Endüstri Mühendisleri söz konusu takım çalışmalarına yukarıda verilen tanım çerçevesinde büyük katkı sağlayacaktır. Bu nedenle de endüstri mühendislerinin beşeri ilişkilerini önemli ölçüde geliştirmeleri gerekmektedir.

BÖLÜM I
ENDÜSTRI MÜHENDİSLİĞİNE GENEL BAKIŞ

1.1. Endüstri Mühendisliğinin Tarihsel Gelişimi

Endüstri mühendisliği yaklaşım ve esaslarına yönelik ilk çalışma olarak İngiltere'de Adam Smith isimli bir ekonomist tarafından yazılan ve 1776 yılında yayınlanan "The Wealth of Nations" adlı kitabı gösterilebilir. Adam Smith endüstri devrimi öncesi "İş Bölümü", yani bir ürünün üretim ile ilgili farklı özelliklerdeki işlerin birbirlerinden ayrılarak farklı kişiler tarafından yapılması ile verimliliğin artacağı fikrini ortaya atmıştır.

Endüstri mühendisliğinin temelleri 1750 ve 1850 yılları arasında özellikle iş bölümü kavramı ile atılmıştır. 1750 yılına kadar aynı kişi işi planlar, malzeme, takım ve tertibatını seçer ve temin eder, işlemini ve kontrolünü yapardı.

1850 yılından sonraki en önemli gelişme, 1856-1915 yılları arasında yaşayan ve çoğunlukla endüstri mühendisliğinin kurucusu olarak kabul edilen Frederick Winslow Taylor isimli Amerikalı ile olmuştur. Taylor fabrikada bizzat çalışan, sürekli gözlenen ve analiz yapan, düşündüklerini uygulayan ve geliştiren bir makine mühendisidir. Özellikle işlerin daha kolay, daha etkin ve verimli yapılabilmesi için yeni iş metotları bulunmasına yönelik Metot Etüdü, işlerin işlem sürelerinin belirlenmesine yönelik Zaman etüdü, iş bölümü, işçilerin yapacakları işe göre seçimi ve eğitimi, işçi-işveren ilişkileri (endüstri ilişkileri), planlama ve kontrol fonksiyonlarının işçiler tarafından değil yönetim tarafından gerçekleştirilmesi konularında çok önemli katkıları olmuştur.

Aynı dönemlere rastlayan diğer bir gelişme Amerikalı bir çift olan Frank Bunker Gilbreth (1868-1924) ve Lilian Moller Gilbreth ile olmuştur. Mühendis olan Frank ile psikolog olan Lilian birbirlerinin bilgilerinden yararlanarak ve özellikle Taylor'un çalışma ve yazılarından etkilenerek bir işin yapılmasında en etkin ve verimli hareketlerin (özellikle insan açısından en kolay) neler olduğu konusunda tam bir takım çalışması meydana getirmiştirler. Bu çalışmada taşıma, tutma, arama, monte etme vb. iş hareketleri 17 adet Therblig denilen semboller ile ifade edilerek, işi yapmanın en iyi metodunun belirlenmesinde ve iş eğitimlerinde bu sembollerin kullanılması önerilmiştir. Aynı yıllarda Taylor ile uzun süre birlikte çalışmış olan Henry Laurence Gannt (1861-1919) yapılacak işlerin birbirlerine göre zaman ve

öncelik ilişkisini gösteren Gannt Şemasını, ayrıca standart üretim miktarı üzerindeki üretimler için işçilere ödenecek bir prim sistemini (teşvikli ücret sistemini) geliştirmiştir.

İlk endüstriyel düzeyde EM uygulamaları ABD işletmeleri tarafından yapılmıştır. 1898 Western Electric şirketinde teşvikli ücret sistemleri, 1912-1914 yıllarında Armstrong Cork şirketinde maliyetlendirme, kalite kontrol, planlı bakım, teşvikli ücret ve iş değerlendirme sistemleri, 1914'de Eli Lilly ile 1917'de Cow Chemical Şirketlerinde iş etüdü ve teşvikli ücret sistemleri uygulanmıştır. ABD'nde iş metotlarına ait gelişmeler sürerken Fransa'da Henry Fayol (1841-1925) önderliğinde bir grup planlama, organize etme, koordine etme, yürütme ve motive etme şeklinde yönetim fonksiyonlarını tanımlamışlardır.

1920'li yıllardaki en önemli gelişme istatistiğin mühendislik çalışmalarına uygulanmaya başlamasıdır. 1924 yılında ABD'nde Bell Telefon Laboratuarlarında çalışan Dr. Walter Shewart istatistiği, üretimin çeşitli noktalarında örnekleme yaparak ürün kalitesinin ekonomik bir şekilde kontrolü amacıyla kullanmıştır. Shewart örnekleme teorisi ve kalite kontrolü uygulanması çalışmalarını 1931 yılında yayınlanan "Economic Control of the Quality of Manufacturing Product" isimli kitabında toplamıştır.

İkinci dünya savaşı süresi ve sonrasında üzerinde gelişme kaydedilen Endüstri Mühendisliği konuları; metot etüdü, zaman etüdü, iş basitleştirme, kalite kontrol, ücret yönetimi, iş değerlendirme, teşvikli ücret (prim) sistemleri, iş yeri düzenleme ve malzeme taşıma sistemleri ile üretim planlama ve kontrolü idi. Bu konular günümüzde geleneksel endüstri mühendisliği (traditional industrial engineering) olarak adlandırılmaktadır.

İkinci dünya savaşı, matematik, fizik, olasılık ve diğer sayısal analizle ilgili bilimlerin, savaş yönetimindeki kararların alınmasına yardımcı olarak kullanıldığı ilk savaştır. Endüstri Mühendisliğinin temel konularından Yöneylem Araştırması (Operations Research) adı verilen karar verme yaklaşımı ilk defa İngiltere'de 1940 yılında askeri, gen ve sosyal bilimlerden gelen çeşitli bilim adamı ve uzmanların oluşturduğu bir grup tarafından savaş süresince askeri problemlerin çözümünde uygulanmıştır.

Yöneylem Araştırması yaklaşımının savaş sırasında başarılı olması, savaş sonrası öncelikle ABD ve İngiltere'de olmak üzere işletme yönetimi problemlerinin çözümünde de kullanılmasını sağlamıştır. Günümüzde yaygın şekilde kullanılan doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama, dinamik programlama teknikleri yöneylem araştırması yaklaşımının oluşturduğu tekniklerdir. Bu şe-

kilde hangi mamulden ne kadar üretelim ki karımız en fazla olsun, hangi noktalara depo kuralım ki dağıtım ve depolama maliyetlerimiz en düşük olsun, hangi taşıma araçları ve hangi güzergahları (rotaları) kullanalım ki ürünlerimizi müşterilerimize en hızlı bir şekilde ve en düşük maliyetle gönderebilelim, levha veya kumaşları nasıl keselim ki firemiz en az olsun gibi işletme problemleri günümüzde yöneylem araştırması teknikleri ile çözülebilmektedir.

1947 yılında Norbert Wiener tarafından ortaya konana Sibernetik biliminin de EM' ne önemli katkıları olmuştur. Sibernetik (Cybernetics) bilimi günümüz otomatik kontrol ve otomasyonun temel özelliğini gösterir. Veriyi alma, işleme, bilgi haline dönüştürme ve kullanma safhaları ile geri beslemeli bir çevrimi ifade eder.

EM konusunda 1950 ve 1980 yılları arasındaki gelişme daha ziyade çalışanların motivasyonu üzerine olmuştur. Genellikle Japonya'da gelişen bu yaklaşımlardan bazıları Kalite Kontrol Çemberleri (Geliştirme ve İyileştirme Grupları olarak da adlandırılmaktadır), Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management), Çalışma Hayatı Kalitesinin İyileştirilmesi (Quality of Work Life), Toplam Üretken Bakım (Total Productive Maintenance)'dır. Ayrıca Tam Zamanında Üretim (Just in Time Production), Üretim Kaynakları Planlaması (Manufacturing Resource Planning MRP-II), Sıfır Hata (Zero Defects) programları yine EM ile ilgili gelişmelerdir.

1.2. Endüstri Mühendisliği nedir

Endüstrinin başlamasından bu yana mühendislik dalının şu veya bu şekilde uygulaması yapılmıştır. İnsan oğlu gerek düşünce, gerekse tecrübe güçlerini kullanarak başarma yollarını bulmuştur. Ancak endüstri geliştikçe, iş incelenmesine yoğun bir ilgi duyan ve işleri daha iyi yapma yollarını arayan ve bu konuda bilimsel bir düzen getirmeye çalışan kişiler ortaya çıkmıştır.

Üretim faaliyeti ikiye ayrılır:

1. Mühendislik
2. Mühendislik dışındaki faaliyetler

Mühendislikle ilgili faaliyetler iki grupta toplanabilir:

1. Meslek Mühendisliği
   - konstrüksiyon
   - imalat
   - takım
   - makine vb.

2. Endüstri Mühendisliği

Meslek mühendislikleri esas olarak matematik ve fizik biliminin uygulamasını yaparlar. Endüstri mühendisinin diğer mühendislik dallarından farkı bu mühendislik dalının matematik ve fizikten başka insan faktörünü de göz önünde tutmasıdır.

Endüstri mühendisliğinin çeşitli tanımları vardıysa en iyisi ve en çok kullanılan şudur:

Endüstri mühendisliği tesis, makine, teçhizat ve bu teçhizatı kullanacak insan gücünü en ekonomik ve verimli bir şekilde kullanmak amacıyla yapılan metot etüdü, iş ölçümü ve diğer model yönetim tekniklerini ihtiva eden bir mühendislik dalıdır.

Endüstri mühendisliği, insan, malzeme ve teçhizattan meydana gelmiş entegre sistemlerin konstrüksiyonu, gelişmesi ve kuruluşu ile ilgilenir. Çalışmalarında matematik fizik ve sosyal bilimlerdeki özel ilgi ve becerisini mühendislik analiz ve kuruculuğunu metot ve prensipleri ile birleştirerek böyle sistemlerini elde edilecek neticeleri tespit, tahmin ve değerlendirmeye çalışır.

Endüstri Mühendisliğinde incelenecek konular:

1. Verimlilik (Efficiency)
2. İş Etüdü (Work Study)
3. Metot Etüdü (Motion Study)
4. Zaman Etüdü (Time Study)
5. İş Ölçümü (Work Measure)
6. Ergonomi (Ergonomics)
7. İş Değerlendirme (Work Evaluation)
8. Ücret Sistemleri (Wage Systems)
9. İş Güvenliği (Work Security)
10. Üretim Sistemleri (Production Systems)
11. Yöneylem Araştırması (Operations Research)
12. Simülasyon (Simulation)
13. Yapay Zeka (Artificial İntelligence)
14. Üretim Planlama ve Kontrolü (Production Planning and Control)
15. Numerik Analiz (Numerical Analysis)
16. Olasılık ve İstatistik (Probabality Systems and Statistics)

17. Kalite Güvence Sistemleri (Quality İnsurance Systems)
18. Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management)
19. Değişim Mühendisliği (Reengineering)
20. Kıyaslama (Benchmarking)

1.3. Endüstri Mühendisliğinin Fonksiyon Grupları

Endüstri mühendisliğinin fonksiyon grupları 5 ana başlık altında incelenecek mümkündür:

1. İş incelemesi
2. Yerleştirme planlarının yapılması
3. Malzeme hareketlerinin düzenlenmesi
4. Takım ve mastar hazırlanması, makine ve tesislerin seçilmesi
5. Yardımcı fonksiyonlar

1. İş incelemesi.

Yapıcı ve yardımcı üretim ve hizmet yerlerinde işlerin yürütülmesinde uygulanacak olan en iyi metot ve standartların ortaya konmasıdır.

İş incelemesi, hareket, metot etüdü, zaman etüdü, zaman standartları ve başarı derecelerinin değerlendirilmesini içerir.

Örnek, bir işçi bir ayda 500 tane demir kısmını yapıyor, standart zamana göre hesaplanması, bir eleman 500 tane yapabilir. %10 tolerans, 550'den yukarı yaparsa primli ücret ödenmelidir.

2. Yerleştirme planlarının yapılması

Ana ve yardımcı tezgah, makine ve tesislerin çalışma alanlarının en iyi şekilde düzenlenmesini sağlar. Yerleştirme planlaması çalışmaları ile iş yerinde çalışma alanına duyulan ihtiyaç tespit edilir. Bu amaç için uygun yerler seçilir, ana ve yardımcı tezgahlar ve tesislerin bir birleriyle olan ilişkileri sağlanır.

3. Malzeme hareketlerinin düzenlenmesi

Üretilen mamullerin ve bu ürünlerin yapılmasında kullanılan malzemelerin işletme içindeki hareketlerinin en iyi şekilde düzenlenmesi gerekir. Bu şekilde çalışma ile malzeme ve iş akış şemaları yapılır. Mevcut malzeme hareketi ve araçları incelenir.

4. Takım ve mastar hazırlanması, makine ve tesislerin seçilmesi

Bu çalışma ile gerekli operasyon ve proseslerde kullanılacak işi kolaylaştırıcı ve masrafları kısıcı, kaliteyi yükselten, takım-mastar bağlama, kalıp ve aparatların konstrüksiyonu hazırlanması, bakım ve muhafazası, seçilmesi ve değiştirilmesi işleri yapılır.

5. Yardımcı Fonksiyonlar.

Endüstri mühendisliğinde özellikle, insan gücü verimini artırmak için bazı fonksiyonlar yerine yetirilir. Bu fonksiyonları şu şekilde sıralamamız mümkün:

1) iş yeri organizasyonun yapılması
2) iş tanımlanması, değerlendirilmesi, sınıflandırılması ve kadroların hazırlanması
3) işçi, usta ve ustabaşların iş başında eğitimi
4) iş güvenliği, iş yeri çalışma şartları, toplu sözleşme ve insan ilişkileri konusunda çalışmalar yapma
5) teşvik edici ücret sisteminin uygulanması,
6) problem çözme tekniğini üretime uygulanması

Sonuç olarak özetlersek, endüstri mühendisliği, insan faktörünü de göz önünde bulundurduğu için diğer mühendislik dallarındaki verimliliğin artırılması ve maliyetlerin düşürülmesi konusunda fevkalade etkilidir.

1.4. İsraf Edilebilecek Kaynaklar

Ekonomi tanımında verildiği gibi sınırlı kaynaklarla sınırsız ihtiyaçları karşılamak gerekir. İşte endüstri mühendisliğinin de asıl amaçlarından biri bu sınırlı kaynakların kullanılmasında israfı önlemektir. İsraf edilebilecek kaynakları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

1. İnsan kaynağı
2. Makine, teçhizat, takım ve donanım
3. Enerji israfı.
4. Yer, mekan israfı. Yani fabrikanın yerleştirilmesi, yer seçiminin iyi yapılması
5. Zaman israfı.

1.5. Endüstri Mühendisliğinin Sorumluluk Yüklenebileceği Konular

1. **Eskiyen fiziki kaynakların değiştirilmesi**. Makine, bina, teçhizatın uygun bir şekilde değiştirilmesi.
2. **İmkan ve araçların geliştirilip genişletilmesi**. Fiziki kaynakların, yani makine ve teçhizatın verimini artırmak amacı ile iş yeri etüdleri yaparak, en ekonomik metotları ortaya koymak.
3. **Malzeme ve mamullerin hareketi ve bunların depolanması**. İmalatta kullanılan her çeşit malzemenin hareket etüdünü yaparak, en ekonomik metotları ortaya koymak.
4. **Yerleştirme planının yapılması**. Esas ve yardımcı tezgahlar, tesisler ve çalışma alanlarının en iyi şekilde düzenlenmesini sağlar. Yerleştirme planları çalışmaları ile iş yerinde çalışma alanına olan ihtiyaç belirlenir. Bu amaç içinde uygun yerler seçilir. Esas ve yardımcı tezgahlar ve tesislerin birbirleriyle olan ilişkileri tespit edilir.
5. **İşgücünün organize edilmesi ve değerlendirilmesi**. İş ölçülmesi çalışmaları ile zaman standartlarının ve buna bağlı olarak da standart işgücünün belirlenmesi.
6. **Yöneticilerin eğitimi**. Endüstri mühendisliğinin prensip ve tekniklerini birimlerin yöneticilerine öğretmek amacıyla gerekli eğitim programlarını yürütür.
7. **Kontrol bilgilerinin hazırlanması**. Geliştirilen metotların uygulamalarının takip etmek ve tasarrufları belli etmek üzere gerekli kontrol sistemlerini ortaya koymak.
8. **İşçi eğitimi**. Geliştirilen metotların yerleştirilmesi için ilgili personelin iş başında eğitimini temin etmek.

1.6. Endüstri Mühendisliğinde Eğitiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

A.B.D.'de yapılan bir toplantıda alınan kararlar şu şekilde sıralanmıştır.

1. Endüstri mühendisleri üzerinde çalıştıkları sistemin teknik boyutları nedeni ile, fizik, kimya gibi temel bilimlerin yanı sıra; makine, elektrik ve elektronik gibi temel mühendislik dallarını da bilmeleri gerekir. (mühendislik bilgisi)
2. Liderlik. Yeni kavram ve sistemlerin tasarımının yapılmasında ve uygulamasında liderlik rolü oynamaları gerekir.

3. Sürekli gelişme. Sürekli iyileştirme fonksiyonunun ne anlama geldiğini ve endüstri mühendisliğinin alanlarını yönetimin çok iyi bilmesi gerekir. Bunun için sürekli eğitime ihtiyaç var.
4. Sistematik yaklaşım. Çalışılan iş yerinde veya fabrikada karşılaşılan problemleri insani ve mali yönleriyle analiz yaparak problemleri çözebilmelidir.
5. Projecilik. Olağanüstü bir proje becerisi ve iyi bir ticari kafa yapısı olmalıdır.
6. Üretkenlik. Danışmanlık hizmeti verebilmeli, kendi çözümlerini, bilgilerini ve fikirlerini başkasına aktarabilmelidir.
7. Yenilikçilik. Her zaman yeni şeyleri öğrenmeye açık olmalıdır.
8. Sistematik analiz ve tasarım. Problemleri kolay algılama ve kolay çözme yeteneği olmalı.
9. Beşeri ilişkiler. Çalıştığı arkadaşları ile ast ve üstleri ile iyi diyalog kurabilmeli, iyi iletişim sağlayabilmelidir.
10. Küresel düşünme ve anlayış. Ulusal ve uluslararası konuları anlama, kültür ve becerisine sahip olmalı.

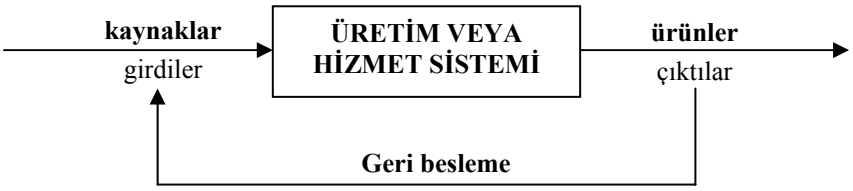
Bu kriterlere baktığımızda endüstri mühendisliği temel mühendislik bilgilerine sahip olmalarının, yanı sıra ne kadar geniş görüş ufkuna sahip olmasının gerektiğini görmekteyiz.

BÖLÜM II
VERİMİLİK VE VERİMLİLİĞİN YÖNETİMİ

2.1. Verimlilik

Verimlilik=çıktılar/girdiler

Verimlilik (üretkenlik), belirli bir dönemde tamamlanan ürün veya hizmetler (çıktılar) ile onları elde etmek için aynı dönemde kullanılan kaynaklar (girdiler) arasındaki ilişkiyi ifade eder.



Şekil 2.1. Verimlilik Kavramı

Kaynaklar, diğer bir deyişle üretim faktörleri işçilik, sermaye, malzeme, enerji ve bunların dışında kalan faktörler olup dolayısıyla çalışan sayısı, çalışılan saat, kullanılan malzeme miktarı (ton, kg), harcanan enerji (kilovat saat), makine zamanı, amortisman miktarı, sermaye maliyeti, kullanılan alan miktar (metrekare) cinsinden ifade edilebilir. Ürünler ise genellikle imalat miktar, yapılan hizmet miktarı, işlem sayısı veya süresi olup adet, zaman veya para cinsinden ifade edilebilir.

2.2. Verimlilik ile ilgili kavramlar

Karlılık: belirli bir döneme ait karın o dönemde kullanılan sermayeye oranıdır. (kar/sermaye)

Ekonomiklik: parasal bir karşılaştırma olup satış gelirleri ile tüm işletme giderleri arasındaki ilişkiyi gösterir.

Randıman (verim): gerçekleştirilen miktarın teorik olarak gerçekleştirilmesi gösterilmesi gereken miktara oranıdır.

Etkinlik (Efficiency): ürünleri çıktıları üretmek için kaynakların (girdilerin) ne kadar etkin kullanıldığını gösterir.

Etkililik (Effectiveness): Fiili olarak gerçekleştiren ürün miktarı ile hedeflenen veya planlanan ürün miktarı arasındaki ilişkiyi gösterir. Etkinlik kaynak (girdi) kullanımı, etkilik ise üretim performansı ile ilgili bir orandır.

2.3. Verimlilik Ölçümü

Verimlilik çıktıların girdiye oranı olarak tanımlandığından, iş akışlarının kritik noktalarında çıktı ve girdi miktarlarının doğru bir şekilde belirlenmesi verimliliğin ölçülmesini sağlayacaktır. Ancak çıktı ve girdilerin belirlenmesinde aşağıdaki noktalara dikkat edilmesi gerekir.

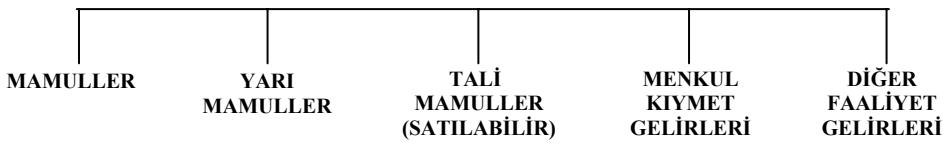
- elde edebilirlik: verinin elde edilmesine yönelik veri toplama sisteminin oluşturulması (veriler raporlar, barkod sistemleri, bilgisayarlar vb. şekillerde toplanabilir)
- doğruluk: verinin güvenirliğinin tespiti
- anlaşılabilirlik: ele alınan girdi ve çıktı ile ilgili olarak toplanan verinin, verimliliğinin doğru bir şekilde ölçülmesine yönelik anlaşılabilirliği
- zamanlılık: verinin zamanında işlenebilir şekilde toplanma hızı
- ekonomiklik: veriyi toplamak ve işlemek için kullanılan maliyetlerin sonunda elde edilen faydaya değmesi

Verimliliğim ölçme sisteminin birey, grup, bölüm, fonksiyon ve işletmenin genel verimliliğini gösterecek şekilde tasarımlanması ve böylece ileriye yönelik olarak değerlendirme yapılmasına olanak tanıması gerekmektedir. İşletmelerdeki girdiler şekil 2 gösterildiği gibi sınıflanır.

Tüm girdiler direk işçilikte olduğu gibi maliyet merkezlerine direk olarak veya masraf dağıtım anahtarı ile dağıtılabilir. Böylece maliyet merkezleri bazında tüm girdilere yönelik verimlilikler ölçülebilir. Önemli olan fazla bürokrasiye boğulmadan, kritik verimlilik noktalarının belirlenerek gerçek verimliliği mümkün olduğunda gösteren verimlilik ölçümlerinin yapılmasıdır.

Çıktı ve girdi tanımlamalarını, verimliliğini ölçmeyi tasarladığınız ülke, sektör, işletme, bölüm, atölye, hat, iş istasyonu veya kişi bazında verilen sınıflandırmalar çerçevesinde belirlememiz gerekmektedir.

Çıktılar temel olarak şekil 3'deki gibi sınıflandırılır.

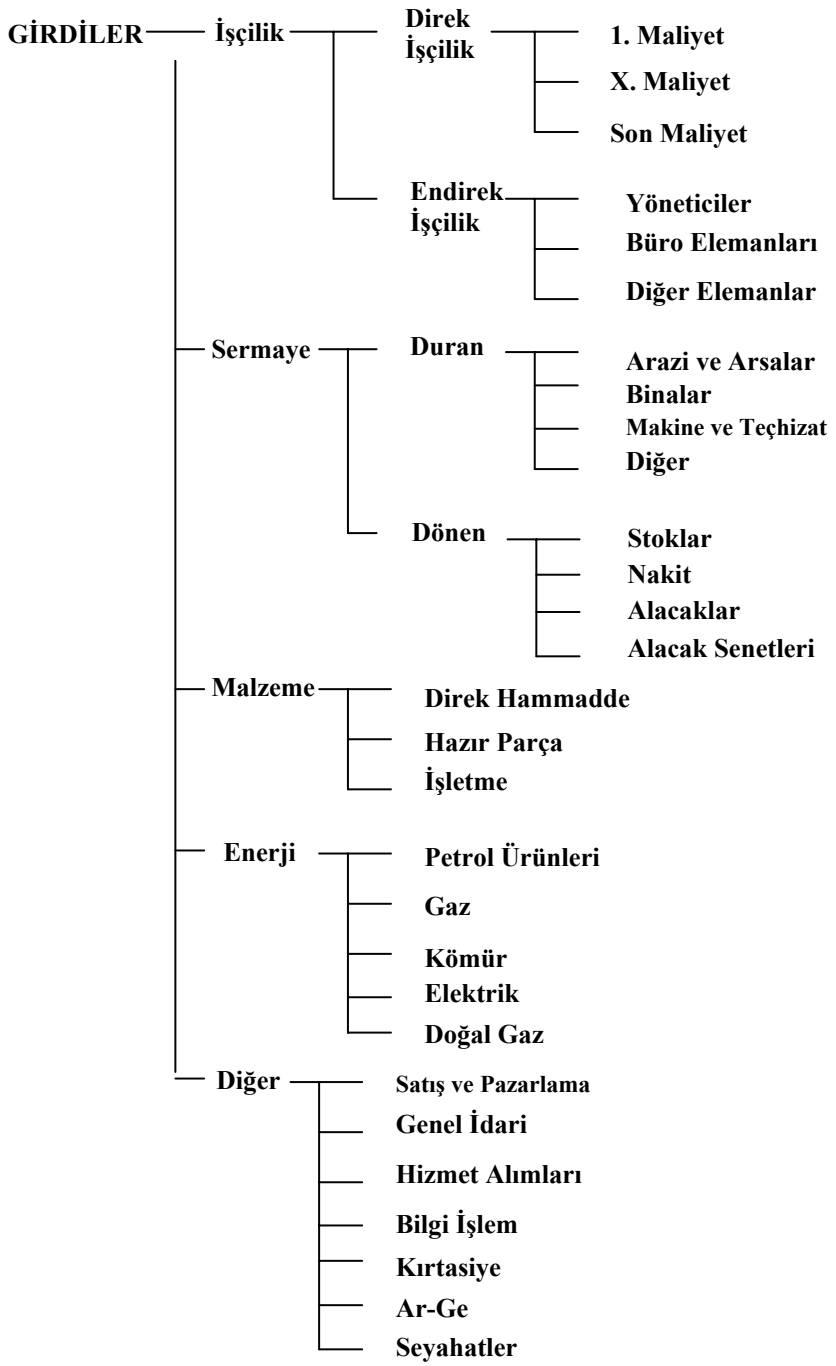


Şekil 2.2. İşletmenin çıktıları

2.4. Verimliliği Artırma Yolları

Verimliliğin arttırılmasına ilişkin olarak bazı yaklaşımlar aşağıda verilmektedir.

