



Karadeniz Teknik Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

MÜHENDİSLİK EKONOMİSİ

Yrd.Doç.Dr. Kemal ÜÇÜNCÜ

Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

TRABZON – 2016

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ
2. EKONOMİNİN TEMEL KAVRAMLARI
 - 2.1. Ekonominin Tanımı ve Amaçları
 - 2.2. Temel Kavramlar
 - 2.3. Ekonomik Etkinlik Ölçütleri
 - 2.4. Ekonomi Modelleri
3. MÜHENDİSLİK EKONOMİSİ VE KARAR SÜRECİ
 - 3.1. Yatırım ve Yatırımcılar
 - 3.2. Mühendis ve Mühendislik Kavramları
 - 3.3. Mühendislik Ekonomisinin Konusu
 - 3.4. Ekonomik Karar Süreci
 - 3.5. Karar Verme Sürecinde Belirsizlik ve Risk
 - 3.6. Mühendislik Ekonomisi Açısından Ekonomik Karar Türleri
 - 3.6.1. Makine – Teçhizat ve Süreç Seçimi Kararları
 - 3.6.2. Makine – Teçhizat Yenileme Kararları
 - 3.6.3. Yeni Ürün Geliştirme ve Kapasite Artırma Kararları
 - 3.6.4. Maliyet Düşürme Kararları
 - 3.6.5. Kalite İyileştirme Kararları
 - 3.6.6. Servis Geliştirme Kararları
4. TAHMİN MODELLERİ
5. PARANIN ZAMAN DEĞERİ VE FAİZ HESAPLARI
 - 5.1. Paranın Zaman Değeri
 - 5.2. Nakit Akım Şemaları
 - 5.3. Faiz Hesaplama Metotları
 - 5.4. Faiz Türleri
 - 5.5. Faktör Notasyonları Faiz Tabloları
 - 5.6. İskonto İşlemleri
6. PROJE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ
 - 6.1. Statik Yöntemler
 - 6.2. Dinamik Yöntemler
 - 6.3. Belirsizlik Altında Mali Değerlendirme
 - 6.3.1. Başabaş Noktası Analizi
 - 6.3.2. Duyarlılık Analizi
7. PROJE PROGRAMLAMA MODELLERİ
 - 7.1. Ağ Diyagramları
 - 7.2. Zaman Hesabı ve Kritik Yolun Belirlenmesi
 - 7.2.1. Örnek Problem
 - 7.2.2. En Erken Gerçekleşme Zamanı
 - 7.2.3. En Geç Gerçekleşme Zamanı
 - 7.2.4. Serbest Zaman ve Kritik Yol

1. GİRİŞ

Ekonomi, her bireyin günlük yaşamda ilgilendiği önemli bir konudur. Yaşama kalitesinin gereği olarak kabul edilen para ve varlığın kazanılması, kullanımı, denetimi, geleceğe yatırım, bütçeleme, vergilendirme gibi geniş kapsamı ile bireylerin yaşamını ilgilendiren konuları içermektedir. Yeni bir girişimin teknik yönden projelendirilmesi yanında, maliyetinin ve faydasının da sistemli olarak değerlendirilmesi mühendislik ekonomisinin ana konularını oluşturur.

Mühendislik ekonomisinin yöntemleri aşağıda sıralanan ve benzeri konulara uygulanabilir:

- a) Bir yapı, makine- teçhizat, ürün ya da hizmet için teknolojik yönden yapılabilir alternatiflerden uygun birisinin seçimi
- b) Bir üretim tesisinde modernleşmenin ya da otomasyonun sağlayabileceği iyileştirmelerin tahmini ve analizi
- c) Yerine getirilmesi gereken bir iş ya da hizmet için kiralama ya da satınalma seçeneklerinin değerlendirilmesi
- d) Üretimi çevre yönetmeliklerine uygun bir biçime dönüştürmek için önerilen çözümler arasında seçim

Alternatifler arasında seçim, mühendislik ekonomisinin endüstride geniş uygulama bulunduğu bir alandır. Bir seçim sürecinde etkili olan faktörler aşağıda gösterilmiştir.

Dış faktörler:

- Toplum ilişkileri
- Çevre yönetmelikleri
- Sermaye temini ve maliyeti
- Müşteri beklentileri
- Rakipler
- Teknoloji
- Ülke ekonomisi
- Sosyal değerler

İç faktörler:

- İş hedefleri
- İyileştirme hedefleri
- Tasarım kıstasları
- Sermaye kısıtlamaları
- İşgücü yetenekleri
- Ekipman/tesis yeterliliği
- Diğer kararlar

Süreç, potansiyel alternatiflerin yaratılmasıyla başlar. Araştırma-geliştirme ve pazar araştırması bölümleri ile üretim planlama ve kontrol bölümleri sürecin içerisinde yer

almalıdır. Başlangıç önerileri deneyimli personel tarafından ön elemeye tabi tutularak az sayıda potansiyel alternatife indirgenir. Bunların yapılabilir alternatiflere dönüşmesinde ise işletmenin iç ortamı yanında dış ortam da önemli rol oynar.

Yatırım projeleri, eldeki sermayenin ve kaynakların gelecekte daha iyi yararlar getireceği beklentisi ile kullanılması sürecidir. Böyle bir girişimin iki yönü sözkonusudur:

- a) Sermaye temini
- b) Sermaye tahsisi

Sermayenin alternatifler arasından belirli bir projeye tahsisi yani yatırım faaliyeti mühendislik ekonomisi kapsamında değerlendirilir. Burada işletme, mevcut alternatifleri değerlendirerek amacına uygun olanı seçer. Yönetim, doğru bir karar olarak yapılan harcamaların makul bir sürede geri kazanımını sağlayacak projeleri seçmeye çalışır. Seçilen projenin tahmini nakit akışları zaman içerisinde değerlendirilerek işletmenin varlığının sürdürebilmesine katkı sağlamak da mühendislik ekonomisinin konuları arasında değerlendirilir.

Mühendislik ekonomisinin önemi bütün mühendislik alanları için aynı değeri taşır. Bu nedenle, Metalurji ve Malzeme Mühendislerinin çalışma hayatında da Mühendislik Ekonomisi önemli uygulama alanlarına sahiptir.

2. EKONOMİNİN TEMEL KAVRAMLARI

2.1. Ekonominin Tanımı ve Amaçları

Ekonomi, insan ihtiyaçlarını karşılamak, içinde bulunduğu maddi şartları düzeltmek, toplumun refahını en üst seviyeye çıkartmak için eldeki mevcut ekonomik kaynaklardan optimum faydayı sağlamayı planlayan bilim dalıdır.

Ekonomi, makro ve mikro ekonomi olarak iki başlık altında değerlendirilir;

Makro ekonomi, ekonominin toplumun bütününe ilişkin inceleme yapan bölümüdür.

Mikro ekonomi, genelde işletme ve hatta aile bazında inceleme yapan bölümdür.

Ekonominin önemli temel amaçları şunlardır:

- 1- Fiyat istikrarı
- 2- Tam istihdam
- 3- Ekonomik büyüme
- 4- Adil gelir dağılımı
- 5- Ekonomik serbestlik
- 6- Doğal çevrenin korunması

Fiyat istikrarı: Ekonominin önemli bir amacı fiyatlar genel seviyesinin istikrarlı olmasıdır. Bu bakımdan ekonomi, fiyat artışları (enflasyon) ve ekonomik durgunluk gibi fiyatlar genel seviyesindeki değişmelere yol açan olumsuzlukların giderilmesini, bu konuda düzenleyici politikalar geliştirmeyi ve fiyatlarda istikrar sağlamayı amaçlar.

Tam istihdam: Çalışma yeteneğine sahip ve çalışma isteğinde olan işgücü potansiyelinin uygun işlerde çalışması tam istihdamı ifade eder.

Ekonomik büyüme: ekonomik kaynakların verimli ve etkin kullanılması ile her yıl milli gelirin tatmin edici bir ölçüde artması ekonomik büyümenin amacıdır. Milli gelir ne ölçüde büyürse toplumun ve her bireyin refahı o ölçüde artar.

Adil gelir dağılımı: Ekonominin temel hedeflerinden birisi de milli gelirin adil olarak paylaşılması, üst ve alt gelir grupları arasındaki gelir farkının aşırı olmasının önlenmesidir.

Ekonomik serbestlik: Ekonomide üretici ve tüketici gruplarının ekonomik kurallara uygun ve serbestçe ekonomik faaliyetlerini gerçekleştirmeleri amaçlanır.

Doğal çevrenin korunması: Mal ve hizmet üretimi ve bu üretimin artırılması amaçlanırken, bu etkinliklerin doğal çevreye zarar vermemesi de ekonominin amacı olarak değerlendirilir.

2.2. Temel Kavramlar

Makro ve mikro ekonomide bazı temel kavramları açıklamada yarar bulunmaktadır. Bu kavramlar olmadan ekonomi ile ilgili yorumlar yapmak imkansızdır.

1- Mal ve hizmetler

İhtiyaçları tatmin etme özelliği taşıyan fiziki varlıklara mal, fiziki olmayanlara da hizmet denir. Genel olarak mal ve hizmetleri ifade etmek üzere ekonomik mal terimi kullanılmaktadır.

Mallar aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- a) Ekonomik mallar ve serbest mallar
- b) Tüketim ve üretim malları
- c) Dayanıklı ve dayanıksız mallar
- d) Zaruri ve lüks mallar

2- Üretim ve Üretim Faktörleri

Üretim, ihtiyaçları tatmin etmek üzere fayda yaratma faaliyetidir.

Mal veya hizmetin üretilmesi için çeşitli ekonomik kaynağın bir araya getirilmesi ve belirli bir organizasyon içerisinde bunların çeşitli işlemlerden geçirilmesi gerekir. Mal ve hizmet üretmek üzere ihtiyaç duyulan ekonomik kaynaklara üretim faktörleri denir. Üretim faktörleri ekonomistler ve mühendisler tarafından farklı adlarla ifade edilmektedir.

Sıra	Ekonomistler	Mühendisler
1	Emek	İşgücü
2	Sermaye	Makine
3	Doğal kaynaklar	Malzeme
4	Girişimci	Metot
	Teknoloji	

Son yıllardaki gelişmelere bakılarak teknoloji faktörü de temel üretim faktörleri arasında sayılmaktadır.

3- Maliyet

Maliyette ana unsurlar fiziki girdiler, emek ve sermaye bileşenleridir. Mal üretiminde fiziki girdilerin maliyeti önemlidir. Ham maddeler, yarı ürün ve ürünler çeşitli oranlarda üretilen malın bünyesine girmektedir. Bu fiziki girdilerin bir kısmı yurt içi sanayiden temin edilirken bir kısmı ithaldir. Bu girdiler imalat akış programına göre temin edilmeli ve üretimi aksatmayacak şekilde stokta tutulmalıdır. Stokta tutuş belirli bir maliyet getirecektir. Bu girdilerin stoklanması için fiziki mahal ve stok bedelinin finansmanı da bir maliyet unsurudur.

4- Pazar ve Fiyat

İnsanlar bazı ihtiyaçlarını karşılamak üzere ellerindeki malları ihtiyaç duydukları mallarla değiştirirler. Bu işleme mübadele denir. Mallar mallarla değiştirilirse bu değiştirme işlemine trampa denir. Alışverişte malların değerini belirlemek ve alışverişi sağlamak için kullanılan araca para denir.

Mal ve hizmetlerin mübadele amacıyla bir araya geldikleri, diğer bir ifade ile mal ve hizmetlerin değiştirilebildikleri yer pazar (piyasa) denir.

Fiyat, bir mal veya hizmetin para birimi ile ifade edilen değeridir. Malların fiyatlarının oluşumu, toplumlarda güdülen sosyo-ekonomik politikalar, alışkanlıklar, iklim, çevre gibi faktörler rol oynamaktadır. Serbest piyasa ekonomilerinde fiyatların değişiminde en önemli etken, herhangi bir ürüne karşı pazarda oluşan arz-talep dengesidir. Arzın talepten büyük olması halinde fiyatlar düşer, küçük olması halinde fiyatlar yükselir. Arz talebin serbestçe oluşmadığı pazarlarda fiyatlar deformedir ve baskı altındadır.

5- Değer

Değer, bir mal veya hizmeti elde etmek için ödenen bedeldir. Bir malın fiyatı her zaman onun hakiki maliyetini, değerini göstermez. Maliyet üzerine ilave olunan imalatçı, toptancı ve perakendeci karları maliyeti değişen oranlarda büyütür. Fiyat ile malın değeri arasında formüle edilebilecek tam bir formül yoktur. Serbest piyasa ekonomilerinde fiyat arz-talebe göre belirlenirken, kontrollü ekonomilerde, kontrol ve hükümet müdahaleleri oranında etkilenmiş olarak piyasa-yönetim tarafından oluşturulur. Müdahale fiyatları arttırır veya azaltır, değer altına veya çok üzerine çıkarabilir.

Mal ve hizmetler bir bedel ödenmeden elde edilebiliyorsa bunun ekonomik bakımdan bir değeri yoktur.

Toplumlar, pazarın kısıtlı olması hallerinde (kuraklık, harp) fiyatların aşırı artmasını önlemek için fiyat kontrolleriyle ihtiyaçların giderilmesini sağlamaya çalışmışlardır. Fiyatların serbestçe oluştuğu ekonomilerde mala olan talep, onun fiyat oluşumundaki en önemli unsurdur. Malın piyasaya sunulması da esastır. İç üretim yanında dış alım ve mevcut pazarlanabilir stoklar o malın piyasaya arzını ifade eder.

6- Fayda

Değer-fayda ilişkisi bazı hallerde fiyatların oluşumuna önemli katkıda bulunabilir. Üretilen mal topluma sağladığı fayda ve toplumun bazı ihtiyaçlarını giderebildiği ölçüde değerlendirilir. Toplumun davranışlarında yönlendirme önemlidir. Yönlendirme yapılan toplumlarda, tüketim, fayda-değer kavramlarından kopuk olarak gelişir. Genelde bir yatırımın ekonomik faydası ölçülebilen, rakamla ifade edilebilen karaktere sahip iken, sosyal boyutu ağır olan projelerde faydayı rakamla ifade etmek mümkün değildir. Fayda

somut bir kavram olduğundan ölçülemez, faydalıdır, çok faydalıdır veya faydasızdır denilerek sınıflandırılır.

7- Para

Para, mal ve hizmetlerin değişiminde kullanılan ve değer ölçüsü olarak kabul edilen bir araçtır. Para kullanıldığı ekonomide ortak bir kıymet ölçüsü ve ortak bir hesap birimidir. Para altın, gümüş gibi değerli metallerden olabileceği gibi dayanıklı diğer metallerden veya kağıt para veya kaydi para şeklinde olabilir.

Para aşağıdaki fonksiyonlara sahiptir:

- a) Para değişim aracıdır.
- b) Para değer ölçüsüdür.
- c) Para değer saklama, tasarruf etme aracıdır.
- d) Para borç ödeme aracıdır.

Para arzı, belirli bir anda halkın kullanımına sunulmuş olan para miktarıdır. Bankaların kasalarında tuttıkları nakit para ile merkez bankasında karşılık olarak tutulan paralar para arzı kapsamında değerlendirilmez.

Para talebi, bireylerin ve firmaların işlem, ihtiyat, spekülasyon ve tasarruf talebi ile ellerinde bulundurdıkları para miktarıdır. Talep edilen para miktarının az veya çok olmasında gelir seviyesi ile faiz oranının önemli rolü vardır. Gelir seviyesi arttıkça ve faiz oranları düştükçe daha fazla para talep edilir.

