

Bölüm 12: Davranışsal ve Kolektif Karar

Algoritmik Oyun Kuramı

Beklenti kuramı

Kayıptan kaçınma

Kuantal tepki

Sosyal tercihler

Ortak mallar ve Ostrom

Kamu malı ve ceza

Eşikli projeler

Bilgi şelaleleri

Condorcet jüri teoremi

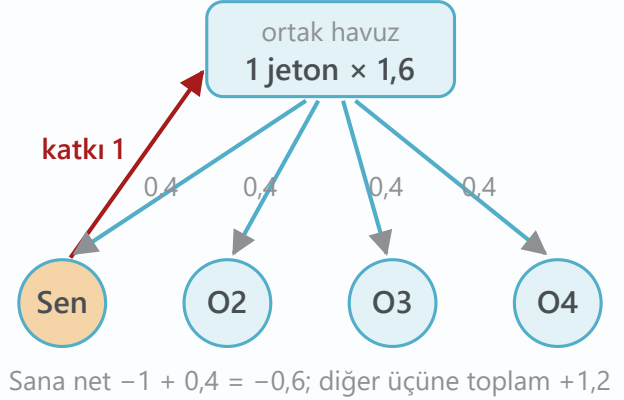
Oyunla Başlangıç: Kamu Malı Oyunu

Oyunun kuralı

Dört oyuncu her tur 10 jeton alır ve dilediği kadarını ortak havuza katar; havuz 1,6 ile çarpılıp dördüne eşit bölünür, katılmayan jeton oyuncuda kalır.

Merak sorusu

- Sizce dört kişilik bir grupta ilk turda ortalama kaç jeton katılır, on tur sonra kaç?
- Katkısı 3 jetondan az olana 2 jeton ceza kesilirse (Contribution with punishment senaryosu) katkılar nasıl değişir?



[Kamu Malı Oyunu →](#)

Öğrenme Çıktıları

Davranışsal karar

Beklenti kuramıyla bir bahsin değerini hesaplamak; kayıptan kaçınma, bağış etkisi ve çerçevelemeyi açıklamak; kuantal tepkinin Nash öngörüsünü nasıl değiştirdiğini göstermek.

Sosyal tercihler

Diktatör, ultimatom ve güven oyunlarındaki sapmaları eşitsizlikten kaçınma ve karşılıklılıkla açıklamak; Fehr–Schmidt kabul eşiğini hesaplamak.

Ortak kaynaklar ve kamu malları

Ortak mallar dengesini optimumla karşılaştırmak; Ostrom ilkelerini, ceza ve ikinci derece beleşçiliği, eşikli projelerin dengelerini yorumlamak.

Toplu bilgi

Kalabalığın bilgeliğini çeşitlilik teoremiyle, bilgi şelalesini Bayes hesabıyla, Condorcet jüri teoremini binom olasılığıyla hesaplamak.

İnsanlar Her Zaman Rasyonel mi? Sınırlı Rasyonellik

- **Sınırlı rasyonellik** (bounded rationality; Simon): bilgi, zaman ve hesaplama kapasitesi sınırlıdır; insanlar en iyiyi değil "yeterince iyi"yi arar.
- Sapmalar rastgele değil **sistemattiktir**: aynı hatalar tekrar tekrar gözlenir, bu yüzden modellenenebilir.
- Nedenler: bilgi eksikliği, zaman baskısı, duygular, kısa yollar (sezgisel kurallar).

Aşırı güven

Kendi tahminlerine gereğinden çok güvenmek: yatırımcıların aşırı işlem yapması.

Çerçeveleme etkisi

Aynı seçenek farklı sunulunca kararın değişmesi.

Kayıptan kaçınma

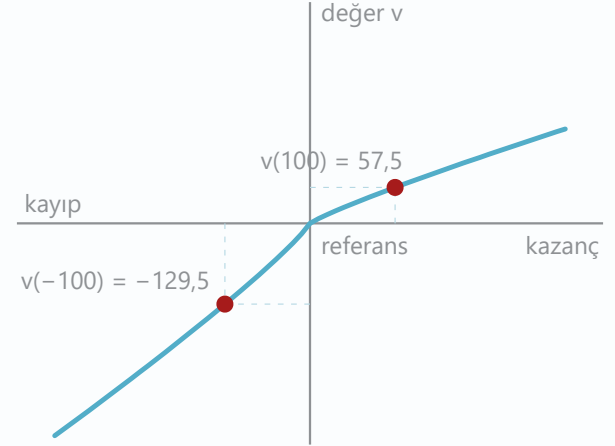
Eşit büyüklükteki kaybın kazançtan daha güçlü hissedilmesi: panik satışı.

Taban oranı ihmali

Pozitif bir test sonucunu yorumlarken hastalığın yaygınlığını (ön olasılığı) yok saymak.

Beklenti Kuramı (Prospect Theory)

- Kahneman ve Tversky (1979): sonuçlar toplam servete göre değil, bir **referans noktasına** göre kazanç/kayıp olarak değerlendirilir.
- Değer fonksiyonu kazançta içbükey, kayıpta dışbükey, kayıpta **daha diktir**:
$$v(x) = x^{0,88} \ (x \geq 0); \ v(x) = -2,25 \cdot (-x)^{0,88} \ (x < 0)$$
- $\lambda = 2,25$ **kayıptan kaçınma** (loss aversion) katsayısı (Tversky ve Kahneman, 1992 tahmini).
- Sonuç: kazançlarda riskten kaçınan, kayıplarda risk seven davranış.



Referans noktası örneği: 10.000 TL ikramiye bekleyen biri 9.000 TL alınca bunu 1.000 TL'lik bir **kayıp** gibi yaşar; hiç beklemeyen biri için aynı tutar büyük bir kazançtır.

Kayıptan Kaçınma: Yazı-Tura Bahsi

Bahis

Yazı gelirse +100 TL, tura gelirse –100 TL. Beklenen değer 0.

Beklenti değeri

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \cdot v(100) + \frac{1}{2} \cdot v(-100) &= \\ \frac{1}{2} \cdot 57,5 - \frac{1}{2} \cdot 129,5 &= -36,0 \\ < 0 \Rightarrow \text{reddedilir.} \end{aligned}$$

Kabul eşiği

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \cdot v(G) &= \frac{1}{2} \cdot 2,25 \cdot v(100) \Rightarrow G \\ &= 100 \cdot 2,25^{1/0,88} \approx \mathbf{251 \text{ TL.}} \end{aligned}$$

100 TL kaybetme riskini göze almak için yaklaşık **251 TL** kazanç ihtimali istenir. Deneylerde de insanlar tipik olarak kaybın iki katından fazlasını ister.

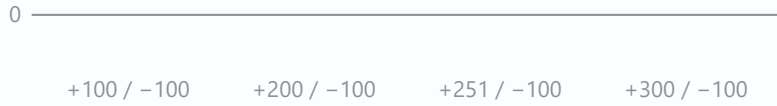
Olasılık ağırlığı $w(p)$ ($\gamma = 0,61$)	$p = 0,01$	$p = 0,50$	$p = 0,99$
Algılanan ağırlık	0,055	0,421	0,912

$w(p) = p^\gamma / (p^\gamma + (1 - p)^\gamma)^{1/\gamma}$, kazançlar için $\gamma = 0,61$ (Tversky ve Kahneman, 1992). Küçük olasılıklar abartılır ($\%1 \rightarrow \approx \%5,5$), büyükler küçümsenir: aynı kişi hem piyango bileti hem sigorta alabilir.

Kod İzleme: Bahis Ne Zaman Kabul Edilir?

 beklenen değer beklenti değeri

kabul: beklenti değeri > 0



Dört yazı-tura bahsi: $\frac{1}{2}$ olasılıkla +G kazanç, $\frac{1}{2}$ olasılıkla 100 TL kayıp. Beklenen değer $(G - 100)/2$; beklenti değeri v ile hesaplanır.

Adım 1 / 6

```
1 def v(x):  
2     if x >= 0: return x ** 0.88  
3     return -2.25 * (-x) ** 0.88  
4 def beklenti(G, K):      # ½: +G, ½: -K  
5     return 0.5 * v(G) + 0.5 * v(-K)  
▶ for G in [100, 200, 251, 300]:  
7     print(G, round(beklenti(G, 100), 1))
```

DEĞİŞKENLER

G = -

K = 100

ÇIKTI

Kod İzleme: Bahis Ne Zaman Kabul Edilir?



$G = 100$: $v(100) = 57,5$ ve $v(-100) = -129,5 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 57,5 - \frac{1}{2} \cdot 129,5 = -36,0$. Beklenen değer 0 olan bahis reddedilir.

Adım 2 / 6

```
1 def v(x):
2     if x >= 0: return x ** 0.88
3     return -2.25 * (-x) ** 0.88
4 def beklenti(G, K):      # ½: +G, ½: -K
5     return 0.5 * v(G) + 0.5 * v(-K)
6 for G in [100, 200, 251, 300]:
7     print(G, round(beklenti(G, 100), 1))
```

DEĞİŞKENLER

$G = 100$

$v(G) = 57.5$

$v(-K) = -129.5$

deger = -36.0

ÇIKTI

100 -36.0

Kod İzleme: Bahis Ne Zaman Kabul Edilir?



$G = 200: v(200) = 105,9 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 105,9 - \frac{1}{2} \cdot 129,5 = -11,8$. Beklenen değer +50 olduğu hâlde hâlâ reddedilir.

Adım 3 / 6

```
1 def v(x):
2     if x >= 0: return x ** 0.88
3     return -2.25 * (-x) ** 0.88
4 def beklenti(G, K):      # %: +G, %: -K
5     return 0.5 * v(G) + 0.5 * v(-K)
6 for G in [100, 200, 251, 300]:
7     print(G, round(beklenti(G, 100), 1))
```

DEĞİŞKENLER

$G = 200$

$v(G) = 105.9$

$v(-K) = -129.5$

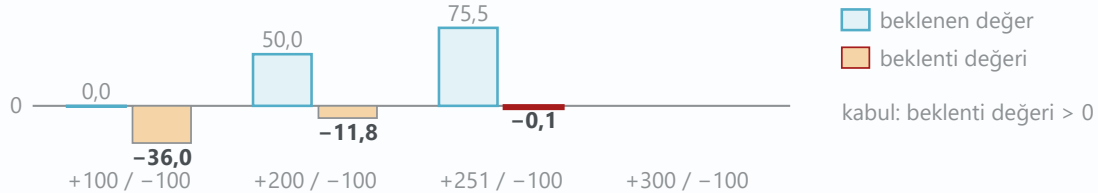
deger = -11.8

ÇIKTI

100 -36.0

200 -11.8

Kod İzleme: Bahis Ne Zaman Kabul Edilir?



$G = 251: v(251) = 129,3 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 129,3 - \frac{1}{2} \cdot 129,5 \approx -0,1$: kabul eşiği (≈ 251 TL) tam buradadır.

Adım 4 / 6

```

1 def v(x):
2     if x >= 0: return x ** 0.88
3     return -2.25 * (-x) ** 0.88
4 def beklenti(G, K):      # %: +G, %: -K
5     return 0.5 * v(G) + 0.5 * v(-K)
6 for G in [100, 200, 251, 300]:
7     print(G, round(beklenti(G, 100), 1))
  
```

DEĞİŞKENLER

$G = 251$

$v(G) = 129.3$

$v(-K) = -129.5$

değer = -0.1

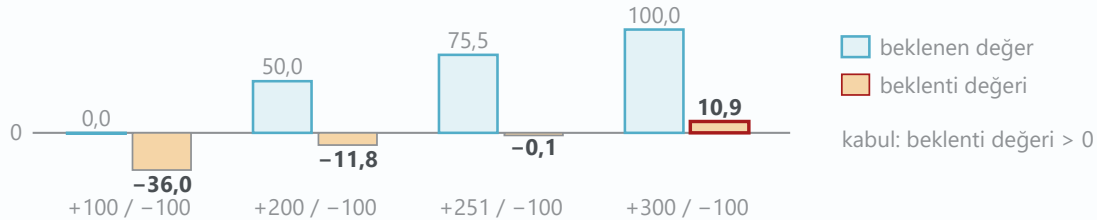
ÇIKTI

100 -36.0

200 -11.8

251 -0.1

Kod İzleme: Bahis Ne Zaman Kabul Edilir?



$G = 300: v(300) = 151,3 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 151,3 - \frac{1}{2} \cdot 129,5 = +10,9 > 0$: bahis artık kabul edilir.

