

INSA 394 – İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDE YAPIM VE EKONOMİ

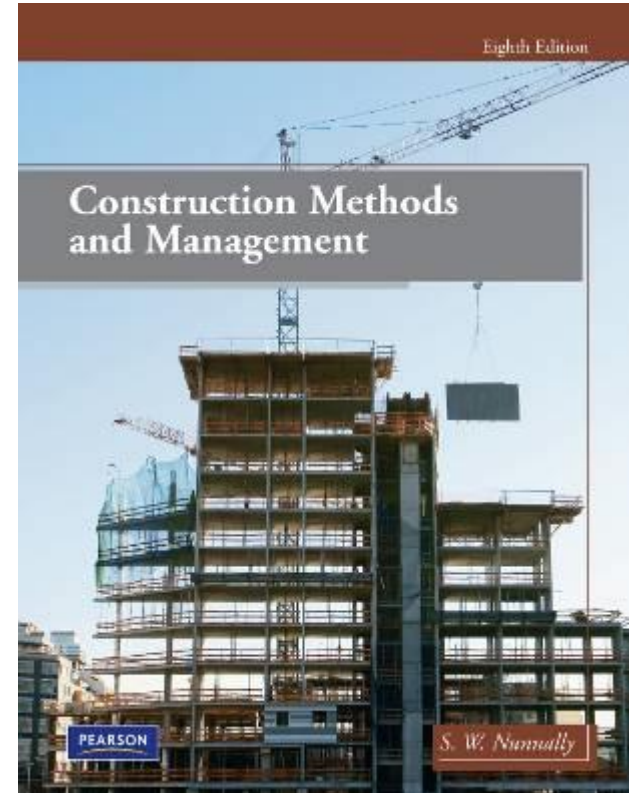
BÖLÜM 2

İNŞAATLARDA KULLANILAN İŞ MAKİNALARI (CONSTRUCTION PLANTS)

DR. TOLGA ÇELİK

BÖLÜM 1

İNŞAAT EKONOMİSİ



EKİPMAN MALİYETİ

(Equipment Cost)

Ekipman Maliyetinin Ana Unsurları

Fiyat teklifinde bulunmak için her bir üretim biriminin maliyeti bilinmelidir (fiyat/kazı,m³, fiyat/toprak yüzeyinin sıyrılması, m²)

EKİPMAN MALİYETİ

- Ekipmanın işletim maliyetini bulabilmek için yakıt tükemi, lastik ömrü vs gibi birçok faktörün tahmin edilmesi gerekmektedir.
- Bu faktörlerin tahmini yapılırken en önemli esas geçmiş verilerin kullanılmasıdır.
- Eğer elimizde böyle bir bilgi yoksa, ekipman imalatçısına danışılabilir.

EKİPMAN MALİYETİ

- Ekipman Maliyetinin Unsurları
- **Mülkiyet Maliyeti**
 - Amortisman
 - Düz Çizgi Metodu
 - Yılların Toplamı Metodu
 - Çifte Azalan Bakiye Metodu
 - Yatırım Maliyeti
 - Sigorta, Vergi, ve Depolama

EKİPMAN MALİYETİ

- **Çalıştırma (İşletim) Maliyeti**
 - Yakıt Maliyeti
 - Servis Maliyeti
 - Tamir Maliyeti
 - Lastik Maliyeti
 - Özel Parçalar
 - Operatör
- **Toplam Mülkiyet ve İşletim Maliyetleri**

Amortisman Maliyeti

Amortisman, ekipmanın yaş, yıpranma, çürüme ve eskimeden dolayı piyasa değerinin düşmesidir.

Amortisman iki amaç için kullanılır.

- Vergi borcunu değerlendirmek.
- Saatlik ekipman maliyetinin amortismanını elde etmek.

Vergi borcu için birçok müteahhit, ekipman ömrünün ilk yıllarında vergi borcunu maksimum derecede azaltmak için ekipmanı hızlı bir şekilde amortize etmek isterler.