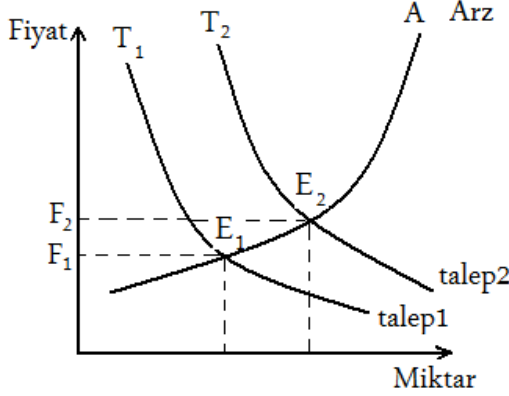
8- Arz ve Talep

Arz-talep, bir malın pazarda bulunması ile tüketilmesi arasındaki karşılıklı etkileşimlerini ifade eder. Toplumumuzda bu ilişki arz-talep kanunu olarak bilinir. Genelde toplum yöneticileri pazara müdahale eder. Bunu yaparken toplumun genel menfaatlerinin gereği olduğunu düşünür. Aslında toplumun tümünün dikkate alınması halinde arz-talebin serbestçe dengeye gelişinin önündeki engellerin ortadan kaldırılmasında yarar olduğu bir gerçektir. Talep varsa arz olacaktır, arz varsa talep oluşturulacaktır. Talep oluşturma reklam, gösteri, konuşma gibi davranışlarla tarih boyunca yapıla gelmiştir.

Arz etmek, üretimde pazara sunulan mal ve hizmet demektir. Talep ise bir malı pazardan satın almak isteyenler, talep edenler demektir.

Kural: Talep eğrisi, fiyat eğrisi ile doğru orantılıdır.

Arz artarsa (yani bir maldan pazara çokça üretilirse) fiyatı düşer talep artarsa, yani malı satın almak isteyenler çoğalırsa fiyat artar.



Şekil 1. Arz – talep dengesi

Arz ve talep dengeliyse fiyat da dengede olur. Yani ürünü alan sayısı ile satışa sürülen ürün sayısı bir dengedeyse fiyat değişmez. Elbette bu çıkarımları diğer etkenlerin normal olduğu varsayılarak söylenir. Bir malın fiyatı arttıkça, o malı satın almak isteyenler azalacak yani talep düşecektir. Bir malın fiyatı düştükçe, o malı satın almak isteyenler artacak yani talep yükselecektir. Bir mala olan talep sadece o malın fiyatı ile ilişkili değildir. Toplumdaki ortalama gelir, gelir dağılımı, rakip ve diğer malların fiyatları, psikolojik etkenler, reklamlar, toplum idollerinin davranışları da ürüne olan talep miktarını etkiler.

9- İstihdam ve İşsizlik

Ekonomide istihdam, üretim faktörlerinin üretime alınması anlamında kullanılır. Ama istihdam ifadesi ile daha çok işgücünün istihdamı yani üretime katılması olarak değerlendirilmektedir.

Buna göre istihdam, çalışma yaşında olup da çalışma ve gelir sağlama kararında olan bireylerin hizmetlerinden yararlanmak üzere üretim faaliyetlerinde bulunmalarıdır.

Bir ekonomide, çalışabilir yaşta olup da cari ücret seviyesinde çalışmak istemesine rağmen iş bulamayanlara işsiz denir. İşsiz sayısı bir ülkede eksik istihdam durumunun olduğunu gösterir. Tam istihdamda işsiz kalmaz.

10- Döviz Kurları

Bir ülkedeki yabancı ülkelerin paralarına döviz denir. Ülkeler arasında ticaret varsa, bu ülkelerde döviz bulunur. Dövizler, ülkede döviz piyasalarında alınıp satılırlar veya birbirleriyle değiştirilirler.

Yabancı paraların fiyatına döviz kuru veya döviz fiyatı denir. Döviz kuru, iki ülke parası arasındaki değişim oranıdır.

Döviz kurunu belirleyen üç sistem mevcuttur:

- 1) Sabit kur sistemi
- 2) Serbest kur sistemi
- 3) Karma kur sistemi

11- Milli Gelir ve Kişi Başına Milli Gelir

Milli ekonomide faktör sahibi olan ve üretime katılan bireylerin bir yıllık süre içerisinde ürettikleri nihai mal ve hizmetlerin parasal değerlerin toplamına gayri safi milli hasıla (GSMH) denilmektedir. Gayri safi milli hasıla, bir ekonominin üretim gücünü gösterir.

Gayri safi milli hasıladan milli üretime katılan sermaye mallarının amortismanlarının ve tükenme paylarının düşülmesi suretiyle hesaplanan değere safi milli hasıla (SMH) denir.

$$SMH = GSMH - AMORTİSMANLAR$$

Safi milli hasıladan vasıtalı vergilerin düşülmesi suretiyle hesaplanan gelire milli gelir denir.

$$MİLLİ GELİR = SMH - VASITALI VERGİLER$$

Bir ülkenin milli gelirinin o ülkenin nüfusuna oranlanarak buluna gelire fert başına milli gelir denir.

Milli gelir, üretim ve tüketim yönünden ayrı ayrı hesaplanır.

Üretim yönünden milli gelir;

$$MİLLİ GELİR = ÜCRET + FAİZ + KİRA + KAR$$

şeklinde hesaplanır.

Harcama yönünden milli gelir;

$$Y = C + I + G + X - M$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada; Y milli geliri, C tüketim harcamalarını, I yatırım harcamalarını, G devletin tüketim ve yatırım harcamalarını, X ihracatı ve M ithalatı gösterir.

$X < M$ ise; ülkenin ödemeler dengesi açık verir.

$X > M$ ise; ülkenin ödemeler dengesi fazla verir.

Milli gelir iki biçimde değerlendirilir:

$$Y = C + S$$

Burada C tüketim harcamaları ve S tasarrufları gösterir. Buna göre, milli ekonomide tasarrufları

$$S = Y - C$$

bağıntısı ile ifade edebiliriz.

Ekonomide tasarruflar yatırıma dönüşeceğinden, tasarrufların yüksek olması gelişmeyi ve kalkınmayı güçlendirir.

12- Satınalma Gücü Paritesi

Satınalma gücü paritesi (SGP), ülkeler arasındaki fiyat düzeyi farklılıklarını ortadan kaldırarak farklı para birimlerinin satın alma güçlerini eşitleyen bir değişim oranıdır.

SGP en basit şekilde, iki ülkede aynı tanıma sahip bir ürünün fiyat oranı şeklinde hesaplanır. Örneğin, 1 litre dizel yakıtın fiyatı Türkiye’de 3.45 TL, ABD’de 0.54 dolar ise, dizel yakıt için 1 ABD Dolarının satınalma gücü paritesi;

$$SGP (\text{Türkiye/ABD}) = 3.45 \text{ TL}/0.54 \text{ dolar} = 6.39 \text{ TL/dolar}$$

olarak hesaplanır. Bu ifade, 1 litre dizel yakıt için ABD’de ödenecek her 1 dolara karşılık Türkiye’de 6.39 TL ödenmesi gerektiğini göstermektedir.

SGP tek bir ürün için değil, piyasada yer alan mal ve hizmetlerin genelini kapsayan GSYH ve harcama bileşenleri için de hesaplanmaktadır.

SGP’nin temel amacı, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) ve bileşenlerinin uluslararası reel karşılaştırmasına yönelik göstergelerin elde edilmesidir. GSYH bir ülkenin ekonomik büyüklüğünü, fert başına GSYH ise o ülkede yaşayanların refah düzeyini gösteren en önemli göstergedir. SGP, ülkeler arasındaki fiyat düzeyi farklılıklarını gidererek GSYH ve bileşenlerinin bu tür uluslararası karşılaştırmalarına olanak veren ortak bir değişim oranıdır.

SGP, ülkeler arasındaki fiyat düzeyi farkını gidererek reel mal ve hizmet hacminin karşılaştırılmasına yönelik yöntem arayışlarının sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

ABD’de ortalama kişi başına milli gelir 53000 dolar/yıl olup, ABD vatandaşının dizel yakıt alım gücü $53000/0,54 = 98148$ litre/yıldır.

Türkiye’de ise ortalama kişi başı milli gelir 28000 TL olup, Türk vatandaşının dizel yakıt alım gücü ise $28000/3.45 = 8116$ litre/yıldır.

Türk vatandaşının ülkesinde ABD vatandaşı kadar dizel yakıt alabilmesi için yıllık ortalama geliri $98148 \text{ litre/yıl} \times 3.45 \text{ TL/litre} = 338610 \text{ TL/yıl}$ olmalıdır. Dolar kuru 3 TL/dolar ise Türk vatandaşının dolar cinsinden geliri $338610/3 = 112870$ dolar/yıl olup, ABD’de alabileceği dizel yakıt miktarı 209108 litre/yıl olur!

13- Cari Denge

Ülkeler arasındaki dış ticaret sonucu ödemeler bilançosuna bağlı olarak döviz cinsinden oluşan dengeye cari denge denir. Cari denge döviz girişi ile döviz çıkışı arasındaki faktür. Bu fark negatif ise cari açık, pozitif ise cari fazla sözkonusudur. Cari açığın fazla olması dış borçların arttığını gösterir.

14- Finans Kurumları ve Borsa

Finans kurumları, para ve sermaye pazarlarında faaliyet gösteren ve fon arzedenler ile fon talep edenleri buluşturan kurumlardır. Para pazarlarında ticari bankalar ve katılım bankaları faaliyet gösterirken, sermaye pazarlarında bankalar, aracı kurumlar, menkul kıymetler yatırım ortaklıkları, menkul kıymetler yatırım fonları, risk sermayesi yatırım ortaklıkları, portföy yönetim şirketleri ve diğer finansman şirketleri faaliyet gösterir.

Borsa, altın, gümüş, döviz, bazı tarımsal ürünler, metaller ile hisse senetleri ve tahvillerin alınıp satıldığı organize kurumsal piyasalardır.

15- Verimlilik

Verimlilik, birim zamanda, birim iş gücü (veya birim fiziki girdi) girdisi ile yapılabilen işlerin bağıl karşılaştırmasıdır. Geçmişte, kol gücü ile yapılan tarım faaliyetinden alınan ürün miktarı, at veya öküz kullanılarak 4 kat artırıldı. Rüzgar ve su enerjisi kullanılmaya başlandığında üretim miktarı daha da artmıştır. Buharın kullanılması, elektrik ve motor kullanılması ile üretim daha da artmıştır. Tabiatıyla, insan gücünün (emek) dışında başka girdiler de söz konusu olmuştur.

Verimliliğin matematik olarak ölçümü (birim zaman için), çıktı/girdi oranıdır.

Verimliliği, toplam verimlilik ve kısmi verimlilik şeklinde iki ana gruba ayırmak genel bir kabuldür. Toplam verimlilik, üretim çıktı değerinin üretime giren toplam girdilerin (üretim faktörleri) değerine oranıdır. Üretim faktörlerinin her biri içinde bu verimlilik oranlarını bulmak mümkündür. Birim iş gücü başına üretim, birim enerji başına üretim gibi oranlar kısmi verimlilik oranlarını verir. Sermaye verimliliği de sıkça kullanılan bir orandır. Bu da üretimin değerinin, üretimde kullanılan sermayeye oranıdır.

Verimlilik bir işletmenin başarısının bir ölçütüdür. Karlılığı yukarı çeker.

Kısmi verimlilikte ölçülen çıktı/girdi oranları da önemlidir. Bir işçi bir günde 10 adet ürün montajı yaparken bu sayının 11'e çıkması halinde işgücü verimliliği %10 artmış olur.

16- Faiz

Serbest piyasa ekonomisinde kullanılan kaynakların bir kullanım bedeli vardır. Gayrimenkul kıymetlerin kullanım bedeline kira, menkul kıymetlerin kullanım bedellerine de faiz denilmektedir. Faiz, menkul kaynak kullanım hakkı için kullanıcıdan alınan bir kiradır, bir yüzdeliktir.

Bugün para mal gibi kabul edilerek, pazardaki fiyatın serbestçe oluşmasına yol açılmıştır. Banka mevduata (yani birikimlere) yıllık belirli bir r yüzdesi ile faiz verir. Banka topladığı mevduatı, kaynak eksikliği duyan kişi veya kurumlara yıllık r' oranı faizle kullanır. r ve r' arasındaki fark, bankanın beklediği masraf ve karı karşılayan mertebede olur.

Bankalar borç, yani kredi verirken, nominal faizleri, mümkün oldukça aylık olarak uygular. Mevduatı da yıllık basit faizle alma eğilimindedir. Bankanın mevduata verdiği faiz r , enflasyon e yüzdesinden büyük olmalıdır. Aksi halde mevduatı yapan kimse, parasını vade sonunda küçülmüş olarak geriye alır. Faizler genelde nominal, reel ve efektif faiz adı ile üç sınıfa ayrılır.

Nominal Faiz; bankaların yıllık mevduata/krediye verdiği/aldığı yüzdelik orandır.

Reel Faiz; enflasyonist ortamda, faizin gerçek değerini ifade eden orandır.

Efektif faiz; mevduata veya krediye uygulanan bileşik faizin ortaya çıkardığı yeni faiz oranıdır.

17- Fiyat Hareketleri

Enflasyon: Dolanımdaki para miktarıyla, malların ve satın alınabilir hizmetlerin toplamı arasındaki açığın büyümesinden ortaya çıkan ve fiyatların toptan yükselişi, para değerinin düşmesi biçiminde kendini gösteren ekonomik parasal süreç, hayat pahalılığı, fiyat şişkinliği olarak ifade edilebilir.

Enflasyonda toplam mal ve hizmet arzı toplam mal ve hizmet talebini karşılayamaz; reel bir dengesizlik oluşur. Bu nedenle kümülatif bir fiyat yükselişi oluşur. Satın alma gücü düşer düşer. ÜFE ya da TÜFE ile ölçülür. Genelde enflasyon varsa fiyat artışı olur. Ancak her fiyat artışı enflasyon değildir. Örneğin, kuraklığın getirdiği tarım rekoltesi düştüğünde, uzun süren grevlerde fiyatlar artar.

Üretici Fiyatı Endeksi (ÜFE): Belirli bir referans döneminde ülke ekonomisinde üretimi yapılan ve yurtiçine satışa konu olan ürünlerin, üretici fiyatlarını zaman içinde karşılaştırarak fiyat değişikliklerini ölçen fiyat endeksidir. Aylık ya da yıllık enflasyon rakamının belirlenmesinde kullanılır.

Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE): Tüketicinin satın aldığı belirli bir ürün ve hizmet grubunun fiyatlarındaki ortalama değişimleri gösteren bir ölçüttür. Yıllık enflasyon değerindeki değişimi ölçmek için kullanılır.

TÜFE, istatistik bilimindeki endeks sayılar ile hesaplanır. Belli bir yıl seçilir ve bu yıl temel yıl kabul edilir. Endeks değeri 100'dür. Bundan sonraki yıllar, yani cari yıllar enflasyon değerlerine göre değişkenlik gösterir ve temel alınan endekste oynamalar olur.

TÜFE ile ÜFE arasındaki temel fark, fiyatı derlenen birimlerde ortaya çıkmaktadır.

- TÜFE'de fiyatlar, üreticilerin yanı sıra toptan satış noktalarından da (sebze, meyve ve balık hallerinden) derlenmektedir. Toptan eşya fiyatlarına Katma Değer Vergisi (KDV) gibi vergiler dahil edilmektedir.
- ÜFE'de, fiyatların özellikle üreticilerden derlenmesi esastır ve ürün fiyatları vergiler hariç, yurtiçi peşin satış fiyatlarıdır.

Deflatör: Ülkede üretilen bütün mal ve hizmetlerin fiyat değişim endeksidir. Kısaca, cari fiyatlarla hesap edilen GSMH'nın sabit fiyatlarla hesap edilen GSMH'ya oranıdır. Devletin ekonomide ağırlığının olmaması durumunda, bu endeks üretici fiyatlarına yakın bir değer taşır. Devlet eğitim, sağlık, adalet ve savunma, emniyet hizmetlerini yerine getirebiliyorsa dahi deflatör üretici fiyatlarından farklı bir değere sahiptir.

