



# CMC 3206 Mühendislik Ekonomisi

9-10. Dersler

## KIRILMA NOKTASI ANALİZİ

**Prof. Dr. Ahmet GÜNAY**

Balıkesir Üniversitesi,

Mühendislik Fakültesi

Çevre Müh. Böl.

Çağış/Balıkesir

[agunay@balikesir.edu.tr](mailto:agunay@balikesir.edu.tr)

[ahmetgunay2@gmail.com](mailto:ahmetgunay2@gmail.com)

+90 505 529 43 17



## Maliyetler

Maliyetler, sabit, değişken ve tedrici artan olmak üzere farklı bileşenlerden oluşur. Bazı maliyet bileşenleri tedrici olarak artarken, gelirler de tedrici olarak artabilir.

**Sabit maliyetler:** Üretime bağlı olmaksızın meydana gelen ve üretim olsa da olmasa da değişmeyen giderlerdir.

**Değişken maliyetler:** Üretimle artan veya azalan, üretim olmadığı zaman olmayan giderlerdir.

### MALİYETLER

#### Sabit Maliyetler

- Yönetim; yönetici maaşları,
- Binalar, park alanları,
- Makine-ekipman,
- Kamu hizmetleri; aidatlar, elektrik, gaz, su vb.
- Kira,
- Vergiler,
- Lisans ücretleri,
- Faiz ödemeleri,
- Sigorta.

#### Değişken maliyetler

- İşçilik,
- Hammadde,
- Kimyasal sarflar,
- Elektrik, yağlama, kesme yağları,
- Bakım onarım giderleri, parça değşimi
- Üretimle ilgili diğer harcamalar

Ürün tasarımı bu maliyetleri nasıl etkiler?



## Ekonomi

Fiziksel verim her zaman %100'den az olduğu için üretimin ekonomik başarısının olabilmesi için her zaman girdinin birim maliyeti ürünün değerinden düşük olmalıdır.

Bir yatırımı gerçekleştirme kararı mutlaka ekonomik verim göz önüne alınarak yapılır. Kaynaklar optimal kullanılmadığı ve mümkün olan en yüksek değer üretilmediği sürece firma pazarda rakipleri karşısında başarısız olur ve bu durumun uzun süre devam etmesi durumunda pazardan çekilmek zorunda kalır.

### Örnek:

%38 fiziksel verimle çalışan bir termik santral 1 milyon BTU (British Termal Unit = 1055 joule) eşdeğerindeki elektrik enerjisini 14,45 TL'ye satarken aynı enerji eşdeğerindeki linyiti 2,10 TL'ye satın almaktadır. Buna göre santralin ekonomik verimi nedir?

$$\text{Verim (Ekonomik)} = 0,38 \times 14,45 / 2,10 = 2,61$$

Bu durumda termik santral %261 ekonomik verime sahiptir.



## Başabaş Noktası Analizi-Kırılm Noktası Analizi-Sıfır Noktası Analizi

Ürün maliyetini etkileyen bileşenler belirlendikten sonra yeni ürün imalatında, makine yapımında, 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 **kırılma noktası**, **başabaş noktası** veya diğer adıyla **sıfır kar noktası** analizi gelir. Bu analizlerde maliyetler genel olarak iki gruba ayrılmıştır:

- 1) Sabit maliyetler:** Üretim miktarından bağımsız olarak gerçekleşen harcamalar toplamıdır. Kira, tesis yatırım masrafları, vergiler, yönetici ücretleri, vb. masraflar bu gruba girerler.
- 2) Değişken maliyetler:** Üretim miktarı ile orantılı olarak artan maliyet bileşenlerinin toplamıdır. Malzeme ve direkt işçilik harcamaları ile genel masrafların bir kısmı bu gruba girerler.

### Güvenlik marjı

Kırılma noktasının üzerindeki satışlardır.

### Güvenlik marjı yüzdesi

Kırılma noktasından sonraki satış gelirlerinin toplam satış gelirlerine oranıdır. Başka bir ifade ile, kazançlı satış yüzdesidir ( $\text{kazançlı satış/toplam satış} \times 100$ ).





$$BSF \cdot Q = BDM \cdot Q + TSM$$

**BSF:** birim satış fiyatı

**BDM:** birim değişken maliyet

**Q:** Üretim miktarı, adet

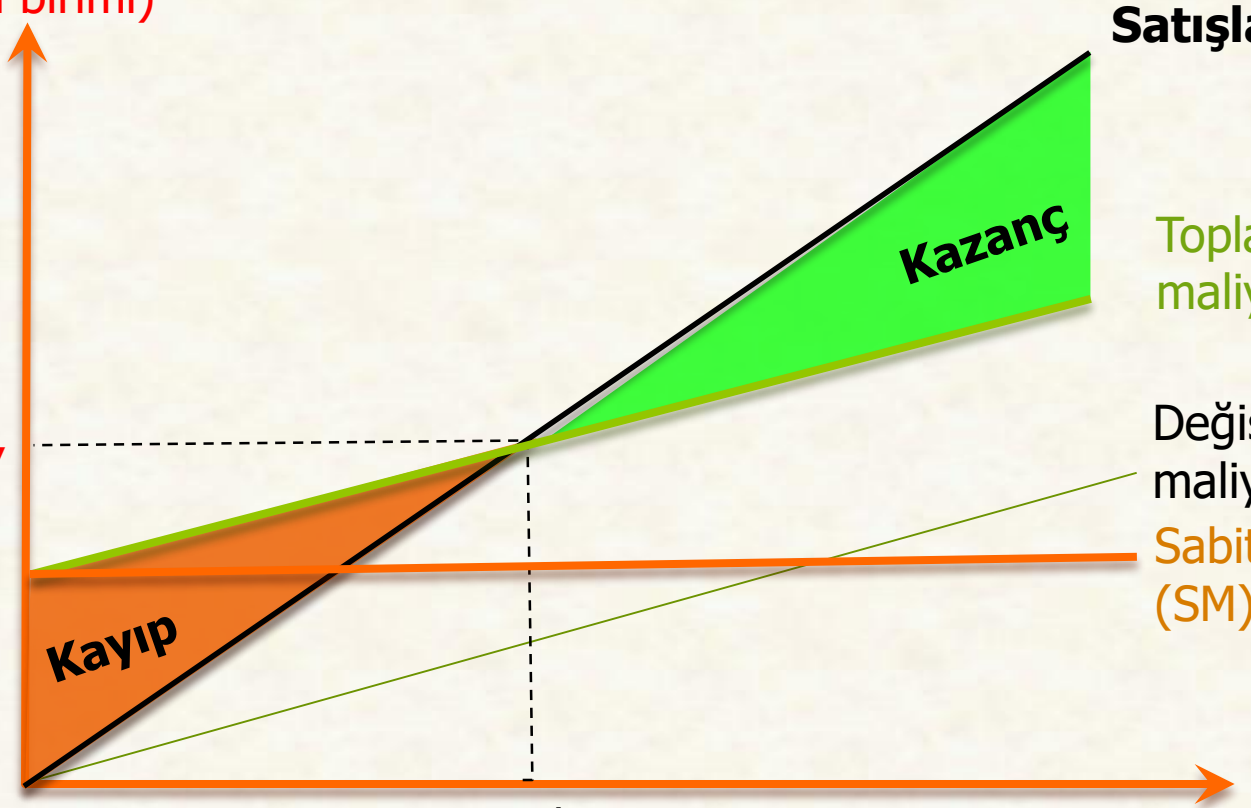
**TSM:** toplam sabit maliyet

*Kırılma noktasındaki üretim miktarı;*

$$Q = \frac{TSM}{BSF - BDM}$$

Maliyetler, Gelirler  
(Para birimi)

Kırılma  
Noktası  
Satışları,  
para  
birimi



Satışlar (TG)

Toplam  
maliyetler (TM)

Değişken  
maliyetler (DM)

Sabit maliyetler  
(SM)

**Kazanç mevcut ise;**

**Gelirler > Değişken maliyetler + Sabit maliyetler**

**Kırılma noktasında;**

**Gelirler = Değişken maliyetler + Sabit maliyetler**

**Kayıp mevcut ise;**

**Gelirler < Değişken maliyetler + Sabit maliyetler**



5



## Gelir fonksiyonu;

Toplam gelirler (satışlar) = Birim fiyat  $\times$  miktar

$$(TG=BSF \times \text{miktar})$$

## Maliyet fonksiyonu;

Toplam maliyet = Değişken maliyetler  $\times$  miktar + Toplam sabit maliyetler

$$(TM=BDM \times \text{miktar} + TSM)$$

## Kırılma noktasında;

$$TG=TM$$

### *KIRILMANOKTASIHESAPMETODOLOJİSİ*

*a) Kırılma noktasında üretim miktarı ( $Q$ , adet);*

$$Q = \frac{TSM}{BSF - BDM} \text{ (adet)}$$

*b) Kırılma noktası satış gelirleri ( $TG$ , para birimi);*

$$TG = Q \times BSF = Q \times \frac{TSM}{BSF - BDM} \text{ (para birimi)}$$

*c) Net gelir (kazanç) = Satışlar – Toplam maliyetler;*

$$Kazanç = TG - (TSM + BDM \times Q) \text{ (parabirimi)}$$



# ÖRNEKLER



## ÇEREZ ÖRNEK-1 (<https://accountingexplained.com/managerial/cvp-analysis/break-even-point-equation-method> ; Erişim Mart 2018)

Kar-zarar kırılma noktasını aşağıdaki veriler için **miktar** ve **US\$** olarak hesaplayınız.

- BSF (birim satış fiyatı)=**15** US\$
- BDM (birim değişken maliyet)=**7** US\$
- TSM (toplam sabit maliyet)=**9 000** US\$

### ÇÖZÜM:

$$BSF \cdot Q = BDM \cdot Q + TSM$$

$$BSF = 15,00 \text{ US\$}$$

$$BDM = 7,00 \text{ US\$}$$

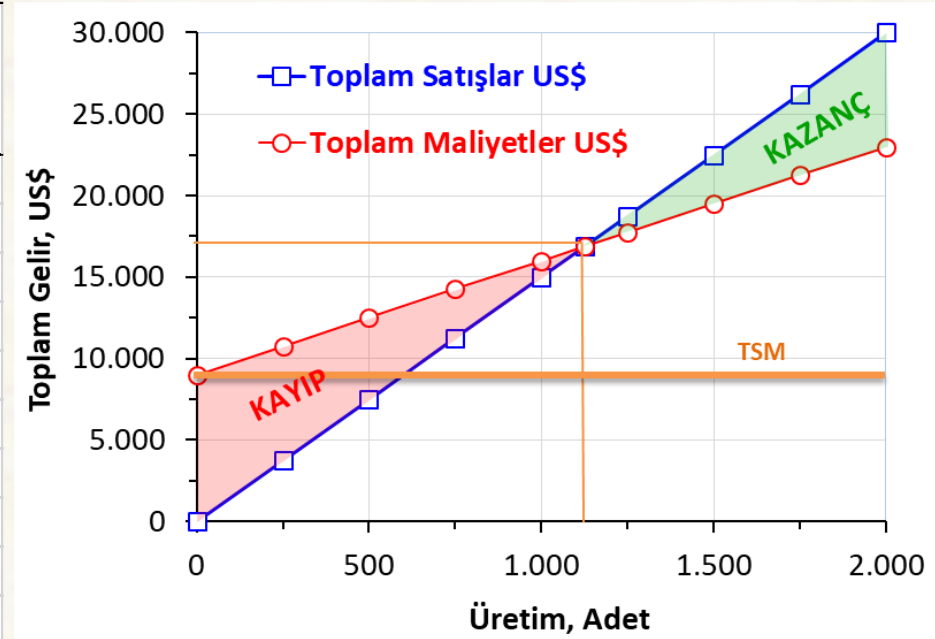
$$TSM = 9\ 000 \text{ US\$}$$

Kırılma noktasında satış miktarı;

$$Q = \frac{TSM}{BSF - BDM} = \frac{9\ 000}{15 - 7} = 1\ 125 \text{ adet}$$

Kırılma noktasında US\$ bazındaki satışlar= 15,00 US\$ × 1 125 = **16 875 US\$**

Üretim, Adet	Toplam Satışlar US\$	Toplam Maliyetler US\$
0	0	9.000
250	3.750	10.750
500	7.500	12.500
750	11.250	14.250
1.000	15.000	16.000
<b>1.125</b>	<b>16.875</b>	<b>16.875</b>
1.250	18.750	17.750
1.500	22.500	19.500
1.750	26.250	21.250
2.000	30.000	23.000





## ÇEREZ ÖRNEK-2 (<http://engineering.utep.edu/enge/EE/13/02/1.htm>; Erişim Mart 2018)

Bir kimya firması kimyasal madde tanklarının iç yüzeylerini bitüm (zift) ile, ya da epoksi ile kaplamaya karar verecektir. Bitümlü kaplamanın maliyeti, **4 yıl** sonra bakım yapmak şartıyla **6000 US\$** iken, epoksi ile kaplama bakım gerektirmemektedir ve maliyeti **15 000 US\$**'dir. Her iki tür kaplamanın ömrü **10 yıldır**. **Yıllık %15 faiz** oranı ile bitümlü kaplamanın **4 yıl** sonraki bakım maliyeti ne kadar olursa her iki kaplamanın da maliyeti aynı olur (Kırılma noktasında bitümlü kaplamanın **4 yıl** sonraki bakım maliyeti ne kadardır).

