

Veriye Dayalı Karar Verme (Bölüm 2)

Can Akkan

Ders Planı

1. Karar Problemleri

- i. Karar problemlerinin bileşenleri
- ii. Değerler, amaçlar, bağlam
- iii. Etki diagramları

2. Model Girdilerinde Belirsizlik

- i. Duyarlılık ve Senaryo Analizleri
- ii. Olasılık ve Olasılık Dağılımları
 - Temel olasılık kavramları
 - Şartlı olasılık, istatistiksel bağımsızlık kavramı
 - Senaryo Ağaçları

Ders Planı

- 3. Monte Carlo Simülasyon Tekniği
 - i. Neden simülasyon
 - ii. Rassal sayı üretmek
 - iii. Örnek modeller

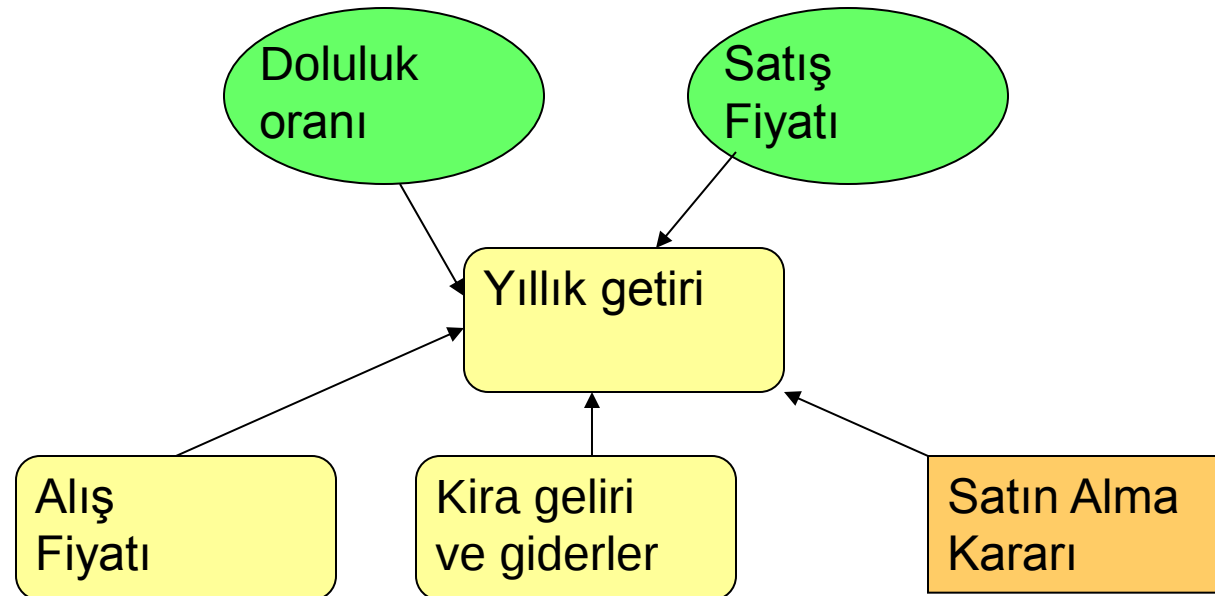
2. Model Girdilerinde Belirsizlik

2.1 Duyarlılık ve Senaryo Analizleri

2.1.1. Veri Tablosu (Data Table) İle Senaryo (What if) Analizi

Örnek

- Ofis binası satın alma kararı
- Etki diagramı:



Örnek

- Ofis binasını bir yıl işletip yıl sonunda satacağız.
- **Satış fiyatı** ve **doluluk oranı**nda belirsizlik var
- Olası değer senaryoları geliştirip etkilerine bakalım

	A	B
1	Alış Fiyatı	\$3,500,000
2	Satış Fiyatı	\$4,100,000
3	Aylık Kira	\$35,000
4	Doluluk Oranı	100%
5	Aylık İşletme Giderleri	\$3,500
6	Yıllık Getiri	\$4,478,000
7	Getiri Oranı	27.9%



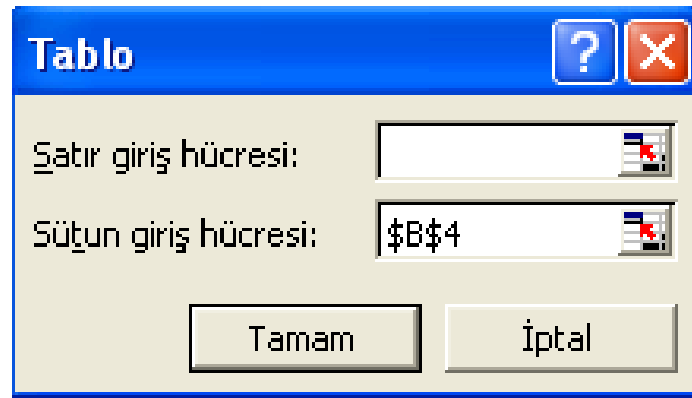
Veri Tablosu İle Senaryo

- Tek yönlü veri tablosu ile bir belirsiz parametreyi değiştirmek
- Amaç **çıktının** girdideki bu değişikliğe hassasiyetini ölçmek
- Örnekte: **çıktı** getiri oranı

	A	B
1	Alış Fiyatı	\$3,500,000
2	Satış Fiyatı	\$4,100,000
3	Aylık Kira	\$35,000
4	Doluluk Oranı	100%
5	Aylık İşletme Giderleri	\$3,500
6	Yıllık Getiri	\$4,478,000
7	Getiri Oranı	27.9%
8		
9		
10	Doluluk Oranı	
11		=B7
12	55%	22.5%
13	60%	23.1%
14	65%	23.7%
15	70%	24.3%

Tek Yönlü Veri Tablosu

- Alternatif doluluk oranları sütun şeklinde tabloya girildiği için ...



Veri Tablosu İle Senaryo

- İki yönlü veri tablosu ile çıktının iki girdiye (parametreye) olan hassasiyetini ölçmek

Doluluk Oranı ve Satış Fiyatı Senaryoları İçin Çift Yönlü Veri Tablosu							
=B7		\$3,300,000	\$3,500,000	\$3,700,000	\$3,900,000	\$4,100,000	\$4,300,000
	55%	-0.3%	5.4%	11.1%	16.8%	22.5%	28.3%
	60%	0.3%	6.0%	11.7%	17.4%	23.1%	28.9%
	65%	0.9%	6.6%	12.3%	18.0%	23.7%	29.5%
	70%	1.5%	7.2%	12.9%	18.6%	24.3%	30.1%
	75%	2.1%	7.8%	13.5%	19.2%	24.9%	30.7%
	80%	2.7%	8.4%	14.1%	19.8%	25.5%	31.3%
	85%	3.3%	9.0%	14.7%	20.4%	26.1%	31.9%
	90%	3.9%	9.6%	15.3%	21.0%	26.7%	32.5%
	95%	4.5%	10.2%	15.9%	21.6%	27.3%	33.1%
	100%	5.1%	10.8%	16.5%	22.2%	27.9%	33.7%

Çift Yönlü Veri Tablosu

- Alternatif doluluk oranları sütun şeklinde
 - Alternatif satış fiyatları satır şeklinde
- tabloya girildiği için ...

	A	B	C	D
1	Alış Fiyatı	\$3,500,000		
2	Satış Fiyatı	\$4,100,000		
3	Aylık Kira	\$35,000		
4	Doluluk Oranı	100%		
5	Aylık İşletme Giderleri	\$3,500		
6	Yıllık Getiri	\$4,478,000		
7	Getiri Oranı	27.9%		

Table

Row input cell:

Column input cell:

OK Cancel

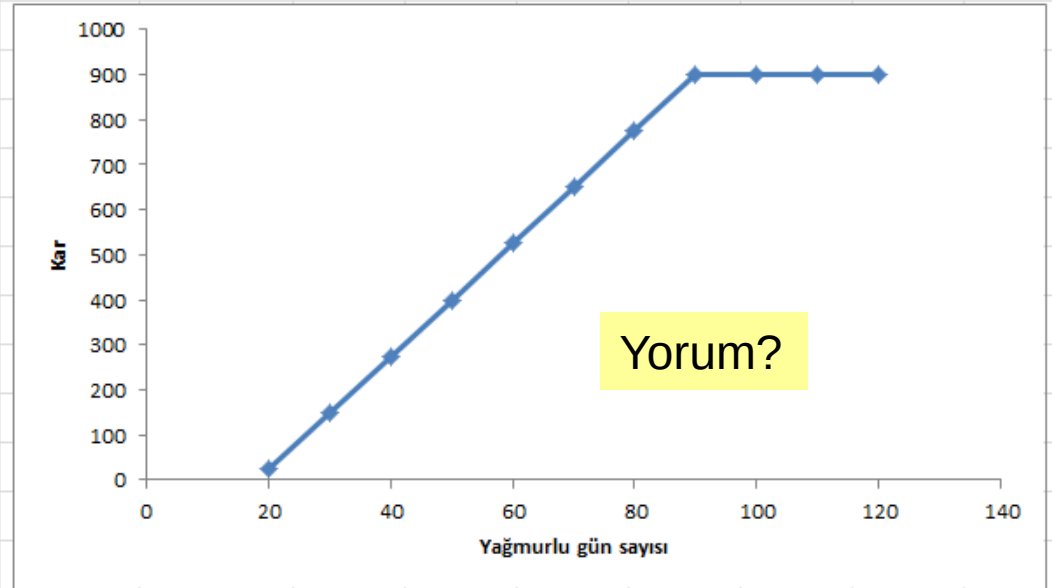
Zayıf Yön Nedir?