Deflasyon: Fiyatlar genel düzeyinde sürekli bir düşüş durumunu ifade etmektedir. Enflasyonun tersi durumdur.

Cari Açık: Bir ülkenin ihraç ettiği mal ve hizmetlerden elde ettiği gelirin, ülkenin yurt dışından ithal ettiği mal ve hizmetlere yaptığı ödemelerden az olmasıdır.

Devalüasyon: Ulusal paranın yabancı paralar karşısındaki değerinin azalmasını ifade eder.

Revalüasyon: Ulusal paranın yabancı paralar karşısındaki değerinin artmasını ifade eder.

Resesyon: Ekonomik büyümenin belirli bir süre negatif ya da yavaşlamasıdır. Ekonomide durgunluktur.

Stagflasyon: Bir ekonomide üretimin düştüğü ya da en azından artmadığı bir ortamda enflasyonun yükselmesidir.

Moratoryum: Borçlunun, ödeme gücünü kaybetmesi nedeniyle borçlarının tümünü veya bir kısmını ödeyemeyeceğini ilan etmesidir.

Konsolidasyon: Bir borcun borçlusu tarafından ödenmeyip zorunlu veya gönüllü olarak vade, faiz, tür ve benzeri yönlerden yeniden yapılandırılmasını ifade eder.

Katma Değer: Belli bir üretim aşamasında o üretim süreci ile ürüne ilave olunan değere denir. Bir ürünün birim satış fiyatı (p) ile toplam birim maliyeti (D) arasındaki farktır ($p - D = \text{Katma değer}$).

2.3. Ekonomik Etkinlik Ölçütleri

Proje ve işletme yönetiminin güdülen ekonomik amaçlar açısından ne ölçüde başarılı bir etkinlik belirlemeye yarayan çeşitli ölçütler vardır. Ekonomik etkinliğin karşılaştırılmasında çeşitli yöntemler izlenir:

- 1) İşletmenin geçmişteki performanslarının esas alınması
- 2) Aynı faaliyet alanındaki diğer rakip işletmelerin performanslarının esas alınması
- 3) Sektörler bazındaki ve genel ekonomideki performansların esasa alınması
- 4) Uluslar arası düzeyde gerçekleşen performansların esas alınması
- 5) Yurt içi ve uluslar arası performans standartlarının esas alınması

Başlıca ekonomik etkinlik ölçütleri üç grupta toplanabilir:

1) Üretkenlik (Prodüktivite)

Üretkenlik, bir projede bir işletme faaliyetinde ortaya konan çıktılarla bu çıktıyı sağlamak için kullanılan girdiler arasındaki orandır.

$$\text{Üretkenlik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$

Bu eşitlikte çıktılar; m, m², m³, l, kg, ton, adet gibi birimlerle ifade edilmektedir. Girdiler ise üretim faaliyetlerinde yer alan işgücü, sermaye, malzeme gibi üretim faktörleridir.

Üretkenlik oranı yükseldikçe ekonomik kaynaklar daha iyi ve etkin kullanılıyor demektir. Üretkenlik katsayısı, bir birimlik çıktı sağlamak için kaç birimlik girdi kullanılması gerektiği konusunda bilgi verir. Temelde üretkenlik ölçümleri fiziksel miktar büyüklükleri ile yapılmalıdır. Fiziksel ölçümler ekonomik kaynakların ne ölçüde etkin kullanıldığı konusunda doğrudan ve duyarlı sonuç verirler. Ancak üretkenliğin her zaman fiziksel ölçümlerle belirlenmesinde önemli metodoloji ve ölçüm sorunlarına yol açabilir. Çıktı miktarını belirlemek nispeten kolay olsa bile girdilerin çok sayıda ve farklı özellikte olması nedeniyle ölçme ve karşılaştırma sorunları doğar. Diğer yandan hangi girdinin üretime ne ölçüde doğrudan katkı yaptığını belirlemek çok zordur. Örneğin, işgücü işgücü saat, makine makine saatleri, malzeme miktar (kg), enerji (kWh) olmak üzere her birinin farklı ölçüm değeri söz konusudur. Bu nedenle fiziksel ölçümlerin yerine çoğunlukla parasal değerler kullanılır.

Üretkenlik toplam üretkenlik ve kısmi üretkenlik olarak iki ayrı şekilde değerlendirilir.

Toplam üretkenlik, bir projede bir dönemde gösterilen ekonomik faaliyetlerin sonucunda toplam ekonomik kaynakların ne derece etkin kullanıldığını belirlemeye yarar.

Kısmi üretkenlik, her üretim faktörünün üretkenliğini belirlemeye yarar.

$$\text{İşgücü üretkenliği} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{İşgücü saatleri}}$$

$$\text{Makina üretkenliği} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Makina çalışma saatleri}}$$

$$\text{Malzeme üretkenliği} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Malzeme miktarı}}$$

Kısmi üretkenlikte yer alan değerlerin toplamı toplam üretkenlik anlamına gelmez.

Üretkenlik büyük ölçüde işletme içi yani yönetimin kontrolü altındaki etkenlere bağlıdır. Rekabet ortamında proje ve işletme yöneticileri işletme dışı koşullarını etkileme olanağına sahip değildir.

2) Ekonomiklik

Ekonomiklik, bir dönemdeki proje ve işletme faaliyetlerinin toplam olarak ekonomik başarısını belirlemeye yarayan katsayılardır.

$$\text{Ekonomiklik} = \frac{\text{Çıktıların parasal değeri (Gelirler)}}{\text{Girdilerin parasal değeri (Giderler)}}$$

Ekonomiklik, üretkenlik ile özdeş bir katsayı görüntüsü verse de yapısı ve ekonomik anlamı bakımından farklılıklar gösterir. Üretkenlik, işletmenin üretim aşamasında kaynak etkinliğini yansıtır. Daha çok işletme içi etkenlere bağlı olarak değişir. Buna karşın ekonomiklik oranı, hem işletme içi ve hem de işletme dışı etkenlere bağlı olarak değişir.

Üretkenlik ölçümünde kullanılan çıktı değerleri parasal değerler olsa bile ekonomiklik katsayısındaki çıktıların parasal değerinden farklıdır. Ekonomiklik oranını oluştururken işletme geliri olarak düşündüğümüz büyüklüğün içinde işletme karı da vardır. Bu nedenlerden dolayı yüksek üretkenlik her zaman yüksek ekonomiklik doğurmayabilir. Aynı şekilde düşük üretkenlik düşük ekonomiklik ortaya çıkarmayabilir.

3) Karlılık (Rantabilite)

Karlılık, bir dönemde bir işletme faaliyetinin sonucunda işletmenin kullandığı sermayenin ne ölçüde karlı kullandığını belirlemeye yarar.

$$\text{Karlılık} = \frac{\text{Net kar}}{\text{Toplam sermaye}}$$

Toplam sermaye, sabit sermaye (işletme varlıkları) ile likit sermayeden oluşmaktadır. İşletmenin büyüklüğünü belirleyen sabit sermayedir. İşletme işçi ücretlerini ödemek, kısa vadeli ödemelerini yapabilmek için ana sermayesinin belli bir kısmını likit yani nakit olarak tutması gerekir. Buna likit sermaye adı verilir.

Karlılık ile kar farklı kavramlardır. Kar, toplam gelirler ile toplam maliyetler arasındaki farkı gösterir. Mutlak kar büyüklükleri ile karlılık oranı birbirine karıştırılmamalıdır. Karlılık, her birim sermaye ile ne kadar kar sağlandığını gösterdiğinden ekonomik etkinliğin belirlenmesinde kardan daha önemlidir. Kar, işletmelerin büyüyebilmesi, sermaye varlıklarını artırabilmesi ve rekabette kalabilmesi için gerçekleştirilmesi zorunlu bir amaçtır.

Karlılık genelde üç şekilde ölçülmektedir:

Sürüm karlılık oranı

$$\text{Sürüm karlılık oranı} = \frac{\text{Net kar}}{\text{Net satış geliri}}$$

Mali karlılık oranı

$$\text{Mali karlılık oranı} = \frac{\text{Net kar}}{\text{İşletmenin özkaynakları}}$$

Ekonomik karlılık oranı

$$\text{Kullanılan sermayenin getirisi oranı} = \frac{\text{Vergiden önceki kar} + \text{Faiz giderleri}}{\text{Özkaynaklar} + \text{Yabancı kaynaklar}}$$

$$\text{Toplam işletme varlıklarının getirisi oranı} = \frac{\text{Net kar}}{\text{İşletmenin net toplam varlıkları}}$$

2.4. Ekonomi Modelleri

1) Serbest Piyasa Ekonomisi:

Bu modelde fiyatlar kontrol edilmez, devlet fiyatlara müdahale etmez, para da mal gibi arz-talep altında fiyatını bulur, paranın getirisi yani faizi vardır. Tam istihdama ulaşıldığında faizin sıfır olacağı doktrinde ifade edilmesine rağmen şimdiye kadar böyle bir sonuç elde edilememiştir. Piyasayı arz talep kanunu düzenler, yatırımlar uyarılmış yatırımlar (talebin yönlendirdiği yatırım) dır. Bu anlayış geniş ölçüde kapitalist sistem olarak da bilinir. Kısa tarif olarak, üretimin özel girişimci tarafından kar amacı ile yapılp pazarda satıldığı ekonomik sistemin adıdır.

2) Kontrollü (Planlı) Ekonomi:

Bu modeli Karl Marx formüle etmiş olup, serbest piyasa ekonomisine ve kapitalist sisteme muhalefetten doğmuştur. Buradaki ana kabul, yatırımları, üretimi, fiyatları devlet düzenler, faiz yoktur, tam istihdam zorunludur. Üretimde artı değer vardır, bu değerın paylaşılması hakça olmalıdır. Bu modele merkezi planlama sistemi de denilmektedir. Halkın ne üreteceği, ne tüketeceği devlet tarafından planlanır. Bu sistemde müteşebbis yoktur. Müteşebbis emekçiyi sömüren bir kişidir. Pazar, güdümlüdür, tüketici devletin öngördüklerini tüketmek durumundadır. Tercih yapabilme çok sınırlıdır.

3) Karma Ekonomi:

Türkiye bu modeli terk ediyor. Burada önemli olan iki doktrinin birbirleriyle hangi oranlarda karılacağıdır. Kamu yararı kişisel çıkarların üzerindedir, kişinin mülkiyet ve miras hakları, bazı durumlarda kamu yararı nedeniyle yasalarla sınırlandırılmaktadır. Devlet, tekelleşmeyi önlemek, herkese çalışma olanağı sağlamak, gelir dağılımındaki dengesizliği azaltmak, işçi-işveren ilişkilerini düzenlemek gibi temel hedeflere yönelik önlemlerle, ekonominin istikrar içinde büyümesini sağlama görevini yüklenmiş bulunmaktadır.

3. MÜHENDİSLİK EKONOMİSİ VE KARAR SÜRECİ

3.1. Yatırım ve Yatırımcılar

Yatırım, milli ekonomi açısından üretim mallarına (tesis, teçhizat ve stoklara) belli bir dönem süresince (genellikle bir yılda) yapılan net ilavelerdir.

Ekonominin üretim gücünü arttırmaya yönelik yatırımlara reel yatırımlar, ekonominin üretim gücünü arttırmayan yatırımlara ise reel olmayan yatırımlar (mali yatırımlar) adı verilir (hisse senedi, tahvil, bono, vb.).

Yatırım projesinin önemli unsurları; yatırım tutarı, ömrü, hurda değeri ve verimidir.

Yatırım tutarı; proje ile ilgili satınalma veya üretim bedelleri, taşıma, montaj giderleri, vergiler, binalar, depolar, arazi için ödenecek bedellerdir.

Yatırımın ömrü iki şekilde ifade edilir:

- a) Fiziki ömür: Yatırımın fiilen üretimde kullanıldığı süre
- b) Ekonomik ömür: Yatırımın faydalı olmak üzere üretimde kullanılabileceği süre

Yatırımın hurda değeri, yatırımın servisten çekildikten sonra alabileceği en son değeridir.

Yatırımın verimi, yatırımdan beklenen minimum verimi ifade eder. Bu oran 1'den küçükse yatırım ret edilir.

Üretici ve tüketicilerin pazarda buluşmasının teknik yönleri mühendislik ekonomisinin konularını oluşturur. Üretim, yatırımcıların sanayide rol alması ile başlar. Üretici, pazarda talep edilebilir mal üretmelidir.

Yatırımcıları iki sınıfta toplamak mümkündür.

- 1- **Risk almayan yatırımcılar:** Tasarrufçular; risksiz yatırım için hazine bonusu veya tahvil alırlar, vadeli mevduatta düşük faiz gelirlerini yeterli bulurlar.
- 2- **Risk alan yatırımcılar:**
 - a) Endüstriyel yatırımcılar: Birikimlerini sanayi/fabrika yatırımlarında değerlendirmek isteyen müteşebbislerdir.
 - b) Menkul kıymet yatırımcıları: Bir projeyi gerçekleştirme yerine mevcut tesislerin çıkardığı, tahvil ve hisse senetlerini alırlar.
 - c) Spekülatörler: Spekülasyon gelecek kar beklentileri için pozisyon almadır. Mal ve hisse senetleri üzerinde etkilidirler. Bu işi yapana da spekülatör denir.
 - d) Arbitrajcular: arbitraj; bir varlığı ucuz olan piyasadan alıp, pahalı olduğu piyasada satmaktır. VOB gibi.
 - e) Risk sermayedarları: Risk sermayedarları genelde ileri teknoloji yatırımlarının başlangıcında hisse ve imtiyaz alırlar, Risk büyük olduğu için beklenen kar oranı yüksektir, hisseler yükseldiğinde satarlar. Türkiye'de henüz yoktur.

3.2. Mühendis ve Mühendislik Kavramları

Mühendis, insanların her türlü ihtiyacını karşılamaya dayalı; çeşitli yapılar yol, köprü, bina, peyzaj, çevre gibi şehircilik ve imar dışı alanların ilkeleri, bayındırlık; tarım, beslenme gibi gıda; fizik, kimya, biyoloji, elektrik, elektronik gibi fen; uçak, gemi, otomobil, motor, iş makineleri gibi teknik ve sosyal alanlarda uzmanlaşmış, belli bir eğitim görmüş kimsedir (TDK). Mühendis, bilim insanlarının ürettiği teorik bilgiyi tekniker ve teknisyenlerin uygulayabileceği pratik bilgiye dönüştüren kişidir.

Mühendis, bilimin bulgularını değerlendirip onu toplum yararına sunan veya bazı değişikliklerle günlük hayatta kullanılabilir şekle sokan kişidir.

Mühendislik bilim ve matematiksel prensipleri, tecrübe, karar ve ortak fikirleri kullanarak insana faydalı ürünler ortaya koyma sanatıdır. Bir başka deyişle mühendislik, belirli bir ihtiyacı karşılamak için gerekli teknik ürün ve sistemi üretme sürecidir.

Mühendislik, deneyim ve uygulama yoluyla matematik ve fen bilimlerine ilişkin edinilen bilgilerin, doğanın sunduğu malzeme ve enerjilerin insanlığın yararına ekonomik bir şekilde kullanılması için yöntemler geliştirmek üzere değerlendirmeler yapılmasını ve uygulamaya geçirilmesini sağlayan meslektir.

Mühendislikte çeşitli seçenekler mevcuttur; araştırma, tasarım, analiz etme, geliştirme, test etme ve pazarlama gibi. Araştırma mühendisliği yeni şeyler keşfetme, tasarım mühendisliği hayal gücü ve yaratıcılık, Analitik mühendislik matematik ve fen bilimleri, geliştirme mühendisliği laboratuvar çalışmaları ve deney yapma ile ilgili nitelikleri gerektirir. En önemli beş temel mühendislik alanı kimya, inşaat, elektrik, endüstri ve makina mühendislikleridir. Bunların dışında bugün çok sayıda mühendislik branşları mevcut olup, güncel ihtiyaçlara bağlı olarak yeni branşlar ortaya çıkmaktadır.

