

# Yazılım Ekonomisi

Dr. Yunus Santur

## Dersin Amacı

- Yazılım Mühendisliği Ekonomisi, yazılım maliyetlerini belirlemek, mikro ekonominin temel kavramlarını yazılım mühendisliğine uygulamak ve yazılım mühendisliği karar vermede ekonomik analizi kullanmak için kullanılmaktadır.
- Yazılım mühendisliği ekonomisi, ekonomik analiz tekniklerine ve bunların yazılım mühendisliği ve yönetimine uygulanabilirliğine genel bir bakış sağlar. Mevcut temel tahmin teknikleri, algoritmik maliyet modellerindeki son teknoloji ve yazılım maliyeti tahminindeki önemli araştırma konuları dahil olmak üzere yazılım maliyeti tahmini alanını araştırır.
- Bir yazılım ürününün, hizmetinin ve çözümünün başarısı, iyi iş yönetimine bağlıdır. Yine de birçok şirket ve organizasyonda, yazılım geliştirme ve mühendislikle yazılım iş ilişkileri belirsizliğini koruyor. Bu bilgi alanı, yazılım mühendisliği ekonomisine genel bir bakış sağlar.

# Kaynaklar

- Software Engineering Economics – Baary W. Boehm
- [http://swebokwiki.org/Chapter\\_12: Software Engineering Economics](http://swebokwiki.org/Chapter_12:_Software_Engineering_Economics)
- <https://www.computer.org/product/education/software-engineering-economics-course>

# Ders İçeriği

- Ders beş ana bölümden oluşacaktır.
- 1) Yazılım mühendisliği ekonomisi temelleri
- 2) Ekonomi yaşam döngüsü
- 3) Risk ve belirsizlikler
- 4) Yazılım mühendisliği ekonomisi analiz metotları
- 5) Yazılım mühendisliği ekosistem yaşam döngüsü

# Müfredat

- 14 Haftalık müfredat

1	Giriş	Yazılım geliştirme, Ekonomi, Yazılım Mühendisliği Ekonomisi
2	Ekonomiye Giriş	Mikro/Makro ekonomi, İktisat bilimi
3	Ekonomi Yaşam Döngüsü	Ürün, Proje, Program, Portföy, Ürün yaşam döngüsü, Proje yaşam döngüsü, Yazılım maliyetleme, Performans ölçümü,
4	Risk ve Belirsizlikler	Hedefler, Tahmin ve Planlama, Tahmin Teknikleri, Belirsizlikler, Risk altında kararlar, Belirsizlik altında kararlar
5	Pratik Konular	Ekosistemler, Offshoring, Dış kaynak kullanımı
6	Yazılım Mühendisliği Ekonomisi Temelleri	Yazılım ekonomisi yaşam döngüsü, Finans, Muhasebe, Kontrol, Nakit Akışı, Karar Verme Süreci, Değerleme, Enflasyon, Amortisman, Vergilendirme, Para/Zaman Değeri, Verimlilik, Etkinlik, Üretkenlik
7	Yazılım Maliyetleme Yöntemleri 1	Yazılım maliyetleme yöntemleri, Cocomo modelleri
8	Yazılım Maliyetleme Yöntemleri 2	Yazılım maliyetleme yöntemleri, Diğer yöntemler
9	Yazılım Girişimcilik Maliyetleme	Girişim maliyetleme, Emek tahmini, Kod satırı tahminleme, Bakım tahminleme
10	Yazılım Ekonomik Analiz Yöntemleri	Kar analizi, Minimum getiri analizi, Yatırım getirisi, Sermaye getirisi, Maliyet-Fayda analizi, Maliyet-Etkinlik analizi, Başabaş analizi, İş senaryosu, Optimizasyon analizi
11	Yazılım Muhasebesi	Muhasebe, Vergi, Amortisman, Bilanço
12	Yazılım Değerleme	Yazılım değerlendirme yöntemi, Veri bilimi, Büyük veri, Veri değerlendirme, Pazar araştırması
13	Pazar Araştırması	Ürün sınıflandırma, Bilgi kaynakları tespiti, Veri sınıflandırma, Akademik araştırma, Patent araştırma
14	Entegrasyon	Projelendirme, Fikri mülkiyet ve koruma

# Değerlendirme

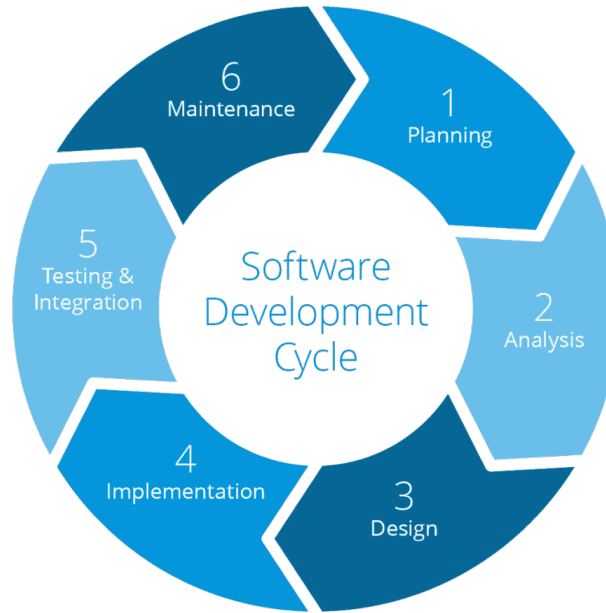
- Vize (%40) + Final (%60)
- Dönem içinde ödev ve mini projeler verilecek
- Teorik/Pratik konulara ek olarak girişimcilik maliyeti belirleme, veri değerlendirme gibi konularda da tartışacağız.

# Takip

- Derste karmaşık olmayan bazı matematiksel maliyetleme modelleri ve analizleri yer alacak. Çoğunlukla araştırma ve okuma ağırlıklı bir ders.
- Dersimiz, iş hayatı (Kamu veya özel) ve özellikle girişimcilik alanında yazılım geliştirme pratiği ile yönetimi birleştiren bir alan olma özelliğini taşıyor.

# Giriş

- Yazılım Geliştirme:
- Bu ders 'Yazılım Mühendisliği Temelleri' dersinde işlenen konuları kapsamaktadır ve bunlara tekrar değinilmeyecektir.

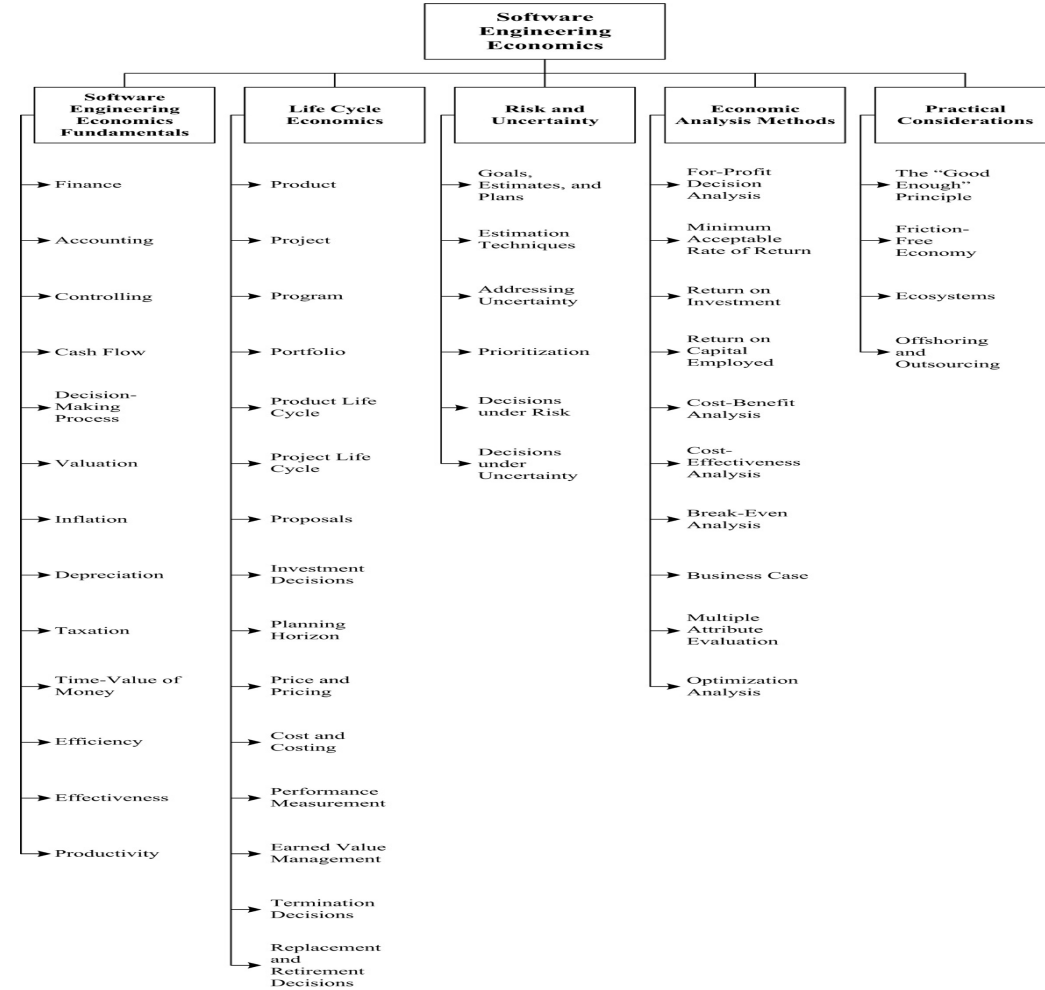




# Yazılım Süreci Modelleri

- Yazılım üretim ve kullanım aşamasında kullanılan yaşam döngüleri (V, Evrimsel model, Barok vb.)

# Yazılım Ekonomisi Genel Bakış



[http://swebokwiki.org/images/d/d9/Breakdown\\_of\\_Topics\\_for\\_the\\_Software\\_Engineering\\_Economics\\_KA.jpg](http://swebokwiki.org/images/d/d9/Breakdown_of_Topics_for_the_Software_Engineering_Economics_KA.jpg)

# Ekonomi

- Sözlük, "ekonomi" yi "esas olarak mal ve hizmetlerin üretimi, dağıtımı ve tüketiminin tanımı ve analizi ile ilgili bir sosyal bilim" olarak tanımlar.
- Ekonomi, insanların kaynakları kısıtlı durumlarda nasıl karar aldıklarının incelenmesidir. Bu iktisat tanımı, klasik iktisadın ana dallarına çok iyi uymaktadır.
- Makroekonomi, insanların kaynakları kısıtlı durumlarda ulusal veya küresel ölçekte nasıl kararlar aldıklarının incelenmesidir. Ulusal liderlerin vergi oranları, faiz oranları ve dış ve ticaret politikası gibi konularda aldıkları kararların etkileri ile ilgilenir.
- Mikroekonomi, insanların kaynakları kısıtlı durumlarda daha kişisel ölçekte nasıl karar aldıklarının incelenmesidir. Bireylerin ve kuruluşların, ne kadar sigorta satın alacağı, hangi kelime işlemcisini satın alacağı veya ürünleri veya hizmetleri için hangi fiyatları talep edecekleri gibi konularda aldıkları kararlarla ilgilenir.

# Yazılım Ekonomisi

- Sınırlı kaynaklarla uğraşıyoruz. Yazılım ürünlerimize eklemek istediğimiz tüm iyi özellikleri kapsayacak yeterli zaman veya para asla yoktur.
- Yazılım ürünlerimiz her zaman sınırlı bilgisayar gücü ve ana bellek dünyasında çalışmalıdır.
- Yazılım yaşam döngüsü boyunca, yazılım mühendisliği ekonomi tekniklerinin yararlı yardım sağladığı sınırlı kaynakları içeren birçok karar durumu vardır. Bu ekonomik karar sorunlarının doğası hakkında bir fikir vermek için, aşağıda yazılım yaşam döngüsündeki ana aşamaların her biri için bir örnek verilmiştir.

