yeteneğine ve tecrübesine bağlıdır. Ömür boyu maliyet hesabının güvenilir olabilmesi için, bu konuda bir uzman tecrübesine veya literatüre başvurulması gerekir. Ömür boyu maliyet hesabı genellikle yıl bazında yapılır. Yıl bazında ömür boyu maliyetin hesaplanmasında **Bugünkü Değer Faktörü** ve **Sermaye Geri Kazanım Faktörü** kavramlarının tanımına ihtiyaç vardır.

Bugünkü Değer Faktörü: Yılda % 25 faizle , 100 TL borç aldığınızı düşünelim, bir yılın sonunda 100 TL 'nin faizi 25 *TL* olur. Alınan borç ve faizinin toplamı,

$$100 \times (1 + 0.25) = 125\ TL$$

eder. İkinci yılın sonunda, toplam borç,

$$100 \times (1 + 0.25) \times (1 + 0.25) = 100 \times (1 + 0.25)^2 = 156.25\ TL$$

olacaktır. n yıl sonra da, toplam borç miktarı (100 TL' nin n yıl sonra değeri)

$$100 \times (1 + 0.25)^n$$

formülünden hesaplanabilir. Her yıl paranın toplam değeri $(1 + 0.25)$ faktörü ile artmaktadır. Yıllık faiz oranı i ise, paranın bugünkü değeri BD olan paranın n yıl sonraki toplam değeri ND (paranın zamanla değeri),

$$ND = BD \times (1 + i)^n \tag{6.1}$$

formülünden hesaplanabilir. Eşitlik (6.1) den n yıl sonra ise toplam değeri ND olacak paranın bu günkü değeri BD,

$$BD = \frac{ND}{(1 + i)^n} \tag{6.2}$$

eşitliğinden hesaplanır. Başka bir deyişle bugünkü değeri ND olacak paranın değeri geçmişteki her yıl için $(1 + i)^{-n}$ faktörü ile azalmaktadır. Bu faktör de **Bugünkü Değer Faktörü** olarak adlandırılır.

$$BDF = (1 + i)^{-n} \tag{6.3}$$

Sermaye Geri Kazanım Faktörü: % 25 faizle, her yıl sonunda 100*TL* ve tamamını da 3 yılda ödemek kaydıyla, ne kadar para borç alabileceğimizi hesaplayım. Birinci yıl sonunda ödeyeceğimiz 100*TL* nin bugünkü değeri,

$$\frac{100}{(1+0.25)} = 80\ TL$$

İkinci ve üçüncü yıl sonunda ödeyeceğimiz $100TL$ nin bugünkü değeri sırasıyla,

$$\frac{100}{(1+0.25)^2} = 64\ TL$$

$$\frac{100}{(1+0.25)^3} = 51.2\ TL$$

olacaktır. O halde tamamını 3 yılda, her yıl sonunda $100TL$ ödemek kaydıyla alabileceğimiz toplam para $80 + 64 + 51.2 = 195.2\ TL$ dir.

Yıllık faiz oranı i ile her yıl sonu YO miktar ödemek kaydıyla n yıl vade ile alabileceğimiz paranın bu günkü değeri,

$$BD = YO\sum_{m=1}^{n}\frac{1}{(1+i)^m} \tag{6.4}$$

olacaktır. Bu da n yılda, her yılın sonunda eşit YO miktar ödemek kaydı ile alınan paranın bu günkü değeridir. Bu ifadedeki $\sum_{m=1}^{n}\frac{1}{(1+i)^m} = \frac{1-(1+i)^{-n}}{i}$ olduğunda, bu günkü değeri BD olan miktarın n eşit aralıklarla ödeme miktarı,

$$YO = BD\left[\frac{i}{1-(1+i)^{-n}}\right] \tag{6.5}$$

olacaktır. Bu ifadedeki $\frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$ **Sermaye Geri Kazanım Faktörü** GKF olarak adlandırılır.

$$GKF = \frac{i}{1-(1+i)^{-n}} \tag{6.6}$$

ÖRNEK 6.1 Yıllık %25 faizle 10 yılda eşit aralıklarla ödemek kaydıyla 1000 TL borç almış olsak yıllık ödemelerimiz kaç lira ve 10 yıl sonunda ödediğimiz toplam miktarı ne olur\

ÇÖZÜM: Alınan borcun bugünkü değeri $BD = 1000TL$ olduğundan, Eşitlik (6.6) dan, her yıl ödememiz gereken miktar YO,

$$YO = BD\left[\frac{i}{1-(1+i)^{-n}}\right]$$

olacaktır. Veriler yerlerine konulursa,

$$YO = 1000\left[\frac{0.25}{1-(1+0.25)^{-10}}\right] = 280.07\ TL,$$

10 yıl sonunda toplam ödeme miktarı da $280.07 \times 10 = 2800.7$ TL olarak hesaplanır.