Mühendisin görevi; çeşitli karar aşamalarında proses, üretim, pazarlama, finans, ekipman temini ve ürün tasarımı yapmaktır.

Mühendislik görev ve sorumlulukları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- 1- Teknik görevler
- 2- Ekonomik görevler
- 3- Mali görevler
- 4- Hukuki görevler
- 5- Sosyal görevler
- 6- İdari görevler

Burada görüleceği gibi mühendisin sadece teknik görevi olmayıp, belirli ölçüde görevleri de bulunmaktadır. Mühendis, tesis tasarımı ve planlaması, üretim planlama, finans, hammadde temini, pazarlama, ar-ge hizmetleri, yenileme ve modernizasyon, verimlilik, bakım, kalite geliştirme gibi faaliyetleri teknik yönleriyle olduğu kadar ekonomiklik ölçeği kapsamında da yürütmek durumundadırlar. Ekonomiklik, aynı görevi görecekt muhtelif alternatifleri arasından en ekonomik, karlı veya verimli olanının seçilmesidir.

3.3. Mühendislik Ekonomisinin Konusu

Mühendislik ekonomisi, çok farklı nitelikler taşıyan mühendislik faaliyetleriyle, işletme yönetimi alanlarında oluşturulan, geliştirilen çeşitli önerilerden sağlanabilecek olası faydalarla (gelirler) bu önerilerin uygulamaya konması ve gerçekleştirilmesi aşamalarında yapılması gereken olası kaynak harcamalarını (giderler) sistematik olarak karşılaştırmaya ve değerlendirmeye yarayan bilgilerin ve yöntemlerin bütünüdür.

Mühendislerin çalışma alanları teknik içerikte olsa da verecekleri kararlarda sadece teknik faktörlere bağlı kalmaları yeterli değildir. Herhangi bir teknik problemin, teknik yönden ideal bir çözüme kavuşturulması yanında bu çözümün işletmeye yükleyeceği maliyetlerle gelecekte yaratacağı ekonomik getirilerin karşılaştırmalı olarak analiz edilip değerlendirilmesi gerekir. Bu nedenle özellikle yönetici konumundaki mühendisler, teknisyenlik görevleri yanında ekonomistlik ve işletmecilik fonksiyonlarını birlikte yürütmek zorundadırlar.

Mühendislik çalışmalarında alternatifler genellikle satın alma maliyeti ya da ilk yatırım maliyeti, çalışma ve teknolojik ömür, yıllık bakım ve işletme maliyetleri, hurda değeri, yatırımın geri kazanım süresi ve faiz oranı gibi analiz parametreleri arasındaki farklılıklardan oluşurlar.

Mühendislik ekonomisi, alternatif yatırımlar için ihtiyaç duyulan bilgileri toplayan ve analiz ederek alternatifler arasından uygun olanı seçmeye çalışan ekonomi bilimidir. Mühendis minimum maliyet ile maksimum üretimi yapmak ister. Dolayısıyla mühendis ilgilendiği sahayla ilgili olarak araştırmak, tanımlamak, alternatifleri ortaya koymak ve uygun olanını seçmek zorundadır.

Mühendis, bu amaçları gerçekleştirmek için projeler üretir.

Projenin teknik yönü ve mali yönü ayrı ayrı belirtilmelidir. Hazırlanan projeler geleceğe yöneliktir ve her proje bir mal ve hizmet üretimini amaçlar. Projeler bir anlamda yatırım demektir.

3.4. Ekonomik Karar Süreci

İşletmecilikte olduğu gibi mühendislikte de etkinlik ve etkenlik iki temel işlevidir. Etkinlik işi doğru yapmak, etkenlik ise doğru işi yapmaktır. Karar almada doğru iş ya da problem belirlenir ve tanımlanırsa işletme hedefleri doğru yolda ilerler.

Karar terimini sözlük anlamı, sonunda şüphelerin, tartışmaların son bulduğu, seçilen yolun uygulanmaya başladığı bir mantıksal sürecin nihai ürünüdür. Karar verme ise, alternatifler arasından seçim yapmaktır. Karar verme süreci, ilgili problem konusundaki neden-sonuç ilişkisine bağlı olarak sonuçlanır. Bu bakımdan karar, karar alıcıların ve işletme yönetiminin karakterini yansıtır.

Mühendislik ekonomisinin amacı mühendislik problemlerinin çözümünde, mühendislik hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde planlı ve gerçekçi bir tutum izlemek, bu çalışmalara dayanarak akılcı kararlar üretmek ve uygulamaktır. Planlı yaklaşım önce mühendislik

hizmetlerine duyulan gereksinimleri ve bunları karşılamaya yarayacak potansiyel olanakları belirleme işi ile başlar. Daha sonra da, belirlenen hedeflerin eldeki olanaklarla gerçekleştirilmesinde düşünülebilecek olası çözüm seçeneklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Planlama, bir karar alma işlemidir. İşletme kararlarının birçoğunun alınması oldukça güçlükler gösterir. Bu nedenle, çoğu işletme kararı, bazı hesaplamaların yapılmasını ve bazı modellerin kurulmasını zorunlu kılar. Karar almayı kolaylaştırmak için kullanılan birçok karar modelleri vardır. Bunlardan bazıları özel, bazıları şematik, bazıları fiziksel, bazıları da sayısal nitelik taşırlar.

Sayısal nitelikteki karar modellerinin başlıcaları şunlardır:

- 1- Tahmin modelleri.
- 2- Karar ağacı modeli.
- 3- Oyun teorisi.
- 4- Doğrusal programlama.
- 5- Tam sayılı programlama.
- 6- Taşıma modelleri.
- 7- Tahsis modeli.
- 8- Dinamik programlama.
- 9- Doğrusal olmayan programlama.
- 10- Stok kontrol yöntemleri.
- 11- Kuyruk modelleri.
- 12- Simülasyon modelleri.
- 13- Proje programlama modelleri.
- 14- Proje değerlendirme modelleri.
- 15- Başabaş analizi modeli.
- 16- Diğer sayısal modeller.

Bir işletmenin hedefleri aşağıdaki unsurları içerebilir: kar, karlılık, üretim miktarı, üretkenlik, satış miktarı, satış geliri, maliyetler, yatırımlar.

Hedeflerin gerçekleştirilmesinde kullanılacak olası kaynaklar işgücü, malzeme, makine ve metot/bilgidir. Bu faktörler, mühendisler tarafından temel üretim faktörleri olarak ifade edilmektedir.

Karar verme iki aşamalı bir süreçtir: birinci aşama karar vermeye giden yolun belirlenmesi, ikinci aşama ise kararın uygulandığı ve sonuçların izlendiği yoldur.

Karar verme süreci kararın verilmesi ile sona ermez; bu kararın hangi düzeyde sağlıklı olduğu, sonuçlarının ve amaçlara uygunluk düzeyinin değerlendirilmesi, hata söz konusu ise bu hatanın neden kaynaklandığının belirlenerek yeni bir karar verme sürecinin başlaması şeklinde süreç devam edebilir.

Karar aşamasında bilimsel yöntem uygulanır ve bu aşağıdaki aşamalardan oluşur:

- 1) Problemin tanımlanması
- 2) Tüm olası seçeneklerin ve sonuçların listelenmesi

- 3) Her seçeneğin her olay için elde edeceği sonuçları gösteren kayıp-kazanç tablosunun oluşturulması
- 4) Bir karar modelinin seçilmesi
- 5) Seçilen modelin uygulanması
- 6) Uygulanan model sonucunda uygun seçeneğin seçilerek karar verilmesi.

Karar verme sürecinin ikinci aşaması olarak ifade edilen kararın uygulanması ve sonuçlarının izlenmesi bölümü, pek çok araştırmacı tarafından karar verme sürecinin dışında bir evre olarak görülmesine de karar sürecinin bir parçası olarak değerlendirilmelidir. Çünkü, bu aşamanın değerlendirilmemesi halinde kararın amaçları hangi düzeyde karşıladığı hakkında sağlıklı bilgi elde edilemez.

Karar aşamasında birçok faktör etkili olmakla birlikte bunlardan en önemlileri para, zaman ve risktir. Para ve zaman faktörü birlikte değerlendirilerek risklerin azaltılması ve işletme amaçlarının gerçekleştirilmesi mümkün olabilir.

Karar ortamı karar almayı, yöntemleri ve uygulama sürecini etkileyen önemli bir parametre olup, bununla ilgili üç olası durum sözkonusudur:

- 1- Belirlilik: Karar ortamı ile ilgili parametreler bilinen değerlere sahiptir
- 2- Risk: Parametrelerin alabilecekleri olasılık değerleri biliniyor
- 3- Belirsizlik: Karar ortamında gelecekteki olayların olasılıklarını belirlenmesi imkansızdır.

Karar alıcılar, bu üç duruma bağlı olarak farklı yol ve yordam uygulayarak işletme amaçlarına uygun kararlar almaya çalışırlar.

Karar vericiler için zor olan durum, karar verirken belirsizlik kısıtlarının da hesaba katılarak, karar verme teknikleri ile belirsizlik ortamındaki karar durumlarının çözülmesine çalışılmasıdır. Belirsizlik altında karar verme sürecinde karar vericinin kişisel bilgileri, tecrübeleri, bağlı olduğu kurumun politikası da önemli rol oynamaktadır. Belirsizlik altında karar vermede olası durumların olasılıkları bilenememektedir, ancak hareket tarzlarının sonuçları az çok tahmin edilebilmekte ve kısmen de olsa bilginin mevcut olması durumu söz konusu olmaktadır. Bu noktadan hareketle sonuca ulaşıp karar verebilmek için çeşitli tekniklerin uygulanması gerekmektedir. Bu tekniklere belirsizlik altında karar kriteri teknikleri denilmektedir.

Maksimizasyon ilkesi: Enbüyükleme anlamına gelir. Eldeki ekonomik olanaklarla mümkün olan en yüksek ekonomik sonuca ulaşmak olarak tanımlanır. Ancak, eldeki olanaklar ile mümkün olan en yüksek sonuca ulaşmak her zaman en iyi ekonomik sonucu elde etmek anlamına gelmez.

Minimizasyon ilkesi: Enküçükleme anlamına gelir. Belirlenmiş bir hedefe en az kaynak kullanımıyla ulaşmayı ifade eder. Benzer şekilde, bir hedefi en küçük maliyetle gerçekleştirmek her zaman en iyi ekonomik sonucu sağlamaz.

Optimizasyon ilkesi: Sınırlı kaynaklar ve koşullar altında mümkün olan en iyi ve en ekonomik sonucu gerçekleştirmektir.

Risk altında karar verme durumu ise, kararın olası bütün sonuçlarının karar verici tarafından bilinmesini ve her bir sonucun ortaya çıkma olasılıklarına karar alıcının sahip olmasını gerektirmektedir. Risk ortamında alternatiflerin ne gibi sonuçlar doğuracağı önceden bilinmemektedir. Risk altında karar verme durumu olasılıksal bir karar durumudur. Risk ortamında karar verici, dış koşulların belirli bir ihtimalle meydana geldiğini kabul ederek, beklenen değerleri hesaplayıp en iyi alternatifi seçmektedir.

Risk altında karar vermede kullanılan dört temel teknik vardır: beklenen değer karar kriteri, maksimum olasılık kriteri, beklenen fırsat kaybı (pişmanlık) karar kriteri ve karar ağacıdır.

Karar verme zorunluluğu, mühendislik sorunlarında birden fazla çözüm alternatifinin bulunuşundan kaynaklanır. Eğer bir problemin çözümünde tek bir yoldan başka bir seçenek söz konusu değilse o zaman bir ekonomik değerlendirme yapmaya ve karar oluşturmaya gerek kalmaz.

Karar verme yöntemleri, teknolojik kriterleri ve kısıt koşullarını sağlayacak şekilde oluşturulmuş proje önerileri arasında en iyi ve en uygun projeyi seçebilme doğrultusunda uygulanmaktadır. En iyi proje seçiminde dikkate alınacak çeşitli sistem kriterleri yanında mühendislik ekonomisinde genellikle yatırım tutarı, geri ödeme süresi, nakit akışı, iskonto oranı gibi ekonomik kriterler de esas alınır. Bu şekilde, projeden beklenen sonuçlar fayda-masraf unsurları olarak incelenir ve bu unsurların gelecekteki değerleri birbirleriyle karşılaştırılır.

Proje, genellikle geleceğe dönük işlerin önceden tasarımıdır. Gelecek konusunda yapılan planlar ve programlar her zaman kesin ve fiilen gerçekleşen değerler olamaz. Burada bir yanda gerçekleşmesi hedeflenen değerler yani plan değerleri, diğer yanda uygulama sonucunda gerçekleşen değerler yani filli değerler söz konusu olacaktır. Bu değerler arasında her zaman belirli düzeyde bir uyumsuzluk bulunabilir. Karar verici ve yönetici planları yaparken geçmişteki olayların ve bugüne kadar ki olguların gidişine ve eğilimine bakarak bu eğilimini (trend) gelecekte de devam edeceği varsayımı ile hareket eder. Gelecekteki belirsizlikler ve bu belirsizliklerin yarattığı risk faktörü ekonomik karar oluşturma sürecinin odak noktasını oluşturur.

3.5. Karar Verme Sürecinde Belirsizlik ve Risk

Belirsizlik, gelecekte beklenen ekonomik büyüklüklerden yani ortalama değerlerden daha farklı sonuçlar doğmasına yol açan ve sapmaya neden olan tüm bilinmezlikleri kapsar.

Risk, gerçekte oluşan değerlerin önceden tahminlenen, planlanan değerlerden ve ortalamalardan sapma göstermesi olasılığını ifade eder. Mühendislik açısından risk, bir projede rasgelelik içeren herhangi bir karar değişkenine ilişkin hedeflenen değer altında kalınması veya ulaşılması olasılığı şeklinde tanımlanabilir. Ekonomik açıdan risk, mühendislik açısından riskin olasılık değeri ile beklenen farklı bir sonuç doğduğunda ortaya çıkacak ekonomik kaybın çarpımı olarak tanımlanır. İstatistiksel olarak risk,

olasılık dağılımı belirlenen değişkenler kullanılmaktadır. Belirsizlik ise olasılık dağılımı ile bile ifade edilemeyen durumlar için kullanılır.

İşletme kararlarında, proje yönetiminde alınacak kararlardan beklenen sonuçların önceden belirlenip tanımlanması, geleceğe yönelik tahminlerin ve kestirimlerin yapılmasına bağlıdır. Planlamacı ve karar verici yaptığı işte ne kadar bilgili ve deneyimli olursa olsun, elinde ne kadar bol bilgi ve veri bulunursa bulunsun, ne kadar gelişmiş ekonometrik modellere, yöneylem araştırması tekniklerine sahip olursa olsun, geleceğin tahmininde ve planlamasında her zaman çeşitli belirsizliklerin etkisinde kalacaktır. Ekonomik ve sosyal yaşamda ve onun parçası olan işletmelerde gelecekteki olayların geçmişteki olayların bir tekrarı ve benzeri olabileceği konusunda bir kesinlik ve güvence yoktur. Bu nedenle planlamada, proje girdileri, kısıt koşulları olabilecek parametreler ve çıktı olarak tanımlanabilecek proje sonuçları ile ilgili olarak önceden tahminlenen sayısal değerler kesin gerçekleşebilir değerler olmayabilir. Belirsizlik olgusu nedeniyle plan değerleri zaman süreci içinde her türlü değişime açıktır.