### ÇÖZÜM

Her iki tür kaplama maliyetinin de eşit olduğu bir bitümlü kaplama maliyeti vardır. Bitümlü kaplamanın 4 yıl sonraki maliyeti  $\chi$  olsun: net bugünkü değer (NBD) analizine göre;

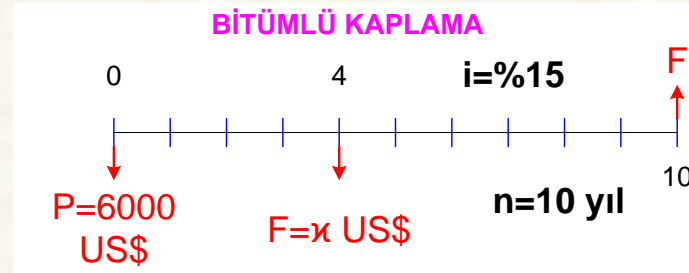
$$(P / F \ i, n) = (P / \chi \text{US\$ } \%15; 4 \text{ yıl})$$

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} = \frac{F}{(1+0,15)^4} = F \times 0,5718$$

$$-6000 - \chi (P/F, 15\%; 4) = -15 000$$

$$\chi (0,5718) = 9 000$$

$$\chi = \$15 740$$



*Şimdiki **9000 US\$ 4 yıl**  
sonra **15 740 US\$**'dir.*



Bitümlü kaplamanın 4 yıl sonraki maliyeti **15 740 US\$**'dan düşük olması beklenirse, bitümlü kaplama tercih edilmelidir. Aksi takdirde epoksi kaplama tercih edilmelidir.



### ÇEREZ ÖRNEK-3 Başabaş noktası (<http://engineering.utep.edu/enge/EE/13/02/1.htm> Erişim Mart 2018)

Belirli bir parçayı üreten bir makinenin fiyatı **40 000 US\$**, bakım maliyeti **14 000 US\$/yıl** ve **5 yıl** sonraki hurda değeri **8 000 US\$**'dir. Parçanın üretimindeki değişken maliyetler **1,5 US\$/adet** ve parçanın satış fiyatı **4 US\$/adet** olduğuna göre, **%12 faiz** oranında ve kırılma (başabaş) noktasında firma **yılda kaç adet parça** satmalıdır?

**ÇÖZÜM:** Başabaş noktasında maliyetler ile gelirler eşit olmalıdır. Kırılma noktasında  $\chi$  adet parça üretilsin.

$$0 = -40\,000 (A/P, \%12; 5) - 14\,000 - 1,50 \chi + 8000 (A/F, \%12; 5) + 4,00 \chi$$

$$0 = -40\,000 (0,27741) - 14\,000 + 8000 (0,157$$

$$2,50 \chi = 23\,837$$

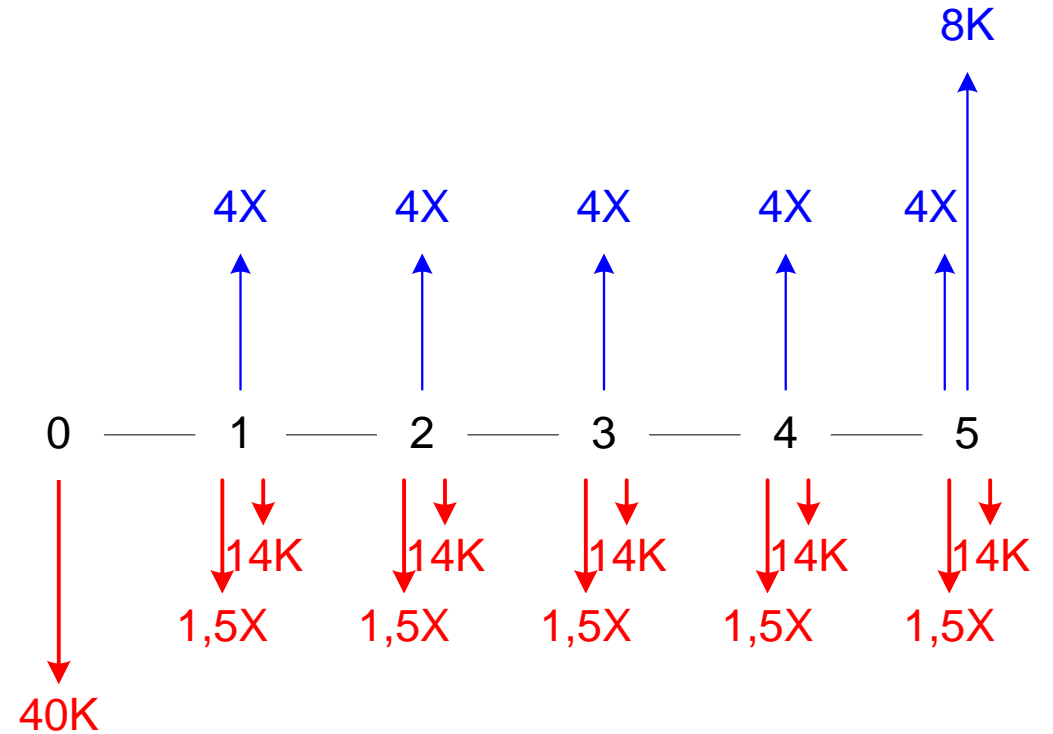
$$\chi = 9\,534 \text{ parça/yıl}$$

Firma yılda 9 534'ten fazla parça satabileceğini öngörürse parçayı üretmelidir.

Firma yılda 9 534'ten az parça sattığı takdirde para kaybedeceğinden makineye yatırım yapmamalıdır.

**Bu problemde niçin yıllık maliyet analizi yapılmıştır?**

**YEM niçin sıfıra eşitlenmiştir?**



#### **ÇEREZ ÖRNEK-4 Başabaş noktası** (<http://engineering.utep.edu/enge/EE/13/02/t.htm>; Erişim Mart 2018)

Bir yüklenici bir buldozeri kiralamaya ya da satın almaya karar vermek zorundadır.

**i) SATINALMA:** Buldozer satın almaya karar verildiği takdirde; satınalma maliyeti **50 000 US\$** ve bakım maliyeti **15 000 US\$/yıl** ve işletme maliyeti **40 US\$/gün**'dür. Buldozerin **5 yıl** sonraki hurda değeri **22 000 US\$**'dir.

**ii) KİRALAMA:** Buldozerin kiralanması halinde; kiralama maliyeti **250 US\$/gün**,  
Yıllık %10 faiz oranına göre, kırılma noktasında yılda kiralama gün sayısını hesaplayınız.

**ÇÖZÜM:** Kırılma noktasında yıllık kiralama ile satınalma maliyetleri birbirine eşit olmalıdır.

$$-250 \times \chi = -50\,000 (A/P, \%10; 5) - 15\,000 - 40 \times \chi + 22\,000 (A/F, \%10; 5)$$

$$-210 \times \chi = -24,586$$

$$x = 117 \text{ gün/yıl}$$



# ÖRNEK-5

## Kırılma Noktası

### TUR OPERASYONU EKONOMİK ANALİZİ



## ÖRNEK-5: Kırılma noktası

(Kaynak: Donald G. Newnan, Ted G. Eschenbach, Jerome P. Lavelle, (2012), *Engineering Economic Analysis*, 9th Ed. Oxford University Press, Inc., 198 Madison Avenue, New York, New York 10016, P. 51, Revize edilmiştir)

Bir girişimci otobüs kiralayarak günlük tur düzenleyecektir. Maliyetler yandaki tablodaki gibidir.

- Başabaş (kırılma) noktasındaki yolcu sayısını hesaplayınız.
- Toplam satış ve toplam gelir fonksiyonunu yazınız.
- 40 yolcu için sefer başına kazanç ve güvenlik marjı yüzdesi ne kadar olur?

### ÇÖZÜM:

$$a) \text{ Yolcu sayısı, } \chi = \frac{TSM}{BSF - BDM} = \frac{225}{27,5 - 20} = 30 \text{ kişi}$$

$$b) \text{ Toplam maliyet} = 225 + 20 \times \chi$$
$$\text{Ciro} = 27,5 \times \chi$$

<b>Değişken maliyetler</b>		
Yolcu başına servis maliyeti	12,50	US\$/kişi
Otobüsteki yiyecek ikramları	7,50	US\$/kişi
<b>Toplam</b>	<b>20,00</b>	<b>US\$/kişi</b>
<b>Bilet satışı-Birim gelir</b>		
	<b>27,50</b>	<b>US\$/kişi</b>
<b>Sabit maliyetler</b>		
Otobüs kiralama	80,00	US\$/gün
Akaryakıt-yağ giderleri	95,00	US\$/gün
Araç şoförü	50,00	US\$/gün
<b>Toplam</b>	<b>225,00</b>	<b>US\$/gün</b>

Kırılma noktasında;

**Toplam maliyet = Ciro** olmalıdır.

$$225 + 20 \times \chi = 27,5 \times \chi$$

$$\chi = \frac{225}{7,5} = 30 \text{ kişi}$$



c) 40 yolcu için güvenlik marjı (GM);

$$TG = 27,5 \times 40 = 1100 \text{ US\$}$$

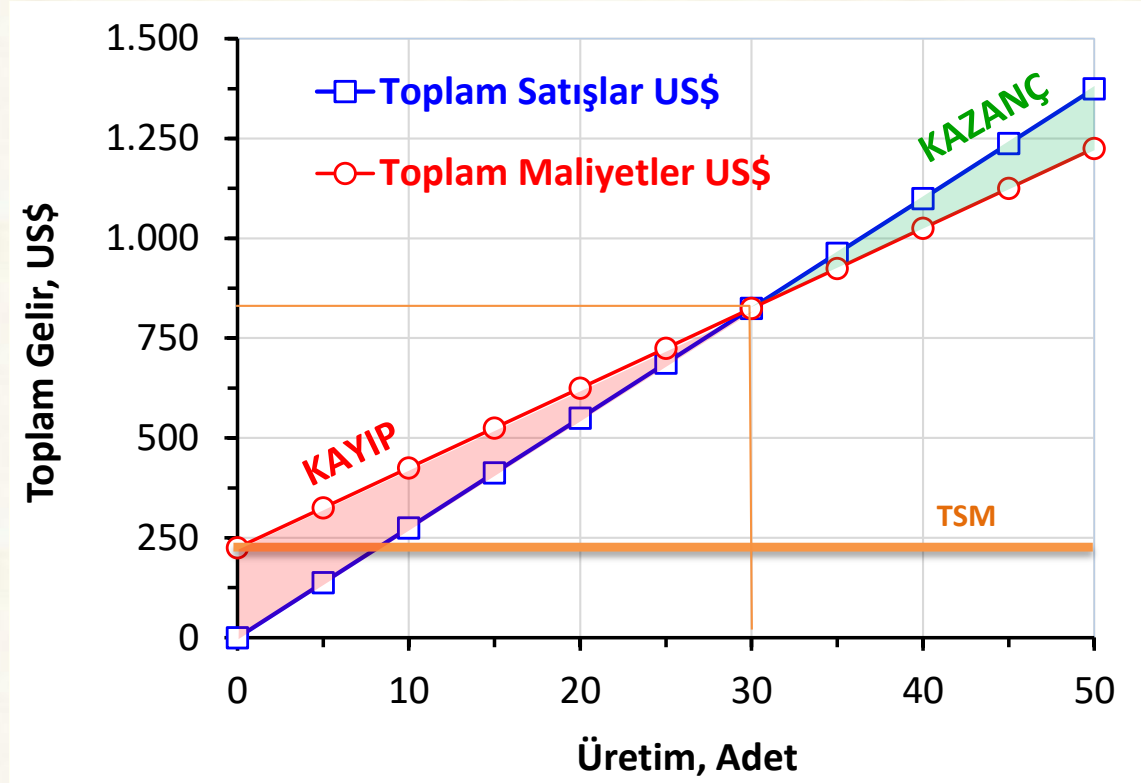
$$TM = 225 + 40 \times 20 = 1025 \text{ US\$}$$

$$\text{Kırılma noktasından sonraki satışlar} = 1100 - 825 = 275 \text{ US\$}$$

$$\%GM = \frac{275}{1100} = \%25$$

Toplam satışların  
**%25'i** karlıdır.