- Getiriler -%0.3 ile %33,7 arasında değişiyor
- Bu sonuçların hepsi eş değerde olası değil
- Olasılık teorisi kullanmayı daha sonra tartışacağız

Doluluk Oranı ve Satış Fiyatı Senaryoları İçin Çift Yönlü Veri Tablosu							
	0.28	\$3,300,000	\$3,500,000	\$3,700,000	\$3,900,000	\$4,100,000	\$4,300,000
55%		-0.3%	5.4%	11.1%	16.8%	22.5%	28.3%
60%		0.3%	6.0%	11.7%	17.4%	23.1%	28.9%
65%		0.9%	6.6%	12.3%	18.0%	23.7%	29.5%
70%		1.5%	7.2%	12.9%	18.6%	24.3%	30.1%
75%		2.1%	7.8%	13.5%	19.2%	24.9%	30.7%
80%		2.7%	8.4%	14.1%	19.8%	25.5%	31.3%
85%		3.3%	9.0%	14.7%	20.4%	26.1%	31.9%
90%		3.9%	9.6%	15.3%	21.0%	26.7%	32.5%
95%		4.5%	10.2%	15.9%	21.6%	27.3%	33.1%
100%		5.1%	10.8%	16.5%	22.2%	27.9%	33.7%

Egzersiz - Şemsiye Satınalma Kararı

15	Yağmur gün sayısı için tek yönlü veri tablosu	
16		\$650
17	20	25
18	30	150
19	40	275
20	50	400
21	60	525
22	70	650
23	80	775
24	90	900
25	100	900
26	110	900
27	120	900



Yorum?



Egzersiz - Şemsiye Satınalma Kararı

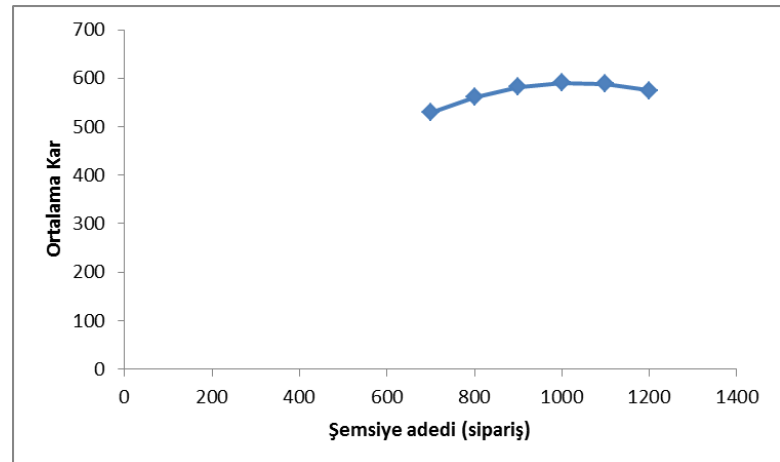
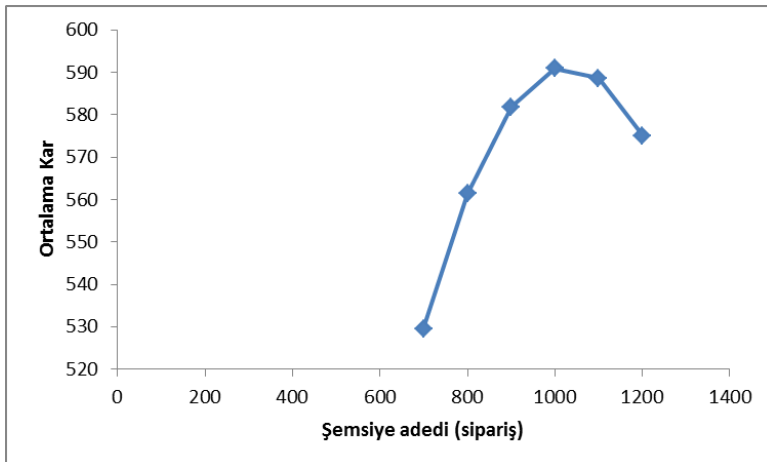
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "şemsiye_duyarlılık_çöz.xlsx". The spreadsheet contains a data table with columns A through H. The data is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H
28								
29								
30	Yağmur gün sayısı (solda), ve günlük talep (üstte) için iki yönlü veri tablosu							
31	\$650	7	8	9	10	11	12	13
32	20	-50.0	-25.0	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0
33	30	37.5	75.0	112.5	150.0	187.5	225.0	262.5
34	40	125.0	175.0	225.0	275.0	325.0	375.0	425.0
35	50	212.5	275.0	337.5	400.0	462.5	525.0	587.5
36	60	300.0	375.0	450.0	525.0	600.0	675.0	750.0
37	70	387.5	475.0	562.5	650.0	737.5	825.0	900.0
38	80	475.0	575.0	675.0	775.0	875.0	900.0	900.0
39	90	562.5	675.0	787.5	900.0	900.0	900.0	900.0
40	100	650.0	775.0	900.0	900.0	900.0	900.0	900.0
41	110	737.5	875.0	900.0	900.0	900.0	900.0	900.0
42	120	825.0	900.0	900.0	900.0	900.0	900.0	900.0

The Conditional Formatting menu is open, and the "Less Than..." option is selected. The "Less Than" dialog box is also open, showing the formula "=\$B\$13" and the format "Light Red Fill with Dark Red Text".

Egzersiz - Şemsiye Satınalma Kararı

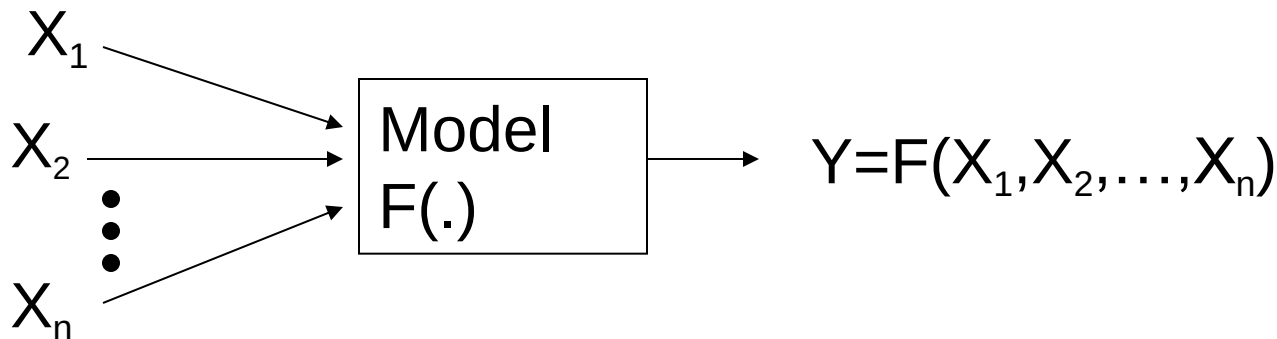
45	Yağmur gün sayısı (solda), ve sipariş adedi (üstte) için iki yönlü veri tablosu						
46	\$650	700	800	900	1000	1100	1200
47	20	75	50	25	0	-25	-50
48	30	200	175	150	125	100	75
49	40	325	300	275	250	225	200
50	50	450	425	400	375	350	325
51	60	575	550	525	500	475	450
52	70	700	675	650	625	600	575
53	80	700	800	775	750	725	700
54	90	700	800	900	875	850	825
55	100	700	800	900	1000	975	950
56	110	700	800	900	1000	1100	1075
57	120	700	800	900	1000	1100	1200
58	Ortalama	529.5455	561.36	581.82	590.909	588.6	575



2.1.2 Tornado Grafiği ile Duyarlılık Analizi

Duyarlılık Analizi

- Bir model
 - Örneğin satış projeksiyonları, bütçe planlama, yatırım planlama
- Modelin çıktısının hangi girdilerdeki değişkenliklerden ne derece etkilendiğinin belirlenmesidir.