Adım 5 / 6

```

1 def v(x):
2     if x >= 0: return x ** 0.88
3     return -2.25 * (-x) ** 0.88
4 def beklenti(G, K):      # ½: +G, ½: -K
5     return 0.5 * v(G) + 0.5 * v(-K)
6 for G in [100, 200, 251, 300]:
7     print(G, round(beklenti(G, 100), 1))
  
```

DEĞİŞKENLER

$G = 300$

$v(G) = 151.3$

$v(-K) = -129.5$

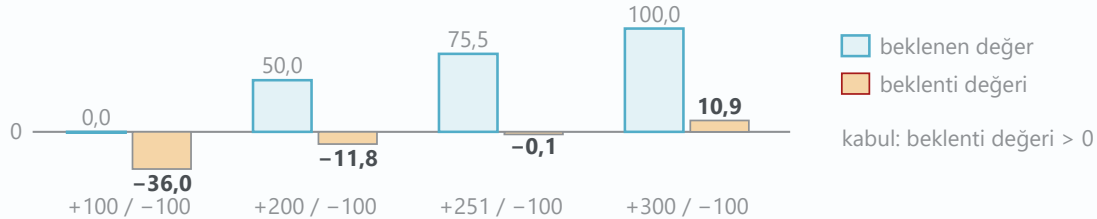
değer = 10.9

ÇIKTI

```

100 -36.0
200 -11.8
251 -0.1
300 10.9
  
```

Kod İzleme: Bahis Ne Zaman Kabul Edilir?



Risk nötr biri +200 / -100 bahsini (beklenen değer +50) hemen kabul eder; $\lambda = 2,25$ ile kayıp o kadar ağır gelir ki kazanç 251 TL'yi aşmadan bahis kabul edilmez.

Adım 6 / 6

```

1 def v(x):
2     if x >= 0: return x ** 0.88
3     return -2.25 * (-x) ** 0.88
4 def beklenti(G, K):      # ½: +G, ½: -K
5     return 0.5 * v(G) + 0.5 * v(-K)
6 for G in [100, 200, 251, 300]:
    print(G, round(beklenti(G, 100), 1))
  
```

DEĞİŞKENLER

G = 300

ÇIKTI

```

100 -36.0
200 -11.8
251 -0.1
300 10.9
  
```

Kayıptan Kaçınmanın İzi: Bağış Etkisi

- **Deney** (Kahneman, Knetsch ve Thaler, 1990): öğrencilerin yarısına rastgele bir kupa verildi. Kupa sahiplerinin istediği en düşük satış fiyatı, almak isteyenlerin ödemeye razı olduğu en yüksek fiyatın yaklaşık **iki katıydı**; beklenenden çok daha az takas oldu.
- **Açıklama:** kupayı vermek referans noktasından bir **kayıp**, kupayı almak bir **kazançtır**; kayıp λ kat ağır gelir.
- **Statüko yanlılığı:** varsayılandan ayrılmak da kayıp gibi algılanır; emeklilik planına otomatik katılım bu yüzden katılımı artırır.

Çalışılmış örnek

Kupanın kullanım değeri 20 TL, değer fonksiyonu doğrusal, $\lambda = 2,25$.

- Sahip: kupayı vermek $-2,25 \cdot 20 = -45$ hissettirir $\Rightarrow$ en az **45 TL** ister.
- Alıcı: kupayı almak $+20 \Rightarrow$ en çok **20 TL** öder.
- Oran $45/20 = 2,25 = \lambda$: aradaki fiyatlarda takas olmaz.

Sık hata

"Sahibi kupayı daha çok sever." Hayır: nesne aynıdır, değişen yalnızca referans noktasıdır.

Çerçeveleme Etkisi: Aynı Seçenek, Farklı Karar

Tversky ve Kahneman (1981): 600 kişiyi etkilemesi beklenen bir salgın için iki program.

Kazanç çerçevesi

- + A: 200 kişi **kurtulur**.
- + B: 1/3 olasılıkla 600 kişi kurtulur, 2/3 olasılıkla kimse kurtulmaz.
- + Katılımcıların **%72**'si A'yı (kesin) seçti.

Kayıp çerçevesi

- C: 400 kişi **ölür**.
- D: 1/3 olasılıkla kimse ölmez, 2/3 olasılıkla 600 kişi ölür.
- Katılımcıların **%78**'i D'yi (riskli) seçti.

$A \equiv C$ ve $B \equiv D$ (beklenen kurtulan hepsinde 200). Beklenen fayda kuramına göre tercih değişmemeli; beklenti kuramı ise bunu kazançta riskten kaçınan, kayıpta risk seven davranışla açıklar.

Sık Yapılan Hatalar: Beklenti Kuramı

"Kayıptan kaçınma, riskten kaçınmadır."

Hayır. Riskten kaçınma faydanın eğriliğinden, kayıptan kaçınma referans noktasındaki kırılmadan (λ) gelir. ± 100 TL bahsi, v kazançta neredeyse doğrusal olsa bile λ yüzünden reddedilir.

"w(p) bir olasılıktır."

Hayır, bir karar ağırlığıdır: $w(0,01) + w(0,99) = 0,055 + 0,912 = 0,967 \neq 1$ ve $w(0,5) = 0,421$.

"Referans noktası hep sıfırdır."

Referans; beklenti, statüko ya da hedef olabilir. 10.000 TL ikramiye bekleyene 9.000 TL bir kayıptır.

"Kayıp çerçevesinde herkes riski seçer."

%78 bir çoğunluk eğilimidir. Kuram ortalama davranışı açıklar, tek tek kişileri öngörmez.

Hatalı ama Akıllı: Kuantal Tepki

- **Sezgi:** insanlar daha iyi seçeneği daha sık seçer ama her zaman değil; fark büyüdükçe hata azalır.
- **Logit seçim:** $P(a) = e^{\lambda \cdot u(a)} / \sum_b e^{\lambda \cdot u(b)}$. $\lambda = 0$ iken seçim rastgele, $\lambda \rightarrow \infty$ iken en iyi tepki.
- **Kuantal tepki dengesi** (quantal response equilibrium, QRE; McKelvey ve Palfrey, 1995): her oyuncu, diğerlerinin bu hatalı seçimlerine karşı logit tepki verir; $\lambda \rightarrow \infty$ iken Nash dengesine gider.

λ	P(kazanç 10)
0	0,500
0,5	0,731
1	0,881
2	0,982
∞	1

İki seçenek, kazançlar 10 ve 8: $P = 1/(1 + e^{-2\lambda})$

Seviye-k düşünme ise hatayı değil, sınırlı akıl yürütme derinliğini modeller: seviye-k oyuncu diğerlerini seviye k-1 sayar. 2/3 ortalaması oyununda ilk tahminler çoğunlukla 1-2 adımda yığılır (Nagel, 1995).

Kuantal Tepki: Asimetrik Yazı-Tura

	Sol	Sağ
Üst	320, 40	40, 80
Alt	40, 80	80, 40

λ	$p = P(\text{Üst})$	$q = P(\text{Sol})$
0	0,50	0,50
0,02	0,83	0,37
0,1	0,71	0,15
1	0,52	0,125
∞ (Nash)	0,50	0,125

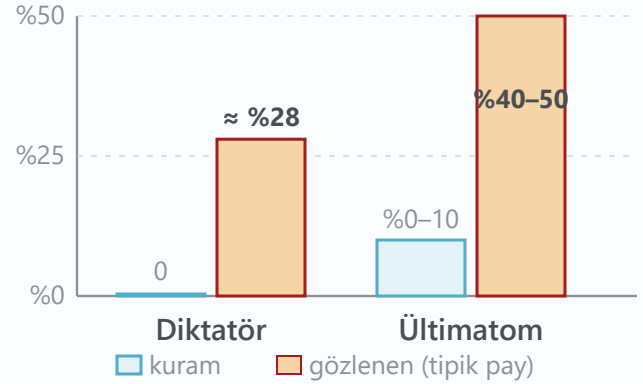
- Sütunu kayıtsız bırakan p : $40p + 80(1 - p) = 80p + 40(1 - p) \Rightarrow \mathbf{p = 1/2}$.
- Satırı kayıtsız bırakan q : $320q + 40(1 - q) = 40q + 80(1 - q) \Rightarrow \mathbf{q = 1/8}$.
- Nash: satırın kendi 320'si ne olursa olsun Üst olasılığı 1/2 kalır.

Logit QRE: p ve q birbirine logit tepki

Deneylerde satır oyuncularını büyük kazanca (320) doğru açıkça kaydı (Goeree ve Holt, 2001). QRE bu **kendi kazancı etkisini** orta λ değerleriyle yakalar. Sık hata: karışık Nash'te bir oyuncunun olasılığı *rakibinin* kazançlarından belirlenir; insanlar ise kendi kazancına da tepki verir.

Sosyal Tercihler: Yalnızca Para mı?

- **Diktatör oyunu:** bir kişi 10 jetonu kendisiyle karşısındaki arasında böler; karşıdaki hiçbir şey yapamaz. Yalnızca parayı önemseyen biri 0 verir.
- Yüzü aşkın çalışmanın meta-analizinde verilen pay ortalama **yaklaşık %28**; azımsanmayacak bir kesim de hiç vermez (Engel, 2011).
- **Ültimatom oyunu:** karşı tarafa ret hakkı verilince teklifler %40–50'ye çıkar, düşük teklifler reddedilir.



Diktatörde verilen pay adalet ya da özgecilikten gelir; ultiomatomdaki ek pay ise ret korkusundan (stratejik). **Sosyal tercih** modelleri bu güdüleri fayda fonksiyonunun içine yazar.

Eşitsizlikten Kaçınma: Fehr–Schmidt Modeli

İki kişi için: $u_i = x_i - \alpha \cdot \max(x_j - x_i, 0) - \beta \cdot \max(x_i - x_j, 0)$, $0 \leq \beta \leq \alpha$, $\beta < 1$ (Fehr ve Schmidt, 1999)

- **α** : geride kalmanın acısı (kıskançlık); **β** : önde olmanın rahatsızlığı (suçluluk). İnsanlar geride kalmaktan daha çok rahatsız olur: $\alpha \geq \beta$.
- $\alpha = \beta = 0$ ise klasik, yalnızca parayı önemseyen oyuncu elde edilir.

Ültimeum

10'dan s pay alan yanıtlayan için kabul: $s - \alpha(10 - 2s) \geq 0$
 $\Leftrightarrow s \geq \frac{10\alpha}{1 + 2\alpha}$. $\alpha = 1$
 $\Rightarrow s \geq 3,33$.

Diktatör

s verince $u = 10 - s - \beta(10 - 2s) = 10 - 10\beta + s(2\beta - 1)$: **$\beta > 1/2$** ise eşit böler, değilse hiç vermez.

Kamu malı

Yeterince eşitsizlikten kaçınan oyuncu, diğerleri katıyorsa katar, katmıyorsa katmaz: koşullu işbirlikçi.

Adım Adım: Ültimatonda Kabul Eşiği ($\alpha = 1$)

0 ret = 0



$$s = 1 \cdot (9, 1) \quad s = 2 \cdot (8, 2) \quad s = 3 \cdot (7, 3) \quad s = 4 \cdot (6, 4) \quad s = 5 \cdot (5, 5)$$

Yanıtlayan $\alpha = 1$ ile kabulde $u = s - 1 \cdot (10 - 2s)$ alır, retle 0. Teklif eden $(10 - s, s)$ önerir.