- İşletmeler mümkün olduğu kadar basite indirgenmelidir.
- Verimlilik hedefleri konulmalı, çalışanlar bu konuda motive edilmelidir.
- Üretimde üründen ürüne geçiş (hazırlık) zamanları en aza indirgenmelidir.
- Stok düzeyleri azaltılmalıdır.
- Mümkün olduğunca az çalışma alanı kullanılmalıdır.
- İçerde yap-dışarıdan satın al kararları iyi analiz edilmelidir.
- Malzeme ve/veya hizmet satın alınan şirketleri iyi ilişkiler kurulmalı, onlara gerekli yardım yapılmalı, ancak rekabet ortamı içinde çalışmalıdır.
- Otomasyon kararları zamanında ve doğru verilmelidir.
- Çalışanlar arası iletişim artırılmalıdır. Herkesin birbirinin sorunlarını bilmesini sağlayan bir düzen oluşturulmalıdır.
- Çalışanların becerileri çok yönlü olarak eğitim vd. yollar ile artırılmalıdır.
- Yönetimde kademe sayısı en aza indirilmelidir.
- İşletme amaç, hedef ve politikaları zamanında en alt kademeye kadar iletilmelidir, talimatlar zamanında ve yeterince açık olmalıdır.
- Çalışanların fikirleri en üst düzeye kadar çıkabilmelidir.
- Planlı çalışma düzeni ruhu çalışanlara aşılanmalıdır.
- Fikirler değerlendirilmelidir.
- Takım çalışmaları teşvik edilmelidir.
- Çalışanın, tesis ve teçhizatın atıl durumda kalması mümkün olduğunca önlenmelidir.
- Kişi ve bölümlerin birbirinden aldıkları ürün ve hizmetlere dış müşteri gibi davranmalarını sağlayacak ortam hazırlanmalıdır.
- Kalite bilinci sürekli geliştirilmelidir.
- Sürekli yeni ürün geliştirilmeli, mevcutlar geliştirilmeli, verimsiz olanlardan vazgeçilmelidir.
- Sorumluluk ve yetki dağılımı en üst düzeyde sağlanmalıdır.
- Çalışanların arzu ettikleri yerde ve şekilde çalışma isteklerine duyarlı olunmalıdır.
- İşgücü değişimini (Devri) optimum düzeyde tutacak önlemler alınmalıdır.
- Değişen şartlara karşı esnek ve dinamik bir çalışma düzeni oluşturulmalıdır.



Şekil 2.3. İşletmelerin Girdileri

- Tüm işlemlerin prosedüre bağlanması ve form standardizasyonu sağlanmalıdır.
- İşin çalışanın özelliklerine uygun olarak düzenlenmesine yönelik ergonomik ölçütlere önem verilmelidir.

Görüldüğü üzere verimlilik artırma önerileri önemli ölçüde endüstri mühendisliği çalışmalarını içermektedir.

2.5. Verimlilik Yönetim Sistemleri

İşletmelerde verimlilik yönetim sistemi kurulmasındaki temel amaçlar aşağıda verilmiştir.

- Verimlilik ve Kalite bilincini artırmak
- Planlama ve sorun çözme becerilerini geliştirmek
- Ekip çalışmasını teşvik etmek, iletişimi artırmak
- Etkin verimlilik veri tabanı ve raporlama düzeni oluşturmak
- Çalışanlarda sürekli bir katılım, değişim ve yenilik düşüncesi yaratmak
- Üretim ve kalitede artış, maliyetlerde azalma sağlamak
- Yöntemleri geliştirmek, işleri basitleştirmek
- İşletmenin gelirlerini artırmak, çalışana daha iyi ücret vermek

Verimlilik kavramını incelediğimizde iki temel yönü olduğunu görmekteyiz. Hem bir kültür olduğu, hem de bir sistematiğe sahip olması gerektiği anlaşılmaktadır. Verimlilik yönetim sisteminin kurarken işletme yönetiminin, işçi sendikalarının ve diğer çalışanların önce bir kültüre sahip olması gerekmektedir. Verimliliği artırmanın en etkin yolu verimlilik bilincini oluşturmaktır. Verimlilik kültürünün işletmeye hakim olduğu anda iyi tasarlanmış bir Verimlilik Yönetim Sistemi çok başarılı olacaktır. Sistem mutlaka Sürekli Gelişmenin 4 safhası olan PLANLA / HEDEF KOY-UYGULA-ÖLÇ-GELİŞTİR safhalarına sahip olmalıdır.

BÖLÜM III

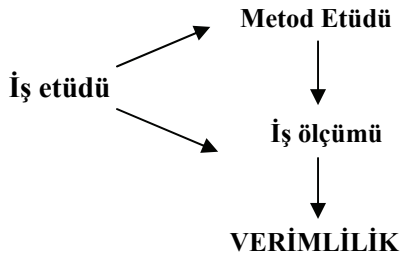
İŞ ETÜDÜ-İŞ DEĞERLENDİRME VE ÜCRET SİSTEMLERİ

3.1. İş Etüdü

Ürün veya hizmet üreten işletmelerde temel amaçlar verimlilik düzeyini yükseltmek, kapasite ve kaliteyi artırmak, maliyeti düşürmek ve çalışma ortamını çalışabilir hale getirmektir.

Söz konusu faaliyetlerin geçekleştirilebilmesi için iş etüdü çalışmalarının yapılması gerekir.

Bahsedilen amaçlar işgücü, malzeme, makine ve teçhizattan daha etkin ve daha verimli faydalanarak gerçekleştirilebilir. Mesela; saatte 10 adetlik üretimi aynı kaynakları kullanarak saatte 12'ye çıkarmak daha düşük maliyette daha kaliteli üretim yapabilmek, çalışanın daha kolay bir şekilde aynı işi yapabilmesini sağlamak iş etüdünün temel çalışma alanını oluşturur.



3.1.1. İş etüdünün tarifleri

1. *İş etüdü, ihtisaslaşmış faaliyetlerin yürütümü için, insan ve malzeme kaynaklarını mümkün olan en iyi şekilde kullanarak, metod etüdü ile iş ölçümü tekniklerini birlikte uygulayan bir ilimdir*. Bu tarifi analiz edersek, iş etüdünün, ileri ve gelişmiş işletme faaliyetlerinin yürütümünde, insan ve malzeme kaynakları ile meşgul olduğu sonucuna varırız. İş etüdü bu kaynakların en iyi bir şekilde kullanmalarını garanti eder. Bu garantiyi sağlamak için, metod etüdü ile iş ölçümü tekniklerini kendi bünyesinde toplar. Bu açıdan iş etüdü bir tek işin etüdü değildir. İş etüdü, İnsan-Malzeme-Metod ve iş ölçümleri ile tüm bir işletmenin etüdüdür.

2. *İş etüdü, doğrudan doğruya verimliliğin arttırılması demektir.* İş etüdü ile belli bir veri (input) kaynağını sabit tutarak üretimin arttırılması sağlandığı zaman, verimliliğin artırılmasına hizmet edilmiş olunur. Mevcut kaynağa, yeni bir yatırım yapmadan, fakat ufak bir araştırma masrafı ile üretimin aynı verilere göre artması, iş etüdünün verimliliği arttırması demektir.
3. *İş etüdü yöneticilerin en değerli bir yardımcısı demektir*. Bir işletmede, yeni bir organizasyonla verimliliğin arttırılması metodu, mevcut işletmeyi daha etkin bir hale getirir. Verimlilik artışı işletmenin başarı derecesini gösterir. Bu başarılarda yeni bir yatırım, yeni bir metod geliştirilmesi, kapasite arttırılışı, araştırma ve geliştirme faaliyetleri söz konusudur. Bu faaliyetlerde istenen sonuca ulaşmak için bir metod etüdünün yapılması zorunludur. Bu nedenle işletmelerde daha iyi bir yönetimin bulunması, fabrikada mevcut işlem ve hizmetlerden, üretim faaliyetlerine etkisi olmayan zamanların azaltılmasını sağlayabilir. Bu da işletmede kontrol, araştırma ve yeni projelerin yapılmasını gerektirir. Bu çalışmaların tümü verimli değerlere dönüştürülmelidir.
4. *İş etüdü bir standart zamanın saptanması demektir*. İş etüdü bir faaliyetin veya faaliyetler grubunu, belli bir zaman süresi içinde, insan-malzeme-makine ve teçhizatın, insan yapısına en uygun olan Mühendislik metodunun maksimum verimliliği sağlamak için uygulanması ve bu metotla standart bir zamanın saptanması faaliyetlerini kapsar. Bu metodu geliştirmek, Metod etüdü, Standart Zamanı belirlemek Zaman etüdü olarak tanımlanır.

3.1.2. Metod Etüdü

Seçilen bir işin yapımında, sistematik bir analizin yapılabilmesi için, elde edilen bilgilerin yazılması, sonra kontrol edilmesi suretiyle daha kolay ve daha başarılı bir şekilde uygulanabilecek yeni bir metodun geliştirilmesi ve elde edilmesi işlemleri Metod Etüdüdür.

Metod Etüdünün konuları:

1. Süreçlerin ve yöntemlerin düzeltilmesi
2. Fabrikanın, atölyenin yada işin yapıldığı yerin, tesisat, donanım, tasarımların düzeltilmesi.
3. İnsan gücünün tasarruflu kullanılması ve aşırı yorgunluğun giderilmesi
4. Malzeme, makina ve insan gücünün kullanılmasının düzeltilmesi
5. Daha iyi çalışma şartlarının geliştirilmesi, yani ergonomik faktörler.

Metod etüdü üretim sistemlerinde aşağıdaki seviyelerde uygulanır.

1. Fabrikalar arası ilişkilerin düzenlenmesinde
2. Fabrikalardaki atölyeler arasında ilişkilerin düzenlenmesinde
3. Atölye içindeki iş istasyonlarının arasındaki ilişkilerin düzenlenmesinde
4. İş elemanları (araç-gereç, makina, insan) arasındaki ilişkiler
5. İş elemanları ile iş ortamının ilişkilerinde
6. Makina-insan, insan-insan ilişkilerinin düzenlenmesinde
7. İnsan ile diğer iş elemanları arasındaki ilişkiler
8. Sadece tekil olarak insan hareketlerini incelenmesinde kullanılır.

Metod etüdünün sistematiği (temel yöntemler)

1. Problemin tanımlanması
2. Problemin analizi
3. Muhtemel çözüm yollarını belirlemek
4. Bu çözüm yollarının karşılaştırarak değerlendirilmesi
5. Seçilen çözüm yolunun uygulanması
6. Uygulanan bu yöntemin izlenerek aksaklıkların çözümlenmesi

3.1.3. Zaman Etüdü

Üretim ve hizmetleri planlama çalışmaları zaman boyutu içinde yapılır. Planlanan tüm faaliyetlerin ne zaman bitirilebileceği ancak her faaliyetin süresinin hesaplanması veya tahmin edilerek birleştirilmesi yoluyla bulunabilir. Üretim faaliyetleri uygulama sürelerini belirleme çalışmalarını Zaman Etüdü başlığı altında topluyoruz. Bir tanım yapmak gerekirse: Zaman Etüdü kalifiye (kaliteli veya uzman) bir işçinin, belli bir işi, belirli bir çalışma hızıyla yapması için geçen sürenin belirlenmesi amacıyla geliştirilen tekniklerin uygulanmasıdır.

Zaman etüdünün amaçları:

1. Mamul maliyetinin bulunması
2. İş için gerekli insan gücünün saptanması
3. Üretim planlama ve kontrolü
4. İş ekiplerinin iş yüklerinin dengelenmesi
5. Teşvikli ücret sistemlerine bir temel oluşturulması
6. Seçenek üretim yöntemlerinin süre açısından değerlendirilmesi
7. İçerde yapma-dışarıdan alma kararlarının verilmesi

8. Makina alımlarında seçeneklerin değerlendirilmesi
9. Verimlilik hesaplarının yapılması
10. Bir işçinin çalıştırabileceği makine sayısının belirlenmesi

Zaman etüdünde standart zamanı belirlenecek iş seçildikten sonra, iş ile ilgili tüm bilgiler toplanır, gözlem ve görüşmeler yapılır, ilgili dokümanlar incelenir, iş elemanlarına ayrılır, uygun zaman etüdü tekniği ile iş elemanlarının normal koşullardaki uygulanma süreleri belirlenir, kişisel ihtiyaç, dinlenme ve işi geciktirici paylar ilave edilerek standart zamana ulaşılır. Zaman etüdü tekniklerini başlıca dört ana grupta toplayabiliriz:

1. Kronometraj Yöntemi: kronometre veya elektronik saat kullanarak iş elemanlarının yapılma süreleri ve yapılma hızları (tempoları) belirlenerek işin toplamına yönelik standart zaman ulaşılır.
2. Önceden belirlenmiş Hareket-Zaman Sistemleri (Predetermined Motion Time Study). Bu sistemde iş, elemanlarına ayrıldıktan sonra bu iş elemanlarında uzanma, kavrama, çevirme vb. temel hareket bileşenlerine ayrılmakta, bu bileşenlere ait zaman değerleri önceden uzun araştırmalar sonucu hazırlanmış olan tablolardan alınmaktadır. Daha sonra söz konusu zaman değerleri iş elemanları ve iş düzeyinde birleştirilerek standart zamana ulaşmaktadır.
3. İş örnekleme yöntemi. İşin süresi hakkında genel bir fikir elde etmek ve kısa süre içinde fazla hassas olmayan standart zaman değerlerine ulaşılmak istendiğinde bu yöntem uygulanabilir. Tesadüfi olarak yapılan gözlemlerin sonucuna dayalı olarak gerçekleştirilen bir çalışmadır.
4. Analitik kestirim yöntemi. Fazla hassasiyet gerektirmeyen ve daha ziyade uzun süreli işlerin standart zamanlarının belirlenmesinde kullanılabilir.

Aşağıdaki şekillerde uygulanabilir:

- uzman kişilerin bilgi ve deneyimlerinden yararlanma
- geçmiş iş zamanı kayıtlarının mevcut iş koşullarına göre revizyonu
- istatistik analizlerin uygulanması
- standart veri ve bilgisayar destekli sistemler kullanımı, çeşitli zaman etüdü çalışmaları sonucu elde edilen iş elemanları ve bunlara ait zaman değerleri standardize edilerek sınıflanabilirse, başka zaman etütlerinde bu değelerden aynen veya revize edilerek yararlanılabilir.

3.1.3.1. Kronometraj Yöntemi

Kronometraj yöntemi bir iş istasyonunda yapılan bir işlemin bir zaman etüdcüsü tarafından doğrudan gözlemlenmesi ve işlem sırasında geçen sürenin kronometre ile ölçülmesi şeklinde yapılır. Etüde başlamadan önce aşağıdaki koşulları gerçekleştirmek etüdün etkinliğini artıracaktır:

1. Etüt edilecek işlemin ve işyerinin metod etüdü çalışmaları ile geliştirilmiş olması
2. İşlemi yapacak işçi/işçilerin bu işte yeterli düzeyde eğitilmiş olması
3. İşlemin yapıldığı bölümün yetkilisinin zaman etüdünün amaçları ve önemi konusunda bilgilendirilmiş olması
4. Zaman etüdü için gözlemlenecek işçi/işçilerin bölüm yetkilisinin onayı ile seçilmesi (işçi/işçilerin normal fiziksel ve psikolojik özelliklere, istenen miktar, kalite ve iş güvenliği spesifikasyonlarında çalışabilecek bilgi, deneyim ve beceri ile normal sağlık koşullarına sahip olmaları gerekmektedir).
5. Zaman etüdünün yapılacağı gün ve zamanların yetkilinin onayı ile belirlenmesi
6. Söz konusu işçi, ustabaşı ve gerektiğinde sendika ile temas kurarak ve çalışmanın faydası anlatılarak onlardan destek sağlanması

Bu koşulları sağladıktan sonra zaman etüdcüsü aşağıda açıklanan safhaları izleyerek çalışmayı tamamlar:

1. Standart zamanı saptanacak iş, işçi, kullandığı makine ve gereçler ile ilgili bilgiler toplanarak çalışma sistemi belirlenir.
2. İşin tümü sırasıyla başlangıç ve son anları belirli bileşenlere ayrılır. Bir öneri olarak süresi 5 saniyeden küçük olan bileşenler ardışığı vermeden başka bileşenle birleştirilir.
3. İşin bileşenleri için kaç sayıda gözlem yapılacağı belirlenir.
4. Etüdcü her bir bileşen için geçen zaman gözleyerek zaman etüdü formuna kaydeder.
5. İşçinin çalışma temposu saptanır.
6. İşçinin insancıl gereksinmelerine ait zaman payı hesaplanır.
7. İşi geciktirici etmenlerin zaman payı belirlenir.
8. İşin standart zamanı hesaplanır.
9. Standart zamanların bakımı yapılır.

Şimdi inceleyelim:

1) Zaman etüdücüsü standart zamanı belirlenecek işin mevcut metoduna uygun olarak nasıl yapıldığı öğrenmek zorundadır. Bu süre içinde zaman etüdcüsü işçinin işin metodunun dışında yaptığı hareketleri belirleyip tempoyu ona göre saptayabilecektir.
2) İş, zaman içinde başlangıç ve bitiş noktaları belirgin şekilde görülebilecek iş elemanlarına ayrılır. Ayırmalar aşağıdaki gibi olabilir:
   - sürekli tekrarlananlar
   - ara sıra ortaya çıkanlar
   - süresi sabit ve değişken olanlarda dikkat edilir.
3) Bu işlemler zaman etüdü formuna yazıldıktan sonra, işin kaç kere gözlemleneceğine karar verilir. Her defa ölçüm yaptığımızda farklı nedenlerden dolayı aldığımız sonuçlarda farklı olacaktır. Bu nedenlerden bazıları, çevre koşulları, yorgunluk, moral durumu, iklim değişikliği, hafta başı ve sonu olması, günün saati olabilir.
4) Uygulanacak zaman ölçüm sayısı saptandıktan sonra sıra iş elemanları zamanların belirlemeye gelir. Zaman ölçümü üç şekilde yapılabilir.

   a) Sürekli zaman ölçme: Zaman etüdcüsü kronometreyi ilk iş elemanı başladığında çalıştırır ve son iş elemanı tamamlanıncaya kadar çalıştırmaya devam eder.

Eleman	Okunan Zaman (dk)	Ölçülen Zaman(dk)
Eleman 1	*0,12*	*0,12*
Eleman 2	*0,25*	*0,13*
Eleman 3	*0,50*	*0,25*

   b) Aralıklı Zaman Ölçüme: Burada kronometre, her iş elemanı sonunda okunup başa alınır.

Eleman	Okunan ve Ölçülen Zaman (dk)
Eleman 1	*0,12*
Eleman 2	*0,13*
Eleman 3	*0,25*

   c) Akumulatif Zaman Ölçme: Burada bir birine bağlı iki kronometre kullanılır. Kronometrenin biri durduğunda diğeri başa gelerek çalışmaya başlamaktadır. Böylece iş elemanı süresi ilk kronometreden rahatlıkla okunup forma yazılırken, diğer kronometre takip eden iş elemanı için çalışmaya başlamış olmaktadır.

	Okunan ve Ölçülen Zamanlar (dk)	
Eleman	1. Kronometre	2. Kronometre
Eleman 1	*0,12*	-
Eleman 2	-	*0,13*
Eleman 3	*0,25*	-

Kronometreler dakikayı 100'e veya 1000' bölünmüş olarak göstermekte, sırasıyla sentiminut (1/100 da) veya miliminut (1/1000 da) olarak okunmaktadır.

5) Zaman etüdü formalarında zamanların yazıldığı kısımda tempoyu gösteren yer vardır. Zamanın değerini yazmadan önce temponun belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü aksi halde zamana göre değerlendirme yanılgısına düşebilir. Normal tempo 1.00 ile gösterilir. 1'den küçük tempolar düşük hızla çalışmayı, 1'den büyükler ise yüksek hızla çalışmayı belirtir. Tempoyu belirleme yönteminde beceri (skill), çaba (effort), koşullar (conditions) ve tutarlılık (consistency) faktörleri esas alınmaktadır. Beceri, işi yaparken gösterilen ve çalışanın ilgi yetenek ve deneyiminden oluşan ustalığı ifade etmektedir. Zaman etüdcüsü beceri faktörünü değerlendirirken işçinin hareketlerindeki koordinasyona, ritmik olup olmadığına, tereddüde kalıp kalmadığına, hassasiyetine ve gereksiz hareket yapıp yapmadığına dikkat etmek durumundadır. Çaba faktöründe işçinin hareketleri gerçekleştirme arzusu değerlendirilmektedir. Koşullar ısı, ışık, havalandırma gibi işçiyi etkileyen çalışma ortamı şartlarını ifade etmektedir. Tutarlılık ise işçinin farklı iş elemanlarını yaparken aynı performans düzeyini koruyabilme özelliğidir.

6) İşçinin insancıl gereksinmelerine ait zaman payları iki grupta toplanmaktadır.

   a. Kişisel İhtiyaç Payı: tuvalete gitme, ortam ısısı, aydınlatma, havalandırma ile ilgili cihazları ayarlama, su içme, pencereyi açma-kapama gibi kişisel ihtiyaçlar için ayrılan paydır. Tüm işler için uygulanır. Normal zamanın %5'i olarak alınır.

   b. Dinlenme Payı: işin, işçi üzerinde oluşturacağı fizyolojik ve psikolojik etkileri azaltabilmek amacıyla verilir. Dolayısıyla işin özelliklerinden kaynaklanan zorlanmanın derecesine göre her iş için farklı bir oranda belirlenir. Dinlenme payları normal zamanın yüzdesi olarak aşağıda verilen faktörler ve tanımları dikkate alınarak saptanır. İşin özelliğine bağlı olarak ara değerler de seçilebilir.

7) işçinin kontrolü dışında belirli ve belirsiz işi geciktirici nedeler vardır. Onun için bu payların eklenmesi gerekmektedir.

8) İş elemanı ve tempolar ölçüldükten ve gerekli paylar belirlendikten sonra ele alınan iş veya iş elemanları için standart zamanlar hesaplanabilir. Hesaplama formülü aşağıda verilmiştir.

Normal zaman $NZ = (ort.t) \cdot (ort.T)$ … (her iş elemanı için)

Standart Zaman $SZ = NZ(1 + k + d + g)$ veya

$SZ = NZ(1 + k + d + g_1) + g_2$

şeklinde hesaplanabilir.

Burada:

NZ: Normal (Temel) Zaman
t: Ölçülen iş elemanı süresi
ort t: ortalama iş elemanının süresi (yapılan gözlemlerde ölçülen zamanların toplamının gözlem sayısına bölünmesi ile bulunur)
T: İş elemanı temposu
Ort T: ortalama tempo (yapılan gözlemlerde takdir edilen tempo değerleri toplamının gözlem sayısına bölünmesi ile bulunur veya o iş elemanı veya tüm işlem için genel olarak belirlenen tempo değeridir)
k: kişisel ihtiyaç payı (yüzde olarak kullanılır)
d: dinlenme payı (yüzde olarak kullanılır)
g: belirli ve belirsiz işi geciktirici paylar toplamıdır (yüzde olarak kullanılır)
g_1: belirsiz işi geciktirici paydır (yüzde olarak kullanılır)
g_2: belirli işi geciktirici paydır (normal zamanın birimi cinsinden kullanılır)

3.1.3.2. Önceden Belirlenmiş Hareket – Zaman Sistemleri

Önceden belirlenmiş hareket – zaman sistemleri (predetermined motion – time systems) işi temel insan hareketlerine ayırmakta, bu hareketler için önceden normal tempoya göre hazırlanmış olan tablolardan, hareketlerin özelliğine uygun zaman değerlerini seçmekte veya söz konusu zaman değerlerinin toplamını alarak işin standart zamanını belirlemektedir. Bu sistemlerin temel yararı, kronometraj yönteminde olduğu gibi zamanın yanlış ölçülmesi veya temponun hatalı takdir edilmesi durumlarının olmamasıdır.

Orijinal yöntem MTM-1 olarak adlandırılmaktadır. Geliştirilen yöntemlerden bazıları, MTM-2, MTM-3, Master Standard Data, Universal Data, MOST ve MODAPTS'dır.

Önceden belirlenmiş hareket-zaman sisteminde işlemler iş sırasına uygun olarak uzanma, tutma, taşıma, yerleştirme, bırakma gibi temel hareketlere ayrılmakta, her temel harekete ait normal zaman değeri ilgili tablodan hareketin özelliğine dikkat ederek seçilmekte ve tüm hareketlere ait normal zamanına ulaşılmaktadır. Normal zamana gerekli payların ilavesi ile standart zaman bulunmaktadır.

Bu sistemlerin avantajları aşağıdaki şekilde belirtilebilir:

1. Temel hareket zamanları evrensel düzeyde kabul edilmiş tablolardan alınmakta olup, zaman ölçümü ve tempo takdiri hatası yoktur. Daha doğru standart zamanlar elde edilir.
2. İşin gözlemlenmesi zorunlu değildir, önemli olan işin temel hareketlerinin ne olduğudur. Böylece üretime geçmeden tasarım sırasında standart zaman tespiti mümkün hale gelmektedir.
3. İşin en elemanter düzeyde incelenmesi gerektiğinden metod geliştirme önerilerine ışık tutar.
4. Temel hareketlerin kodlanması sonucu daha sistematik ve komputerizasyona uygun bir yapıya sahiptir.

Bazı dezavantajları ile aşağıda belirtilmiştir:

1. Sadece insan tarafından gerçekleştirilen işlemlere uygulanır, makine sürelerinin belirlenmesinde kullanılmaz.
2. Bu konuda gerekli eğitim almış kişilerce uygulanabilir.
3. Belirli bir kadronun bu işe ayrılması gerekir ve diğer yöntemlere göre sonuca ulaşmak daha uzun süre alır.
4. Zorunlu değilse bile çalışmanın bilgisayar ile desteklenmesi gerekir.

3.1.3.3. MTM Yöntemi

Türkçe'de Sentetik Zamanlar veya Metod- Zaman Ölçümü (Methods – Time Measurement) diye adlandırabileceğimiz MTM yönteminde el ve parmaklar ile yapılan 8 temel hareket, 2 göz hareketi ve 14 vücut, bacak ve ayak hareketi fonksiyonları bulunmakta ve bu hareketlere ait zamanlar 10 adet önceden belirlenmiş hareket-zaman tablosunda kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır. Söz konusu temel hareketler aşağıda verilmiştir:

1. Uzanma(Reach-R): Eli belirli veya genel bir bölgeye uzatma
2. Hareket ettirme (Move-M): nesne/nesneler üzerinde kas kuvveti uygulama
3. Döndürme (Turn-T): boş veya veya dolu elin bilekten çevrilmesi

4. Tutma (Grasp-G): bir sonraki temel hareket için nesne/nesneleri parmaklar ile kavrama
5. Bastırma (Applying Pressure –AP): nesne/nesneler üzerinde kas kuvveti uygulama
6. Yerleştirme (Position-P): nesneleri birbiri içine veya üstüne yerleştirme
7. Bırakma (Release –RL): nesne/nesneler ile elin temasının kesilmesi
8. Ayırma (Dissengage-D): nesneleri birbirinden ayırma için kas kuvveti uygulama
9. Göz gezdirme (Eye Travel-ET): gözün bir bakış noktasında diğerine kaydırılması
10. Göz belirleme (Eye Focus- EF): nesnenin ayırt edici özelliklerinin görülerek belirlenmesi
11. Ayak hareketi (Foot Motion-FM)
12. Bastırarak Ayak Hareketi (Foot Motion with Pressure –FMP)
13. Bacak Hareketi (Leg Motion-LM)
14. Yan Adım (Side Step –SS)
15. Vücudu Döndürme (Turn Body-TB)
16. Eğilme (Bend-B), Çömelme (Stoop-S), tek diz üzerine çömelme (Kneel on one Knee- KOK)
17. Doğrulma (Arise from Bend-AB, Arise from stoop-AS, Arise from kneel on one knee –AKOK)
18. İki diz üzerine çömelme (kneel on both knees –KBK)
19. İki düz üzerinden Doğrulma (Arise from kneel on Both Knees- AKBK)
20. Oturma (Sit-SIT)
21. Kalkma (Stand-STD)
22. Serbest Yürüme (Walk –Pace-W-P)
23. Engelli Yürüme (Walk- Pace Obstacled – W-PO)
24. Yük ile Yürüme (Walk –Pace Loaded – W-PL)

Bazı temel hareketlere ait zaman değerleri tablolardan alınırken, hareketin türü, uzaklığı, akışı, tutulan parça ağırlık ve ölçüleri, yönlendirme kolaylığı, baskı kuvveti gibi özellikleri dikkate alınır.

MTM tablolarına bulunan zaman değerleri TMU (Time Measurement Unit) adı verilen birim ile gösterilir.

1TMU=0,00001saat=0,006 dakika=0,036 saniyedir.

1 saat=100000 TMU

1 dakika=1667 TMU

1 saniye=27,8 TMU

TMU kullanımının nedeni, işin temel hareketlerinin çok küçük zaman birimlerinde yapabilme özelliğidir.