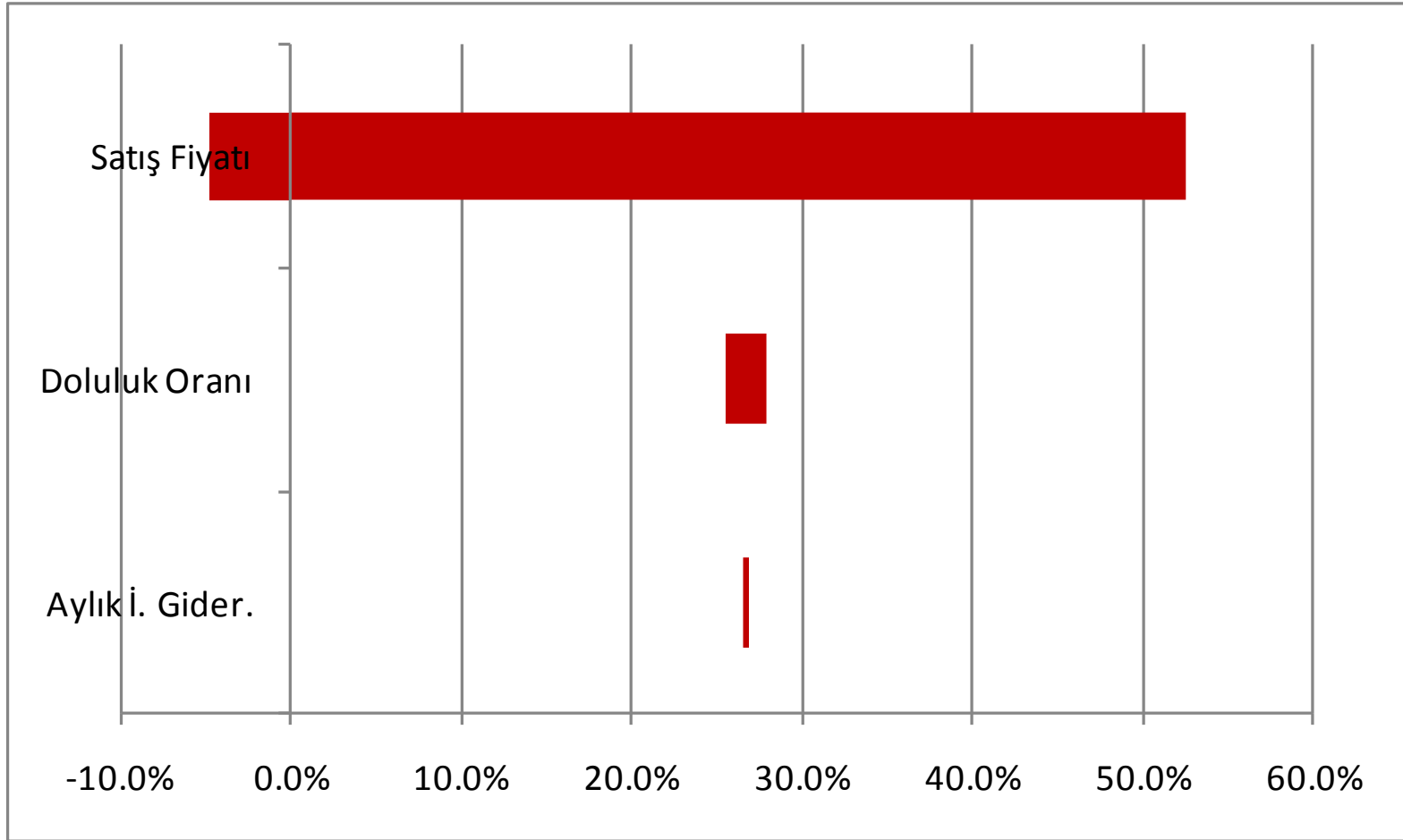


$$X_1 = X'_1 + \varepsilon \quad \longrightarrow \quad Y = Y' + \delta_1$$

Neden duyarlılık analizi?

- Daha sağlıklı karar vermek için hangi parametrelerin daha iyi belirlenmesi/tahmin edilmesi gerektiğini bulmak.
- Kritik varsayımları ve alternatif modelleri test etmek
- İleride yapılacak veri toplama çalışmalarına rehberlik etmek
- 6-sigma çalışmalarında, toleransları optimize etmek

Tornado Grafiği



Tornado Grafiği

- Nasıl hazırlanır
 - Girdilerden birinin uç değerleri (min ve maks) ile diğer girdilerin “beklenen” değerleri kullanılarak sonuçta (çıktıda) ne kadar değişim olduğu bulunur.
 - Her girdi için yukarıda işlem tekrar edilir.
 - Grafikte girdiler azalan çıktı değişimlerine göre sıralanarak gösterilir.

Tornado Grafiği

	Satış Fiyatı	Doluluk Oranı	Aylık İ. Gider.
Min	-4.7%	25.5%	26.6%
Maks	52.5%	27.9%	26.9%
Maks - Min	57.1%	2.4%	0.3%
Sıra	1	2	3
Grafik İçin Girdiler			
	Aylık İ. Gider.	Doluluk Oranı	Satış Fiyatı
Min	26.6%	25.5%	-4.7%
Bar	0.3%	2.4%	52.5%
Maks	26.9%	27.9%	52.5%
Maks - Min	0.3%	2.4%	57.1%
Sıra	3	2	1

Duyarlılık Analizinin Zayıf Noktaları

- Bağımlı değişken girdiler
 - Özel paket programlar **korelasyonlu girdi** imkanı veriyor (@RISK, Crystal Ball)
- Geçmiş deneyimlere/verilere dayanan **varsayımlar, gelecekte geçerli olmayabilir**
- İyimser, kötümser **tahminlerin öznel olması**

2. Model Girdilerinde Belirsizlik

2.2 Olasılık ve Olasılık Dağılımları

Ofis Yatırımı Örneğini Hatırlayalım

- Getiriler -%0.3 ile %33,7 arasında değişiyor
- Bu sonuçların hepsi eş değerde olası değil
- Olasılık teorisi bize yardımcı olabilir ...

Doluluk Oranı ve Satış Fiyatı Senaryoları İçin Çift Yönlü Veri Tablosu							
	0.28	\$3,300,000	\$3,500,000	\$3,700,000	\$3,900,000	\$4,100,000	\$4,300,000
55%		-0.3%	5.4%	11.1%	16.8%	22.5%	28.3%
60%		0.3%	6.0%	11.7%	17.4%	23.1%	28.9%
65%		0.9%	6.6%	12.3%	18.0%	23.7%	29.5%
70%		1.5%	7.2%	12.9%	18.6%	24.3%	30.1%
75%		2.1%	7.8%	13.5%	19.2%	24.9%	30.7%
80%		2.7%	8.4%	14.1%	19.8%	25.5%	31.3%
85%		3.3%	9.0%	14.7%	20.4%	26.1%	31.9%
90%		3.9%	9.6%	15.3%	21.0%	26.7%	32.5%
95%		4.5%	10.2%	15.9%	21.6%	27.3%	33.1%
100%		5.1%	10.8%	16.5%	22.2%	27.9%	33.7%

Olasılık – Temeller

- Rassal değişken
 - Aldığı değerler kümesi
 - Bu değerlere karşı gelen olasılık
- Matematiksel olasılık 0 ve 1 arasında bir sayıdır
 - Olasılığı 0 olan bir değer kesinlikle olamaz.
 - Olasılığı 1 olan bir değer mutlaka olur ...
- Değişkenin değerleri ve bunların olasılıklarına **olasılık dağılımı** denir.