Lastik tekerlekli (**Rubber-tired**) ekipman için, lastiklerin değeri amortize edilecek miktar içinden çıkartılmalıdır çünkü lastik maliyeti ayrı bir şekilde çalıştırma maliyetinin bir parçası olarak hesaplanacaktır.

Amortisman Maliyeti

Ekipmanın hurda değeri geçmiş veriler kullanılarak olabildiğince gerçekçi bir şekilde tahmin edilmelidir.

Ekipmanın ekonomik yaşam süresi de belirlenmelidir. Birçok inşaat ekipmanında kabul edilen yaşam süresi 5 yıldır.

En yaygın amortisman metotları:

- **Düz Çizgi Metodu**
- **Yılların Toplamı Metodu**
- **Çifte Azalan Bakiye Metodu**

Düz Çizgi Metodu

- Düz çizgi metodu ekipman ömrünün her yılında sabit amortisman gösterir.
- Amortize edilecek miktar, ekipmanın ilk maliyeti ve hurda değeri arasındaki farktır (lastik tekerlekli makinalar için lastik maliyeti de çıkartılır).

$$D_n = \frac{\text{Maliyet} - \text{Hurda} - (\text{lastikler})}{N}$$

Burada: N= ekipman ömrü (yıl)
n = ömrün yılı (1, 2, 3 vs.)
D= Amortisman değeri

Örnek 1

- **Düz Çizgi metodunu kullanarak, ilk maliyeti \$50000, hurda değeri \$5000, ve tahmin edilen yaşam ömrü 5 yıl olan paletli yükleyici (track loader) için yıllık amortisman ve her yılın sonundaki kitap değerini bulunuz.**

Çözüm 1

$$D_{1,2,3,4,5} = \frac{50000 - 5000}{5} = \$9000$$

Yıl	Amortisman (\$)	Kitap Değeri (\$) (Her Dönem Sonundaki)
0	0	50000
1	9000	41000
2	9000	32000
3	9000	23000
4	9000	14000
5	9000	5000

Yılların Toplamı Metodu

- Yılların toplamı metodu, yaşam ömrünün ilk yıllarında fazla ve diğer yıllarında gitgide düşen düzensiz amortisman gösterir.
- Amortize edilecek miktar düz çizgi metodunda kullanıldığı gibidir.
- Belli bir yıldaki amortisman, amortize edilecek miktarın amortisman faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanır.

$$D_n = \frac{\text{Year digit}}{\text{Yılların toplamı}} \times \text{Amortize edilecek miktar}$$

Örnek 2

- **Örnek 1 deki yükleyici için, yıllık amortisman ve her yılın sonundaki kitap değerini yılların toplamı metodunu kullanarak bulunuz.**

Çözüm 2

- Yukarıdaki denklem kullanılırsa:

$$D_1 = \frac{5}{(1 + 2 + 3 + 4 + 5)} \times (50000 - 5000) = 15000$$

$$D_2 = \frac{4}{15} \times (50000 - 5000) = 12000$$

$$D_3 = \frac{3}{15} \times (50000 - 5000) = 9000$$

$$D_4 = \frac{2}{15} \times (50000 - 5000) = 6000$$

$$D_5 = \frac{1}{15} \times (50000 - 5000) = 3000$$

Çözüm 2

Yıl	Amortisman (\$)	Kitap Değeri (\$) (Dönem sonundaki)
0	0	50000
1	15000	35000
2	12000	23000
3	9000	14000
4	6000	8000
5	3000	5000

Çifte Azalan Bakiye Metodu

- Bu metot, en yüksek amortismanı yaşam ömrünün ilk yılında gösterir.
- Belli bir yıldaki amortisman, sene başındaki ekipman kitap değerinin amortisman faktörü ile çarpılmasıyla bulunur.
- Yıllık amortisman faktörü, ekipman ömrünün (yıl) 2 ile bölünmesiyle bulunur.
- Burada dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, kitap değerinin, ekipmanın hurda değerinden az olmamasıdır.

$$D_n = \frac{2}{N} \times \text{sene başındaki kitap değeri}$$

Örnek 3

Örnek 1deki yükleyici için, yıllık amortisman ve her yıl sonundaki kitap değerini çifte azalan bakiye metodu ile bulunuz.