Adım Adım: Ültimatorda Kabul Eşiği ($\alpha = 1$)



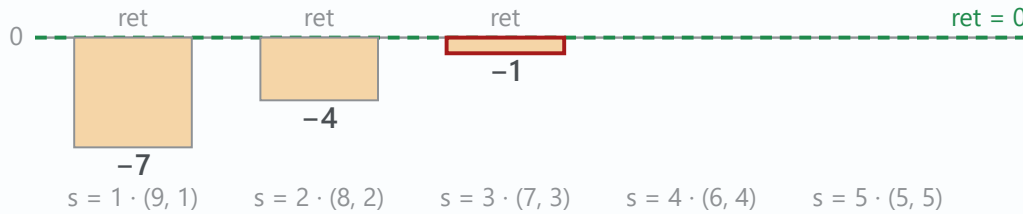
$s = 1: u = 1 - 8 = -7 < 0 \Rightarrow \text{ret. 1 jeton, 8 jetonluk farkın acısını karşılamaz.}$

Adım Adım: Ültimatonda Kabul Eşiği ($\alpha = 1$)



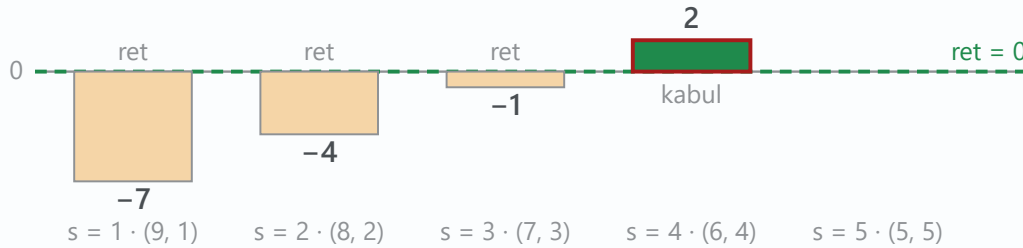
$s = 2: u = 2 - 6 = -4 \Rightarrow \text{ret.}$

Adım Adım: Ültimatonda Kabul Eşiği ($\alpha = 1$)



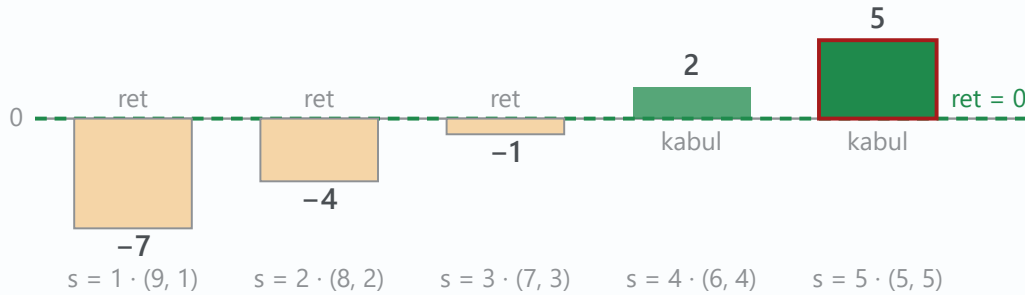
$s = 3: u = 3 - 4 = -1 \Rightarrow \text{hâlâ ret (kıl payı)}.$

Adım Adım: Ültimatonda Kabul Eşiği ($\alpha = 1$)



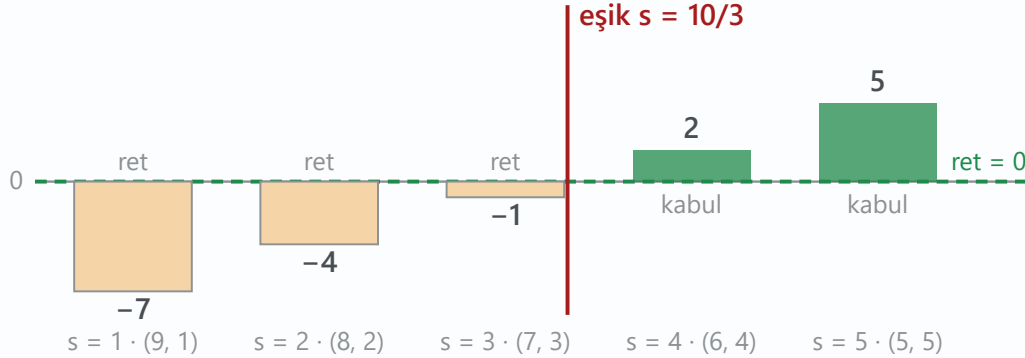
$s = 4: u = 4 - 2 = +2 > 0 \Rightarrow \text{kabul.}$

Adım Adım: Ültimatonda Kabul Eşiği ($\alpha = 1$)



$s = 5: u = 5$, fark yok $\Rightarrow$ kabul.

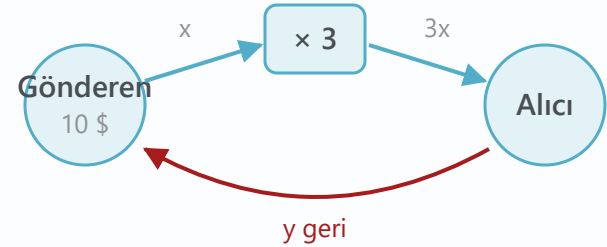
Adım Adım: Ültimatonda Kabul Eşiği ($\alpha = 1$)



Eşik $10\alpha/(1 + 2\alpha) = 10/3 \approx 3,33$: en küçük kabul edilen tam sayı teklif 4. Teklifi bilen teklif eden 4 önerip 6 alır: düşük teklifin reddi, adalet duygusunun sonucudur.

Karşılıklılık: Güven Oyunu

- **Güven oyunu** (Berg, Dickhaut ve McCabe, 1995): gönderen 10 doların istediği kadarını gönderir, miktar üçe katlanır, alıcı istediği kadarını geri yollar. Tek atışta ve tam gizlilikte oynandı.
- **Kuram** (yalnızca para): alıcı hiçbir şey geri vermez; bunu bilen gönderen 0 gönderir.
- **Gerçekte** ortalama 5,16 \$ gönderildi, 4,66 \$ geri döndü.
- **Karşılıklılık**: niyete yanıt vermek; iyiliğe iyilik, kötülüğe ceza (Rabin, 1993). Eşitsizlikten kaçınma sonuçların dağılımına, karşılıklılık niyete bakar.



$$\text{ortalama: } x = 5,16 \cdot 3x = 15,48 \cdot y = 4,66$$

Sık hata: "Güvenmek kârlıydı." Ortalamada geri dönen (4,66) gönderilenden (5,16) azdı; buna rağmen çoğu kişi gönderdi.

Kolektif Karar Alma: Bireysel ve Toplumsal Çıkar

- Grup kararlarında **sosyal etki**, uyma baskısı ve ortak çıkarlar rol oynar.
- Topluluk kararları çoğunluk, uzlaş (konsensüs) ya da oy sistemleriyle alınır.
- Bireysel çıkar kendi faydasını, kolektif çıkar grubun faydasını maksimize eder; ikisi çoğu zaman **çelişir**.

Trafik

Herkes kendine en kısa yolu seçer → toplam gecikme gereğinden büyük olur (bencil yönlendirme; Pigou örneği, anarşinin bedeli).

İş grupları

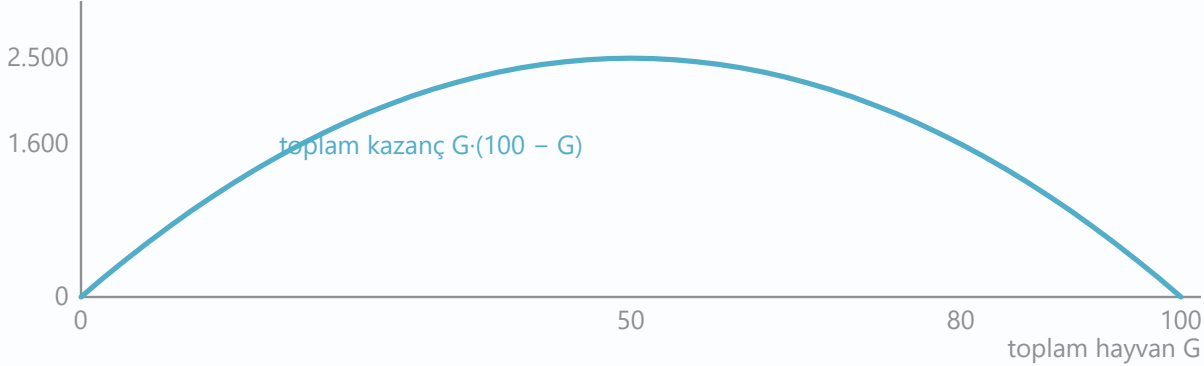
Herkes kendi işine odaklanır → ortak proje aksar (kamu malı).

Ortak kaynak

Balıkçılık, mera, yeraltı suyu, atmosfer → aşırı kullanım.

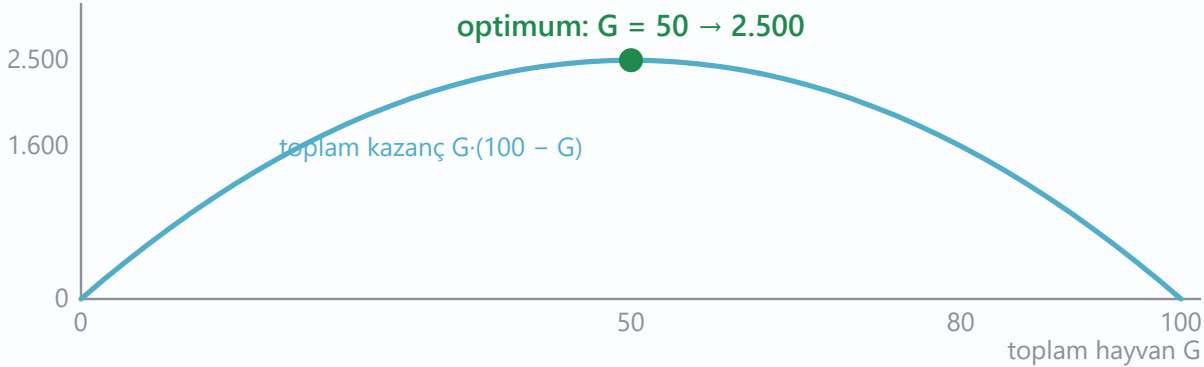
Son örneğin klasik adı: **ortak mallar trajedisi** (tragedy of the commons, Hardin 1968).

Ortak Mallar Trajedisi: Sayısal Model



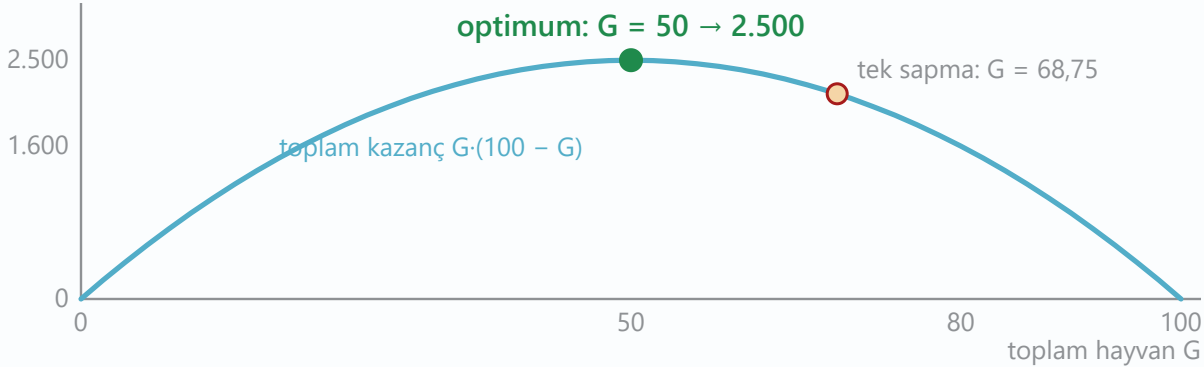
4 çoban ortak meraya hayvan salar. Hayvan başı değer $100 - G$ (G = toplam hayvan): mera kalabalıklaştıkça her hayvan daha az besi alır. Çoban i 'nin kazancı $u_i = g_i(100 - G)$.

Ortak Mallar Trajedisi: Sayısal Model



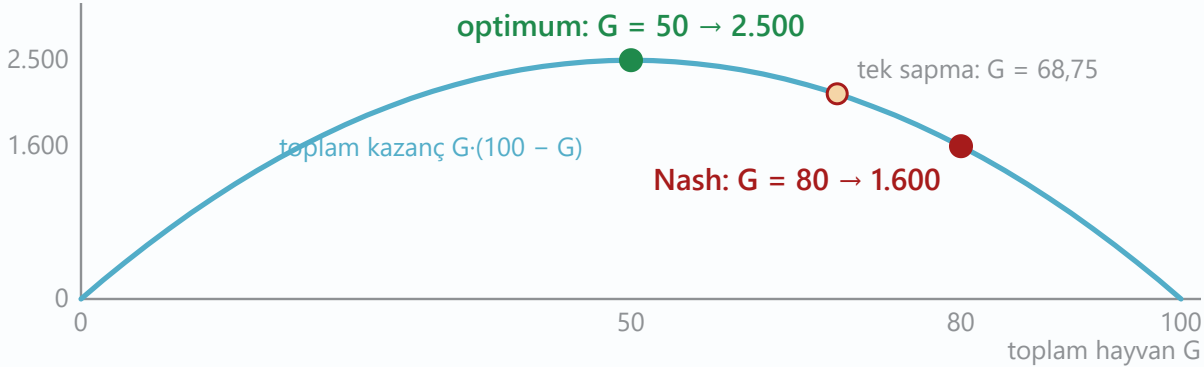
Sosyal optimum: $G(100 - G)$ en büyük $\Rightarrow G = 50$, toplam 2.500. Eşit paylaşımda her çoban 12,5 hayvan, kazanç 625.