# Yazılım Yaşam Döngüsü

- Fizibilite
- Planlama
- Ürün tasarım
- Programlama
- Entegrasyon ve test
- Bakım

# Fizibilite

- Fizibilite Aşaması. Uygulamayı planladığımız sistem için uygun bir tanım ve işleyiş konsepti üzerinde birleşmek için bilgi sistemi analizlerine (kullanıcı anketleri ve görüşmeleri, mevcut sistem analizi, iş yükü karakterizasyonu, simülasyonlar, senaryolar, prototipler) ne kadar yatırım yapmalıyız ?

# Planlama

- Planlar ve Gereksinimler Aşaması. Gereksinimleri ne kadar titizlikle belirlemeliyiz? Bir yazılım sistemi tasarlamaya ve geliştirmeye başlamadan önce gereksinim doğrulama faaliyetlerine (otomatik tamlık, tutarlılık ve izlenebilirlik kontrolleri, analitik modeller, simülasyonlar, prototipler) ne kadar yatırım yapmalıyız ?

# Tasarım

- Ürün Tasarım Aşaması. Yazılımı, genel olarak ancak gereksinimlerimizi tam olarak karşılamayan karmaşık bir mevcut yazılım parçasını kullanmayı mümkün kılacak şekilde düzenlemeli miyiz?



# Programlama

- Programlama Aşaması. Öncelikle yürütme süresinde verimli, depolamada verimli ve değiştirmesi kolay üç kriterden hangisini seçmeliyiz?

# Entegrasyon ve Test

- Entegrasyon ve Test Aşaması. Kullanıcılara sunmadan önce bir ürün üzerinde ne kadar test ve resmi doğrulama yapmalıyız?

# Bakım

- Bakım Aşaması. Önerilen ürün iyileştirmelerinin kapsamlı bir listesi göz önüne alındığında, önce hangilerini uygulamalıyız?
- Eskiye, değıştirilmesi zor bir yazılım ürünü göz önüne alındığında, onu yeni bir ürünle değıştirmeli mi, yeniden yapılandırmalı mı yoksa yalnız mı bırakmalıyız?

# Yazılım Mühendisliği Ekonomisi

- Yazılım ekonomisi alanı, yukarıdakiler gibi karar konularını ele almak için bir dizi teknik (maliyet-fayda analizi, şimdiki değer analizi, risk analizi vb.) geliştirmiştir. Bu ders, bu tekniklere ve bunların yazılım mühendisliğine uygulanabilirliğine genel bir bakış sağlar.
- Yazılım mühendisliğine ekonomik tekniklerin tüm uygulamalarının altında yatan kritik bir sorun, yazılım maliyetlerini tahmin etme sorunudur.

# Yazılım Maliyet Tahmini

- Bu alanı özetleyen üç ana alt bölüm içerir:
- Başlıca Yazılım Maliyet Tahmin Teknikleri
- Yazılım Maliyet Tahmini için Algoritmik Modeller
- Yazılım Maliyet Tahmininde Olağanüstü Araştırma Sorunları.

## Ders Diğer Gereksinimleri

- Derste verilen ödev ve mini projeler için Microsoft Visio veya draw.io gibi akış/şema çizim araçlarına sahip olmanız ve ödev/projelerde akış, yaşam döngüsü gibi senaryoları metinsel ifadelerin yanı sıra görsel olarak desteklemeniz beklenmektedir.

# Yazılım Ekonomisi

Dr. Yunus Santur

# Ekonomi

- Bu bölümde ekonomi ile ilgili temel kavramları işleyeceğiz.
- Faydalanılan kaynaklar:
  - [1] Ekonominin İlkeleri. Palme Yayıncılık
  - [2] İktisada giriş- Esmira Abiyeva



# Ekonomi

- **Ekonomi**, kişilerin ve toplumların, daha önceki nesiller ve doğa tarafından kendilerine sağlanmış olan kıt kaynakları kullanma konusunda yaptıkları tercihleri analiz eden bir bilimdir. Yukarıdaki tanımdaki anahtar kelime “tercih” kelimesidir. Ekonomi davranışsal (sosyal) bir bilimdir. Geniş perspektiften bakıldığında ekonomi, insanların nasıl tercih yaptıklarını incelemektedir ki bu tercihler bir araya gelmek suretiyle, sosyal tercihlere dönüşmektedirler.
- Ekonomi dört temel sebep için öğrenilir: bir düşünce tarzı geliştirmek için, toplumu anlamak için, küresel olayları anlamak için ve duyarlı bir vatandaş olmak için.

# Fırsat Maliyeti

- Ekonomi öğrenmenin belki de en önemli nedeni bir düşünce tarzı geliştirmektir.
- **Fırsat (alternatif) Maliyeti** Bir ekonominin gidişatı binlerce insanın bireysel kararlarına bağlı olarak gelişmektedir. İnsanlar sahip oldukları gelirlerini piyasadaki mallar arasında nasıl dağıtacaklarına karar vermek zorundadırlar
- Çoğu zaman kararlarımızı belirlerken bir ikilem içerisinde kalırız. **Fırsat maliyeti**-bir karar verilirken, vazgeçmek zorunda olduğumuz en iyi alternatif.

# Marjinal Maliyet

- Fırsat maliyetinin oluşmasının sebebi, kaynakların **kıt** olmasıdır. **Kıt** kelimesi aynı zamanda sınırlı anlamına gelmektedir
- **Marjinalizm** - Verilen bir karar dolayısıyla oluşan ek maliyetin veya faydanın incelenmesidir.
- Teknik olarak, bir birim daha fazla mal ve hizmet üretebilmek için yapılması gereken maliyete ***marjinal maliyet*** diyoruz.

# Ekonominin Kapsamı

- **Mikroekonomi** ekonominin bireysel endüstrilerin nasıl işlediğini ve bireysel karar vericilerin (firmaların ve hane halkının) davranışlarını analiz eden bir dalıdır.

•

Bu karar birimleri firmalar ve tüketicilerdir.

- **Makroekonomi** Ekonominin, gelir, istihdam, çıktı gibi ülke düzeyindeki toplam büyüklükleri inceleyen bir dalıdır.
- **Makroekonomi** ekonomiye bir bütün olarak bakar.

# Ekonomi metodu

- Ekonomi iki tür soruya cevap verir: pozitif ve normatif sorular.
- **Pozitif ekonomi** kişisel yorumlara başvurmaksızın, sistemin işleyişini anlamaya yönelik analizler yapan ekonomik yaklaşıma verilen isimdir. Neyin var olduğunu ve nasıl çalıştığını açıklar.
- *(Bir başka deyişle verilere dayanır sübjektif yorumlar içermez)*
- **Normatif ekonomi** ekonomik bir durumu inceleyen ve onun iyi veya kötülüğü konusunda görüş bildiren ve ona göre harekete geçen ekonomik yaklaşıma verilen isimdir. Politika ekonomisi olarak da adlandırılır.
- *(Subjektif yorumlar içerebilir)*
- Ekonomik teoriler zaman zaman yeni ve çelişkili verilerle karşı karşıya kalmaktadır. Verilerin toplanması ve ekonomik teorilerin test edilmesinde kullanılması işlemine **ampirik ekonomi** denilmektedir.

# Ekonomik Problem

- Ekonomik sistemin işleyişinin anlaşılması için cevaplandırılması gereken üç temel soruyu ortaya koymaktadır.
  - Ne üretilecek?
  - Nasıl üretilecek?
  - Kim için üretilecek?
- Temel üretim faktörü:
  - Toprak (gayrimenkül, ofis)
  - Emek (beyin yada fiziksel)
  - Sermaye (varlıklar, hammadde)
  - Girişim (teşebbüs)
- Kıt kaynakları faydalı mal ve hizmetlere dönüştüren süreç **üretim** olarak adlandırılır.
- Yazılım Ekonomisi dersinde temel üretim faktörlerimiz ne olmalı ve nasıl ölçülebilir olmalı sorularına cevap bulmak olacak.
-

# Yatırım

- Yeni sermaye üretmek için kaynakları kullanma sürecidir.
- Günlük dilde *yatırım* kavramı ekseriyetle hisse senedi veya bono satın alma işini ifade eder. Ancak, ekonomide yatırım her zaman sermaye oluşumunu, yeni binalar satın almayı veya yenilerini yapmayı, ekipmanları, yolları, evler ve benzeri şeyleri ifade eder. Akıllı sermayeye yatırımı, bugünkü maliyetinden daha çok, gelecekte yarar sağlar.
- Yaptığımız bir yatırımda risk nedir, bize ne kadar sürede geri dönmesini beklemeliyiz?

# Ekonomik sistemler

- *Kumanda ekonomisi* Merkezi hükümetin üretim hedeflerini, gelirleri ve fiyatları doğrudan veya dolaylı olarak belirlediği bir ekonomidir.
- Serbest ekonomi: Herhangi bir merkezi yönlendirme ve regülasyon olmaksızın kendi çıkarları peşinde oldukları bir ekonomi.



# Talep, arz, piyasa dengesi

- **Firma**-Kaynakları (girdi) ürüne (çıktı) dönüştüren bir organizasyondur. Firmalar piyasa ekonomisindeki temel üretici birimlerdir.
- **Girişimci** ise firmayı organize eden, yöneten , riskleri üstlenen ,yeni fikir veya ürün geliştiren ve firmanın başarısı için çalışan kişidir. Bir ekonomideki tüketim birimi ise **hanehalklarıdır**.
- **Arz-Talep ilişkisi**
- Talep
  - *Söz konusu malın fiyatı.*
  - *Hanehalkının mevcut geliri.*
  - *Hanehalkının biriktirdiği servetinin miktarı.*
  - *Hanehalkının almak istediği diğer malların fiyatları*
  - *Hanehalkının zevk ve tercihleri*
  - *Hanehalkının gelir, servet ve fiyatlarla ilgili beklentileri.*

# Piyasa dengesi

- **Talep fazlası veya kıtlık**- mevcut fiyatlarda talep edilen miktarın arz edilen miktardan daha büyük olmasıdır.
- **Arz fazlası veya fazla** Mevcut fiyatlarda arz edilen miktarın talep edilen miktardan daha büyük olmasıdır.
- Denge arz: Talep ve arzın birbirine eşit olduğu ideal durumdur.

# Esneklik

- Talep esnekliği
- Arz esnekliği
- $\text{Esneklik} = \frac{\text{değişim (\%)}}{\text{Fiyat değişimi (\%)}}$

# Üretim

- Amaç kâr maksimizasyonu
  - 1. Ne kadar çıktı arz edilecek (ürün miktarı)
  - 2. Çıktı nasıl üretilecek (hangi üretim tekniği/teknolojisi kullanılacak)
  - 3. Her girdiden ne kadar talep edilecek
- *kâr = toplam gelir - toplam maliyet*

# Örnek

- Sue ve Ann denver havalimanında kemer satan bir iş kurarlar:
  - İş için özel üretim (herşey dahil 20.000 ₺) el arabasına ihtiyaçları var.
  - Her yıl 10 ₺ 3.000 kemer satmayı planlıyorlar.
  - Her kemerin üreticiden alınan maliyeti 5₺
  - Yıllık ücreti 14.000 ₺ bir tezgahı çalışacak.
  - Beklentileri %10 (0,1) getiri (sabit şirket tahvili). Sermayeleri 20.000 \$
- Firma kâr elde edilmirmi?

# Örnek

- 5.slayttaki marjinalizme göre 20.000 sermaye ile tahvil alsaydı, 2000 tl gelir elde edecekti, bu fırsat maliyeti.
- Toplam gelir.:30.000
- Toplam gider: arz+emek+fırsat maliyeti
- $Kâr = 30.000 - (15.000 + 14.000 + 2.000)$
- $Kâr = -1.000$

**/ TABLO 7.1 Toplam Gelir, Toplam Maliyet ve Kârın Hesaplanması /**

<i>Başlangıç Yatırımı:</i>	<i>20.000\$</i>
<i>Piyasa Faiz Oram:</i>	<i>0.10 veya 10%</i>
<i>Toplam gelir (3,000 kemer x \$10)</i>	<i>TL 30.00</i>
<i>Maliyetler</i>	
<i>Kemer arzı</i>	<i>TL 15.000</i>
<i>Emek maliyeti</i>	<i>14.000</i>
<i>Normal qetiri/sermayenin fırsat maliyeti (\$20,000 x</i>	<i>2.000</i>
<i>Toplam Maliyet</i>	
<i>Kâr = toplam gelir - toplam maliyet</i>	<i>-TL 1.000<sup>A</sup></i>

# Değer

- Değer, bir mal veya hizmeti elde etmek için ödenen bedeldir.
- Bir malın fiyatı her zaman onun hakiki maliyetini, değerini göstermez.
- Serbest piyasa ekonomilerinde fiyat arz-talebe göre belirlenirken, kontrollü ekonomilerde, kontrol ve hükümet müdahaleleri oranında etkilenmiş olarak piyasa-yönetim tarafından oluşturulur.