6.2 Yıllık Maliyet

Bazı maliyetler hemen projenin başladığı zaman oluşur. Bu maliyetleri ilk yatırım maliyetleri olarak adlandırıyoruz. İlk yatırım maliyeti IY , yıllık faiz oranı i, yatırımın ömrü olan n yıl sonunda yatırımın hurda değeri (veya ikinci el değeri) de HR ise bu yatırımın bugünkü maliyeti BM,

$$BM = IY - HR \times BDF(i,n) \tag{6.7}$$

olarak ifade edilir. Yatırım maliyeti yatırımın ömrü boyumca sabit kalır, değişmez. Bu yanında işletme, işçilik, sigorta bakım ve onarın masrafları yıldan, yıla değişiklik gösterir. Bu giderlerin oluştukları m yılındaki maliyetini IG_m ile gösterirsek ilk yılın isletme giderlerinin bugünkü maliyeti ,

$$IG_1 \times \frac{1}{(1+i)^1} \tag{6.8}$$

İkinci ve daha sonraki yıllardaki giderlerin bu günkü maliyeti de sırasıyla

$$IG_2 \times \frac{1}{(1+i)^2}$$

$$IG_3 \times \frac{1}{(1+i)^3} \tag{6.9}$$

$$\vdots$$

$$IG_n \times \frac{1}{(1+i)^n}$$

olarak ifade edilebilir. İşletme giderlerin, bugünkü toplam maliyeti TIG,

$$\text{TIG}=\sum_{m=1}^{n} IG_m \times BDF(i,m) \tag{6.10}$$

Toplam Giderlerin Bugünkü Değeri $TGBD$ de,

$$\text{TGBD}=IY - HR \times BDF(i,n) + \sum_{m=1}^{n} IG_m \times BDF(i,m) \tag{6.11}$$

olacaktır. Bu giderlerle yatırım ve işletme giderlerinin yıllık maliyeti (Yıllık yatırım ve işletme giderleri maliyeti $YYIM$) de,

$$YYIM=\left[IY - HR \times BDF(i,n) + \sum_{m=1}^{n} IG_m \times BDF(i,m) \right] \times GKF(i,n) \tag{6.12}$$

olarak formüle edilebilir.

ÖRNEK 6.2 Ömrünün 10 yıl olduğu tahmin edilen pompanın alış fiyatı 10000TL dir. Pompanın hurda fiyatının da 100 TL olacağı varsayılıyor. Pompanın işletmesi için harcamaların dağılımının da aşağıda tabloda verildiği gibi olacağı tahmin ediliyor.

1.*yıl*	1000 *TL*	6.*yıl*	5750 *TL*
2.*yıl*	1560 *TL*	7.*yıl*	7000 *TL*
3.*yıl*	2100 *TL*	8.*yıl*	9800 *TL*
4.*yıl*	2950 *TL*	1.*yıl*	13800 *TL*
5.*yıl*	4100 *TL*	10.*yıl*	19300 *TL*

Yıllık faiz oranının % 40 olduğunu varsayarak pompanın ürününün yıllık maliyetini hesaplayınız.

ÇÖZÜM:Yatırımın pompanın hurda değerinin bugünkü değeri

$$HR \times BDF(i,n) = 100 \times (1+i)^{-n} = 100 \times (1+0.4)^{-10} = 3.5\ TL$$

Her yıl yapılacağı tahmin edilen işletme giderlerinin bu günkü değeri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

$$1.yıl \quad IG_1 \times \frac{1}{(1+i)^1} \quad \rightarrow 1000 \times \frac{1}{(1+0.40)^1} = 714.3\ TL$$

$$2.yıl \ IG_2 \times \frac{1}{(1+i)^2} \quad \rightarrow 1560 \times \frac{1}{(1+0.40)^2} = 796.0\ TL$$

$$3.yıl \ IG_3 \times \frac{1}{(1+i)^3} \quad \rightarrow 2100 \times \frac{1}{(1+0.40)^3} = 765.3\ TL$$

$$4.yıl \ IG_4 \times \frac{1}{(1+i)^4} \quad \rightarrow 2950 \times \frac{1}{(1+0.40)^4} = 768.0\ TL$$

$$5.yıl \ IG_5 \times \frac{1}{(1+i)^5} \quad \rightarrow 4100 \times \frac{1}{(1+0.40)^5} = 762.3\ TL$$