3.1.3.4. İş Örnekleme Yöntemi

Uygulanması en kolay ve basit olan zaman etüdü yöntemi İş örnekleme (Work Sampling) yöntemidir. Makinelerin veya çalışanların çalışma süreleri içinde gerçekleştirdikleri işlere ait yüzdelerin tesadüfi gözlemler yoluyla belirlenmesini sağlar.

İş örnekleme yöntemi genel olarak aşağıdaki şekilde uygulanmaktadır:

1. Problemin ve amacın belirlenmesi; yani yöntemin hangi amaçla uygulanacağı saptanmalıdır. Makinenin veya çalışanın boş kalma yüzdesinin, gecikmelerin yüzdesinin, arızaların yüzdesinin belirlenmesi gibi.
2. Etüdün yapılacağı bölüm veya bölümlerin yöneticilerine etüdün amacı, yararı ve yöntemi anlatılarak olurlarının alınması, gerekiyorsa üst yönetime bilgi verilmesi ve çalışmanın açıklanarak duyurulması gerekir.
3. Gözlem, veri saklama, hesaplama ve raporlama için gerekli teçhizatın hazırlanması, bu noktada video kamera, bilgisayar vd. cihaz ve aletlere ihtiyaç olabilir.
4. Etüdcülerin eğitimi: çalışmanın amacı, yararı, işler, yöntemin ilke ve kuralları etüdcülere etkin bir şekilde anlatılmalıdır.
5. İşlerin sınıflandırılması: işler etüdün amacına uygun olarak sınıflandırılarak tanımlanmalıdır. Basit bir sınıflandırma elemanın çalışması, boş beklemesi ve işyerinde olmaması şeklinde olabilir. Daha ayrıntılı sınıflandırmalar aşağıda verilmiştir:

A-Amaç: Makine kullanım oranı ve duruş nedenlerinin belirlenmesi

a) makine çalışıyor (işlem yapılıyor)

b) makine çalışmıyor(işlem yapılmıyor)

ba) Arıza

baa) mekanik arıza

bab) elektrik arıza

bb) Bakım
- bba) günlük bakım
- bbb) haftalık bakım
- bbc) aylık bakım
- bbd) revizyon

bc) enerji kesintisi
- bca) elektrik
- bcb) buhar
- bcc) hava

bd) malzeme yok
- bda)hammadde
- bdb) yardımcı madde

be) işçi yok
- bea) işe gelmeme (mazeretsiz)
- beb) viziteye çıkma
- bec)izin
- bed) raporlu
- bee) iş kazası
- bef) iş başında değil

bf) iş yok

B-Amaç: Büro çalışmasında işlerin dağılımının belirlenmesi

a) bilgisayar kullanıyor

b) daktilo yazıyor

c) faks çekiyor, gelen faksı alıyor

d) yazı yazıyor

e) dosyalama yapıyor

f) telefon ile konuşuyor

g) görüşme yapıyor
- ga) dış ziyaretçi ile
- gb) iş arkadaşı ile

h) yürüyor

i) masayı düzenliyor

j) işi yok- çalışmıyor

k) iş yerinde yok

6. İş örnekleme gözlem formalarının hazırlanması
7. Örnekleme planının oluşturulması: bu aşamada, uygun bir örnekleme hata ve güvenilirliği için gözlem sayısının hesaplanması ile gözlemlerinin gerçekleştirileceği zaman döneminin belirlenmesi çalışmaları yapılır. Gözlem sayısının hesaplanmasında iki önemli etmen vardır. Bunlar toplanan verinin güvenirliği ve veri toplamının maliyetidir. Veri toplama maliyeti özellikle etütcü zamanı ile kullanılan alet ve teçhizattan kaynaklanır. Veri toplama maliyetinin azaltılması için gerekli gözlem sayısının düşürülmesi gerekir, bu durumda da toplanan verinin güvenirliği azalır. Gözlem sayısının belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılır. Gözlem sayısı hesabı önem arz eden iş sınıflar için yapılarak, en büyük olanı alınır.

$$N = \frac{P(1 - pz)^2}{D^2}$$

N: gözlem sayısı
P: iş sınıfının tahmini gerçekleşme yüzdesi
Z: istenen güvenirlik düzeyi (R) için gerekli katsayı
D: istenen hata oranı

8. Gözlem planına göre gözlem yapılarak veriler ilgili formlara, kullanılıyorsa bilgisayara kaydedilir.
9. Gözlemler yapılmaya devam ederken geçekleşme yüzdelerinin aritmetik ortalaması ve standart sapması sürekli izlenir.
10. Elde edilen sonuçların ve önerilerin rapor haline getirilmesi ve ilgili kesimlere sunulması.

3.2. İş Değerlendirmenin amaç ve kapsamı

Bir işletmede yapılan işler aynı değerde değildirler. Bazıları daha çok bedensel çalışmayı, bazıları daha çok zihinsel çabayı gerektirir. Dolayısıyla bu işleri değerlendirmek için bazı kavramlar kullanmak zorunludur. Ayrıca yarı bedensel veya zihinsel çaba gerektiren işlerin de değerlendirilmeleri farklı olmaktadır. Çünkü bu çabaların da, o iş için gerekli bilgi, deneyim, sorumluluk ile çalışma ko-

şulları gibi kavramların değişik seviyelerine sahip olunması ile yapılabilir. Aşağıda bunlar maddeler halinde belirtilmiştir:

1. İşi yapmada kullanılan bilgi, deneyim ve özel yetenekler: o kişinin daha önce belirli bir gayret ve masraf harcayarak elde ettiği nitelikleridir. İş hayatında bunları zaman zaman kullanır. Eğer bu özelliklere sarf ettikleri ve onları kullanabilme yeteneği fazla ise, işe kattığı değer o kadar fazla olacaktır.
2. İşi yaparken zihinsel ve bedensel çabalar harcayacaktır.
3. Yaptığı işin sorumluluğunu taşıyacaktır.
4. Çalıştığı ortam normal koşullarda değil ise bu bir yıpranma oluşturacaktır.
5. Kişi iş tehlikeleri olan bir ortamda çalışıyorsa sağlığını tehlikeye atma gibi bir riske sahip olacaktır.

Özet olarak bir işin değeri, çalışanın çalışma süresince o işte kullandığı bilgi, ve özel yetenekler, harcadığı zihinsel ve bedensel enerji, sorumlulukların doğurduğu yıpranma, çalışma ortamı ve hayatı tehlikeye atışı ile işletmenin başarısına ne kadarlık bir yardımda bulunuyorsa, o kadar değerli iş yapıyordur şeklinde belirlenir.

3.2.1. İş değerlendirmenin tanımı

İş Değerlendirme, bir işletmede, bir kuruluşta veya bir sektörde bulunana işlerin aralarındaki fark ve benzerlikleri, kolaylık ve zorlukları dikkate alınarak değerlendirilmesi, böylece işler arasında kalifikasyonluk ve zorluk açılarından bir gruplandırma, derecelendirme ve sıralama yapılmasıdır. Diğer bir deyişle, işlerin zorluk ve kalifikasyonluk düzeyi açısından değerleri belirlenmektedir. İşin Değeri, gruplar veya sıra içindeki yeri ya da puan değeri ile belirtilmektedir.

İşleri değerlendirebilmek için onları analiz etmeliyiz. İş analizi işi tüm açılardan inceleyerek detaylı bilgi edinme yöntemidir. İş analizinde gözlem, görüşme, anket ve doküman inceleme yollarından biri veya birkaçı izlenebilir. Anket tekniğinde anket sorularının çok iyi hazırlanmış olması gerekir. Sorular amaçlanan tüm bilgiler elde edilecek şekilde düzenlenmelidir. Gözlem yolu, işin gözlenen süredeki özelliklerini gösterir. Ancak zihinsel karakteristikler bu yolla tam olarak belirlenemez. Görüşmeler yolu ile bilgi toplamada, analistin iyi beşeri ilişkiler kurması gerekir. Buna rağmen, herkesin işini tüm yönleriyle anlatması beklenemez. Bu nedenle, söz konusu işin amiri veya diğer işi bilen uzman kişilerle de görüşme gerekebilir. Doküman inceleme ise ancak analize destek bir faaliyettir. Verilen bu açık-

lamalar göstermektedir ki, açıklanan iş analizi yollarından hiçbiri tek başına yeterli değildir. Mümkün olduğunca birlikte uygulanmalıdır. Ayrıca işi analiz edilecek kişiye olaya taraf olması nedeniyle, çalışma amacının da objektif biçimde açıklanması yararlı olacaktır.

İki farklı işin karşılaştırılması

Nitelik (etmen)	***Şoförlük***	***Teknik Ressamlık***
Öğrenim veya iş bilgisi	------	*Çok daha fazla*
Deneyim	*Daha fazla*	---------
Beceri	*Aynı*	*Aynı*
İnisiyatif	*Daha fazla*	--------
Donanıma karşı sorumluluk	*Çok daha fazla*	--------
Malzeme/mamule karşı sorumluluk	------	*Daha fazla*
Başkaların iş güvenliğinden sorumluluk	*Çok daha fazla*	---------
Zihinsel çaba	-------	*Daha fazla*
Bedensel çaba	*Daha fazla*	---------
İş tehlikesi	*Çok daha fazla*	---------
Çalışma koşulları	*Daha kötü*	---------

3.2.2 İş Analizi

İş Değerlendirme amaçlı iş analizinin, bize iş değerlendirme yöntemimizde kullanacağımız etmenler açısından işleri analiz etmesi ve istenen bilgileri sağlaması gerekmektedir.

3.2.2.1. İş Analizi Teknikleri

İş analizi üç ana kısımda toplanabilir:

1. Anket
2. Gözlem
3. Görüşme

Şimdi bu teknikleri sırasıyla açıklayalım:

1. Anket Tekniği: tek başına başarı ile uygulanarak sonuç alınabilen bir teknik değildir. Başlıca nedenlerini aşağıdaki şekilde belirtebilir:
   a) istenen bilgilerin tam manasıyla elde edilebileceği standart bir anket formu tasarlamak oldukça zordur.
   b) İşletmelerdeki bazı personelin anket formu doldurma konusunda yeterli bilgi ve deneyimi olmaması nedeniyle, arzu edilen cevaplar alın-

mayabilir, kişilerin kendi işlerini yazmaları onlar için zor olabilmektedir.

c) Bazı personel anket formunu bilinçli veya bilinçsiz olarak yanlış bilgilerle doldurulabilir. Bunun başlıca nedeni işini olduğundan daha değerli göstermek veya ayrıntılı bilgi vermemek anlayışından kaynaklanabilir.

d) Anketlerin geri toplanması veya gönderilmesine önemli zaman kayıpları meydana gelebilir.

Bu sakıncalarına rağmen, büyük ölçekli araştırmalarda anket tekniği iyi sonuçlar vermektedir:

Anket tekniğinin başarısı için şu faktörlere önem verilmelidir:

a) anket formunda personelin işleri hakkında iş değerlendirme amaçlı tüm sorular sorulmalıdır.

b) Form kısa ve öz cevapları gerektiren ve kolaylıkla anlaşılan soruları içermeli, sorular, çalışanın işini, sistematik ve mantıksal olarak düşündürecek şekilde sorulmalıdır.

c) Formun başlangıcında çalışmanın amacı açıklanmalı, işi ve çalışma yerini belirten kısa sorular sorulmalı ve iş değerlendirme amaçlı sorulara geçilmelidir.

d) Formun sonunda formu dolduracak kişinin adını yazacağı ve imzasını atacağı yer bırakıldıktan sonra, en son geri gönderme tarihi de belirtilmelidir.

2. Gözlem Tekniği: yine tek başına yeterli olmasa da atölye, fabrika gibi yerlerdeki işçiliklerin analizinde yaralı bir tekniktir. En önemli avantajı bilgilerin ilk elden toplanmasıdır. Bu şekilde iş analisti çalışma şartları, iş akışı, kullanılan makine, donanım ve malzeme ile işin becerisi hakkında bilgi edinebilmektedir. Özellikle tekrarlı işlerde çok daha iyi sonuçların alınabileceği bu tekniğin idari ve yöneticilik görevlerine uygulanmasında aynı başarı elde edilememektedir. Bu durumda görüşme tekniği önem kazanmaktadır.

Gözlem tekniğinin uygulanmasındaki adımları aşağıdaki şekilde belirtebiliriz:

a) gözlem yapılacak işte çalışana gözlemin amacının açıklanması, onun işbirliğinin kazanılması, şüphelerinin ortadan kaldırılması önemli bir

başlangıç noktasıdır. Aynı ilişki, söz konusu çalışanın amiri ve hatta bölüm yöneticisi ile de kurulmalıdır. Bu amaçla tüm ilgililerin katılacağı bir toplantı yapılması yararlı olacaktır.

b) İş analisti, gözlem öncesinde iş hakkındaki genel bilgileri yöneticilerden, uzmanlardan ve dokümanlardan elde etmeli, işi kuşbakışı ve bütünsel olarak görebilecek duruma gelmelidir.

c) Gözlem zamanları, işin normal şartlarında yapıldığı bir an olarak, bölüm yöneticileri ile birlikte tespit edilmelidir. Tüm işlerin akışına uygun sırada gözlemlenmesinde yarar vardır.

d) Gözlem sırasında iş analisti işi dikkatle gözlemlemeli, iş değerlendirme amaçlı önemli noktaları belirlemeli ve gerekli notları almalıdır.

e) Gözlem sonrasında alınan notlar önceden hazırlanmış İş Analiz Formuna geçirilmeli, böylece İş Değerlendirme çalışmasına hazır hale getirilmelidir. Gözlem sonuçları iş analiz bölüm yöneticileri ve çalışan ile konuşularak forma amaca uygun biçimde aktarılmalıdır.

3. Görüşme Tekniği: İş Analizi teknikleri içinde en etkin olan tekniktir. Ancak etkinliği sağlayabilmek için bazı kurallara da dikkat etmek gerekmektedir. En önemli nokta görüşmeyi yürütecek olan analistin eğitilmiş, becerikli, deneyimli ve profesyonel özelliklerde olmasıdır. Dolayısıyla iş analistleri çok iyi seçilmelidir. İş analistinde bulunması gereken temel karakteristikleri aşağıdaki şekilde maddeleştirebiliriz:

   a. İyi konuşma, iyi yazı ile ifade kabiliyetlerinin yanı sıra, çalışan personelin açıklamalarını, lisanını anlayabilme özelliğine sahip olmalıdır. Gerektiğinde üst yönetimden işçilere kadar çeşitli görüşmeler yapılacaktır. Farklı eğitim, beceri ve kabiliyetlere sahip bu kişilerle iyi bir diyalog kurulması gerekmektedir.

   b. İşletme, içinde bulunan sektör ve analiz edilecek işler hakkında genel bilgilere sahip olmalıdır. Böylelikle görüşme yapılacak kişilerle diyaloga girebilecek, işleri analiz edici etkin sorular sorabilecek ve diğer işlerle olan karşılaştırmaları yapabilecektir. Bu amaçla iş analistlerinin eğitiminde bu yöne önem verilmelidir.

   c. Görüşme yoluyla iş analizi sırasında, analitik düşünce anlayışını gerçekleştirebilmelidir. Şüphe, etkin sorular, tahkik etme fonksiyonları gerçekleştirilerek, gerçekler elde edilmeli, gereksiz veya doğru olmayan bilgiler elenmelidir.

d. Davranış Bilimleri konusunda temel bilgilere sahip olmalıdır. İnsan davranışının görüşme sırasındaki özellikleri dikkate alınarak bu kişinin daha fazla katkısını sağlayacak, kayıtsız kalmasını önleyecek biçimde davranmalıdır. Şüphe muhalefet etme ve sıkılganlık karşısında analist görüşülen kişinin güvenini kazanmalı ve işbirliği ortamını yaratmalıdır.

e. Kesin olarak ön yargılı, tarafgir davranma özelliği olmamalı, buna karşın bireysel fikir üreten ve eleştiri gözle bakan özelliklere sahip olmalıdır.

Yeterli ve doğru bilgilerin temin edilememesi, analistlerin personelde şüphe ve tepki oluşturması, onları olumsuz etkilemeleri iş değerlendirme çalışmalarını negatif yönde etkileyecektir.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi iş analizi tekniklerinden sadece birini uygulamak iyi sonuç vermemektedir. Bu nedenle söz konusu tekniklerin uygun bir sıra veya zamanlama ile uygulanmasında yarar vardır. Genellikle hazırlanan bir İş Analiz Formundan yararlanarak, gerek gözlem ve gerekse görüşme yönteminin birlikte kullanılması en uygun yoldur.

3.2.3. İş Değerlendirmenin Yararları

İş değerlendirmenin genel amacı, işlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli kalifikasyonluk düzeyinin, işin zorlukları ve koşullarının birbirlerine göre nispi değerlerinin bulunmasıdır. Böylece, çalışanın işinde kullanması gereken bilgi, deneyim, beceri ve inisiyatifin düzeyi, sorumlulukların oluşturduğu yıpranma, harcanan zihinsel ve bedensel çabanın düzeyi ile işin gerçekleştirildiği yerin koşulları tespit edilir. bu faktörlerden hareketle işin nispi değeri belirlenir.

İş değerlendirmenin başlıca yararlarını aşağıdaki şekilde maddeleştirebiliriz:

1. İşyeri, sektör ve hatta ulusal düzeyde bilimsel esaslara oturtulmuş adil ve dengeli bir ücreti sistemini oluşturmak.
2. Adil ve dengeli bir ücret sistemini kurulması ile çalışanın verimliliğini artırmak
3. Zor, kalifikasyonluk düzeyi yüksek olan işlerde çalışanlara bu yolla yüksek ücret ödeyerek, işletme dışına kaçmalarını önlemek
4. İşyeri, sektör ve hatta ulusal düzeyde iş unvanı standardizasyonunu gerçekleştirmek

5. İşlerin ve şartlarının yakından analizi sonucu; organizasyon ve metodlar açısından verimsizlikleri belirlemek ve gidermek
6. İşin gerektirdiği personel niteliklerinin belirlenerek, personel seçimine bir esas oluşturmak, iş spesifikasyonlarını belirlemek
7. Halen çalışan personelin eksik yönlerini görmek, eğitim ihtiyaçlarının saptanması yoluyla eğitim planlarını yapmak
8. Tayin ve terfilere yardımcı olacak bilgileri sağlamak
9. Prim ve bu gibi teşvikli ücret sistemlerinin kullanılmasına temel oluşturmak
10. Çalışanları, kendilerini geliştirmeleri, daha yüksek ücret gruplarındaki işlere geçmeleri için teşvik etmek
11. Sendika ile olan müzakerelerde bilimsel esasların kullanılmasını sağlamak

3.2.4. İş Değerlendirme Planı

İşletme veya sektör bazındaki iş değerlendirme çalışmalarını, istenen sonuçlara ulaşabilmek için belirli bir plan dahilinde yürütmek gereklidir. Bu aşağıdaki gibidir:

1. İş değerlendirme kurulunun oluşturulması
2. İşlerin kapsam itibarıyla gruplandırılması
3. Her farklı kapsam için kullanılacak İş değerlendirme yöntemi ile bu yöntemin uygulama sisteminin belirlenmesi
4. Belirlenen yöntem ve sisteme uygun olarak iş analizlerinin yapılması
5. İş tanımlarına ait formatın geliştirilmesi
6. İş analizi sonuçlarının hazırlanan formata uygun olarak iş tanımları haline getirilmesi
7. İşlerin, yöntem ve sisteme uygun olarak iş tanımı formatı üzerinde değerlendirilmesi
8. Sonuçların faktör bazında karşılaştırmalar ile kontrolü, varsa hataların düzeltilmesi
9. İş değerlendirme kitabının hazırlanması
10. Yeni işçilik ve görevlerin kullanılan yöntem ve sisteme göre değerlendirilmesi
11. İtirazların incelenerek karara bağlanması

3.2.5. İş Değerlendirme Yöntemleri

Genel olarak işleri değerlendirmekte kullanılan yöntemler aşağıdaki şekilde iki grup altında toplanmaktadır.

1. Kalitatif Yöntemler
   a. Sıralama Yöntemi
   b. Sınıflama Yöntemi
2. Kantitatif Yöntemler
   a. Faktör Karşılaştırma Yöntemi
   b. Puan Yöntemi

Kalitatif yöntemlerde, işler elemanlarına ayrılıp rakamsal bir şekilde değerlendirmemekte, bütün olarak ele alınıp sıralama, sınıflandırma türü çalışmalar yapılmaktadır. Buna karşılık kantitatif yöntemlerde, işlerin analizi ve her bir karakteristiğinin ayrı ayrı rakamsal olarak değerlendirilmesi ile işlerin değerleri elde edilmektedir. Kalitatif yöntemler az sayıda işçiliğin veya görevin bulunduğu işletmelerde uygulanması doğru olan basit yöntemlerdir. Kantitatif yöntemler ise daha uzun çalışma süresi gerektirmesine rağmen daha hassas ve doğru sonuçlar veren ve günümüzde özellikle puan yöntemi olmak üzere geniş uygulama alanı bulan yöntemlerdir.

Şimdi İş değerlendirme yöntemlerini sırasıyla inceleyelim:

3.2.5.1. Sıralama Yöntemi

İş Değerlendirme konusunda geliştirilmiş bir yöntemdir. İşler iş analizi çalışmaları ve iş tanımları ile bütün olarak ele alınmakta, ikili karşılaştırmalar ile zorluk ve kalifikasyonluk düzeylerine göre en zorundan en kolayına doğru sıralanmaktadır. Maliyeti az olmasına rağmen, değerlendirmeyi yapan kişilerin önyargılarından, belki tarafsız olamamalarından ve özellikle de varsa bilgi yetersizliklerinden son derece etkilenerek, hatalı sonuçlar verebilen bir yöntemdir.

Kolay bir yöntem olmasına rağmen bu yöntemin en önemli mahsuru, değerlendiren kişilerin önyargıları, işi değerlendirmek yerine kişiyi değerlendirme yönüne gitmeleri, verilen ücretlerden ve iş tanımından ziyade işin unvanından etkilenmeleridir.

3.2.5.2. Sınıflandırma Yöntemi

Diğer bir kalitatif yöntem olan sınıflandırma yönteminde, işler temel iş sınıfları veya dereceleri şeklinde sınıflandırılmakta sınıflar içinde gerekiyorsa işlerin

sıralandırılması yapılmaktadır. Ancak doğal olarak bu işlem de sıralama yöntemi kullanılarak yapılabilir. Sınıflandırma yönteminin esas özelliği işlerin değerlendirilmesini kaç sınıf içinde yapılacağı ve bu sınıfların birbirlerinden farklı karakteristiklerinin neler olduğudur.

Kısa sürede sonuç alınması mümkün, kısmen kolay olan sınıflandırma yönteminin en önemli sakıncaları sınıfların tüm işleri kapsayacak şekilde tanımlarının yapılamaması, bazı işlerin bir tanım açısından bir sınıfa, diğer bir tanım açısından bir sınıfa, diğer bir tanım açısından başka bir sınıfa girebilmesidir.

3.2.5.3. Faktör Karşılaştırma Yöntemi

Kantitatif bir yöntem olan Faktör Karşılaştırma Yönteminde işler bütün olarak değil, iş elemanlarına ayrılarak incelenmekte belirli faktörler açısından değerlendirilmektedir. Değerlendirme parasal miktarlar üzerinden yapılabildiği gibi, doğrudan bir puan skalası kullanılarak da yapılabilir. Kullanılan değerlendirme faktörleri beceri, zihinsel çaba, bedensel çaba, sorumluluk ve iş koşullarıdır. Faktör sayısını daha da artırmak mümkündür. Faktör karşılaştırma yöntemi anahtar işler (kullanılacak faktörlerin farklı düzeylerini gerektiren) üzerinden uygulanabileceği gibi işletmedeki tüm işler üzerinde de uygulanabilir. Anahtar iş sayısı, iş ünvanı ve kullanılan faktör sayısına bağlı olarak 15 ile 25 arasından seçilebilir. Anahtar iş kullanılmasının temel nedeni bir değerlendirme skalasının oluşturulması ve tüm işlerin bu skala üzerinde anahtar işlerle karşılaştırılarak yerleştirilmesidir.

Uygulamada Faktör Karşılaştırma Yöntemi farklı şekillerde kullanılabilmektedir. Bu yöntem oldukça esnek yapıdadır ve değerlendirme işlemi kalitatif yöntemlere göre daha objektiftir. Buna karşılık faktör derecelerinin tanımlarının olmaması daha hassas bir değerlendirme yapmayı önlemektedir. Ayrıca anahtar işlerin çok iyi seçilmiş olması, tüm işleri temsil edecek ve değerlendirme skalasının en iyi şekilde oluşturacak nitelikte olması gerekmektedir.

3.2.5.4. Puan Yöntemi

En çok uygulama alanı bulmuş olan bu kantitatif nitelikteki yöntemin temel özelliği işlerin faktör bazında elemanlarına ayrılarak sayısal olarak değerlendirilmesi ve her faktör ve faktör derecelerinin ayrı ayrı tanımlarının yapılmış olmasıdır.

Puan Yönteminin adımlarını aşağıdaki şekilde belirleyebiliriz:

1. İş Değerlendirme kapsamındaki işleri değerlendirebilecek nitelikteki faktörlerin seçimi
2. Faktör tanımlarının yapılması

3. Her faktörün derecelerinin belirlenmesi
4. Faktörlerin işleri değerlendirmedeki ağırlıklarının saptanması
5. Faktör derecelerinin faktör ağırlıklarını dikkate alarak puanlandırılması
6. İş analizlerinin yapılması ve uygun formatta iş tanımlarının hazırlanması
7. İşlerin faktörler açısından değerlendirilerek toplam puan değerinin bulunması ve karşılaştırılarak varsa hataların düzeltilmesi
8. İş Değerlendirme El kitabının hazırlanması

Faktör seçimi İş Değerlendirme Kurulunca yapılır. Sözkonusu kurul esas olarak hazır faktör-puan planlarından yararlanabilir veya bu planları kendi işletmesine adapte ederek kullanmaya karar verebilir. Faktör sayısının çokluğu değerlendirmeyi zorlaştırarak uzun süre almasında ve hatta faktörler arasında anlam çakışmalarına neden olabilmektedir. Faktör sayısının azlığı ise değerlendirmede sübjektifliği artıracak, belki işlerin bazı yönleri değerlendirilmemiş olacaktır. Faktörler; Maharet, Sorumluluk, Çaba ve İş Koşulları grupları halinde toplanmasına rağmen faktör çeşidi oldukça fazladır.

3.3. Ücretlendirme Sistemi

Çalışanların işe katkılarına karşılık olarak ödenecek ücretin belirlenmesi sistemine ücretlendirme sistemi denilmektedir. Ücret ödeme sistemleri başlıca üç kısıma ayrılabilir:

1. Zaman esasına göre ücretlendirme sistemi: En yaygın olarak bilinen ve kullanılan sistemdir. Aylık, haftalık, günlük olarak yapılan ödeme şeklidir.
2. Miktar esasına göre ücretlendirme sistemi: Verimlilik artışını teşvik etmek veya belirli süreli (geçici) işler için uygulanan bir sistemdir. Yapılan işin miktarına göre ödeme yapılır. Metrekare, metre, adet, kg gibi birimler üzerinden bir birim ücret belirlenerek gerçekleşen üretim miktarına karşılık gelen ücret hesaplanarak ödenir.
3. Karma esaslı ücretlendirme sistemi: Baz ücret zaman esaslı ücretlendirme sistemine göre belirlendikten sonra, belirli standart bir üretim düzeyi aşılması halinde miktar esasına göre yapılan ödeme sistemidir. Teşvikli ücret veya Prim Sistemi olarak adlandırılır.

Zaman esaslı ücretlendirme sisteminin kurulmasında iş değerlendirme çalışması sonuçlarından yararlanılır. İş değerlendirmenin temel amacı işletme veya işkolu düzeyinde "eşit işe eşit ücret" ilkesinden hareketle "adil ve dengeli bir ücret

sisteminin" kurulmasıdır. Mavi yakalı personele (işçilere) toplu iş sözleşmeleri ile uygulanan seyyanen zam sistemi, yani işler arasında zorluk, kalifikasyonluk ayırımı yapılmadan aynı miktar (ya da oranda) zam uygulaması, gerek işletmelerimize gerekse ülkemize zarar vermektedir.

3.3.1. Teşvikli Ücret Sistemleri

Teşvikli ücret sistemleri miktar esaslı bir ücretlendirme sistemidir.