# Para

- Para aşağıdaki fonksiyonlara sahiptir:
  - Para değişim aracıdır.
  - Para değer ölçüsüdür.
  - Para değer saklama, tasarruf etme aracıdır. – Para borç ödeme aracıdır.



# Pazar ve fiyat

- İnsanlar bazı ihtiyaçlarını karşılamak üzere ellerindeki malları ihtiyaç duydukları mallarla değiştirirler.
  - – sosyo-ekonomik politikalar,
    - alışkanlıklar,
    - iklim,
  - – çevre gibi faktörler etkilemektedir .

# Döviz kurları

- Yabancı paraların fiyatına döviz kuru veya döviz fiyatı denir. Döviz kuru, iki ülke parası arasındaki değişim oranıdır.
- Döviz kurunu belirleyen üç sistem mevcuttur:
  - Sabit kur sistemi
  - Serbest kur sistemi
  - Karma kur sistemi

# Parite

- İki ülke parası arasındaki oransal ifadedir.

# Milli gelir

- Milli ekonomide faktör sahibi olan ve üretime katılan bireylerin bir yıllık süre içerisinde ürettikleri nihai mal ve hizmetlerin parasal değerlerin toplamına gayri safi milli hasıla (GSMH) denilmektedir.
- Gayri safi milli hasıla, bir ekonominin üretim gücünü gösterir.
- Safi milli hasıladan vasıtalı vergilerin düşülmesi suretiyle hesaplanan gelire milli gelir (MG) denir.
- Bir ülkenin milli gelirinin o ülkenin nüfusuna oranlanarak buluna gelire fert başına milli gelir denir.

# Satın alma gücü paritesi

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

2013	GDP (PPP) (Mio USD)	GDP (Mio USD)	Population	GDP per capita (PPP)	GDP per capita
USA	16.720.000	16.720.000	316.666.667	52.800	52.800
Turkey	1.167.000	821.000	76.274.510	15.300	10.764
Brazil	2.416.000	2.190.000	199.669.421	12.100	10.968
Germany	3.227.000	3.593.000	81.696.203	39.500	43.980
UK	2.387.000	2.490.000	63.994.638	37.300	38.910
France	2.276.000	2.739.000	63.753.501	35.700	42.962
India	4.990.000	1.670.000	1.247.500.000	4.000	1.339
Russia	2.553.000	2.113.000	141.049.724	18.100	14.981
Korea, South	1.666.000	1.198.000	50.180.723	33.200	23.874
Arjantina	771.000	484.600	41.451.613	18.600	11.691
Mexico	1.845.000	1.327.000	118.269.231	15.600	11.220

CIA - The World Factbook

# Cari denge

Döviz girişi ile çıkışı arasındaki farktır.

- Cari fazla
- Cari açık
- Cari denge

# Verimlilik

- Verimlilik, birim zamanda, birim fiziki girdi ile yapılabilen işlerin bağlı karşılaştırmasıdır. Yani üretim çıktısının girdilere oranıdır.
- Verimliliğin matematik olarak ölçümü (birim zaman için), çıktı/girdi oranıdır.
- Toplam verimlilik, üretim çıktı değerinin üretime giren toplam girdilerin (üretim faktörleri) değerine oranıdır.

# Faiz

- Serbest piyasa ekonomisinde kullanılan kaynakların bir kullanım bedeli vardır.
- Gayrimenkul kıymetlerin kullanım bedeline kira, menkul kıymetlerin kullanım bedellerine de faiz denilmektedir.
- Faiz, menkul kaynak kullanım hakkı için kullanıcıdan alınan bir kiradır.
- Bugün para mal gibi kabul edilerek, pazardaki fiyatın serbestçe oluşmasına yol açılmıştır.
- **Nominal Faiz;** bankaların yıllık mevduata/krediye verdiği/aldığı yüzdelik orandır.
- **Reel Faiz;** enflasyonist ortamda, faizin gerçek değerini ifade eden orandır.
- **Efektif faiz;** mevduata veya krediye uygulanan bileşik faizin ortaya çıkardığı yeni faiz oranıdır.



# Faiz hareketi

- **Enflasyon:** Dolanımdaki para miktarıyla, malların ve satın alınabilir hizmetlerin toplamı arasındaki açığın büyümesinden ortaya çıkan ve fiyatların toptan yükselişi, para değerinin düşmesi biçiminde kendini gösteren ekonomik parasal süreç, hayat pahalılığı, fiyat şişkinliği olarak ifade edilebilir.
- ÜFE yada TÜFE ile ölçülür.
- **Devalüasyon:** Ulusal paranın yabancı paralar karşısındaki değerinin azalmasını ifade eder.
- **Revalüasyon:** Ulusal paranın yabancı paralar karşısındaki değerinin artmasını ifade eder.

# ÜFE, TÜFE

- **Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE):** Belirli bir referans döneminde ülke ekonomisinde üretimi yapılan ve yurtiçine satışa konu olan ürünlerin, üretici fiyatlarını zaman içinde karşılaştırarak fiyat değişikliklerini ölçen fiyat endeksidir.
- **Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE):** Tüketicinin satın aldığı belirli bir ürün ve hizmet grubunun fiyatlarındaki ortalama değişimleri gösteren bir ölçüttür.
- TÜFE, belirli bir yıl referans alınıp endeks 100 kabul edilerek hesaplanır.

# Katma değer, üretkenlik

- Belli bir üretim aşamasında o üretim süreci ile ürüne ilave olunan değere denir. Bir ürünün birim satış fiyatı (p) ile toplam birim maliyeti (D) arasındaki farktır ( $p - D = \text{Katma değer}$ ).
- **Üretkenlik (Prodüktivite):** Bir projede bir işletme faaliyetinde ortaya konan çıktılarla bu çıktıyı sağlamak için kullanılan girdiler arasındaki orandır.
- $\text{Üretkenlik} = \text{Çıktı} / \text{Girdi}$

# Kârlılık

- Bir dönemde bir işletme faaliyetinin sonucunda işletmenin kullandığı sermayenin ne ölçüde karlı kullandığını belirlemeye yarar.
- $\text{Karlılık} = \frac{\text{Toplam kâr}}{\text{Toplam sermaye}}$
- Not: kârlılık ile kâr farklı kavramlardır.
- Bir yatırımcı olsanız kârı yüksek (örneğin otomobil satıcısı yıllık 1 milyon kâr ediyor) kârlılığı yüksek olan (örneğin 10) firmaya ortak olursunuz?

# İstihdam ve işsizlik

- Ekonomide istihdam, üretim faktörlerinin üretime alınması anlamında kullanılır.
- Ama istihdam ifadesi ile daha çok işgücünün istihdamı yani üretime katılması olarak değerlendirilmektedir.
- Buna göre istihdam, çalışma yaşında olup da çalışma ve gelir sağlama kararında olan bireylerin hizmetlerinden yararlanmak üzere üretim faaliyetlerinde bulunmalarıdır.
- Bir ekonomide, çalışabilir yaşta olup da cari ücret seviyesinde çalışmak istemesine rağmen iş bulamayanlara işsiz denir. İşsiz sayısı bir ülkede eksik istihdam durumunun olduğunu gösterir. Tam istihdamda işsiz kalmaz.

# Yazılım Ekonomisi

Dr. Yunus Santur

# Yaşam Döngüsü Değerlendirme

- Gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin, bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilecek kalkınma düzeyinin sağlanmasıdır. (Brileşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu)
- Sürdürülebilirlik;; Ürünün yaşam döngüsü boyunca ekonomik, çevresel ve sosyal etmenler arasında eşit dengeyi sağlamayı hedefler.

# Yaşam Döngüsü Değerlendirme

- Bir ürün, proses ya da hizmet için kullanılan girdilerin, çıktıları ve diğer tüketimleri iyileştirme fırsatlarını değerlendiren bir araçtır.



# Yaşam Döngüsü

- Hammadde
- Üretim
- Nakliye
- Tüketim
- Bertaraf
- Geri Kazanım



# 6-re felsefesi

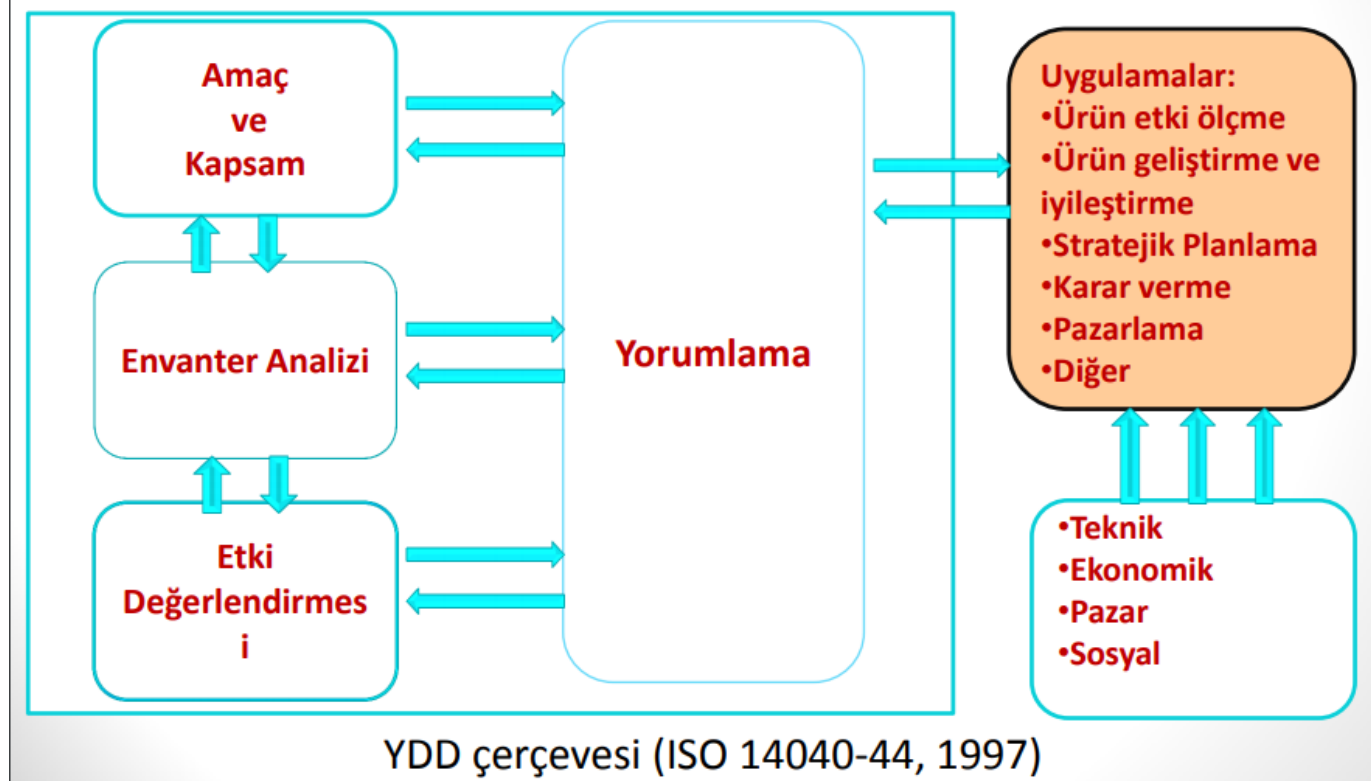
- 6-re felsefesi: Yazılım alanına uyarlayalım (ödev)
- Re-think
- Re-duce
- Re-place
- Re-cycle
- Re-use
- Re-pair

# Yaşam döngüsü amacı

- Kaynak tüketiminin azaltılması
- Çevresel etkilerin azaltılması
- Sosyal etmenlerin iyileştirilmesi
- Ekonomik ve çevresel faktörler arasında pozitif bağlantılar kurulması

# Yaşam döngüsü çerçevesi

- Yaşam döngüsü çerçevesi



# Neden

- İş stratejisi
  - Rekabet avantajı
  - Ürün kalitesini iyileştirme
  - Risk yönetiminin iyileştirilmesi
  - İmaj geliştirme
- Pazar
  - Pazar payını arttırma
  - Tedarik zinciri yönetme
- Mevzuatlar
  - Mevzuatlara uyumluluk ve cezai yaptırımlarla karşılaşmama

# Örnek

- (Butekom dan alıntılanmıştır.)
- Tekstil terbiye sektöründe temiz üretim için örnek model oluşturulması (detaylar verilmemiştir)
- Elektrik enerjisinde %29, suda %50, buharda %40, doğalgazda %34 iyileştirme sağlanmıştır.