Olasılık Türleri

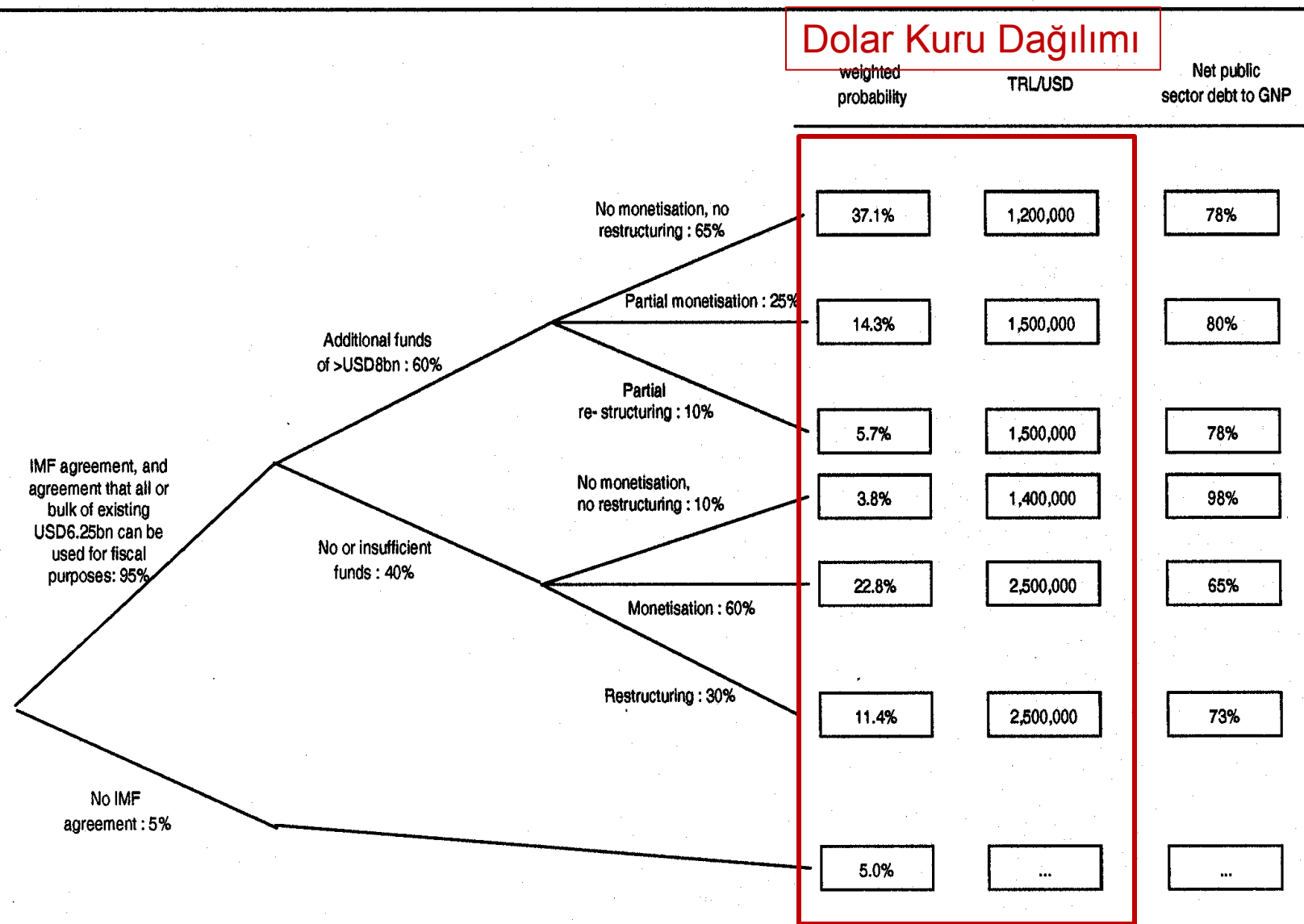
- Nesnel
 - Zar attığınızda 3 gelme olasılığı ...
- Öznel (kişisel öngörü yada deneyim)
 - Bir projede yazılım yükleme işleminin bir günden uzun sürme olasılığı ...
- Görece sıklık
 - Son 50 yıl 5 Eylül günü Çanakkale’de rüzgarın hızının 20 km/saat den fazla olduğu gün sayısı 15.
Olasılık $15/50 = 0.3$

Bir Rassal Değişkenin Dağılımı

Satış Fiyatı	\$3.300.000	\$3.500.000	\$3.700.000	\$3.900.000	\$4.100.000	\$4.300.000	Toplam
Olasılık	0,05	0,05	0,1	0,15	0,4	0,25	1

- Eğer her satış fiyatına bir olasılık verebilirsek o zaman daha yüksek katma değerli analizler yapabiliriz.
- **S değişkenini satış fiyatı** olarak tanımlarsak
- $P(S=3.300.000) = 0,05$ olarak olasılığı ifade edebiliriz

Chart 3: Summary of scenarios, probabilities, and macro outlook



Bir Rassal Değişkenin Dağılımı

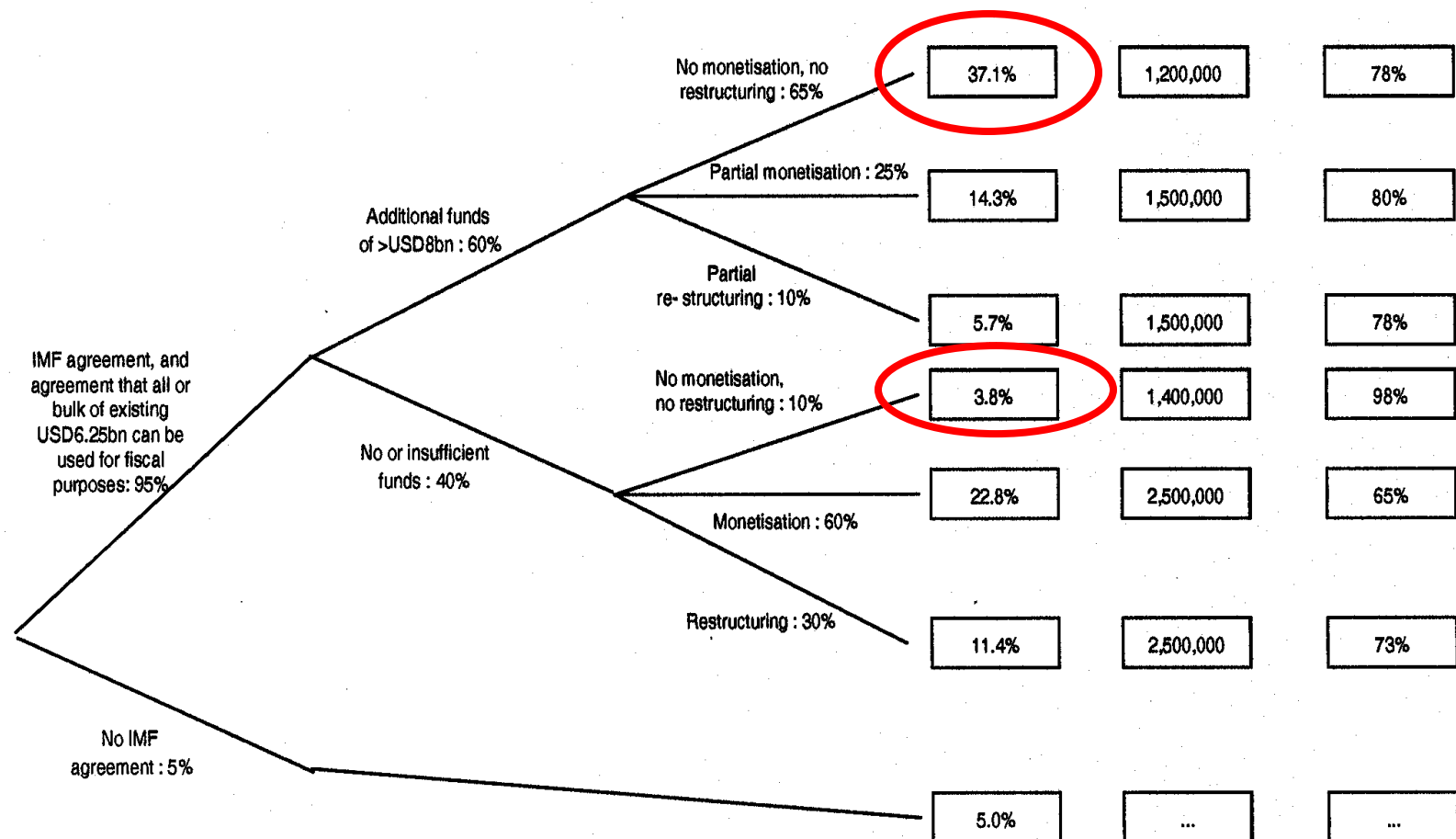
- Olasılık dağılımı olması için şartlar
 - Her değere karşı gelen olasılık 0 veya pozitif olmalı.
 - Olasılıkların toplamı 1 olmalı.
- $P(S) = 0,05$ ise
- $P(S^c) = 1 - P(S) = 0,95$
- S^c : “S değil”