Emeğin fiyatı veya işin gerektirdiği maharet, sorumluluk, bedensel ve zihinsel çaba ile katlanılan iş koşullarının üretimin gerçekleştirildiği zaman üretim içindeki katkısının karşılığı olarak ücret kavramı ile verimlilik kavramı arasında yakın bir ilişki vardır. Verimlilik artışı ile orantılı ücret artışı imkanının sağlanması, gerek işçi gerekse işveren açısından bazı avantajlar sağlar. Böylece işçi aldığı ücreti artırabilmekte iş veren ise daha fazla üretim elde etmekte, üretim kaynaklarının daha yüksek oranda kullanımını sağlayarak birim maliyetlerini düşürebilmektedir.

Teşvikli ücret sistemleri satış personeli gibi beyaz yakalı personele de uygulanmasına karşılık, en çok karşımıza mavi yakalı personele olan uygulamalar çıkmaktadır.

Teşvikin sadece maddi olmadığını, manevi ödüllerin de kullanıldığını da belirtelim. Teşvikli ücret sistemleri bireysel ve grup planları olarak ikiye ayrılmaktadır. Bireysel planlarda, çalışanın tek başına gerçekleştirdiği performans dikkate alınırken, grup planlarında grubun performansı değerlendirilir.

Teşvikli Ücret Sistemlerinin Amaçları:

- Daha verimli çalışmak
- Birim mamul maliyetini düşürmek
- Makine, malzeme vb üretim kaynaklarından daha iyi yararlanmak
- Üretimi artırmak
- Fire oranını düşürmek
- İşçilerin gelirini artırmak

BÖLÜM IV
ERGONOMİ VE İŞ GÜVENLİĞİ

4.1. Ergonomi

Ergonomi çalışanların biyolojik, psikolojik özelliklerini ve kapasitesini göz önüne alarak insan, makine ve çevre uyumunu sağlayan bilim dalıdır.

İşyerlerinde motivasyon ve iletişim eksiklikleri, insan yaratıcılığını ön plana çıkaracak sistemlerin olmaması, iş monotonlukları, sürekli eğitim ve gelişme ortamının yaratılmaması vbg. Faktörler çalışanların işlerinden tatmin olmamasına neden olmakta, bu da yine iş verimini olumsuz yönde etkilemektedir.

İnsanların işyerlerinde insancıl şartlara, sağlıklı, güvenli ve rasyonel bir şekilde çalışabilmesi için; çalışma yeri ve teçhizatının, ısı, ses, aydınlatma vd. Çevresel faktörler ile işin organizasyonu ve yönetimine yönelik sistemlerin insanın yapısal (anatomik), boyutsal (antropometrik) ve psikolojik özelliklerine göre düzenlenmesi gerekmektedir. Ergonominin temel görevi yukarıdaki amaçlar doğrultusunda bir iş düzenlenmesini gerçekleştirmektir. Ergonomi kelimesi Yunan'cadan alınan "Ergon" ve "Nomic" sözcüklerinden oluşmaktadır. Ergon iş, nomic kural anlamında gelmektedir.

İnsan – üretim aracı sistemlerinin ergonomik açıdan tasarımına ait temel kavramlar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

1. **Yüklenme ve Zorlanma.** Belirli çevre koşulları altında işin ve yapılış yönteminin çalışan üzerinde yarattığı etkiler bütününe yüklenme adı verilmektedir. Yüklenme, yüklenme düzeyi (derecesi) ve yüklenme süresi bileşenlerinden oluşur. Toplam yükleme, çeşitli zaman dilimlerine ait yüklenme düzey ve süresine ait yüklenmelerin toplamında oluşur. Yüklenme her kişi için aynıdır. Ancak farklı yaş, cinsiyet ve özelliklerdeki kişilerin söz konusu yüklenme karşısındaki zorlanmaları farklıdır. Aynı ağırlığı kaldırma sırasında genç bir erkek ile bir çocuk veya kadının zorlanması doğal olarak farklı olacaktır.

   Zorlanma, insanın yükleme karşısındaki tepkilerini belirten bir kavramdır. Amaç yüklenme karşısındaki insanların zorlanmalarını en aza indirecek iş düzenlemelerini gerçekleştirmektir.

Zorlanma bedensel açıdan olduğu gibi zihinsel açıdan da söz konusudur. İnsan iş sırasından zihinsel açıdan kontrol etme, değişimi fark etme, ayırt etme, yorumlama, karar verme ve tepki verme fonksiyonlarını gerçekleştirir. Bu fonksiyonlar göz, kulak, sinir sistemi, deri, beyin gibi oranları ile gerçekleştirilir ve bunların da belirli hız ve kapasiteleri vardır.

2. **Bedensel Yüklenme.** Bedensel ağırlıklı yüklenme bileşenleri dört ayrı şekilde sınıflandırılmaktadır.

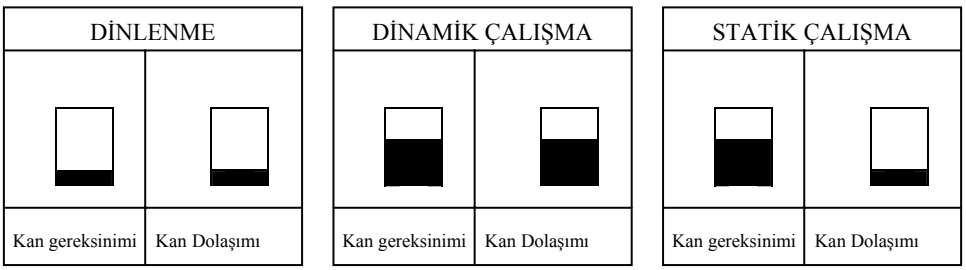
   a) Statik durma işi: Vücudun belirli bir pozisyonda uzun süreli olarak tutulmasıdır. Belirli bir süre eğilerek, çömelerek, ayakta durarak çalışma bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

   b) Statik tutma işi: Malzeme, alet vb. nesnelerin belirli bir pozisyonda belirli bir süre tutulma zorunluluğudur. Duvara delik delerken matkabın tutulması, bir malzemenin taşınması örnek olarak gösterilebilir.

   c) Ağır dinamik çalışma: Sürekli olmayacak biçimde vücudun büyük kas gruplarının çalıştırıldığı hareketlerdir. Ağır bir malzemenin kaldırılması, balyozla vurma örnek olarak gösterilebilir.

   d) Tek yanlı dinamik çalışma: Vücudun küçük kas gruplarından sadece bir veya birkaçının çok kısa aralıklarla çalıştırıldığı durumdur. Bilgisayar klavyesinin kullanımı, fotokopi çekimi örnek olarak gösterilebilir.

   Statik çalışmalarda kas uzun süre kasılmış durumda kalır ve dolayısıyla yeterli taze kan gelemeyeceği ve çalışma sonucu oluşan atık maddeler atılamayacağı için insan çabuk yorulur. Dinamik çalışmada ise kasın kasılma ve gevşemesi kısa aralıklarla değişir ve kan dolaşım açısından bir zorluk oluşmaz.



3. **Zihinsel Yüklenme:** Zihinsel yüklenmenin sayısal olarak ifadesi bedensel yüklenmeye göre çok daha zordur. İnsan görsel, işitsel, dokunarak, ten yoluyla olan ısıya duyarlılık, koku ve tat alma, iç organlar yolları ile algıladıkları verileri bir zaman aralığı içinde zihinsel açıdan karara dönüştürmekte ve gerekli tepkiyi göstermektedir. Dolayısıyla zihinsel yüklenmede bilgi algılama

hızı önem kazanmakta, özellikle göz, kulak, dokunma ve hissetme yoluyla algılamaları kolaylaştıracak etkin iş yeri düzenlemelerinin yapılması amaçlanmaktadır.

a) Görsel göstergeler: Bu tip göstergeler 3 sınıfa ayrılmaktadır.

- Analog Göstergeler: bilgiler bir ölçekten yararlanılarak gösterilmektedir. Saatlerde olduğu gibi hareketli ibreler, hareketli kadranlar (ölçekler) bu tip göstergelerdir.
- Sayısal Göstergeler: bilgiler sayısal değerleri ile gösterilmektedir. Elektrik ve su sayaçları bu tip göstergelerdir.
- Aralık Göstergeleri: bilgilere ait aralıklar renk, ışık gibi düzenlemeler ile gösterilmiştir.

b) İşitsel Göstergeler: işitsel göstergeler görsel göstergelere göre tali öneme sahip olmasına karşılık, belirgin avantajı herhangi bir yöne bakılmasını gerektirmememsidir. Sürekli kontrol gerektirmediklerinden daha az yüklenme oluştururlar. Tehlike sirenleri, işe başlama ve mola zilleri, bilgisayarlardaki hatalı işlem sesleri bu tür göstergelerdir.

c) Dokunma ve Hissetme Yoluyla Algılama: üretim araçlarının kumanda elemanlarının biçimleri ve uyumlu hareket yönleri dokunma ve hissetme yoluyla algılama sağlar. Örneğin cihazların açık veya kapalı olma durumunu kumanda elemanına dokunarak algılamak için, kumanda elemanlarının çalıştırma ve durdurma yönleri uyumlu olmalıdır.

4. **Antropometri:** insan vücudunun ölçüleri ile ilgilenilen bir bilimsel çalışma alanıdır. İnsanların sabit durumundaki boyutları statik antropometri, çalışma halindeki kullanılan çalışma alanına ait boyutlar dinamik antropometri olarak adlandırılır. Statik antropometri geçitler, oturma düzeni için önemli iken, dinamik antropometri iş istasyonu tasarımında önemlidir. İş istasyonlarında farklı antropometrik boyutlarda insanların çalışma durumunda olması oturma yüksekliğinin ayarlanabilme özelliğine sahip olmasını gerektirir.

5. **İş Psikolojisi:** Çalışanların iş yerlerinde psikolojik açıdan kendilerini rahat ve güvenli hissedecekleri, işe motive olacakları bir ortamın yaratılması gerekmektedir. Bu konuda iş yeri düzenlemede yapılacak somut bazı çalışmalar renklendirme ve müzik yayınlarıdır. Renklendirmenin gerek bilgi algılama açısından ve gerekse insan performansına etkileri açısından önemi vardır. Güvenlik renkleri olarak kırmızı doğrudan tehlikeyi, sarı muhtemel tehlikeyi, yeşil tehlike olmadığını (ilk yardım araçlarının olduğu) ve mavi güvenli ol-

duğunu belirtir. Örneğin, imdat şalterleri, alarm sirenleri kırmızıya, taşıma bant ve yolları sarıya, tehlike çıkış kapıları, ilk yardım odaları yeşile, önlemlere yönelik uyarı işaretleri maviye boyanır. Renklerin farklı yansıtma oranının olması iş yeri düzenlemede aydınlatma ve parlama açısından da önem taşır. Beyaz renk %70-90, açık yeşil %35-65, koyu yeşil %10-20 ve siyah %0 yansıtma oranına sahiptir. Birbirine kontrast yapan renklerin kullanımı üretim elemanlarının birbirinden ayırt edilmesinde yararlı olacaktır. Müzik yayını özellikle tekdüze işlerin yapıldığı yerlerde olumlu etkiler yapmaktadır. Müzik sesi şiddeti, türü ve süresinin iyi ayarlanması, iş yerinde özellikle hata ve kazalara neden olmaması açısında önemlidir. İşyerlerinin bitkiler ile yeşillendirilmesi, akvaryum konulması çalışanları psikolojik açıdan olumlu yönde etkileyecektir.

6. **Çevre Koşulları:** ısı, nem oranı, havalandırma bileşenlerinden oluşan iklim koşulları (atmosferik koşullar), gürültü düzeyi, aydınlatma, titreşim ve iş ortamı zararlıları ergonomik tasarımında düşünülmesi gereken çevre koşulları faktörleridir. Aşağıda bu faktörler sırasıyla açıklanmıştır.

   a) İklim koşulları: insanların normalden sıcak veya soğuk ortamlarda iş verimleri düşmekte, iş kazası yapma olasılıkları artmaktadır. Ortalama vücut ısısı 37°C'dir. Ortam ile vücut arasındaki ısı alışverişinde dört faktör söz konusudur. Cilt üzerine yayılmış olan hava, vücuda temas eden cisimler, ortamda bulunana soba, fırın, ateş gibi ısı kaynakları ve cilt üzerinde meydana gelen buharlaşmalardır. Gerekli hallerde özel giysi kullanımı, ısı kaynakları yalıtımı vd. yollar ile ergonomik çalışma koşulları yaratılmalıdır.

   b) Gürültü: uygun olmayan ses yoğunluğu düzeyleri rahatsız bir çalışma ortamına, verimsizliğe ve hatta işitme kayıplarına neden olmaktadır. Rahatsızlık veya zarar veren ses yoğunluğu gürültü olarak adlandırılmakta olup Desibel (dB) birimi ile ölçülmektedir. İnsanın sesi algılamasında, sesin desibel olarak ölçülen ses basıncı düzeyinin yanı sıra sesin frekansının da önemi vardır. Sesin saniyedeki titreşim sayısı olarak tanımlanan frekans Hertz (Hz) birimi ile ölçülür. Gürültünün insan üzerindeki etkisinin belirlenmesinde ses basıncı ve ses frekansı düzeyleri ile bu düzeylerin zaman içindeki değişim ve etki süresi dikkate alınır. İnsan kulağı 3.000-4.000 Hz frekans ve 60-90 dB ses basıncı aralığında en duyarlı olmakta. 90 dB üzerinde ses rahatsız edici olmakta, 130-140 dB üzerinde ise ağrı oluşturulmaktadır. Genel olarak gürültünün rahatsızlık veya zarar verici etkilerinden korunmak içi işyerlerinde gürültü düzeyinin 85 dB'i geçmemesi istenir. Büro ortamlarında istenen en fazla gürültü düzeyi ise 55dB'dir.

c) Titreşim: özellikle mekanik teçhizattan kaynaklanan titreşimler insan vücudunda kasılmalar ve uzun dönemde ağrı ve şikayetlere neden olur. Titreşim insan vücudunun titreşim kaynağına teması yoluyla geçer, insan dikey, yatay, dairesel ve karma bir şekilde etkiler. Titreşimin önlenmesi için, titreşim kaynağının ortadan kaldırılması, cihazın devrinin düşürülmesi, dengesizliklerin giderilmesi, amortisör kullanımı, lastik yastıklı eldiven kullanımı vb. önlemlerin alınması gerekir.

d) Aydınlatma: işyerinde gerek verimlilik ve gerekse çalışanların göz sağlığı için yeterli düzeyde aydınlatma yapılmalıdır. Aydınlatma şiddeti arttıkça insanların performansı artmakta, yaptıkları hata oranı azaltmaktadır. Aydınlatmadaki ölçü birimi lükstür (lx) ve birim alana düşen ışık akışını belirtir. Yaz günü açık havada dünya yüzeyinde yaratılan aydınlatma 100.000 lüks, kışın kapalı havada dünya yüzeyinde yaratılan aydınlatma 3.000 lükstür. İşyerlerinde yapılan her işe ait aydınlatma gereksinimi farklı farklıdır. Aydınlatmanın tüm alanda eş düzeyde gerçekleşmesine önem verilmelidir. Işık sol yukarıdan gelecek şekilde çalışma alanı ayarlanmalı, bakış yönünde ışık kaynağı olmamalı veya siperler ile yönü çalışma alanına çevrilmelidir. Bunların dışında çalışma alanlarında düşük yansıtma oranı için mat renkler kullanılmalıdır.

e) İş ortamı Zararlıları: tozlar, duman, sis (havadaki sıvı maddeler), gaz ve buharlar ile çevrede bulunan zararlı katı ve sıvı maddeler iş ortamı zararlıları olarak adlandırılır. Silisyum, berilyum, asbest, kurşun, kömür ve çimento tozları, lehim, kaynak ve çinkooksit dumanları, karbonomonoksit, benzol, yağ sisleri ve radyasyon gibi zararlılar iş ortamında bulunabilir ve bunlara karşı önlem alınması gerekir. İş yerlerinde öncelikle ne tür zararlılar olup olmadığı belirlenmeli ve bunlara karşı etrafını örtme, hava ile emme, havalandırma, maske, eldiven, gözlük, önlük, koruyucu ayakkabı ve elbise kullandırma gibi önlemler alınmalıdır. Ayrıca çalışanların bu konuda eğitimi de büyük önem taşımaktadır.

4.1.1. İnsan Bedenini Günlük Aktivitesi ve Gece Çalışmaları

İnsanların tüm fizyolojik fonksiyonları, günün 24 saati boyunca ritmik değişiklikler gösterirler. Günlük ritim olarak bilinen fonksiyonel aktivite değişikliklerine göre, sabah saat 04.00 civarında; vücut ısısı, merkezi sinir sisteminin uyanıklığı, hormon salgıları ve benzeri beden fonksiyonları en düşük düzeylerine inerler. Bu saatlerden itibaren, bütün fonksiyonel aktivitelerdeki artış akşam saatlerine kadar devam eder. Akşam 20.00 civarında en yüksek düzeyine erişen bu fonksiyonlarda bir düşüş başlar ve fonksiyonlar yeniden en düşük düzeylerine erişirler.

4.1.1.1. Gece çalışmalarının etkisi

Gece vardiyası olarak bilinen, gece çalışmalarında insan bedeninin biyolojik ritmi zorlanır ve zorunlu olarak birtakım değişiklikler geçirir. Bu değişiklikleri, her insanda farklı sürelerde gerçekleşir. Gündüz vardiyasından geceye ya da gece vardiyasından gündüze geçen işgörenlerde, yeterli bir günlük ritim uyumu yaklaşık 4-5 günde oluşur. Bazı işgörenlerde bu değişiklik daha uzun sürer ve ağır bir uyum stresi içinde kalırlar. Genelde, gece vardiyasından gündüze geçiş daha kolaydır. Uyumsuzluk gösteren işgörenlerin en önemli sorunu uyku saatlerindeki değişmedir. Gece uyumayan bu insanlar, gündüzleri de eski alışkanlıkları ile uyanık kalırlar ya da düzensiz bir şekilde uyuyarak, gerektiği kadar dinlenemezler. Bu nedenle iş verimleri de düşüktür. Yedi günü aşan gece vardiyalarından gündüze geçişte de önemli uyum zorlukları ortaya çıktığı saptanmıştır. Bu nedenle, gece vardiyalarının gerek mesai saati ve gerekse gün sayısı açısından kısa tutulması önerilir.

İnsanların günlük ritmi konusunda yapılan çalışmalarda, aşağıdaki bulgular ilgi çekmiştir:

1) Devamlı gece vardiyalarında, ilk dört hafta içinde verim gündüz vardiyasındaki verimin çok altındadır.
2) Bir gece vardiyasını izleyen gündüz vardiyalarında, iş görenlerin göreve gelmedikleri gün sayısı oldukça yüksektir.
3) İki haftalık gece vardiyalarında, işe gelmeme olayları, ikinci hafta içinde giderek artmaktadır.
4) Gece vardiyası uygulamalarının süresi arttıkça, işe gelmeme olaylarında bir azalma görülmeye başlar. Örneğin dört haftalık gece vardiyalarında devamsızlık, iki haftalık vardiyalardan daha düşük bir orandadır.
5) Günlük ritim uyumu aktif iş şekillerinde daha çabuk oluşmaktadır.
6) Bir hafta süreli gece vardiyalarında sabah 04.00 saatlerindeki işlem hataları, gündüz vardiyalarına bakarak %100 daha fazla bulunmuştur.

4.1.1.2. Vardiya seçenekleri

Vardiya çalışmalarına gereksinimi duyulan işletmelerde, ne tip bir vardiya sisteminin seçileceğine kara verirken; biyolojik, teknik ve sosyal kriterler kullanılmaktadır. Bu konuda yapılan gözlemlerin sonuçları vardiya seçiminde yol gösterici olabilir.

1) Biyolojik kriterlere göre vardiyalar, iki ya da üç gün gibi kısa süreli ya da en az dört hafta gibi uzun süreli olarak planlanmalıdır.

2) Teknolojik yaklaşımlarda, her işletmenin kendi gereksinimleri ve zorunlulukları dikkate alınmalıdır.
3) Sosyal gereksinimler kriterine göre vardiyalar, iş görenlerin sosyal yaşantısının tedirgin etmeyecek bir şekilde, kısa süreli ya da kişinin içinde bulunduğu toplumun yerleşik kurallarına en uygun bir zamanlama olarak düşünülmelidir.
4) Kısa ya da uzun vardiyalarda, biyolojik ritim etkisi hafta sonlarında bozulur. Uzun süreli vardiya sistemlerinde bu etki daha az hissedilir.

Endüstrilerin çoğunda önerilen vardiya sistemleri genellikle, değişen ekiplerin çeşitli vardiyalarda çalışma günlerini en aza indirmeyi amaçlar.

Gece vardiyası çalışmalarının insan organizmasına getirdiği yük ve ritm değişikliği sürecinde verim düşüklükleri gibi nedenlerle, vardiya sistemlerinin zorunlu olduğu işletmelerde bu çalışmaların yakından denetimi önerilmektedir. Özellikle yönetici kadroların vardiya çalışanları ile birlikte olmaları ve onların bu zorunlu çalışmalarını paylaşarak, aynı özveriyi benimsemiş olmaları, işgörenlerin iş hevesini artırarak verimliliği yükseltmektir.

Şüphesiz gece çalışanlara; ulaşım kolaylıkları, dinlenme aralarında sıcak servis ve kantin kolaylıkları gibi destek hizmetleri vermek de yararlı olur.

4.2. İş Güvenliği

Hiç kimse bilerek kaza yapmaz: kazalar önceden tahmin edilemeyen sebeplerle meydana gelir. Bazı zamanlar onları önlemek için hiç bir şey yapılamaz. Örneğin, hiç kimsenin hiçbir şeyin yanlış gitmediğini düşündüğü zaman, makinenin bir parçası bozulabilir. Veya bir sürücü direksiyonda fenalaşabilir. Buna rağmen kazaların çoğu insan hatasından; cehalet veya ihmalden, unutkanlık veya dikkatsizlikten kaynaklanır. Bu tür kazalar önlenebilir. İnsanlar, aynı noktada değişik hareket ederlerse kaza dediğimiz olay olmayacaktır.

İnşaat endüstrisi en çok kaza olan sektörlerden biridir. Bu sektörün işgücünün bir parçası olan insanların, diğer endüstrilerde çalışanlardan daha çok kaza yapma ihtimali vardır. İnşaat sektöründe her yıl binlerce insan iş sırasında ölmekte, büyük yaralanmalarla sonuçlanan birçok kaza olmaktadır.

4.2.1. İşyeri

İşyeri, bir inşaat sahası, üretim yapan bir fabrika, özel bir şirket, resmi kurum veya kuruluş, yani insanların yaşadığı ve çalıştığı her yer olabilir. Korunulması

gereken tehlikeler her zaman aynı olmayıp bazen oldukça farklı olabilir. İşi düzenleyen kurallar, işlemler ve kanunlar iş yerine göre değişebilir.

Hep aynı işyerinde çalışanlar için bu problemler sözkonusu değildir. Aynı düzende işe gelir ve giderler, aynı yerde dururlar, çoğu zaman aynı makinede çalışırlar ve aynı işleri yapanlarla beraber düşünülebilirler. Muhtemelen işleri önlerindedir ve çevrelerinde dört duvar, üzerlerinde bir çatı ve üzerinde durdukları bir zemin vardır. İnşaat sektöründe çalışanlar bu pozisyonda sayılamazlar. İşyerleri günden güne değişir ve değişen hava şartlarında çalışmak mecburiyetindedirler. İşyerlerinde değişen şartlara ayak uyduramayanlar büyük ihtimalle kaza yapacak veya kazaya sebep olacaklardır.

4.2.2. Güvenli Davranış Biçimi

İnsanların davranışları, başarı ve başarısızlıklarını belirler. Emniyetsiz aletlerle veya emniyetsiz durumlarda çalışılan pek çok yerde, bazı kimseler yapılan veya yapılamayan şeylerin yol açacağı durumları gördükleri halde müdahale etmezler.

Pek çok kaza aniden ortaya çıkmaz; kazalara, ekipmana hasar veren, arızayı gördüğü halde rapor etmeyen veya alet ve ekipman ayak altına koyan kimseler sebep olur. Tehlikeyi görüp hiçbir şey yapmayan kimse, bir kaza ihtimaline iştirak etmiştir. Bir kimsenin kazaya sebep olması için herhangi bir şey yapması gerekmez; işi hakkındaki dikkatsizliği sakatlanmasına yetebilir. Bu durumda kişi, kazaya sebep olabilecek bir şey yapmadığı halde düşüncesiz ve tedbirsiz davranmasıyla kazadan zarar görebilir.

4.2.3. Sorumluluklar

Emniyet kendiliğinden oluşmaz, tıpkı işin bir parçası gibi organize ve icra edilmelidir. Kanun ve tüzükler, hem işçi hemde işverenin sorumlulukları olduğunu ifade eder.

1. İşverenin Sorumlulukları. Bir firmanın yapması gereken faaliyetler; işi planlamak ve organize etmek, insanları eğitmek, becerikli ve yetenekli işçileri sahiplenmek, ünite ve ekipman bakımıyla ilgilenmek ve raporları kontrol ve muhafaza etmektir. Bütün bu faaliyetler işyeri güvenliğinin yeterli olmasıyla gerçekleşebilir. İşveren, sağlanan ekipman, çalışma şartları, işçiden yapması istenilen ve verilen eğitim konularında sorumludur.
2. İşçinin Sorumlulukları. İşçi, ekipman kullanım biçimi, işini nasıl yapacağı, eğitim sağlamanın yolu ve genel güvenlik anlayışı kazanması konularında

sorumludur. İşveren ve diğer personel tarafından işçinin çalışma hayatının daha emniyetli olması için büyük gayret sarf edilir. İşçi de daima kendi hareketlerinden sorumlu olduğunu hatırlamalı, hareketlerinin diğerleri üzerine etkisini olacağını bilmelidir. Bu sorumluluğu hafife almamalıdır.

4.2.4. İletişim

Kuralların ve işlemlerin, etkili olabilmesi için, işi yapması gerekenlere iletilmiş, kavratılmış olması gerekir.

İletişim, basit manasıyla bilgi verme ve bilgi almadır. Aynı işte beraber çalışan veya aynı yerde farklı işleri yapan bir grup insanın olduğu yerde, bu kimselerin birbirleriyle iletişim kurmaları gereklidir. Talimatname veya açıklamalar yazılı ya da sözlü olabilir. Örneğin, bir şef ne yapmanız gerektiği konusunda sözlü talimat verebilir veya işin nasıl yapılacağını açıklayabilir. Bunun yanında, bir ekipman parçası ile beraber yazılı işletme talimatı da verilebilir.

İletişim, sadece sözlü veya yazılı iletişimden ibaret değildir. El işaretleri sistemi, renkli ışıklar veya ses ile de iletişim sağlanabilir. İki işçi arasında ne yaptıkları konusunda karşılıklı anlaşmaları de iletişimdir. İletişim hakkında hatırlanması gereken temel unsur şudur; karşılıklı olarak bilgi verilmeli ve alınmalıdır. İletişimde işaretler, kodlar ve kullanılan lisan, ilgili herkes tarafından bilinmeli ve anlaşılmalıdır.

İletişim işaretlerinin ne anlama geldiğini anlamayan insanlar kazaya sebep olabilir. Kazalar, tehlike olmayan bir yerde bile, doğrudan doğruya bir yanlış anlama veya yapılması muhtemel hatalardan kaynaklanır. Bunları düzeltmek için belirli bir zaman gerekebilir. Acele edilerek, kısa kesilerek kazaları önlemek mümkün değildir.

Bilgi pek çok değişik kaynaktan kazanılabilir; bir şef veya yöneticiden, güvenlik görevlisi ve güvenlik temsilcisinden, tecrübeli meslek elemanlarından, talimatname el kitaplarından, üretici ve bayilerinin broşürlerinden, şirket kurallarından, notlarından vs. Dinlemekle, soru sormakla ve işin daha güvenli yapılmasına yardım edecek şeylerle ilgilenmekle bilgi sağlanabilir.

4.2.5. Güvenli Çalışma Uygulaması

Eğitim, güvenliğe girişi kapsamalı ve güvenliği işin bir parçası olarak ele almalıdır. Bununla beraber, "güvenlik eğitimi" olarak söylenmese de, pek çok eğitim güvenli çalışma metodları ve uygulamasını kapsayacaktır.