Çözüm 3

$$\text{Yıllık amortisman faktörü} = \frac{2}{5} = 0.4$$

$$D_1 = 0.4 \times 50000 = 20000$$

$$D_2 = 0.4 \times 30000 = 12000$$

$$D_3 = 0.4 \times 18000 = 7200$$

$$D_4 = 0.4 \times 10000 = 4320$$

$$D_5 = 0.4 \times 6480 = 2592 \text{ use } \$1480^*$$

Çözüm 3

Yıl	Amortisman (\$)	Kitap değeri (\$) (Dönem Sonundaki)
0	0	50000
1	20000	30000
2	12000	18000
3	7200	10800
4	4320	6480
5	1480	5000

* 5inci yıldaki \$2592 amortisman, kitap değerini \$5000'dan aza düşürecek, sadece \$1480 (\$6480-5000) amortisman olarak alınabilir.

Yatırım Maliyeti

- Yatırım maliyeti, makina için yatırılan yıllık sermaye maliyetini gösterir.
- Yatırım maliyeti, faiz oranının ekipman değeri ile çarpılmasıyla bulunur.
- Belli bir yıldaki yatırım maliyeti, ekipmanın o yıldaki kitap değeri kullanılarak bulunur.
- Fakat, bunu daha kolay bulmak için:

$$\text{Ortalama yatırım} = \frac{\text{Ilk maliyet} + \text{hurda degeri}}{2}$$

Sigorta, Vergi ve Depolama

- **Sigorta maliyeti** yangın, hırsızlık, kaza maliyeti ve ekipman için sorumluluk sigortasını kapsar.
- **Vergi maliyeti** ekipman için mülkiyet vergisi ve ruhsatnameyi kapsar.
- **Depolama maliyeti**, depolama alanının maliyeti, ekipmanı depolama alanının içine ve dışına taşıyan çalışanların ve güvenlik görevlilerinin maaşları.
- **Mülkiyet Maliyeti** amortisman, yatırım, sigorta, vergi ve depolama maliyetlerinin toplanmasıyla bulunur.

İşletim (Çalıştırma) Maliyeti

- **İşletim maliyeti sadece ekipmanın çalıştırıldığı zaman oluşur.**
- **Çalıştırma maliyeti aşağıdakileri içerir:**
 - **Yakıt maliyeti**
 - **Servis maliyeti**
 - **Tamir maliyeti**
 - **Lastik maliyeti**
 - **Özel parçaların maliyeti**
 - **Operatörlerin maaşı**

Yakıt Maliyeti

- **Saatlik yakıt maliyeti** her yakıt birimi için yakıt maliyetinin saatlik tüketim ile çarpılmasıyla bulunur (is the multiplication of hourly consumption and the cost of fuel per unit of fuel)
- Eğer yakıt tüketimi ile ilgili geçmişe dair bilgi yoksa, imalatçıdan alınan bilgi yada Tablo 17.1 kullanılabilir.

• TABLO 17.1 Yakıt Tüketim Faktörleri (gal/h/hp)

Ekipman Türü	Yükleme Koşulları*		
	Düşük	Orta	Sert
Çeneli Ekskavatör (Clamsheel) ve Draglin Kova (Dragline)	0.024	0.030	0.036
Kompaktör, self-propelled	0.038	0.052	0.060
Vinç	0.018	0.024	0.030
Ekskavatör, hoe, kepçe	0.035	0.040	0.048
Yükleyici			
Track	0.030	0.042	0.051
Dişli (wheel)	0.024	0.036	0.047
Motorlu greyder	0.025	0.035	0.047
Skreyper	0.026	0.035	0.044
Traktör			
Paletli (crawler)	0.028	0.037	0.046
Tekerlekli (wheel)	0.028	0.038	0.052
Kamyon, off-highway	0.014	0.020	0.029
Wagon	0.029	0.037	0.046

*Low, light work or considerable idling; average, normal load and operating conditions; severe, heavy work, little idling.