Muhtemel belirsizlikleri kaynakları aşağıdaki nedenlere dayanabilir:

- 1) Amaç belirleme
- 2) Kısıt koşullarının gelecekte değişmesi
- 3) Şansa bağlı ve rasgele olayların ortaya çıkması
- 4) Projeden etkilenebilecek grupları ve bireylerin beklenmeyen, önceden hesaplanamayan tepkileri
- 5) Beklenmedik teknolojik gelişmelerin ortaya çıkması

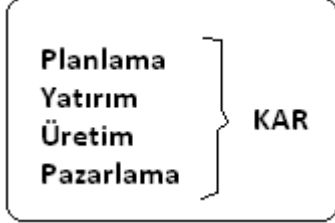
Buna göre ekonomik belirsizlikler 3 grupta toplanabilir:

- 1) Karar modeline ilişkin belirsizlikler
- 2) Parametre ölçümünde ve tahminlerindeki belirsizlikler
- 3) Doğal, ekonomik ve sosyal olaylardaki belirsizlikler

Belirsizlikleri ve dolayısıyla risk faktörünü tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Bununla birlikte, belirsizliklerin karar vermede yarattığı risk etkisi, duyarlılık analizlerine başvurularak azaltılmaya çalışılır. Duyarlılık analizlerinin temel amacı, sistem girdisi niteliğindeki varsayımlarda ve özellikle kısıt koşulu niteliğindeki ana ekonometrik parametrelerin matematiksel hesaplamalarında değişiklik yapılması durumunda, projeden beklenen sonuçların ne yönde değişme gösterdiğini araştırmaktır. Örneğin, herhangi bir yatırım projesinin değerlendirilmesi sürecinde, enflasyon oranlarındaki değişmeler bir projenin yapılabilirliği üzerinde ve yatırım kararının verilmesinde önemli bir etkiye sahip ise, bu projenin enflasyonist değişimlere karşı çok duyarlı olduğu sonucuna ulaşılır. Duyarlılık analizleri, sınırlı ölçülerde de olsa belli eğilimleri ortaya çıkarmada yararlı olabilir.

3.6. Mühendislik Ekonomisi Açısından Ekonomik Karar Türleri

Bir tesisin kuruluşundan üretime geçişine kadarki süreç bir mühendislik projesi olduğu gibi, bir ürünün tasarımı ve geliştirilmesi de bu kapsamda bir projedir. İşletmelerin önünde çoğu zaman bu ve benzeri çeşitli alternatif projeler mevcuttur. İşletmeler bu projelerle karlı olabilecek yatırımı seçme uğraşı verirler. Bu amaçla işletmeler aşağıdaki aşamaları uygularlar.



Şekil 3.1. Mühendislik ekonomisi uygulama aşamaları ve hedef

Karar ekonomisinin gerçekleştirilmesinde aşağıdaki disiplinlerden yararlanılır:

- 1) Makro ve mikro ekonomi
- 2) Mühendislik
- 3) İşletme ve muhasebe
- 4) Matematik ve istatistik

İşletmeler, karşılaştıkları mühendislik problemlerinin çözümü ya da mühendislik hizmetlerinin gerçekleştirilmesi için faaliyet dönemleri boyunca bazı kararlar almak zorundadırlar. Alınan bu kararlar, işletmelerin hedefledikleri noktalara ulaşmaları için en önemli unsur olmaktadır. Bununla birlikte, bazen doğru ekonomik kararlar alınırken bazen de yanlış kararlar alınarak ekonomik kaynakların boşa kullanılması durumu ortaya çıkabilmektedir. Bir mühendislik probleminin çözümüne yönelik olarak alınacak ekonomik kararlar genel olarak aşağıdaki şekillerde olabilir:

- 1) Makina-teçhizat ve süreç seçimi kararları
- 2) Makina-teçhizat yenileme kararları
- 3) Yeni ürün geliştirme ve kapasite artırımı kararları
- 4) Maliyet düşürme kararları
- 5) Kalite iyileştirme kararları
- 6) Servis geliştirme kararları

Böyle bir sınıflandırma işletmeye aşağıdaki sorunlara cevap bulma ve uygun projeleri seçme olanağı sağlar:

- a) Kullanılacak makine – teçhizat ile istenen kapasiteye ulaşılabilir mi?
- b) İşletme bu yeni yatırımı yapabilecek finansal kaynaklara, bilgi, yetenek ve deneyime sahip midir?
- c) Uygulanacak yeni projeler için yeni teknik personelin eğitimi sağlanabilir mi?
- d) Yeni projenin mevcut sistem üzerindeki parasal ve parasal olmayan etkileri nelerdir?

3.6.1. Makina-Teçhizat ve Süreç Seçimi Kararları

İşletmelerde mühendislerin en çok karşılaştıkları ve ekonomik analiz yapma ihtiyacında oldukları konulardan birisi makine-teçhizat ve proses seçimidir. İşletme amaçları için hangi makinaları, teçhizatı, tesisatı ve üretim tekniğini seçmelidir? Projenin amacı belirlendikten sonra bu amaca uygun olarak makinalar, tezgahlar, tesisler, donanımlar ve üretim yöntemleri arasından en ekonomik ve kar sağlayacak olanların seçilmesi mühendislin görevleri arasında yer alır.

Alınacak makine-teçhizatın, tezgahın, tesisatın mühendislik yönünden yeterli olması projenin bir yönünü; teknik yönünü oluşturur. Bu seçimden sonra, mevcut alternatifler arasından en ekonomik ve karlı olanının seçimi bir mühendislik ekonomisi kararıdır. Mühendis, teknik yönü gibi bu ekonomik analizi de yapmakla görevlidir. Söz konusu uygulamalar proses seçimi için de geçerlidir.

Örneğin, bir mengene üretiminde iki farklı döküm tekniğinin karşılaştırılması isteniyor olsun. Üretim tekniklerine ilişkin aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Tablo 3.1. Mengene döküm teknikleri maliyetleri

Maliyet faktörleri	K tekniği (TL)	M tekniği (TL)
Birim ürün başına tezgah maliyeti	570	950
Kullanılan hammadde maliyeti	210	210
Kullanılan işçilik maliyeti	145	130
Enerji maliyeti	50	30
Diğer üretim faktörleri maliyeti	25	15
Toplam	1000	1335

Bu üretim metotları için aşağıdaki sorgulamalar yapılabilir?

- Bu metotlardan hangisi seçilmelidir?
- Hangi metot gelecekte daha geliştirilebilir ve maliyeti azaltılabilir?
- Hangi metotta kalite daha iyidir?
- Hangi metot daha kolay uygulanmaktadır?
- İlk yatırım maliyetlerinin etkisi nasıldır?
- Sabit ve değişir maliyetlerin etkisi nasıldır?

3.6.2. Makina-Teçhizat Yenileme Kararları

Yenileme ihtiyacı makinaların eskimesi, yıpranması, ekonomik yeterliliğini kaybetmesi veya teknolojik yetersizlikler gibi nedenlerden kaynaklanır. Böyle durumlarda mühendisler çeşitli alternatif durumlarla karşılaşabilirler. Örneğin, eskiyen bir makinanın yeniden bakım yapılarak kullanılması ya da yeni tezgahın alınması, yeni alınacak tezgahlardan seçim yapılması gibi. Yeni alınacak tezgahın teknik açıdan mevcut koşullara uyumu kadar ekonomik analizi de önem kazanacaktır. Bazen tezgahlar

eskimemiş olsa da talebin artmasına bağlı olarak yeni tezgahlara ihtiyaç duyulabilir. Bir makinanın kullandığı enerjinin fazla oluşu da yenilemeyi gerektirebilir.

3.6.3. Yeni Ürün Geliştirme ve Kapasite Artırımı Kararları

Yeni ürün geliştirme iki şekilde gerçekleşebilir: birincisi piyasada hiç olmayan bir ürünü geliştirmek, ikincisi mevcut bir ürünü geliştirerek daha yeni, kullanışlı ve ekonomik bir versiyonunu ortaya koymaktır.

Yeni ürün geliştirme uzun vadeli araştırma-geliştirme projeleriyle birlikte yürütülür; büyük harcamalar ve zaman gerektirir. Mevcut ürünlerin geliştirilmesi de ar-ge projeleri ile yürütülse de daha kısa zaman alır ve daha düşük masraflara ihtiyaç duyulur. İşletmelerin sağlıklı büyüme ve gelir artırımı bakımından her iki yolda çalışmalarını sürdürmek zorundadırlar.

İşletme satışlarının artması halinde gerekli talebi mevcut kapasite ile karşılamak mümkün olmadığında kapasitenin artırılması kaçınılmaz olur. Böyle bir gelişme de yeni bir projeyi gerektirir. Böyle durumlarda da çeşitli alternatiflerle karşılaşılır. Örneğin ya mevcut makine-teçhizat ve üretim hatları tamamen değiştirilir ya da ek yatırımlar yapılarak genişleme ve kapasite artırımı sağlanabilir. Bu seçeneklerin her biri için gerekli ekonomik analizler yapılarak bir karara varılır.

3.6.4. Maliyet Düşürme Kararları

Maliyet düşürme kararları, işletmelerin faaliyet dönemleri içerisinde ortaya çıkan işletme maliyetlerini düşürmek amacıyla alınan kararları kapsar. İşletme yöneticileri içinde bulundukları piyasa koşullarını etkileyemezler, dolayısıyla ürünün piyasa fiyatlarını da etkileyemezler. Bu nedenle, işletme yöneticileri ürün satışlarını artırarak gelirlerini çoğaltmak amacıyla ancak sistem içi müdahalelerle üretim maliyetlerini etkilemeleri mümkün olabilmektedir.

İşletmelerin sürekli amaç faaliyetlerinden birisi de mevcut üretim masraflarını mümkün olduğu ölçüde azaltarak karını yükseltmesi ve rekabet gücünü artırmaktır. Bu tür projeler genellikle basit veya yarı otomatik makine-teçhizatı daha otomatik hale dönüştürmek, bilgisayar kontrollü sistemleri uygulamak, daha gelişmiş teknolojileri kullanmak ve daha büyük kapasiteli üretim sistemlerinin kullanılmasıyla gerçekleşir. Bunların dışında organizasyonel önlemlerle de maliyetlerin azaltılması ve verimliliğin artırılması mümkündür. Bunun için işgücü eğitimi ve iş etüdü uygulamalarından yararlanılabilir. Ayrıca, emek yoğun teknolojiler yerine sermaye yoğun teknolojilerin kullanımı da alternatif uygulamalar olarak değerlendirilmelidir.

3.6.5. Kalite İyileştirme Kararları

Kalite iyileştirme kararları, üretilen ürün ya da hizmetlerin kalitelerini artırmak amacıyla alınan kararları kapsamaktadır. Üretilen ürünlerin kullanım kolaylığını artırmak, tüketicilerin zevk ve tercihlerine uygun ve en yüksek tatmini sağlayacak nitelikte ürün veya hizmet üretmek, ürünlerin taşınmasını kolaylaştırmak ve benzeri amaçla alınan kararlar kalite iyileştirme kararlarıdır. Ürünlerin kaliteleri artırılabilir gibi verilen hizmetlerin kaliteleri de artırılabilir.

3.6.6. Servis Geliştirme Kararları

İşletmelerin karlılık ve verimlilik durumlarını üretim dışında servis hizmetleri ve kalitesi de etkiler. Gerek endüstride ve gerekse diğer sektörlerdeki taşıma, tamir-bakım, büro, yönetim, muhasebe-finance, bilgisayar, iş sağlığı ve güvenliği, eğitim, yemek, temizlik vb. hizmetlerin mühendislik ekonomisi kapsamında değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu konularda da amaç yeterli, kaliteli ve ekonomik hizmet alternatiflerinin seçimidir.

3.7. Maliyet- Miktar-Kar İlişkileri

İşletmelerin temel amacı işletme karının enbüyüklenmesidir. İşletmenin varlığı bu amacını gerçekleştirme düzeyine bağlıdır.

Sabit Maliyetler

İşletmede üretime bağlı olmaksızın meydana gelen ve üretim olsa da olmasa da mevcut olan ve değişmeyen giderlere sabit maliyetler denir. Amortismanlar, tükenme payları, zamana bağlı işçilikler, genel üretim giderlerinin bir bölümü, yönetim ve pazarlama giderlerinin sabit bölümü, finans giderleri, emlak vergileri, sigorta giderleri, kiralar, genel giderler sabit maliyetlerin başlıcalarıdır. Üretim miktarı değişse de bu maliyetler değişmez. Ancak, kapasite artırılırsa sabit maliyetlerin yeni kapasiteye göre tekrar belirlenmelidir.

Değişken Giderler

Üretim miktarı ile artan veya azalan, üretim olmadığı zaman oluşmayan giderlerdir. Birim başına direkt işçilik, hammadde, enerji, yönetim ve pazarlama giderlerinin değişken kısımları değişken giderlerdir. Bu giderler doğrusaldır. Bununla birlikte, bazı üretim tiplerinde bu doğrusallığın eğrisel hale dönüştüğü görülmektedir. Üretim olmadığı zaman değişken giderler de olmaz.

Toplam Maliyetler

Sabit giderlerle değişken giderlerin toplamına toplam giderler denir.

$$TM = F + v Q$$

Üretim miktarı arttıkça toplam maliyetler de artar.

Ortalama Birim Maliyet

Sabit ve değişken maliyetler bir dönem ve üretim miktarıyla açıklanabilir. Belirli bir sürede üretilen mal ve hizmetler için yapılan toplam maliyetleri üretilen mal ve hizmet miktarına bölünerek birim maliyet bulunur.

$$BM = \frac{TM}{Q}$$

$$BM = \frac{F + v Q}{Q}$$

Marjinal Maliyet

Üretime ilave edilen son birimin maliyeti marjinal maliyettir. Örneğin, 100 birim ürün üretirken üretim miktarı 101 birime çıkarılırsa, 101. Ürünün maliyeti marjinal maliyeti verir.

$$MM = \Delta F + \Delta vQ$$

Satış Geliri

Satış geliri birim satış fiyatı ile satılan miktarın çarpımından oluşur.

$$SG = p Q$$

Kar

Kar faktörü, maliyetin, miktarın ve satış fiyatının bir fonksiyonudur.

$$Kar = f(\text{Fiyat, Miktar, Maliyet})$$

Kar, gelirlerle giderler arasındaki farktır.

İşletme gelirleri

$$SG = p Q$$

Giderleri de

$$TM = F + v Q$$

eşitlikleri ile ifade edilmektedir. Bu eşitliklerde; SG satış gelirleri, p birim satış fiyatı, Q satış miktarı, F sabit maliyetler, v birim üretim maliyetidir.

Buna göre kar fonksiyonu (K) aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$K = p Q - (F + vQ)$$

4. TAHMİN MODELLERİ

Tahmin, gündelik dilde, bilinmeyen bir şey hakkında rastgele veya belirsiz bilgi kullanarak bir sonuca varmaktır. Mevcut bilgiye dayanarak bir çıkarım ve bu çıkarıma da dayanarak geleceğe dönük bir öngörü yapılabilir. Buna göre, eksik bilgiye dayalı olmak üzere, hem çıkarım hem de öngörü için tahmin sözcüğü kullanılır.

Yönetimin en temel fonksiyonlarından biri planlamadır. Planlama ise işletmenin geleceğine yönelik alınan kararların bir bileşkesidir. Geleceğe yönelik alınan kararların başarısı yöneticilerin yaptıkları tahminlerin gücüne bağlıdır. İşletmelerde en sık tahmin edilmek istenen unsur talep olduğu için bu yöntemler çoğu zaman "talep tahmin yöntemleri" olarak da ifade edilmektedir. Ancak bu yöntem ve teknikler sadece talep tahminleri için değil, geleceğe yönelik tüm tahminler için kullanılabilir.

İşletme kararlarının alınmasında tahmin önemli yer tutar. Aynı şekilde, planlama da tahminle başlar. İşletmenin iç ve dış çevre koşullarındaki değişimleri tahmin etmek, planlamanın temel koşullarındandır.

Üretilen ürünün piyasadaki talep düzeyinin tahmini tesis kapasitesi açısından önemli olduğu gibi, tesisin optimum kapasitede tasarlanması açısından da önemlidir.