Öncelikle bir işi yapmanın doğru metodu öğretilmeli ve uygulanmalıdır. Eğer sürekli olarak güvenli olmayan metodlar uygulanırsa, çalışmanın güvenli metodunun bilinmesi de faydasızdır. Karşılaşılan tehlikeden başka, güvensiz uygulamalar, çoğu zaman, işin icrasında verimsiz yoldur. Bu metodları kullananların bilgi ve beceri yetersizliğini gösterir. Örneğin; merdiven kullanıldığında, iş için kafi uzunlukta olup olmadığını, sağlamlığının ve uygun şekilde dikilmiş olup olmadığının kontrol edilmesi önemlidir. Bu noktaların her birinin kontrol edilmesi güzel bir uygulamadır. Bunu yapmakta ihmal, işin daha uzun süre yapılması veya daha kötü yapılması ile sonuçlanır ve kazaya sebep olabilir.

4.2.5.1. Materyal ve Malzemeler

Materyal ve malzemeler, kullanılan şahısların sağlığı için, özelikle bu konuda bilgileri yoksa, bir risk olabilir. Bazı malzemeler, göze, deriye ve asbestte olduğu gibi akciğerlere zarar veren parçacık veya tozlar yayarlar. Diğer bazı malzemeler zararlı buhar veya duman üretirler. İnşaat çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bazı malzemeler çok çabuk alevlenir veya deri için tehlikelidir. Bu malzemelerin yol açabileceği tehlikeler konusunda bilginiz varsa gerekli tedbirleri almalı, şayet yoksa bilen birine danışmalısınız.

4.2.5.2. Aletler ve Ekipman

Alet ve ekipman uygun kullanımı ve korunması eğitimi, işi yapmayı öğrenmenin bir bölümüdür. Eğer bir alet veya ekipman parçasının uygun kullanımı ve amacı anlaşılırsa, yanlış kullanımı onları kısa zamanda nasıl amaca uymayan hale getireceği kolayca görülür. Sizin için ellerinizin zarar görmesi, işinizdeki alet ve ekipmanın yanlış kullanımı veya hasar görmesinden daha önemlidir; çünkü iş yapabilmek için her zaman onlara ihtiyacınız olacaktır!

El testeresinden hareketli krene kadar her alet ve ekipman parçası, onu kullanan kimsenin kontrolü altında olmalıdır. Bu aletler, kendilerinden istenen işi tam olarak yapmıyorlarsa kontrol altında değildirler. Yani güvenli bir durumda değildirler. Tecrübeli bir kişi kendi makine ve aletinin kontrolü dışına çıkmasına izin vermez. Tecrübe, ne yapmak isteğini bilmeyi ve aleti amacınıza hizmet ettirmeyi gerektirir.

Pek çok makine ve fişek-hareketli aletler gibi bazı ekipman parçaları özellikle bunları kullanmak üzere eğitilmiş ve uzmanlaşmış kimseler tarafından kullanılmalıdır. Her makine veya ekipman parçasına özel kural ve işlemler uygulanır. Bunlar bilinmeli ve izlenmelidir.

4.2.5.3. Tehlikeli İşlem ve Çalışmalar

Bazı işlem ve operasyonlar özellikle tehlikeli olarak bilinir. Asbest izolasyonun soyulması, en tehlikeli işlemlerdendir. Çalışanların güvenceye alınması, çoğu zaman, bu işte eğitilmiş personel çalıştıran müteahhitlere ve çalışmaları yönetenlere bırakılmış durumdadır. Daha önce bahsedilen fişek-hareketli aletlerin kullanımı özel tehlikeler ihtiva eder, özellikle yakınında çalışan başka kimseler mevcutsa tehlike daha önemlidir. Kaldırma işlemleri de tehlikelidir ve yakinen yönetilmesi gerekir.

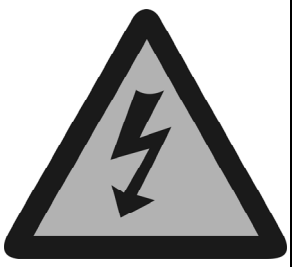
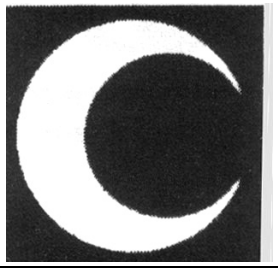
Bunlar ve benzeri proses ve işletmelerde iş, ne yapılabileceğini, nasıl yapılması gerektiğini ve işin hangi sırada yapılacağını açıklayan yönergelerle sınırlandırılmıştır. Yönergeler aynı zamanda neyin yapılamaması gerektiğini ve bazı durumlarda da kimin bulunması gerektiğini söyler; aynı zamanda iş sahalarına girişleri de kısıtlayabilir. Eğer işiniz bu işlemler kapsamında veya bunlardan etkilenecek gibiyse, sorumluluklarınız hakkında kanunların ne dediğini bilmelisiniz.

4.2.6. Güvenlik İşaretleri

Bir inşaat sahasında işinize giderken pek çok işaret ve notlar göreceksiniz. Bunlardan bazıları size yabancı gelmeyecek – örneğin bir "sigara içilmez" işareti. Bir kısmını da daha önce görmemiş olabilirsiniz. Onların neyi ifade ettiğini öğrenmeniz ve onları dikkate almak size kalmış bir şey. Onlar muhtemel tehlikeleri ikaz eder ve asla ihmal edilmemelidir.

Güvenlik işaretleri dört değişik kategoride toplanır. Bunlar; şekilleri ve renkleri ile tanınır. Bazen bu işaretler sadece bir sembol olabilir; bazen da harf ve şekilleri ihtiva eder ve bir geçidin yükseklik toleransı veya bir krenin güvenli çalışma yükü gibi ekstra bilgiler sunabilir.

İşaretlerin dört ana kategorisi aşağıdaki şekildedir.

1. Yasaklama İşaretleri Şekil: Dairesel Renk: Kırmızı daire ve çapraz çizgi Beyaz zemin üzerine siyah sembol Anlamı: Ne yapılmaması gerektiğini bildirir Örnek: Sigara içilmez	
2. Mecburiyet İşaretleri Şekil: Dairesel Renk: Mavi zemin üzerine beyaz sembol Anlamı: Ne yapılması gerektiğini bildirir Örnek: Eldiven giyiniz	
3. İkaz İşaretleri Şekil: Üçgen Renk: Siyah çerçeveli sarı zemin üzerine siyah sembol Anlamı: Tehlike ve İkaz Örnek: Dikkat, elektrik şok riski	
4. Bilgilendirme İşaretleri Şekil: Kare veya Dikdörtgen Renk: Beyaz zemin üzerine kırmızı sembol Anlamı: Güvenlik amaçlı bilgi verme veya yol gösterme Örnek: İlk yardım noktası	

4.2.7. Tehlikeli Madde, Malzeme ve İşlemler

Pek çok madde ve malzeme, gerekli tedbirler alınarak güvenli şekilde taşınabilir ve bunlarla çalışılabilir. Şüphesiz ki, sorumsuzca kullanılır veya taşınırsa hemen hemen her şey tehlikeli olabilir. Aynı şeyler, genelde yapılan şeyler (çoğu zaman alet ve ekipmanlar yardımıyla) ve malzemeleri de kapsayan işlemler için de

doğrudur. Bazı malzeme ve işlemler özel dikkat gerektirir; birkaç tanesi için de daha fazla dikkat gereklidir. Tehlikeler nelerdir, ne zaman ortaya çıkar, nasıl önlenebilir; bunların bilinmesi önemlidir. Genellikle önlem, koruyucu elbise ve ekipman kullanımını kapsar.

4.2.7.1. Toz ve Parçacıklar

Toz ve parçacıklar, malzemenin işlenmesi veya taşınması sırasında ortaya çıkar. Personelin korunmasıyla ilgili kısımda işaret edildiği gibi, bu tozlar, gözlere, akciğere ve bazı durumlarda deriye zarar verir. Tuğla, duvar, beton, kereste, plastik ve diğer sert malzemeler, kesme veya delme aletleriyle işlendiklerinde toz ortaya çıkar. Eğer bu tozun göze veya ciğerlere girme tehlikesi varsa, koruyucu ekipman ve elbise gerekecektir.

Asbest tozlarının zararlı etkisi şimdi çok iyi bilinmektedir ve mavi asbest öyle zararlıdır ki, inşaat çalışmalarında ve inşaat malzemelerinde uzun zamandır kullanılmamaktadır. Tehlikesi bilinmeden önce çok geniş kullanılmakta idi, özellikte boru sisteminin korunması ve izolasyonu için kullanılırdı. Herkes özellikle de yıkım ve tamir işlerinde çalışanlar, bu çeşit maddelerin tehlikesine karşı uyanık olmalı ve bu durum kişinin kendi inisiyatifine bırakılmamalı, kişi ikaz edilerek uyarılmalıdır. Asbestin diğer tipleri halen kullanılmaktadır. Örneğin; asbest çimentodan çatı malzemesi, izolasyon tabakaları ve taşıtların fren mekanizmaları gibi. Asıl tehlike, asbestin kesilmesi veya delinmesi işlemlerinde ve tamir, yıkım gibi dağılma sözkonusu olan çalışmalarda ortaya çıkar. Asbestin taşınması ve kullanımı kanunla ve yönetmelikle kontrol edilmelidir. Bu işlerde çalışan kimseler, toz zararlarına karşı tam eğitilmiş ve korunmuş olmalıdır.

4.2.7.1. Duman ve Buharlar

Duman ve buharlar, kapalı hacimlerde en tehlikeli maddelerdir. Açık havada genellikle dağılırlar. Yapıştırıcılar, reçineler, çözücüler, boyalar ve boya incelticilerin hepsi duman ve buhar üretirler, bu maddeler bina içinde kullanıldığında, kapı ve pencereler mümkünse açılmalı ve bir hava cereyanı oluşturulmalıdır. Eğer bu yapılmazsa veya duman birikmesi önlenmezse, gaz maskesi kullanmak gerekebilir.

Buharlar genellikle alevlenebilir. Alevlenebilir buhar üreten maddeler, çıplak elektrik teli veya kıvılcım üretebilecek ekipman yanında depolanmamalı, açılmamalı veya kullanılmamalıdır. Kullanımdan sonra tapalar ve kapakların yerine konduğundan ve kalıntıların acilen silinip temizlendiğinden emin olunmalıdır. İşyerinde sadece iş için gerekli miktarda sıvı bulundurulmalı ve kullanılmayan kısmı, alevlenebilir sıvıların depolandığı yere geri götürülmelidir.

4.2.7.2 Üretimin Tehlikeli ve Zararlı Faktörleri

1. Fiziksel faktörler. Mekanik kuvvet,ses, titreşim, elektrik cereyanı, havadaki toz, zararlı gaz, ve ergonomik şartları uygun olmayan ortamlar.
2. Kimyasal faktörler. Zararlı gıcıklandırıcı kanserojen maddeler
3. Biyolojik faktörler. Mikroorganizmaların etkisi (bakteriler, virüsler, mantarlar)
4. Psiko-Fizyolojik faktörer. İşlerin fiziksel ve psikolojik etkiler.

BÖLÜM V
TESİS YERİ SEÇİMİ VE DÜZENLENME

5.1. Tesis Yeri Seçimi Kavramı

Tesis kavramı ile fabrika, atölye, sanayi sitesi, depo, işyeri, okul hastane, karakol, kütüphane, üniversite gibi kurum ve kuruluşlar kastedilmektedir. Yer seçimi kavramı ise kısa ve/veya uzun vadede çeşitli ölçütlere göre en iyi avantajlara sahip yerin belirlenmesini ifade eder. Tesis yeri seçimi, gelecekte söz konusu avantajları elde edebilmek amacıyla yapılacak yatırım için en uygun yerin seçimi çalışmasıdır. Tesis yeri seçimindeki yanlışlıklar gelecekte önemli maddi kayıplara, çevre sorunlarına ve gelişme güçlüklerine neden olacaktır. Tesis yeri seçimi kararı, tesis planlama veya tesis tasarımı denilen bütünsel bir çalışmanın alt çalışmasıdır. Tesis planlamada tesis yeri seçiminin yanı sıra tesis sayısı, tesis kapasitesi ve tesis üretim ve yönetim sistemi kararları da verilir.

Çok karşılaşılan bir örnek olarak fabrika yeri seçimi problemi ele alınarak tesis yeri seçimi konusu açıklanacaktır. Diğer tip tesisler için kullanılacak ölçütler farklılıklar gösterse de temel yöntem aynı kalacaktır. Tesis yeri seçimi çok etmenin aynı anda değerlendirilmesini gerektiren bir çalışmadır.

5.1.1. Tesis Yeri Seçimindeki Aşamalar ve Etmenler

Tesis yeri seçimi kavramı verilebilmesi için önerilen sistematik bir yaklaşım aşağıdaki aşamalardan geçilmesini öngörür:

1) Bölge seçimi
2) Yöre seçimi
3) Yer (arsa, arazi) seçimi

Şimdi yukarıdaki seçim kararlarını etkileyen etmenleri inceleyelim:

a) Bölge seçimi: Uygun coğrafi bölgenin belirlenmesi aşamasında aşağıdaki etmenler dikkate alınır.

- Hammadde kalitesi, bulunma kolaylığı, gelecekteki durumu, maliyeti, ulaşım şekli ve maliyeti
- İşgücü kalitesi, ortalama maliyeti, sosyo-kültürel yapısı, bulunabilirliği, bölgenin ortalama yaşam standardı

- Enerji kaynaklarının durumu, çeşitliliği, maliyeti, sürekliliği, kullanılabilirliği
- Ulaşım olanaklarının durumu, çeşitliliği, maliyeti, sürekliliği, kullanılabilirliği,
- Pazarın durumu yakınlığı, tüketici tercihleri, satış ve dağıtım olanak ve maliyetleri, pazarlama ve reklam olanakları
- Yan sanayi kuruluşlarının durumu, teknolojisi, kalitesi, güvenirliği, yan sanayi kullanım maliyetleri
- İklim durumu, iklimin üretim maliyetine etkileri, ulaşıma etkisi, işçilik verimliliğine etkisi
- Sermaye temin olanakları, kredi ve faiz durumu, bölge halkının ilgisi, devletçe sağlanan teşvik ve diğer mali olanaklar
- Bölge rekabet koşulları, rakip firmaların durumu
- Vergi, resmi harçlar
- Devletin bölgeye yönelik yatırım politikası
- Bölgedeki araştırma geliştirme ve teknoloji potansiyeli

b) *Yöre seçimi:* Bölge içinde işletmenin kurulacağı arsa/arazinin bulunduğu yörenin seçimidir.

c) *Arsa/Arazi seçimi:* Yöre içinde işletmenin kurulacağı yerleşim alanının seçimidir.

Yöre ve arsa/arazi seçiminde kullanılan etmenler aşağıda belirtilmiştir. Bu etmenlerden bazıları bölge seçiminde de kullanılmasına karşılık burada mikro açıdan değerlendirilmektedir.

- Alt yapı hizmetleri: ulaşım, haberleşme, elektrik, doğal gaz, su, kanalizasyon, atık giderme tesis ve olanakları
- İşgücü, nüfus, nitelikli işgücü bulunabilirliği
- Organize sanayi bölgesi olup olmaması
- Ulaşım: iş merkezlerine, şehir merkezine, konut alanlarına, kamu kuruluşlarına, limanlara, demiryoluna, havaalanına ve diğer tesislere yakınlık ve ulaşım olanakları
- Genişleme olanaklarının varlığı
- İşçi-işveren ilişkilerinin durumu
- Çevre toplumun sosyo-kültürel yapısı

- Arazinin topografik yapısı
- Hammadde ve malzeme kaynakları, kapasiteleri, kalitesi, maliyeti ve yakınlığı,
- Pazar hacmi, rekabet durumu ve yakınlığı
- Araştırma, geliştirme ve eğitim kuruluşlarına yakınlık
- Sağlık ve spor olanaklarına yakınlık
- İskan durumu
- Vergi, resmi harçlar
- Arsa/arazi ve yatırım maliyetleri
- İşletme maliyetleri
- Güvenlik olanakları
- Sağlanan teşvik ve kısıtlayıcı etmenler
- Uluslararası ticaret olanakları

Yöre seçiminde üç farklı yaklaşım düşünülebilir. Şehir içi, şehir dışı, yakın yöreler, şehir dışı uzak yöreler. Her seçeneğin kendine göre avantajlı ve dezavantajlı noktaları olacaktır. Şehir içi yerleşim alanları yüksek arsa veya kira maliyetine karşılık, nitelikli çalışan bulabilme, pazara yakın olma avantajlarına sahip olacak, şehir dışı uzak yöreler ucuz arazi maliyeti avantajına karşılık, nitelikli çalışan bulamama ve pazara uzak olma dezavantajlarına sahip olacaktır. Bu noktada yapılması gereken uygun yeri seçimi yaklaşımı kullanılarak doğru kararın verilmesidir.

5.1.2. Tesis Yeri Seçimi Sorununa Yaklaşımlar

Tesis yeri seçimi yaklaşımları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

1) *Analitik Yaklaşım*: bu yaklaşımda yerleştirme yapılacak alanın sürekli olduğu varsayılır. Yani alanın her noktasına yerleştirme yapılabilir, her noktadan her noktaya doğrusal olarak gidilebilir. Amaç taşınan mal ağırlığı ile taşınan uzaklığı en küçükleyen yerin seçimidir. Bu yaklaşım ile tek tesisli veya çok tesisli yerleştirme problemleri çözülebilir.
2) *İktisatçı Yaklaşım:* üretim, istihdam, fiyatlandırma, arz-talep, rekabet vd ekonomik etmenlerin değişimin tanımlanarak ve aralarındaki ilişkilerin saptanarak tesis yeri seçiminin belirlenmesi yaklaşımıdır.
3) *Sistem Yaklaşımı:* Endüstriyel sistemlerdeki bilgi, sipariş, malzeme, sermaye işgücü ve nakit akışı gibi akışlar tanımlanarak ve aralarındaki ilişkiler saptanarak tesis yeri seçiminin belirlenmesi yaklaşımıdır.

4) *Çok Ölçütlü Yaklaşımı:* taşıma maliyetlerinin en küçüklenmesi amacının yanı sıra işgücü temini, teşviklerden yararlanma, çevreye en az zarar gibi diğer ölçütlerin de eş zamanlı olarak dikkate alındığı bir çözüm yaklaşımıdır.
5) *Analog Yaklaşımlar:* Problemi başka elemanlar vasıtasıyla benzer (analog) modeller haline dönüştürerek görsel bir nitelik kazandırma yaklaşımıdır. (analog modellere en iyi örnek bina yapımı öncesi gerçekleştirilen maket çalışmalarıdır. Böylece maket incelenerek binanın konum ve mimarisine yönelik kararlar verilir) Grafik modeller de bu yaklaşım altında görülür.
6) *Karma Yaklaşım:* Yukarıda belirtilen çeşitli yaklaşımlara uygun yöntemlerin eş zamanlı veya ardışık olarak birlikte kullanıldığı yaklaşımdır.

5.2. Tesis Yeri Düzenlemenin Tanımı ve Amaçlar

Tesis yeri düzenleme, mamul ve hizmet üretiminde kullanılan işgücü, malzeme, makine ve teçhizat gibi fiziksel kaynakların istenen kapasite, kalite, maliyeti ve ergonomik koşulları sağlayarak en verimli bir şekilde üretimin yapılacağı alan üzerine yerleştirilmesidir. Bu kapsamlı çalışma çeşitli mesleklerden kişilerin oluşturduğu bir ekip tarafından gerçekleştirilir.

Tesis yeri düzenleme problemi aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı oluşabilir:

1. Yeni bir tesis kurulması
2. Yeni bir alana veya binaya taşınılması
3. Yeni ürün tasarımları veya mevcut ürünlerdeki tasarım ve imalat yöntem değişiklikleri, teknolojik yenilemeler
4. Bazı ürün üretimlerinden vazgeçilmesi
5. Yeni tesis ve makine alımları
6. Mevcut makinelerin satılması, kiralanması veya fason işletmelere verilmesi
7. Malzeme akışındaki verimsizlikler, malzeme takibindeki aksamalar, tıkanıklıklar, darboğazlar
8. İnsancıl (ergonomik) çalışma koşullarındaki olumsuzluklar
9. İş yüklemelerindeki dengesizlikler, boş beklemeler
10. Çevre koruma etmenlerinden kaynaklanan zorlamalar
11. Aşırı malzeme taşımalarının oluşması, maliyetlerdeki atışlar
12. İş kazalarına karşı alınan iş güvenliği önlemleri
13. Ürün ve üretim kalite spesifikasyonlarının sağlanabilmesi.

Yukarıdaki nedenlerin bazıları hemen, bazıları ise zaman içinde artan önemi sonucu tesis yeri düzenleme çalışması yapılmasını gerektirir.

Tesis yeri düzenleme çalışmalarının amaç ve yararlarını ise aşağıdaki şekilde belirtebiliriz:

1. Toplam üretim süresinin en aza indirilmesi, beklemelerin ve geri dönüşlerin azaltılması.
2. Malzeme taşımaların en aza indirilmesi, malzeme taşıma düzeninin geliştirilmesi
3. Üretimin esnek bir yapıya kavuşturulması, üretim planındaki değişikliklere daha hızlı uyum gösterilmesi
4. Çalışanlara çalışma kolaylığı, ergonomik koşullar ve iş kazalarına karşı iş güvenliği sağlanması,
5. Arsa ve bina alanı ihtiyacının en aza indirilmesi yoluyla gerekli sermaye miktarının azaltılması, alanlardan en verimli bir şekilde yararlanılması
6. Üretim planlama ve kontrolü faaliyetlerinin daha etkin ve verimli bir şekilde yapılabilir hale getirilmesi, stok alanları ve düzenlerinin belirlenmesi, makine yüklemlerinin dengeli hale getirilmesi, kapasite kullanım oranlarının yükseltilmesi
7. Temizlik, bakım-onarım, kalite kontrol vd. Faaliyetlerin daha etkin ve verimli bir şekilde yapılabilir duruma getirilmesi
8. Geleceğe yönelik gelişmeler için gerekli önlemlerin alınması

5.2.1. Tesis Yeri Düzenleme Tipleri

Tesis yeri düzenlemede başlıca 3 tür yerleştirme bulunmaktadır. Bunlar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır:

1. **Prosese Göre Yerleştirme:** iş yerinin düzenlenmesinde imalat donatımının tipi ve işlem karakteristikleri önemli rol oynar. Eğer bunlar çok çeşitli mamulleri üretecek şekilde ise prosese göre planlama uygulanır. Ancak her çeşitteki mamul miktarı çok fazla değildir. Bu planlamada aynı ya da benzer tipteki makine ve gereçler aynı grupta ve bir yerde toplanır. Gruplama önce bölümlere (talaş kaldırma, montaj, ambarlar) göre yapılır. Daha sonra bölüm içindeki benzer makineler kendi aralarında gruplandırılır. Örneğin talaş kaldırma bölümündeki makineler, tornalar, frezeler, matkaplar olarak gruplandırılabilir.

Yararları:

1. Makineler üniversal (genel amaçlı) olduğundan çok çeşitte mamul yapma olanağı vardır. Esneklik daha fazladır.
2. Makineler fazla pahalı olmadığından yatırım miktarı azdır. Dolayısıyla iş riski de azdır.
3. Donatım veya tezgahlardan birinin bozulması halinde, işin başka bir tezgaha aktarılması ile üretimin aksaması önlenebilir. Ayrıca makinelerin tamiri daha kolaydır.
4. Kişisel teşvikli ücret sistemleri için uygundur. Üretimde kişisel bilgi ve benzeri kullanımı daha fazladır.
5. Karışık ve hassas proseslerin, özellikle fazla muayene isteyen durumların kontrolü daha iyi yapılır.

Sakıncaları:

1. Yarı mamul stokları için fazla alan gereklidir.
2. Makineler farklı işler işleyeceğinden hazırlık zamanları uzundur.
3. Üretimin planlaması ve kontrolü karışıktır.
4. Malzeme taşıma maliyetleri yüksektir.
5. Nitelikli eleman kullanımı gerekir.
6. Üretim hızı düşük, beklemeler fazladır.

2. **Ürüne Göre Yerleştirme:** Bu tip yerleştirme az çeşitte ürünün çok sayıda üretildiği fabrikalarda uygulanır. Makine ve gereçler ürün üretiminin gerektirdiği sırada yerleştirilir. Böylece her iş istasyonunda ürüne, bir önceki istasyonda uygulanan işlemden sonra gelen işlem uygulanır ve bir sonraki iş istasyonuna gönderilir.

Yararları:

1. Malzeme taşıma maliyetleri düşüktür.
2. Hazırlık ve işlem zamanları kısadır, üretim hızlıdır.
3. İş istasyonları arasında yarı mamul stokları düşüktür, düzgün bir iş akışı vardır.
4. Grup teşvikli ücret sistemlerine uygundur.
5. Üretimin planlaması ve kontrolü daha kolaydır.
6. Kalifiye olmayan işçi kullanılabilir.

Sakıncaları:

1. Ürünlere sürekli ve düzgün bir talebin olması gerekir. Talep yokluğu nedeniyle üretimin durması önemli kayıplara neden olur.
2. Makinelerden birinin arıza yapması tüm üretimin durmasına neden olabilir.
3. Makine ve teçhizat özel amaçlı olduğundan yatırım maliyetleri ve bakım-onarım giderleri fazladır.
4. İşçiler monoton işler yapmak durumundadır.
5. Üretim kapasitesi üretim akışı içindeki en düşük kapasiteli makine tarafından belirlenmiş olur, kapasitelerin dengelenmesi önemli bir sorundur.
6. Esneklik, farklı ürün üretebilme kabiliyeti azdır.

3. **Sabit Ürüne Göre Yerleştirme:** Bundan önceki iki tipte ürün hareketli, makineler sabit idi. Bu tipte ürün belirli bir yerde sabittir ve üretim olanakları gerektiğinde buraya taşınır. Gemiler, lokomotifler, büyük uçaklar, inşaat bu tip ürünlerdir. Bu ürünler dışında sabit konumlu ürüne göre yerleştirme yaklaşımı pek kullanılmaz.

Yararları:

1. Malzeme taşıma maliyetleri düşüktür.
2. İş dağıtımı ve kontrolü nispeten kolaydır.
3. Takım çalışmasının getirdiği avantajlara sahiptir.
4. Esnek bir üretim yapısı vardır.

Sakıncaları:

1. Makine ve teçhizatın taşınma ve yerleştirme maliyeti vardır.
2. Makine ve teçhizatın kullanım oranı düşüktür.
3. Kalifiye işçiye gereksinim gösterir.

Prosese göre yerleştirme daha ziyade siparişe göre üretim yapan küçük ve orta ölçekli işletmelerde, ürüne göre yerleştirme ise stok için üretim yapan büyük ölçekli işletmelerde uygulanır. Ancak prosese göre yerleştirmede parça aileleri kavramından hareketle imalat hücreleri oluşturulmakta ve böylece ürüne göre yerleştirmenin avantajları yakalanmaya çalışılmaktadır.

5.2.2. İş Akışı Tipleri

İşletmelerde malzeme, parça ve yarı mamullerin, üretimleri sırasında izledikleri yola işl akışı denilmektedir. Harflere sembolize edilen temel iş akışı tipleri tek veya karma bir şekilde uygulanabilir. Hangi akış tipinin esas alınacağının belirlenmesinde; işletmenin tek veya çok bina, tek veya çok katlı bina, malzeme taşıma sistemleri, ergonomi ve iş güvenliği kuralları, metot etüdü çalışmaları, parçaların imalat ve kalite kontrol usulleri, temizlik ve bakım kolaylıkları, alan ihtiyaçları, esneklik, binanın mimarisi vd. özellikleri dikkate alınır. İş akışı tipleri düşey ve yatay olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

Düzgün ve belirli bir iş akışı üretim kontrolünü kolaylaştırır, malzeme taşıma maliyetlerini düşürür ve verimliliği artırır. Belirlenen iş akışı malzeme taşıma sisteminin kurulmasına da esas teşkil eder. Konveyör bantları, monoraylar, demiryolları, elevatörler, borular vb. sabit yollu taşıma teçhizatı, köprülü vinçler, kule vinçleri vb. sabit alanlı taşıma teçhizatı, forkliftler, traktör ve çekiciler, dozerler serbest hareketli taşıma teçhizatı belirlenen iş akışı ile verimlilik ve ekonomiklik faktörleri dikkate alınarak seçilir.