Ortak Mallar Trajedisi: Sayısal Model



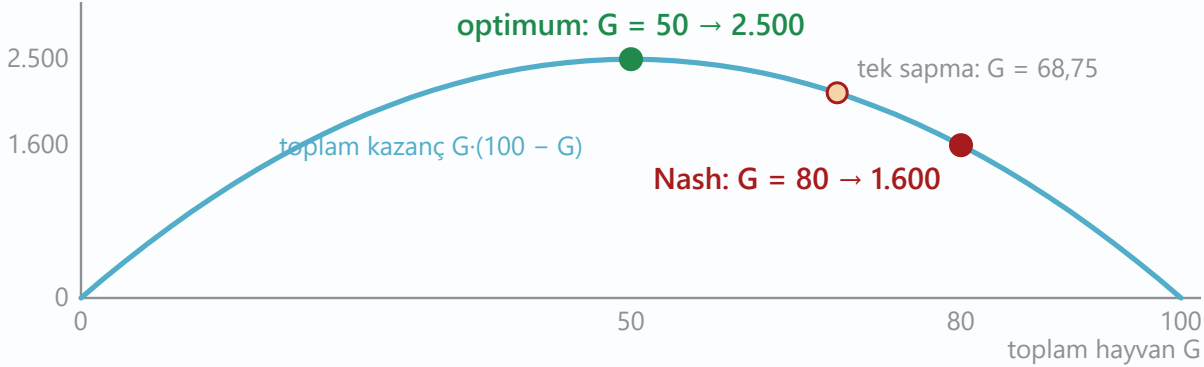
Ama diğerleri 37,5 hayvan salarken çoban 1'in en iyi tepkisi $g = (100 - 37,5)/2 = 31,25$:
kazancı 976,6 > 625. Diğerlerinin kazancı 390,6'ya düşer.

Ortak Mallar Trajedisi: Sayısal Model



Herkes en iyi tepki verince: $g = (100 - 3g)/2 \Rightarrow \mathbf{g^* = 20}$, $G = 80$. Kontrol: diğerleri 60 iken en iyi tepki $(100 - 60)/2 = 20$. Kişi başı 400, toplam 1.600. Çobanlar sırayla en iyi tepki verse de bu dengeye yakınsalar.

Ortak Mallar Trajedisi: Sayısal Model



Trajedi: dengede toplam kazanç 1.600, optimumun %64'i. Her çoban kendi hayvanının meraya verdiği zararın yalnızca 1/4'ünü hisseder (dışsallık).

Çoban Sayısı Arttıkça ve Çözümler

n	g^* (kişi başı)	G^*	toplam	optimuma oran
1	50	50	2.500	%100
2	33,33	66,7	2.222	%88,9
4	20	80	1.600	%64
10	9,09	90,9	826	%33,1
100	0,99	99	98	%3,9

Dengede $g^* = 100/(n + 1)$; $n \rightarrow \infty$ iken $G^* \rightarrow 100$,
toplam $\rightarrow 0$

Pigou vergisi

Hayvan başı $t = 37,5$: denge $g = (100 - t)/5 = 12,5 \Rightarrow$ optimum $G = 50$.

Kota / izin

Toplam 50 hayvan hakkı paylaşılır; ticareti yapılabilir.

Ostrom (2009 Nobel)

Yerel topluluklar izleme, kademeli yaptırım ve ortak kurallarla kaynağı sürdürebilir.

Devlet mi, Piyasa mı? Ostrom'un Üçüncü Yolu

Hardin'e göre çözüm ya merkezi denetim ya özelleştirmedir. Ostrom (1990), yüzyıllardır süren yerel düzenlerde ortak ilkeler buldu (2009 Nobel).

1. Açık sınırlar

Kimin, hangi kaynaktan yararlanacağı bellidir.

2. Yerel koşullara uygun kurallar

Kullanım ve katkı kuralları kaynağa göre biçilir.

3. Kurallara katılım

Kurallardan etkilenenler kuralları değiştirebilir.

4. İzleme

Kullanıcılara hesap veren gözetleyiciler.

5. Kademeli yaptırım

İlk ihlale hafif, tekrarına ağır ceza.

6. Ucuz çatışma çözümü

Anlaşmazlık hızlı ve yerelde çözülür.

7. Örgütlenme hakkı

Dış otoriteler yerel kuralları tanır.

8. İç içe yönetim

Büyük kaynaklarda katmanlı kurumlar.

Ostrom'un örneklerinden biri Alanya'nın kıyı balıkçılarıdır: avlak yerleri sezon başında kurayla dağıtılır, tekneler balığın göçüyle sırayla yer değiştirir.

Kolektif Kararı Değerlendirmek: Cehalet Peçesi

Hatırlatma

Faydacı ölçüt ($SW = \sum u_i$), eşitlikçi ölçüt ($\min u_i$) ve Nash sosyal refahı ($\prod u_i$) aynı seçenekleri farklı sıralayabilir. Ortak meradaki optimum ($G = 50$, toplam 2.500) faydacı ölçütün en iyisidir.

Cehalet peçesi: politika, kimin hangi konumda olacağı bilinmeden seçilir. Her konuma eşit olasılık verip beklenen faydayı maksimize ederseniz (Laplace) **faydacı** ölçüte (Harsanyi, 1955), maksimin uygularsanız **eşitlikçi** ölçüte (Rawls, 1971) varırsınız.

Örnek

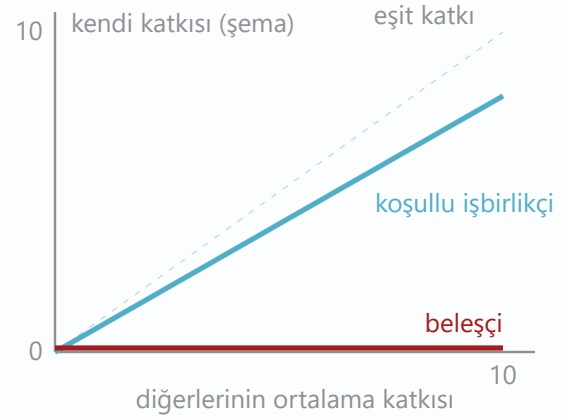
Üç konum: $P = (10, 6, 2)$, $R = (5, 5, 5)$. Laplace: P 'nin ortalaması $6 > 5 \Rightarrow P$. Maksimin: en kötü $2 < 5 \Rightarrow R$.

Belirsizlik altında karar

Peçe, toplumsal seçimi bir karar kuramı problemine çevirir: aynı tablo, hangi belirsizlik ölçütü seçildiğine göre farklı politika önerir.

Laboratuvarda Kamu Malı: Ne Gözleniyor?

- Hatırlatma: katılan her jeton katana 0,4, gruba 1,6 döndürür; katmamak baskındır, kuram 0 katkı öngörür.
- **İlk turlar:** bütçenin yaklaşık %40–60'ı katılır (Ledyard, 1995).
- **Tekrarla düşüş:** katkılar tur tur azalır, son turlarda beleşçilik düzeyine yaklaşır.
- **Kimler?** Deneklerin yaklaşık yarısı koşullu işbirlikçidir (diğerleri ne kadar katarsa o kadar katmak ister), yaklaşık üçte biri beleşçidir (Fischbacher, Gächter ve Fehr, 2001).
- **Düşüşün mekanizması:** koşullu işbirlikçiler ortalamanın biraz altında katar, beleşçiler ortalamayı aşağı çeker: katkı her tur biraz daha erir.



Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 0: katkılar

[0, 10, 10, 10]

kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 22 O2: 12

Model: O1 hep 0 verir; O2–O4 **koşullu işbirlikçi**: bu tur, diğerlerinin önceki turdaki ortalaması kadar verir.

Adım 1 / 12

```
1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]                # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8         c = yeni
9         gecmis.append(c)
10    return gecmis
```

DEĞİŞKENLER

`c = [0, 10, 10, 10]`

`gecmis = [c]`

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 0: katkılar

[0, 10, 10, 10]

kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 22 O2: 12

$t = 0$: O2 için diğerlerinin toplamı 20 $\Rightarrow$ ortalama $20 / 3 = 6,7$ (O3, O4 de aynı).

Adım 2 / 12

```

1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]           # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8     c = yeni
9     gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

DEĞİŞKENLER

$t = 0$

$c = [0, 10, 10, 10]$

digerleri = 20

yeni = [0, 6.7, 6.7, 6.7]

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 1: katkılar

[0, 6.7, 6.7, 6.7]

kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 18 O2: 11,3

Tur 1: katkılar [0, 6.7, 6.7, 6.7]. Beleşçi O1, herkesten fazla kazanır.

Adım 3 / 12

```

1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]          # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8         c = yeni
9         gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

DEĞİŞKENLER

t = 0

c = [0, 6.7, 6.7, 6.7]

gecmis = 2 tur

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 1: katkılar

`[0, 6.7, 6.7, 6.7]`kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 18 O2: 11,3

t = 1: O2 için diğerlerinin toplamı 13,3 $\Rightarrow$ ortalama $13,3 / 3 = 4,4$ (O3, O4 de aynı).

Adım 4 / 12

```

1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]                # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8     c = yeni
9     gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

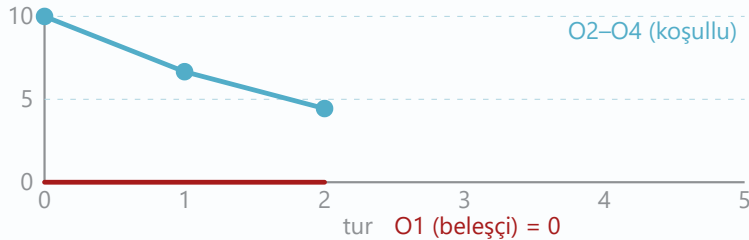
DEĞİŞKENLER

t = 1 c = [0, 6.7, 6.7, 6.7]

digerleri = 13.3

yeni = [0, 4.4, 4.4, 4.4]

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 2: katkılar

`[0, 4.4, 4.4, 4.4]`kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 15,3 O2: 10,9

Tur 2: katkılar `[0, 4.4, 4.4, 4.4]`. Her tur katkı bir önceki değerin üçte ikisine iner (üçte bir oranında azalır).

Adım 5 / 12

```

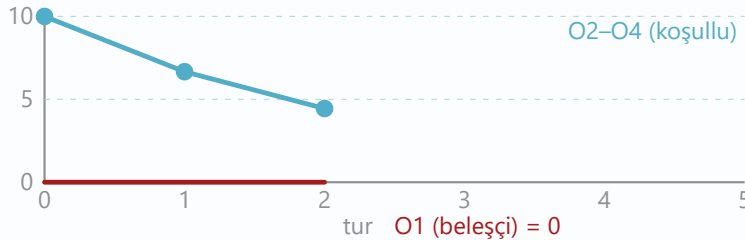
1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]          # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8         c = yeni
9         gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

DEĞİŞKENLER

`t = 1``c = [0, 4.4, 4.4, 4.4]``gecmis = 3 tur`

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 2: katkılar

`[0, 4.4, 4.4, 4.4]`kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 15,3 O2: 10,9

t = 2: O2 için diğerlerinin toplamı 8,9 $\Rightarrow$ ortalama $8,9 / 3 = \mathbf{3,0}$ (O3, O4 de aynı).

Adım 6 / 12

```

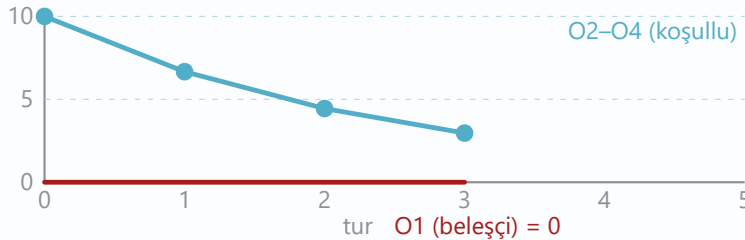
1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0] # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8     c = yeni
9     gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

DEĞİŞKENLER

`t = 2` `c = [0, 4.4, 4.4, 4.4]``digerleri = 8.9``yeni = [0, 3.0, 3.0, 3.0]`

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 3: katkılar

[0, 3.0, 3.0, 3.0]

kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 13,6 O2: 10,6

Tur 3: katkılar [0, 3.0, 3.0, 3.0].

Adım 7 / 12

```

1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]          # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8         c = yeni
9         gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

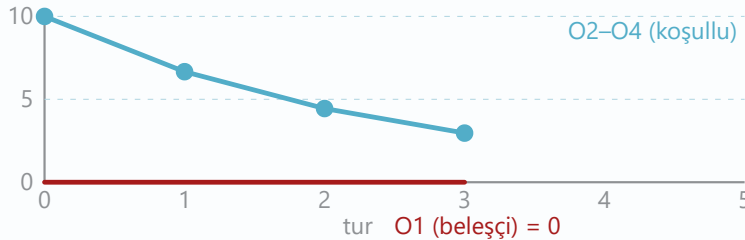
DEĞİŞKENLER

t = 2

c = [0, 3.0, 3.0, 3.0]

gecmis = 4 tur

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 3: katkılar

`[0, 3.0, 3.0, 3.0]`kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 13,6 O2: 10,6

$t = 3$: O2 için diğerlerinin toplamı 5,9 $\Rightarrow$ ortalama $5,9 / 3 = \mathbf{2,0}$ (O3, O4 de aynı).

