



# CMC 3206 Mühendislik Ekonomisi

## 1. Ders

## GİRİŞ-EKONOMİ

**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



Ders sayısı	Ders puanı +	Final + Eklenik
1	☒ Devamsız	☒ Devamsız
2	☒ Devamsız	☒ Devamsız
3	-10	-20
4	-6	-10
5	-4	-4
6	0	0
7	1	1
8	2	3
9	3	6
10	4	10
11	5	15
12	5	20



Casio FX-5800P  
Bilimsel Fonksiyonlu Hesap Makinesi  
10+2 Hane Programlanabilir



## Ekonomik Analiz Mühendisliği

Yatırımların ekonomik analizinde maliyet, gelir ve fayda analizlerine odaklanılır. Mesela bir baraj, bina, yol ya da altyapı yatırımı yapılacaksa; yakın gelecekte bir yatırım maliyeti ortaya çıkarken, kullanıcılara faydası yatırım tamamlanınca ortaya çıkar, fakat bu fayda uzun süre (proje süresince) devam eder.

Bütün mühendislik tasarımlar, hem tasarım aşamasında hem de yapım (imalat) aşamasında para harcamayı gerektirir ve tamamlandıktan sonra yıllar boyunca gelirler ve faydalar ortaya çıkarır.

Analizlerde;

### ■ Hangi proje yatırım yapmaya değerdir?

- Az yer kaplayan, fakat ilk yatırım ve işletme maliyeti yüksek atıksu arıtma tesisi,
- Alan ihtiyacı fazla, fakat ilk yatırım ve işletme maliyeti düşük olan atıksu arıtma tesisi.

### ■ Hangi proje daha öncelikli olarak ele alınmalıdır?

- Yapılacak yatırımların önceliklendirilmesinde geri ödeme süresi en kısa olan yatırımlar ilk önce yapılır.

### ■ Proje nasıl tasarlanmalıdır?

- Su terfisi için en ekonomik pompa seçimi,
- Isı izolasyonu için en uygun izolasyon malzemesi kalınlığı,
- Havacılıkta (1) pahalı hafif malzeme ile daha ekonomik uçuş ya da ucuz daha ağır malzeme ile daha pahalı uçuş seçimi,



## Rasyonel Proje Seçimi

Projelerde bir ya da birden fazla alternatif mevcut olabilir. Eğer tek alternatif mevcutsa, proje seçiminden bahsedilemez.

Mühendisler bir firmada;

- Proje hazırlanması,
- İmalat hattının kurulması,
- Tesisin yenilenmesi,
- Otomasyon,
- Verimlilik çalışmaları,
- Ar-ge hizmetleri,
- Pazarlama
- Finans

Üretimle ilgili kararların %80-90'ı mühendislik konulardadır.

1. PROBLEMİN TARİFİ

2. HEDEFLERİN BELİRLENMESİ

3. VERİLERİ TOPLAMA

4. ALTERNATİFLERİN BELİRLENMESİ

5. EN İYİ ALTERNATİF SEÇİMİ İÇİN  
KRİTERLERİN BELİRLENMESİ

6. YATIRIM MODELİ

7. ALTERNATİFLERİN SONUÇLARI

8. EN İYİ ALTERNATİF SEÇİMİ

9. SONUÇLARIN İNCELENMESİ



## Mühendislik ekonomisinin uygulama alanları;

- Makine-ekipman satınalma ya da kiralama,
- Kimyasal prosesler,
- Siber güvenlik,
- İnşaat projeleri,
- Havaalanı tasarım ve işletme,
- Satış-pazarlama projeleri,
- Transport sistemleri,
- Ürün tasarımı,
- Kablosuz iletişim ve uzaktan kontrol-iletişim sistemleri,
- Üretim prosesleri,
- Güvenlik sistemleri,
- Hastane ve sağlık bakım hizmetleri,
- Kalite kontrol
- Kamu hizmetleri



## Proje analizleri

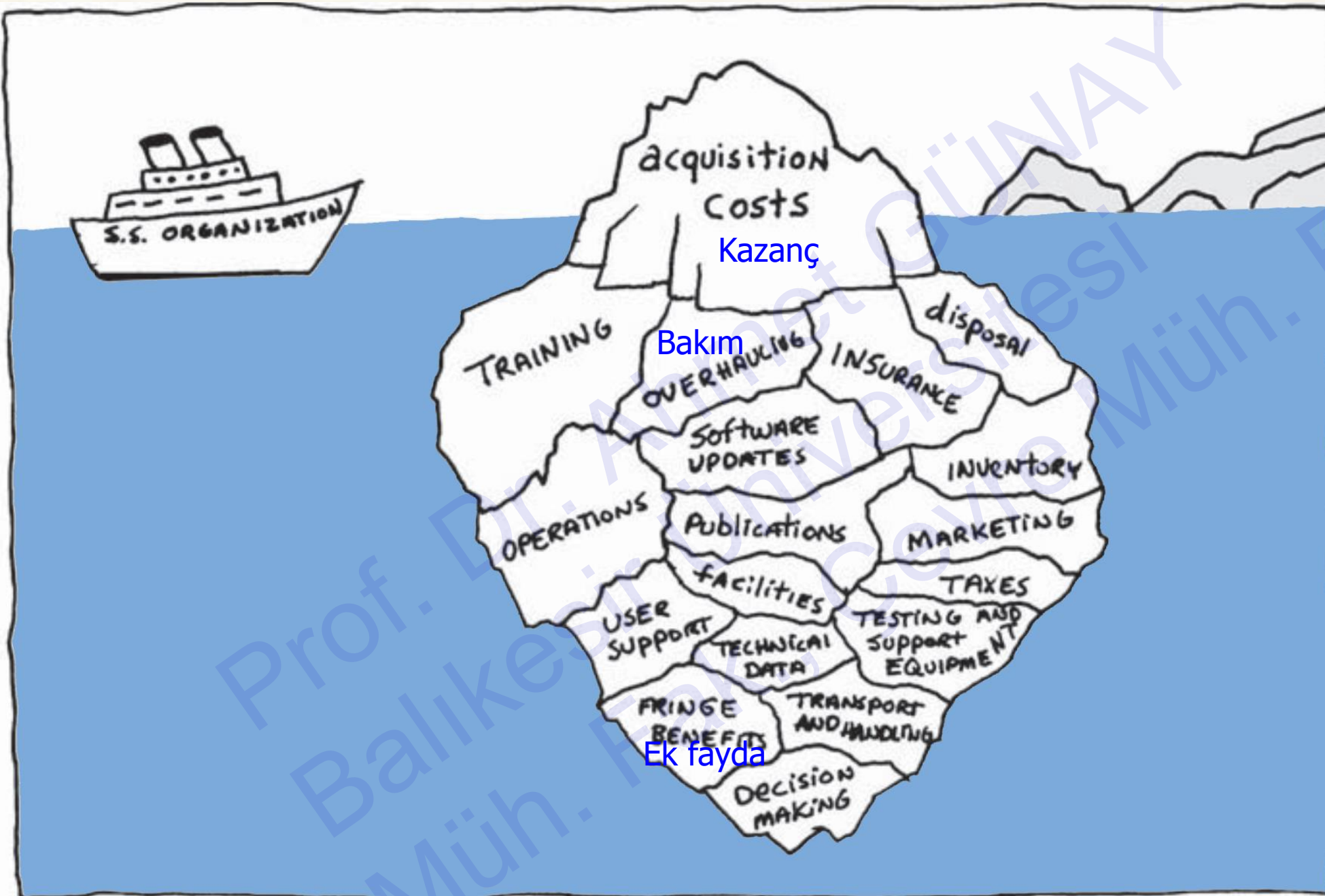
<b>Niçin?</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Bir projenin uygulanıp uygulanmaması kararını vermek için.</li><li>■ Alternatif projeler arasında daha uygun ve öncelikli olanları seçmek ve desteklemek için.</li><li>■ Analiz ile belirlenen yetersizliklerin giderilmesi için proje dizaynının geliştirilmesi</li></ul>
<b>Analiz çeşitleri?</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Mali ve ekonomik uygunluk/uygulanabilirlik analizi</li><li>■ Çevresel uygunluk/uygulanabilirlik analizi</li><li>■ Sosyal uygunluk/uygulanabilirlik analizi</li><li>■ Kurumsal uygulanabilirlik analizi</li></ul>
<b>Ne zaman?</b>	Projenin hazırlanması döneminde yapılır ve proje dokümanı sonunda bir bölüm olarak yer alır. Proje tamamlandıktan sonra veya daha ileri bir tarihte, elde edilen gerçek sonuçlara dayalı proje analizleri de yapılabilir.