Servis Maliyeti

- Servis maliyeti, yağ, hidrolik sıvılar, makine yağı, filtre ve aynı zamanda düzenli bakım servisini yapacak olan işçilerin maliyetini içerir.
- İmalatçı bilgisi yada Tablo 17.2 kullanılabilir.

Tablo 17-2 Servis Maliyet Faktörleri (saatlik yakıt maliyeti yüzdeliği)

Çalışma Koşulları	Servis Maliyet Faktörü
Uygun	20
Orta	33
Sert	50

Tamir Maliyeti

- Tamir maliyeti tüm tamir ve bakım maliyetlerini içerir. Fakat lastik tamiri ve değişimi, düzenli servisler ve dişli riper (**ripper teeth**) gibi **high-wear itemlerinin** değişimi bunlara dahil değildir.
- Çalıştırma ile ilgili harcamaların en geniş olanıdır.
- Ömür boyu tamir, ilk maliyetin yüzdesi gibi bulunur. Tablo 17.3'e bakınız.
- Fakat tamir maliyeti ilk yıllarda, son yıllardan daha azdır.
- Sonuç olarak, yıl boyunca daha kesin tahmin için aşağıdaki formül kullanılır.

$$\text{Saatlik tamir maliyeti} = \frac{\text{Year digit}}{\text{Yılların toplamı}} \times \frac{\text{Ömürboyu tamir maliyeti}}{\text{Yıllık çalıştırma saatleri}}$$

TABLO 17.3 Ömürboyu Tamir Maliyeti (% of initial cost less tires)

Ekipman Türü	Çalışma Koşulları		
	Uygun	Orta	Sert
Çeneli Ekskavatör (Clamsheel) ve Draglin Kova (Dragline)	40	60	80
Kompaktör, self-propelled	60	70	90
Vinç	40	50	60
Ekskavatör, hoe, kepçe	50	70	90
Yükleyici			
Track	85	90	105
Dişli (wheel)	50	60	75
Motorlu greyder	45	50	55
Skreyper	85	90	105
Traktör			
Paletli (crawler)	85	90	95
Tekerlekli (wheel)	50	60	75
Kamyon, off-highway	70	80	90
Wagon	45	50	55

Örnek 4

- Ömrü 5 yıl olan \$136000'lık paletli (crawler) traktör için birinci yıldaki saatlik tamir maliyetini bulunuz.
- Çalıştırma durumunu orta ve yılda 2000 saat çalıştırıldığını varsayınız (Assume average operating conditions and 2000 hours of operation during the year).

Çözüm 4 :

Ömür boyu tamir maliyet faktörü = 0.90 (Tablo 17.3)

Ömür boyu tamir maliyeti = $0.90 \times \$136000 = \122400

$$\text{Saatlik tamir maliyeti} = \frac{1}{15} \times \frac{122400}{2000} = \$4.1$$

Lastik Maliyeti

- Lastik maliyeti, lastik fiyatı ve lastik değişimini kapsar.
- Eğer bununla ilgili bilgi yoksa, lastik ömrünü yaklaşık olarak belirlemek için Tablo 17.4 kullanılabilir.
- Lastik değişimi için, tamir maliyetinin %15'i eklenmelidir.

$$\text{Lastik Maliyeti} = 1.15 \times \frac{\text{Lastik setinin fiyatı (\$)}}{\text{Beklenen lastik ömrü}}$$

Tablo 17-4: Lastik Ömrü (saat)