Talep tahmini, tüketicilerin gelecekte ne kadar mal ve hizmet talep edeceklerinin kestirilmesi işlevidir. Bu tahmin işletmenin üretim seviyesinin belirlenmesinde temel oluşturur. Hangi ürünün üretileceği, tüketicilerin bu üründen ne miktar talep edecekleri ve bu talebin yoğunlukla hangi tarihlerde gerçekleşme olasılığının bulunduğu talep tahminleri ile yorumlanır.

Talep araştırması aşamaları:

- 1) Bilgi toplanması
- 2) Talep tahmin periyodunun belirlenmesi
- 3) Tahmin yönteminin seçimi ve hata hesabının yapılması
- 4) Tahmin sonuçlarının geçerliliğinin araştırılması

Talep tahmininin özellikleri:

- 1) Zamanı dikkate almalı. Gereken değişiklikler için yeterli zaman verilmelidir.
- 2) İsabet olmalı ve isabet derecesi belirtilmelidir.
- 3) Güvenilir olmalı.
- 4) Anlamlı birimler şeklinde ifade edilmeli.
- 5) Yazılı olmalı.
- 6) Anlamada ve kullanımda kolaylık sağlamalı.

Talep tahmininin amacı, üretim planlama ve kontrol sisteminin diğer fonksiyonlarına temel girdiyi sağlamaktır. Bu fonksiyonlar yapılan tahminleri hammadde, yedek parça, yan mamul, makine, insan gücü, programlama ve diğer kararlara dönüştürür.

Ürünün satışı ve üretiminde direk olarak tahmin gerekmez. Tahmine geçilmeden tahmin ihtiyacı açıkça ortaya konmalıdır.

Tahminde yapılacak hataların nispi maliyetleri ile tahminin maliyeti karşılaştırılarak tahminin istenen doğruluk derecesi tayin edilmelidir. Bununla söylemek istediğimiz yapılan tahminin doğruluk derecesi işletmeye en az kullanılan tahmin tekniğinin ilân ettiği maliyetten daha fazla bir tasarruf (daha az stoksuz kalma ve daha az stok maliyeti gibi) sağlanmadıkça karmaşık ve pahalı tahmin teknikleri kullanılmamalıdır.

Talep Araştırma Yöntemleri

- 1) Tecrübe ve sezgiye dayanan talep araştırmaları
- 2) Ekonomik göstergelere dayanan talep araştırmaları
- 3) İstatistik yöntemlerle yapılan talep araştırmaları

Talep tahminlerinin prensipleri

- a) Miktar veya çeşit bakımından büyük olan gruplar için yapılan tahminler daha duyarlıdır.
- b) Tahminlerin kapsadığı zaman aralığı kısaldıkça (kısa vadeye gidildikçe) duyarlılık artar.
- c) Her talep tahmin araştırmasında sapmaları belirleyecek hata sapmaları yer almalıdır.
- d) Her hangi bir talep tahmin araştırmasının sonuçlarını uygulamaya geçmeden önce kullanılan yöntemlerin testi yapılmalıdır.

Süreye bağlı talep tahminleri

- 1) Çok kısa vadeli tahminler; Haftalık, günlük
- 2) Kısa vadeli tahminler; 3-6 aylık
- 3) Orta vadeli tahminler; 6 ay-5 yıl
- 4) Uzun vadeli tahminle; 5 yıl ve daha çok

Tahmin Çeşitleri

- 1) Pazar tahmini
- 2) Finansal tahmini
- 3) Satış tahmini
- 4) Üretim tahmini

Tahmin Yöntemleri

Bütün ekonomik didinmeler tüketicinin talebine dayanır. Hitap edeceği toplumun talep düzeyini göz önüne almadan üretimde bulunan bir işletme uygun olmayan miktarlarda üretim yapmak zorunda kalacaktır. Eksik üretim halinde, aylak kapasite nedeniyle birim başına sabit masraflar artacak, dolayısıyla da birim maliyeti yükselecektir. Buna karşılık, fazla üretim halindeyse, sermayenin dönme hızı azalacağı gibi, stoklama problemleri ortaya çıkacaktır.

- 1- Nitel (kalitatif) tahmin yöntemleri

2- Nicel (kantitatif) tahmin yöntemleri (nedensel modeller, zaman serisi analizleri)

1- Nitel Tahmin Yöntemleri

Tahminler bu konuda deneyimi olan kişiler tarafından herhangi bir istatistiki teknik kullanılmaksızın subjektif olarak yapılırlar. Talebin çok fazla değiştiği ve bu değişimlerin nedenlerinin bilinmediği durumlarda kantitatif yöntemler pek başarılı sonuçlar vermediği için kalitatif yöntemler kullanılır. Ayrıca, çok uzun dönemli tahminlerde de kantitatif yöntemler pek başarılı olamadığı için kalitatif yöntemler kullanılır. Delphi tekniği bu yöntemler arasında en sık kullanılanlardan biridir.

Delphi tekniğinde tahmin edilmek istenen olay hakkında bu konuda uzman kişilere anket şeklinde sorular yöneltir. Bu kişilerin verdiği tüm cevaplar bir koordinatör tarafından özetlenerek tahmin yapan kişilere geri gönderilir. Böylelikle, ankete cevap veren bir kişi diğer kişilerin de konu üzerindeki fikirlerini öğrenir ve gerekiyorsa kendi cevabını değiştirir. Bu fikir alış-verişi, uzman kişilerin büyük çoğunluğu arasında bir görüş birliği sağlanıncaya kadar devam eder.

Talep tahminlerinde, matematik ve istatistiğe dayanan teknikler dışında öznel, bilimsellik derecesi tartışmalı bazı metotlar da kullanılabilir.

2- Nicel Tahmin Yöntemleri

Tahmin edilmesi istenen bir değişkenin (talep, satış hasılatı, vb.) geçmiş dönemlerde aldığı değerler (tarihi veriler) sistematik bir şekilde kullanılarak bu değişkenin gelecekte alması beklenen değeri saptanır. Bu yöntemlerde kalitatif yöntemlerin aksine istatistiksel teknikler sıkça kullanılır. Dolayısıyla, yapılan tahminler objektiftir.

Tahmin konusunda geliştirilmiş birçok model vardır. Bu alanda yaygınca kullanılan istatistik tahmin modelleri şunlardır: aritmetik ortalama, ağırlıklı aritmetik ortalama, geometrik ortalama, harmonik ortalama, kareli ortalama, mod, medyan, hareketli ortalama, üssel düzeltme, tek denklemlilik ekonometrik modeller, simültane ekonometrik modeller. Burada veriler zamanın fonksiyonu olarak alındığı için bu metotlar zaman serileri analizi adı altında değerlendirilmektedir.

Tahmin modelleri ile ilgili burada en küçük kareler yöntemi incelenecektir.

a) En Küçük Kareler (Regrasyon) Yöntemi

Eğilim (trend) metotlarında en güvenilir olanı “En küçük kareler metodu” dur. Bu nedenle veriler elverişli olduğu takdirde eğilimin hesaplanmasında en çok bu yol uygulanmaktadır.

En küçük kareler yöntemine göre, bir zaman serisine en iyi uyan başka bir deyişle bir değerler serisini en iyi ifade eden doğru veya eğri, geçmiş yıllara ait gerçek değerlerle

formülün uygulanması ile bulunacak teorik değerler arasındaki farkların karelerinin toplamını (saptamaların kareleri toplamını) minimum yapan doğru veya eğridir.

Temel amaç; X bağımsız değişkeni ile Y bağımlı değişkeni arasındaki doğrusal ilişkiyi

$$Y = a + bX$$

denklemini ifade etmek üzere bu denklemin parametrelerini (a ile b'nin alacağı değerler) bulmaktır. Denklemin parametreleri bulunduğundan sonra X değişkeninin alacağı değer bilindiğinde Y değişkeninin alacağı değer kolaylıkla (denklemden a, b ve X değerleri yerine konularak) tahmin edilebilir. Denklemin a ve b parametreleri ile korelasyon katsayıları için aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - b \sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Basit doğrusal regresyon yönteminde X ile Y değişkenleri arasında kurulan doğrusal ilişkinin ne kadar güçlü/zayıf olduğunu korelasyon (ilişki) katsayısı (r) gösterir.

Determinasyon (belirleme) katsayısı (r^2) ise Y'deki değişmelerin ne kadarının X'deki değişmelerden kaynaklandığını gösteren ve 0 ile 1 arasında değerler alabilen bir büyüklüktür. Belirleme katsayısı, basit bir şekilde, korelasyon katsayısının karesi alınarak bulunabilir.

Belirleme katsayısı (r^2) 0.75'den büyük olan regresyon modelleri genellikle başarılı sayılmaktadır.

5. PARANIN ZAMAN DEĞERİ VE FAİZ HESAPLARI

5.1. Paranın Zaman Değeri

Faiz, paranın belli bir sürede getirdiği pay tutarı, paraya karşılık alınan kardır. Bina, makina-teçhizat gibi sermaye gerektiren üretim faktörlerinin yaygınlaşması, sermayeyi kullanmak için katlanılan maliyeti de arttırmıştır. Sermayenin belli bir süre kullanımı sonucu ödenen bedele faiz denilir. Faiz yüzde (%) olarak ifade edilir. Faiz oranı yükselirse kişilerin tasarruf yapmaları teşvik edilmiş olur. Sermayenin kaynağı tasarruflar olduğu için faizlerin yükselmesi, sermaye birikimini olumlu yönde etkiler. Ancak, tasarrufların verimli hale gelmesi yatırımlara dönüştürülmesiyle mümkündür.

Para da diğer mallar gibi finans piyasasında alınıp satılır. Paranın fiyatı faizin bir ölçüsüdür. Faiz, anaparanın, faiz oranının ve sürenin bir fonksiyonudur.

Faiz = f (Anapara, faiz oranı, süre)

Ticari ortamda faizle ilgili çeşitli işlemler gerçekleşir. Bir miktar paranın finans kurumlarından borç alınması, bankaya veya özel finans kurumlarına yatırılması, bir makinanın, teçhizatın, gayrimenkulün kredi, kiralama vb. yöntemlerle alınması, satılması vb. gibi işlemler birbirine benzer faiz hesaplamalarını gerektirir.

Faizle ilgili bazı parametreler aşağıda açıklanmıştır:

Anapara (P): Yatırılan veya kredi olarak çekilen para miktarı, yapılan yatırım tutarı, gelecekteki bir paranın % i iskonto oranı üzerinden iskonto edilmiş bugünkü değeri.

Faiz oranı (%i): Paranın maliyetini gösterir ve yüzde olarak ifade edilir. Bazı durumlarda % i oranı iskonto oranını, büyümeyi, küçülmeyi, sermaye maliyetini ve getiri oranını da göstermektedir. Hesaplarda % i reel faiz oranını ifade eder.

Nominal faiz oranı (%b): Görünürdeki faiz oranıdır. Nominal faiz oranı daima reel faiz oranından küçüktür.

Dönem (m): Faizin bir yılda birden fazla hesaplanması halinde hesaplanan süreleri (gün, hafta, ay) gösterir. Örneğin aylık dönem $m = 12/1 = 12$, 4 aylık dönem $m = 12/4 = 3$ şeklinde hesaplanır.

m dönemine ait faiz oranı (i_m): Bir döneme ait faiz oranıdır. Dönem i_{ay} , i_{3ay} şeklinde gösterilir.

Süre (n): Hesaplamaların işlem süresini gösterir ve genellikle yılı ifade eder.

Paranın gelecekteki değeri (F): P miktarındaki paranın % i faiz oranı üzerinden n yıl sonunda ulaşacağı tutarı gösterir.

Faiz tutarı (F_A): P kadar paranın % i faiz oranı üzerinden n yıl veya m dönem sonunda meydana getireceği faiz tutarını ifade eder.

Yeknesak artış değeri (A): n yıl içerisinde hep aynı miktarda artan veya azalan nakit akımlarını ifade eder.

Aritmetik artış değeri (G): ilk yıl A kadar bir tutarın her yıl G kadar aritmetik artmasını ifade eder.

Geometrik artış değeri (%k): Serinin her yıl % k kadar arttığını veya azaldığını ifade eder.

5.2. Nakit Akım Şemaları

Kredi, kiralama, tahvil, bono veya benzeri ticari ilişkilerde ödemelerin nasıl yapılacağını gösteren bir ödeme planı hazırlanır. Ödeme planı alternatifleri aşağıdaki şekillerde olabilir:

- 1) Anapara ve faiz sözleşme sonunda ödenebilir.
- 2) Anapara sözleşme sonunda ve faizler her yıl ödenebilir.
- 3) Anapara ve faizler eşit taksitler halinde her yılın sonunda ödenir.
- 4) Anapara her yıl eşit taksitler halinde faizleriyle birlikte ödenebilir.
- 5) Anapara sözleşme dönemi ortasında ve sözleşme sonunda olmak üzere iki taksitte ve faizler her altı ayda bir ödenebilir.
- 6) Başkaca ödeme planları yapılabilir.

Paranın zaman değerini içeren problemlerde, nakit akımlarının durumu nakit akım şemalarıyla gösterilebilir. Nakit akım şemalarında yatay eksen zamanı, üstündeki oklar ilgili zaman dilimi sonunda doğacak nakit akımlarını gösterir. Aynı şekilde ara ödemeler ve peşin ödemeler de şemaya eklenir.

Nakit akım şemasında üst oklar gelirleri ve alt oklar ödemeleri gösterir. Bir okta birden çok nakit girişi ve çıkışı bulunabilir. Bunlar hesaplara ayrı ayrı dahil edilebileceği gibi, toplamaları da esas alınabilir ve her iki halde de sonuç değişmez.

Nakit akım serileri beş grupta incelenebilir:

a) Basit nakit akımları serisi

P gibi bir miktarın % i faiz oranı üzerinden n yıl (m dönem) sonundaki F değerinin hesaplanmasını kapsar.

$$F = P (1 + i)^n$$



Şekil 5.1. Basit nakit akımları serisi

b) Yeknesak nakit akımları serisi

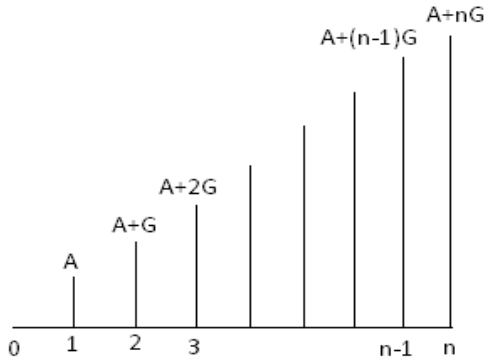
Bir seride nakit giriş veya çıkışları n yıl (m dönem) boyunca A gibi eşit miktarlar halinde gerçekleşir. Kiralama, tahvil ihracı, eşit taksitler halinde borçlanma ödemesi vb. bu serilere uyar.



Şekil 5.2. Yeknesak nakit akımları serisi

c) Aritmetik artışlı nakit akımları serisi

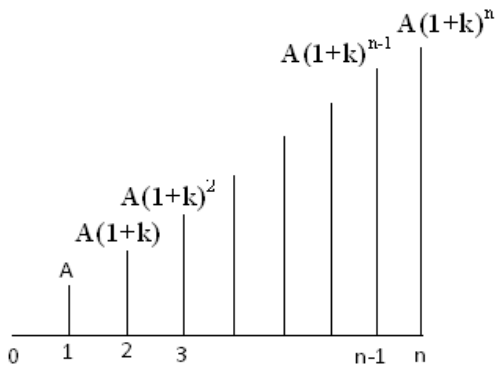
Bazı işlemlerde nakit giriş çıkışları her yıl (dönem) G gibi bir miktarla artarak veya azalarak lineer bir seri oluşturur.