# Yazılım sektöründen örnekler

- Aşağıdakiler arasında tercih yapılabilir.
  - Sabit personel-Hizmet alımı?
  - Yerel sunucular-Bulut sunucular?
  - Açık kaynak-Lisanslı yazılımlar?
  - Saha çalışması yapmak-Hazır veri seti kullanmak?
  - Versiyonlama yapmak-Yeniden yazmak?
  - Diğer?

# Yazılım Ekonomisi

Dr. Yunus Santur



# Faiz ve Nakit Akışı

- Faiz: Paranın zaman değeri
- Şu andaki bir miktar paraya sahip olmak, yakın gelecekte yatırım imkanı vereceğinden, paranın potansiyel kazanma gücü vardır.

$$P(i)$$

# Faiz Çeşitleri

- Basit faiz
- Basit faiz yaklaşımı, kazanılan faizin zamanın doğrusal bir fonksiyonu olduğunu kabul eder.
- Basit faiz yatırıma ayrılan bir para (A) için yatırımda geçen süre (s) ve işleyen faiz (f) oranında kazanılan faiz tutarıdır.

$$F = A \times s \times f$$

# Örnekler-basit faiz

## Örnek 1:

İlker 1000 lirasını bir yıl boyunca %10 faiz oranına sahip vadeli mevduat hesabına yatırmıştır. Bir yılsonunda İlker ne kadar faiz alır?

## Çözüm:

$$A = 1000$$

$$s = 1$$

$$F = a \times f \times s$$

$$f = \%10/yıl = 0,1/yıl$$

$$F = 1000 \times \%10 \times 1 = 100$$

İlker bir yıl sonunda 100 TL faiz alır.

## Örnekler-basit faiz

### Örnek 2:

Koray 5000 TL'sini üç aylığına senelik %8 getiriye sahip bir hesaba yatırmayı düşünüyor. Koray 3 ay sonunda ne kadar getiri elde eder?

### Çözüm:

$$A = 5000 \text{ TL}$$

$$F = A \times f \times s$$

$$f = (\%8)/\text{yıl}$$

$$s = 3 \text{ ay} = 3/12$$

$$F = ?$$

$$F = 5000 \times (\%8 \times 3)/12 = 5000 \times 0.02 = 100$$

Koray üç ay sonunda 100 TL getiri elde eder.

# Örnekler-basit faiz

## Örnek 3:

Emre 500 gün vadeli, senelik %12 faiz oranına sahip, 1000 TL nominal değerli finansman bonosundan 10 adet satın almıştır. Emre nominal değer üzerinden satın aldığı bonolardan vade sonunda ne kadar faiz alır?

## Çözüm:

$$A = 1000 \times 10 \text{ adet} = 10.000 \text{ TL}$$

$$f = \%12$$

$$F = A \times f \times s$$

$$s = 500/365 = 1,3699$$

$$F = ?$$

$$F = 10.000 \times (\%12 \times 500)/365 = 1.643,84$$

Emre 1.643,84 TL faiz alır.

# Bileşik faiz

- Dönem sonunda kazanılan faizin çekilmediğini ve otomatik olarak bir dahaki döneme ana para ile aktarıldığını varsayar. Bu şekilde biriken faize bileşik faiz denir.

Anapara =  $A$

Dönemlik faiz oranı =  $f'$

Dönem sayısı =  $d$

Faiz tutarı =  $F$

$$F = A(1 + f')^d - A$$

Dönemlik faiz oranı şu şekilde hesaplanabilir;

$$f' = f \times S$$

Senelik faiz oranı =  $f$

Her dönemin süresi =  $S$

# Bileşik faiz

- Förmülde A'yı ortak paranteze alarak sadeleştirebiliriz.
- $A * ((1+f')^d - 1)$

# Örnekler- bileşik faiz

## Örnek 1:

Elif senelik %7 faiz oranına sahip bir hesaba 10.000 TL yatırmaktadır. 3 yıl parasını bu hesapta tutan Elif süre sonunda ne kadar faiz kazanır?

## Çözüm:

$$A = 10.000 \text{ TL}$$

$$f = \%7$$

$$f' = \%7$$

$$Vade = 3 \text{ yıl}$$

$$S = 1 \text{ yıl}$$

$$d = 3$$

$$F = ?$$

$$F = A \times (1 + f')^d - A$$

$$F = 10.000 \times (1 + \%7)^3 - 10.000 = 10.000 \times (1.07)^3 - 10.000$$

$$= 10.000 \times 1.225043 - 10.000 = 12.250,43 - 10.000 = 2250,43 \text{ TL}$$



## Bileşik faiz python kodu

- Aşağıda python kodu verilmiştir. Dönem hesaplamasına (örneğin faiz yıllık ve dönem 3 ay ise 3/12 olacak) ve işlem önceliği için parantez kullanımına dikkat edelim.

```
#Bileşik faiz python
```

```
a=10000
```

```
d=3
```

```
f=0.07
```

```
x=a* ((1+f)**d -1 )
```

```
print(x)
```

```
2250.4300000000001
```

# Örnekler- bileşik faiz

## Örnek 3:

Serkan elinde bulunan 100.000 TL'yi senelik %10 getiriye sahip bir vadeli mevduat hesabına 6 aylık vadelerle üç yıl için yatırmıştır. Üç sene sonunda Serkan ne kadar faiz kazanmış olur?

## Çözüm:

$$A = 100.000$$

$$f = \%10$$

$$f' = \%12/2 = \%5$$

$$Vade = 3 \text{ yıl}$$

$$d = 6$$

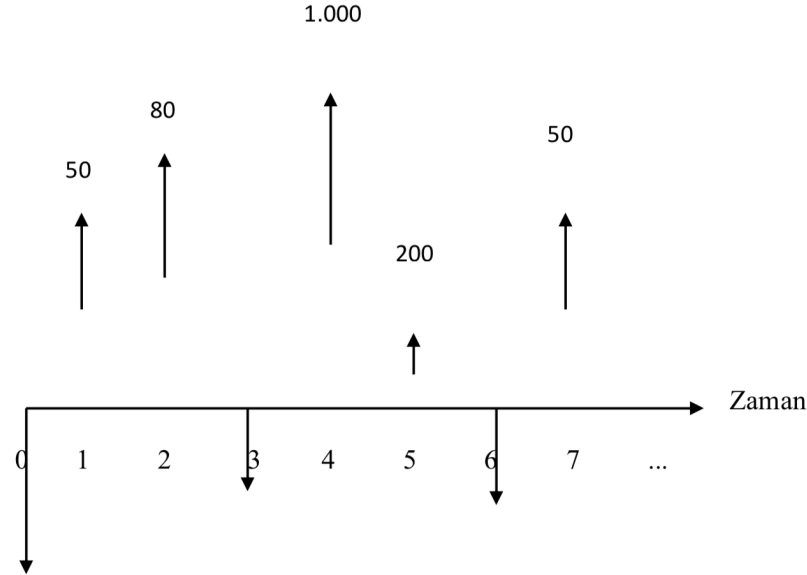
$$F = ?$$

$$F = a \times (1 + f')^d - A$$

$$\begin{aligned} F &= 100.000 \times (1 + \%5)^6 - 100.000 = 100.000 \times 1,3401 - 100.000 \\ &= 134.009,56 - 100.000 = 34.009,56 \text{ TL} \end{aligned}$$

# Nakit akış diyagramı

- Nakit akış diyagramı, üzerinde farklı zaman noktalarındaki nakitlerin oklarla gösterildiği bir zaman eksenidir. Nakitler dönem sonlarında gösterilirler. Bir dönemin sonu, bir sonraki dönemin başlangıcıdır. Daha büyük bir nakit, daha uzun bir ok ile gösterilir. Yukarı yönlü oklar genellikle kazançları, aşağı yönlü oklar ise maliyetleri gösterirler.



# Not

- Basit/bileşik faiz hesaplamalarında verilen formül doğrultusunda ana para, faiz oranı ve dönem verilerek faiz tutarı hesaplanmış/sorulmuştur. Faiz tutarı verilerek dönem ya da faiz oranı gibi problemlerde olabilir. Bakış açımız tek bilinmeyenli denklem olmalıdır.

# Yazılım ekonomisi

- Herhangi bir teknik problemin, teknik yönden ideal bir çözüme kavuşturulması yanında, bu çözümün işletmeye yükleyeceği maliyetlerle gelecekte yaratacağı ekonomik getirilerin karşılaştırmalı olarak analiz edilip değerlendirilmesi gerekir.
- Yatırımın geri gelme süresi?
- Sermaye için kredi kullanılması
- Fırsat maliyeti? (Girişim yapmak yerine tahvil yada faizde sermayenin değerlendirilmesi)

# Yararlanılan Kaynaklar

- [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/65964/mod\\_resource/content/0/2%20Basit%20ve%20Bile%C5%9Fik%20Faiz.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/65964/mod_resource/content/0/2%20Basit%20ve%20Bile%C5%9Fik%20Faiz.pdf)
- Mühendislik Ekonomisi: Cengiz Kahraman

# Yazılım Ekonomisi

Dr. Yunus Santur

# Yatırım ve Karar Süreçleri

- Yatırım, milli ekonomi açısından üretim mallarına (tesis, teçhizat ve stoklara) belli bir dönem süresince yapılan net ilavelerdir.
- Ekonominin üretim gücünü arttırmaya yönelik yatırımlara reel yatırımlar, ekonominin üretim gücünü arttırmayan yatırımlara ise reel olmayan yatırımlar (mali yatırımlar: hisse senedi, tahvil, bono, vb.) denir.
- Yatırım projesinin önemli unsurları; yatırım tutarı, ömrü, hurda değeri ve verimidir.
- Yatırım tutarı; proje ile ilgili satınalma veya üretim bedelleri, taşıma, montaj giderleri, vergiler, binalar, depolar, arazi için ödenecek bedellerdir.



# Yatırım Ömrü

- **Fiziki ömür:** Yatırımın fiilen üretimde kullanıldığı süre
- **Ekonomik ömür:** Yatırımın faydalı olmak üzere üretimde kullanılabileceği süre
- Yatırımın hurda değeri, yatırımın servisten çekildikten sonra alabileceği en son değeridir.
- Yatırımın verimi, yatırımdan beklenen minimum verimi ifade eder. Bu oran 1'den küçükse yatırım ret edilir.
- Üretici ve tüketicilerin pazarda buluşmasının teknik yönleri mühendislik ekonomisinin konularını oluşturur. Yatırımcı, pazarda talep edilebilir mal üretmelidir

# Riske göre yatırım

- 1) Risk almayan yatırımcılar
- 2) Risk alan yatırımcılar Risk almayan yatırımcılar: Tasarrufçular; risksiz yatırım için hazine bonosu veya tahvil alırlar, vadeli mevduatta düşük faiz gelirlerini yeterli bulurlar.