Yolcu, Adet	Toplam Satışlar US\$	Toplam Maliyetler US\$	Net gelir US\$
0	0	225	-225
5	138	325	-188
10	275	425	-150
15	413	525	-113
20	550	625	-75
25	688	725	-38
<b>30</b>	<b>825</b>	<b>825</b>	<b>0</b>
35	963	925	38
40	1.100	1.025	75
45	1.238	1.125	113
50	1.375	1.225	150



Başbaş noktadaki yolcu sayısı 30 kişidir. 30 kişinin altında zarar, 30 kişiden sonra kazanç ortaya çıkar.



# ÖRNEK-6

## Kırılma Noktası

### POMPA SEÇİMİ

## ÖRNEK-6: Pompa seçimi

(Kaynak: William G. Sullivan, Elin M. Wicks, C. Patrick Koelling, (2015) *Engineering Economy*, 6 th Ed., Pearson Higher Education, Inc., Upper Saddle River, NJ 07458, p480)

Üç farklı su pompasının teknik özellikleri ve fiyatları yandaki tablolardaki gibidir. Motorların ekonomik ömürleri **5 yıldır** ve hurda değeri yoktur.

Hangi pompa yılda kaç saat kullanılırsa ekonomiktir? Diğer bir ifade ile, yıllık kullanım saatine bağlı olarak ekonomik pompa seçimi nasıl yapılır.

<b>Pompaların verileri</b>	<b>Alpha</b>	<b>Beta</b>	<b>Gamma</b>
Satınalma Maliyet, US\$	10.000	15.000	20.000
Yıllık bakım maliyeti, US\$	800	500	250
Pompa gücü, HP	100	100	100
Pompa gücü, kWh			
Verim	74,0%	86,0%	92,0%

<b>Ekonomik veriler</b>	
Faiz	15%
Elektirik, \$/kWh	0,05
Ekonomik ömür, yıl	5



## 1. İlk yatırımın yıllık maliyeti

$$A = P(A/P \quad i; n) \quad A = P \times \left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = P(A/P \quad \%15; 5 \text{ yıl}) = P \times \left[ \frac{0,15 \times (1+0,15)^5}{(1+0,15)^5 - 1} \right] = 0,2983$$

$$\text{Alpha motoru için; } P = 0,2983 \times 10000 \text{ US\$} = 2983,16 \text{ US\$}$$

Eşdeğer yıllık maliyetler	Alpha	Beta	Gamma
İlk yatırımın yıllık maliyeti, US\$	2.983,16	4.474,73	5.966,31
Yıllık bakım maliyeti, US\$	800,00	500,00	250,00
<b>Toplam</b>	<b>3.783,16</b>	<b>4.974,73</b>	<b>6.216,31</b>

Pompaların verileri	Alpha	Beta	Gamma
Satınalma Maliyet, US\$	10.000	15.000	20.000
Yıllık bakım maliyeti, US\$	800	500	250
Pompa gücü, HP	100	100	100
Pompa gücü, kWh	74,6	74,6	74,6
Verim	74,0%	86,0%	92,0%

Ekonomik veriler	
Faiz	15%
Elektirik, \$/kWh	0,05
Ekonomik ömür, yıl	5

Alpha motorunun saatlik çalışma maliyeti

$$M_{\text{saatlik-Alpha}} = 0,05 \frac{\text{US\$}}{\text{kWh}} \times 100 \text{ HP} \times 0,746 \frac{\text{kW}}{\text{HP}} \times \frac{100}{74} = 5,041 \text{ US\$ / saat}$$

## 2. Enerji maliyetleri

$$\text{Enerji maliyeti (US\$)} = \text{Yıllık çalışma süresi (saat)} \times 0,05 \frac{\text{US\$}}{\text{kWh}} \times (\% E, 100 \text{ HP motor verimi}) \times 0,746 \frac{\text{kW}}{\text{HP}}$$

Enerji maliyetleri, US\$/saat	5,041	4,337	4,054
-------------------------------	-------	-------	-------



### 3. Kırılma noktasında yıllık çalışma süresi

*Alpha* – *Beta* karşılaştırması;

$$3783,16 + 5,041 \times \chi = 4974,73 + 4,337 \times \chi$$

$$\chi = 1694,20 \text{ saat}$$

Eşdeğer yıllık maliyetler	Alpha	Beta	Gamma
İlk yatırımın yıllık maliyeti, US\$	2.983,16	4.474,73	5.966,31
Yıllık bakım maliyeti, US\$	800,00	500,00	250,00
<b>Toplam</b>	<b>3.783,16</b>	<b>4.974,73</b>	<b>6.216,31</b>

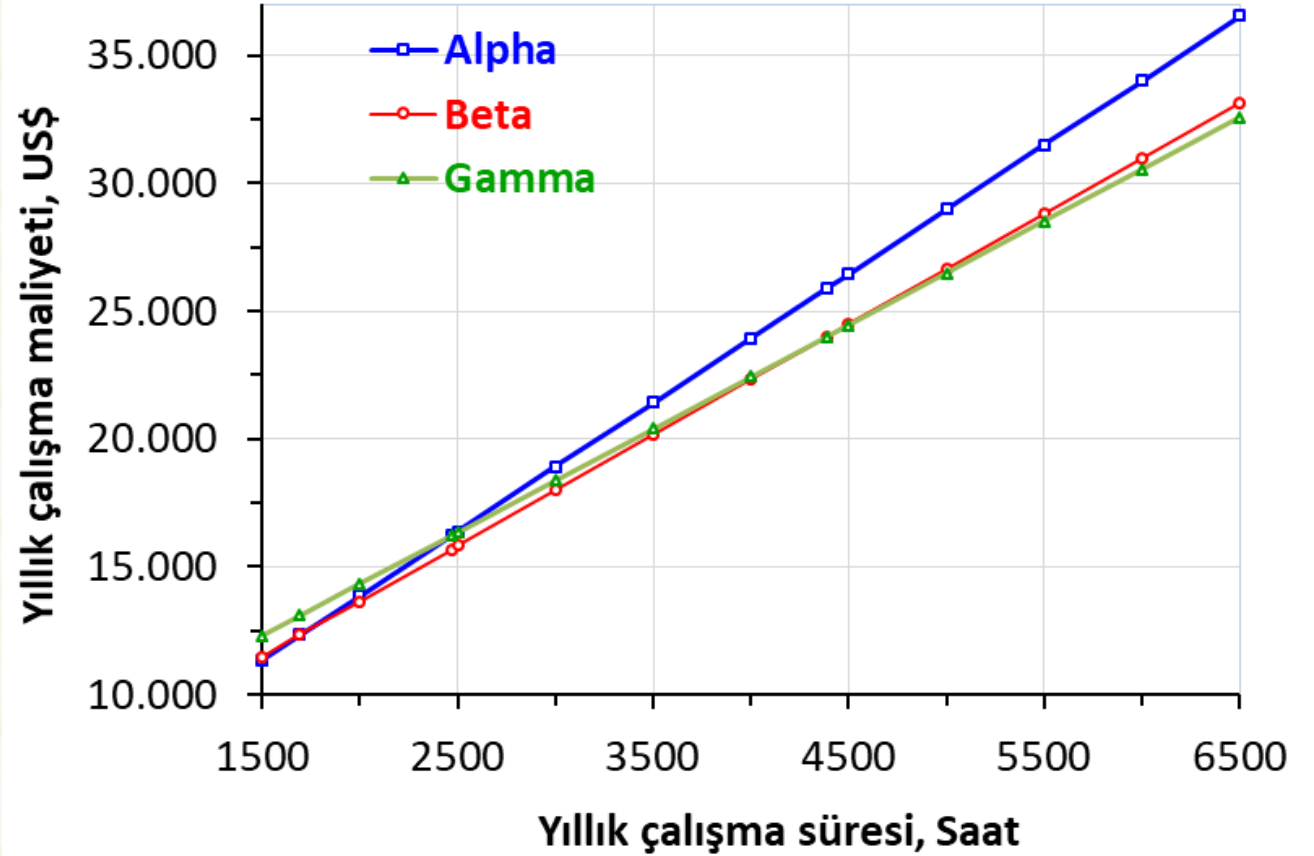
  

<b>Enerji sarfiyatları, US\$/saat</b>	<b>5,041</b>	<b>4,337</b>	4,054
---------------------------------------	--------------	--------------	-------

Karşılaştırmalar ikili yapılır				
<b>ALPHA-BETA</b>	Saat/yıl	Alpha	Beta	Fark
Yıllık çalışma süresi, saat	<b>1.694,2</b>	-	-	-
Yıllık maliyet, US\$	-	12.322,80	12.322,80	<b>0,00</b>
<b>ALPHA-GAMMA</b>	Saat/yıl	Alpha	Gamma	Fark
Yıllık çalışma süresi, saat	<b>2.467,2</b>	-	-	-
Yıllık maliyet, US\$	-	16.219,28	16.219,28	<b>0,00</b>
<b>BETA-GAMMA</b>	Saat/yıl	Beta	Gamma	Fark
Yıllık çalışma süresi, saat	<b>4.389,3</b>	-	-	-
Yıllık maliyet, US\$	-	24.012,26	24.012,26	<b>0,00</b>



Yıllık çalışma süresi, saat	Alpha	Beta	Gamma
1500	11.344	11.481	12.298
<b>1.694,2</b>	<b>12.323</b>	<b>12.323</b>	13.085
2000	13.864	13.649	14.325
<b>2.467,2</b>	<b>16.219</b>	15.676	<b>16.219</b>
2500	16.385	15.818	16.352
3000	18.905	17.986	18.379
3500	21.425	20.155	20.407
4000	23.945	22.324	22.434
<b>4.389,3</b>	25.908	<b>24.012</b>	<b>24.012</b>
4500	26.466	24.492	24.461
5000	28.986	26.661	26.488
5500	31.506	28.829	28.515
6000	34.026	30.998	30.542
6500	36.547	33.167	32.570



Hangi pompanın ekonomik olduğu yıllık çalışma süresine göre değişir. Yıllık çalışma süresi düşük ise satınalma maliyeti ve verimi düşük olan motor ekonomik iken, motorun yıllık çalışma süresi artınca verimi yüksek olan pahalı motor daha ekonomik olmaktadır.

**Tabloda vurgulanması gereken hususlar neler olabilir?**



# ÖRNEK-7

## Kırılma Noktası

### MAKİNE-İŞÇİ TERCİHİ





## ÖRNEK-7: Yıllık maliyet analizi

(Kaynak: Michael R. Lindeburg PE, (1993), *Engineering Economic Analysis: An Introduction*, P53-71)

El işçiliği (işçi) gerektiren bir alet **200 US\$** ve birim üretim başına işçilik maliyeti **1,21 US\$**'dir. İşçilik gerektirmeyen otomatik makinenin satınalma maliyeti **3600 US\$/adet**'tir ve birim üretim maliyeti **0,75 US\$/adet**'tir. Yıllık **4000 adet** üretim ve **%5 faiz** oranı için kırılma noktasındaki süre kaç yıldır? Başka bir ifade ile, iki üretim yönteminin maliyetleri kaç yıl sonra birbirine eşit olur?