## **TABLO** Temel tasarım amaçları

Towler Gavin, Sinnott, Ray K. (2013) *Chemical Engineering Design - Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design* 2nd Ed., The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK, 225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA, p753

<b>Maksimize etme</b>	<b>Minimize etme</b>
Projenin net bugünkü değeri	Proje harcamaları
Yatırımın geri dönüş oranı	Üretim maliyeti
Reaktörün üretkenliği	Yıllık maliyet
Tesisin faydalı ömrü	Stoklar
Proses verimi	Atık oluşumu



**ŞEKİL:** Kazancın görünmeyen yönü, **Kaynak:**

Eschenbach, T. G., (2011) *Engineering Economy: Applying Theory to Practice*, 3rd ed., Oxford University Press, New York. P448-469



## Tüketici fiyat endeks rakamları (2003=100)

Consumer price index numbers (2003=100)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
<b>2003</b>	94,77	96,23	98,12	99,09	100,04	100,12	99,93	100,09	101,44	102,38	103,68	104,12
<b>2004</b>	104,81	105,35	106,36	106,89	107,35	107,21	107,72	108,54	109,57	112,03	113,50	113,86
<b>2005</b>	114,49	114,51	114,81	115,63	116,69	116,81	116,14	117,13	118,33	120,45	122,14	122,65
<b>2006</b>	123,57	123,84	124,18	125,84	128,20	128,63	129,72	129,15	130,81	132,47	134,18	134,49
<b>2007</b>	135,84	136,42	137,67	139,33	140,03	139,69	138,67	138,70	140,13	142,67	145,45	145,77
<b>2008</b>	146,94	148,84	150,27	152,79	155,07	154,51	155,40	155,02	155,72	159,77	161,10	160,44
<b>2009</b>	160,90	160,35	162,12	162,15	163,19	163,37	163,78	163,29	163,93	167,88	170,01	170,91
<b>2010</b>	174,07	176,59	177,62	178,68	178,04	177,04	176,19	176,90	179,07	182,35	182,40	181,85
<b>2011</b>	182,60	183,93	184,70	186,30	190,81	188,08	187,31	188,67	190,09	196,31	199,70	200,85
<b>2012</b>	201,98	203,12	203,96	207,05	206,61	204,76	204,29	205,43	207,55	211,62	212,42	213,23
<b>2013</b>	216,74	217,39	218,83	219,75	220,07	221,75	222,44	222,21	223,91	227,94	227,96	229,01
<b>2014</b>	233,54	234,54	237,18	240,37	241,32	242,07	243,17	243,40	243,74	248,37	248,82	247,72
<b>2015</b>	250,45	252,24	255,23	259,39	260,85	259,51	259,74	260,78	263,11	267,20	268,98	269,54
<b>2016</b>	274,44	274,38	274,27	276,42	278,02	279,33	282,58	281,76	282,27	286,33	287,81	292,54
<b>2017</b>	299,74	302,17	305,24	309,23	310,61	309,78	310,24	311,85	313,88	320,40	325,18	327,41
<b>2018</b>	330,75	333,17	336,48	342,78	348,34	357,44	359,41	367,66	390,84	401,27	395,48	393,88

**TÜFE**, daha önce satın alınmış bir malın-hizmetin, daha sonra ki bir tarihteki fiyatı ile karşılaştırılmasına yarar.

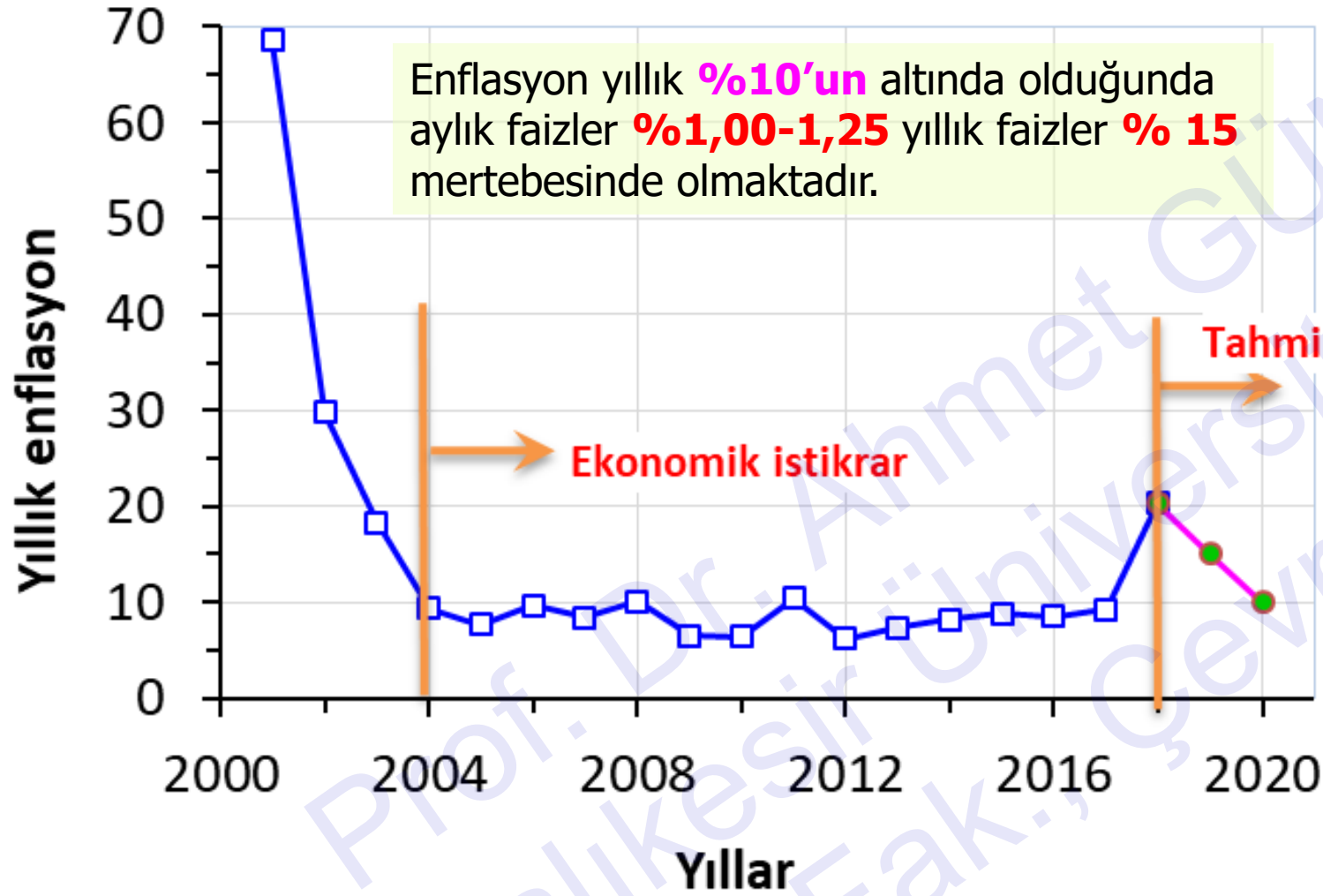
## TABLO Türkiye'de yıllık enflasyon.