# Risk Alan Yatırımcılar

- **Endüstriyel yatırımcılar:** Birikimlerini sanayi/fabrika yatırımlarında değerlendirmek isteyen müteşebbislerdir.
- **Menkul kıymet yatırımcıları:** Bir projeyi gerçekleştirme yerine mevcut tesislerin çıkardığı, tahvil ve hisse senetlerini alırlar.
- **Spekülatörler:** Spekülasyon gelecek kar beklentileri için pozisyon almadır. Mal ve hisse senetleri üzerinde etkilidirler.
- **Arbitrajcılar:** Bir varlığı ucuz olan piyasadan alıp, pahalı olduğu piyasada satarlar.
- **Risk sermayedarları:** Genelde ileri teknoloji yatırımlarının başlangıcında hisse ve imtiyaz alırlar, risk büyük olduğu için beklenen kar oranı yüksektir, hisseler yükseldiğinde satarlar. Türkiye’de henüz yoktur.

# Mühendis ve Mühendislik

- Mühendis, bilim insanlarının ürettiği teorik bilgiyi tekniker ve teknisyenlerin uygulayabileceği pratik bilgiye dönüştüren kişidir.
- Mühendis, bilimin bulgularını değerlendirip onu toplum yararına sunan veya bazı değişikliklerle günlük hayatta kullanılabilir şekle sokan kişidir.
- Mühendislik, bilim ve matematiksel prensipleri, tecrübe, karar ve ortak fikirleri kullanarak insana faydalı ürünler ortaya koyma sanatıdır.
- Mühendislikte çeşitli seçenekler mevcuttur; araştırma, tasarım, analiz etme, geliştirme, test etme ve pazarlama gibi.

# Mühendislik görevleri

- Mühendislik görev ve sorumlulukları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:
  - Teknik görevler
  - Ekonomik görevler
  - Mali görevler
  - Hukuki görevler
  - İdari görevler
  - Sosyal görevler

# Mühendislik Ekonomisi

- Herhangi bir teknik problemin, teknik yönden ideal bir çözüme kavuşturulması yanında, bu çözümün işletmeye yükleyeceği maliyetlerle gelecekte yaratacağı ekonomik getirilerin karşılaştırmalı olarak analiz edilip değerlendirilmesi gerekir.
- Mühendislik ekonomisi, teknik projelerin masraflarının ve gelirlerinin sistemli bir şekilde değerlendirilmesidir.
- Mühendislik çalışmalarında alternatifler, genellikle satın alma maliyeti ya da ilk yatırım maliyeti, çalışma ve teknolojik ömür, yıllık bakım ve işletme maliyetleri, hurda değeri, yatırımın geri kazanım süresi ve faiz oranı gibi analiz parametreleri arasındaki farklılıklardan oluşurlar.

# Mühendislik Ekonomisi

- Mühendislik ekonomisi, alternatif yatırımlar için ihtiyaç duyulan bilgileri toplayan ve analiz ederek alternatifler arasından uygun olanı seçmeye çalışan ekonomi bilimidir.
- Mühendis, ilgilendiği sahayla ilgili olarak araştırmak, tanımlamak, alternatifleri ortaya koymak ve uygun olanını seçmek üzere proje tasarlar.
- Projenin teknik yönü ve mali yönü ayrı ayrı belirtilmelidir. Hazırlanan projeler geleceğe yöneliktir ve her proje bir mal ve hizmet üretimini amaçlar.
- Projeler bir anlamda yatırım demektir.

# Ekonomik Karar

- Etkinlik işi doğru yapmak, etkenlik ise doğru işi yapmaktır.
- Karar almada doğru iş ya da problem belirlenir ve tanımlanırsa işletme hedeflerine kolayca ulaşılabilir.
- Karar, sonunda şüphelerin, tartışmaların son bulduğu, seçilen yolun uygulamaya başlandığı bir mantıksal sürecin nihai ürünüdür.
- Karar verme ise, alternatifler arasından seçim yapmaktır.
- Karar verme süreci, ilgili problem konusundaki neden-sonuç ilişkisine bağlı olarak sonuçlanır. Bu bakımdan karar, karar alıcıların ve işletme yönetiminin karakterini yansıtır.



# Ekonomik Karar

- Mühendislik ekonomisinin amacı mühendislik problemlerinin çözümünde, mühendislik hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde planlı ve gerçekçi bir tutum izlemek, bu çalışmalara dayanarak akılcı kararlar üretmek ve uygulamaktır.
- Planlı yaklaşım önce mühendislik hizmetlerine duyulan gereksinimleri ve bunları karşılamaya yarayacak potansiyel olanakları belirleme işi ile başlar.
- Daha sonra da, belirlenen hedeflerin eldeki olanaklarla gerçekleştirilmesinde düşünülebilecek olası çözüm seçeneklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

# Ekonomik Karar- Planlama

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

# Karar Modelleri

- Tahmin modelleri
- En küçük kareler yöntemi
- Karar ağacı modeli
- Oyun teorisi
- Doğrusal programlama
- Tam sayılı programlama
- Taşıma modelleri
- Tahsis modeli
- Dinamik programlama
- Doğrusal olmayan programlama
- Stok kontrol yöntemleri
- Kuyruk modelleri
- Simülasyon modelleri
- Proje programlama modelleri - CPM-PERT
- Proje değerlendirme modelleri - Mali analiz
- Başabaş analizi modeli – Duyarlılık analizleri
- Diğer sayısal modeller

# Hedefler

- Bir işletmenin hedefleri aşağıdaki unsurları içerebilir: kar, karlılık, üretim miktarı, üretkenlik, satış miktarı, satış geliri, maliyetler, yatırımlar.
- Hedeflerin gerçekleştirilmesinde kullanılacak olası kaynaklar işgücü, malzeme, makine ve metot/bilgidir (temel üretim faktörleri).
- Karar verme iki aşamalı bir süreçtir: birinci aşama karar vermeye giden yolun belirlenmesi, ikinci aşama ise kararın uygulandığı ve sonuçların izlendiği yoldur.
- Karar verme süreci kararın verilmesi ile sona ermez; bu kararın hangi düzeyde sağlıklı olduğu, sonuçlarının ve amaçlara uygunluk düzeyinin değerlendirilmesi, hata söz konusu ise bu hatanın neden kaynaklandığının belirlenerek yeni bir karar verme sürecinin başlaması şeklinde süreç devam edebilir.

# Karar Aşaması

- Karar aşamasında bilimsel yöntem uygulanır ve bu aşağıdaki aşamalardan oluşur:
- Problemin tanımlanması
- Tüm olası seçeneklerin ve sonuçların listelenmesi
- Her seçeneğin her olay için elde edeceği sonuçları gösteren kayıp-kazanç tablosunun oluşturulması
- Bir karar modelinin seçilmesi
- Seçilen modelin uygulanması
- Uygulanan model sonucunda uygun seçeneğin seçilerek karar verilmesi.

# Karar Aşamasını Belirleyen Faktörler

- Karar aşamasında birçok faktör etkili olmakla birlikte bunlardan en önemlileri para, zaman ve risktir. Para ve zaman faktörü birlikte değerlendirilerek risklerin azaltılması ve işletme amaçlarının gerçekleştirilmesi mümkün olabilir.
- Karar ortamı karar almayı, yöntemleri ve uygulama sürecini etkileyen önemli bir parametre olup, bununla ilgili üç olası durum sözkonusudur:
- **Belirlilik:** Karar ortamı ile ilgili parametreler bilinen değerlere sahiptir
- **Risk:** Parametrelerin alabilecekleri olasılık değerleri biliniyor
- **Belirsizlik:** Karar ortamında gelecekteki olayların olasılıklarını belirlenmesi imkansızdır.

# Risk ve Belirsizlikler

- Gelecekteki belirsizlikler ve bu belirsizliklerin yarattığı risk faktörü ekonomik karar oluşturma sürecinin odak noktasını oluşturur.
- Belirsizlik altında karar için aşağıdaki ilkeler geçerlidir:
- **Maksimizasyon ilkesi:** Eldeki ekonomik olanaklarla mümkün olan en yüksek ekonomik sonuca ulaşmaktır.
- **Minimizasyon ilkesi:** Belirlenmiş bir hedefe en az kaynak kullanımıyla ulaşmayı ifade eder.
- **Optimizasyon ilkesi:** Sınırlı kaynaklar ve koşullar altında mümkün olan en iyi ve en ekonomik sonucu gerçekleştirmektir.

# Risk Altında Karar

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



# Risk Altında Karar Kriterleri

- Risk altında karar vermede kullanılan dört temel teknik vardır:
  - beklenen değer karar kriteri
  - maksimum olasılık kriteri
  - beklenen fırsat kaybı (pişmanlık) karar kriteri
  - karar ağacı

# Belirsizlikler

- Muhtemel belirsizlikleri kaynakları aşağıdaki nedenlere dayanabilir:
  - Amaç belirleme
  - Kısıt koşullarının gelecekte değişmesi
  - Şansa bağlı ve rasgele olayların ortaya çıkması
  - Projeden etkilenebilecek grupların/bireylerin beklenmeyen, önceden hesaplanamayan tepkileri
  - Beklenmedik teknolojik gelişmelerin ortaya çıkması

# Ekonomik Belirsizlik İlkeleri

- Buna göre ekonomik belirsizlikler 3 grupta toplanabilir:
  - Karar modeline ilişkin belirsizlikler
  - Parametre ölçümünde ve tahminlerindeki belirsizlikler
  - Doğal, ekonomik ve sosyal olaylardaki belirsizlikler
- Belirsizlikleri ve dolayısıyla risk faktörünü tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir.

# Karar Ekonomisi

- Karar ekonomisinin gerçekleştirilmesinde aşağıdaki disiplinlerden yararlanır:
  - Makro ve mikro ekonomi
  - Mühendislik
  - İşletme ve muhasebe
  - Matematik ve istatistik
- Bir mühendislik probleminin çözümünde alınacak ekonomik kararlar:
  - Makina-teçhizat ve süreç seçimi kararları
  - Makina-teçhizat yenileme kararları
  - Yeni ürün geliştirme ve kapasite artırımı kararları
  - Maliyet düşürme kararları
  - Kalite iyileştirme kararları Servis geliştirme kararları

# Alınabilecek Kararlar

- Makine-teçhizat ve süreç seçimi kararları
- Yeni ürün geliştirme
- Kapasite arttırımı
- Maliyet düşürme
- Kalite iyileştirme
- Servis geliştirme

# Maliyet-Kâr İlişkisi

- İşletmelerin temel amacı işletme karının enbüyüklenmesidir. İşletmenin varlığı bu amacını gerçekleştirme düzeyine bağlıdır. İki tür maliyet vardır;
- a) Sabit Maliyetler: İşletmede üretime bağlı olmaksızın meydana gelen ve değişmeyen giderlere sabit maliyetler denir; amortismanlar, tükenme payları, zamana bağlı işçilikler, genel üretim giderlerinin bir bölümü, yönetim ve pazarlama giderlerinin sabit bölümü, finans giderleri, emlak vergileri, sigorta giderleri, kiralar, genel giderler.
- b) Değişken Giderler: Üretim miktarı ile artan veya azalan, üretim olmadığı zaman oluşmayan giderlerdir; birim başına direkt işçilik, hammadde, enerji, yönetim ve pazarlama giderlerinin değişken kısımları.

# Gelecek dersler

- 13.slaytta yer alan yöntemlerle pratik örnekler anlatım ve çözüm şeklinde gerçekleştirilecektir (en küçük kareler, doğrusal regresyon gibi)
- Yararlanılan kaynaklar: Karadeniz teknik üniversitesi, mühendislik ekonomisi ders notları

# Yazılım Ekonomisi

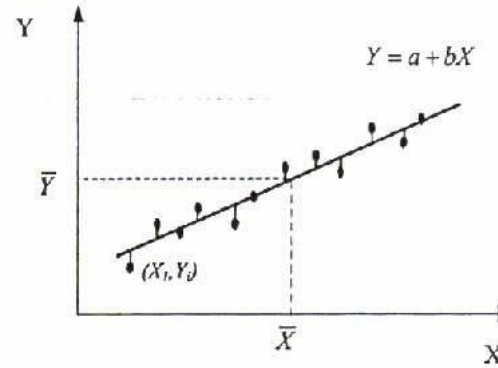
Dr. Yunus Santur



# Tahmin Modelleri

- **En küçük kareler yöntemi (Regresyon)**, birbirine bağılı olarak değişen iki fiziksel büyüklük arasındaki matematiksel bağlantıyı, mümkün olduğunca gerçeğe uygun bir denklem olarak yazmak için kullanılan, standart bir regresyon yöntemidir. ... Gauss-Markov Teoremi'ne göre **en küçük kareler yöntemi**, regresyon için optimal yöntemdir.