Adım 8 / 12

```

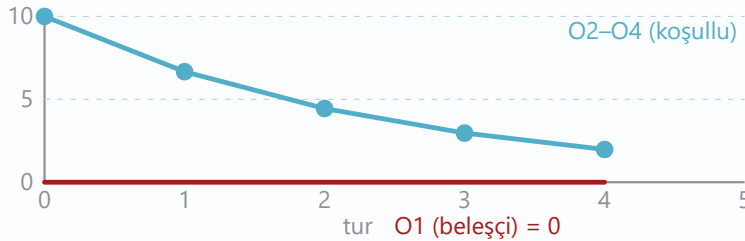
1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]          # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8     c = yeni
9     gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

DEĞİŞKENLER

`t = 3` `c = [0, 3.0, 3.0, 3.0]``digerleri = 5.9``yeni = [0, 2.0, 2.0, 2.0]`

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 4: katkılar

`[0, 2.0, 2.0, 2.0]`kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 12,4 O2: 10,4

Tur 4: katkılar `[0, 2.0, 2.0, 2.0]`.

Adım 9 / 12

```

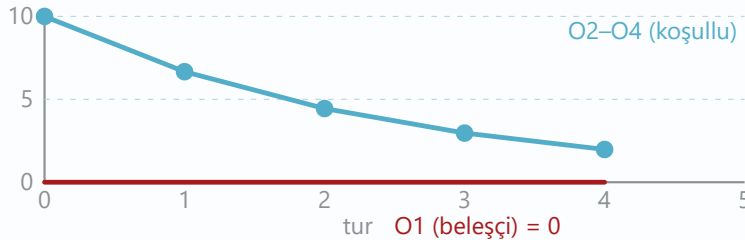
1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]          # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8         c = yeni
9         gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

DEĞİŞKENLER

`t = 3``c = [0, 2.0, 2.0, 2.0]``gecmis = 5 tur`

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 4: katkılar

`[0, 2.0, 2.0, 2.0]`kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 12,4 O2: 10,4

$t = 4$: O2 için diğerlerinin toplamı 4,0 $\Rightarrow$ ortalama $4,0 / 3 = 1,3$ (O3, O4 de aynı).

Adım 10 / 12

```

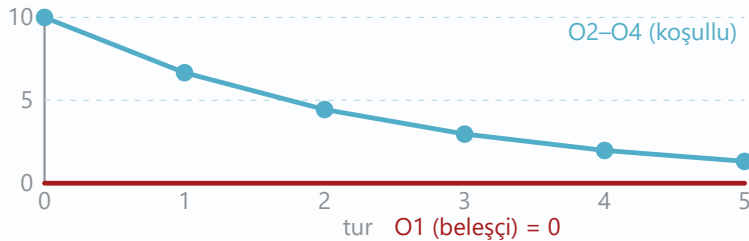
1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]          # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8     c = yeni
9     gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

DEĞİŞKENLER

`t = 4` `c = [0, 2.0, 2.0, 2.0]``digerleri = 4.0``yeni = [0, 1.3, 1.3, 1.3]`

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 5: katkılar

[0, 1.3, 1.3, 1.3]

kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 11,6 O2: 10,3

Tur 5: katkılar [0, 1.3, 1.3, 1.3].

Adım 11 / 12

```

1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]          # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8         c = yeni
9         gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

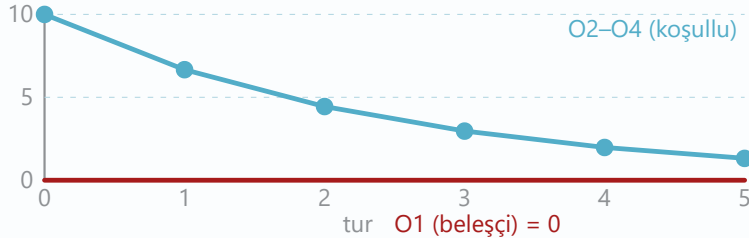
DEĞİŞKENLER

t = 4

c = [0, 1.3, 1.3, 1.3]

gecmis = 6 tur

Kod İzleme: `kosullu_katki(c, tur)`



tur 5: katkılar

[0, 1.3, 1.3, 1.3]

kazanç $u = 10 - k + 0,4 \cdot \sum k$

O1: 11,6 O2: 10,3

5 turda katkı 10 → 1,3: tek beleşçi, çoğunluğun işbirliğini çözer (laboratuvardaki düşüşün basit modeli).

Adım 12 / 12

```

1 def kosullu_katki(c, tur):
2     gecmis = [c]
3     for t in range(tur):
4         yeni = [0]          # O1 hep beleşçi
5         for i in range(1, len(c)):
6             digerleri = sum(c) - c[i]
7             yeni.append(digerleri / (len(c) - 1))
8         c = yeni
9         gecmis.append(c)
10    return gecmis

```

DEĞİŞKENLER

gecmis = 6 tur

Cezalı ve Cezasız: Fehr ve Gächter (2000)

Tasarım

4 kişilik gruplar, her biri 0,4 dönüslü kamu malı. Katkılar açıklandıktan sonra her denek, kendi parasından ödeyerek diğerlerine ceza puanı verebilir. Cezalı ve cezasız 10'ar tur; sabit gruplar ve her tur karışan gruplar.

Cezasız

Katkılar ilk turlarda yüksek, sonra sıfıra doğru düşer.

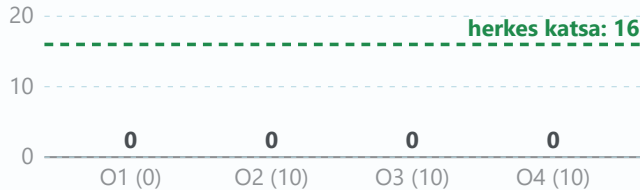
Cezalı

Katkılar yükselir; sabit gruplarda tam işbirliğine yaklaşır. Grup ortalamasından en çok aşağıda katan en çok cezayı alır.

Her tur karışan gruplarda da ceza verildi: aynı kişiyle bir daha karşılaşma olasılığı yokken ceza vermek ceza verene hiçbir şey kazandırmaz. Bu davranışa **özgeci ceza** denir (Fehr ve Gächter, 2002).

Kuramın öngörüsü: yalnızca parayı önemseyen kimse ceza vermez; bunu bilen herkes yine 0 katar. Deney, bu iki adımın ikisinin de tutmadığını gösterdi.

Kod İzleme: Ceza Beleşçiliği Kârsız Kılar mı?



katkılar $c = [0, 10, 10, 10]$

ceza puanı: 1 öder, 3 kaybettirir

henüz hesap yok

Çağrı `ceza(c, p)` : O1 beleşçi, O2–O4 tam katkı. Her işbirlikçi O1'e 2 ceza puanı verir.

Adım 1 / 6

```
► def ceza(c, p):          # p[i][j]: i'nin j'ye puanı
2     n = len(c)
3     pay = 1.6 * sum(c) / n
4     u = [10 - c[i] + pay for i in range(n)]
5     for i in range(n):
6         for j in range(n):
7             u[i] -= p[i][j]      # puan başı 1 öder
8             u[j] -= 3 * p[i][j]  # cezalı 3 kaybeder
9     return u
```

DEĞİŞKENLER

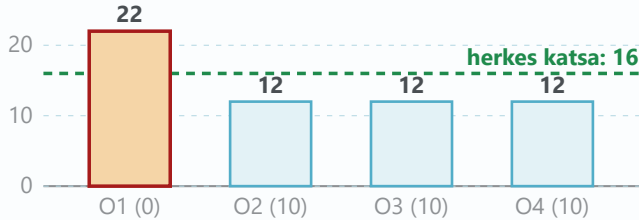
$c = [0, 10, 10, 10]$

$p = p[1][0]=p[2][0]=p[3][0]=2$

ÇAĞRI YIĞINI

`ceza(c, p)`

Kod İzleme: Ceza Beleşçiliği Kârsız Kılar mı?



katkılar $c = [0, 10, 10, 10]$

ceza puanı: 1 öder, 3 kaybettirir

ceza öncesi

$pay = 1,6 \cdot 30 / 4 = 12$. Ceza öncesi $u = [22, 12, 12, 12]$: beleşçi, katkı yapanlardan 10 fazla alır.

Adım 2 / 6

```
1 def ceza(c, p):          # p[i][j]: i'nin j'ye puanı
    ▶ n = len(c)
    ▶ pay = 1.6 * sum(c) / n
    ▶ u = [10 - c[i] + pay for i in range(n)]
5   for i in range(n):
6       for j in range(n):
7           u[i] -= p[i][j]      # puan başı 1 öder
8           u[j] -= 3 * p[i][j]  # cezalı 3 kaybeder
9   return u
```

DEĞİŞKENLER

$n = 4$

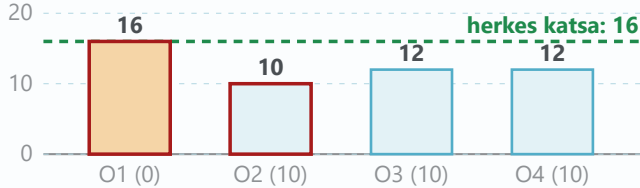
$pay = 12.0$

$u = [22, 12, 12, 12]$

ÇAĞRI YIĞINI

`ceza(c, p)`

Kod İzleme: Ceza Beleşçiliği Kârsız Kılar mı?



katkılar $c = [0, 10, 10, 10]$

ceza puanı: 1 öder, 3 kaybettirir

O2 → O1: 2 puan

$i = 0$ (O1) kimseyi cezalandırmaz. $i = 1$: O2, 2 puan için 2 öder ($12 \rightarrow 10$); O1 $2 \cdot 3 = 6$ kaybeder ($22 \rightarrow 16$).

Adım 3 / 6

```

1 def ceza(c, p):          # p[i][j]: i'nin j'ye puanı
2     n = len(c)
3     pay = 1.6 * sum(c) / n
4     u = [10 - c[i] + pay for i in range(n)]
5     for i in range(n):
6         for j in range(n):
7             u[i] -= p[i][j]      # puan başı 1 öder
8             u[j] -= 3 * p[i][j]  # cezalı 3 kaybeder
9     return u

```

DEĞİŞKENLER

$i = 1$

$j = 0$

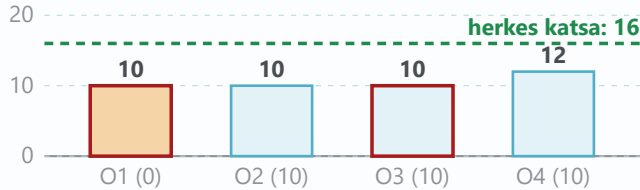
$p[i][j] = 2$

$u = [16, 10, 12, 12]$

ÇAĞRI YIĞINI

`ceza(c, p)`

Kod İzleme: Ceza Beleşçiliği Kârsız Kılar mı?



katkılar $c = [0, 10, 10, 10]$

ceza puanı: 1 öder, 3 kaybettirir

O3 → O1: 2 puan

$i = 2$: O3 de 2 öder ($12 \rightarrow 10$); O1 $16 \rightarrow 10$. Beleşçinin üstünlüğü bitti.

Adım 4 / 6

```

1 def ceza(c, p):          # p[i][j]: i'nin j'ye puanı
2     n = len(c)
3     pay = 1.6 * sum(c) / n
4     u = [10 - c[i] + pay for i in range(n)]
5     for i in range(n):
6         for j in range(n):
7             u[i] -= p[i][j]      # puan başı 1 öder
8             u[j] -= 3 * p[i][j]  # cezalı 3 kaybeder
9     return u

```

DEĞİŞKENLER

$i = 2$

$j = 0$

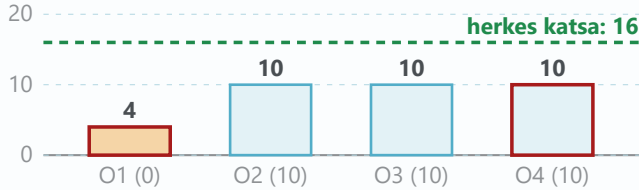
$p[i][j] = 2$

$u = [10, 10, 10, 12]$

ÇAĞRI YIĞINI

`ceza(c, p)`

Kod İzleme: Ceza Beleşçiliği Kârsız Kılar mı?



katkılar $c = [0, 10, 10, 10]$

ceza puanı: 1 öder, 3 kaybettirir

O4 → O1: 2 puan

$i = 3$: O4 de 2 öder ($12 \rightarrow 10$); O1 $10 \rightarrow 4$.