Bir önceki yılın aralık ayına göre değişim (%)

Rate of change on december of the previous year (%)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
<b>2003</b>												
<b>2004</b>	0,66	1,18	2,15	2,65	3,10	2,96	3,45	4,25	5,23	7,59	9,00	9,35
<b>2005</b>	0,55	0,57	0,83	1,55	2,49	2,59	2,00	2,87	3,93	5,79	7,27	7,72
<b>2006</b>	0,75	0,97	1,25	2,60	4,53	4,88	5,76	5,30	6,65	8,01	9,40	9,65
<b>2007</b>	1,00	1,44	2,36	3,60	4,12	3,87	3,11	3,13	4,19	6,08	8,15	8,39
<b>2008</b>	0,80	2,11	3,09	4,82	6,38	6,00	6,61	6,35	6,83	9,60	10,52	10,06
<b>2009</b>	0,29	-0,06	1,05	1,07	1,71	1,83	2,08	1,78	2,18	4,64	5,96	6,53
<b>2010</b>	1,85	3,32	3,93	4,55	4,17	3,59	3,09	3,50	4,77	6,69	6,72	6,40
<b>2011</b>	0,41	1,14	1,57	2,45	4,93	3,43	3,00	3,75	4,53	7,95	9,82	10,45
<b>2012</b>	0,56	1,13	1,55	3,09	2,87	1,95	1,71	2,28	3,34	5,36	5,76	6,16
<b>2013</b>	1,65	1,95	2,63	3,06	3,21	4,00	4,32	4,21	5,01	6,90	6,91	7,40
<b>2014</b>	1,98	2,41	3,57	4,96	5,38	5,70	6,18	6,28	6,43	8,45	8,65	8,17
<b>2015</b>	1,10	1,82	3,03	4,71	5,30	4,76	4,85	5,27	6,21	7,86	8,58	8,81
<b>2016</b>	1,82	1,80	1,75	2,55	3,15	3,63	4,84	4,53	4,72	6,23	6,78	8,53
<b>2017</b>	2,46	3,29	4,34	5,71	6,18	5,89	6,05	6,60	7,29	9,52	11,16	11,92
<b>2018</b>	1,02	1,76	2,77	4,69	6,39	9,17	9,77	12,29	19,37	22,56	20,79	20,30

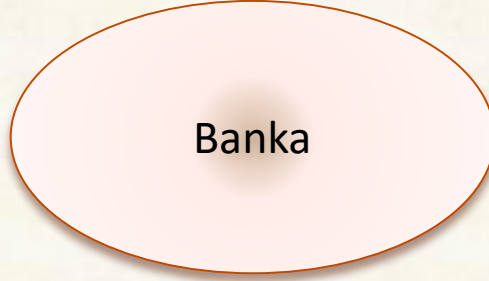




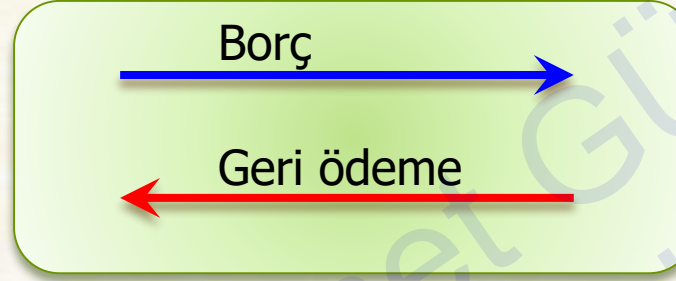
Yıllar	Enlasyon	Tahmin
2001	68,53	
2002	29,75	
2003	18,36	
2004	9,32	
2005	7,72	
2006	9,65	
2007	8,39	
2008	10,06	
2009	6,53	
2010	6,4	
2011	10,45	
2012	6,16	
2013	7,4	
2014	8,17	
2015	8,81	
2016	8,53	
2017	9,22	
2018	20,3	20,3
2019		15
2020		10

ŞEKİL Türkiye’de enflasyonun yıllık değişimi  
(Veriler: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>)

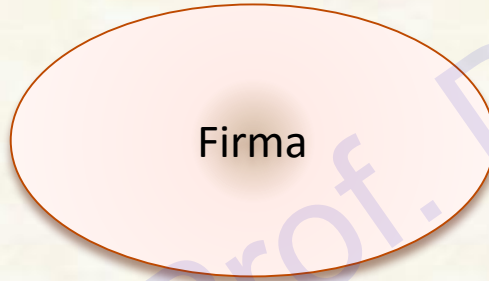
## Banka kredisi



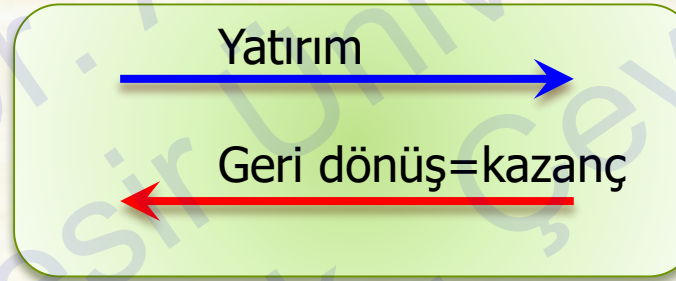
## KREDİ: Borç nakit akışı



## Yatırım projesi



## YATIRIM: Proje nakit akışı



**ŞEKİL:** Bankaların borç vermesine karşı yatırım projeleri

(**Kaynak:** Chan S Park (2007), *Contemporary Engineering Economics*, 4th Ed., Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458 p231)

## ÖRNEK-1 Malzeme seçimi

(**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. 39)

Bir soğuk hava deposunun tasarımında, iç yüzey ve dış yüzey arasında **30 °C'lik bir sıcaklık farkı** olduğunda, metre kare duvar başına saatte azami **30.000 joule ısı transferi** gerektirir. İki farklı yalıtım malzemesinin teknik özellikleri ve fiyatları aşağıdaki gibidir:

İzolasyon malzemesi	Maliyeti US\$/m <sup>3</sup>	Isıl İletkenlik J-m/m <sup>2</sup> -°C-saat
Taş yünü	12,50	140
Strafor	14,00	110

**Hangi izolasyon malzemesi seçilmelidir?**

Duvardaki ısı iletimi için temel eşitlik;

$$Q = \frac{K(\Delta t)}{L} \text{ şeklindedir.}$$

**Q:** Isı transferi, **J/saat/m<sup>2</sup> duvar**

**K:** Isıl iletkenlik, **J-m/m<sup>2</sup> - °C - saat**

**Δt:** Isı izolasyonu yapılacak iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı, **°C**

**L:** İzolasyon malzemesinin kalınlığı, **m**



## ÇÖZÜM

Problem iki aşamada çözülebilir:

i. **30 000 J** ısı izolasyonu için gerekli izolasyon kalınlığı hesaplanır.

$$\text{Taş yünü; } 30000 = \frac{140 \times 30}{L} \Rightarrow L = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{Strafor; } 30000 = \frac{110 \times 30}{L} \Rightarrow L = 0,11 \text{ m}$$

ii. Birim m<sup>2</sup> duvar başına izolasyon maliyeti;

$$\text{Birim maliyet} = \frac{\text{Maliyet}}{m^3} \times \text{izolasyon kalınlığı (m)}$$

$$\text{Taş yünü; } 12,50 \times 0,14 = 1,75 \text{ US\$ / m}^2$$

$$\text{Strafor; } 14,00 \times 0,11 = 1,54 \text{ US\$ / m}^2$$

*Straforun maliyeti daha düşüktür.*

*Malzeme seçiminde bazen farklı kısıtlamalar da olabilir. Duvar kalınlığı için yeterli mesafe, yangın güvenliği, ya da mühendislik ekonomisi ve zamanın para değeri gibi hususların da dikkate alınması gerekebilir.*

*Daha etkili duvar izolasyonu ile soğutma maliyetleri karşılaştırılmalıdır.*

## ÖRNEK-2 Üretim ekonomisi

Bir petrol şirketi kendi servis istasyonlarında ilave bir **tank** ile farklı derecede bir yakıt türünü pazarlamayı planlamaktadır. Bu maksatla her istasyona **12 m<sup>3</sup>** hacminde tank gömülecektir. Tankları üreten fabrika ile yapılan görüşmeler sonucu, en ekonomik tank boyutunun minimum yüzey alanına sahip olan **silindirik tanklar** olacağı kanaatine varılmıştır. Sipariş verilecek tankın boyutları nedir?

### ÇÖZÜM:

**i) Tankın hacmi;**  $V = 12 m^3$

$L =$  Tankın uzunluğu

$D =$  Tankın çapı

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times L = 12 m^3$$

$$L = \frac{48}{\pi D^2}$$

**ii) Tankın yüzey alanı;**

$$S = 2 \times \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) + \pi DL$$

$$= \frac{\pi D^2}{2} + \pi D \underbrace{\left( \frac{48}{\pi D^2} \right)}_L$$

$$= \frac{\pi}{2} D^2 + \frac{48}{D}$$

Yüzey alanının türevi;

$$S = \frac{\pi}{2} D^2 + 48 D^{-1}$$

$$S' = \frac{dS}{dD} = \pi D - \frac{48}{D^2} = 0$$

$$\pi D = \frac{48}{D^2}$$

$$D^3 = \frac{48}{\pi} = 15,2789$$

$$D = 2,4814 m$$

**iii) Tankın uzunluğu;**

$$L = \frac{48}{\pi D^2}$$

$$L = \frac{48}{\pi \times 2,4814^2}$$

$$L = 2,4814 m$$

$$V = \frac{\pi \times 2,48^2}{4} \times 2,48 \cong 12 m^3$$

$$\text{Tankın çapı} = 2,48 m \cong 2,5 m$$

$$\text{Tankın uzunluğu} = 2,48 m \cong 2,5 m$$

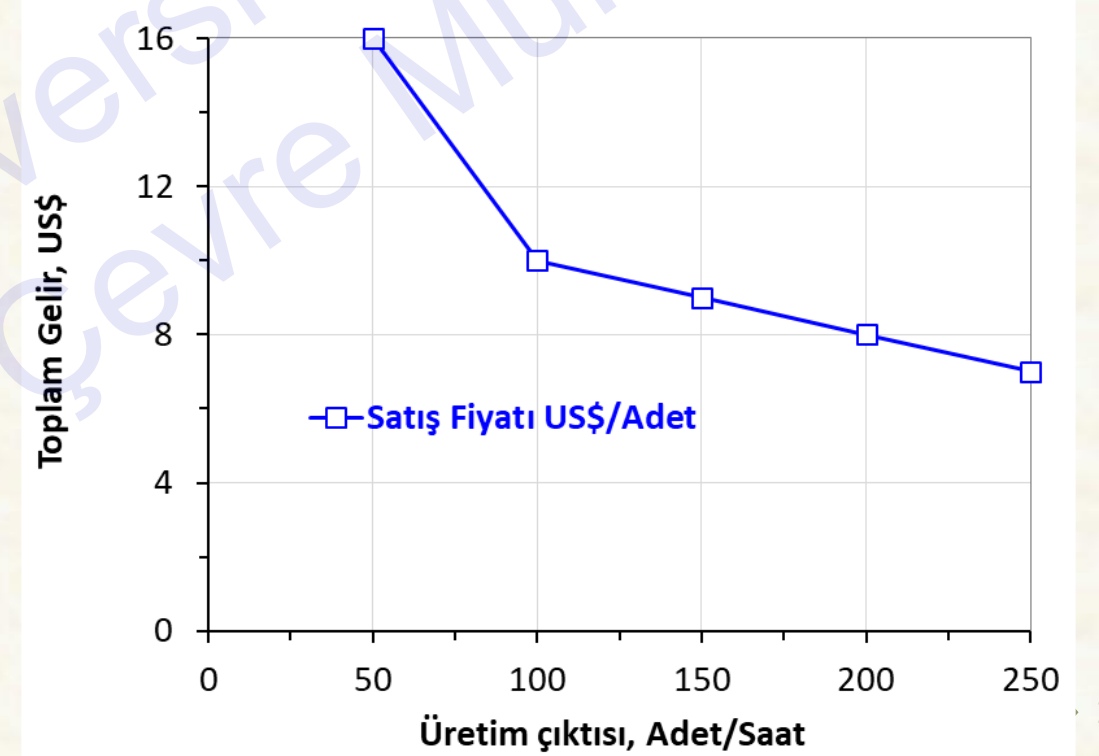
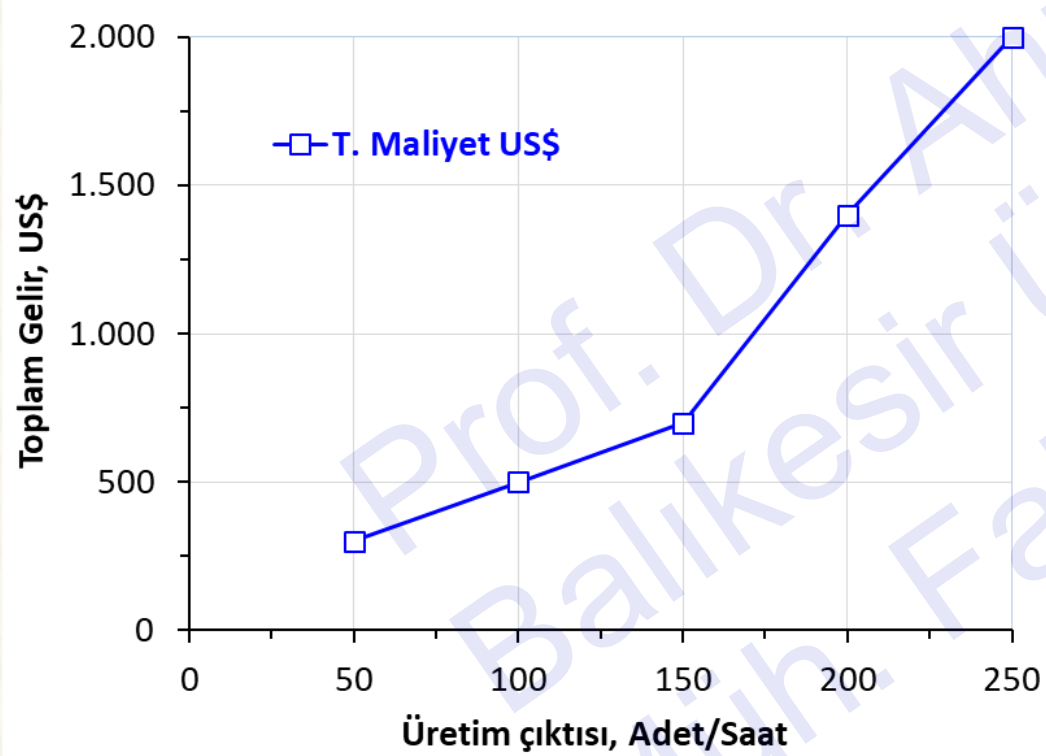