Enküçük Kareler Yöntemi:

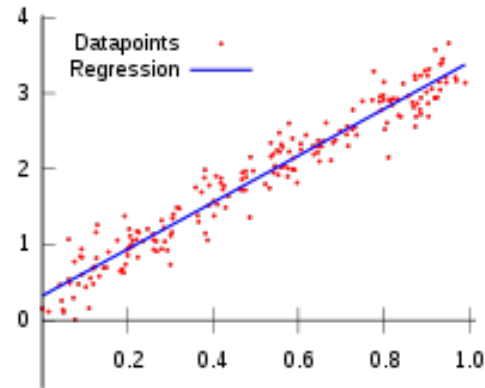


$$Y = a + bX$$

# Regresyon analizi

- Hem tahmin, hem korelasyon (bağımsız x ile bağımlı y değişkeni arasındaki bağımlılık) bulunmasında kullanılır.
- Örnek
  - Bir mobil uygulama app reklam tıklanma sayısı ile indirilme sayısı arasındaki ilişki

**Korelasyon:** X bağımsız değişken ile, Y bağımlı değişken arasındaki hata oranını ifade eder. A ve b ise regresyon katsayılarını ifade eder.



$$Y = a + bX$$

# Regresyon Analizi

- Formülizasyon:
  - N gözlem sayısı
  - r: 0-1 aralığında değer alır, >0.5 olması gerekir.

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

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

Korelasyon katsayısı:

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

- Soru:  $x$  ve  $y$  aşağıdaki verildi ise, eğri formülünü bularak grafikte gösterin
- $X=[0, 1, 2, 3, 4]$
- $Y=[4, 8, 10, 13, 15]$

# Çözüm

- Çözüm için sizlere excel belgesi verilmiştir.

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

$$b = \frac{5 \times 127 - 500}{5 \times 30 - 10^2} = 2.7$$

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

$$a = \frac{50 - 2.7 \times 10}{5} = 4.6$$

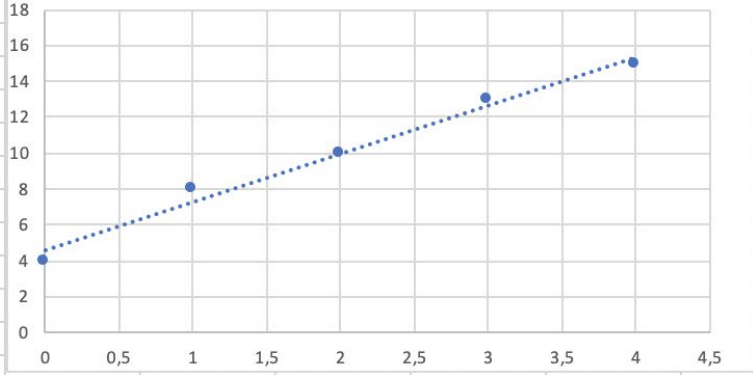
**Doğru denklemi**

$$Y = 4.6 + 2.7 X$$

# Çözüm-devam

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	X	Y	$X_i$	$Y_i$	$X_i Y_i$	$X_i^2$		$x'$	$y'$	$x_i^2$	$y_i^2$
2		0	4	10	50	127	30	-2	-6	4	36
3		1	8					-1	-2	1	4
4		2	10					0	0	0	0
5		3	13					1	3	1	9
6		4	15					2	5	4	25
7		2	10							10	74
8											
9	b		2,7								
10											
11											
12	a		4,6								
13											
14	r		0,99253974								
15	r2		0,98513514								
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											

Grafik Başlığı  $y = 2,7x + 4,6$   
 $R^2 = 0,9851$



# Sonuçları yorumlamak

- R: 0-1 ile arasında değer alacak
  - 1 olursa overfitting (aşırı uyum, gözlemler üzerinde iyi çalışır ama yeni veriler üzerinde etkin tahmin yapamaz)
  - 0 veya çok yakın olursa underfitting (eksik uyum, korelasyon yada tahmin için yeterli veri yok)
- Tahmin
  - Bu örnek için  $x=10$  değeri geldiğinde Y tahmini?
  - $y=4.6 + 2.7x$  olduğuna göre
  - $Y=4.6 + 2.7 \times 10 = 31.6$  olur.

# Örnek

- Gerçekleştirilen bir stok takip otomasyonu için 3-ay süresince mağazalar ile gerçekleştirilen toplantı sayısı (x) ve satın alma sayısı (Y) aşağıdaki gibidir
- Toplantılar: [3, 5, 10, 12, 14, 9, 16]
- Satış sayısı: [1, 1, 5, 4, 6, 4, 7]
- buna göre:
  - a) en küçük kareler ile tahmin yaparak  $r^2$  yorumlayınız.
  - b) Bir sonraki ay 25 toplantı gerçekleştirilir ise muhtemel satış sayısını tahmin edin.



# Çözüm

## Adımlar:

- 1) x ve y değerlerini excele satırlar halinde yerleştirin
- 2) Verileri seçerek ekle -> grafik -> dağılım grafik türünü seçin
- 3) Grafik öğesi ekle -> Eğim çizgisi -> Doğrusal
- 4) Çift tıklayıp eğim çizgisini biçimlendir
  - 1) Denklemi görüntüle
  - 2)  $r^2$  görüntüle seçerek excele çözdürebilirsiniz.

- $r^2 = 0.94$  olduğu için korelasyon güçlüdür. Yani toplantı sayısı ile satış sayısı arasında güçlü bir ilişki olduğu varsayılır.
  - Aynı zamanda örneklerimiz eğri etrafında yani tahmin için kullanılabilecek etkin bir tahmin modeli oluşturduğumuzu varsayabiliriz.
- $Y = -0.797 + 0.5233 * X$  olduğundan 25 toplantı yapıldığında, 12.2 yani 12 satış yapılacağını modele uygun olarak tahmin ederiz.

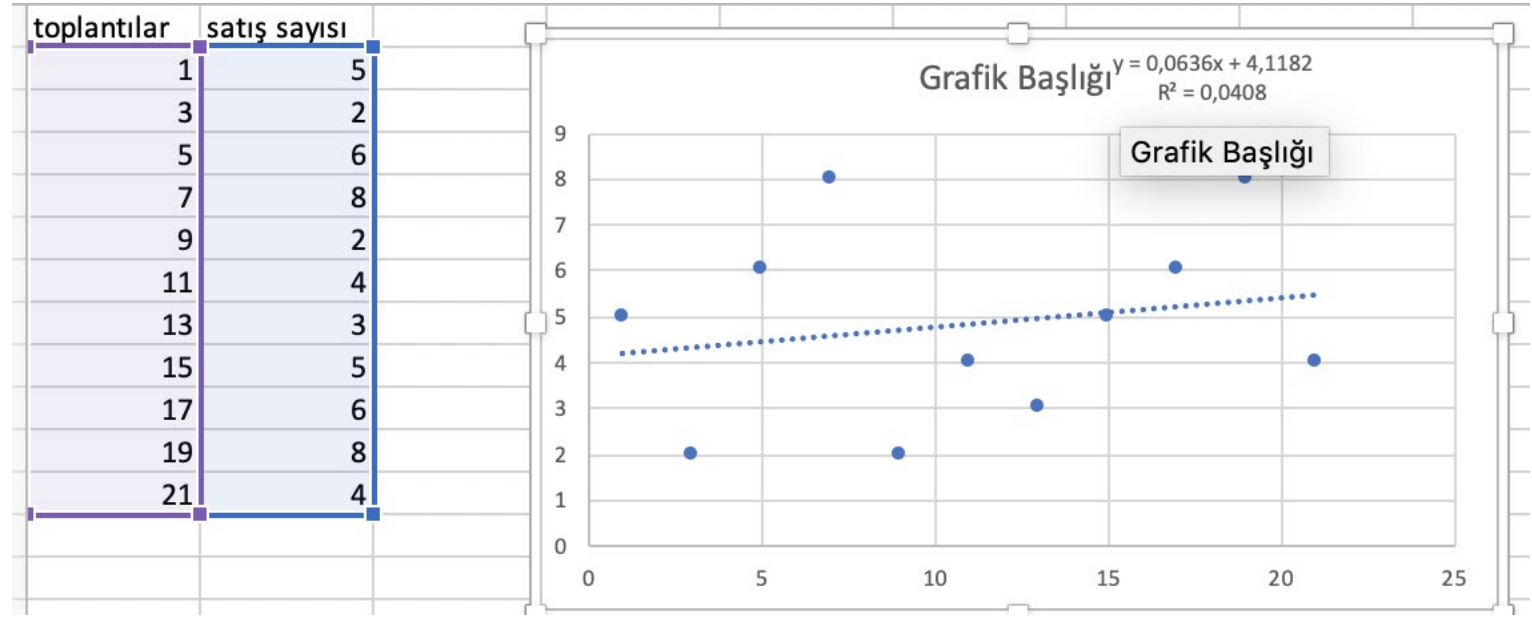
### Grafik Başlığı

$y = 0,5233x - 0,797$   
 $R^2 = 0,9485$

x	y
3	1
5	1
9	4
10	5
12	6
16	7

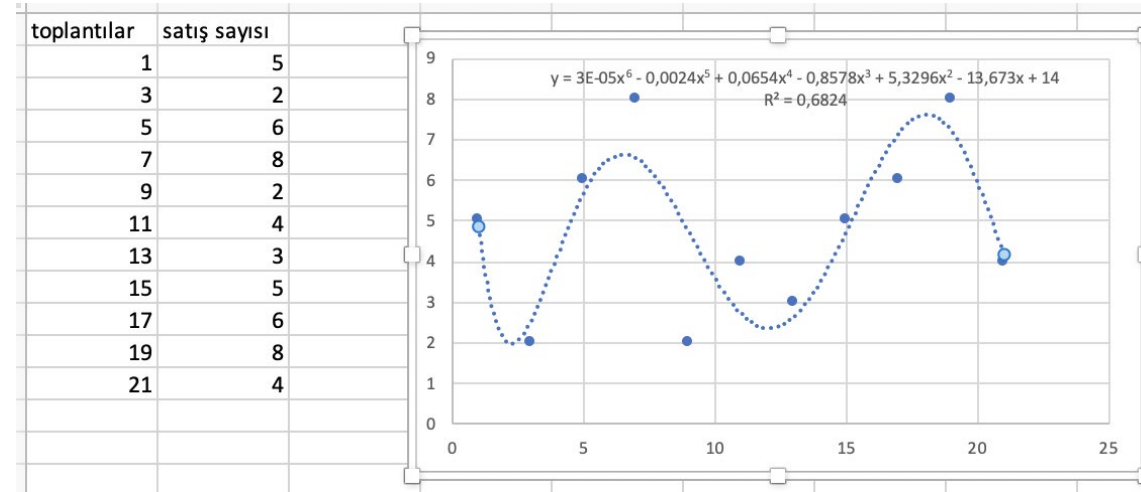
# Korelasyon yorumlama

- Aşağıdaki örneği inceleyip yorumlayalım.
- $r^2$  sıfıra çok yakın, korelasyon olduğunu söylemek çok güç, yada yeterli veriye sahip değiliz.
  - Karar: Gözlem, deney sayısı yeterli olduğu halde  $r^2$  1'den uzak ise bu yöntem/süreç işletme ve mühendislik açısından sorgulanmalıdır.
  - Bu modele göre yeni x değeri üzerinde tahmin yürütmek anlamlı değildir.