### ÇÖZÜM:

*Yıllık eşdeğer maliyetler;*

$$YEM_{El\ aleti} = 200\ US\$ \times (A/P, \%5; n) + 4000 \frac{adet}{yil} \times 1,21 \frac{US\$}{adet}$$

$$YEM_{Makine} = 3600\ US\$ \times (A/P, \%5; n) + 4000 \frac{adet}{yil} \times 0,75 \frac{US\$}{adet}$$

$YM_{El\ aleti} = YM_{Makine}$  olmalıdır.

$$3400\ US\$ \times (A/P, \%5; n) = 1840\ US\$$$

$$(A/P, \%5; n) = \frac{1840\ US\$}{3400\ US\$} = 0,54118$$

$$\left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 0,54118$$

$$\left[ \frac{0,05 \times (1+0,05)^n}{(1+0,05)^n - 1} \right] = 0,54118$$

$$0,05 \times 1,05^n = 0,5412 \times 1,05^n - 0,5412$$

$$0,4912 \times 1,05^n = 0,5412$$

$$1,05^n = \frac{0,5412}{0,4912} = 1,1018$$

$$n = \frac{\log(1,1018)}{\log(1,05)} = 1,987\ yıl$$



**TABLO:** Bileşik faiz faktörleri

n	TEK ÖDEME		ÜNİFORM SERİ ÖDEME				ARİTMETİK GRADYEN		
	F/P Bileşik faiz	P/F Büyük	A/F Fon faktörü	F/A Bileşik faiz	A/P Borç ödeme	P/A Büyük	P/G Büyük	A/G Üniform seri	F/G Fon faktörü
1	1,0500	0,9524	1,0000	1,0000	1,0500	0,9524			
2	1,1025	0,9070	0,4878	2,0500	0,5378	1,8594	0,9070		
3	1,1576	0,8638	0,3172	3,1525	0,3672	2,7232	2,6347		
4	1,2155	0,8227	0,2320	4,3101	0,2820	3,5460	5,1028		
5	1,2763	0,7835	0,1810	5,5256	0,2310	4,3295	8,2369		
6	1,3401	0,7462	0,1470	6,8019	0,1970	5,0757	11,9680		
7	1,4071	0,7107	0,1228	8,1420	0,1728	5,7864	16,2321		
8	1,4775	0,6768	0,1047	9,5491	0,1547	6,4632	20,9700	???	
9	1,5513	0,6446	0,0907	11,0266	0,1407	7,1078	26,1268		
10	1,6289	0,6139	0,0795	12,5779	0,1295	7,7217	31,6520		
12	1,7959	0,5568	0,0628	15,9171	0,1128	8,8633	43,6241		
14	1,9799	0,5051	0,0510	19,5986	0,1010	9,8986	56,5538		
16	2,1829	0,4581	0,0423	23,6575	0,0923	10,8378	70,1597		
18	2,4066	0,4155	0,0355	28,1324	0,0855	11,6896	84,2043		
20	2,6533	0,3769	0,0302	33,0660	0,0802	12,4622	98,4884		
25	3	0,2953	0,0210	48	0,0710	14,0939	134,2275		
30	4	0,2314	0,0151	66	0,0651	15,3725	168,6226		
35	6	0,1813	0,0111	90	0,0611	16,3742	200,5807		
40	7	0,1420	0,0083	121	0,0583	17,1591	229,5452		
45	9	0,1113	0,0063	160	0,0563	17,7741	255,3145		
50	11	0,0872	0,0048	209	0,0548	18,2559	277,9148		
75	39	0,0258	0,0013	757	0,0513	19,4850	351,0721		
100	132	0,0076	0,0004	2610	0,0504	19,8479	381,7492		

*Linear interpolasyon;*

$n$	$f$
-----	-----

1	1,050
---	-------

???	$n_x$	0,5412
-----	-------	--------

2	0,5378
---	--------

$$\frac{n_x - n_1}{n_2 - n_1} = \frac{(P/A)_n - (P/A)_1}{(P/A)_2 - (P/A)_1}$$

$$\frac{n_x - 1}{2 - 1} = \frac{0,5412 - 1,050}{0,5378 - 1,050}$$

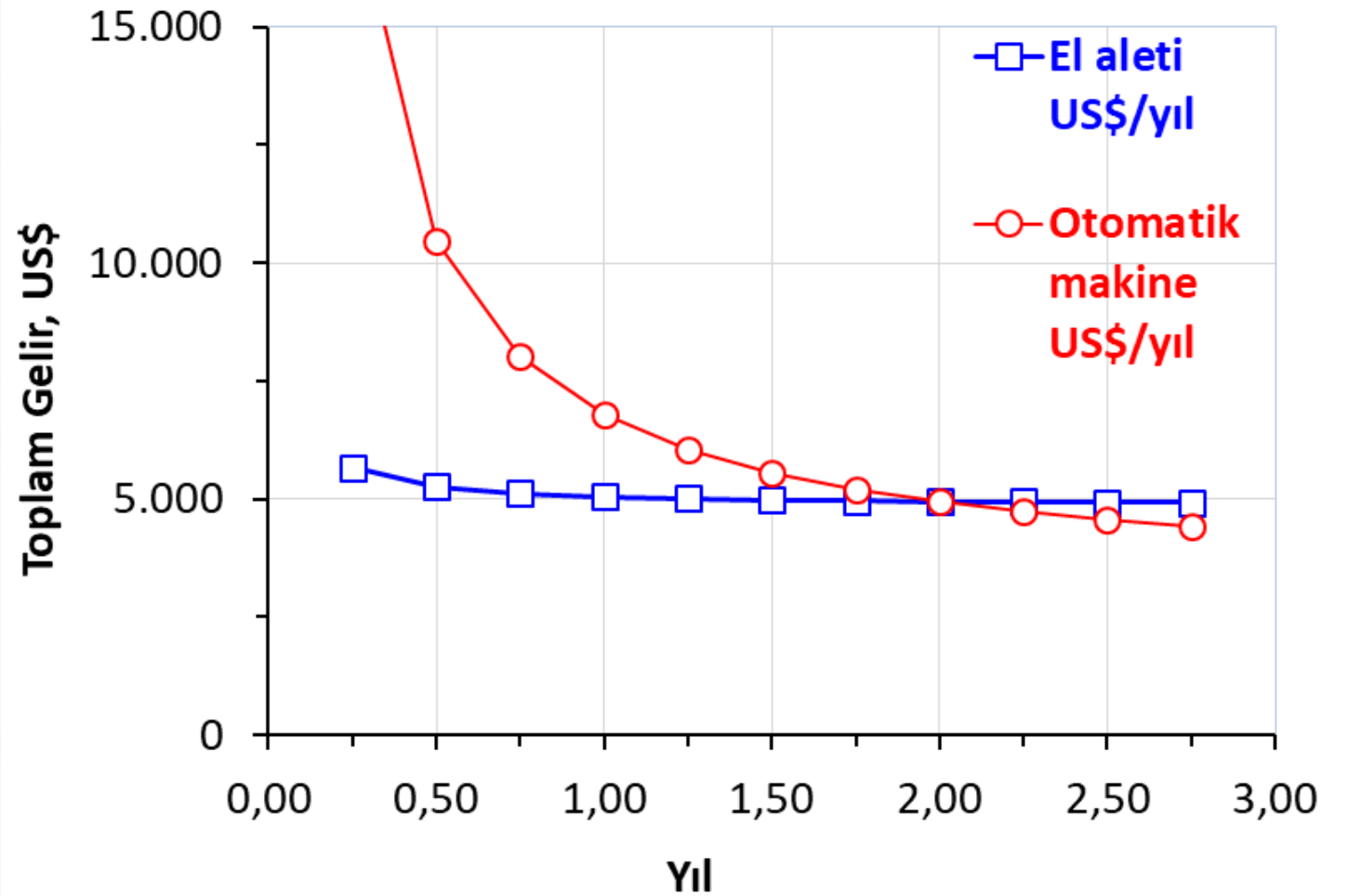
$$n_x - 1 = \frac{0,5412 - 1,050}{0,5378 - 1,050}$$

$$n_x = 1,993 \text{ yıl}$$



	Faiz, $i =$	5,00%	
Yıllık üretim		4000,00	adet/yıl
<b>El aleti</b>			
<b>SAM</b> (Satınalama maliyeti)		200,00	US\$
<b>BM</b> (birim maliyet)		1,21	US\$
<b>Otomatik makine</b>			
<b>SAM</b> (Satınalama maliyeti)		3600,00	US\$
<b>BM</b> (birim maliyet)		0,75	US\$

Yıl	El aleti US\$/yıl	Otomatik makine US\$/yıl
0,25	5.665	17.847
0,50	5.255	10.469
0,75	5.118	8.010
1,00	5.050	6.780
1,25	5.009	6.042
1,50	4.982	5.551
1,75	4.962	5.199
1,99	4.948	4.948
2,25	4.936	4.731
2,50	4.927	4.568
2,75	4.920	4.434



- Faiz oranı veya üretim miktarı değiştiğinde kırılma noktası nasıl değişir? Excel KN1-2
- Kırılma noktası faiz oranına karşı niçin aşırı hassas değildir?

# ÖRNEK-8

## Kırılma Noktası

### HİBRİT-BENZİNLİ ARAÇ SEÇİMİ



## ÖRNEK-8: Araç seçimi

(Kaynak: William G. Sullivan, Elin M. Wicks, C. Patrick Koelling, (2015) *Engineering economy*, 16Th Ed., Pearson Higher Education, Inc., Upper Saddle River, NJ 07458, p479-pdf506)

Petrol (benzin) ve elektrik enerjisini müşterek kullanan araçlar «**HİBRİT**» olarak isimlendirilirler. Hibrit araçlar, dururken motoru stop ederek, araç hızlanırken elektrik enerjisi takviye ederek ve frenleme esnasında elektrik enerjisi üreterek yakıt tasarrufu sağlarlar. Bu araçlar, hava kirletici emisyonları yönünden çevresel faydalarına ilave olarak, aynı miktar yakıt için hibrit olmayan araçlara göre daha uzun menzil sayesinde yakıt maliyetini azaltmaktadır, yani yakıt tasarrufu sağlar. Bununla birlikte, hibrit aracın satın alma fiyatı, sadece benzinle çalışan aracından daha yüksektir.

Hibrit aracın etiket fiyatı **31 500 US\$**, yakıt tüketimi **12,75 km/L** (30 mil/gal) ve çevre emisyonlarından dolayı etiket fiyatı üzerinden **1500 US\$** indirimlidir. Sadece benzinle çalışan motora sahip araçlar ise **28 000 US\$**'dir ve **10,63 km/L** (25 mil/gal) menzile sahiptir. Yıllık faiz oranını **%3** kabul ederek yılda **28 962 km** (18 000 mil) seyahat için benzin fiyatının kırılma noktasını hesaplayınız.

**ÇÖZÜM:** Kırılma noktasında iki aracın yıllık eşdeğer maliyetlerini eşitlemek gerekir.

Benzin=**X US\$/L** olsun.

$$YEM_{HİBRİT} = -(31500 - 1500 \text{ US\$}) \times (A/P, \%3; 5) - X \frac{\text{US\$}}{L} \times \frac{28962 \text{ km / yıl}}{12,75 \text{ km / L}}$$