Toplama Kuralı

- İki rassal olay aynı anda gerçekleşemez ise:
 - $P(A \text{ veya } B) = P(A) + P(B)$
- Örnek
 - $P(S \leq 3,7M)$
 $= P(S=3,3M \text{ veya } S=3,5M \text{ veya } S=3,7M)$
 $= \underbrace{P(S=3,3M)}_{\text{Olay A}} + \underbrace{P(S=3,5M)}_{\text{Olay B}} + \underbrace{P(S=3,7M)}_{\text{Olay C}} = 0.2$

Chart 3: Summary of scenarios, probabilities, and macro outlook

$$P(\text{no monetisation, no restructuring}) = 0,371 + 0,038 = 0,409$$



Birikimli Olasılık

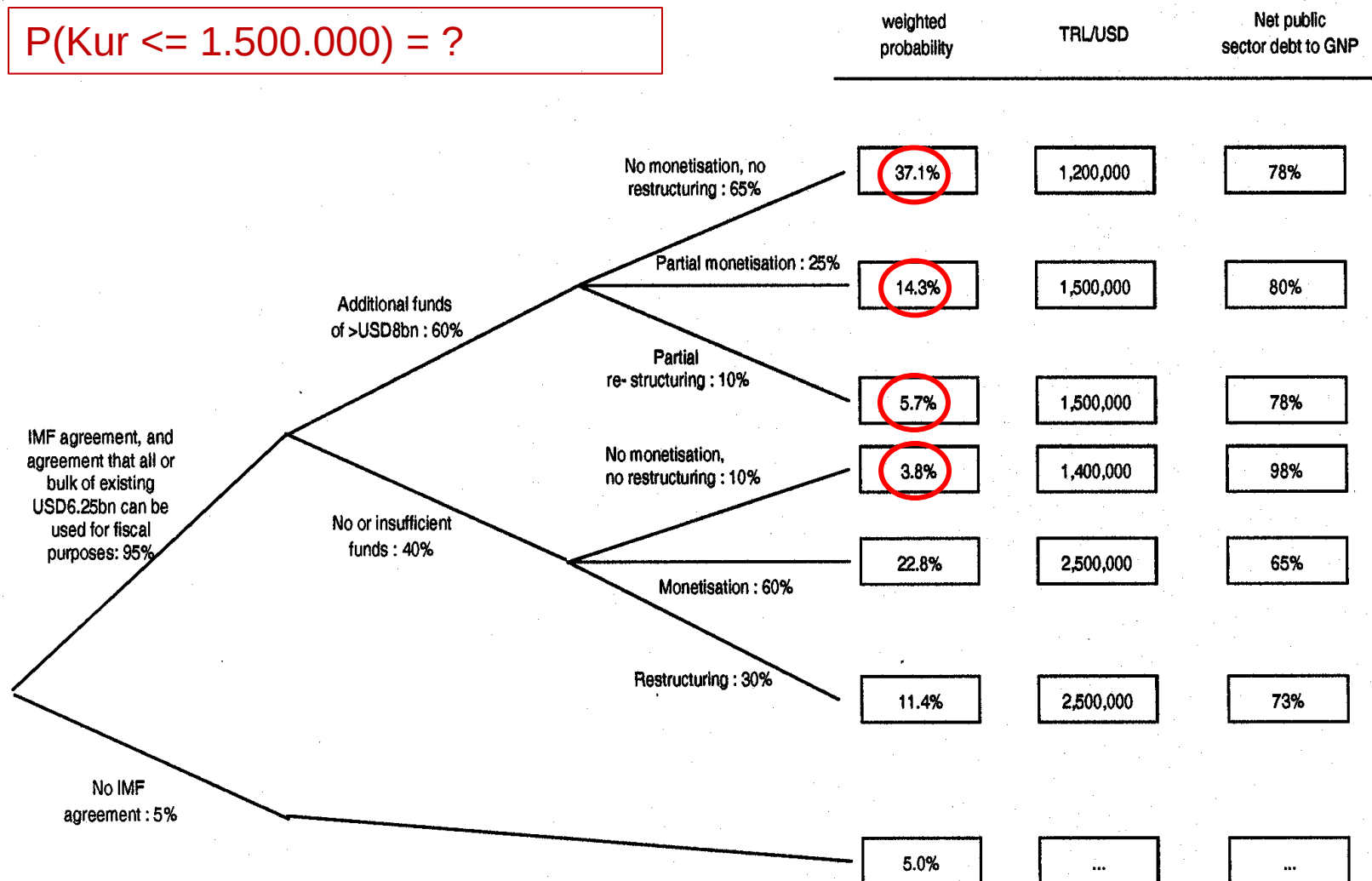
- Rassal değişkenin belli bir değerden küçük olması
 - Kümülatif (Birikimli) Dağılım
- Örnek:

$$P(S \leq 3.500.000) =$$

$$P(S = 3.300.000) + P(S = 3.500.000) = 0,15$$

Satış Fiyatı	\$3.300.000	\$3.500.000	\$3.700.000	\$3.900.000	\$4.100.000	\$4.300.000
Olasılık	0,05	0,05	0,1	0,15	0,4	0,25
Birikimli Olasılık	0,05	0,1	0,2	0,35	0,75	1

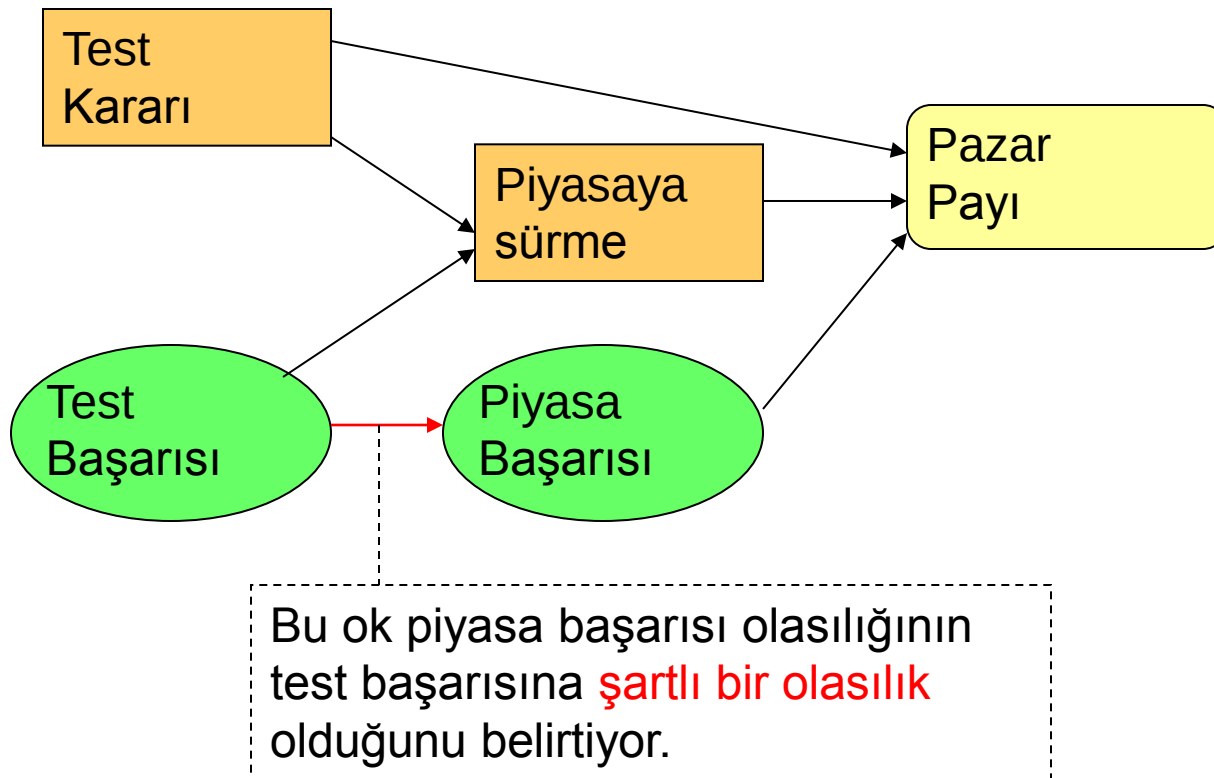
Chart 3: Summary of scenarios, probabilities, and macro outlook