# Overfitting konusu

- Aşırı uyumu ifade eder. Etkili bir modelden ziyade eldeki mevcut verileri ezberleyerek eğri/model oluşturur. Yeni veriler üzerinde tahmin yürütmekte başarılı olamaz.
  - Bir önceki örnek için doğrusal yerine, polinomial eğri seçer ve derecesini yükselterek bunu görebilirsiniz.
  - 6. dereceden polinomial seçtiğimiz halde anlamlı bir eğri yok ve  $r^2$  0.6 oldu



# Çok boyutlu regresyon

- Örneklerimiz tek bağımsız (x) ve buna bağlı (Y) değişkenlerinden oluşmaktaydı.
- Gerçek dünyada birden fazla parametre olabilir.
- Örnek senaryo: emlak yazılımı geliştirdiğimizi varsayalım, yazılım evin konum, m<sup>2</sup>, oda sayısı, bulunduğu kat, bina yaşına göre adaptif en iyi fiyatı belirlesin.

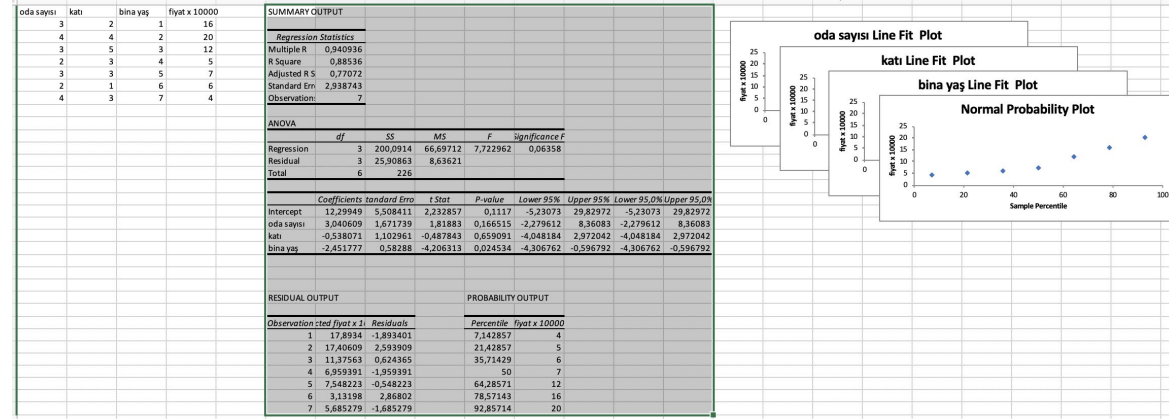
$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k$$

# Çoklu regresyon

- Adımlar

- Veri penceresi -> Veri çözümü -> Regresyon (yükü değilse araçlar -> eklentiler: Çözümleyici araç takımı)
- Bundan sonraki adımlar, y ve x girişlerini seçmek. (etiketler, çıkış, plot seçili olmalı)
- $r^2$  0.88 olduğu için anlamlıdır ve tahmin için kullanılabilir.

oda sayısı	kati	bina yaş	fiyat x 10000
3	2	1	16
4	4	2	20
3	5	3	12
2	3	4	5
3	3	5	7
2	1	6	6
4	3	7	4



# Tartışma-1

- Böyle bir modelde kullanılabilecek veri türleri önemlidir. Elde edilen denklemde girişlerdeki sayısal değerler doğrudan kullanıldığı için sonuç üzerinde etkilidir.
- Örneğin plaka numarası şehri belirtir ama sayısal büyüklük olarak ele alınmamalıdır! Değişken türleri
  - Sayısal değerler (normalize edilerekte kullanılabilir)
  - Metin verileri (vektörleştirme yapılarak sayısal hale getirilir)
  - Kategorik değişkenler: Boolean seçilebilir (cinsiyet, plaka, katın ara kat olması veya olmaması gibi)
    - **One-hot encoding:** Çok boyutlu boolean gibi düşünülebilir, örneğin binanın bulunduğu kat.

1.kat	2.kat	3.kat	4.kat
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	0	1

- Bu veri seçimleri, normalizasyon, dönüştürme, eksik veri model başarımlarını doğrudan etkiler.

# Tartışma

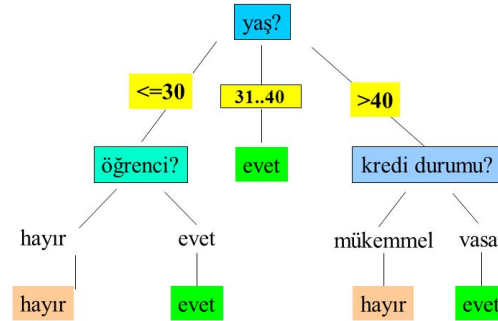
- Tahmin Modelleri
  - Danışmanlı öğrenme
    - Sayısal model oluşturma
    - Tahmin (kanser teşhisi)
  - Danışmansız öğrenme
  - Pekiştirmeli öğrenme
- Optimize edilmesi, en uygun yöntemin seçilmesi, overfitting/underfitting gibi hepsi ve daha fazlası yapay zeka, makine öğrenmesi dersi konularıdır.



# Karar ağaçları

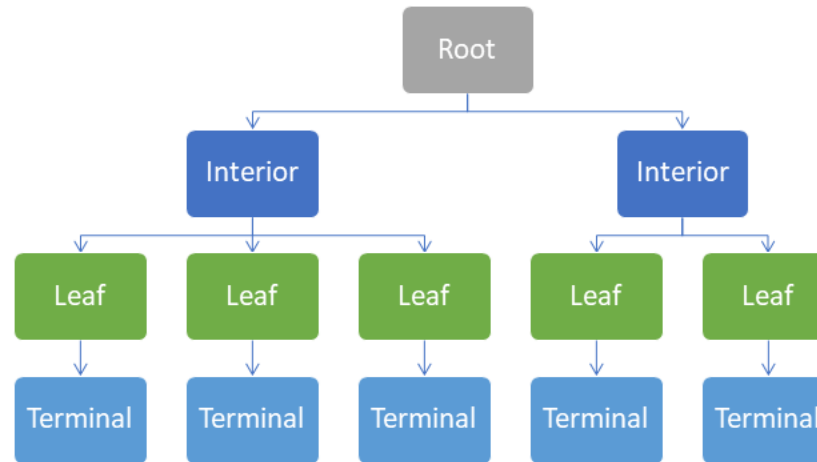
- Kural tabanlı (if-else yapıları ile) kodlanabilecek çok durumlu karar vericiler olarak düşünülebilir. Kompleks karar ağaçları makine öğrenmesi altında topluluk öğrenme algoritmalarında da kullanılabilir.
- Aşağıdaki gibi bir karar ağacı yapısı bir işletmenin önceden belirlenen planlar doğrultusunda karar vermesi için kullanılabilir.
  - İşe alınacak eleman firma için uygunmu?
  - Faiz kullanmak/yatırım yapmak 1 yıl sonra işletme için verimli olacak mı?

## Örnek Karar Ağacı



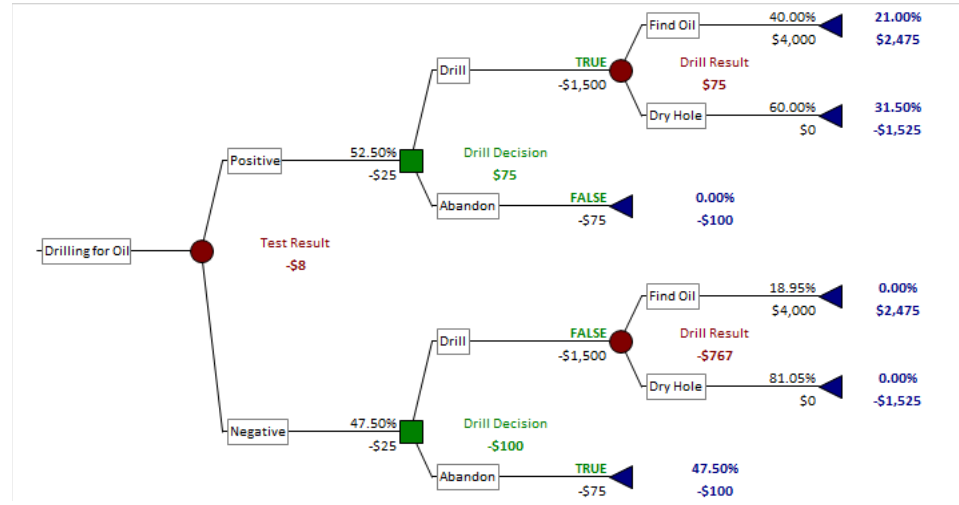
# Karar ağaçları

- Yapı olarak kök, dal ve yapraklardan oluşurlar. Tahmin mdoeli açısından terminal nihai sonuçlardır (kredi verilebilir yada verilemez.)
  - Karar ağacı enine/boyuna büyüyen şekilde oluşturulabilirler.
  - Ağaç oluşturma, ağaç üzerinde arama algoritmaları veri yapıları dersinin konusudur.



# Karar ağacı

- Karar ağaçları bir önceki örnekte olduğu gibi sadece kategorik sonuç elde etmek için değil, sayısal değerler elde etme de kullanılabilirler. Seçilen dallara göre (burada bir test sonucu vs olabilir) sayısal değerlerle ağırlıklandırılıp, numerik sonuçlarda elde edebilirler.
  - Yaprak değerleri EKK veya çok boyutlu regresyon olabilir.



# Dinamik programlama

- Doğrusal programlama nedir?

•

Dinamik programlama:

- 12.yansıda doğrusal regresyon başarılı olmadığı bir problem verilmişti (değişkenler rastgele seçilmişti)
- Dinamik programlama  $n$  durum arasında  $(m+1)$  bağlantı kurarak çok aşamalı karar süreçlerinde kullanılır.
- Problemi aşamalar halinde çözerek nihai çözüm bulmaya çalışır.
  - dağıtım ağında en uygun ve en az maliyetli rotalama probleminin çözülmesi (Dijkstra)
  - Optimalite (en uygunluk) gibi amaçlarla işletmelerce yaygın olarak kullanılmaktadır.

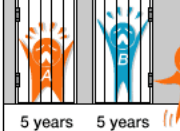

# Oyun Teorisi

- **Oyun teorisi** veya **Oyun kuramı**, istatistik, sosyal bilimler (en fazla ekonomide olmak üzere), biyoloji, mühendislik, siyasi bilimler, bilgisayar bilimleri (temel olarak yapay zekâ çalışmaları üzerinde) kullanılan meşhur teoridir. Oyun teorisi, bireyin başarısının diğerlerinin seçimlerine dayalı olduğu seçimler yapması olan bazı *stratejik durumların* matematiksel olarak davranış biçimlerini yakalamaya çalışır (**wikipedia**)
- **Sıfır toplamlı model:** Bu modelde, taraflardan birinin kazancı doğrudan bir diğerinin kaybı anlamına gelmektedir. Soğuk savaş döneminde büyük güçler açısından bu tür bir ilişki var. Böyle bir durumda dahi taraflar kendi açılarından en rasyonel stratejiyi bulmaya çalışırlarsa birisi "en iyisini" seçerek bir denge noktasını yakalayabileceklerdir.
- **Sıfır toplamlı olmayan model:** Bu model, taraflar yine esas olarak birbirlerine rakip olmakla beraber, her iki tarafın da kârlı olabileceği denge durumları söz konusu olabilmektedir. Oyun teorisinin uluslararası politikaya uyarlanması konusunda üçüncü çabalar Thomas C. Schelling'in çalışmaları olmuştur.

# Oyun teorisi

- Örnek: oyun toerisi ve sürücüsüz arabalar, olasılıksal süreçleri değerlendirmek, mevcut durumları ortaya koymak için karar matrisleri kullanılır.
  - Örnekler:
    - 1) Mahkumlar çıkmazı: Prisoners Dilemma
    - 2) sürücüsüz araba ile yayanın davranış olasıkları

**Prisoners' dilemma**

	prisoner B	
	confess	remain silent
prisoner A	confess	 5 years 5 years 0 year 20 years
	remain silent	 20 years 0 year 1 year 1 year

© 2006 Encyclopædia Britannica, Inc.