Adım 5 / 6

```
1 def ceza(c, p):          # p[i][j]: i'nin j'ye puanı
2     n = len(c)
3     pay = 1.6 * sum(c) / n
4     u = [10 - c[i] + pay for i in range(n)]
5     for i in range(n):
6         for j in range(n):
7             u[i] -= p[i][j]      # puan başı 1 öder
8             u[j] -= 3 * p[i][j]  # cezalı 3 kaybeder
9     return u
```

DEĞİŞKENLER

$i = 3$

$j = 0$

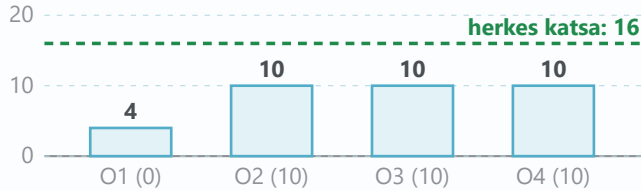
$p[i][j] = 2$

$u = [4, 10, 10, 10]$

ÇAĞRI YİĞİNİ

`ceza(c, p)`

Kod İzleme: Ceza Beleşçiliği Kârsız Kılar mı?



katkılar $c = [0, 10, 10, 10]$

ceza puanı: 1 öder, 3 kaybettirir

return u

return u: beleşçi 4 alır; katkı yapsaydı (cezasız, herkes 10) 16 alırdı. Ceza tehdidi inandırıcıysa katmak kârlıdır, ama ceza verenler de 2'şer kaybetti.

Adım 6 / 6

```
1 def ceza(c, p):          # p[i][j]: i'nin j'ye puanı
2     n = len(c)
3     pay = 1.6 * sum(c) / n
4     u = [10 - c[i] + pay for i in range(n)]
5     for i in range(n):
6         for j in range(n):
7             u[i] -= p[i][j]      # puan başı 1 öder
8             u[j] -= 3 * p[i][j]  # cezalı 3 kaybeder
9     return u
```

DEĞİŞKENLER

$u = [4, 10, 10, 10]$

ÇAĞRI YIĞINI

`ceza(c, p)`

Cezayı Kim Verecek? İkinci Derece Beleşçilik

Ceza verenler (2'şer puan)	O1	O2	O3	O4
Kimse	22	12	12	12
O2, O3, O4	4	10	10	10
O2, O3 (O4 vermez)	10	10	10	12

Katkılar [0, 10, 10, 10]; ceza puanı 1 öder, 3 kaybettirir

- Ceza da bir kamu malıdır: maliyeti cezalandırana, faydası (daha yüksek katkı) herkese. Ceza vermeyen O4 en çok kazanandır.
- Geriye doğru çıkarım: son turda ceza vermek yalnızca maliyettir $\Rightarrow$ kimse vermez $\Rightarrow$ tehdit inandırıcı değildir.

Antisosyal ceza

İstanbul dahil 16 katılımcı havuzunda yapılan kamu malı deneylerinde, bazı yerlerde yüksek katkı yapanlar da cezalandırıldı; bu, cezanın işbirliğini artırıcı etkisini silebildi. Yurttaşlık normlarının ve hukukun üstünlüğünün zayıf olduğu yerlerde antisosyal ceza daha sıkı (Herrmann, Thöni ve Gächter, 2008).

Ders: ceza bir kurumdur ve işleyişi, onu çevreleyen normlara bağlıdır.

Oyuna Dönüş: Kamu Malı Oyunu

Kuramın cevabı: 0 jeton

Katılan her jeton size yalnızca $1,6/4 = 0,4$ döndürür: diğerleri ne yaparsa yapsın, katmamak jeton başına 0,6 daha iyidir. Katmamak baskın stratejidir; herkes 0 katarsa herkes 10, herkes 10 katarsa herkes 16 alır.

Senaryo	denge katkısı	kişi başı
Temel	0	10
Cezalı (3'ten az katana 2 ceza)	3	11,8
Optimum (herkes 10)	10	16

Cezalı senaryoda 3 jeton katmak $3 \cdot 0,6 = 1,8$ kaybettirir ama 2 jetonluk cezadan kurtarır: 3 katmak baskın olur.

Gerçekte

Tekrarlı deneylerde katkılar ilk turlarda bütçenin yaklaşık %40–60'ı kadardır ve turlar ilerledikçe azalır (Ledyard, 1995). Katılımcılar birbirini kendi parasından ödeyerek cezalandırabildiğinde katkılar yüksek kalır (Fehr ve Gächter, 2000).

Ceza kuralı, ortak meradaki vergi gibi teşvikleri değiştiren bir **kurumdur**: dengeyi 0'dan 3'e taşır, ama optimuma (10) götürmez.

Eşikli Proje: Katkı Bir Koordinasyon Oyunu Olur

Kamu Malı Oyunu'nun eşikli proje senaryosu: 4 oyuncu, 10'ar jeton; toplam katkı 22'ye ulaşırsa herkes 12 ek jeton alır, ulaşmazsa katkılar yanar. $u_i = 10 - k_i + 12 \cdot [\sum k \geq 22]$.

Denge 1: kimse katmaz

Tek başına en çok 10 katılabilir, eşik 22'ye ulaşamaz: katan yalnızca kaybeder. Herkes 10, toplam 40.

Denge 2: toplam tam 22

Her katkıcı belirleyicidir: 1 jeton çekse eşik kaçır ve 12 kaybeder; fazlası boşa gider. (6, 6, 5, 5) $\Rightarrow$ (16, 16, 17, 17), toplam 66.

Hangi denge?

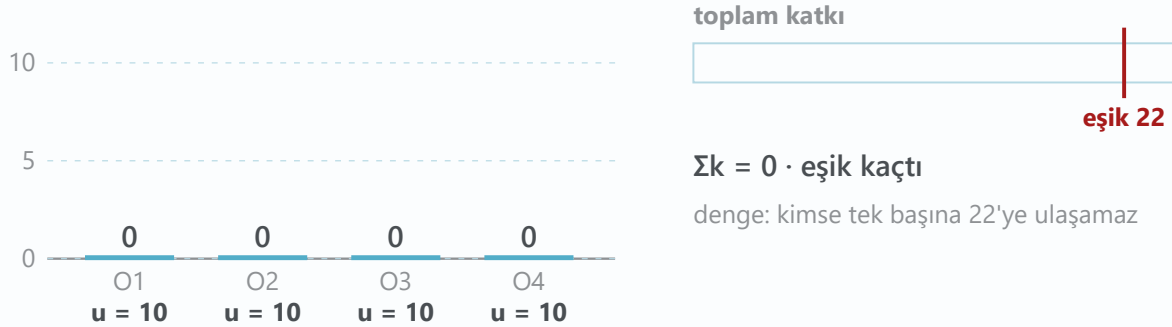
Katan, diğerleri katmazsa katkısını yakar: 6 katan 4'e düşer. Güven yoksa sıfır dengesi seçilebilir.

Kim ne kadar?

(10, 10, 2, 0) da dengedir: (12, 12, 20, 22). Eşik dengeleri verimlidir ama eşit olmayabilir.

Eşik + iade (hedefe ulaşmayan kitlesel fonlamada paranın geri verilmesi) "katıp yakma" riskini kaldırır ve koordinasyonu kolaylaştırır.

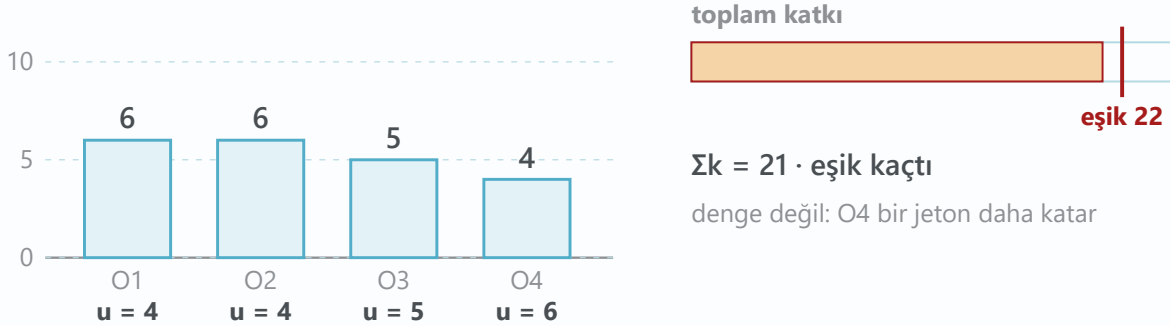
Adım Adım: Hangi Katkı Profili Dengedir?



(0, 0, 0, 0): O1 tek başına 10 katsa toplam $10 < 22$, 10 jetonu yanar. Kimse sapmak istemez:

Nash dengesi, herkes 10.

Adım Adım: Hangi Katkı Profili Dengedir?

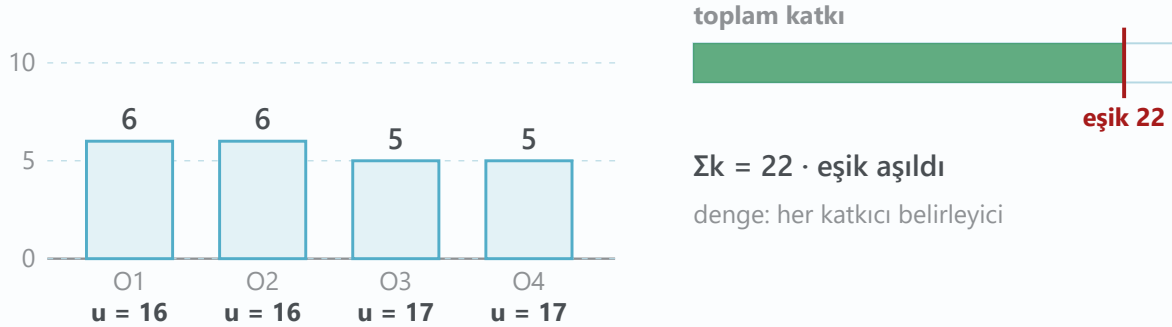


$$\Sigma k = 21 \cdot \text{eşik kaçı}$$

denge değil: O4 bir jeton daha katar

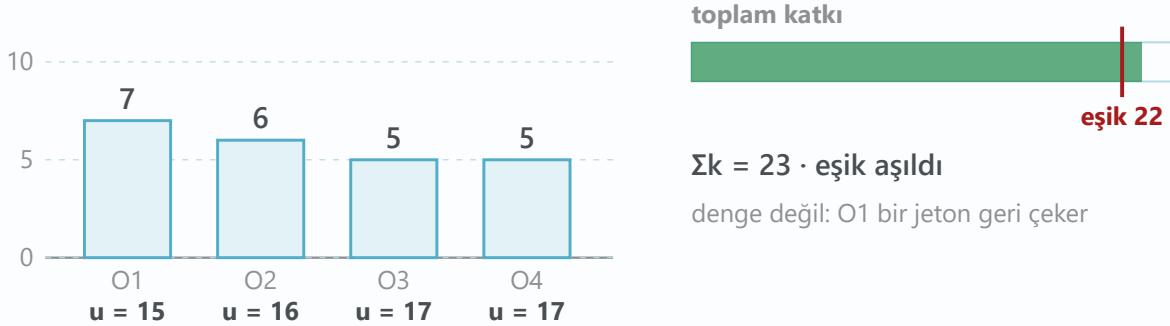
(6, 6, 5, 4): toplam 21, eşik kaçı $\Rightarrow$ (4, 4, 5, 6). O4 5 katarsa toplam 22 olur ve $10 - 5 + 12 = 17 > 6$ alır: **denge değil**.

Adım Adım: Hangi Katkı Profili Dengedir?



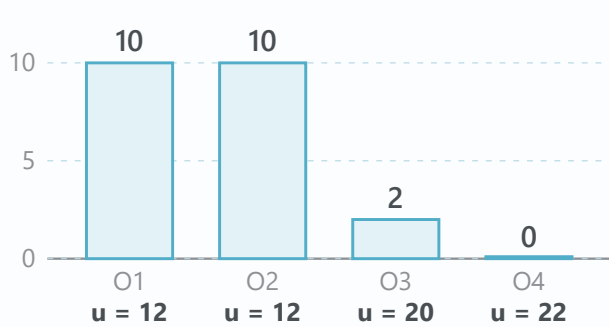
(6, 6, 5, 5): toplam 22 $\Rightarrow$ (16, 16, 17, 17). O1 5'e inerse toplam 21 olur, O1 5 alır < 16 . Fazla katan boşa öder: **Nash dengesi**, toplam 66.