**Hurda değer?  
Yıllık bakım?**

$$YEM_{HİBRİT} = -(31500 - 1500 \text{ US\$}) \times 0,2184 - X \frac{\text{US\$}}{L} \times 2271,53 \text{ L}$$

$$YEM_{HİBRİT} = -6552 - 2271,53X$$

$$YEM_{BENZİN} = -(28000 \text{ US\$}) \times (A/P, \%3; 5) - X \frac{\text{US\$}}{L} \times \frac{28962 \text{ km / yıl}}{10,63 \text{ km / L}}$$

$$YEM_{BENZİN} = -(28000 \text{ US\$}) \times 0,2184 - X \frac{\text{US\$}}{L} \times 2724,55 \text{ L}$$

$$YEM_{BENZİN} = -6115,20 - 2724,55X$$

$$YEM_{BENZİN} = YEM_{HİBRİT} \text{ olmalı.}$$

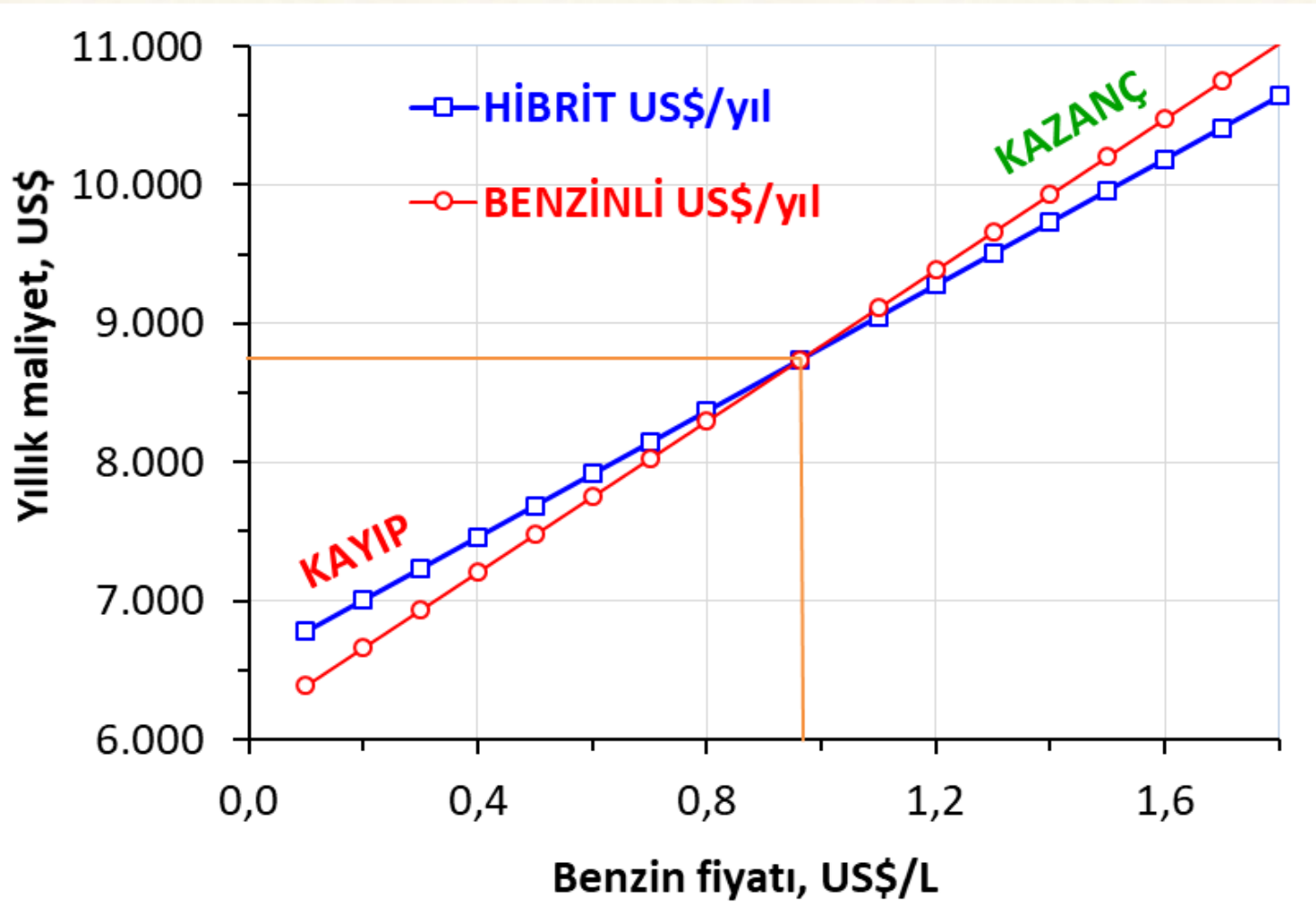
$$-6115,20 - 2724,55X = -6552 - 2271,53X$$

$$453,02X = 436,80$$

$$X = 0,9642 \text{ US\$ / L} \quad (\text{orijinal cevap : } 3,64 \text{ US\$ / gal})$$

- Bu problem nasıl farklılaştırılabilir?
- Benzin-dizel karşılaştırması nasıl yapılır?
- Bu problem nasıl idealize edilebilir?
- Problem TR'ye nasıl uyarlanabilir?





Benzin US\$/L	HİBRİT US\$/yıl	BENZİNLİ US\$/yıl
0,05	6.664	6.250
0,10	6.778	6.386
0,20	7.005	6.659
0,30	7.232	6.931
0,40	7.459	7.204
0,50	7.686	7.476
0,60	7.914	7.749
0,70	8.141	8.021
0,80	8.368	8.294
<b>0,964</b>	<b>8.740</b>	<b>8.740</b>
1,00	8.822	8.838
1,10	9.049	9.111
1,20	9.276	9.383
1,30	9.504	9.656
1,40	9.731	9.928
1,50	9.958	10.201
1,60	10.185	10.473
1,70	10.412	10.746
1,80	10.639	11.018

**Benzin fiyatı >0,964 US\$/L ise benzinli araç**  
**Benzin fiyatı <0,964 US\$/L ise hibrit araç**



## SENARYO-1

Yakıt fiyatı=**0,9246 US\$/L** (3,50 US\$/gal) için başa baş noktası kaç km'dir? Diğer bir ifade ile, yılda kaç km seyahat edildiğinde benzinli araç ile hibrit aracın maliyetleri birbirine eşit olur?

### ÇÖZÜM:

Bu sefer bilinmeyen yıllık seyahat mesafesidir.

$$YEM_{HİBRİT} = -(31500 - 1500 \text{ US\$}) \times (A/P, \%3; 5) - 0,9246 \frac{\text{US\$}}{\text{L}} \times \frac{\chi \text{ km / yıl}}{12,75 \text{ km / L}}$$

$$YEM_{HİBRİT} = -(31500 - 1500 \text{ US\$}) \times 0,2184 - 0,07252 \times \chi$$

$$YEM_{HİBRİT} = -6552 - 0,07252 \chi$$

$$YEM_{BENZİN} = -(28000 \text{ US\$}) \times (A/P, \%3; 5) - 0,9246 \frac{\text{US\$}}{\text{L}} \times \frac{\chi \text{ km / yıl}}{10,63 \text{ km / L}}$$

$$YEM_{BENZİN} = -(28000 \text{ US\$}) \times 0,2184 - 0,08698 \times \chi$$

$$YEM_{BENZİN} = -6115,20 - 0,08698 \times \chi$$

$$-6552 - 0,07252 \chi = -6115,20 - 0,08698 \times \chi$$

$$\chi = 30207 \text{ km}$$





# ÖRNEK-9

## Kırılma Noktası

### GÜNEŞ PANELİ-SOLAR ENERJİ

## ÖRNEK-9: Güneş paneli-solar enerji

(Kaynak: William G. Sullivan, Elin M. Wicks, C. Patrick Koelling, (2015) *Engineering economy*, 16th Ed., Pearson Higher Education, Inc., Upper Saddle River, NJ 07458, p478)

Bir ev sahibi güneş panellerine yatırım yapıp yapmayacağına karar verecektir. Şu bilgileri derlemiştir;

- Konutun ortalama enerji maliyeti **0,124 US\$/kWh**
- Konutlarda yapılan her türlü enerji yatırımının **%70'i** kamu otoritesi tarafından sübvansede edilmektedir.
- Güneş panellerinin enerji üretimi **205,91 kWh/m<sup>2</sup>-yıl** (19,13 kWh/ft<sup>2</sup>-yıl)
- Güneş panellerinin montaj dahil maliyeti **1010,84 US\$/m<sup>2</sup>** (93,91 US\$/ft<sup>2</sup>)
- Yıllık faiz **%6**'dır.

Konut **32,52 m<sup>2</sup>** (350 ft<sup>2</sup>) çatı alanına sahiptir. Güneş panellerinin **başabaş noktası kaç yıldır?**

**ÇÖZÜM:** Kırılma noktasında ilkyatırım maliyeti ile tasarruf edilen enerji miktarı birbirine eşit olmalıdır.

İlkyatırım maliyeti =  $32,52 \text{ m}^2 \times 1010,84 \text{ US\$/m}^2 = \mathbf{32\ 872,52 \text{ US\$}}$

Bu yatırımın %70'i kamu otoritesince karşılanacağından;  $0,3 \times 32\ 872,48 \text{ US\$} = \mathbf{9861,76 \text{ US\$}}$

Kırılma noktasında;

$9861,76 \text{ US\$} = 32,52 \text{ (m}^2) \times 205,91 \text{ (kWh/m}^2\text{-yıl)} \times 0,124 \text{ (kWh)} \times (P/A, \%6; n)$

$9861,76 \text{ US\$} = 830,33 \times (P/A, \%6; n)$

$11,877 = (P/A, \%6; n)$

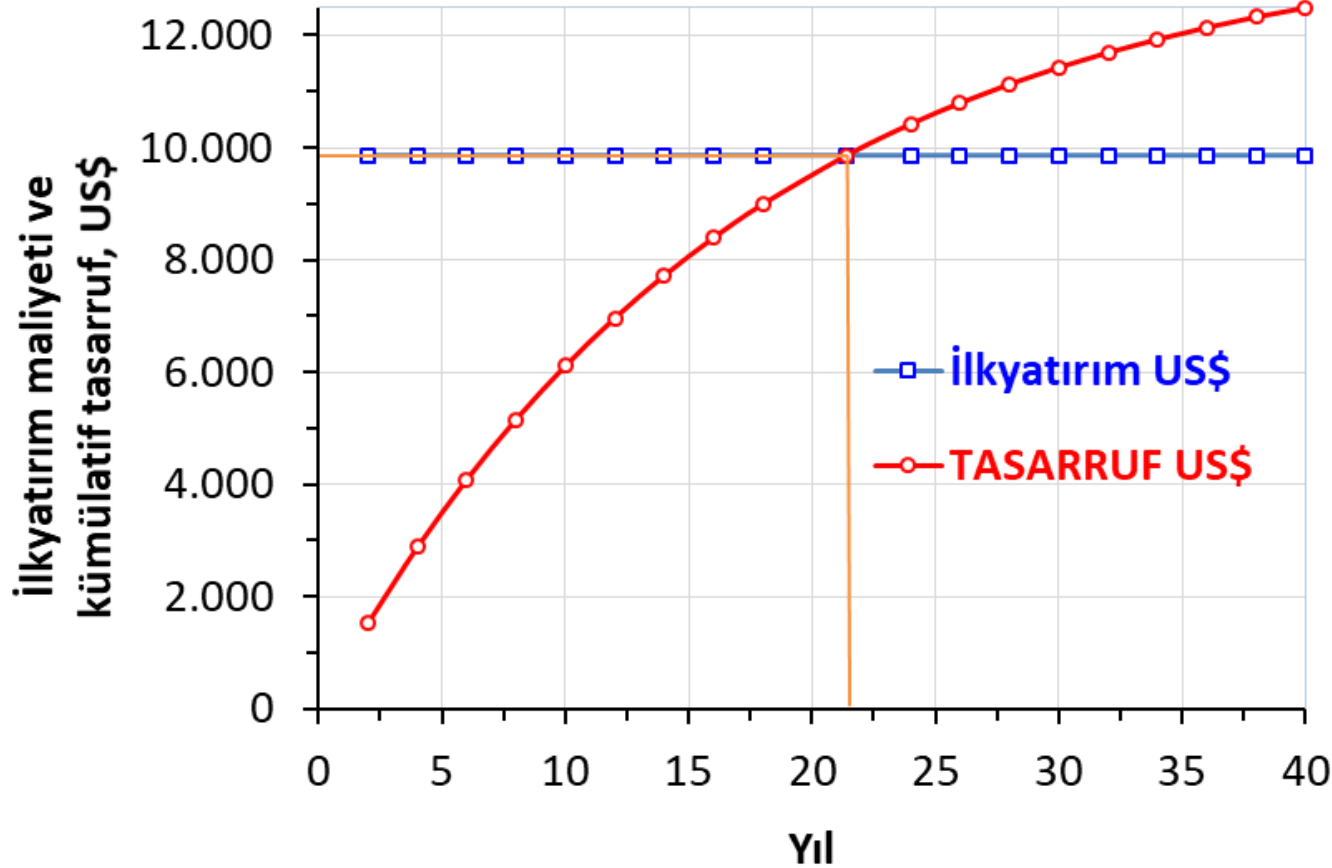


$$P = (P / A, \%6; n)$$

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

$$11,877 = \frac{(1+0,06)^n - 1}{0,06 \times (1+0,06)^n}$$

$$n = 21,40 \text{ yıl}$$



Yıl	İlkyatırım US\$	TASARRUF US\$
2,00	9.862	1.522
4,00	9.862	2.877
6,00	9.862	4.083
8,00	9.862	5.156
10,00	9.862	6.111
12,00	9.862	6.961
14,00	9.862	7.718
16,00	9.862	8.391
18,00	9.862	8.990
<b>21,400</b>	<b>9.862</b>	<b>9.862</b>
22,00	9.862	9.998
24,00	9.862	10.421
26,00	9.862	10.797
28,00	9.862	11.132
30,00	9.862	11.429
32,00	9.862	11.694
34,00	9.862	11.930
36,00	9.862	12.140
38,00	9.862	12.327
40,00	9.862	12.493