Şartlı Olasılık

- S: Yeni ürün pazarda başarılı
- T: Test pazarlama sonucu olumlu
- T^c : Test pazarlama sonucu olumsuz
- $P(S) = 0.5$
- $P(S|T) = 0.8$
- $P(S|T^c) = 0.3$
 - Elde edilen bilgi başarı şansı ile ilgili olasılık değerlendirmemizi değiştiriyor

Etki Diagramı



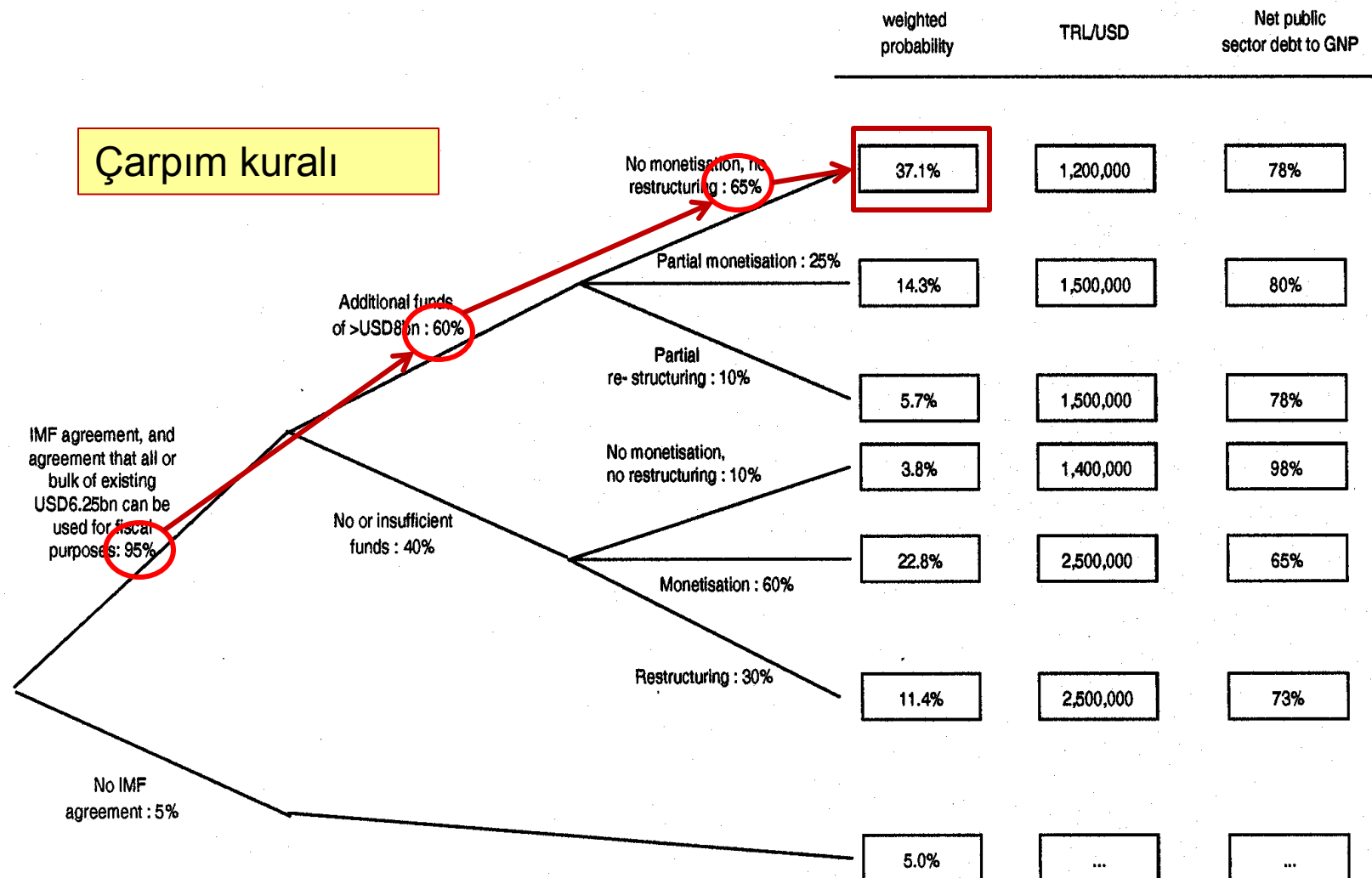
Çarpım Kuralı

- Bir zarın 5 gelme olasılığı: $1/6$
- Bir zar iki kere atıldığında ikisinde de 5 gelme olasılığı: $(1/6) \cdot (1/6) = 1/36$
- Olasılık notasyonu ile:
- Z_1 : birinci zarın değeri
 Z_2 : ikinci zarın değeri
- $P(Z_1=5 \text{ ve } Z_2=5) = P(Z_1=5)P(Z_2=5)$

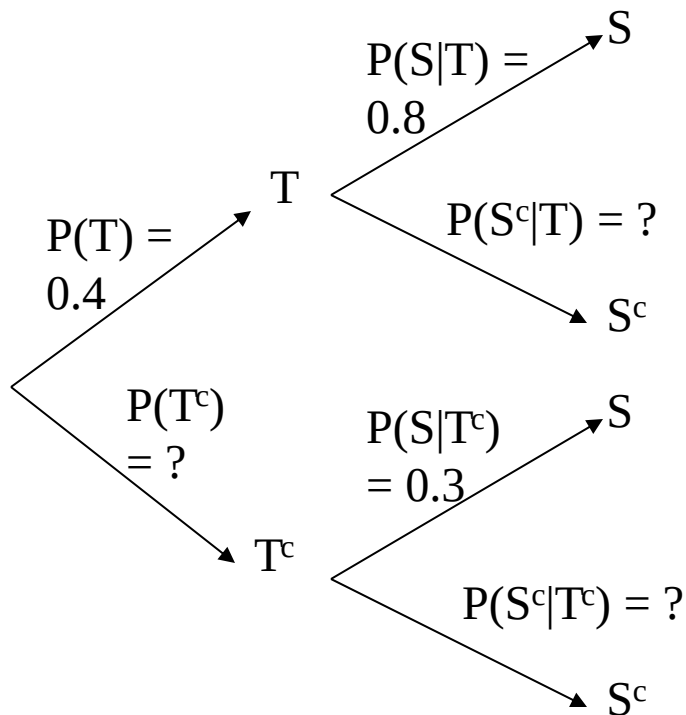
Şartlı Olasılık

- Çarpım Kuralı: $P(A \text{ ve } B) = P(A|B)P(B)$
 - Varsayalım ki $P(T) = 0.4$
 - $P(S \text{ ve } T) = P(S|T)P(T) = 0.8*0.4 = 0.32$
- «S» ve «T»nin aynı anda gerçekleşmesi bir senaryo olarak düşünülmeli
- Bu şekilde bir senaryo olasılığı hesaplamış oluyoruz

Chart 3: Summary of scenarios, probabilities, and macro outlook



Senaryo Ağacı



Ağacın kökünden
yapraklarına giden her dal
bir senaryo.

Bağımsızlık Kuralı

- Yeni bilgi her zaman olasılıkları etkiler mi?
 - Y: yarın yağmur yağması
 - $P(S|Y) = P(S) = 0.5$
 - Eğer $P(S|Y) = P(S)$ ise S ve Y olayları olasılıksal olarak **bağımsız**dır.