Adım Adım: Hangi Katkı Profili Dengedir?



(7, 6, 5, 5): toplam 23. O1 6'ya inse eşik yine tutar ve 1 jeton kazanır: fazla katkı **denge değildir.**

Adım Adım: Hangi Katkı Profili Dengedir?



$\Sigma k = 22$ · eşik aşıldı

denge ama eşitsiz: (12, 12, 20, 22)

(10, 10, 2, 0) da dengedir (O3 çekilirse eşik kaçar). Verimli dengeler çoktur; kimin ne katacağı bir pazarlık ve koordinasyon sorunudur.

Kalabalığın Bilgeliği

- Galton (1907): bir hayvan fuarında bir öküzün ağırlığı için 787 tahmin toplandı. Ortanca tahmin 1.207 libre, gerçek ağırlık 1.198 libre: hata %1'den az.
- Neden? Bağımsız hatalar birbirini götürür.
- Çeşitlilik tahmin teoremi** (Page, 2007): $(\text{ortalama} - \text{gerçek})^2 = \text{bireysel hata karelerinin ortalaması} - \text{tahminlerin çeşitliliği}$.
- Koşullar: **bağımsızlık** ve **çeşitlilik**. Herkes birbirini izlerse çeşitlilik çöker.

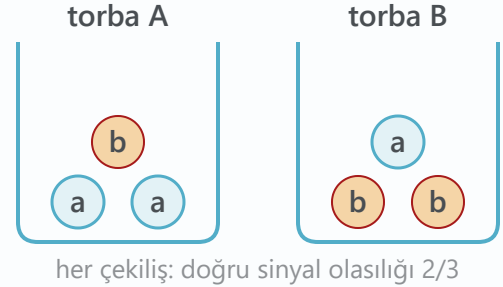
tahmin x	$(x - 50)^2$	$(x - 54)^2$
40	100	196
45	25	81
55	25	1
60	100	36
70	400	256
ort. 54	130	114

Gerçek 50: kalabalığın hatası $(54 - 50)^2 = 16$
 $= 130 - 114$

Kalabalık, ortalama bir üyesinden her zaman en az onun kadar iyi tahmin eder; çeşitlilik ne kadar büyükse kazanç o kadar büyüktür.

Bilgi Şelaleleleri: Herkes Hakkı Olarak Yanılabılır

- **Model** (Bikhchandani, Hirshleifer ve Welch, 1992): torba yazı-turayla seçilir. Sırayla her kişi gizlice bir top görür, öncekilerin *tahminlerini* (toplarını değil) duyar ve torbayı tahmin eder.
- **Bayes:** her a, A lehine oranı 2 katına çıkarır: $f = (a \text{ sayısı} - b \text{ sayısı})$ iken $P(A) = 2^f / (2^f + 1)$.
- **Şelale:** öncekilerden çıkarılan fark $f = 2$ olunca, kendi b'sini gören kişi için $f = 1$ ve $P(A) = 2/3 > 1/2$: kendi sinyalini yok sayıp A der. Sonrakiler onun tahmininden hiçbir şey öğrenmez.
- **Kırılgnalık:** şelale yalnızca iki sinyale dayanır; tek bir kamuya açık bilgi onu bozabilir. Moda, ürün yorumları, panik.



Laboratuvarda (Anderson ve Holt, 1997) bu torba deneyinde şelaleler, oluşabildikleri durumların çoğunda gerçekten oluştu.

Kod İzleme: Bir Şelale Nasıl Başlar?



Çağrı `selale(sinyaller)` ; gerçek torba B. Öncekilerin tahminlerinden çıkarılan fark $f = 0$.

Adım 1 / 8

```
▶ def selale(sinyaller):
▶     f = 0                # tahminlerden çıkan a - b
▶     tahmin = []
4     for s in sinyaller:
5         if f >= 2: t = 'A'      # A şelalesi
6         elif f <= -2: t = 'B'  # B şelalesi
7         else:
8             t = 'A' if s == 'a' else 'B'
9             f += 1 if s == 'a' else -1
10        tahmin.append(t)
11    return tahmin
```

DEĞİŞKENLER

`sinyaller = [a, a, b, b, b, b]`

`f = 0` `tahmin = []`

ÇAĞRI YIĞINI

`selale(sinyaller)`

Kod İzleme: Bir Şelale Nasıl Başlar?



Kişi 1, sinyal a: $f = 0 \Rightarrow$ kendi sinyalini izler, **A**. Tahmin sinyali ele verir: $f = 1$, $P(A) = 2/3$.

Adım 2 / 8

```
1 def selale(sinyaller):
2     f = 0                # tahminlerden çıkan a - b
3     tahmin = []
4
5     for s in sinyaller:
6         if f >= 2: t = 'A'    # A şelalesi
7         elif f <= -2: t = 'B' # B şelalesi
8         else:
9             t = 'A' if s == 'a' else 'B'
10            f += 1 if s == 'a' else -1
11            tahmin.append(t)
12
13     return tahmin
```

DEĞİŞKENLER

s = a

f = 1

t = A

tahmin = [A]

ÇAĞRI YIĞINI

selale(sinyaller)

Kod İzleme: Bir Şelale Nasıl Başlar?



Kişi 2, sinyal a: $f = 1 \Rightarrow$ kendi a'sıyla $P(A) = 0,8$, **A**. $f = 2$.

Adım 3 / 8

```

1 def selale(sinyaller):
2     f = 0                # tahminlerden çıkan a - b
3     tahmin = []
4     for s in sinyaller:
5         if f >= 2: t = 'A'    # A şelalesi
6         elif f <= -2: t = 'B' # B şelalesi
7         else:
8             t = 'A' if s == 'a' else 'B'
9             f += 1 if s == 'a' else -1
10            tahmin.append(t)
11    return tahmin

```

DEĞİŞKENLER

s = a f = 2 t = A

tahmin = [A, A]

ÇAĞRI YIĞINI

selale(sinyaller)

Kod İzleme: Bir Şelale Nasıl Başlar?



Adım 4 / 8

```

1 def selale(sinyaller):
2     f = 0                # tahminlerden çıkan a - b
3     tahmin = []
4     for s in sinyaller:
5         if f >= 2: t = 'A'    # A şelalesi
6         elif f <= -2: t = 'B' # B şelalesi
7         else:
8             t = 'A' if s == 'a' else 'B'
9             f += 1 if s == 'a' else -1
10        tahmin.append(t)
11    return tahmin

```

DEĞİŞKENLER

s = b f = 2 t = A

tahmin = [A, A, A]

ÇAĞRI YIĞINI

selale(sinyaller)

Kod İzleme: Bir Şelale Nasıl Başlar?



Kişi 4, sinyal b: aynı hesap $\Rightarrow$ A. Onun tahmini de bilgi taşımaz.

Adım 5 / 8

```

1 def selale(sinyaller):
2     f = 0                # tahminlerden çıkan a - b
3     tahmin = []
4     for s in sinyaller:
5         if f >= 2: t = 'A'    # A şelalesi
6         elif f <= -2: t = 'B' # B şelalesi
7         else:
8             t = 'A' if s == 'a' else 'B'
9             f += 1 if s == 'a' else -1
10        tahmin.append(t)
11    return tahmin

```

DEĞİŞKENLER

s = b f = 2 t = A

tahmin = [A, A, A, A]

ÇAĞRI YIĞINI

selale(sinyaller)

Kod İzleme: Bir Şelale Nasıl Başlar?



Kişi 5, sinyal b $\Rightarrow$ **A**.

Adım 6 / 8

```
1 def selale(sinyaller):
2     f = 0                      # tahminlerden çıkan a - b
3     tahmin = []
4     for s in sinyaller:
5         if f >= 2: t = 'A'      # A şelalesi
6         elif f <= -2: t = 'B'  # B şelalesi
7         else:
8             t = 'A' if s == 'a' else 'B'
9             f += 1 if s == 'a' else -1
10        tahmin.append(t)
11    return tahmin
```

DEĞİŞKENLER

s = b f = 2 t = A

tahmin = [A, A, A, A, A]

ÇAĞRI YIĞINI

selale(sinyaller)

Kod İzleme: Bir Şelale Nasıl Başlar?



Kişi 6, sinyal b $\Rightarrow$ A.

Adım 7 / 8

```

1 def selale(sinyaller):
2     f = 0                # tahminlerden çıkan a - b
3     tahmin = []
4     for s in sinyaller:
5         if f >= 2: t = 'A'    # A şelalesi
6         elif f <= -2: t = 'B' # B şelalesi
7         else:
8             t = 'A' if s == 'a' else 'B'
9             f += 1 if s == 'a' else -1
10        tahmin.append(t)
11    return tahmin

```

DEĞİŞKENLER

s = b f = 2 t = A

tahmin = [A, A, A, A, A, A]

ÇAĞRI YIĞINI

selale(sinyaller)

Kod İzleme: Bir Şelale Nasıl Başlar?



return: herkes A dedi, oysa 6 sinyalin 4'ü b. Sinyaller birleştirilseydi $f = -2$, $P(A) = 0,2 \Rightarrow B$. Her kişi rasyoneldi; bilgi birikmedi.

Adım 8 / 8

```

1 def selale(sinyaller):
2     f = 0                                # tahminlerden çıkan a - b
3     tahmin = []
4     for s in sinyaller:
5         if f >= 2: t = 'A'                # A şelalesi
6         elif f <= -2: t = 'B'            # B şelalesi
7         else:
8             t = 'A' if s == 'a' else 'B'
9             f += 1 if s == 'a' else -1
10        tahmin.append(t)
11    return tahmin

```

DEĞİŞKENLER

tahmin = [A, A, A, A, A, A]

ÇAĞRI YİĞİNİ

selale(sinyaller)

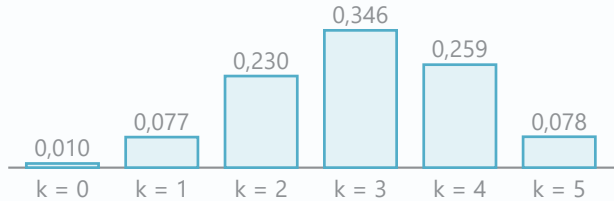
Condorcet Jüri Teoremi: Çoğunluk Ne Kadar Akıllı?

- **Soru:** bir doğru cevap var (sanık suçlu mu, değil mi?). Çoğunluk oyu onu bulma olasılığını nasıl değiştirir? Tercihlerin döngüye girdiği Condorcet paradoksundan farklı bir sorudur.
- **Teorem** (Condorcet, 1785): n (tek) seçmen *bağımsız* oy verir ve her biri $p > 1/2$ olasılıkla doğruyu seçerse, çoğunluğun doğru olma olasılığı n ile artar ve 1'e gider.
- $p < 1/2$ ise tersine: kalabalık büyüdükçe çoğunluk neredeyse kesin yanılır.
- $P_n = \sum_{k > n/2} C(n, k) \cdot p^k (1 - p)^{n - k}$

n	p = 0,6	p = 0,4
1	0,600	0,400
3	0,648	0,352
5	0,683	0,317
11	0,753	0,247
51	0,926	0,074
101	0,979	0,021

Çoğunluğun doğru karar verme olasılığı

Kod İzleme: Beş Kişilik Jüri



toplam = P(çoğunluk doğru)

tek kişi 0,6

toplam = 0,0000

Çağrı `juri(5, 0.6)`: 5 seçmenden en az 3'ü doğru oy verirse çoğunluk doğrudur. k: doğru oy sayısı.

Adım 1 / 5

```
1 from math import comb
2 def juri(n, p):
3     toplam = 0
4     for k in range(n // 2 + 1, n + 1):
5         terim = comb(n, k) * p**k * (1 - p)**(n - k)
6         toplam += terim
7     return toplam
8 print(round(juri(5, 0.6), 4))
```

DEĞİŞKENLER

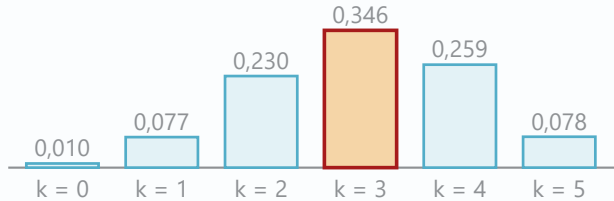
n = 5

p = 0.6

toplam = 0

ÇIKTI

Kod İzleme: Beş Kişilik Jüri



toplam = P(çoğunluk doğru)



tek kişi 0,6

toplam = 0,3456

$k = 3: C(5, 3) \cdot 0,6^3 \cdot 0,4^2 = 10 \cdot 0,2160 \cdot 0,1600 = \mathbf{0,3456}$. Toplam 0,3456.