5.2.3. Sistematik Tesis Yeri Düzenleme Yaklaşımı

Tesis yeri düzeni tasarımında aşağıdaki kriterler esas alınır:

- Entegrasyon: ilgi etmenlerin en üst düzeyde entegre bir biçimde çalışabilme özelliği,
- Hareket minimizasyonu: İnsan, malzeme ve teçhizat hareketinin en az düzeyde tutulabilmesi,
- Akış Yönünde Yerleştirme: Mümkün olduğu kadar makine ve teçhizatın iş akışı yönünde yerleştirilmesi,
- En Az Alan ve Hacim Kullanımı: Hem iki hem de üç boyutta alan ve hacim kullanımının en düşük düzeyde tutulabilmesi
- İş Güvenliği: İşçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerinin gerektiği şekilde alınması
- Çalışanların Tatmini: Tesis yeri düzeninde çalışanların tatminine yönelik önlemlerin alınması,
- Esneklik: Değişikliklerin en az maliyet ile gerçekleştirilebilmesi ve çeşitli üretimlerin yapılabilmesi

BÖLÜM VI
ÜRETİM SİSTEMLERİ

6.1. Sistemin Tanımı, Temel Yapısı, Önemli Bazı Özellikleri.

Sistem denilince akla öncelikle bir bütünlük kavramı gelir. Bu kısaca, her sistemin bir bütün olduğu ve bütünün öğelerden oluştuğu şeklinde açıklanabilir.

Her sistemin bir amacı, yerine getirmesi gereken bir işlevi olacağına göre; öğelerin de bu amacın gerçekleşmesine uyumlu olacak biçimde birleşmesi gerekir. Bu şekilde; birbirleriyle uyum içinde çalışan, birbirleriyle karşılıklı işlevsel ilişkileri olan, bütünün amacı doğrultusunda birbirlerini tamamlayan unsurlar söz konusudur.

Sistem öyle bir bütündür ki, öğelerinden herhangi biri diğeriyle olan ilişkilerinde uyumsuzluk gösterdiğinde, bu durum bütünü etkiler. Örneğin, İnsan sisteminde; dolaşım, solunum, sindirim, boşaltım, sinir, üreme gibi çeşitli alt sistemler bulunur. Dolayısıyla, insan vücudu bir düzen içerisinde işlerken, onu oluşturan öğelerden biri, örneğin duyu organı aksarsa, sistem; yani insan, bir bütün olarak bundan etkilenir.

Doğal sistemler için geçerli olan bu durum yapay sistemler için de geçerlidir. Fabrikayı bir sistem, işçileri de onun bir öğesi olarak ele alırsak, bu öğenin; yani işçinin herhangi bir aksaması, fabrikanın üretimini olumsuz yönde etkileyecektir.

Sistemin tanımı çeşitli biçimlerde yapılabilir. Sistem; öğelerin ya da bileşenlerin ilişkilerinin bir amaç için organize edilmesidir, diyebiliriz.

Sistem içinde yer alan daha küçük sistemler de olabilir. Bunlar "alt sistem" olarak adlandırılır. Alt sistemler kendi içinde bir bütün oluşturan, fakat içinde yer aldıkları daha büyük sistemin amacı doğrultusunda çalışan sistemlerdir. Alt sistemler kendi başlarına ele alındığında bir sistemin bütün özelliklerini içerirler. Özellikle karmaşık sistemler bir çok alt sistemlerden oluşurlar. Başka deyişle, her sistem kendisinden büyük başka bir sistem içinde yer alan bir alt sistemdir.

Bu açıklamalardan ortaya çıkan sonuçlar şöyle özetlenebilir:

Sistem, bileşenlerin oluşturduğu bir bütündür.

Sistem, bileşenler arasında uyumlu ilişkileri dizisidir.

Bütünün bir amacının olması gerekir.

İşlevini yerine getiren bir bütün, daima bileşenlerinin toplamlarının oluşturduğu değerden daha büyük bir değere sahiptir.

Bileşenler bütünden soyutlanarak incelendiklerinde yeterince anlaşılamazlar. Bileşenler ait oldukları bütün içinde bir anlam kazanırlar, ait oldukları bütün için bir değer taşırlar.

Sistem teorisinin ana çizgilerini içeren bu özellikler sistemin eksiksiz bir tanımının yapılmasında büyük yarar sağlarlar.

O halde, sistem; bir amaca yönelik olarak çeşitli öğelerin işlevsel ilişkilerle bir araya gelerek oluşturmuş oldukları bütündür, diyebiliriz.

Daha geniş bir tanım ise şöyle yapılabilir:

Sistem, bir bütün oluşturmak üzere bir araya gelmiş birbirleriyle karşılıklı ilişki içinde bulunan bileşenlerin belli bir amacı gerçekleştirmek üzere uyumlu bir biçimde bir arada çalıştığı yapıdır.

Her sistemde var olan temel unsurlar, girdi, işlem ve çıktı unsurlarıdır. Bir sistemin genel yapısı şekil 1.1'de verilmiştir.

Şekil 6.1. Sistemin yapısı ve temel unsurlar

Yukarıdaki şekilde ortada görülen işlem bölümü sistem kavramının en karmaşık unsuru olup, nitelik bakımından daha çok bir kara kutuya benzer. Burada birbirine bağlı birden çok işlem yer alır. İşlemler bütününün amacı, sistemin amacıyla özdeştir. Kara kutuya bir dönüştürme süreci olarak da bakılabilir. Çeşitli girdileri alıp önceden tanımlanmış bir çıktıya dönüştürme eylemi olarak işlev görür.

Sistemin fiziksel veya kavramsal olarak sınırları vardır. Bu sınırların dışında kalan her şey sistemin çevresini oluşturur. Sistemler dinamik bir yapıya sahip olmalarının bir gereği olarak, sistemin çevresi ve diğer sistemler ile sürekli ve sonsuz bir ilişki içerisindedirler.

Sistemin güvenilir ve dengeli olması da önemlidir. Bunu sağlayamamış sistemlerin kullanışlı olması mümkün değildir.

Geri besleme işlevinin amacı, çıktılar ile önceden saptanmış standartlar arasındaki farklara ilişkin bilgileri, sisteme geri vermek suretiyle gerekli düzeltmelerin yapılmasını sağlamaktır. Bu şekilde, sistem kendi denetimini ve yönetimini başarmış olmaktadır.

Sistemlerin en belirgin özelliklerinden biri de, kendisinden küçük sistemlerde (alt sistemlerden) oluşmasıdır. Çevremizde yer alan her sistem kendisinden daha büyük başka bir sistemin içinde yer alır.

Sistem anlayışının en büyük özelliklerinden biriside, ana sistemin başarısının alt sistemlerin başarılarına dayanmasıdır. Ortaya çıkan çıktının alt sistemlerin kendi başlarına ayrı-ayrı yaratabilecekleri çıktılarını toplamından büyük olması, sistemlerin var oluş nedenlerinin başında gelir.

Başka bir deyişle, sistem öğelerinin aritmetik bir toplamı değil, organik bir toplamıdır. Bunun anlamı şudur: Sistem oluşturmak üzere bir araya gelen öğeler fazladan bir güç kazanmaktadırlar.

Bu ilkeyi bir örnekle açıklayalım: Bir otomobil oluşturan tekerlekler, pistonlar, motor, aks, yağ pompası, vb. parçaların her birinin bireysel olarak değerlerini toplamı, otomobilin bütün olarak değerinden küçüktür. Çünkü otomobil bir sistemde ve işlevi bir noktadan diğerine nesneleri (insanlar, mallar vb.) taşımaktır. Otomobili oluşturan bileşenlerin tümü sistem oluşturmayacak şekilde bir arada olsalar bile, otomobilin işlevini yerine getiremezler. Bu nedenle, bileşenler ancak sistem oluşturacak şekilde bir araya geldiklerinde toplamlarına ek bir güç kazanmaktadırlar. Bu güce "sinerji" adı verilir.

Sinerji; sistemlerin arttırılmış dayanıklılığı anlamına gelen bir terimdir. Sistemin bütün olarak gücü, onu oluşturan birimlerin güçlerinin teker-teker üst üste eklenmesiyle bulunan toplam güçten büyük olmaktadır. Bunu şöyle de ifade edebiliriz: 2+2>4 (İki ile ikinin toplamı dörtten büyüktür.)

6.2. Sistemlerin Sınıflandırılması

Sistemleri çeşitli kriterlere göre sınıflandırmak olanaklıdır. Açık ve kapalı sistemler, canlı ve cansız sistemler, doğal ve yapay sistemler gibi.

Bu sınıflamalardan konumuz gereği ancak birkaç tanesine değinmekle yetineceğiz:

1. Açık ve kapalı sistemler:

Çevresi olan ve çevresi ile ilişkisi olan, ondan etkilenen sistem"açık" sistemdir. Çevresi olmayan sistemler ise "kapalı" sistemdir. Kapalı sistemler tamamen kendi içinde kapanık sistemler olup dışarıya hiçbir alışverişleri yoktur.

Tüm "canlı" sistemler açık sistemlere tüm "cansız" sistemlerde "kapalı" sistemlere örnek oluştururlar. Bir işletme açık sistem, termostatik kapalı sistemdir.

2. Deterministik ve probabilistik sistemler:

Sistemin davranışlarının önceden bilinebilirliğine göre genelde iki tür sistemden söz edilebilir: Determinisitik (Belirli) sistem, Probabilistik (olasılıksal) sistem.

Belirli sistem, değişik koşullarda nasıl davranacağı ve nasıl işleyeceği önceden bilinen sistemlerdir. Tam bir belirlilik söz konusudur. Bilgisayarlar belirli koşullar altında hep aynı sonucu vermelerinden ötürü belirli sisteme örnek oluştururlar.

Olasılıksal sistem ise, davranışları önceden tam olarak kestirilmeyen, olasılık kanunlarına bağlı olarak çalışan sistemdir. Stok kontrol sistemi, kalite kontrol sistemi gibi sistemler olasılıklara bağlı olduklarından bu gruba girerler.

3. Basit ve karmaşık sistemler:

Sistemler karmaşıklık düzeylerine göre basit, karmaşık ve çok karmaşık olarak üç gruba ayrılır. Yazı / tura atışı basit – olasılıksal, ısıtma sistemi ise basit – belirli sisteme birer örnektir. Bilgisayar karmaşık – belirli sisteme, küçük işletmeler ise karmaşık – olasılıksal sisteme, ulusal ekonomi ve büyük işletmeler ise çok karmaşık- olasılıksal sisteme örnek gösterebiliriz.

Tüm bu sınıflandırmaların amacı, sistemleri ele alınış nedenine göre daha düzenli bir şekilde inceleyebilmektir. Bu çalışmada, ana konumuz işletme olduğundan başka sınıflandırmalar üzerinde durmaya gerek yoktur.

6.3. Üretim Kavramına Bir Bakış

Üretmek özelliği, insanı diğer canlılardan ayıran temel özelliklerden biridir. Bunun başlıca nedeni, kuşkusuz üretimin büyük ölçüde düşünceye, zekaya, yaratıcılığa dayanmasından ileri gelir. Bu özellikleri bünyesinde toplayan tek canlı insandır.

Üretim en yalın tanımıyla, "yaratılan değer"dir. Bunu biraz daha açmak gerekirse "ekonomik bir anlamı olan her hangi bir şeyi ortaya çıkarmak için ortaya konulan faaliyete" üretim adı verilir.

Sonucunda hiçbir işe yaramayan, değersiz şeylerin ortaya çıktığı faaliyetlerin üretim olarak adlandırılması olanaksızdır. Üretim sözcüğü yalnızca bir ürünün ortaya çıkması, oluşturulması amacıyla yapılan faaliyetler değil, aynı zamanda "bir ürüne değer katmak, değerini arttırmak amacıyla yapılan faaliyetler" için de kullanılır.

6.4. 2000'lerde Üretim

Birçok alanda çok şeyin değişime uğradığı 1990'lı yıllarda üretim olgusu yeni boyutlar kazanmıştır. Bu değişime neden olan kavramlar aşağıda kısaca incelenmiştir:

Globalleşme: Dünya artık ufalmıştır. Herhangi bir yerdeki gelişme artık yüzlerce hatta binlerce kilometre uzaktaki kişileri ve kurumları etkilemektedir. Global pazarlara girebilmek için üretim yapısının değişmesi gerekmektedir. "Küresel düşün, bölgesel uygula" sözü bu yeni dönemin ilkelerinden biridir.

Yüksek Teknoloji: Üretim büyük ölçüde bilgisayarlara, mikro elektroniğe, robotlara vs. bağlı olmaktadır. Teknoloji sık sık değişmekte ve gelişmektedir. Gelişen teknolojiye ayak uydurmak büyük önem kazanmaktadır. Ayak uydurmayan işletmeler rakiplerinden geri kalmakta, pazar payları daralmakta, giderek yok olmaktadır.

Kalite anlayışı: "Toplam kalite anlayışı", çok üretmek yerine kaliteli üretmek olgusu yaygınlık kazanmıştır. Kalite yalnızca işletmenin ürettiği ürün boyutunda düşünülmemekte, işletmenin kaynaklarını içine alacak şekilde kapsamı genişlemektedir.

Çevrenin korunması: Üretimin doğal çevreyi bozmaması, tahrip etmemesi konusu önem kazanmıştır. Ürünlerde kullanılan malzemelerin doğaya yeniden dönüşüm oranının yüksek olması, başka deyişle, doğada kısa sürede kaybolarak doğaya tekrar kazandırılması tercih edilmektedir.

Bilgi toplumu: Artan bilgi hacmi, bilgisayarların devreye girmesi imalata nazaran bilgiye dayalı üretimi ön plana çıkarmıştır. Bilgi üretimi ve işlenmesi büyük boyutlara ulaşmış, öte yandan rekabet ortamında hız ve zaman önem kazanmıştır.

Yönetim metotlarından yenilik: Tüm bu gelişmelere ayak uydurabilmek açısından, yönetimde de büyük yenilikler gözlenmektedir. "Sıfır stok" veya "stoksuz üretim", üretim yöntemlerinin esnek olması, üretim sistemlerinin modüler yapıda ve çok kısa sürede değişikliklere cevap verecek nitelikte olması gibi kıstaslar bu dönemin ana çizgilerini oluşturur. Bu bağlamda esnek imalat sistemleri, grup teknolojisi, hücresel üretim, JIT (Just In Time) tam zamanında üretim gibi yeni kavramlar üretim sistemlerine tanıştırılmıştır.

6.5. Üretim Süreci

Üretim tanımının kapsamına yalnız bir malın fiziksel olarak üretilmesi girmez. Üretim, mal ve hizmetlerin oluştuğu süreç olarak da tanımlanabilir. Bu anlamda, üretim süreçlerine fabrikalar yanında hastanelerde, bürolarda, süpermarketlerde, hava alanlarında ve benzeri yerlerde de rastlanır.

Bu tanımda da anlaşıldığı gibi genelde iki tür üretim süreci söz konusudur:

Mal üren süreçler,
Hizmet üreten süreçler.

Bu nedenle, üretim olayının yalnız fiziksel bir ürünün varlığı demek olmadığı görüşü 1960'lardan sonra giderek yaygınlık kazanmıştır. Bazı yazılar üretim kavramının yanı sıra daha geniş kapsamlı bir "faaliyetler" sözcüğünden söz etmektedirler. Üretim sözcüğünün atölye teknolojisinin ve otomobil, çelik gibi fiziksel ürünlerin imalini çağrıştırmasına karşılık, İngilizce "operations" teriminin karşılığı olan faaliyetler sözcüğü; ister kamu olsun, ister özel olsun, kar amaçlı olan veya olmayan, her hangi bir işletme içindeki mal veya hizmet üretimini kapsayan daha geniş bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

6.5.1. Mal ve Hizmet Üretimi

Mal –hizmet ayırımının bazı durumlarda sanıldığı kadar kolay olmadığı söylenebilir. Örneğin, yazılım sektöründe program üretilmektedir. Burada hizmet tarafı ağır basar. Menkul değerler alıp satan bir şirket kuşkusuz müşterileri için bir yatırım hizmeti yapmaktadır. Bankacılık, sigortacılık sektörleri de parayı müşterilerinden alıp kullanmakta ve karşılığında bir hizmet sunmaktadır. Aynen bir otel işletmesinin konaklama, lokantanın yemek, içki servisi vermesi, hastanenin sağlık hizmeti sunmak gibi.

Yukarıda verdiğimiz örneklerin hemen hepsi klasik, bilinen örneklerdir. Bununla beraber, günümüzde öylesine geniş bir ürün yelpazesi ile karşı karşıyayız ki, bunları bir çırpıda gruplara ayırıp mal veya hizmet diye sınıflandırmanın güçlüğü ortadadır. Bu konuda biraz daha düşündürücü bazı örnekler vermek de mümkündür:

YÖNETMENİN FİLM ÇEVİRMESİ→ çoğaltılması
Ressamın tablo yapması
Müzisyenin beste yapması
Şarkıcının plağa okuması → bant, video klip vb.
Yazarın roman, öykü yazması

Çevirmenin tercüme yapması
Heykeltıraşın anıt yapması

Tüm bu yapılanlar acaba hizmet mi sayılmalıdır yoksa mal mı? Örnekleri biraz daha genişleterek söz gelimi; inşaat hizmet midir, yapım mı: sinema filmi, müzik eseri (beste) hizmet midir, yoksa fiziksel bir meta mı?

Bu tür sorulara tam bir yanıt bulabilmek için mal ve hizmet üretimi arasında kesin çizgilerle ayırabileceğimiz bazı kıstasları bilmekte yarar vardır. Her şeyden önce mal fiziksel rahatlıkla algılanabilen, elle tutulabilen somut bir üründür, öte yandan hizmet için aynı şeyleri söylemek olanaksızdır. Hizmetin cinsi çok değişken olduğundan tek ve kolay bir tanımı da verilemez. Örneğin, posta hizmeti mektupların veya basılı materyalin bir noktadan diğerine iletilmesini sağlayan bir hizmettir. Bu hizmete benzer hizmetler kurye ve kargo taşıma hizmetleridir. Çünkü hepsinde materyal bir yerden diğerine aktarılmaktadır. Yolcu taşıma hizmetleri olarak niteleyebileceğimiz otomobil, uçak ve tren seyahatini de benzer hizmetler olarak görebiliriz. Çünkü hepsinde ürüne esas olan işlem; taşınacak nesnenin konumunu değiştirmek, bir noktadan başka bir noktaya götürmektir.

Ayrıca, hizmet üretiminde ürünü stoklamak, saklamak olnaksızdır. Oysa ki, mal üretiminde satılmayan ürün depolarda uzun süre saklanabilir. Hizmet üretiminde örneğin bir uçak havalandıktan sonra boş koltukları doldurmak kesinlikle mümkün olamayacağından telafisi olanaksız bir kayıp olarak tanımlamak yanlış olmaz.

Bu tür örnekler tablo 1'de gösterilmiştir:

İşletme cinsi	Çıktısı
Döviz büfesi	Bozdurulmuş döviz
Çöp toplama	Toplanan çöpler
Kurye şirketleri	Taşınan paketler
Seyahat acentesi	Turlar, geziler
Telefon idaresi	Telekomünikasyon
İthalat/ihracat	Dış ticaret işlemleri
Kamuoyu araştırmaları	Anketler
Dershaneler	Eğitim, öğretim
Nakliye şirketi	Taşıma
Gümrük komisyonculuğu	Gümrükleme
Reklam ajansı	Reklam kampanyası
Hastane, klinik	Muayene, tedavi
Emlakçılık	Emlak alım/satım
Medya işletmesi (radyo, TV)	Yayın

Tablo 12.1. Hizmet üreten işletmeler

Burada akla şöyle bir soru geliyor: Peki, tüm üretilen mal ve hizmetler üretim yönetiminin kapsamı içine girer mi? kuşkusuz, kar amacı taşımayan sanat eserleri (resim, müzik eserleri, tablolar, konserler) bu kapsamın dışında tutulmalıdır.

Askerlik gibi bir hizmet üretim sayılabilir mi? kuşkusuz hayır, çünkü üretimin tanımından gelen en önemli husus, işletmeye de bir yarar sağlaması, yani kar elde edilmesidir.

Bu noktada üretim sistemini ele almakta yarar bulunur.

6.6. Üretim Sisteminin tanımı

Üretim sistemi; ekonomik değeri olan bir ürünün yapımı için oluşturulan insan-makine-malzeme sistemi olarak, belli çeşit ve miktarda girdiyi alıp anlamlı bir çıktıya dönüştüren sistemdir. Üretim sisteminin girdileri genel olarak beş grupta toplanabilir:

1. *Makina (machine)*
2. *Malzeme (material)*
3. *İnsan (men)*
4. *Sermaye (money)*
5. *Metot (method)*

Üretim sisteminin temel elemanları olan unsurlara kısaca 5M adı verilir.

Üretim sisteminin temel elemanlarından biri makinedir. Makina veya üretim araçları, tek veya genel amaçlı olur. Genel amaçlı makineler daha esnek yapıda olup çeşitli ürün üretmeye elverişlidirler. Motor, torna, kaynak makineleri gibi araçlarıdır. Bu araçlar bir veya birkaç işlemi yapabilirler.

Özel amaçlı makineler ise bir tek işi yapmak üzere programlanmışlardır. Bunu genel amaçlı makinelerden daha çabuk yaparlar. Daha verimli çıktı üretirler.

Üretim sisteminin temel özelliği bir "dönüştürme" süreci içermesidir. Bu süreçle girdiler önceden belirlenen kurallara göre işlenmek süratiyle yine önceden belirlenen bir çıktıyı oluştururlar. İşte bu karmaşık faaliyetlerin içinde yer aldığı, dönüştürme ile ilgili tüm işlemlerin organize edildiği yapıda – ki bu yapı "kara kutu" olarak anılır – yer alan işlemlere ilişkin kararların alınması ve yapılanması üretim yönetiminin temel konusudur.

Üretim sistemlerinde amaç, kaliteli ve verimli bir çıktıyı ortaya koyabilmektir. Üretim sistemlerinin çalışmalarını değerlendirmede kullanılan kriterler ise etkinlik, üretkenlik, verimlilik gibi kavramlar olup her biri ayrı önem taşırlar.

BÖLÜM VII
KALİTE VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ

7.1. Kalite Kavramı Nedir?

Kalite kelimesi son yıllarda slogan haline gelmiştir. Genellikle çok değişik şekillerde kullanılmakta ve zaman zaman da yanlış anlaşılmalara neden olmaktadır. Bunun için bu kavrama açıklık getirilmesinde yarar vardır. Bu amaçla aşağıdaki açıklamalar yapılmıştır.

Kalite (Qualites) Latince "nasıl oluştuğu" anlamına gelen "quails" kelimesinden gelmektedir. Esasta kalite sözcüğü hangi ürün ve hizmet için kullanılıyorsa, onun gerçekte ne olduğunu belli etmek amacını taşımaktadır. Kalite, genel olarak günlük konuşmalarda üstünlüğü ve iyiliği, diğer bir deyişle kaliteye konu olan ürün ve hizmetin iyi niteliklerinin olduğunu belirtir. Bu bakımdan da kalite, sübjektif (kişisel) değerleri içermektedir. Ancak hemen belirtmek gerekir ki, subjektif değerlerndirmelerden oluşan kalite anlayışı ülkeden ülkeye, yaşam düzeyi, zevk, gelenekler, toplumsal yapı, eğitim, prosedür gibi çok sayıda faktörlerin etkisi altında değişik yapı göstermektedir. Bu nedenlerle tüketicinin ürün ve hizmetler için kullandıkları kalite kelimesinin ifade edeceği anlamlar da farklı olabilmektedir. Bu bakımdan herhangi bir ürünün üretiminde tüketicinin arayacağı niteliklerin gözönüne alınması gerekir. Bu açıdan da kalite subjektif bir kavramdır. Ancak ürünün ölçülebilen, belirlenebilen ve coğu kez kalite standartları veya mevzuatlarla belirlenen kalitesi ise objektif kalitedir. Esas olarak kalite sorusuna cevap verebilmek için ürünün veya hizmetin sahip oldukları aşağıda anlatılan özellikleri bilmek gerekir.

1. Fonksiyonel Özellikler. Ürünün veya hizmetin belirli bir amacı yerine getirebilmek için sahip olması gereken özellikler.
2. Kalite Özellikleri. Ürünün veya hizmetin daha iyi veya her zaman aynı şekilde yapabilmesi için sahip olması gereken özellikler.

Fonksiyonel ozellikleri örnek olarak, bir vidanın boyutları, bir çelik levhanın sertlik derecesi, bir ayakkabı tabanının esnekliği, bir ipliğin numara veya mukavemeti, bir kumaşın eni veya gramajı gibi sayılarla ifade edilebilen özellikler verilebilir. Kalite özellikleri ise, vida boyunun belirli bir ölçüye uygunluğu, bir ayakkabının derisinin uygunluk derecesi, bir kumaş boyunca görülebilecek gramaj deği-

şimleri, üretim hatalarının çeşitli partilerde rastlanan oranları gibi özelliklerdir. Bir ürünün kaliteli oluşunda, çok zaman o ürünün bazı üstün özelliklere sahip olması anlaşılır.

Kaliteli bir ürünü tanımlayacak olursak "Kaliteli bir ürün, fonksiyonel özellikleri en dar değişim sınırları içinde istenilen değerlerde olan standart bir üretim maddesidir."

Kalite kavramı, zaman içinde, birbirinden farklı birçok şekilde tanımlanmıştır. Bu tanımlardan, en fazla kullanılan birkaç tanesi aşağıda sıralanmıştır:

"Kalite, bir ürün ya da hizmetin değeridir.
Kalite, önceden belirlenmiş özelliklere uygunluktur.
Kalite, ihtiyaçlara uygunluktur.
Kalite, kullanıma uygunluktur.
Kalite, eksiklerden kaçınmaktır.
Kalite, müşteri beklentilerini karşılamak veya onların ilerisine geçmektir."

Kalite, müşterinin beklentilerini ve isteklerini sürekli karşılayacak şekilde ürün veya hizmet üretmektir.

Kaizen kavramını ortaya koyan Masaaki IMAI'nin kalite kavramına yaklaşımı ise şöyledir: - "En genel anlamda kalite, geliştirilebilecek herşey demektir. Kaliteden söz ederken ilk akla gelen, ürünün ya da hizmetin kalitesi olmaktadır. Kaizen stratejisi kapsamında incelenirse, hiçbir ürün veya hizmet, tasarlanmış olduğu seviyenin ilerisine geçemez. Burada, tasarım yapan insan olduğuna göre, insanın kalitesi ile ilgilenilmelidir.

İşi oluşturan üç yapı taşı; donanım, yazılım ve insan kaynaklarıdır. Ancak, insan faktörü yerine tam oturduktan sonra işin donanım ve yazılımla ilgili kısımları ele alınmalıdır. İnsanların içinde kalteyi oluşturmak, Kaizen bilincini edinmelerine yardım etmek demektir."

Kalite, genelde planlanabilir ve organize edilebilir olup, talimatlarla seviyesinin yükseltilmesi, gözlem ve kontrollerle de güvence altına alınması gerekir.

Kaliteyi ölçmeye çalışırken, kalite tarifine iki boyutta bakılabilir. Bunlardan birincisi müşterinin tatmini, diğeri ise üretimde hatasızlıktır.

Olaya müşteri tatmini olarak bakıldığında yükse kalite satış hasılatını yükseltir, ancak bu sırada maliyetlerde de artış görülmesi kuvvetle muhtemeldir.

Üretimdeki hatasızlık ise yeniden işleme, hurda ve ya çöpe atma masraflarını azaltmaktadır. İstatistiki kalite kontrol yöntemleri, her türlü testin maliyetini azaltmakta, kapasite kullanımını ve verimliliği artırmaktadır.

Norichi Kano, kaliteyi tanımlamak için iki boyutlu bir model geliştirmiştir. Kalite ile ilgili boyutlardan biri "mecburi kalite", diğeri ise "cazip kalite"dir. Mecburi kalite müşterinin üründen mutlak beklentilerini ifade eder. Eğer bu karşılanmazsa müşteri tatmin olmaz. Örneğin; ürün güvenliği, kullanım kolaylığı. Cazip kalite ise mevcut beklentilerin üzerine, müşterinin beklmediği ve talep etmediği ve hakkında önceden fikir sahibi olmadığı özelliklerle ilgilidir. Binek otomobillerinde, ani darbelere karşı hava yastığı geliştirilmesi buna örnektir. Cazip kalite, bir süre sonra müşterinin benimsemesi ve talebi ile mecburi kalite halini alır. Toplam kalite anlayışı, mükemmel tasarlanmış, her iki boyuttaki kaliteyi içeren bir ürün veya hizmeti öngörür.