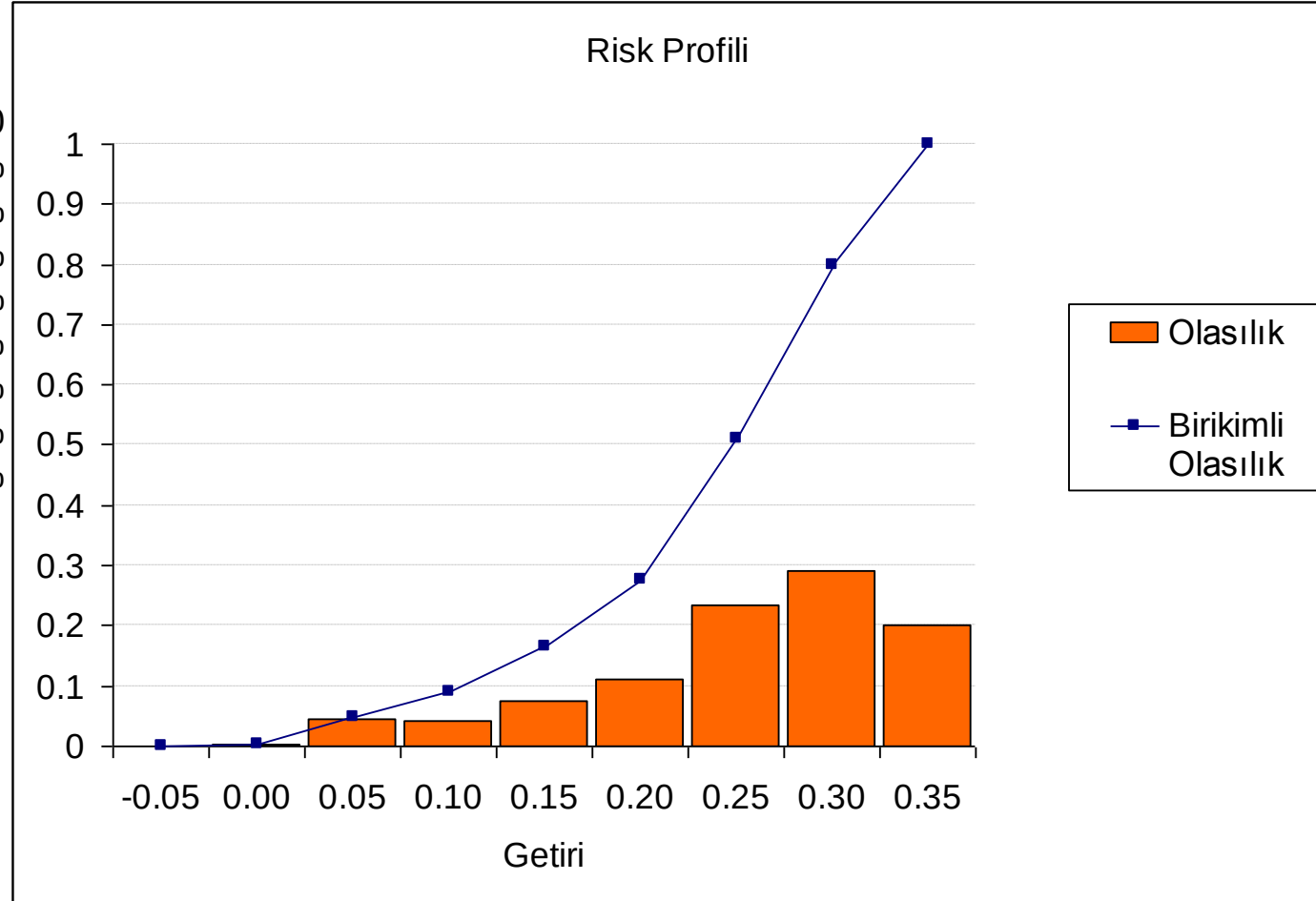
Örnek

- Ofis binası örneğinin devamı
- Satış fiyatı olasılıkları verilmiş
- Doluluk oranı olasılıkları verilmiş
- Satış fiyatı ve doluluk oranı bağımsız varsayılıyor
- Tüm doluluk oranı ve satış fiyatı kombinasyonlarının ortak olasılığını bulalım



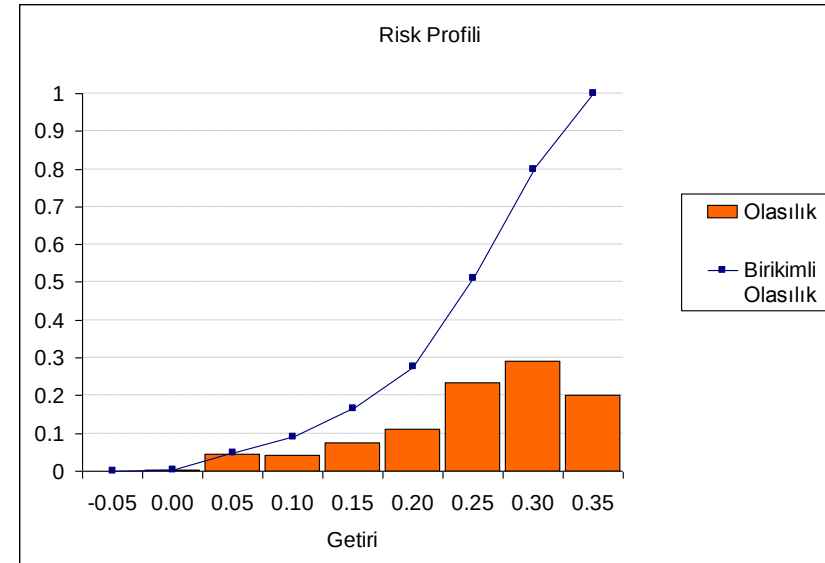
Risk Profili

Getiri Aralıkları	Birikimli Olasılık	Olasılık
-0.05	0	0
0.00	0.3%	0.3%
0.05	4.8%	4.5%
0.10	9.0%	4.3%
0.15	16.5%	7.5%
0.20	27.5%	11.0%
0.25	51.0%	23.5%
0.30	80.0%	29.0%
0.35	100.0%	20.0%



Risk Profili Yorumu

- Hedefimizin yıllık %20 getiri olduğunu varsayalım
 - %27.5 olasılıkla getiri hedeften küçük eşit olacak
 - %0.3 olasılıkla getiri 0 yada negatif olacak



Rassal Değişkenin Özet Ölçütleri

- Beklenen değer
- Varyans
- Standard sapma

Beklenen Değer

- Beklenen değer:
 - Rassal değişkenin değerlerinin ağırlıklı toplamı
 - Ağırlıklar: olasılıklar
- Olasılığı uzun dönemli gözlem sıklığı olarak düşünürsek
 - Rassal değişkenin gözlemlenen değerlerinin uzun dönemli ortalamasıdır.

Beklenen Değer

- C rassal değişken olarak tanımlansın
 - $C = 1$ “yazı”
 - $C = 0$ “tura”.
- $P(C=1) = 0.5$
- $P(C=0) = 0.5$
- ‘Beklenen Değer’: $E(C) = 0 (0.5) + 1 (0.5) = 0.5$

Örnek

- Ofis binası örneğinin devamı
- Beklenen değerleri hesaplayalım
 - Satış Fiyatı
 - Doluluk oranı
 - Yıllık Getiri

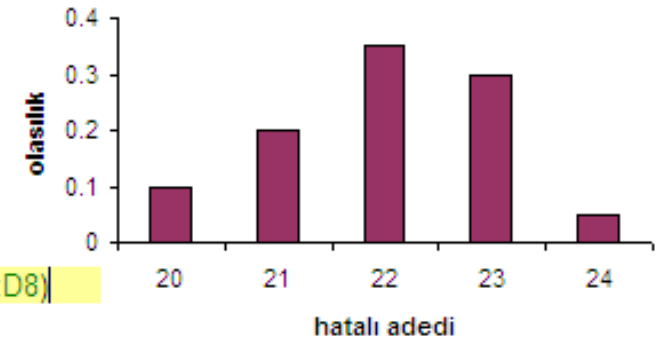


Rassal Değişkenin Varyansı

- Varyans rassal değişkenin olası değerlerinin beklenen değerden sapmalarının karelerinin ağırlıklı toplamıdır.
 - Ağırlıklar: olasılıklar

Örnek

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Bir Siparişteki Hatalı Ürün Sayısı ile İlgili Özet Ölçütler								
3		hatalı adedi	olasılık	Beklenen değerden sapmanın karesi					
4		20	0.1	4					
5		21	0.2	1					
6		22	0.35	0					
7		23	0.3	1					
8		24	0.05	4					
9									
10	beklenen değer	22	varyans	=SUMPRODUCT(C4:C8,D4:D8)					
11			std sapma	1.0					
12									