### ÖRNEK-3 Üretim ekonomisi

(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. 45, Solution Manual P8)

Abdullah bir üniversitenin mühendislik fakültesinden yeni mezun olmuş ve ilk işinde yeni bir ürünün üretim hızıyla ilgili bir görev üstlenmiştir. Abdullah yeni ürünün verilerini aşağıdaki grafiklerdeki gibi derlemiştir.

- Uygun ekonomik kriter seçerek üretim hızını belirleyiniz.
- Minimum girdi ile maksimum çıktı nasıl elde edilebilir.





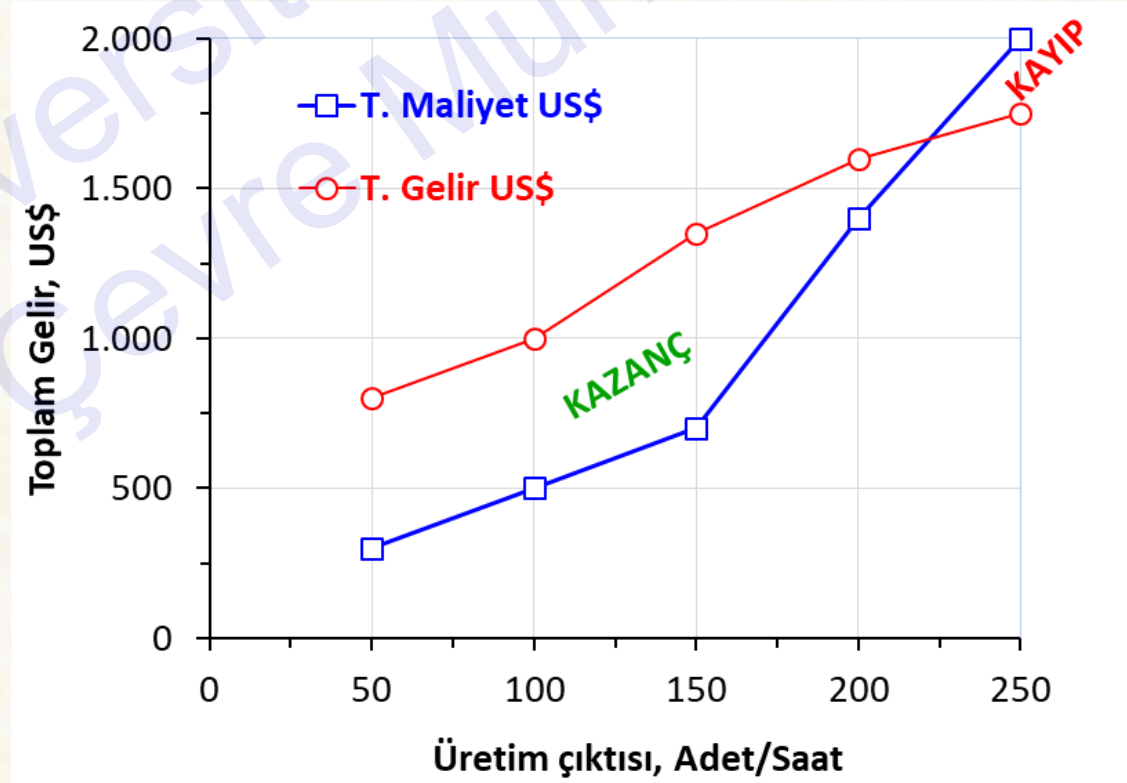
## ÇÖZÜM

a. En uygun ekonomik kriter girdi ile çıktı arasındaki farkı maksimize etmektir, ya da daha basitçe net geliri maksimize etmektir. Şekildeki veriler aşağıdaki gibi tabloya aktarılabilir.

Üretim çıktısı Adet/Saat	T. Maliyet US\$	T. Gelir US\$	Net Kazanç US\$	Satış Fiyatı US\$/Adet
50	300	800	500	16
100	500	1000	500	10
<b>150</b>	<b>700</b>	<b>1350</b>	<b>650</b>	<b>9</b>
200	1400	1600	200	8
250	2000	1750	-250	7

b. Minimum girdi sıfırdır. Sıfır girdi ile üretim yapılamaz.

- Maksimum çıktı 250 adet/saat üretim hızında gerçekleşir.
- Maksimum kar 150 adet/saat üretim hızında gerçekleşir.



## ÖRNEK-4: Materyal seçimi

(Kaynak: R. Panneerselvam, 2012, *Engineering Economics*, Asoke K. Ghosh, PHI Learning Private Limited, M-97, Connaught Circus, New Delhi-110001 and Printed by Meenakshi Art Printers, Delhi-110006, P. 16; Revize edilmiştir)

Bir jet motoruna ait parça tasarımında ya alüminyum dökme alaşım ya da dökme çelik kullanılacaktır. Her iki malzemenin de bakım ihtiyacı aynıdır, fakat alüminyum dökme alaşım **1,2 kg** iken, dökme çelik **1,35 kg**'dır.

Alüminyumun döküm maliyeti **12 US\$/kg** iken, çeliğin döküm maliyeti **5,50 US\$/kg**'dır. Alüminyumun makinede işleme maliyeti **23 US\$/kg** ve çeliğinki **26 US\$/kg**'dır. İmalatta kullanılan malzemenin ağırlığı arttıkça-uçuşta yakıt tüketimi arttığından- çelik parçanın alüminyuma göre kg artışı başına **200 US\$** ceza uygulanmaktadır.