6,00%	TEK ÖDEME		ÜNİFORM SERİ ÖDEME			
n	F/P Bileşik faiz	P/F Büyük	A/F Fon faktörü	F/A Bileşik faiz	A/P Borç ödeme	P/A Büyük
1	1,0600	0,9434	1,0000	1,0000	1,0600	0,9434
2	1,1236	0,8900	0,4854	2,0600	0,5454	1,8334
3	1,1910	0,8396	0,3141	3,1836	0,3741	2,6730
4	1,2625	0,7921	0,2286	4,3746	0,2886	3,4651
5	1,3382	0,7473	0,1774	5,6371	0,2374	4,2124
6	1,4185	0,7050	0,1434	6,9753	0,2034	4,9173
7	1,5036	0,6651	0,1191	8,3938	0,1791	5,5824
8	1,5938	0,6274	0,1010	9,8975	0,1610	6,2098
9	1,6895	0,5919	0,0870	11,4913	0,1470	6,8017
10	1,7908	0,5584	0,0759	13,1808	0,1359	7,3601
12	2,0122	0,4970	0,0593	16,8699	0,1193	8,3838
14	2,2609	0,4423	0,0476	21,0151	0,1076	9,2950
16	2,5404	0,3936	0,0390	25,6725	0,0990	10,1059
18	2,8543	0,3503	0,0324	30,9057	0,0924	10,8276
20	3,2071	0,3118	0,0272	36,7856	0,0872	11,4699
25	4	0,2330	0,0182	55	0,0782	12,7834
30	6	0,1741	0,0126	79	0,0726	13,7648
35	8	0,1301	0,0090	111	0,0690	14,4982
40	10	0,0972	0,0065	155	0,0665	15,0463
45	14	0,0727	0,0047	213	0,0647	15,4558
50	18	0,0543	0,0034	290	0,0634	15,7619
75	79	0,0126	0,0008	1301	0,0608	16,4558
100	339	0,0029	0,0002	5638	0,0602	16,6175

Analitik çözümü;

$$11,877 = \frac{(1+0,06)^n - 1}{0,06 \times (1+0,06)^n} \Rightarrow$$

$$n = 21,40 \text{ yıl}$$

Lineer interpolasyonla çözümü;

n	f
20	11,4699
???	$n_x$ 11,8770
25	12,7834

$$\frac{n_x - n_1}{n_2 - n_1} = \frac{(P/A)_n - (P/A)_1}{(P/A)_2 - (P/A)_1}$$

$$\frac{n_x - 20}{25 - 20} = \frac{11,877 - 11,4699}{12,7834 - 11,4699}$$

$$n_x = 21,55 \text{ yıl}$$





Faiz, $i=$	6,00%	
Baş başa süresi, yıl	$n$	yıl
<b>İLKİYATIRIM</b>		
<b>SAM</b> (Satınalama maliyeti)	9.861,76	US\$
<b>TASARRUF</b>		
<b>Tasarruf</b>	830,33	US\$

Faiz, $i=$	0,06	
Baş başa süresi, yıl	$n$	yıl
<b>İLKİYATIRIM</b>		
<b>SAM</b> (Satınalama maliyeti)	$=1010,84*32,52*0,3$	US\$
<b>TASARRUF</b>		
<b>Tasarruf</b>	$=205,91*32,52*0,124$	US\$

Yıl	İlkyatırım US\$	TASARRUF US\$
2	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F104-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F104})$
4	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F105-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F105})$
6	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F106-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F106})$
8	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F107-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F107})$
10	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F108-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F108})$
12	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F109-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F109})$
14	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F110-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F110})$
16	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F111-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F111})$
18	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F112-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F112})$
<b>21,4</b>	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F113-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F113})$
23	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F114-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F114})$
24	$=\$C\$108$	$=\$C\$111*((1+\$C\$104)^{F115-1})/(\$C\$104*(1+\$C\$104)^{F115})$

**Geri ödeme süresi bu kadar uzun olan solar enerjiye ülkeler niçin yatırım yaparlar?**

**Geri ödeme süresi uzun olan yatırımlar lüks-konfor gibi durumlarda yapılabilir.**



# ÖRNEK-10

## Kırılma Noktası

### ARAÇ SEÇİMİ

## ÖRNEK-10: Araç seçimi

Türkiye’de ticari maksatla kullanılmayan binek araçlar ortalama **10 000 – 25 000 km/yıl** civarında seyahat etmektedir. Binek araçlar motorin tüketen dizel motorlu ya da benzinli olarak üretilmektedir. Dizel motorlu araç teknolojisindeki gelişmelere ve sağladıkları yakıt ekonomisine paralel olarak bu araçlar da tercih edilmektedir. Ancak, dizel araçların hem satınalma maliyetleri benzinli araçlara göre yüzde 10 ile yüzde 25 arasında daha pahalı, hem de bakım maliyetleri daha yüksektir.

Sadece yakıt maliyetleri yönünden aşağıdaki şartlar için hangi tip aracın ekonomik olduğunu hesaplayınız.

*Enflasyon,  $e = \%9,73$*

*Faiz,  $i = \%6,25$*

*Efektif faiz =  $0,0973 + 0,0625 + 0,0973 \times 0,0625 = \%16,59$*

	DİZEL MOTORLU	BENZİN MOTORLU
Satınalma maliyeti, TL	<b>-120 000</b>	<b>-105 000</b>
Yakıt tüketimi, L/100 km	5,61	6,03
Yakıt fiyatı, TL/L	5,51	6,07
Kullanım ömrü, yıl	10	10

**ÇÖZÜM:** Kırılma noktasında iki aracın yıllık eşdeğer maliyetlerini eşitlemek gerekir.



$$YEM_{DİZEL} = -120\,000 (TL) \times (A/P, \%16,59; 10) - X (km) \times (5,61/100) \left( \frac{L}{km} \right) \times 5,51 \left( \frac{TL}{L} \right)$$

$$YEM_{DİZEL} = -120\,000 (TL) \times (0,2115) - X (km) \times (5,61/100) \left( \frac{L}{km} \right) \times 5,51 \left( \frac{TL}{L} \right)$$

$$YEM_{DİZEL} = -25\,375,70 (TL) - X (km) \times 0,3091$$

$$YEM_{BENZİN} = -105\,000 (TL) \times (A/P, \%16,59; 10) - X (km) \times (6,03/100) \left( \frac{L}{km} \right) \times 6,07 \left( \frac{TL}{L} \right)$$

$$YEM_{DİZEL} = -105\,000 (TL) \times (0,2115) - X (km) \times (6,03/100) \left( \frac{L}{km} \right) \times 6,07 \left( \frac{TL}{L} \right)$$

$$YEM_{DİZEL} = -22\,203,74 (TL) - X (km) \times 0,3660$$

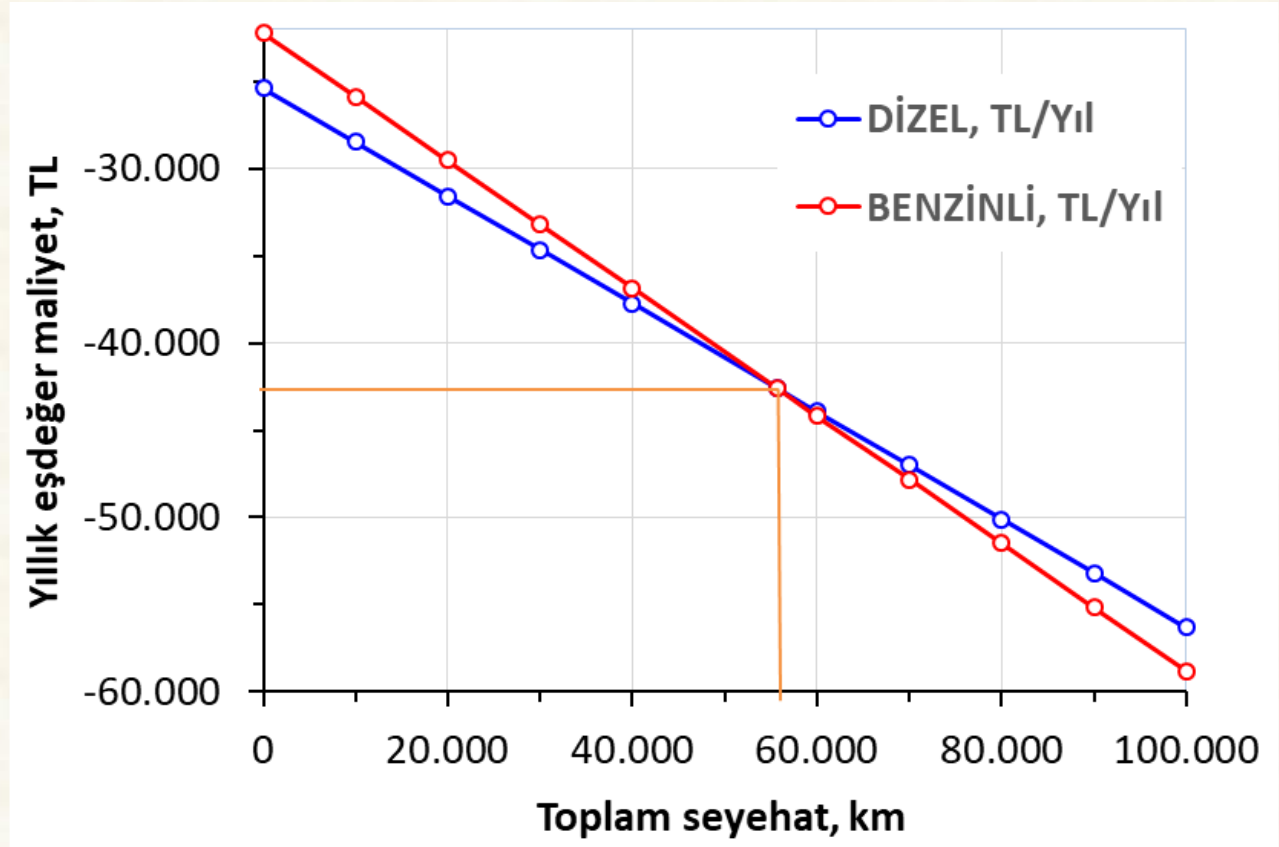
$$-25\,375,70 (TL) - X (km) \times 0,3091 = -22\,203,74 (TL) - X (km) \times 0,3660$$

$$X (km) = 55\,746 km$$





km	DİZEL, TL/Yıl	BENZİNLİ, TL/Yıl
0,00	-25.374	-22.202
10.000	-28.465	-25.862
20.000	-31.556	-29.523
30.000	-34.647	-33.183
40.000	-37.738	-36.843
<b>55.733</b>	<b>-42.602</b>	<b>-42.602</b>
60.000	-43.921	-44.163
70.000	-47.012	-47.824
80.000	-50.103	-51.484
90.000	-53.194	-55.144
100.000	-56.285	-58.804



$X < 55\ 750$  km  $\Rightarrow$  Benzinli

$X > 55\ 750$  km  $\Rightarrow$  Dizel

Bir yılda 55 000 km'den fazla yol gidilecekse dizel araç daha ekonomiktir.

**Farklı senaryolar neler olabilir?**

**Yakıt tüketimleri?**

**Duyarlık analizi nasıl yapılabilir?**



# **ÖRNEK-11**

## **Kırılma Noktası**

### **ARAÇ SEÇİMİ-DUYARLIK ANALİZİ**



## ÖRNEK-11: Araç seçimi

Sadece yakıt maliyetleri yönünden aşağıdaki şartlar için hangi tip aracın ekonomik olduğunu hesaplayınız.  $\pm\%10$  aralığı için duyarlık analizini yapınız.