Adım 2 / 5

```
1 from math import comb
2 def juri(n, p):
3     toplam = 0
4     for k in range(n // 2 + 1, n + 1):
5         terim = comb(n, k) * p**k * (1 - p)**(n - k)
6         toplam += terim
7     return toplam
8 print(round(juri(5, 0.6), 4))
```

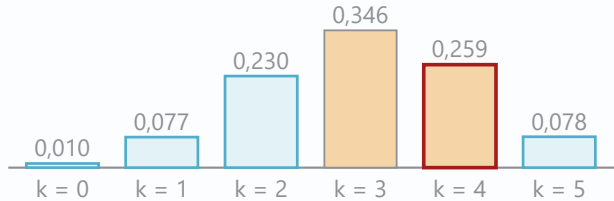
DEĞİŞKENLER

$k = 3$ $terim = 0.3456$

$toplam = 0.3456$

ÇIKTI

Kod İzleme: Beş Kişilik Jüri



toplam = P(çoğunluk doğru)

tek kişi 0,6

toplam = 0,6048

$k = 4: C(5, 4) \cdot 0,6^4 \cdot 0,4^1 = 5 \cdot 0,1296 \cdot 0,4000 = \mathbf{0,2592}$. Toplam 0,6048.

Adım 3 / 5

```
1 from math import comb
2 def juri(n, p):
3     toplam = 0
4     for k in range(n // 2 + 1, n + 1):
5         terim = comb(n, k) * p**k * (1 - p)**(n - k)
6         toplam += terim
7     return toplam
8 print(round(juri(5, 0.6), 4))
```

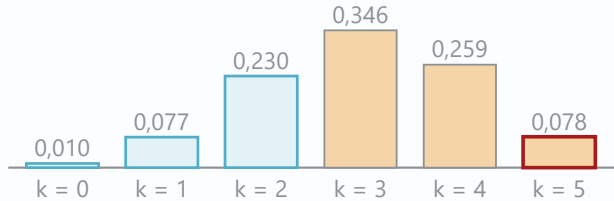
DEĞİŞKENLER

$k = 4$ terim = 0.2592

toplam = 0.6048

ÇIKTI

Kod İzleme: Beş Kişilik Jüri



$k = 5: C(5, 5) \cdot 0,6^5 \cdot 0,4^0 = 1 \cdot 0,0778 \cdot 1 = \mathbf{0,0778}$. Toplam 0,6826.

toplam = P(çoğunluk doğru)



tek kişi 0,6

toplam = 0,6826

Adım 4 / 5

```
1 from math import comb
2 def juri(n, p):
3     toplam = 0
4     for k in range(n // 2 + 1, n + 1):
5         terim = comb(n, k) * p**k * (1 - p)**(n - k)
6         toplam += terim
7     return toplam
8 print(round(juri(5, 0.6), 4))
```

DEĞİŞKENLER

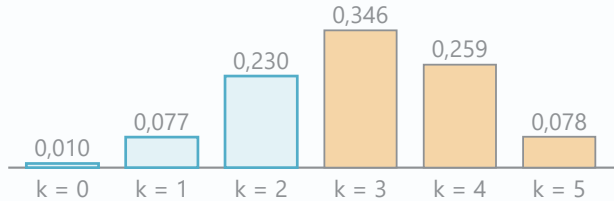
$k = 5$ $\text{terim} = 0.0778$

$\text{toplam} = 0.6826$

ÇIKTI



Kod İzleme: Beş Kişilik Jüri



toplam = P(çoğunluk doğru)



tek kişi 0,6

toplam = 0,6826

return: $P_5 = 0,6826 > 0,6$. Beş bağımsız ve orta yetkinlikte seçmen, tek bir seçmenden daha iyi karar verir.

Adım 5 / 5

```
1 from math import comb
2 def juri(n, p):
3     toplam = 0
4     for k in range(n // 2 + 1, n + 1):
5         terim = comb(n, k) * p**k * (1 - p)**(n - k)
6         toplam += terim
```

```
▶ return toplam
▶ print(round(juri(5, 0.6), 4))
```

DEĞİŞKENLER

toplam = 0.6826

ÇIKTI

0.6826

Jüri Teoremi Ne Zaman Çöker?

Bağımlılık

5 kişilik jüride 4 kişi bir kanaat önderinin oyunu izlerse çoğunluk o kişinin oyudur: $P = 0,6$. Bağımsız oylarda 0,683'tü. Şelaleler ve ortak bilgi kaynakları bağımsızlığı bozar.

Yetkinlik

$p < 1/2$ olan bir konuda (yanıltıcı bir ipucu) kalabalık büyüdükçe yanılğı kesinleşir: $p = 0,4$ iken 101 kişide çoğunluk yalnızca %2,1 olasılıkla doğrudur.

Stratejik oy

Seçmen, oyunun yalnızca belirleyici olduğu durumda önemli olduğunu düşünürse kendi sinyaline aykırı oy vermesi rasyonel olabilir (Austen-Smith ve Banks, 1996). Oybirliği kuralında bu, masumu mahkûm etme olasılığını artırabilir (Feddersen ve Pesendorfer, 1998).

Kalabalığın bilgeliği, şelaleler ve jüri teoremi aynı dersi verir: bir grubun bilgisi, üyelerinin **bağımsız** bilgisinin bir araya gelebildiği ölçüde değerlidir.

ÖZET

Sık Yapılan Hatalar: Kolektif Karar

"Kalabalık her zaman bilgedir."

Bağımsızlık ve $p > 1/2$ gerekir. Şalede altı kişinin altısı da yanıldı.

"Şelaleyi izleyenler irrasyoneldir."

Her biri Bayes'e göre doğru davrandı; sorun, bilginin birikmemesidir.

"Ceza işbirliğini hep artırır."

Ceza maliyetlidir, ikinci derece beleşçilik doğurur; antisosyal ceza etkisini silebilir.

"Eşikli projede tek denge vardır."

Hem sıfır katkı hem de toplamı tam 22 olan her profil dengedir.

"Ortak malın çözümü ya devlet ya piyasadır."

Ostrom'un yerel kurumları üçüncü bir yoldur.

"Jüri teoremi ile Condorcet paradoksu aynıdır."

Teorem doğruyu bulma olasılığıyla, paradoks tercihlerin döngüsüyle ilgilidir.

ÖZET

Özet

Beklenti kuramı

Referans noktası, $\lambda \approx 2,25$, olasılık ağırlığı:
 ± 100 TL bahsi reddedilir, kabul eşiği ≈ 251 TL;
bağış etkisi ve çerçeveleme aynı kökten gelir.

Sınırlı rasyonel denge

Kuantal tepki: iyi seçenek daha sık seçilir;
asimetrik yazı-turada Nash'in $1/2$ 'si yerine
büyük kazanca kayma.

Sosyal tercihler

Fehr–Schmidt: $\alpha = 1$ olan yanıtlayan 10'dan
 $10/3$ 'ün altındaki teklifi reddeder; güven
oyununda karşılıklılık.

Ortak mallar

4 çobanlı dengede toplam 1.600, optimum
2.500; vergi, kota ve Ostrom'un yerel
kurumları.

Kamu malı ve ceza

Katkılar %40–60'tan başlayıp erir; ceza
işbirliğini korur ama ikinci derece beleşçilik ve
antisosyal ceza doğurabilir.

Toplu bilgi

Çeşitlilik teoremi, şelalede bilginin
birikmemesi, jüri teoremi (5 kişi, $p = 0,6 \Rightarrow$
0,683).

ÖZET

Etkileşimli Oyunlar

Kamu Malı Oyunu:

temel

Dört oyuncu, çarpan 1,6:
katkı, beleşçilik ve grup
refahı.

Eşik projesi

Toplam katkı 22'ye
ulaşırsa herkese 12 ek
jeton: katkı bir
koordinasyon sorununa
dönüşür.

Cezalı katkı

3 jetondan az katana 2
jeton ceza: bir kuralın
dengeyi nasıl kaydırıldığı.

Oyunda üç düzey vardır: cömert botlar, karışık botlar ve önceki turun ortalaması yüksekse katkısını azaltan uyarlanır beleşçiler.

ÖZET

Örnek Problemler

1. Beklenti kuramı parametreleriyle $+200 / -100$ yazı-tura bahsi kabul edilir mi?
2. Ortak mallar modelinde $n = 9$ çoban için denge G^* ve toplam kazanç? Optimumu sağlayan vergi?
3. Kamu malı oyununda cezalı senaryoda ceza 2 yerine 1 jeton olsaydı denge katkısı kaç olurdu?
4. Fehr–Schmidt modelinde $\alpha = 2$ olan yanıtlayan 10 jetondan en az kaçını ister?
5. Condorcet jüri teoreminde $p = 0,6$ iken 3 kişilik jürinin çoğunluğu hangi olasılıkla doğrudur?

► Cevapları göster

Kaynaklar

- H. A. Simon, "A behavioral model of rational choice", *Quarterly J. Economics* 69, 1955.
- D. Kahneman, A. Tversky, "Prospect theory: An analysis of decision under risk", *Econometrica* 47(2), 1979.
- A. Tversky, D. Kahneman, "The framing of decisions and the psychology of choice", *Science* 211, 1981; "Advances in prospect theory", *J. Risk and Uncertainty* 5, 1992.
- D. Kahneman, J. L. Knetsch, R. H. Thaler, "Experimental tests of the endowment effect and the Coase theorem", *J. Political Economy* 98(6), 1990.
- R. D. McKelvey, T. R. Palfrey, "Quantal response equilibria for normal form games", *Games and Economic Behavior* 10(1), 1995; J. K. Goeree, C. A. Holt, "Ten little treasures of game theory and ten intuitive contradictions", *American Economic Review* 91(5), 2001.
- E. Fehr, K. M. Schmidt, "A theory of fairness, competition, and cooperation", *Quarterly J. Economics* 114(3), 1999; C. Engel, "Dictator games: A meta study", *Experimental Economics* 14(4), 2011.
- J. Berg, J. Dickhaut, K. McCabe, "Trust, reciprocity, and social history", *Games and Economic Behavior* 10(1), 1995; M. Rabin, "Incorporating fairness into game theory and economics", *American Economic Review* 83(5), 1993.
- G. Hardin, "The tragedy of the commons", *Science* 162, 1968; E. Ostrom, *Governing the Commons*, Cambridge University Press, 1990.

Kaynaklar (2/2)

- J. O. Ledyard, "Public goods: A survey of experimental research", J. H. Kagel, A. E. Roth (ed.), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, 1995.
- U. Fischbacher, S. Gächter, E. Fehr, "Are people conditionally cooperative? Evidence from a public goods experiment", *Economics Letters* 71(3), 2001.
- E. Fehr, S. Gächter, "Cooperation and punishment in public goods experiments", *American Economic Review* 90(4), 2000; "Altruistic punishment in humans", *Nature* 415, 2002.
- B. Herrmann, C. Thöni, S. Gächter, "Antisocial punishment across societies", *Science* 319, 2008.
- F. Galton, "Vox populi", *Nature* 75, 1907; S. E. Page, *The Difference*, Princeton University Press, 2007.
- S. Bikhchandani, D. Hirshleifer, I. Welch, "A theory of fads, fashion, custom, and cultural change as informational cascades", *J. Political Economy* 100(5), 1992; L. R. Anderson, C. A. Holt, "Information cascades in the laboratory", *American Economic Review* 87(5), 1997.
- Marquis de Condorcet, *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*, 1785; D. Austen-Smith, J. S. Banks, "Information aggregation, rationality, and the Condorcet jury theorem", *American Political Science Review* 90(1), 1996; T. Feddersen, W. Pesendorfer, "Convicting the innocent", *American Political Science Review* 92(1), 1998.
- R. Nagel, "Unraveling in guessing games: An experimental study", *American Economic Review* 85(5), 1995.
- J. C. Harsanyi, "Cardinal welfare, individualistic ethics, and interpersonal comparisons of utility", *J. Political Economy* 63, 1955; J. Rawls, *A Theory of Justice*, Harvard University Press, 1971.

Son

Bölüm 12: Davranışsal ve Kolektif Karar

Sonraki bölüm: Bölüm 13: Öğrenme ve Adaptasyon

[Çalışma soruları](#) · [Terim sözlüğü](#)