Hangi malzeme kullanılmalıdır? Seçilen malzemenin ekonomik avantajı ne kadardır?

### ÇÖZÜM:

#### a. Jet motorunun parçasının tasarımında alüminyum dökme alaşım kullanılması;

- Parçanın alüminyum dökme alaşımdan yapılması halinde ağırlığı= **1,2 kg**
- Alüminyumun döküm maliyeti=**12 US\$/kg**
- Alüminyumun makinede işleme maliyeti= **23 US\$/kg**

Jet motorunun parçasının alüminyum dökme alaşımdan yapılması halinde toplam maliyet  
=Alüminyum dökme alaşım maliyeti + Alüminyumun makinede işleme maliyeti

$$=1,2 \text{ (kg/parça)} \times [12 \text{ (US$/kg)} + 23 \text{ (US$/kg)}] = \mathbf{42,0 \text{ US$/parça}}$$

Döküm

Makinede işleme



## b. Jet motorunun parçasının tasarımında dökme çelik kullanılması;

- Dökme çeliğin ağırlığı=1,35 kg
- Çeliğin döküm maliyeti=**5,50 US\$/kg**
- Çeliğin makinede işleme maliyeti= **26 US\$/kg**

Jet motorunun parçasının dökme çelikten yapılması halinde toplam maliyet =Çeliğin dökme maliyeti  
+ Çeliğin makinede işleme maliyeti + Dökme çeliğin ilave ağırlık cezası

$$=1,35 \text{ (kg/parça)} \times [5,5 \text{ (US$/kg)}+26 \text{ (US$/kg)}] + 200 \times [1,35 \text{ (kg/parça)}-1,2 \text{ (kg/parça)}] = \mathbf{72,53 \text{ US$/parça}}$$

**KARAR:** Jet motoru parçasının alüminyum dökme alaşımdan yapılması dökme çeliğe göre daha ucuzdur. Bu durumda jet motoru parçasının alüminyum dökme alaşımdan yapılması tavsiye edilir.

Alüminyum dökme alaşım kullanımının ekonomik avantajı= 72,53-42,00=**30,53 US\$ /parça**

**Orijinal çözümün hatalı kısmı düzeltilmiştir.**



## ÖRNEK-5 Üretim ekonomisi

(Kaynak: JOSEA. SEPULVEDA, WILLIAM E. SOUDER, BYRON S. GOTTFRIED, (1984) *Schaum's outline of Theory And Problems of Engineering Economics*, McGraw-Hill Companies, Inc, NewYork)

Bir çiftçi; tohum, sulama, gübre, ve pest kontrolü gibi tarımsal üretimi etkileyen farklı kombinasyonlar arasında en ekonomik olan üretim şekline karar verecektir. Yerel tarımsal üretim kurumunun çiftçi için yaptığı alternatif planlar yandaki tablodaki gibidir. Hangi plan uygulamaya konmalıdır?

Plan	Maliyet US\$/ha	Gelir US\$/ha
A	600	800
B	1500	1900
C	1800	2250
D	2100	2500

**ÇÖZÜM:** Kazanç=Gelir-Maliyet

Plan A → Kazanç=Gelir-Maliyet=800-600= 200 US\$/ha

Plan B → Kazanç=Gelir-Maliyet=1900-1500= 400 US\$/ha

**Plan C → Kazanç=Gelir-Maliyet=2250-1800= 450 US\$/ha**

Plan D → Kazanç=Gelir-Maliyet=2500-2100= 400 US\$/ha

Makimum kazanç elde etmek için plan C uygulamaya konmalıdır.



## ÖRNEK-6 Altyapı tesisleri

(Kaynak: Leland T Blank, Anthony Tarquin, (2018) *Engineering Economy*, 8<sup>th</sup> Ed., McGraw-Hill Education, 2 Penn Plaza, New York, NY 10121, p526, Revize edilmiştir).

20 yıl sonraki nüfusu **25 000** ve hane sayısı **5 500** olarak öngörülen bir yerleşim yeri için su temini sistemlerinin altyapısı tesis edilecektir. Ham su alma, ham su arıtma, su terfisi, su iletim hatları-su dağıtma hatları ve diğer ilkyatırımı oluşturan maliyetler  **$20 \times 10^6$  TL**'dir. Yıllık işletme maliyetleri (terfi enerjisi, sabit ve değişken maliyetler, vergiler ve su hakları)  **$2,5 \times 10^6$  TL**'dir. Hanelerin **%95'ine** su verilebilecektir.

**Faiz oranı %8** ve altyapı tesisinin **20 yıl** ekonomik ömrü için hane halkı başına aylık su faturası ne kadar olmalıdır? **Suyun  $m^3$  fiyatı nasıl belirlenebilir?**

**ÇÖZÜM:** Yıllık maliyet hesaplanmalı ve yıllık maliyetten de hane başına aylık maliyet hesaplanmalıdır.

**i) İlkyatırımın yıllık maliyeti;**

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

$$A = 20 \times 10^6 \times \frac{0,08 \times (1 + 0,08)^{20}}{(1 + 0,08)^{20} - 1}$$

$$= 20 \times 10^6 \times 0,101852$$

$$= 2,037 \times 10^6 \text{ TL}$$

**ii) Toplam yıllık maliyet;**

$$2,037 \times 10^6 + 2,5 \times 10^6 \\ = 4,537 \times 10^6 \text{ TL}$$

**iii) Hane halkı maliyeti;**

$$AF = 4,537 \times 10^6 \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{5500} \times \frac{1}{0,95} \\ = 72,36 \text{ TL / ay}$$

~~$$A = \frac{20 \times 10^6}{20} = 1,00 \times 10^6 \text{ TL}$$~~



## RİSK ANALİZİ

### Bir ürünün pazar potansiyelini belirleyen hususlar;

- Firmanın erişebileceği pazar,
- Pazarın büyüme trendi,
- Ürünün üretme maliyeti,
- Hammadde ve işçilik giderleri,
- Satış fiyatı,
- Ürünün ömrü,
- Üretimde kullanılan ekipmanın ömrü ve maliyeti,
- Efektif vergi oranı

Bir firmanın karlılığını etkileyen tüm bu hususlar yatırımlarda belirsizliklerin ve risklerin ortaya çıkmasına sebep olur. Bu belirsizlikler risk analizleri ile değerlendirilir.

### Risk analizinin bileşenleri;

- **Duyarlık analizi**
- **Kırılma noktası analizi**
- **Senaryo analizi**
- **Belirsizlik analizi** (ölçüm hataları, muallak hususlar, gelecek belirsizliği)

## KAYNAKLAR

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.

Donald G. Newnan, Ted G. Eschenbach, Jerome P. Lavelle, (2012), *Engineering Economic Analysis*, 11th Ed. Oxford University Press, Inc., 198 Madison Avenue, New York, New York 10016.

Eschenbach, Ted, (2003) *Engineering economy : applying theory to practice*, Oxford University Press, Inc., 198 Madison Avenue, New York, New York, 10016.

Eschenbach, T. G., (2010) *Engineering Economy: Applying Theory to Practice*, 3rd ed., Oxford University Press, New York.

JOSEA SEPULVEDA, WILLIAM E. SOUDER, BYRON S. GOTTFRIED, (1984) *Schaum's outline of Theory And Problems of Engineering Economics*, McGraw-Hill Companies, Inc, NewYork.