Performans

Performans, ürünün işlem yetenekleriyle ilgilidir. Örneğin; bir televizyon için ses ve görüntü netliği, renk ve uzak istasyonları alabilme yeteneği gibi özellikler. Kalitenin bu boyutu ölçülebilir olduğundan, markalar nesnel olarak performans ölçütlerine göre sıralanabilirler.

Özellikler

Ürün ve hizmetin temel fonksiyonlarını destekleyen veya onların tanıtımını yapan iş karakterelerdir. Televizyondaki otomatik arama yetenekleri buna örnektir.

Güvenirlik

Belirli bir süre içinde ürünün bozulma olasılığı ile ilgilidir. Güvenirlik ölçütlerinden bazıları; birinci arızaya kadar geçen zaman, arızalar arasındaki zaman ve birim zamandaki arıza sayısıdır. Bu kriterler, daha çok dayanıklı tüketim mallarına yöneliktir. Atıl zamanın maliyeti arttıkça ve bakım pahalılaştıkça, güvenirliğin önemi artmaktadır.

Uygunluk

Bir ürünün tasarımının ve kullanım karakterlerinin standartlara uyma oranıdır.

Dayanıklık

Dayanaıklık, teknik olarak, bir ürünün bozulancaya kadar kullanım miktarıdır.

Servis olanakları

Servis olanaklarının kapsamında, onarım hızı, kolaylığı ve gereken ustalık vardır.

Estetik

Estetik, öznel yargılara dayanır ve kişilere ait zevkin yansımasıdır. Evrensel değildir. Herkesi memnun etmek imkansız olduğundan, şirketler hedef müşteri grupları belirler.

Algılanan kalite

Müşteriler her zaman bir ürün ya da hizmetin tüm özelliklerini bilmediklerinden dolayı karşılaştırmalar yapmak zorunda kalabilirler. Üretici firmanın ya da ürünün ünü, algılanan kalitenin özüdür.

İşletmeler, kalite ile ilgili çalışmalar yaparken, kalitenin tüm boyutlarını dikkate almak zorundadırlar.

Herhangi bir mamülün nihai kalitesini oluşturan ve mamulün kalitesini doğrudan etkileyen faktörler vardır. Bu faktörler:

- Proje ve tasarım kalitesi
- Teknik ve mühendislik hesap kalitesi
- Hammadde kalitesi
- İmalat kalitesi
- İşçilik kalitesi
- Kontrol kalitesi
- Ambalaj kalitesi
- Depolama ve sevkiyat kalitesi
- Kullanım kalitesidir.

Kalite, şu üç unsurunun etkileşimi ile ölçülmelidir:

1. Ürünün kendisi
2. Kullanıcı, ürün kullanılışı, yerleştirilmesi, ona dikkat etme miktarı ve ondan ne beklediği
3. Kullanma talimatları, müşterinin ve tamircinin eğitimi, tamirler için sağlanan servis, parçaların bulunabilirliği.

Kullanış amacının ve Fiyatının gözönünde alınması gerekir.

Ancak bir ürünün kalite düzeyinin önce tasarlanması ve sonra üretimle beraber gerçekleşmesi sözkonusu olduğuna göre, tüm faktörleri iki temel unsur üzerinde toplamak mümkündür. Bunlardan Tasarım kalitesi bir ürünün genel olarak tüketicilerin isteklerini karşılama derecesidir. Uygunluk kalitesi ise belirli bir ürünün üretildiği zaman kendisi için tasarlanan kalite düzeyine uyma derecesidir.

7.2. Toplam Kalite Yönetimi

Toplam Kalite Yönetimi'nden bahsetmeden önce kavramların daha iyi açıklık kazanması amacıyla Toplam Kalite ve Toplam Kalite Kontrol'dan bahsetmek isabetli olacaktır. Her ne kadar bu üç kavram birbirini açıklar mahiyette ise de anlatmakta fayda vardır.

7.2.1. Toplam Kalite Kavramı

Toplam Kalite, bir işletmede yapılan bütün işlerde, müşteri isteklerini karşılayabilmek için şart olan yönetim, insan, yapılan iş, ürün ve hizmet kalitelerinin, bir sistem yaklaşımı içerisinde, tüm çalışanların katılımı, hedef ve fikir birlikleri sağlanarak ele alınması ve geliştirilmesidir.

Müşterilerin mevcut ve ileride oluşacak beklentileri üretime ve mamul tasarımına ışık tutmalıdır.

Toplam Kalite yaklaşımına göre kalite, bir yaşam tarzı ve bir bakış açısı olmalıdır. Kişinin çalışmasıylai işletmesiyle, kısaca yaşamla bütünleşmesidir.

Günümüzde pazarlar kaliteli (hatasız, beklenen uygun, mükemmel) ürünleri ve hizmetleri kanıksamaya başlarken, kalitenin ikinci boyutu olan tasarım öne çıkmakta, müşterilerin beğenisini kazanan yeni, çeşitli ve farklı fonksiyonlar içeren ürünleri en çabuk biçimde pazara çıkarabilenler kazanmaktadır.

Kuvvetli bir medya kampanyası, herangi bir ürün için müthiş bir talep sağlayabilir. Ancak bu ürünü ilk tanıtımı ve ilk satışları için etkili olur. Müşterilerin kalıcılığı ve satışların sürekliliği, ancak, iyi bir fiyat ve kalite kombinasyonu ile sürdürülebilir.

Günümüzde, istenilen kalite düzeyinin uygun fiyatlarla beraber sağlanması için Toplam Kalite yaklaşımı gündeme gelmiştir. Toplam Kalite modelinin öğeleri:

1. Önlemeye Dönük Yaklaşım.

Toplam Kalite modelinin temelinde, "hataları ayıklamak" yerine "hata yapmamak" yaklaşımı vardır.

2. Ölçüm ve İstatistik

Ölçülemeyen şey geliştirilemez. Bu nedenle, ölçüm ve istatistik, Toplam Kalite'nin vazgeçilmez parçalardır. İstatistiğin vazgeçilmez önemi, aşağıdaki nedenlerden kaynaklanmaktadır.

a. Doğal olayların tümünde değişkenlik vardır. Bu değişkenliği ölçe bilmek için istatistiğe başvurmak şartır.

b. Hataların çok büyük bir bölümü değişkenlikten kaynaklanır. İstatistik biliminin tekniklerini uygulayarak değişkenliğin özellikleri incelenir ve hataların kaynakları bu yolla tesbit edilebilir.
c. İstatistik teknikleri analize yardımcı olduğu gibi, iletişimi de kolaylaştırır, konuya farklı açılardan bakan kişilerin aynı dili konuşmasına imkan sağlar.
d. İstatistiksel düşünme alışkanlığını geliştirmek, gerek yönetici, gerekse teknik personel için son derece yararlıdır.

3. Grup Çalışması

Çalışma gruplarının temel amacı, işin yapılma yöntemini irdelemek ve geliştirmek. İşlevleri ve yararları, aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a. "İşletme körlüğü"nü aşmada en etkili yöntem, grup çalışmasıdır. Bireylerin bulamadıkları sistem aksaklıklarını, gruplar kolayca bulabilirler.
b. Bu tür çalışmalar, kişilerin teknik bilgilerini geliştirir, işini daha iyi anlamasına ve konuya bütünsel bakmasına yardımcı olur.
c. Çalışanların sorun çözme alışkanlıklarını geliştirir.
d. Çalışanlara iletişim alışkanlıkları yerleştirir.
e. Yaratıcılığı geliştirir ve teşvik eder.
f. Takım anlayışını yerleştirir.
g. Kişisel ilikileri ve etkileşimi güçlendirir.
h. Ekonomik analiz, çağdaş yönetim ve katılımcı karar verme anlayışını geliştirir.
i. Kişilerin işlerini seven, başardıkları ile gurur duyan insanlar olmalarına yardımcı olur.

4. Sürekli Gelişme

Hedef belli bir standardı tutturmak değil, seviyeyi, o seviye ne olursa olsun, sürekli ve hızlı bir tempoda geliştirmektir. Sürekli gelişmede Dr. W.A.Shewhart tarafından ortaya atılıp 1950 yılında Dr. E.W. Deming tarafından özümsenerek Japonya'ya aktarılan P-U-K-D- çevriminin yeri büyüktür.

5. Yönetim Modeli.

Toplam Kalite kavramının beraberinde getirdiği kendine özel bir yönetim modeli vardır. Toplam Kalite Yönetimi başlığı altında bu model ayrıntılarıyla anlatılacaktır.

7.2.2. Toplam Kalite Kontrol Kavramı

Toplam Kalite Kontroli, tüketici isteklerini en ekonomik düzeyde karşılamak amacıyla işletme içindeki pazarlama, mühendislik, imalat ve müşteri hizmeleri gibi çeşitli ünitelerin kalitelerini oluşturulması, yaşatılması ve gelitirilmesi yolundaki çabaların birleştirp koordine eden etkin bir sistem şeklinde tarif edilmektedir.

1960'lı yıllarda 2. Dünya Savaşının yaralarını saran sanayileşmiş ülkeler, giderek yoğunlaşan bir rekabet ortamını da yaratırlar. Korumacılığın azalması, ekonomilerin liberalleşmesi ve uluslararası ticaretin yaygınlaşması ile şriketlerde ortak ölçüde global sratejiler istemeye başladılar.

Teknlojik gelişmenin henüz yaygınlaşmadığı dönemlerde rekabet gücünün temel öğesi üretim üstünlüğü oluyordu. Geniş pazarlarda büyük hacimde üretimle açılabilen şirketler kitle üretimi ve ölçek ekonomisinin avantajlarından azami oranda yararlanarak rakiplerini geride bırakıyorlardı.

1970 li yıllar tekonolojisinin yaygınlaştığı ve 3. Dünya ülkelerine de girdiği bir dönem oldu. Maliyetle rekabet olarak tanımlayabileceğimiz 1970 li yıllarda pek çok Batı'lı firmanın üretimlerini geliştirmekte olan ülkelere kaydırmasına şahit olduk.

1980 li yıllar ise rekabete yeni bir boyut getirdi: Kalite pek çok yönden tatmin olmuş ve yüksek satın alma gücüne sahip kitleler artık ucuz ve bol ürünlere doymuştu. Bu kitleleri ancak kaliteli ürünler cezb edebiliyordu. Kaliteli ürünlere olan talep Batı'da oluştu. Fakat arz artan oranda Doğu'dan özellikle de Japonya'dan kaynaklandı. Kaliteli ürünlere olan talep patlmasına paralel olarak Japonya'nın ihracatı kısa sürede görülmemiş boyutta arttı.

1990 lı yıllarda rekabete yeni bir unsur daha eklendi, o da hız, pazarlar kaliteli (hatasız, beklenen uygun, mukemmel) ürünleri ve hizmetler kanıksamaya başlarken, kalitenin ikinci boyutu olan tasarım öne çıkıyor, müşterinin beğenisini kazanan yeni, çeşitli ve farklı fonksiyonlar içeren ürünleri en çabuk biçimde pazara çıkarabilen kazanıyor.

"Üretimle rekabet" öğesi 1980 lı yıllarda mahiyet değiştirdi; önceki yıllarda önemli olan büyük hacim, ölçek ekonomisi, kitlesel / standart üretimin yerini: esnek üretim, ürün çeşitliliği, küçük hacimde ekonomi ve dikey entegrasyondan uzaklaştırarak asli ihtisaslaşma aldı.

Bu yeni ortamda başarılı olabilen kuruluşları incelediğimizde, bunların ortak özelliklerinin Toplam Kalite Kontrol felsefesini ve onun getirdiği yaklaşımı benimseyen şirketler olduğunu görüyoruz.

"Toplam Kalite Kontrol" müşterilerin memnunluk duyarak satın alacaklaarı ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi, tasarımı, üretimi, pazarlanması ve satış sonrası hizmetin maliyet düşürülerek yapılmasıdır. Bu hedeflere ulaşmak için bir kuruluşun bütün kısımları (üsy yönetim, merkez bürosu, fabrikalar, üretim, tasarım, teknik araştırma, planlama, Pazar araştırmaası, muhasebe, malzeme, ambar, satış, personel, endüstri münasebetleri ve genel işler) beraberce çalışmalıdır. Kuruluşun bütün kısımları işbirliğini kolaylaştıracak sistemleri kurmak ve standartları hazırlamak ve uygulamak için gayret sarfetmelidir. Bu ancak; istatisitik, teknik metodlar, standart ve kurallar, bilgisayar metodları, otomatik kontrol, cihazların kontrolu, ölçü kontrolu, yöneylem araştırması, endüstri mühendisliği, Pazar araştırması gibi teknik bilgilerin tam olarak kullanılması ile temin edilebilir.

7.2.3. Toplam Kalite Yönetimi

TKY bir yönetim sistemidir, bir programlar serisi değil. TKY'nin parçası olarak sunulan takımlardan çoğu, her organizasyonda başarılı bir şekilde uygulanabilir, ancak günlük operasyonların boyut ve önceliklerini değiştirmeksizin tam beklentiler elde edilemez. Toplam Kalite Yönetiminin başarılı olması için tüm organizasyon tarafından benimsenmesi ve yukarıdan aşağıya tam bir kararlılıkla uygulanması gereklidir.

Toplam Kalite Yönetimi, genel bir yönetim felsefesidir. Özel bir ortam için ayarlanabilir ve Toplam Kalite Yönetimini uygulamak için onu benimseyen işletmelerin sayısı kadar değişik yollar vardır. Gerçi bunlar bir ortak hedefi paylaşmaktadrılar. Organizasyondaki herkes, ürün ve hizmetlerin müşterilerin beklentilerini devamlı olarak karşılaması veya aşması için sürekli olarak çalışmaktadır. Ürün ve hizmetlerin sürekli gelişimi için iyi tanımlanmış süreçler kullanılmaktadır.

Toplam Kalite Yönetimi, müşteri memnuniyetini kardan önce gören bir sistemdir. Müşteri memnuniyeti uzun vadeli karlar getirir, fakat sadece kara öncelik vermek ancak kısa vadede kazandırır. Toplam Kalite Yönetimi; işin hedeflerine memnun müşteriler ve mutlu çalışanlar oluşturarak ulaşmak için kullanılan felsefe, takım ve süreçlerin entegre bir setini kapsayan bir sistemdir.

Toplam Kalite Yönetiminin kuruluşunu oluşturan dört ana eleman vardır; İnsan, Sürekli gelişim, Süreç ve Müşteri.

İnsan- Hedef, insanlara yetki vererek ekip çalışmasından optimal sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Bu hedefin yolu; iletişim hünerleri, karşılıklı etkileşim hünerleri ve etkili toplantı yapma hünerleri üzerinde yoğunlaşan eğitim ile başlar. Bu gibi bir eğitim, insanların grup aktiviteleri içerisinde etkin rol alarak ürün

ve süreçlerin sürekli gelişmine katkıda bulunmalarını sağlar. Daha ileri eğitim ise, çalışanların yetkilendirmek için temel oluşturan ileri düzeydeki ekip çalışmasına götürür.

Sürekli Gelişim- Problemlerin ana nedenlerini bulmak için "Niçin?" sorusunun beş defa sorulmasıyla uygun kararlar verebilmesine yardımcı olacak bilgilerin toplanması oluşturmaktadır; Planla, Uygula, Kontro et, Devam et veya Değiştir. Bu çevrimin tekrarlanması, mükemmeliğin hiç bitmeyen arayışıdır. Standardizasyon, başarılı uygulamaların dökümantasyon ve eğitimin kullanımıyla standart operasyon modu olarak belirlenmesi sürecidir.

Süreç- Problem Çözme Süreci ve Kalite Geliştirme Süreci, sürekli gelişim için temel takımları ve ortak bir dili sağlamaktadır.

Bir ekip, bir problemi analiz ederken PÇS'yi rehber olarak kullanır, çözümleri seçer, bir aksiyon planı geliştirir ve uygulama sonuçlarını değerlendirir. Bu değerlendirme, ekibin yeniden ve uygulama sonuçlarını değerlendirir. Bu değerlendirme, ekibin yeniden birinci basamaktan başlayıp sonucu tekrar incelemesine veya orijinal problemin çözülmesiyle ortaya çıkan yeni problemlerin belirlemesine sebep olur.

KGS'nin kullanımı dikkatin müşteri ve mişteri ihtiyaçları üzerine yoğunlaşmasına yardım eder. KGS; müşteri ihtiyaçlarını bir spesifikasyon sürecine dönüştürmek için adım adım uygulama bir prosedürü tanımlamaktadır. PÇS'de olduğu gibi, PUKD kavramı merkezidir. Nihai netice değerlendirir ve sürekli gelişimin elde edilmesine KGS tekrarlanır.

Mukayese Süreci (Benchmarking Process), "sınıfın en iyisi" rolündeki modellerin tanınmasını ve birbirine benzeyen metodların benimsemesine teşvik eder. Mukayese sürecinin kullanılması, en iyi işletmelerin performanslarını karşılamaya çalışmasında dolayı Toplam Kalite Yönetimini gerçekten stratejik yapmaktır.

Üretkenlik ve kalite gelişimini sağlamak için Toplam Kalite Yönetimi'nin parçası olarak kullanılan birçok başka takım da vardır. Bu ileri takımlar hem daha özeldir hem de kullanımları için insanların özel olarak eğitilmeleri gereklidir.

Müşteri- Toplam Kalite Yönetimi'deki birinci odak noktası müşteri ve müşteri memnuniyetidir. Dr. Noriaki Kano; müşteri memnuniyeti açısından kalitenin beş temel öğesini önermektedir. Bu beş öğenin üç tanesi özel bir öneme sahiptir: Beklenen kalite, tatmin eden kalite ve memnun eden kalite. (Diğer ikisi önemsenmeyen kalite ve ters kalite)

Beklenen kalite, müşterinin beklediği ve dolayısıyla ayrıca talep etmeye gerek duymadığı özellik veya karakteristikleri belirtir. Bu özellikler bulunduğunda, müşteri memnuniyetsizlik göstermez, fakat bu özellikler olmadığından müşteri memnun olmaz.

Tatmin eden kalite, müşterinin özel olarak talep ettiği özellik veya karakteristikleri belirler. Bu özellikler bulunmadığında müşteri tatmin olmaz. Tatmin eden kalite müşteri beklentilerini karşılar, ancak aşmaz.

Memnun eden kalite, müşterinin istemediği çünkü varlığından haberdar olmadığı özellik ve karakteristikleri belirtir. Bu özellikler bulunduğunda, müşteri çok memnun olar; bu özellikler bulunmadığında, müşteri memnuniyetsizlik göstermez. Memnun eden kalite müşterinin beklentilerini karşılar ve onu memnun eder.

Beklenen kalite müşteri memnuniyetsizliğini önleyebilmelidir. Tatmin eden kalite müşterinin beklentilerini karşılayarak onları tatmin edecek şekilde olmalıdır. Memnun eden kalite müşteri beklentileri aşarak onları memnun etmelidir. Müşteri memnuniyeti ürün ve hizmet farkının anahtarıdır.

7.2.4. Yeni Yönetim Anlayışı

Toplam Kalite Yönetimi, klasik anlamdaki yönetim anlayışının alternatifi olarak doğan, gelişen ve gelişmini devam ettiren bir anlayışın bugünkü adıdır.

Toplam Kalite Yönetimi, müşteri beklentilerini herşeyin üzerinde tutan ve müşteri tarafından tanımlanan kaliteyi, tüm faaliyetlerinin yürütülmesi sırasında ürün ve/ veya hizmet bünyesinde oluşturan bir yönetim biçimidir.

Toplam Kalite Yönetimi, müşterilerin ihtiyaçlarını her şeyin üzerinde tutarak en iyi şekilde karşılamaya çalışan bir yaklaşım biçim olduğu kadar maliyetleri de düşüren bir yönetim tarzıdır, diğer bir deyişle, Toplam Kalite Yönetimi, hatalı mamül üretimin önlemeyi hedefler; böylece bir taraftan müşteri hatasız ürünlere sahip olur memnun olurken, diğer taraftan da üretici kuruluşun (hatalı üretimden kaynaklanan) maliyeti düşer.

Toplam Kalite Yönetimi, mamül kalitesi veya ürettiğimiz her ne ise onun kalitesinden ziyade sistemin tüm elemanlarının ve sistem içindeki tüm müşterilerin tatmin olduğu bir kalite sistemidir. Bu sistem en tepedeki yöneticiden en alttaki çalışana kadar, tüm insanların bir sorumluluğu paylaştığı bir sistemdir. Çok yoğun bir şekilde insana yönelen bir sistem anlayışıdır.

Toplam Kalite Yönetimi, organizasyonun etkinliğindeki, verimliliğindeki ve süreçlerindeki devamlı kendisine tamamen müşteri tatminine adayan organizasyonları kuran bir yönetim felsefesidir.

Toplam Kalite Yönetimi, müşterinin en ekonomik düzeyde tam olarak tatmin edilmesi için, şirket içindeki pazarlama, mühendislik, satınalma, üretim, kontrol, satış ve servis faaliyetlerinin organize edilerek, kalitenin oluşturulmasını, sürekliliğini, geliştirilmesi ve takibini temin edecek etkin bir sistemin gerçekleştirilmesidir.

Kalite Yönetimi, genel yönetim fonksiyonunun kalite politikasını tespit eden ve uygulayan bölümüdür. Hedeflenen kalitenin gerçekleştirilmesi için kuruluşun bütün üyelerinin, sorumluluğu üst yönetime ait olan kalite yönetiminde katılımı gereklidir. Kalite Yönetimi, stratejik planlama, kaynakların tahsisi, kalite planlaması, işletilmesi ve değerlendirilmesi gibi kalite için yapılan diğer sistematik faaliyetleri kapsar.

Toplam Kalite Yönetimi, üst yönetimin büyük bir istekle işin içinde olmasını ve gerçek desteğini ifade eder. Toplam Kalite sistemini yürütmek için yöneticiler, bir yandan müşterilerin kalite gereksinimlerini almak, bu gereksinimleri karşılamak ve hatalı ürünleri elimine etmek konularında yapılan çalışmalara katılırken, diğer yandan da, gerekli politikaların belirlenmesi, tüm elemanların kendilerini bu politikalara yakın hissetmesi ve politika hedeflerine ulaşılmasının sağlanması konularında çalışır.

Liderlik tarzı, Toplam Kalite Yönetimi'ne ulaşma çabalarının başarı derecesiyle yakından ilgilidir. "Bu benim iş görme şekli ve yöntemimdir, hemen şimdi kolayca değişemem" şeklindeki düşünceler doğru değildir, çünkü insanlar istedikleri zaman değişebilirler ve eğer kalitenin hızla yükseldiği bir ortamda başarıya ulaşmak istiyorlarsa, bunu gerçekleştirmelidirler. Liderlerin, beraber çalıştıkları insanların ne düşündüklerini ve nasıl davrandıklarını değerlendirmeden, her durumda aynı liderlik tarzını kullanmaları yanlıştır. Duruma bağlı liderlik, kalite hareketinde de işlemeleri ve insanları başarıya ulaştıracaktır.

TKY sisteminin temel teoremleri şunlarıdr:

- Toplam Kalite Yönetimi, üretim, mühendislik, pazarlama, satışlar ve tabii ki üst yönetimi kapsayan tüm fonksiyonları ve grupları çevreleyen bir iş felsefesidir. Üst yönetimin desteği olmazsa Toplam Kalite Yönetimi sistemi bocalayacaktır. Gruplar arası iletişim, yüksek kalite için gerekli dayanışmayı ve geri beslemeyi sağlayacaktır.

- Toplam Kalite Yönetimi için önemli olan, müşteri isteklerinin karşılanmasıdır. Parola "devamlı gelişme"dir. Yönetim, özellikle başarıları daha etkin tasarımlarla sonuçlanacak devamlı gelişmeleri fark etmelidir. Başarıların fark edilmesi, daha yüksek performansın elde edilmesini sağlayacaktır.
- Toplam Kalite Yönetimi, müşteri beklentilerini kapsayan ürünü üreten süreç ve ürün tasarımına ulaşmak için işçilerin birlik içinde çalışmasıyla elde edilen devamlı gelişmedir. Müşteri istekleri devamlı arttığı için, mevcut standartlar başlangıç noktası olarak alınarak, gelişmeyi sağlayabilecek fırsatlar belirlenmelidir. Eğer standartlar, müşteri isteklerinin üzerindeyse, ürün, müşteriyi tamamen memnun edecektir.
- Toplam Kalite Yönetimi, ürün veya hizmetin güvenirlik ve kararlılığı geliştirmek için teknikler ve araçlar sağlar. Konrtol etme ve dengeleme sistemi olarak Toplam Kalite Yönetimi, tasarım kriterlerinin dış müşteriyi tatmin etmesi konusunda güvence verir. Performans ölçme sistemi, üretim ve tasarım gruplarına, performans ve güvenirlik hakkında geri beslemeler sağlar.

Kalitenin bir yönetici için ne kadar önemli olduğu, günlük programına bakılarak anlaşılır. Zamanının %90 üretim, %10'unu kalite konusuna harcayan yöneticiler, öncelik verecekleri noktaları açıkça ortaya koyarlar. Gerçek görüş, söylenilenlerle değil, yapılanlarla ortaya konulandır.

Amerikan işletmelerinin çoğunda, kıdemli yöneticiler, müşteri ile ilgili çalışmaya, sistem ile savaşmaya ve ikinci ve üçüncü defadan sonra aynı şeyleri yapmaya az zaman harcarlar. Onların daha düşük seviyedeki meslektaşları ise müşterilerle ilgilenir ve işletme içindeki süreçler ve sistemler ile uğraşır. Toplam kalite modelinde esas, "ilk defada doğruyu yapmak"tır. Bu nedenle, müşterinin beklediği (hata beklentisinin ötesindeki) kalite, tasarım aşamasında gerçekleştirilir. Bu kaliteyi tutturmak mümkün olsa da olmasa da, TKY, şikayetleri beklemeden, yeni ve gelişmiş kalite arayışını sürdürür. Reaktif değil, proaktiftir.

Özellikle A.B.D.'de liderler, genellikle, kendi işlerinin kalitesi hakkında bir karar verebilmek için gerekli bilgiyi elde edememektedirler. Satışlar, zamanında karşılanan talepler, nakit akışı, kazançlar ve yatırımlarının getirişi konularında iyi bilgi edinebildikleri halde, kaliteyi etkileyen faktörler hakkında hiçbir bilgiye ulaşamamakta, belki de ulaşmayı istememektedirler.

Yukarıdaki tanımlarda da değinildiği gibi TKY bir performans artırma strateji olup bir teknik değildir. TKY uygulama sürecine girmiş olan firmalarda toplam performans artırma hedefi doğrultusunda çeşitli araç, teknik ve yöntemlerin kullanımı söz konusu olacaktır.

Her kuruluş kendi TKY uygulama şeklini kendisi bulmalı ve bunu yönetim strateji ile bütünleştirmelidir. Ancak bununla birlikte, bir kuruluşta TKY stratejisi ve uygulamalarında söz edebilmek içîn dört kavram ve uygulamanın yerleşmiş olması ve süreklilik kazanması gerekmektedir. Bu kavram ve uygulamalar yönetim anlayışındaki dört yenilik olarak da isimlendirilmekte olup, müşteri odaklılık, sürekli iyileştirme, toplam katılımcılık ve toplumsal sorumluluktur.

1. TKY uygulayan firmalar müşteri odaklı olup, onların ihtiyaçlarının karşılanmasını esas alır. Bu nedenle hızla değişen müşteri ihtiyaç ve beklentileri karşısındaki reaksiyon hızının yüksekliği firmanın müşteri ihtiyacını karşılamadaki yeterliliğini belirleyecektir.
2. TKY uygulayan firmalar üretilen mal ve hizmetleri, işletme süreçlerini ve personeli sürekli iyileştirir ve geliştirirler. Sürekli iyileştirme kalitede sürekli mükemmellik arayışı, demek olup ulaşılan tüm hedefler plânlı ve sistematik bir şekilde analiz edilerek nasıl aşılacağı araştırılır.
3. TKY uygulayan firmalar tüm personelin toplam katılımını sağlarlar. Katılımcılık herkesin işini daha iyi yapabilmesi, müşteri tatmini ve sürekli iyileştirmenin sağlanabilmesi için haberleşme, iletişim, eğitim, motivasyon ve karar alma gücünün paylaşımı ile sağlanır.
4. TKY uygulayan firmalar, bilinenlerin yeniden araştırılarak (tekerleğin yeniden keşfi) vakit kaybını önlemek, kalite kültürünü değiştirmek ve kalite sağlama uygulamalarına hız kazandırmak amacı ile öğrenilenleri diğer firmalarla paylaşırlar.