Şekil 5.3. Aritmetik artışlı nakit akımları serisi

d) Geometrik artışlı nakit akımları serisi

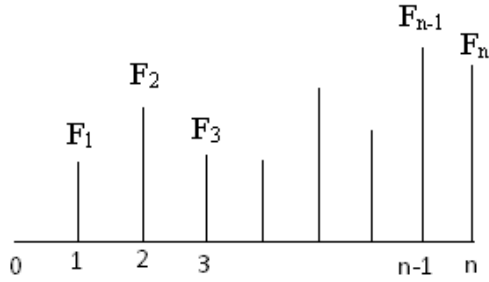
Eğer nakit akımları ilk yıl (dönem) belirli bir sabit sayı ve sonra $\% k$ gibi bir oranda artıyorsa ya da azalıyorsa bu bir geometrik artış veya azalış serisini ifade eder. Örneğin ilk yıl 100 TL olmak üzere sonraki yıllarda her yıl $\% k$ kadar artar veya azalır.



Şekil 5.4. Geometrik artışlı nakit akımları serisi

e) Düzensiz nakit akımları serileri

Bazı nakit akımları serileri oldukça düzensiz bir dağılım gösterir. Hangi zaman döneminde hangi miktar nakit akımının olacağı belli değildir.



Şekil 5.5. Düzensiz nakit akımları serisi

5.3. Faiz Hesaplama Metotları

Bir kişi ya da kuruma verilen ödünç paranın belli bir süre kullanımı sonunda alınan paraya faiz denir. Bu tür hesaplara da faiz hesapları denir.

Zamanın fonksiyonu olarak faiz; yıllık, aylık ve günlük olarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

A: Anapara (Kapital)

F: Faiz tutarı

n: Zaman

t: Faiz oranı

Yıllık faiz:

$$F = \frac{A n t}{100}$$

Aylık faiz:

$$F = \frac{A n t}{1200}$$

Günlük faiz:

$$F = \frac{A n t}{36000}$$

Faiz iki şekilde hesaplanır: Basit faiz ve bileşik faiz.

a) Basit Faiz

Basit faiz halinde faiz, faiz dönemi içerisinde sadece anaparanın üzerinden hesaplanır ve faize faiz hesaplanmaz.

Anapara ve faiz tutarı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$F = P (1 + i n)$$

Sadece faiz tutarı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$F_A = P (i n)$$

b) Bileşik Faiz

Bileşik faiz halinde faiz, her dönem, bir önceki dönemdeki anapara ve faizi toplamı üzerinden hesaplanır.

$$F = P (1 + i)^n$$

Burada F değeri, bugünkü P değerinin gelecekteki değeridir.

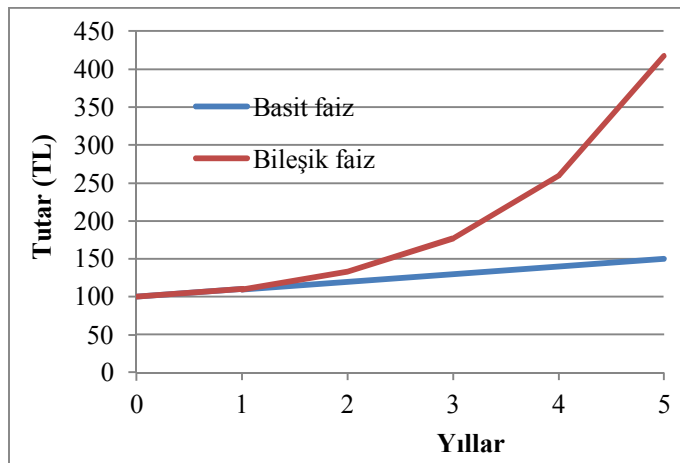
Gelecekteki değer F ise, bunun bugünkü P değeri

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Döneme ait faiz tutarı ise aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$F_A = F - P$$

Basit faiz ile bileşik faizin bir dönem sonundaki tutarları aynı olsa da, bundan sonraki dönemlerde bileşik faiz tutarının hızlı bir artış gösterdiği görülmektedir. Örneğin, 100 TL anaparanın %10 faiz oranı ile 5 yıl boyunca anapara + faiz tutarları Şekil x'de gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Basit ve bileşik faizin karşılaştırılması

P kadar anapara % i faiz oranı üzerinden n yıl sonra F gibi bir tutara ulaşıyorsa bu ilişki ekonomik eşitlik denen aşağıdaki fonksiyonla ifade edilebilir.

$$F = f(P, \% i, n)$$

Ekonomik eşitlik kavramının kesin sonucuna göre, bir nakit akımının başka bir nakit akımına çevrilmesine, alternatiflerin karşılaştırılmasına imkan sağlar. Böylece, iki teklifin, zamanın ortak bir noktasındaki değerlerini birbirleriyle karşılaştırarak uygun olanın seçilmesini mümkün kılar.

c) Vadenin Hesaplanması

Bazı durumlarda P, F ve % i verilir, vadenin (n veya m) bulunması gerekebilir.

Bileşik faiz formülü

$$F = P (1 + i)^n$$

Şeklinde ise, bu formülün logaritması alınarak üssel değerden arındırılır.

$$\log F = \log P + n \log(1 + i)$$

Bu bağıntıda vade n değeri çekilerek verilen P, F ve %i için vadeyi veren

$$n = \frac{\log F - \log P}{\log(1 + i)}$$

denklemini elde edilir.

d) Faiz Oranının Bulunması

Bazı işlemlerde P, F ve n değerleri verilir ve faiz oranının bulunması istenir.

Bileşik faiz formülünden;

$$F = P (1 + i)^n$$

$$\frac{P}{F} = (1 + i)^n$$

$$1 + i = \sqrt[n]{\frac{P}{F}}$$

$$i = \sqrt[n]{\frac{P}{F}} - 1$$

faiz oranı hesaplanır.

5.4. Faiz Türleri

Bileşik faiz kendi içerisinde nominal faiz ve reel faiz olarak iki ana gruba ayrılır. Ayrıca zaman kısıtına göre de günlük, aylık, vb. faizlerden oluşur.

a) Nominal faiz

Görünür faizdir ve gerçekte ödenen faiz görünen faizden farklıdır. Borlu, görünen faizden daha yüksek bir faiz (reel faiz) öder.

b) Reel faiz

Reel faiz, bir yıl için ya da daha farklı bir dönem için gerçekten kazanılan ve ödenen faizi ifade eder. Reel faizle nominal faiz arasındaki önemli fark, faizin bir dönem içerisinde birden daha fazla hesaplanmasında ortaya çıkar. Dönem m , faiz i ise, her dönemde anaparaya uygulanacak faiz i/m olur. Bu sebeple m 'ye bağlı olarak yılsonu itibariyle ödenecek gerçek faiz de farklı olacaktır. Reel faiz aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$i = \left(1 + \frac{b}{m}\right)^m - 1$$

Burada i reel faizi, b nominal faizi ve m dönemi göstermektedir.

Örneğin yıllık %36 faizin dönemlere göre reel faizi hesaplanırsa;

a) Eğer faiz yılda bir defa hesaplanırsa, yani dönem $m = 1$ ise;

$$i = \left(1 + \frac{0.36}{1}\right)^1 = 0.36$$

b) Eğer faiz 3 ayda bir hesaplanırsa;

$$i = \left(1 + \frac{0.36}{4}\right)^4 = 0.41$$

c) Eğer faiz her ay hesaplanırsa;

$$i = \left(1 + \frac{0.36}{12}\right)^{12} = 0.43$$

Buna göre, faiz yılda bir kez hesaplanırsa nominal faiz reel faize eşit olur. Eğer faiz yılda birden çok dönem için hesaplanırsa nominal faiz ile reel faiz arasında fark oluşacaktır. Dönem sayısı arttıkça reel faiz artmaktadır.

Dönem içi faiz

Bir yılın içerisinde belirli bir dönemin sonunda ortaya çıkacak faizdir. bu hesaplamada yıllık gün sayısı 360 olarak alınır.

$$F = P \left(1 + i \frac{m}{n}\right)$$

Enflasyon ve faiz oranı

Enflasyon dönemlerinde enflasyondan arındırılmış faiz yani reel faiz ile enflasyonu içeren faiz yani nominal faiz ve aralarındaki ilişki önemlidir.

$$i = (1 + i_r)(1 + i_c) - 1$$

Burada, i enflasyonu da içeren faiz oranını, i_r reel faiz oranını, i_e enflasyon oranını göstermektedir. Buna göre reel faiz oranı

$$i_r = \frac{1 - i_e}{1 + i_e}$$

Döviz kredisi kullanımında eğer döviz kredisi faizi i_d yanında, dövizin ayrıca bir yıl içerisinde i_c kadar değer kazanacağı tahmin ediliyorsa döviz olarak kullanılan kredinin TL cinsinden faiz oranı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$i = (1 + i_d)(1 + i_c) - 1$$

Faiz hesaplama dönemi ile ödeme dönemlerinin farklı olması halinde reel faiz oranı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$i_y = \left(1 + \frac{b}{m}\right)^m - 1$$

5.5. Faktör Notasyonları ve Faiz Tabloları

Mühendislik ekonomisi çalışmalarında formüllerin arka arkaya yazılması bazen karışıklık meydana getirmektedir. Bu sebeple formülleri sistematik olarak ifade edecek notasyonların kullanılması problemin tasarımı konusunda kolaylıklar sağlar.

Örneğin,

$$F = P(1 + i)^n$$

denkleminde, belirli bir para miktarının P , % i faiz oranı üzerinden n yıl sonra ulaşacağı F değerinin arandığı görülmektedir. Bu denklem notasyonla aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$F = P(F/P, \%i, n)$$

Bu denklemin anlamı; % i faiz oranı üzerinden n yıl için verilen P tutarındaki bir paranın gelecekteki F değerinin bulunması demektir. F/P demek, P verildiği zaman F değerini hesaplama anlamında kullanılmaktadır. Diğer bir ifade ile birinci terim aranan, ikinci terim istenendir. Örneğin, $P = 100000$ TL, $i = \%30$, $n = 10$ yıl ise;

$$F = 100000(1 + 0.30)^{10} = 100000(F/P, \%30, 10)$$

Bir başka notasyon ve anlamı:

$(F/A, k, \%i, n)$: A miktarındaki ve % k artan bir paranın % i faiz oranında ve n yıl için F değerini hesaplama.

5.6. İskonto İşlemleri

İskonto, gelecekte elde edilecek bir paranın belirli bir iskonto oranı üzerinden, vadesinden önce tahsilidir. Bundan başka, firmalarda mal alışlarında peşin değer

üzerinden peşinat iskontosu ve belirli bir miktar alışta bulunurlarsa alış iskontosu yapılır. Bu tür iskonolar finansal iskontodan farklılık gösterir.

İskonto çeşitleri:

- a) Basit iskonto
- b) Bileşik iskonto

Her iki iskonto ayrıca dış iskonto ve iç iskonto çeşitlerine ayrılır.

a) Basit iskonto

Basit iskontoda vadenin tamamı göz önünde bulundurularak bir defa iskonto uygulanır. Ayrıca, peşinat iskontoları ve miktar iskontoları da bu gruba girer.

1) Dış iskonto

Uygulamada en çok görülen iskonto çeşididir. Senedin nominal değeri üzerinden, senedin iskonto edileceği tarihten vadesine kadar geçecek günlerin faizi hesaplanır. Bu faiz, senedin dış (nominal değeri üzerinden) iskonto tutarıdır. Bulunan iskonto miktarı nominal değerden çıkarılarak peşin değer elde edilir.

Dış iskonto I_d ;

$$I_d = \frac{F \cdot i \cdot n}{360}$$

Peşin değer $P = F - I_d$ olarak hesaplanır.

2) İç iskonto

Peşin değer üzerinden hesaplanan iskontoya iç (gerçek) iskonto denir. Yani dış iskonto değeri F , iç iskonto değeri P değeri üzerinden yapılmalıdır.

Eğer iç iskonto I_i ise;

$$I_i = \frac{P \cdot i \cdot n}{360}$$

Nominal iskonto $F = P + I_i$ olur.

b) Bileşik iskonto

Bileşik iskonto, herhangi bir F değerinin % i faiz oranı üzerinden n dönem sonraki P değeridir. İç bileşik iskonto oranı

$$I_{bi} = F - F (P/F, \% i, n)$$

6. PROJE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

İşletmeler sınırlı kaynaklarının kullanımı bakımından, alternatif yatırım önerileri arasından uygun olanı seçerler. Kaynakların alternatif kullanım alanları arasında bir seçim yapabilmek ve kaynakları amaca uygun en iyi sonuçlar verebilecek yatırımlara tahsis edebilmek için projeler değerlendirilerek karar verilmelidir.

Proje değerlemesi konusundaki yöntemler genel olarak statik ve dinamik yöntemler olmak üzere iki ana grupta incelenmektedir. Statik yöntemlerin ortak özelliği, paranın zaman değerinin gözönüne alınmaksızın değerlendirilmesidir. Dinamik yöntemlerin ortak özelliği ise, paranın zaman değerinin gözönüne alınarak değerlendirilmesidir.

Mali planlamanın yapılabilmesi için yatırım ve üretim giderlerinin açıkça belirlenmesi gerekmektedir.

6.1. Statik Yöntemler

Statik yöntemlerden en çok kullanılan geri ödeme süresi yöntemi ile karlılık oranı yöntemi aşağıda açıklanmıştır.

6.1.1. Geri Ödeme Süresi Yöntemi

Yapılan yatırımlar için tahsis edilen fonların sağlayacağı gelirleri ile ne kadar sürede karşılanacakları geri ödeme süresi yöntemi ile belirlenir. Yatırım alternatifleri arasından, geri ödeme süresi en kısa olan seçilir.

Geri ödeme süresi, yatırımın yıllık gelirleri ile amortisman toplamının başlangıçtaki yatırım tutarına eşit oluncaya kadar geçmesi gereken süredir. Bu yöntem yatırımın karlılığını ölçmez. Ayrıca, yatırımın geri ödeme süresinden sonraki gelirleri ile yatırımın hurda değerleri de hesaba katılmaz.

Geri ödeme süresi yönteminde, yatırım gelirlerinin yıllar itibarıyla sabit ve değişken olmasına göre iki şekilde hesaplama yapılır.

Yıllara göre sağlanan gelirler değişmiyorsa, yatırım tutarı (I) yıllık yatırım gelirine (K) bölünerek geri ödeme süresi (n) bulunur.

$$n = \frac{I}{K}$$

Birden çok projenin değerlendirilmesinde geri ödeme süresi kısa olan seçilir. Tek projenin değerlendirilmesinde ise, projenin geri ödeme süresi yatırımcı tarafından kabul edilen en uzun süreden ($\bar{n}$) küçükse seçilir.

6.1.2. Karlılık Oranı Yöntemi

Karlılık oranı yöntemi, yatırımın faydalı ömrü boyunca sağlayacağı karların yatırım tutarına oranlanması ile yatırım projelerinin sıralanmasına imkan veren bir yöntemdir. Paranın zaman değeri hesaba katılmaz. İşletmeler daha çok kar amacı taşıdıklarından, bu yöntem sıklıkla kullanılmaktadır. Hesaplama esas alınan kara göre iki karlılık yöntemi uygulanmaktadır.

- 1) Yıllık karın yatırım tutarına oranı yöntemi.
- 2) Ortalama yıllık karın yatırım tutarına oranı yöntemi.

a) Yıllık Karın Yatırım Tutarına Oranı Yöntemi

Bu yöntemde yatırımın faydalı ömrü boyunca sağlayacağı karlar ve yatırım için yapılması gereken harcamalar bilinmelidir.

Yıllık karın yatırım tutarına oranı (YKYTO), yatırımın faaliyete geçtiği, normal düzende çalıştığı ve karlarında istikrar seyreden yılların birinde sağlanacak karın yatırım tutarına bölünmesi ile bulunur.