Leland T Blank, Anthony Tarquin, (2018) *Mühendislik Ekonomisinin Temelleri*, Çeviri Editörleri: Orhan Torkul ve İhsan Hakan Selvi, Palme Yayınevi, Ankara.

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

Niall M. Fraser, Elizabeth M. Jewkes (2013) *Engineering economics : financial decision making for engineers*, 5th ed., 26 Prince Andrew Place, Don Mills, Ontario

Panneerselvam, R. (2012), *Engineering Economics*, PHI Learning Private Limited, M-97, Connaught Circus, New Delhi.

Thane Brown (2006) *Engineering Economics and Economic Design for Process Engineers*, CRC Press, Taylor & Francis Group 6000, Broken Sound Parkway NW, Suite 300, Boca Raton, FL 33487-2742.

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



## KAYNAKLAR

Chan S Park (2007), Contemporary Engineering Economics, 4th Ed., Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458 p231.

Thomas F. Edgar, David M. Himmelblau, Leon S. Lasdon, (2001) Optimization of chemical processes,-2nd Ed. McGraw-Hil.

Leland T Blank, Anthony Tarquin, (2018) Engineering Economy, 8th Ed., McGraw-Hill Education, 2 Penn Plaza, New York, NY 10121

Prof. Dr. Ahmet GÜNAY  
Balıkesir Üniversitesi  
Müh. Fak., Çevre Müh. Böl.





# FAİZ FORMÜLLERİ



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

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

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

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

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

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

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

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

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



**TABLO: Bileşik faiz faktörleri**

6,00%	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	1,0600	0,9434	1,0000	1,0000	1,0600	0,9434			
2	1,1236	0,8900	0,4854	2,0600	0,5454	1,8334	0,8900	0,4854	1,0000
3	1,1910	0,8396	0,3141	3,1836	0,3741	2,6730	2,5692	0,9612	3,0600
4	1,2625	0,7921	0,2286	4,3746	0,2886	3,4651	4,9455	1,4272	6,2436
5	1,3382	0,7473	0,1774	5,6371	0,2374	4,2124	7,9345	1,8836	10,6182
6	1,4185	0,7050	0,1434	6,9753	0,2034	4,9173	11,4594	2,3304	16,2553
7	1,5036	0,6651	0,1191	8,3938	0,1791	5,5824	15,4497	2,7676	23,2306
8	1,5938	0,6274	0,1010	9,8975	0,1610	6,2098	19,8416	3,1952	31,6245
9	1,6895	0,5919	0,0870	11,4913	0,1470	6,8017	24,5768	3,6133	41,5219
10	1,7908	0,5584	0,0759	13,1808	0,1359	7,3601	29,6023	4,0220	53,0132
12	2,0122	0,4970	0,0593	16,8699	0,1193	8,3838	40,3369	4,8113	81,1657
14	2,2609	0,4423	0,0476	21,0151	0,1076	9,2950	51,7128	5,5635	116,9178
16	2,5404	0,3936	0,0390	25,6725	0,0990	10,1059	63,4592	6,2794	161,2088
18	2,8543	0,3503	0,0324	30,9057	0,0924	10,8276	75,3569	6,9597	215,0942
20	3,2071	0,3118	0,0272	36,7856	0,0872	11,4699	87,2304	7,6051	279,7599
25	4	0,2330	0,0182	55	0,0782	12,7834	115,9732	9,0722	498
30	6	0,1741	0,0126	79	0,0726	13,7648	142,3588	10,3422	818
35	8	0,1301	0,0090	111	0,0690	14,4982	165,7427	11,4319	1274
40	10	0,0972	0,0065	155	0,0665	15,0463	185,9568	12,3590	1913
45	14	0,0727	0,0047	213	0,0647	15,4558	203,1096	13,1413	2796
50	18	0,0543	0,0034	290	0,0634	15,7619	217,4574	13,7964	4006
75	79	0,0126	0,0008	1301	0,0608	16,4558	258,4527	15,7058	20432
100	339	0,0029	0,0002	5638	0,0602	16,6175	272,0471	16,3711	92306



**TABLO: Bileşik faiz faktörleri**

7,00%	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	1,0700	0,9346	1,0000	1,0000	1,0700	0,9346			
2	1,1449	0,8734	0,4831	2,0700	0,5531	1,8080	0,8734	0,4831	1,0000
3	1,2250	0,8163	0,3111	3,2149	0,3811	2,6243	2,5060	0,9549	3,0700
4	1,3108	0,7629	0,2252	4,4399	0,2952	3,3872	4,7947	1,4155	6,2849
5	1,4026	0,7130	0,1739	5,7507	0,2439	4,1002	7,6467	1,8650	10,7248
6	1,5007	0,6663	0,1398	7,1533	0,2098	4,7665	10,9784	2,3032	16,4756
7	1,6058	0,6227	0,1156	8,6540	0,1856	5,3893	14,7149	2,7304	23,6289
8	1,7182	0,5820	0,0975	10,2598	0,1675	5,9713	18,7889	3,1465	32,2829
9	1,8385	0,5439	0,0835	11,9780	0,1535	6,5152	23,1404	3,5517	42,5427
10	1,9672	0,5083	0,0724	13,8164	0,1424	7,0236	27,7156	3,9461	54,5207
12	2,2522	0,4440	0,0559	17,8885	0,1259	7,9427	37,3506	4,7025	84,1207
14	2,5785	0,3878	0,0443	22,5505	0,1143	8,7455	47,3718	5,4167	122,1498
16	2,9522	0,3387	0,0359	27,8881	0,1059	9,4466	57,5271	6,0897	169,8293
18	3,3799	0,2959	0,0294	33,9990	0,0994	10,0591	67,6219	6,7225	228,5576
20	3,8697	0,2584	0,0244	40,9955	0,0944	10,5940	77,5091	7,3163	299,9356
25	5	0,1842	0,0158	63	0,0858	11,6536	100,6765	8,6391	546
30	8	0,1314	0,0106	94	0,0806	12,4090	120,9718	9,7487	921
35	11	0,0937	0,0072	138	0,0772	12,9477	138,1353	10,6687	1475
40	15	0,0668	0,0050	200	0,0750	13,3317	152,2928	11,4233	2281
45	21	0,0476	0,0035	286	0,0735	13,6055	163,7559	12,0360	3439
50	29	0,0339	0,0025	407	0,0725	13,8007	172,9051	12,5287	5093
75	160	0,0063	0,0004	2270	0,0704	14,1964	196,1035	13,8136	31352
100	868	0,0012	0,0001	12382	0,0701	14,2693	202,2001	14,1703	175452