Ekipman Türü	Çalışma Koşulları		
	Uygun	Orta	Sert
Dozer ve yükleyiciler	3,200	2,100	1,300
Motorlu greyder	5,000	3,200	1,900
Skreyperler			
Conventional	4,600	3,300	2,500
Çift Motorlu	4,000	3,000	2,300
İtmeli çekmeli ve kaldırmalı	3,600	2,700	2,100
Kamyonlar ve wagonlar	3,500	2,100	1,100

İŞLETİM (ÇALIŞTIRMA) MALİYETİ

- **Özel Parçalar**
- **Operatör Maliyeti**
 - Operatörün maaşını içerir.
 - Maaşlar tüm sigortaları, sosyal güvenlik, vergi ve fazla mesailerini kapsamalıdır.
- **Toplam Mülkiyet ve İşletim Maliyeti**
 - Toplam mülkiyet ve işletim maliyeti ihaleler için kullanılır.
 - Fakat, kar ve genel giderleri içermez.

Örnek17.6

Çift motorlu skreyperin işleyişinin ikinci yılındaki saatlik beklenen mülkiyet ve çalıştırma maliyetini hesaplayınız. (Calculate the expected hourly owning and operating cost for the second year of the operation of the twin-engine scraper described below).

İthal Maliyeti	=\$152,000
Lastik Maliyeti	=\$12,000
Tahmin edilen ömür	=5 yıl
Hurda değeri	=\$16,000
Amortisman metodu	=yılların toplamı metodu
Yatırım (faiz) oranı	=10%
Vergi, sigorta, ve depolama oranı	=8%
Çalıştırma koşulları	=orta
Maksimum güç (Rated power)	=465 hp
Yakıt ücreti	=\$0.40/gal
Operatör maaşı	=\$8.00/saat
Yıllık Çalışma saati	= 2000 saat

Çözüm 17.6

- **Mülkiyet maliyeti**
- **Amortisman Maliyeti:**

$$D_2 = \frac{4}{15} \times (152000 - 16000 - 12000) = \$33067$$

$$\text{Amortisman} = \frac{33067}{2000} = \$16.53/\text{sa}$$

Yatırım, vergi, sigorta, ve depolama maliyeti

- **Maliyet oranı = Yatırım + vergi, sigorta, ve depolama = 10+8= 18%**

$$\text{Ortalama Yatırım} = \frac{152000 + 16000}{2} = \$84000$$

$$\text{Yatırım, vergi, sigorta, ve depolama} = \frac{84000 \times 0.18}{2000} = \$7.56/\text{sa}$$

$$\text{Toplam owning maliyeti} = 16.53 + 7.56 = \$24.09/\text{sa}$$

Çalıştırma Maliyeti

- **Yakıt Maliyeti:**

$$\text{Beklenen Tüketim} = 0.035 \times 465 = 16.3 \text{ gal/sa}$$

$$\text{Yakıt Maliyeti} = 16.3 \times 0.40 = \$6.52/\text{sa}$$

- **Servis Maliyeti**

$$\text{Servis Maliyeti} = 0.33 \times 6.52 = \$2.15/\text{sa}$$

- **Tamir Maliyeti**

Omur boyu tamir maliyeti = $0.90 \times (152000 - 12000) = \126000

$$\text{Tamir maliyeti} = \frac{2}{15} \times \frac{126000}{2000} = \$8.4/\text{sa}$$

- **Lastik Maliyeti**

Beklenen lastik omru = 3000 saat

$$\text{Lastik maliyeti} = 1.15 \times \frac{\$12000}{3000} = \$4.60/\text{sa}$$

Operator maası = \$8.00/sa

Toplamcalistirma maliyeti = $6.52 + 2.15 + 8.4 + 4.60 + 8.00 = \$29.67/\text{sa}$

Toplam Mülkiyet ve İşletme (O&O) Maliyeti

Mulkiyet ve isletim maliyeti = $24.09 + 29.67 = \$ 53.76/\text{sa}$