Yukarıda açıklanan bu dört yeniliğin uygulaması dört kademede gerçekleşir: Bireysel, çalışma grubu, organizasyon, bölge/endüstri TKY uygulama kademeleri ile yönetim anlayışında yaşanan dört yeniliğin belirli ölçüde paralellik gösterdiği söylenebilir.

Bireysel düzeydeki TKY uygulamaları ile firma içinde, çalışanlar arasında müşteri/tedarikçi anlayışına dayalı bir ilişki ve çalışma mekanizması yerleştirilir. Böylece herkes kendisinden sonra gelen süreci müşteri olarak görüp onun ihtiyaçlarını tam olarak karşılama çabası içinde olurken, müşteri ihtiyaçlarının tatmini ile birlikte sürekli gelişme/ geliştirme anlayışı bireysel bazda gerçekleşmiş olacaktır.

Grup düzeyindeki TKY uygulamaları tüm süreçlerde günlük işlerle iyileştirme faaliyetlerinin birleştirilmesini gerektirecektir. Bunun için; ekip çalışması, eğitim ve öğrenme ile birlikte organizasyonel yapıda ekipler ve çalışma gruplarının

otonom olarak oluşabilmesine izin verebilecek bir yapılanma ve yönetim anlayışına ihtiyaç duyulur. Grup düzeyindeki Toplam Kalite Yönetimi uygulamaları bireysel düzeyde Toplam Kalite bilinç ve bilgisi gelişmiş kişiler tarafından yapılabilir. Bir başka deyişle "bana ne yapacağım söylensin" diyen personel yerine "ben ne yapacağımı bilirim" diyebilen personelden oluşan gruplar Toplam Kalite Yönetimi'nin yenilikçi yönetim anlayışının firmanın tüm süreçlerine yayılımı ve toplam katılımın sağlanması için sistematik bir hareket başlatılımış olur.

Endüstri sektör, bölgesel ya da ulusal düzeydeki Toplam Kalite Yönetimi uygulamaları ise genellikle bireysel olarak kuruluşlar tarafından yürütülen kalite kültür ve bilincinin geliştirilmesi amacı ile yapılan çalışmalardır.

Bu çalışmaların örneklerinde; kuruluşların bilgi paylaşma, öğrenilenlerin öğretilmesi, kalite kültürünün geliştirerek yaygınlaştırılması, yan sanayi ilişkilerinin geliştirilmesi, kalite sistemlerinin organizasyonu, tanıtımı vb. amaçlara sorumluluğun gereklerinin yerine getirilmeye çalışıldığı görülmektedir.

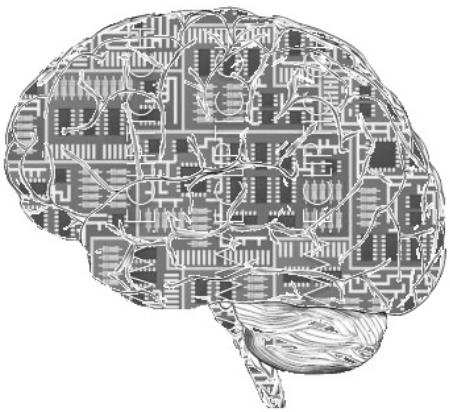
BÖLÜM VIII
YAPAY ZEKA

8.1. Yapay Zekaya Genel Bakış

İdealize edilmiş bir yaklaşıma göre yapay zekâ, insan zekâsına özgü olan, *algılama, öğrenme, çoğul kavramları bağlama, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, çıkarımsama yapma ve karar verme* gibi yüksek bilişsel fonksiyonları veya otonom davranışları sergilemesi beklenen yapay bir işletim sistemidir. Bu sistem aynı zamanda düşüncelerinden tepkiler üretebilmeli (*eyleyici Yapay Zekâ*) ve bu tepkileri fiziksel olarak dışa vurabilmelidir.

"Yapay zekâ" kavramının geçmişi modern bilgisayar bilimi kadar eskidir.Fikir babası, "Makineler düşünebilir mi ?" sorunsalını ortaya atarak Makine Zekâsını tartışmaya açan Alan Mathison Turing'dir.1943 te II. Dünya Savaşı sırasında Kripto Analizi gereksinimleri ile üretilen elektromekanik cihazlar sayesinde bilgisayar bilimi ve yapay zekâ kavramları doğmuştur.

Alan Turing, Nazi'lerin Enigma makinesinin şifre algoritmasını çözmeye çalışan matematikçilerin en ünlenmiş olanlarından biriydi. İngiltere, Bletchley Park'ta şifre çözme amacı ile başlatılan çalışmalar, Turing'in prensiplerini oluşturduğu bilgisayar prototipleri olan Heath Robinson, Bombe Bilgisayarı ve Colossus Bilgisayarları, Boole cebirine dayanan veri işleme mantığı ile Makine Zekâsı kavramının oluşmasına sebep olmuştu.



Şekil 8.1 Yapay Beyin

Modern bilgisayarın atası olan bu makineler ve programlama mantıkları aslında insan zekâsından ilham almışlardı. Ancak sonraları, modern bilgisayarlarımız daha çok uzman sistemler diyebileceğimiz programlar ile gündelik hayatımızın sorunlarını çözmeye yönelik kullanım alanlarında daha çok yaygınlaştılar. 1970'li yıllarda büyük bilgisayar üreticileri olan Microsoft, Apple, Xerox, IBM gibi şirketler kişisel bilgisayar (**PC** *Personal Computer*) modeli ile bilgisayarı popüler hale getirdiler ve yaygınlaştırdılar. Yapay zekâ çalışmaları ise daha dar bir araştırma çevresi tarafından geliştirilmeye devam etti.

Bu gün, bu çalışmaları teşvik etmek amacı ile Alan Turing'in adıyla anılan Turing Testi ABD'de Loebner ödülleri adı altında Makine Zekâsına sahip yazılımların üzerinde uygulanarak başarılı olan yazılımlara ödüller dağıtılmaktadır.

Testin içeriği kısaca şöyledir: birbirini tanımayan birkaç insandan oluşan bir denek grubu birbirleri ile ve bir yapay zekâ diyalog sistemi ile geçerli bir süre sohbet etmektedirler. Birbirlerini yüz yüze görmeden yazışma yolu ile yapılan bu sohbet sonunda deneklere sorulan sorular ile hangi deneğin insan hangisinin makine zekâsı olduğunu saptamaları istenir. İlginçtir ki,şimdiye kadar yapılan testlerin bir kısmında makine zekâsı insan zannedilirken gerçek insanlar makine zannedilmiştir.

Loebner Ödülünü kazanan Yapay Zekâ Diyalog sistemlerinin yeryüzündeki en bilinen örneklerinden biri A.L.I.C.E|'dir.Carnegie üniversitesinden Dr.Richard Wallace tarafından yazılmıştır.Bu ve benzeri yazılımlarının eleştiri toplamalarının nedeni, testin ölçümlediği kriterlerin konuşmaya dayalı olmasından dolayı programların ağırlıklı olarak diyalog sistemi (*chatbot*) olmalarıdır.

Yapay Zekanin Alt Dallari aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Makine Zekâsı (*Sembolik* ***Yapay Zekâ***)
- Yapay Sinir Ağları (*Sibernetik* ***Yapay Zekâ***)
- Doğal Dil işleme (*Dil ile düşünme*)
- Konuşma Sentezi (*Yapay Konuşma*)
- Konuşma Anlama (*Konuşma Analizi*)
- Uzman sistemler
- Örüntü Tanıma
- Genetik Algoritmalar
- Genetik Programlama
- Bulanık Mantık

Bunlardan bazılarının açıklamaları ileride verilecektir.

8.1.1 İlk araştırmalar ve yapay sinir ağları

İdealize edilmiş tanımıyla yapay zekâ konusundaki ilk çalışmalardan biri McCulloch ve Pitts tarafından yapılmıştır.Bu araştırmacıların önerdiği, yapay sinir hücrelerini kullanan hesaplama modeli, önermeler mantığı, fizyoloji ve Turing'in hesaplama kuramına dayanıyordu.Her hangi bir hesaplanabilir fonksiyonun sinir hücrelerinden oluşan ağlarla hesaplanabileceğini ve mantıksal ***ve*** ve ***veya*** işlemlerinin gerçekleştirilebileceğini gösterdiler.Bu ağ yapılarının uygun şekilde tanımlanmaları halinde öğrenme becerisi kazanabileceğini de ileri sürdüler.d Hebb, sinir hücreleri arasındaki bağlantıların şiddetlerini değiştirmek için basit bir kural önerince, öğrenebilen yapay sinir ağlarını gerçekleştirmek de olası hale gelmiştir.

1950'lerde Shannon ve Turing bilgisayarlar için satranç programları yazıyorlardı. İlk yapay sinir ağı temelli bilgisayar SNARC, MIT'de Minsky ve Edmonds tarafından 1951'de yapıldı.Çalışmalarını Princeton Üniversitesi'nde sürdüren Mc Carthy, Minsky, Shannon ve Rochester'le birlikte 1956 yılında Dartmouth'da iki aylık bir açık çalışma düzenledi.Bu toplantıda birçok çalışmanın temelleri atılmakla birlikte, toplantının en önemli özelliği Mc Carthy tarafından önerilen **Yapay zekâ** adının konmasıdır. İlk kuram ispatlayan programlardan *Logic Theorist* (Mantık kuramcısı) burada Newell ve Simon tarafından tanıtılmıştır.

Daha sonra Newell ve Simon, ***insan gibi düşünme*** yaklaşımına göre üretilmiş ilk program olan **Genel Sorun Çözücü** (*General Problem Solver*)'ı geliştirmişlerdir. Simon, daha sonra fiziksel simge varsayımını ortaya atmış ve bu kuram, insandan bağımsız zeki sistemler yapma çalışmalarıyla uğraşanların hareket noktasını oluşturmuştur.Simon'ın bu tanımlaması bilim adamlarının **Yapay zekâya** yaklaşımlarında iki farklı akımın ortaya çıktığını belirginleştirmesi açısından önemlidir: **Sembolik Yapay Zekâ** ve **Sibernetik Yapay Zekâ**.

8.1.2 Sembolik yapay zekâ

Simon'ın sembolik yaklaşımından sonraki yıllarda mantık temelli çalışmalar egemen olmuş ve programların başarımlarını göstermek için bir takım yapay sorunlar ve dünyalar kullanılmıştır.Daha sonraları bu sorunlar gerçek yaşamı hiçbir şekilde temsil etmeyen oyuncak dünyalar olmakla suçlanmış ve yapay zekânın yalnızca bu alanlarda başarılı olabileceği ve gerçek yaşamdaki sorunların çözümüne ölçeklenemeyeceği ileri sürülmüştür.

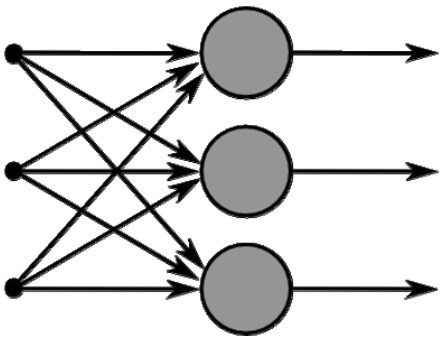
Geliştirilen programların gerçek sorunlarla karşılaşıldığında çok kötü bir başarım göstermesinin ardındaki temel neden, bu programların yalnızca sentaktik süreçleri benzeşimlendirerek, anlam çıkarma, bağlantı kurma ve fikir yürütme gibi süreçler konusunda başarısız olmasıydı.Bu dönemin en ünlü programlarından

Weizenbaum tarafından geliştirilen Eliza, karşısındaki ile sohbet edebiliyor gibi görünmesine karşın, yalnızca karşısındaki insanın cümleleri üzerinde bazı işlemler yapıyordu.İlk makine çevirisi çalışmaları sırasında benzeri yaklaşımlar kullanılıp çok gülünç çevirilerle karşılaşılınca bu çalışmaların desteklenmesi durdurulmuştu. Bu yetersizlikler aslında insan beynindeki semantik süreçlerin yeterince incelenmemesinden kaynaklanmaktaydı.

8.2. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin bilgi işleme teknolojisinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işlem teknolojisidir. YSA ile basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli simüle edilir (benzetilir). Simüle edilen sinir hücreleri nöronlar içerirler ve bu nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağı oluştururlar. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Diğer bir ifadeyle, YSA'lar, normalde bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir. Bir insanın, düşünme ve gözlemleme yeteneklerini gerektiren problemlere yönelik çözümler üretebilmesinin temel sebebi ise insan beyninin ve dolayısıyla insanın sahip olduğu yaşayarak veya deneyerek öğrenme yeteneğidir.

Biyolojik sistemlerde öğrenme, nöronlar arasındaki sinaptik (*synaptic*) bağlantıların ayarlanması ile olur. Yani, insanlar doğumlarından itibaren bir *yaşayarak öğrenme* süreci içerisine girerler. Bu süreç içinde beyin sürekli bir gelişme göstermektedir. Yaşayıp tecrübe ettikçe sinaptik bağlantılar ayarlanır ve hatta yeni bağlantılar oluşur. Bu sayede öğrenme gerçekleşir. Bu durum YSA için de geçerlidir. Öğrenme, eğitme yoluyla örnekler kullanarak olur; başka bir deyişle, gerçekleşme girdi/çıktı verilerinin işlenmesiyle, yani eğitme algoritmasının bu verileri kullanarak bağlantı ağırlıklarını (*weights of the synapses*) bir yakınsama sağlanana kadar, tekrar tekrar ayarlamasıyla olur.



Şekil 8.2. Yapay Sinir Ağı

YSA'lar, ağırlıklandırılmış şekilde birbirlerine bağlanmış birçok işlem biriminden (nöronlar) oluşan matematiksel sistemlerdir. Bir işlem birimi, aslında sık sık transfer fonksiyonu olarak anılan bir denklemdir. Bu işlem birimi, diğer nöronlardan sinyalleri alır; bunları birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya çıkartır. Genelde, işlem birimleri kabaca gerçek nöronlara karşılık gelirler ve bir ağ içinde birbirlerine bağlanırlar; bu yapı da sinir ağlarını oluşturmaktadır.

Sinirsel (*neural*) hesaplamanın merkezinde dağıtılmış, adaptif ve doğrusal olmayan işlem kavramları vardır. YSA'lar, geleneksel işlemcilerden farklı şekilde işlem yapmaktadırlar. Geleneksel işlemcilerde, tek bir merkezi işlem birimi her hareketi sırasıyla gerçekleştirir. YSA'lar ise herbiri büyük bir problemin bir parçası ile ilgilenen, çok sayıda basit işlem birimlerinden oluşmaktadır. En basit şekilde, bir işlem birimi, bir girdiyi bir ağırlık kümesi ile ağırlıklandırır, doğrusal olmayan bir şekilde dönüşümünü sağlar ve bir çıktı değeri oluşturur. İlk bakışta, işlem birimlerinin çalışma şekli yanıltıcı şekilde basittir. Sinirsel hesaplamanın gücü, toplam işlem yükünü paylaşan işlem birimlerinin birbirleri arasındaki yoğun bağlantı yapısından gelmektedir. Bu sistemlerde geri yayılım metoduyla daha sağlıklı öğrenme sağlanmaktadır.

Çoğu YSA'da, benzer karakteristiğe sahip nöronlar tabakalar halinde yapılandırılırlar ve transfer fonksiyonları eş zamanlı olarak çalıştırılırlar. Hemen hemen tüm ağlar, veri alan nöronlara ve çıktı üreten nöronlara sahiptirler.

YSA'nın ana öğesi olan matematiksel fonksiyon, ağın mimarisi tarafından şekillendirilir. Daha açık bir şekilde ifade etmek gerekirse, fonksiyonun temel yapısını ağırlıkların büyüklüğü ve işlem elemanlarının işlem şekli belirler. YSA'ların davranışları, yani girdi veriyi çıktı veriye nasıl ilişkilendirdikleri, ilk olarak nöronların transfer fonksiyonlarından, nasıl birbirlerine bağlandıklarından ve bu bağlantıların ağırlıklarından etkilenir.

Yapay sinir ağlarının üstünlüklerinin yanı sıra bazı sakıncaları da vardır. Bu sakıncalar şu şekilde listelenebilir:

- Sistem içerisinde ne olduğu bilinemez.
- Bazı ağlar hariç kararlılık analizleri yapılamaz.
- Farklı sistemlere uygulanması zor olabilir.

8.3. Uzman sistemler

Her iki akımın da uğradığı başarısızlıklar, her sorunu çözecek genel amaçlı sistemler yerine belirli bir uzmanlık alanındaki bilgiyle donatılmış programları kullanma fikrinin gelişmesine sebep oldu ve bu durum yapay zekâ alanında yeni-

den bir canlanmaya yol açtı. Kısa sürede Uzman sistemler adı verilen bir metodoloji gelişti. Fakat burada çok sık rastlanan tipik bir durum, bir otomobilin tamiri için önerilerde bulunan uzman sistem programının otomobilin ne işe yaradığından haberi olmamasıydı. Buna rağmen uzman sistemlerin başarıları beraberinde ilk ticari uygulamaları da getirdi.

Yapay zekâ yavaş yavaş bir endüstri hâline geliyordu. DEC tarafından kullanılan ve müşteri siparişlerine göre donanım seçimi yapan R1 adlı uzman sistem şirkete bir yılda 40 milyon dolarlık tasarruf sağlamıştı. Birden diğer ülkelerde yapay zekâyı yeniden keşfettiler ve araştırmalara büyük kaynaklar ayrılmaya başlandı. 1988'de yapay zekâ endüstrisinin cirosu 2 milyar dolara ulaşmıştı.

8.4. Doğal dil işleme

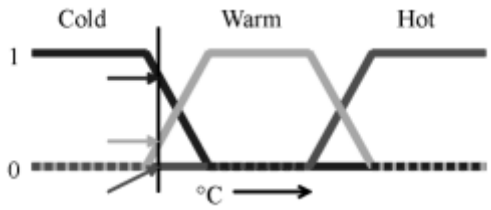
Antropoloji bilimi, gelişmiş insan zekâsı ile dil arasındaki bağlantıyı gözler önüne serdiğinde, dil üzerinden yürütülen yapay zekâ çalışmaları tekrar önem kazandı. İnsan zekâsının doğrudan doğruya kavramlarla düşünmediği, dil ile düşündüğü, dil kodları olan kelimeler ile kavramlar arasında bağlantı kurduğu anlaşıldı.Bu sayede insan aklı kavramlar ile düşünen hayvan beyninden daha hızlı işlem yapabilmekteydi ve dil dizgeleri olan cümleler yani şablonlar ile etkili bir öğrenmeye ve bilgisini soyut olarak genişletebilme yeteneğine sahip olmuştu.İnsanların iletişimde kullandıkları Türkçe, İngilizce gibi doğal dilleri anlayan bilgisayarlar konusundaki çalışmalar hızlanmaya başladı.Önce, yine Uzman sistemler olarak karşımıza çıkan doğal dil anlayan programlar, daha sonra **Sembolik Yapay Zekâ** ile ilgilenenler arasında ilgiyle karşılandı ve yazılım alanındaki gelişmeler sayesinde İngilizce olan **A.I.M.L** (*Artificial intelligence Markup Language*) ve **Türkçe T.Y.İ.D** (*Türkçe Yapay Zekâ İşaretleme Dili*) gibi bilgisayar dilleri ile sentaktik Örüntü işlemine uygun veri erişim metodları geliştirilebildi. Bugün **Sembolik Yapay Zekâ** araştırmacıları özel **Yapay Zekâ** dillerini kullanarak verileri birbiri ile ilişkilendirebilmekte, geliştirilen özel prosedürler sayesinde ***anlam çıkarma*** ve ***çıkarımsama*** yapma gibi ileri seviye bilişsel fonksiyonları benzetimlendirmeye çalışmaktadırlar.

Bütün bu gelişmelerin ve süreçlerin sonunda bir grup yapay zekâ araştırmacısı, insan gibi düşünebilen sistemleri araştırmaya devam ederken, diğer bir grup ise ticari değeri olan rasyonel karar alan sistemler (*Uzman sistemler*) üzerine yoğunlaştı.

8.5. Bulanık Mantık

Bulanık mantık, 1961 yılında Lütfi Askerzade'nin yayınladığı bir makalenin sonucu oluşmuş bir mantık yapısıdır.

Bulanık mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelere dayanır. Klasik yaklaşımda bir varlık ya kümenin elemanıdır ya da değildir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik derecesi, (0, 1) aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu M(x) ile gösterilir .



Şekil 8.3. Sıcaklığın bulanık mantıkla üyelik fonksiyonu

Örnek olarak normal oda sıcaklığını 23 derece olarak kabul edersek klasik küme kuramına göre 23 derecenin üzerindeki sıcaklık derecelerini sıcak olarak kabul ederiz ve bu derecelerin sıcak kümesindeki üyelik dereceleri "1" olur. 23 altındaki sıcaklık dereceleri ise soğuktur ve sıcak kümesindeki üyelik dereceleri "0" olur. Soğuk kümesini temel aldığımızda bu değerler tersine döner. Bulanık küme yaklaşımında üyelik değerleri [0,1] aralığında değerler almaktadır. Örneğin 14 derecelik sıcaklık için üyelik derecesi "0", 23 sıcaklık derecesi için üyelik değeri "0,25" olabilir.

“doğru”, ”çok doğru”, ”az çok doğru” v.b. gibi sözel olarak ifade edilen (linguistik-dilsel-değişkenli) doğruluk derecelerine sahip olması, Geçerliliği kesin değil fakat yaklaşık olan çıkarım kurallarına sahip olması, Her kavramın bir derecesi olması, Her mantıksal sistemin bulanıklaştırılabilmesi, Bulanık mantıkta bilginin, bulanık kısıtlara ait değişkenlerin esnekliği veya denkliğiyle yorumlanması.

Klasik kümelerin aksine bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri [0, 1] aralığında sonsuz sayıda değişebilir. Bunlar üyeliğin derecelerinin devamlı ve aralıksız bütünüyle bir kümedir. Keskin kümelerdeki soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, aydınlık-karanlık gibi ikili değişkenler, bulanık mantıkta biraz soğuk, biraz sıcak,

biraz karanlık gibi esnek niteleyicilerle yumuşatılarak gerçek dünyaya benzetilir. En önemli fark, böyle bir çatıda bilginin kaynağındaki küme üyeliğinin kesin tanımlanmış önkoşullarının olmayışı ve daha çok problemlerle rasgele değişkenlerin hazır bulunmasındadır.

Bir şeyin varlığı kendisine ait bir isimle doğar. Evrendekilerin tamamı hem (ya) tek (1) hem de (ya da) sonsuz eksi tektir (sonsuz -1).

Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki temel farklılıklar :

Klasik Mantık	**Bulanık Mantık**
A veya A Değil	A ve A Değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 Arasında Süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

Yapay zeka uygulaması olarak bulanık mantık

Bulanık mantık bir yapay zeka uygulaması oluşturma prensibidir. Bulanık mantıkta temel olan bir sonuca varmaktır. Normal bir programın yapısı:

- Temel girdiler → Program → Sabit bir sonuç şeklindedir. Oysa ki bir bulanık mantık uygulaması:
- Sayısı belli olmayan veri yığını → Program → Girdilere ve varsayıma göre değişken bir veya birden fazla sonuç şeklindedir. Bir bulanık mantık uygulamasındaki sonuç, aynı girdiler olsa bile değişik bir sonuç döndürebilir ve bir öbek halinde veriyi alabilir. Bulanık mantıktaki özellik bunun haricinde verilen verilerin örnekleme mantığı ile alınması ve tümü simgelediği varsayımı yapılması ve buna göre bir olasılık değerinin elde edilmesidir.

8.6. Gelecekte yapay zeka

Gelecekte yapay zekâ araştırmalarındaki tüm alanların birleşeceğini öngörmek zor değildir**.** **Sibernetik** bir yaklaşımla modellenmiş bir **Yapay Beyin**, **Sembolik** bir yaklaşımla insan aklına benzetilmiş **bilişsel süreçler** ve **Yapay Bilinç** sistemi, **insan aklı** kadar esnek ve duyguları olan bir **İrade** (***Karar alma yetisi***)**,** **Uzman sistemler** kadar yetkin bir **bilgi birikimi ve rasyonel yaklaşım**.Bunların dengeli bir karışımı sayesinde **Yapay Zeka**, gelecekte insan zekâsına bir alternatif oluşturabilir.

Bilginin hesaplanması matematiksel gelişme ile mümkün olabilir. Çok yüksek döngü gerektiren problemlerin çözümü, Satranç oyununda en iyi hamleyi hesaplamak veya görüntü çözümleme işlemlerinde bilgiyi saymak yerine hesaplamak süreti ile sonuca ulaşılabilir.

Yeni matematik kuantum parçacık davranışlarını açıklayacağı gibi kuantum bilgisayarın yapılmasına olanak verir .

Yapay zeka uygulamaları gün geçtikçe gelişmeye ve insan zekasını yakalamaya doğru adım adım ilerlemektedir.

Bilişim uzmanları, bir insanın hepsi aynı anda paralel olarak çalışan 100 trilyon nötron bağlantısının toplam hesap gücünün alt sınırı olan saniyede 10 katrilyon hesap düzeyine 2025'te erişeceğini düşünüyorlar.

Beynin bellek kapasitesine gelince, 100 trilyon bağlantının her birine 10.000 bit bilgi depolama gereksinimi tanınırsa, toplam kapasite 10^18 düzeyine çıkıyor. 2020 ye gelindiğinde insan beyninin işlevselliğine erişmiş bir bilgisayarın fiyatının 1000 dolar olacağı tahmin ediliyor. 2030'da 1000 dolarlık bir bilgisayarın bellek kapasitesi 1000 insanın belleğine eşit olacak. 2050'de ise yine 1000 dolara, dünyadaki tüm insanların beyin gücünden daha fazlasını satın alabileceksiniz.

KAYNAKLAR

1. Abdullah Doğan; Yapay zeka; İstanbul 2002
2. Aykut Top; Üretim Sisemleri: Analiz ve Tasarım; Istanbul 1996
3. Bülent KOBU Prof. Dr. Müh.; Üretim Yönetimi; İstanbul 1994
4. Çağatay Güler, Prof.Dr.; Sağlık Boyutuyla Ergonomi; Ankara 2004
5. Eide-Jenison-Mashaw-Nortup; Engineering Fundamentals and Problem Solving; McGraw-Hill Higher Education 2002
6. Kenan OKAN; İş Güvenliği; Ankara 1990
7. Mehmet TANYAŞ. Doç. Dr.; Endüstri Mühendisliğine Giriş; İstanbul 1995
8. Muhittin ŞİMŞEK Yrd. Doç. Dr.; Kalite Yönetimi, İstanbul 1999
9. Muhittin ŞİMŞEK Yrd. Doç. Dr.; Mühendislikte Ergonomik Faktörler; İstanbul 1994
10. Mustafa KURT Doç. Dr., Arş. Gör. Metin Dağdeviren; İş Etüdü; Gazi Kitabevi 2003
11. Necmettin ERKAN Dr.; Ergonomi Verilmlilik, Sağlık ve Güvenlik için İnsan Faktörü Mühendisliği; Anakara 1997
12. Nesime ACAR; Üretim Planlaması, Yöntem ve Uygulamaları; Anakara 1996
13. Oygur YAMAK Yrd. Doç. Dr.; Üretim Yönetimi Sistemler, İlkeler ve Teknikler; İstanbul 1994
14. Philip E. HİCKS; Industrial Engineering and Management; McGRAW-HILL INTERNATİONAL Editions 1999
15. R.S. BRIDGER; Introduction to Ergonomics; McGRAW-HILL INTERNATİONAL Editions 1995
16. Yapı Endüstrisi Eğitim Kurulu; İş Güvenliği; Ankara 1995
17. Yücel ÇAĞLAYAN, Dr. Ahmet KILINÇ; İş Güvenliği; İstanbul 1992