		B. Car	
		Go	Stay
A. Pedestrian	Go	0, 2	3, 1
	Stay	1, 3	0, 0

		B. Autonomous Car	
		Go	Stay
A. Pedestrian	Go	3, 0	3, 1
	Stay	0, 3	0, 0

# Oyun Teorisi

- Mahkumlar çıkmazı
  - Suç işleyenleri polislerle ayrı sorgu odalarında; birbirlerinin ne söyleceğinden habersiz olan bu iki suçluya suçlarını itiraf ettirmek için baskı kurmaktadırlar. (<http://www.gokii.net/2017/02/oyun-teorisi-the-game-theory/>)
  - Şüpheliler ikisi de suçlarını itiraf ederlerse 5' er yıl hapse mahkum olacaklardır.
  - Her ikisi de suçlarını inkar ederlerse ruhsatsız silah taşımaktan 1 yıl hapse mahkum olacaklardır.
  - Biri suçu itiraf ederken diğeri susarsa; itiraf eden mahkemeye yardımcı olmaktan serbest bırakılırken öteki 20 yıl hapis cezası alacaktır.
- Suçlular birbirlerine güvenmedikleri için; diğerinin kararı ne olursa olsun, kendilerini daha kötü duruma getirmeyecek olan baskın stratejiyi seçerken, daha az mahkûmiyetle kurtulacakları stratejiyi ( daha kazançlı olan stratejiyi ), çıkmaza düştüklerinde; terk etmektedirler...
-

# Yazılım Ekonomisi

Dr. Yunus Santur



# Yazılım Maliyet Tahminleme

- **Amaç:** Bir işletme yada mühendis olarak istenen bir proje için yazılım maliyet ve teslim süresi tahmini yapmak.
- Bir önceki hafta gördüğümüz tahmin yönteminde olduğu gibi %100 doğruluktan bahsedemeyiz.
-

# Maliyeti etkileyen genel faktörler

- Doğrudan etkileyen faktörler
  - Donanım, yazılım maliyetleri
  - Personel maliyeti
- Dolaylı olarak etkileyen faktörler
  - Kira, elektrik, muhasebe

# Maliyet etkileyen faktörler

- Fiyat teklifi yaparken
  - Pazar durumu: Rekabet durumumuz
  - Kontratta bulunan müşteri talepleri
  - Re-useability
  - Belirsizlikler
  - Yazılım lisansları
  - Üretkenlik (Yazılımın türü ve kritikliği)
    - Gerçek zamanlı sistem, e-ticaret- yapay zeka, robotik
  - Doğrudan etkileyen faktörler
    - Personel
  - Dolaylı etkileyen faktörler
    - Kira, elektrik, muhasebe

# Ölçülebilecek yöntemler

- Proje kaç satır kod ile gerçekleştirilebilecek
  - Line of code (en basit, ilkel yöntemlerden)
  - *(satır sayısı yakın olanlar için yakın tutarda satış miktarı)*
- Etkileyen faktörler
  - Programcının verimliliği
  - Kullanılan programlama dili, tecrübe

	Analysis	Design	Coding	Testing	Documentation
Assembly code	3 weeks	5 weeks	8 weeks	10 weeks	2 weeks
High-level language	3 weeks	5 weeks	8 weeks	6 weeks	2 weeks
	Size	Effort	Productivity		
Assembly code	5000 lines	28 weeks	714 lines/month		
High-level language	1500 lines	20 weeks	300 lines/month		

# Fonksiyon modül sayısı

- Line of Code benzer, satır sayısı yerine, modül/ekran/fonksiyon yada girdi/çıkıktı sayısı gibi parametler hesaplar.
  - $LOC = a * n$ 
    - $a \Rightarrow$  ağırlık faktörü
    - $n \Rightarrow$  fonksiyon sayısı
- Katsayıların seçimi ile ilgili ortak bir standart yada pi sayısı gibi bir sabit yoktur. Pazardaki veya işletmede yer alan mevcut yazılım ve tecrübeler doğrultusunda seçilebilir. Önemli olan tablonun genel mantığıdır.

Computing FPs

Measurement Parameter	Count		Weighing factor		
			Simple Average Complex		
1. Number of external inputs (EI)	32	*	3	4	6 = 128
2. Number of external Output (EO)	60	*	4	5	7 = 300
3. Number of external Inquiries (EQ)	24	*	3	4	6 = 96
4. Number of internal Files (ILF)	8	*	7	10	15 = 80
5. Number of external interfaces(EIF)	2	*	5	7	10 = 14
Count-total →					618

# Object points

- Fonksiyon/metot/ekran sayısından daha özele giren bir kavramdır. Bu sefer ekranda yer alan input, buton sayısını çarpan olarak kabul ediyoruz.
- Fakat tasarım aşamasında input sayısını tam olarak kestiremeyebiliriz.

# Maliyet hesaplamayı olumsuz etkileyebilecek faktörler

- Modüller eş değer zorlukta/kalitede değildir.
- Çalışma ortamı verimliliği etkileyebilir.
- Teknoloji desteği, dokümantasyon süreci.
- İşlem, yazılım kalitesi, testler.
- Donanım kaynaklarının verimliliği.

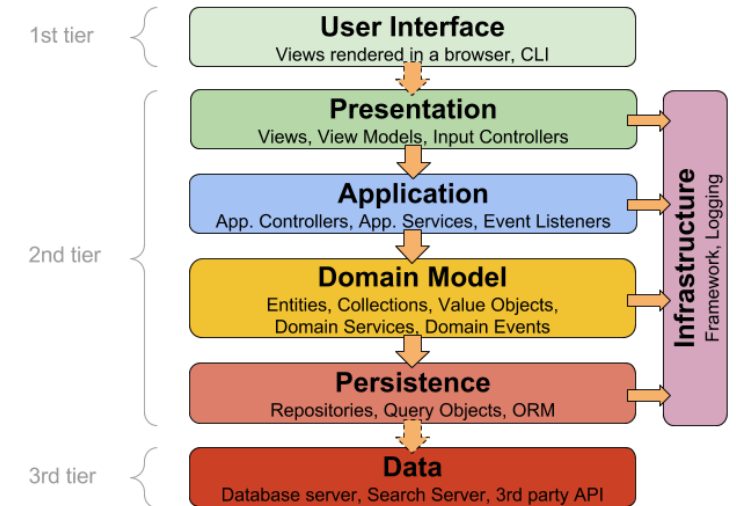
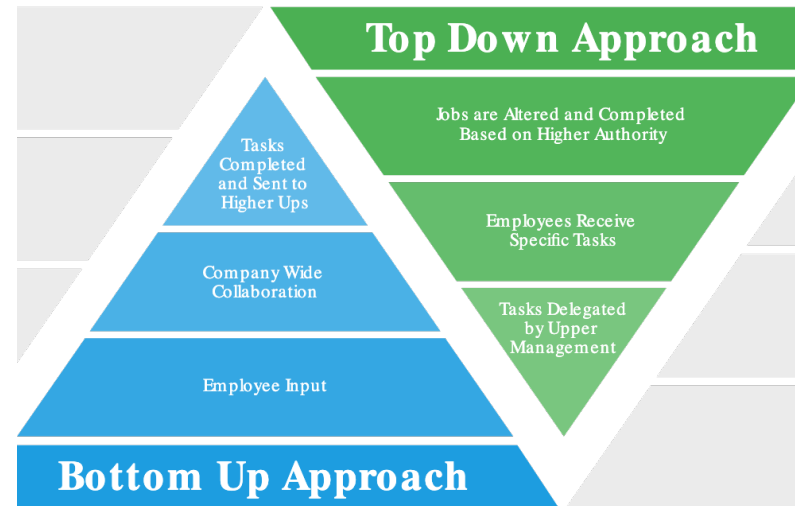
# Tahmin modelleri

- Algoritmik tahmin modelleri
- Uzman değerlendirme (tecrübe)
- Analoji ile tahmin (geçmiş ve benzer deneyimlere benzeterak tahmin etme)
- Parkinson yasası (*Bir projenin maliyeti sattığınız bedeldir.*)
- Yukarıdan aşağıya – Aşağıdan yukarıya tahmin



# Yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya analiz

- İş süreçlerini daha iyi bilenler yukarıdan-aşağıya, teknik süreçleri daha iyi bilenler ise aşağıdan yukarıya analiz yaparlar.



# Cocomo

- **Constructive Costing Model**
- Barry Boehm tarafından geliştirilmiş algoritmik bir yazılım maliyet kestirim yöntemidir.
- Bu yöntem, geçmiş proje verileri ve mevcut proje özelliklerinden türetilen parametreler ile beraber temel bir regresyon formülü kullanır.
- Basit, orta ve detaylı model olmak üzere üçe ayrılır.

## Basit cocomo modeli

- Basit cocomo modeli küçük-orta boy projeler için hızlı kestirim yapmak amacıyla kullanılır.
- Avantajı: Hesap makinesi ile kolaylıkla hesaplanabilir.  
Dezavantajı: Yazılım projesinin geliştirileceği ortam ve yazılımı geliştirecek ekibin özelliklerini dikkate almaz.

Proje	Emek	Süre
Ayrık	$\text{Emek} = 2.4 (\text{KLOC})^{1.05}$	$\text{Süre} = 2.5 (\text{Emek})^{0.38}$
Yarı Ayrık	$\text{Emek} = 3 (\text{KLOC})^{1.12}$	$\text{Süre} = 2.5 (\text{Emek})^{0.35}$
Gömülü	$\text{Emek} = 3.6 (\text{KLOC})^{1.20}$	$\text{Süre} = 2.5 (\text{Emek})^{0.32}$

## Orta cocomo modeli

- Orta COCOMO modeli sistemin (güvenilirlik, veri tabanı büyüklüğü, işletme ve kayıt sınırlandırmaları, personel özellikleri ve kullanılan yazılım araçları gibi) diğer özelliklerinin hesaba katılması amaçlanmıştır.

Problem	Emek
Ayrık	$\text{Emek} = 3.2 (\text{KLOC})^{1.05} \times \text{EAF}$
Yarı Ayrık	$\text{Emek} = 3.0 (\text{KLOC})^{1.12} \times \text{EAF}$
Gömülü	$\text{Emek} = 2.8 (\text{KLOC})^{1.20} \times \text{EAF}$

# Cocomo II

- 1981'de Boehm tarafından ortaya konan COCOMO modeli daha sonra geliştirilmiş ve COCOMO II adını almıştır.

Cost Drivers		Ratings					
		very low	low	nominal	high	very high	extra high
Product Attributes							
RELY	Required Software Reliability	0,75	0,88	1	1,15	1,4	
DATA	Database Size		0,94	1	1,08	1,16	
CPLX	Product Complexity	0,7	0,85	1	1,15	1,3	1,65
Computer Attributes							
TIME	Execution Time Constraint			1	1,11	1,3	1,66
STOR	Main Storage Constraint			1	1,06	1,21	1,56
VIRT	Virtual Machine Volatility		0,87	1	1,15	1,3	
TURN	Computer Turnaround Time		0,87	1	1,05	1,15	
Personnel Attributes							
ACAP	Analyst Capability	1,46	1,19	1	0,86	0,71	
AEXP	Application Experience	1,29	1,13	1	0,91	0,82	
PCAP	Programmer Capability	1,42	1,17	1	0,86	0,7	
VEXP	Virtual Machine Experience	1,21	1,1	1	0,9		
LEXP	Programming Language Experience	1,14	1,07	1	0,95		
Project Attributes							
MODP	Modem Programming Practices	1,24	1,1	1	0,91	0,82	
TOOL	Use of Software Tools	1,24	1,1	1	0,91	0,83	
SCED	Schedule Constraints	1,23	1,08	1	1,04	1,1	

# Faktörlerin seçimi

- Bu faktörler, ilgili özellik için
  - düşük ( $<1$ )
  - nominal (1)
  - yüksek ( $>1$ )
- olarak saptanırlar.

# Kaynaklar

- <https://slidetodoc.com/chapter-23-software-cost-estimation-ian-sommerville-2000/>
- <http://www.yazilimcildunyasi.com/2017/01/cocomo-constructive-costing-model.html>
- Sadi Evren Şeker – BilgisayarKavramları youtube kanalı