Nominal faiz;  $i = \%7,5$

	DİZEL MOTORLU	BENZİN MOTORLU
Satınalma maliyeti, TL	<b>-124 000</b>	<b>-104 000</b>
Yakıt tüketimi, L/100 km	5,43	6,72
Yakıt fiyatı, TL/L	5,61	6,11
Kullanım ömrü, yıl	10	10

Civic Sedan 1.6 Elegance, 1597 cc Düz Benzinli **104.150 TL**  
Civic Sedan 1.6 Elegance 1597 cc Düz Dizel **124.150 TL**  
<https://www.honda.com.tr/otomobil-fiyat-listesi> Erişim: Mayıs 2018

**ÇÖZÜM:** Kırılma noktasında iki aracın yıllık eşdeğer maliyetlerini eşitlemek gerekir.

Değişim, $\pm\%$	Faiz, $\%7,5$	Motorin 5,61 TL/L	Benzin 6,11 TL/L	Dizel 124K	Benzinli 104K
<b>-10%</b>	6,75	5,05	5,50	111.600	93.600
<b>0</b>	7,50	5,61	6,11	124.000	104.000
<b>10%</b>	8,25	6,17	6,72	136.400	114.400

$$YEM_{DİZEL} = -124000 (TL) \times (A / P, \%7,5; 10) - X (km) \times (5,43 / 100) \left( \frac{L}{km} \right) \times 5,61 \left( \frac{TL}{L} \right)$$

$$YEM_{DİZEL} = -124000 (TL) \times (0,14569) - X (km) \times (5,43 / 100) \left( \frac{L}{km} \right) \times 5,61 \left( \frac{TL}{L} \right)$$

$$YEM_{DİZEL} = -18065 (TL) - X (km) \times 0,30462$$

$$YEM_{BENZİN} = -104000 (TL) \times (A / P, \%7,5; 10) - X (km) \times (6,72 / 100) \left( \frac{L}{km} \right) \times 6,11 \left( \frac{TL}{L} \right)$$

$$YEM_{BENZİN} = -104000 (TL) \times (0,14569) - X (km) \times (6,72 / 100) \left( \frac{L}{km} \right) \times 6,11 \left( \frac{TL}{L} \right)$$

$$YEM_{BENZİN} = -15151 (TL) - X (km) \times 0,41059$$

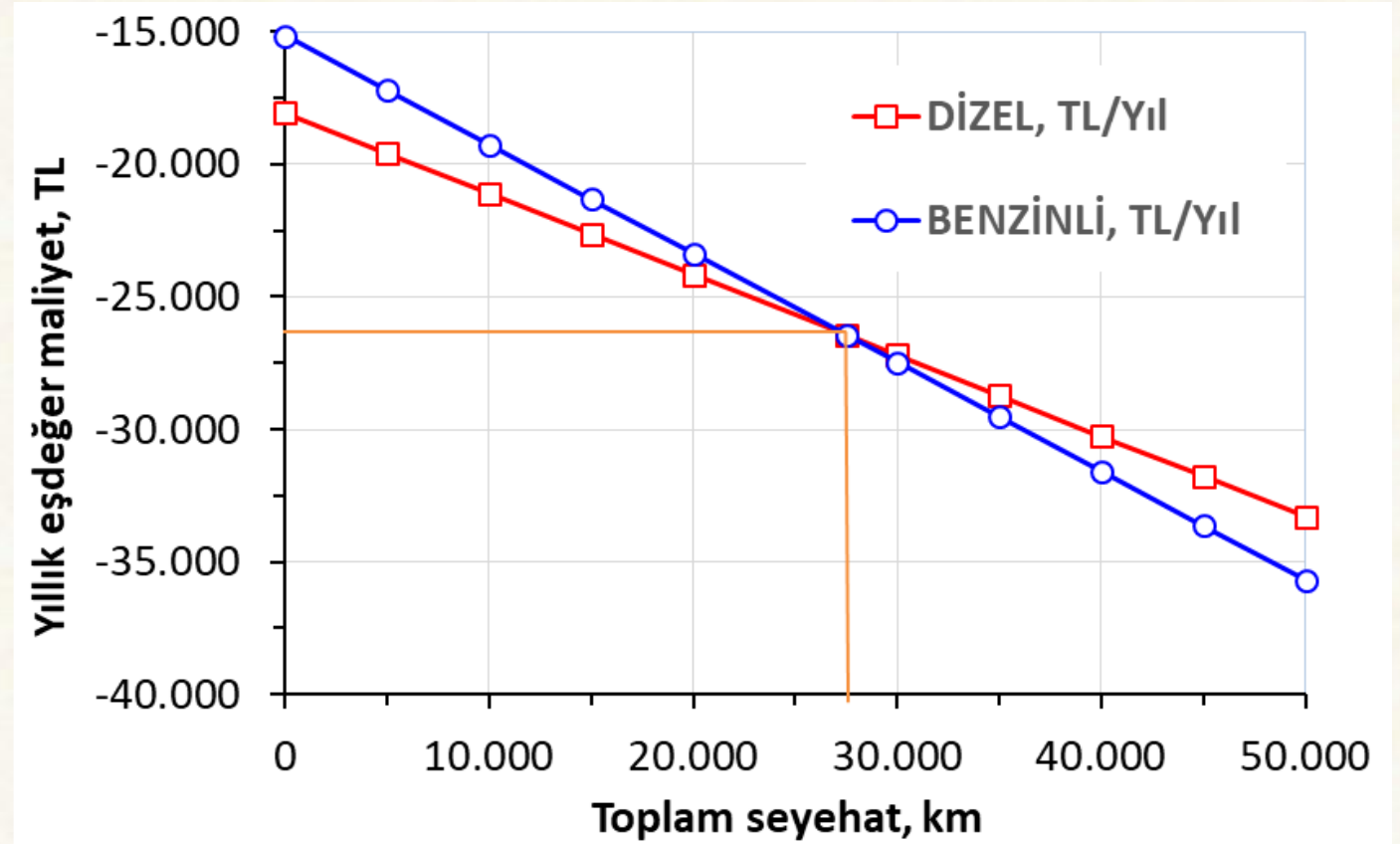
$$-18065 (TL) - X (km) \times 0,30462 = -15151 (TL) - X (km) \times 0,41059$$

$$X (km) = 27496 km$$





km	DİZEL, TL/Yıl	BENZİNLİ, TL/Yıl
0,00	<b>-18.065</b>	<b>-15.151</b>
5.000	<b>-19.588</b>	<b>-17.204</b>
10.000	<b>-21.111</b>	<b>-19.257</b>
15.000	<b>-22.634</b>	<b>-21.310</b>
20.000	<b>-24.158</b>	<b>-23.363</b>
<b>27.496</b>	<b>-26.441</b>	<b>-26.441</b>
30.000	<b>-27.204</b>	<b>-27.469</b>
35.000	<b>-28.727</b>	<b>-29.522</b>
40.000	<b>-30.250</b>	<b>-31.575</b>
45.000	<b>-31.773</b>	<b>-33.628</b>
50.000	<b>-33.296</b>	<b>-35.681</b>



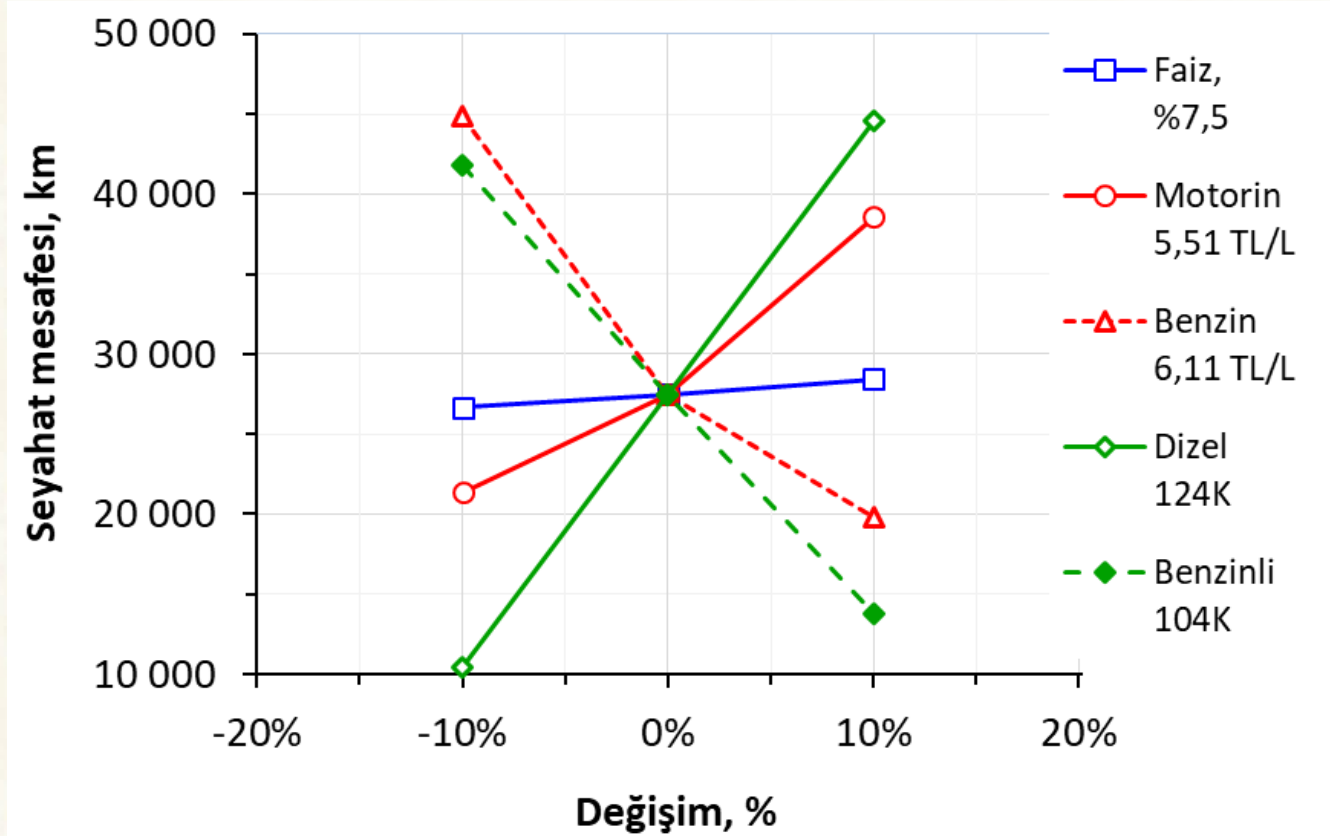
$X < 27\,496$  km  $\Rightarrow$  Benzinli

$X > 27\,496$  km  $\Rightarrow$  Dizel

10 yılda 27 496 km'den fazla yol gidileceğinden, dizel araç daha ekonomiktir.



Değişim, ±%	Faiz, %7,5	Motorin 5,51 TL/L	Benzin 6,11 TL/L	Dizel 124K	Benzinli 104K
-10%	26.652	21.365	44.842	10.448	41.794
0	<b>27.496</b>	<b>27.496</b>	<b>27.496</b>	<b>27.496</b>	<b>27.496</b>
10%	28.445	38.561	19.826	44.543	13.748



Bir araç 10 yılda 300 000-500 000 km mertebesinde mesafe gidebileceğinden, dizel araç kötümser senaryoda bile ekonomiktir. Bunun senaryosunu bile çalışmaya gerek yoktur.

No	Değişim, ±%	Faiz, %7,5	Motorin 5,61 TL/L	Benzin 6,11 TL/L	Dizel 124K	Benzinli 104K
#1	0	7,50	5,61	6,11	124.000	104.000
#2	Faiz ±%10	6,75	5,61	6,11	124.000	104.000
#3		8,25	5,61	6,11	124.000	104.000
#4		7,50	6,17	6,11	124.000	104.000
#5	Motorin ±%10	7,50	5,05	6,11	124.000	104.000
#6		7,50	5,61	6,72	124.000	104.000
#7	Benzin ±%10	7,50	5,61	5,50	124.000	104.000
#8		7,50	5,61	6,11	136.400	104.000
#9	D Araç ± %10	7,50	5,61	6,11	111.600	104.000
#10		7,50	5,61	6,11	124.000	114.400
#11	B Araç ± %10	7,50	5,61	6,11	124.000	93.600
#11		7,50	5,61	6,11	124.000	93.600

**Araçların yakıt tüketimleri niçin analiz edilmemiş olabilir?** (Araçların ortalama yakıt tüketimlerinde %10 sapma beklenmemiştir)

**En az etkili olan parametre hangisidir?**

**En etkili parametre hangisidir?**

**Hangi araç tercih edilmelidir?**

**Araç hiç kullanılmadığı zaman (0 km) yıllık eşdeğer maliyet ne kadardır?**

**Bu analize hangi parametreler ilave edilebilir?** (Hurda değer, bakım, sigorta ve vergi)

**Analiz ±%20 sapma için yapılsa hangi sonuçla karşılaşılabilir?**

**Niçin senaryo çalışması yapılır?**

# ÖRNEK-12

## Kırılma Noktası

### POMPA SEÇİMİ

## ÖRNEK-12: Pompa seçimi

(Kaynak: William G. Sullivan, Elin M. Wicks, C. Patrick Koelling, (2015) *Engineering economy*, 16Th Ed., Pearson Higher Education, Inc., Upper Saddle River, NJ 07458, p494)

[https://www.academia.edu/10356573/ENGINEERING\\_ECONOMY\\_FIFTEENTH\\_EDITION\\_Solutions\\_Manual\\_Solutions\\_to\\_Chapter\\_1\\_Problems\\_p676](https://www.academia.edu/10356573/ENGINEERING_ECONOMY_FIFTEENTH_EDITION_Solutions_Manual_Solutions_to_Chapter_1_Problems_p676)

Bir nehir kenarındaki tarım arazisi sulanacaktır. İki farklı pompanın teknik özellikleri yandaki tablodaki gibidir.