YKYTO = Yıllık Kar / Yatırım Tutarı

b) Ortalama Yıllık Karın Yatırım Tutarına Oranı

Bir işletme faydalı ömrü boyunca yıllar itibarıyla, çeşitli nedenlerle, aynı gelirleri elde edemeyebilirler. Bu durumda, faydalı ömrü boyunca sağlanacak gelirin herhangi bir yılını esas alarak yatırım tutarına oranlanması sağlıklı sonuç vermez. Bu tür özellikteki yatırım projelerinde kara dayalı sağlıklı bir sıralama yapmak için ortalama yıllık karın yatırım tutarına oranı (OYKYTO) yöntemi kullanılmalıdır.

$$\text{Yatırımın ortalama karlılık oranı (YOKO)} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{K_t}{n}}{S + H + \frac{1}{2}(C - H)}$$

Burada; K yıllık karlar, n yatırımın faydalı ömrü, S işletme sermayesi, H yatırımın faydalı ömrü sonundaki hurda değeri, C sabit yatırım tutarı, t yıl sayısıdır.

6.2. Dinamik Yöntemler

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan dinamik yöntemler paranın zaman değerini dikkate alır. Paranın zaman değeri, sermayenin bağlı kaldığı süre içinde sağlayacağı gelir veya vadesi gelmemiş bir alacağı tahsil etmek için katlanması gereken maliyettir. Yatırım projesi için yapılacak harcamalar ile yatırımın faydalı ömrü içinde sağlayacağı parasal gelirler paranın zaman değeri dikkate alınarak hesaplanır.

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde en çok kullanılan dinamik yöntemler şunlardır:

- 1) Net bugünkü değer yöntemi.
- 2) Fayda – masraf oranı yöntemi.
- 3) İç karlılık oranı yöntemi.
- 4) Yıllık eşdeğer masraf oranı yöntemi.

6.2.1. Bugünkü Değer Yöntemi

Bugünkü değer (NBD) ya da diğer bir ifade ile Şimdiki değer (NŞD) yönteminde, yatırımın her yıl sağlayacağı nakit girişleri, belirli bir iskonto haddi üzerinden indirgenerek toplanır. Yatırım için yapılacak harcamaların da belirli bir iskonto haddi üzerinden bugünkü değeri bulunur. Yatırım gelirlerinin bugünkü değerlerinden yatırım harcamalarının bugünkü değeri çıkarılır. Aradaki fark pozitif ise yatırım kabul edilir. Birden fazla yatırım projesinin değerlendirilmesi söz konusu ise, bu projeler arasındaki en büyük pozitif değeri veren proje seçilir.

Nakit girişlerinin belirlenen iskonto oranı ile başlangıç dönemine indirgenmesi

$$A = \frac{A_1}{(1+r)^1} + \frac{A_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A_n}{(1+r)^n} + \frac{H}{(1+r)^{n+1}}$$

eşitliği ile hesaplanır. Yıllar itibariyle projeden sağlanacak nakit girişleri eşit ise, toplam nakit girişinin bugünkü değeri

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{(1+r)^i} + \frac{H}{(1+r)^{n+1}}$$

eşitliği ile bulunur. Burada; A nakit girişlerinin bugünkü değerleri toplamını, n yatırımın faydalı ömrünü, A_i yatırımdan sağlanacak nakit girişlerini, r faiz oranını, H yatırımın faydalı ömrü sonundaki hurda değerini ifade etmektedir.

Yatırım harcamaları birden fazla dönemde gerçekleşiyorsa, indirgeme işlemi

$$C = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

eşitliği ile yapılır. Yıllar itibariyle yapılacak harcamalar eşit ise, toplam nakit çıkışlarının bugünkü değeri

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada; C nakit çıkışlarının bugünkü değerleri toplamını, C_i yatırım için yapılması gereken nakit çıkışlarını ifade etmektedir.

Net bugünkü değer

$$NBD = A - C$$

şeklinde veya daha açık ifadesiyle

$$NBD = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{(1+r)^i} + \frac{H}{(1+r)^{n+1}} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

eşitliği ile ifade edilir. Eğer $A > C$ ise yatırım kararı alınır.

6.2.2. Gelecek Değer Yöntemi

Bugünkü değer yönteminde zamana yayılı gelirlerin bugünkü değer hesaplanırken, gelecek değer yönteminde son kazanımlara kadarki gelirlerin o günkü değeri hesaplanır.

Her dönem, bir önceki dönemdeki anapara ve faizi toplamı üzerinden hesaplanır. Bugünkü değer P ise gelecek değer F aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$F = P (1 + i)^n$$

6.2.3. Fayda Masraf Oranı Yöntemi

Yatırımın faydalı ömrü boyunca sağlayacağı nakit girişlerinin bugünkü değerinin yatırım harcamalarına oranına fayda masraf oranı (FMO) veya karlılık indeksi yöntemi denir.

Bu yöntemin hesaplama tekniği de net bugünkü değer yöntemine benzer. Nakit girişleri ile harcamalar bugünkü değer indirgenip, nakit girişlerinin bugünkü değeri yatırım harcamalarının bugünkü değerine bölünerek fayda masraf oranı bulunur.

Fayda masraf oranı (FMO), nakit girişlerinin bugünkü değeri (A), yatırım harcamalarının bugünkü değeri (C) olmak üzere

$$FMO = \frac{A}{C}$$

eşitliği ile ya da daha açık ifadeleriyle

$$FMO = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{(1+r)^i} + \frac{H}{(1+r)^{n+1}}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}}$$

eşitlikleri ile hesaplanır.

6.2.4. İç Karlılık Oranı Yöntemi

İç karlılık oranı (İKO) yöntemi, paranın zaman değerini gözönünde bulunduran, projenin sağlayacağı verimi bulmak için kullanılan bir değerlendirme yöntemidir. İç karlılık oranı, yatırımın faydalı ömrü boyunca sağlayacağı nakit girişlerinin bugünkü değerinin yatırım için yapılacak harcamaların bugünkü değerine eşitliğini sağlayan faiz oranıdır. iç karlılık oranı yöntemi indirgenmiş nakit akımları, sermayenin marjinal etkinliği, gerçek verim usulü gibi değişik isimlerle de ifade edilmektedir.

Yatırımın iç karlılık oranının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

$$C = A$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{(1+r)^i} + \frac{H}{(1+r)^{n+1}}$$

Buna göre, yatırım harcamalarının bugünkü değerini yatırımdan sağlanacak nakit girişlerinin bugünkü değerine eşitleyen faiz oranı yatırımın iç karlılık oranını verecektir.

Yatırımdan beklenen iç karlılık oranı, eğer yatırımcının beklentilerini karşılamıyorsa yatırım kararı alınmaz.

6.2.5. Yıllık Eşdeğer Masraf Yöntemi

Yıllık eşdeğer masraf (YEM) yönteminde, alternatif yatırım projelerinin yıllık giderleri karşılaştırılarak yıllık giderleri en düşük olan proje seçilir. Böyle bir karşılaştırmanın yapılabilmesi için projelerin bütün giderlerinin yatırım dönemi ve işletme dönemleri boyunca eş masraf şeklinde gerçekleşmesi gerekir.

Bir yatırım projesinin yıllık gideri, işletme giderleri ile yatırım tutarının bir yıla düşen payının toplamına eşittir. Yatırım tutarının bir yıla isabet eden payı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$G = L \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Burada; G yatırım tutarının bir yıla düşen payı, L toplam yatırım tutarı, n yatırımın faydalı ömrü, r faiz oranıdır.

6.3. Belirsizlik Altında Mali Değerlendirme

Talep, üretim ve satış tahminleri dinamik piyasa koşullarında kesin olmayabilir. Benzer şekilde, üretim ve yatırım giderleri, fiyatlar ve proje ömrü tahminleri de doğru olmayabilir. Belirsizlik koşulları altında bir yatırımın özellikle satış geliri, üretim ve yatırım giderleri incelenmelidir. Belirsizliğin başlıca nedenleri enflasyon, teknolojik değişimler, hatalı kapasite tahmini, inşaat ve işletmeye geçiş dönemi uzunluğudur.

Belirsizlik analizi kapsamında sırasıyla başabaş noktası analizi, duyarlık analizi ve olasılık analizi yapılabilir.

6.3.1. Başabaş Noktası Analizi

Ürün maliyetini ilgilendiren çeşitli bilgiler ekonomik analizlerle değerlendirildikten sonra yeni ürün, makine, süreç seçiminde ve kapasite planlamasında vb birçok alanda veri olarak kullanılabilir.

Yer seçimi, tasarım, makine-teçhizat seçimi, kapasite planlama vb. faaliyetlerde başvuru maliyet analizi tekniklerinin başında Başabaş Noktası (BBN) Analizi veya

diğer adıyla Sıfır Kar Noktası (SKN) Analizi gelir. Bu analizlerde maliyetler genel olarak iki gruba ayrılmıştır:

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

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

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

Başabaş noktası, satış gelirlerinin üretim giderlerine eşit olduğu kapasite kullanım düzeyi olarak ifade edilebilir. Başabaş noktası analizi diğer mali değerlendirme yöntemlerine yardımcı bir araç olarak kullanılabilir.

Satış denklemi

$$y = px$$

üretim giderleri denklemi

$$y = vx + f$$

ile ifade edilebilir. Burada; y satış geliri veya üretim gideri, p ürünün birim satış fiyatı, v ürünün birim üretim maliyet, f sabit üretim giderleri, x ürün miktarıdır.

Başabaş noktasında satış gelirleri üretim giderlerine eşit olduğundan

$$px = vx + f$$

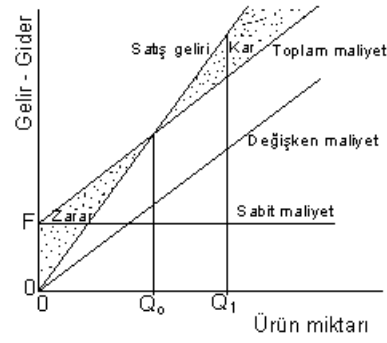
olup, başabaş noktasındaki üretim miktarı için

$$x_0 = \frac{f}{p - v}$$

eşitliği elde edilir.

Tam kapasitede satış geliri r olmak üzere, başabaş noktasındaki kapasite kullanım oranı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$KKO_0 = \frac{f}{r - v}$$



Şekil 6.1. Başabaş noktası grafiği

6.3.2. Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi, proje karlılığının belirlenmesi maksadıyla yapılır. Proje planlama aşamasında temel girdilerle ilgili değerler iyimser ve kötümser sınırlar arasında belirlenerek belirsizliğin ortadan kaldırılmasına çalışılır.

7. PROJE PROGRAMLAMA MODELLERİ

7.1. Ağ Diyagramları

Ağ diyagramları, bir projenin amacına ulaşabilmesi için yapılması gereken faaliyet ve olayların birbirleriyle olan sıra ve mantık ilişkilerini gösteren şemalar yardımı ile yürütülen bir proje planlama ve denetim teknikleri topluluğudur. İşletmeler için zaman, maliyetleri etkileyen önemli bir faktördür. Bu sebeple faaliyetleri, kapsadıkları zaman sürelerine göre birbirini izleyen mantıksal bir sıraya koyan zaman kayıplarını azaltmak gerekir.

İkinci dünya savaşını izleyen yıllarda hızla gelişen teknoloji ve projelerin planlama, programlama ve yöntemler üzerinde araştırmalar yoğunlaştı. Bu araştırmalar sonucunda Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method, CPM) ve Program değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (Program Evaluation and Review Technique, PERT) geliştirilmiştir.

CPM ve PERT arasında iki fark vardır:

Bunlardan birincisi, faaliyet zamanlarının tahmini ile ilgilidir. PERT’de her faaliyet süresinin hesaplanmasında belirsizlik etkilerinin giderilmesi amacıyla iyimser (t_i), kötümser (t_k) ve muhtemel (t_m) gibi üç zaman tahmini yapılmaktadır. Ortalama zamanın hesaplanmasında

$$t_0 = \frac{t_i + 4t_m + t_k}{6}$$

eşitliği kullanılır. Buna karşılık CPM’de normal ve sıkışık (hızlı) zaman olmak üzere iki zaman tahmini yapılmaktadır.

CPM ve PERT arasında ikinci farklılık, CPM’de planlama ve denetim süresine maliyetlerin de ilave edilmesi, zaman – maliyet ilişkisinin kurulmasıdır. PERT’de ise, maliyete ilişkin bilgiler analize girmemektedir. Buna karşılık PERT’in maliyeti de içeren bir çeşidi olan PERT/MALİYET tekniği geliştirilmiştir. Bu iki farklılık dışında her iki yöntemin uygulama biçimi aynıdır.

Ağ diyagramlarına ilişkin tekniklerin uygulanması ile sağlanacak başlıca yararlar:

- 1) Her elemanter faaliyet sırasında ortaya çıkabilecek engeller ve gecikmeler zamanında önlenebilir.
- 2) Faaliyetlerin plana uygunluğu etkin bir şekilde kontrol edilebilir.
- 3) İstenen elemanter faaliyet üzerinde ayrıntılı çalışma ve kontrol mümkün olur.
- 4) Her elemanter faaliyet için en uygun insan gücü, tesis ve mali imkan dağıtımı mümkün olur.
- 5) Proje süresini ve maliyetini etkileyen elemanter faaliyetler üzerinde durulmasına imkan verir.

KAYNAKLAR

- Akbıyık, R. 2009. Mühendislik Ekonomisi Temel Prensipleri ve Uygulamaları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Albayrak, B. 2005. Proje Yönetimi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Armaneri, Ö. ve Yalçınkaya, Ö. 2010. Belirsiz ve Riskli Ortamlarda Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesine Yönelik Benzetim Tabanlı Bir Yaklaşım, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 11, 1, 1 16.
- Bıyık, C. ve Tüdeş, T. 2001. Harita Çalışmalarında Proje Planlaması ve Yönetimi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Brown, T. 2007. Engineering Economics and Economic Design for Process Engineers, Boca Raton: CRC Press.
- Çekerol, G. S. ve Ulukan, A. 2012. Kantitatif Tahmin Yöntemleri, Nisan Kitabevi.
- Demirbugan, M. A. 2008. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Net Bugünkü Değer (nbd) ve İç Karlılık Oranı (iko) Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, 2, 1-15.
- Gedik, T., Akyüz, K.C. ve Akyüz, İ. 2005. Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi (İç Karlılık Oranı ve Net Bugünkü Değer Yöntemlerinin İncelenmesi), ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7, 7, 51 – 61.
- Işık, A. 2005. Mühendislik Ekonomisi, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- İlter, E. 2001. Yatırım Projelerinin Hazırlanması Değerlendirilmesi ve İzlenmesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Kahya, E. 2015. Mühendislik Ekonomisi, ESOGÜ Yayın No. 248, Eskişehir.
- Okka, O. 2006. Mühendislik Ekonomisine Giriş I: Konular C1, Nobel Yayınları No. 468, Ankara.
- Okka, O. 2006. Mühendislik Ekonomisine Giriş II: Problem Çözümleri C2, Nobel Yayınları No. 468, Ankara.
- Pakdemirli, E. 1977. Yatırım Planlaması ve Fizibilite Etüdları, Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Yayınları No. 17, İzmir.
- Sarıaslan, H. 2006. Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi: Planlama – Analiz – Fizibilite, Turhan Kitabevi, Ankara.
- Tolga, E. ve Kahraman, C. 1994. Mühendislik Ekonomisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayın No. 1542, İstanbul.
- Üçüncü, K. 2003. Tesis Planlama, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayın No. 68, Trabzon.
- Üçüncü, K. 2004. Kereste Kurutma İçin Sera Tipi Güneş Kurutma Fırını Tasarımı ve Ekonomik Analizi, 5. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul.

- Üçüncü, K. 2005. Planlama Modelleri Ders Notları (Basılmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Üçüncü, K., Aydın, A. ve Taşdemir, T. 2005. Güneş Enerjili Kereste Kurutucuların Ekonomik Performansı, ULIBTK'05 15. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 2005, 55 – 66, Trabzon.
- Üstündağ, E. 2016. Yatırım Projeleri Değerlendirme Kriterleri, http://www.sumae.gov.tr/yunus/uploads/Makale_050303.pdf, E. Tarihi: 20.02.2016.