$$6.yıl \ IG_6 \times \frac{1}{(1+i)^6} \quad \rightarrow 5750 \times \frac{1}{(1+0.40)^6} = 763.7\ TL$$

$$7.yıl \ IG_7 \times \frac{1}{(1+i)^7} \quad \rightarrow 7000 \times \frac{1}{(1+0.40)^7} = 664.1\ TL$$

$$8.yıl \ IG_8 \times \frac{1}{(1+i)^8} \quad \rightarrow 9800 \times \frac{1}{(1+0.40)^8} = 664.1\ TL$$

$$9.yıl \ IG_9 \times \frac{1}{(1+i)^9} \quad \rightarrow 13800 \times \frac{1}{(1+0.40)^9} = 668.0\ TL$$

$$10.yıl \ IG_{10} \times \frac{1}{(1+i)^{10}} \quad \rightarrow 19300 \times \frac{1}{(1+0.40)^{10}} = 667.2\ TL$$

10 yılda toplam işletme giderlerinin bu günkü değeri,

$$\text{TIG}=\sum_{m=1}^{10} IG_m \times BDF(i,m) = 7236 \text{ TL}$$

olcaktır. Bu verilerle yıllık yatırım ve işletme giderleri maliyeti de,

$$YYIM=\left[IY \text{ - } HR \times BDF(i,n) + \sum_{m=1}^{n} IG_m \times BDF(i,m) \right] \times GKF(i,n)$$

$$YYIM=[10000 \text{ - } 3.5 + 7236] \times \frac{0.4}{1-(1+0.4)^{-10}} = 7140\ TL\ /\ yıl$$

olarak hesaplanır.

6.3 Ekserji Maliyeti:

Mühendislikte sistemlerin ekserji analizleri genellikle sistemler, sürekli durum sürekli akışta çalıştığı varsayılarak yapılır. Bir veya birden fazla kanaldan çevreleri ile madde, ısı ve iş alışverişi yapan sistemlerin ekserji analizinde, sistemlerin çevresi ile olan enerji ve madde alışverişleri, madde alışverişi ile sisteme transfer edilen enerjinin, iş ve ısı alışverişlerinin ekserji eşdeğerleri cinsinden ifade edilir. Ekserji alışverişi sistemin çevresi enerji alışverişinin, sistem ile çevresi arasında " iş yapabilme potansiyeli" alışverişine indirgenmesidir. Isıl sistemlerin ekonomik analizinin ekserji maliyetine göre yapılması; madde ısı, ve iş alışverişleri ile sisteme transfer edilen enerjinin-oluşturulan ortak bir tabana- ekserji tabanına göre değerlendirilmesi açısından anlamlıdır. Ekserji maliyeti, sistemin çevresi ile olan alışverişlerinin ekonomik analizinin, ortak bir tabana, indirgendiği anlamına gelir, ekserji analizi üzerine inşa edilir.

Değişik kanallardan sisteme akan maddelerin akış ekserjisi birim zamanda (yılda, saatte, veya saniyede) maliyetleri $\sum_{giren} c_g(\dot{m}a_a)_g$ olarak ifade edilebilir. Burada c_g sisteme akan maddelerin birim akış ekserjilerinin (birim ekserji başına) yıllık ortalama maliyetidir (parasal değeridir). Benzer olarak sistemden akan maddelerin yıllık ortalama birim akış ekserjilerinin maliyetlerini de $c_ç$ ile ifade edersek, sistemden akan maddelerin birim zamanda (yıllık) maliyeti $\sum_{çıkan} c_ç(\dot{m}a_a)_ç$ olacaktır. Sistemin c_w iş alışverişinin birim ekserji maliyeti ise, İş alışverişinin birim zamanda (yıllık) maliyeti $c_w\dot{W}$ olur. Benzer olarak, sistemin çevresi ile ısı alışverişinin ekserji eş değeri $(1-\frac{T_0}{T})\,\dot{Q}_{kh}$ olacağından, ısı alışverişinin birim ekserji maliyeti c_q cinsinden, ısı alışverişinin birim zamanda maliyeti de $c_q(1-\frac{T_0}{T})\dot{Q}_{kh}$ olarak yazılabilir.

Ekserji maliyeti bu sistem için maliyet bilânçosudur. Yukarıdaki verilerle sistem için maliyet bilançosu da;

$$\sum_{giren} c_g(\dot{m}a_a)_g + c_q(1-\frac{T_0}{T})\dot{Q}_{kh} + YYİM = \sum_{çıkan} c_ç(\dot{m}a_a)_ç + c_w\dot{W}_{kh} \quad (6.13)$$