Pompa yılda 2000 saat çalışırsa hangi pompa tercih edilmelidir?

	Pompa A	Pompa B
Pompanın gücü, HP	15	10
Pompa motorunun verimi	0,60	0,75
Satınalma maliyeti, US\$	2410	4820
Hurda değeri, US\$	80	0
Ekonomik ömrü, yıl	8	8
Faiz, %	12	
Elektrik, US\$/kWh	0,06	

**ÇÖZÜM:** Kırılma noktasında iki pompanın yıllık eşdeğer maliyetlerini eşitlemek gerekir.

Yıllık çalışma süresi=**X saat** olsun.

$$YEM_{Pompa\_A} = -2410(US\$) \times (A/P, \%12; 8) + 80(US\$) \times (A/F, \%12; 8) - 15(HP) \times 0,746 \left( \frac{kW}{HP} \right) \times \chi \times 0,06 \left( \frac{US\$}{kWh} \right) \times \frac{1}{0,60}$$

$$YEM_{Pompa\_A} = -2410(US\$) \times (0,2013) + 80(US\$) \times (0,0813) - 15(HP) \times 0,746 \left( \frac{kW}{HP} \right) \times \chi \times 0,06 \left( \frac{US\$}{kWh} \right) \times \frac{1}{0,60}$$

$$YEM_{Pompa\_A} = -485,14(US\$) + 6,50(US\$) - 1,119 \times \chi$$

$$YEM_{Pompa\_A} = -478,64(US\$) - 1,119 \times \chi$$





$$YEM_{Pompa\_B} = -4820(US\$) \times (A/P, \%12; 8) + 0,00(US\$) \times (A/F, \%12; 8) - 10(HP) \times 0,746 \left( \frac{kW}{HP} \right) \times \chi \times 0,06 \left( \frac{US\$}{kWh} \right) \times \frac{1}{0,75}$$

$$YEM_{Pompa\_B} = -4820(US\$) \times (0,2013) + 0,00(US\$) \times (0,0813) - 10(HP) \times 0,746 \left( \frac{kW}{HP} \right) \times \chi \times 0,06 \left( \frac{US\$}{kWh} \right) \times \frac{1}{0,75}$$

$$YEM_{Pompa\_B} = -970,27(US\$) - 0,5968 \times \chi$$

$$YEM_{Pompa\_B} = -970,27(US\$) - 0,5968 \times \chi = -478,64(US\$) - 1,119 \times \chi = YEM_{Pompa\_A}$$

$$\chi = 941,46 \text{ saat}$$

Yıllık çalışma süresi 941 saatten fazla olduğu zaman verimi yüksek olan pompa tercih edilir.

Yılda 2000 saat çalışacak B pompasının yıllık maliyeti;

$$YEM_{Pompa\_B} = +970,27(US\$) + 0,5968 \times 2000$$

**=2163,87 US\$** olur.

	Pompa A	Pompa B
Pompanın gücü, HP	15	10
Pompa motorunun verimi	0,60	0,75
Satınalma maliyeti, US\$	2410	4820
Hurda değeri, US\$	80	0
Ekonomik ömrü, yıl	8	8
Faiz, %	12	
Elektrik, US\$/kWh	0,06	



# ÖRNEK-13

## Kırılma Noktası

### Kiralama-Satınalma

## ÖRNEK-12: Makine kiralama ya da satınalma

(Kaynak: Chan S Park (2013), Fundamentals of Engineering Economics, 3rd Ed., Pearson Education Limited, Edinburgh Gate, Harlow, Essex CM20 2JE, England, p144, Sol p622.

Bir iş makinesinin kiralanması ya da satın alınması seçenekleri ile ilgili derlenen veriler yandaki tablodaki gibidir.

Kırılma noktasında iş makinesinin hurda değerini hesaplayınız (İş makinesinin hurda değeri ne kadar olursa kiralama ile satınalma seçeneklerinin maliyetleri birbirine eşit olur?).

	Satınalma	Kiralama
Satın alma maliyeti, US\$	22 000	-
Peşin ödeme, US\$	2000	-
36 aylık taksit, US\$/ay	608 (ay sonu)	420 (aybaşı)
Hurda değeri, US\$	H=?	
Sözleşme bedeli, US\$	-	400
Ekonomik ömrü, yıl	3	-
Yıllık faiz, %	6	

**ÇÖZÜM:** Kırılma noktasında kiralama ve satınalma seçeneklerinin bugünkü maliyetlerini eşitlemek gerekir.

$$\begin{aligned} \text{Satınalma maliyeti; } NBD_{\text{Satınalma}} &= -2000 \text{ (US\$)} - 608 \text{ (US\$)} \times \underbrace{\left( P / A, \frac{\%6}{12}; 36 \right)}_{32,8710} + H \text{ (US\$)} \times \underbrace{\left( P / F, \frac{\%6}{12}; 36 \right)}_{0,8356} \\ &= -21985,58 \text{ US\$} + 0,8356 \times H \text{ US\$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kiralama maliyeti; } NBD_{\text{Kiralama}} &= -400 \text{ (US\$)} - 420 \text{ (US\$)} - 420 \text{ (US\$)} \times \underbrace{\left( P / A, \frac{\%6}{12}; 35 \right)}_{32,0354} \\ &= -14274,86 \text{ US\$} \end{aligned}$$



İki eşitlik birbirine eşitlenerek hurda değer hesaplanır.

$$\text{Satınalma} = \text{Kiralama}$$

$$-21985,58 \text{ US\$} + 0,8356 \times H \text{ US\$} = -14274,86 \text{ US\$}$$

$$H = 9227,76 \text{ US\$}$$

İş makinesinin hurda değeri < 9 227,76 US\$ → Kiralama

İş makinesinin hurda değeri > 9 227,76 US\$ → Satınalma

	Satınalma	Kiralama
Satın alma maliyeti, US\$	22 000	-
Peşin ödeme, US\$	2000	-
36 aylık taksit, US\$/ay	608 (ay sonu)	420 (aybaşı)
Hurda değeri, US\$	<b>H=?</b>	
Sözleşme bedeli, US\$	-	400
Ekonomik ömrü, yıl	3	-
Aylık bileşik faiz, %	6	

$$\left( P / A, \frac{\%6}{12}; 36 \right) = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = \frac{(1 + \frac{0,06}{12})^{36} - 1}{\frac{0,06}{12} (1 + \frac{0,06}{12})^{36}} = 32,8710$$

$$\left( P / F, \frac{\%6}{12}; 36 \right) = \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{1}{(1 + \frac{0,06}{12})^{36}} = 0,8356$$



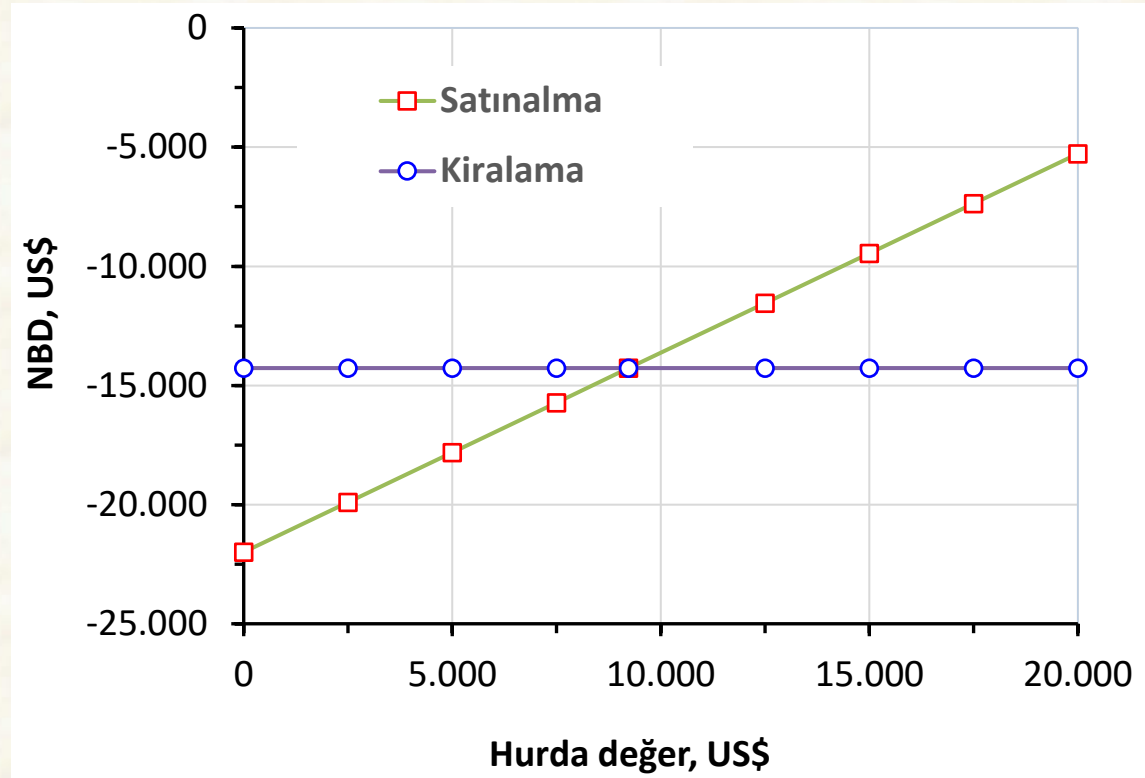


## Grafik çözüm;

$$NBD_{\text{Satınalma}} = -21985,58 \text{ US\$} + 0,8356 \times H \text{ US\$}$$

$$NBD_{\text{Kiralama}} = -14274,86 \text{ US\$}$$

Hurda Değer, US\$	Satınalma	Kiralama
0,00	<b>-21.986</b>	<b>-14.275</b>
2.500	<b>-19.897</b>	<b>-14.275</b>
5.000	<b>-17.808</b>	<b>-14.275</b>
7.500	<b>-15.719</b>	<b>-14.275</b>
<b>9.227,8</b>	<b>-14.275</b>	<b>-14.275</b>
12.500	<b>-11.541</b>	<b>-14.275</b>
15.000	<b>-9.452</b>	<b>-14.275</b>
17.500	<b>-7.363</b>	<b>-14.275</b>
20.000	<b>-5.274</b>	<b>-14.275</b>



# FAİZ FORMÜLLERİ

$$1. (F / P, i; n) \rightarrow F = P \times (1+i)^n$$

$$2. (P / F, i; n) \rightarrow P = F \times \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$3. (A / F, i; n) \rightarrow A = F \times \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

$$4. (F / A, i; n) \rightarrow F = A \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$5. (A / P, i; n) \rightarrow A = P \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$6. (P / A, i; n) \rightarrow P = A \times \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$7. (P / G, i; n) \rightarrow P = G \times \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i^2 (1+i)^n} - \frac{n}{i(1+i)^n} \right]$$

$$8. (F / G, i; n) \rightarrow F = G \times \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i^2} - \frac{n}{i} \right]$$

$$9. (A / G, i; n) \rightarrow A = G \times \left[ \frac{(1+i)^n - in - 1}{i(1+i)^n - i} \right] = \left[ \frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$$



## TERMİNOLOJİ

**Duyarlık Analizi:** Her bir girdi için geliştirilen senaryoların oluşturduğu varsayım setlerinin çoklu optimizasyonudur.