SUMPRODUCT == TOPLA.ÇARPIM



Örnek

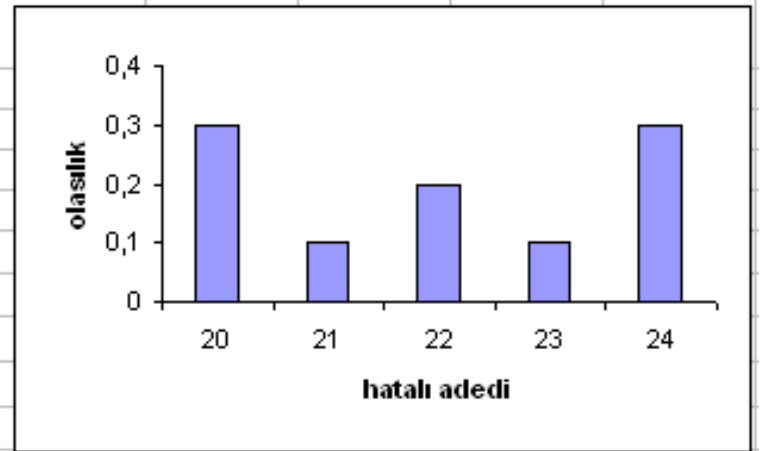
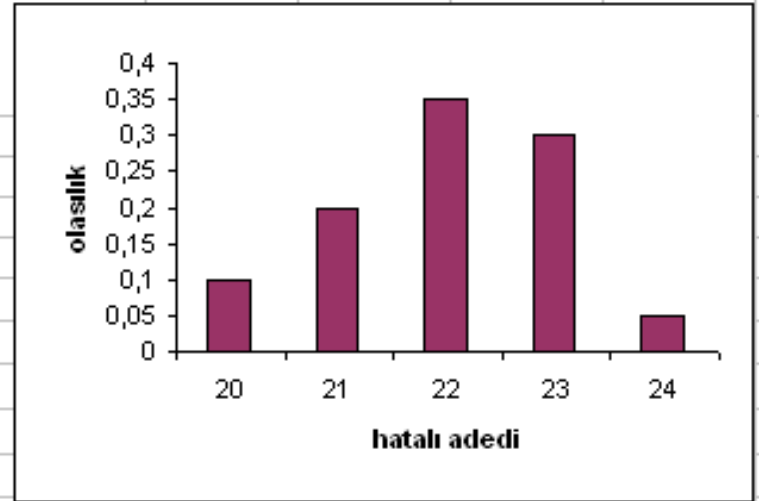
Bir Siparişteki Hatalı Ürün Sayısı ile İlgili Özet Ölçütler

	hatalı adedi	olasılık	Beklenen değerden sapmanın karesi
	20	0,1	4
	21	0,2	1
	22	0,35	0
	23	0,3	1
	24	0,05	4

beklenen değer	22	varyans	1,1
		std sapma	1,0

	hatalı adedi	olasılık	Beklenen değerden sapmanın karesi
	20	0,3	4
	21	0,1	1
	22	0,2	0
	23	0,1	1
	24	0,3	4

beklenen değer	22	varyans	2,6
		std sapma	1,6



Rassal Değişkenlerin Doğrusal Fonksiyonu

- Siparişteki her hatalı ürünü hurdaya ayırma maliyeti \$10.
- Hatalı ürün sayısı, H , rassal olduğu için toplam maliyet de rassal.
 - $M = \$10H$
 - Beklenen değer?
 - $E(M) = 10 E(H)$
 - Varyans?
 - $\text{Var}(M) = 10^2 \text{Var}(H)$

Rassal Değişkenlerin Doğrusal Fonksiyonu

- İkinci bir siparişteki her hatalı ürünü hurdaya ayırma maliyeti \$20.
- İki siparişin toplam hurdaya çıkarma maliyetinin beklenen değeri nedir?
 - $M = \$10H + \$20U$,
 - U:ikinci siparişteki hatalı ürün sayısı
 - $E(M) = ?$

Örnek

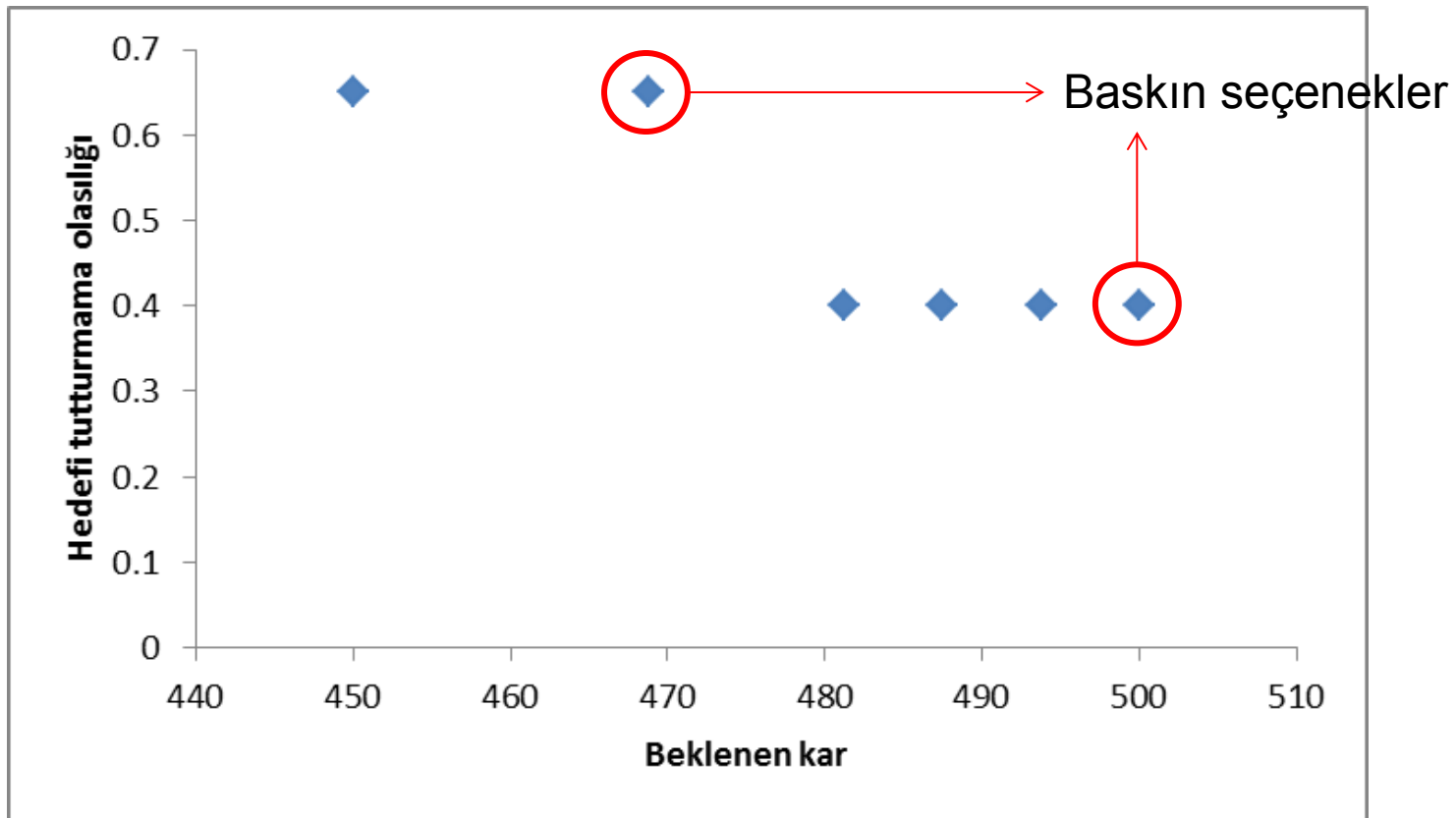
- Satış fiyatı ve doluluk oranının ortak olasılık dağılımı verilmiş.
- Beklenen getiri oranı nedir?
- Getirinin varyans ve standard sapması nedir?



Egzersiz

12	Kar	\$650						
13	Hedef kar	600						
14								
15	Yağmur gün sayısı (solda), ve sipariş adedi (üstte) için iki yönlü veri tablosu							
16	\$650	600	700	800	900	1000	1100	Olasılık
17	20	100	75	50	25	0	-25	0.15
18	40	350	325	300	275	250	225	0.25
19	60	600	575	550	525	500	475	0.25
20	80	600	700	800	775	750	725	0.20
21	100	600	700	800	900	1000	975	0.10
22	120	600	700	800	900	1000	1100	0.05
23	Beklenen kar	462.5	481.25	500	493.75	487.5	468.8	
24	Hedefi tutturamama olasılığı	0.4	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	





- baskın == dominant

Özet

- Modellerimize güvenimizi arttırmak isteriz
 - Çok varsayım yapıyoruz
 - Belirsiz olaylar için
 - “What if” – senaryo analizi
 - Excel’in “Data Table” aracı
 - Hangi varsayımlar kritik
 - Tornado Grafiği ile duyarlılık analizi
 - Olasılık teorisinin bize sundukları
 - Risk profili
 - Risk ölçüm aracı olarak standart sapma