**TABLO: Bileşik faiz faktörleri**

8,00%	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	1,0800	0,9259	1,0000	1,0000	1,0800	0,9259			
2	1,1664	0,8573	0,4808	2,0800	0,5608	1,7833	0,8573	0,4808	1,0000
3	1,2597	0,7938	0,3080	3,2464	0,3880	2,5771	2,4450	0,9487	3,0800
4	1,3605	0,7350	0,2219	4,5061	0,3019	3,3121	4,6501	1,4040	6,3264
5	1,4693	0,6806	0,1705	5,8666	0,2505	3,9927	7,3724	1,8465	10,8325
6	1,5869	0,6302	0,1363	7,3359	0,2163	4,6229	10,5233	2,2763	16,6991
7	1,7138	0,5835	0,1121	8,9228	0,1921	5,2064	14,0242	2,6937	24,0350
8	1,8509	0,5403	0,0940	10,6366	0,1740	5,7466	17,8061	3,0985	32,9578
9	1,9990	0,5002	0,0801	12,4876	0,1601	6,2469	21,8081	3,4910	43,5945
10	2,1589	0,4632	0,0690	14,4866	0,1490	6,7101	25,9768	3,8713	56,0820
12	2,5182	0,3971	0,0527	18,9771	0,1327	7,5361	34,6339	4,5957	87,2141
14	2,9372	0,3405	0,0413	24,2149	0,1213	8,2442	43,4723	5,2731	127,6865
16	3,4259	0,2919	0,0330	30,3243	0,1130	8,8514	52,2640	5,9046	179,0535
18	3,9960	0,2502	0,0267	37,4502	0,1067	9,3719	60,8426	6,4920	243,1280
20	4,6610	0,2145	0,0219	45,7620	0,1019	9,8181	69,0898	7,0369	322,0246
25	6,8485	0,1460	0,0137	73,1059	0,0937	10,6748	87,8041	8,2254	601
30	10,0627	0,0994	0,0088	113,2832	0,0888	11,2578	103,4558	9,1897	1041
35	14,7853	0,0676	0,0058	172,3168	0,0858	11,6546	116,0920	9,9611	1716
40	21,7245	0,0460	0,0039	259,0565	0,0839	11,9246	126,0422	10,5699	2738
45	31,9204	0,0313	0,0026	386,5056	0,0826	12,1084	133,7331	11,0447	4269
50	47	0,0213	0,0017	574	0,0817	12,2335	139,5928	11,4107	6547
75	321	0,0031	0,0002	4003	0,0802	12,4611	152,8448	12,2658	49094
100	2200	0,0005	0,0000	27485	0,0800	12,4943	155,6107	12,4545	342306



**TABLO: Bileşik faiz faktörleri**

9,00%	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	1,0900	0,9174	1,0000	1,0000	1,0900	0,9174			
2	1,1881	0,8417	0,4785	2,0900	0,5685	1,7591	0,8417	0,4785	1,0000
3	1,2950	0,7722	0,3051	3,2781	0,3951	2,5313	2,3860	0,9426	3,0900
4	1,4116	0,7084	0,2187	4,5731	0,3087	3,2397	4,5113	1,3925	6,3681
5	1,5386	0,6499	0,1671	5,9847	0,2571	3,8897	7,1110	1,8282	10,9412
6	1,6771	0,5963	0,1329	7,5233	0,2229	4,4859	10,0924	2,2498	16,9259
7	1,8280	0,5470	0,1087	9,2004	0,1987	5,0330	13,3746	2,6574	24,4493
8	1,9926	0,5019	0,0907	11,0285	0,1807	5,5348	16,8877	3,0512	33,6497
9	2,1719	0,4604	0,0768	13,0210	0,1668	5,9952	20,5711	3,4312	44,6782
10	2,3674	0,4224	0,0658	15,1929	0,1558	6,4177	24,3728	3,7978	57,6992
12	2,8127	0,3555	0,0497	20,1407	0,1397	7,1607	32,1590	4,4910	90,4524
14	3,3417	0,2992	0,0384	26,0192	0,1284	7,7862	39,9633	5,1326	133,5465
16	3,9703	0,2519	0,0303	33,0034	0,1203	8,3126	47,5849	5,7245	188,9267
18	4,7171	0,2120	0,0242	41,3013	0,1142	8,7556	54,8860	6,2687	258,9038
20	5,6044	0,1784	0,0195	51,1601	0,1095	9,1285	61,7770	6,7674	346,2236
25	8,6231	0,1160	0,0118	84,7009	0,1018	9,8226	76,9265	7,8316	663
30	13,2677	0,0754	0,0073	136,3075	0,0973	10,2737	89,0280	8,6657	1181
35	20,4140	0,0490	0,0046	215,7108	0,0946	10,5668	98,3590	9,3083	2008
40	31,4094	0,0318	0,0030	337,8824	0,0930	10,7574	105,3762	9,7957	3310
45	48,3273	0,0207	0,0019	525,8587	0,0919	10,8812	110,5561	10,1603	5343
50	74	0,0134	0,0012	815	0,0912	10,9617	114,3251	10,4295	8501
75	641	0,0016	0,0001	7113	0,0901	11,0938	121,9646	10,9940	78203
100	5529	0,0002	0,0000	61423	0,0900	11,1091	123,2335	11,0930	681363



**TABLO: Bileşik faiz faktörleri**

10,00%	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	1,1000	0,9091	1,0000	1,0000	1,1000	0,9091			
2	1,2100	0,8264	0,4762	2,1000	0,5762	1,7355	0,8264	0,4762	1,0000
3	1,3310	0,7513	0,3021	3,3100	0,4021	2,4869	2,3291	0,9366	3,1000
4	1,4641	0,6830	0,2155	4,6410	0,3155	3,1699	4,3781	1,3812	6,4100
5	1,6105	0,6209	0,1638	6,1051	0,2638	3,7908	6,8618	1,8101	11,0510
6	1,7716	0,5645	0,1296	7,7156	0,2296	4,3553	9,6842	2,2236	17,1561
7	1,9487	0,5132	0,1054	9,4872	0,2054	4,8684	12,7631	2,6216	24,8717
8	2,1436	0,4665	0,0874	11,4359	0,1874	5,3349	16,0287	3,0045	34,3589
9	2,3579	0,4241	0,0736	13,5795	0,1736	5,7590	19,4215	3,3724	45,7948
10	2,5937	0,3855	0,0627	15,9374	0,1627	6,1446	22,8913	3,7255	59,3742
12	3,1384	0,3186	0,0468	21,3843	0,1468	6,8137	29,9012	4,3884	93,8428
14	3,7975	0,2633	0,0357	27,9750	0,1357	7,3667	36,8005	4,9955	139,7498
16	4,5950	0,2176	0,0278	35,9497	0,1278	7,8237	43,4164	5,5493	199,4973
18	5,5599	0,1799	0,0219	45,5992	0,1219	8,2014	49,6395	6,0526	275,9917
20	6,7275	0,1486	0,0175	57,2750	0,1175	8,5136	55,4069	6,5081	372,7500
25	10,8347	0,0923	0,0102	98,3471	0,1102	9,0770	67,6964	7,4580	733
30	17,4494	0,0573	0,0061	164,4940	0,1061	9,4269	77,0766	8,1762	1345
35	28,1024	0,0356	0,0037	271,0244	0,1037	9,6442	83,9872	8,7086	2360
40	45,2593	0,0221	0,0023	442,5926	0,1023	9,7791	88,9525	9,0962	4026
45	72,8905	0,0137	0,0014	718,9048	0,1014	9,8628	92,4544	9,3740	6739
50	117	0,0085	0,0009	1164	0,1009	9,9148	94,8889	9,5704	11139
75	1272	0,0008	0,0001	12709	0,1001	9,9921	99,3317	9,9410	126340
100	13781	0,0001	0,0000	137796	0,1000	9,9993	99,9202	9,9927	1376961

