

OYUNLAR TEORİSİNİN MADEN ARAMALARINA UYGULANMASI

Hüsnü KALE

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

GİRİŞ

İki rakip satranç masası başına oturduğu zaman, her ikisi de kendi kullandıkları taktiklere karşı, rakiplerinin en doğru hamleyi yapacaklarını farzederler. Her iki oyuncu da bütün satranç taktiklerini mükemmel şekilde biliyorlarsa, bütün oyunları berabere biter. Eşit şartlar altında ve eşit bilgilere sahip oyuncuların oynadıkları oyunda bir «Eyer noktası» var demektir ve «Eyer noktası» olan oyunlarda rakiplerden biri taktik değiştirirse oyunu kaybetme şansı % 50 den fazladır.

Rakibin de kazanma şansı olan oyunlarda rakibin en doğru hamleyi yapacağı farzedildiği halde tabiat ile oynanan oyunlarda bu durum yoktur. Tabiatın insanlara türlü taktikleri olmasına rağmen, insanlar yenilgiye uğrasalar bile tabiatın bir kazancı olmayacaktır. Ayrıca bütün durumlarda, tabiat, bütün taktiklerinden yalnız birisinde ısrar eder.

Bu konuyu biraz daha açıklamak üzere, M.T.A. Enstitüsü ile yeraltında bulunması muhtemel bir maden yatağı arasında oynanan herhangi bir oyunu misal verelim.

Konu

Arazide rastlanan bir maden zuhuru üzerinde prospeksiyon yapılmış ve zuhurun değerli olup olmadığı hakkında şüpheye düşülmüştür. Zuhur üzerine prospeksiyon raporu veren mühendis tecrübeli ve bilgisine güvenilebilir bir kimse olup, şimdiye kadar yaptığı arazi çalışmalarından anlaşıldığına göre, tahminlerinde yaptığı hata ortalama olarak % 40 oranındadır. Yani çalışmalarının % 60 ihtimalle doğru olması mümkündür.

Prospeksiyon raporuyla birlikte aşağıdaki bilgileri de vermektedir :

1 Zuhur veren muhtemel cevher yatağında hem REZERV in hem de TENOR ün çok iyi olmasına en az % 5 ihtimal vardır.

2. Muhtemel cevher yatağında yalnız REZERV in çok iyi olmasına en az % 10 ihtimal vardır

3. Muhtemel cevher yatağında yalnız TENOR ün çok iyi olması ihtimali % 20 den fazladır.

4. Prospeksiyon raporunun yazılması ve arazinin jeolojik haritasını çizmek için toplam olarak 40 000 TL masraf yapılmıştır.

Mühendisin yukarıda verdiği bilgilerden sonra M.T.A. idarecileri tarafından takip edilmesi mümkün dört yol veya taktik vardır :

T₁ • *Jeolojik etüd*: Arazi üzerinde detaylı jeolojik çalışma yaparak, daha ziyade tenor hakkında olmak üzere bilgi toplamak. Bu çalışmaların toplam masrafı 50 000 TL

tutacaktır. Jeolojik çalışmalarda tenor hakkında bilgi toplanırsa yanılma ihtimali % 30 dur.

T_2 - *Jeofizik etüd*: Arazi üzerinde doğrudan doğruya jeofizik çalışmalar yaparak rezerv hakkında bilgi edinmek; jeofizik çalışma masrafı 80 000 TL olacaktır. Jeofizik çalışmalarda yanılma payı % 10 dur.

T_3 - *Jeofizik ve sondaj* : Jeofizik çalışma yaptıktan sonra anomaliler cevher gösterirse derhal sondaj yapmak. Jeofizik ve sondaj masrafları 400 000 TL olacaktır. Bu çalışmalarda yanılma payı % 5 tir.

T_4 - *Sahada herhangi bir çalışma yapmamak.*

Buna karşılık tabiat sahayı öyle vermiştir ki :

S_A - Yatağın tenorunu iyi ve rezervini az.

S_2 - Yatağın tenorunu iyi ve rezervini çok.

S_3 - Herhangi bir yatak vermemiş (tenörü kötü, rezerv kötü).

S_4 - Yatağın tenorunu kötü ve rezervini çok.

Bunlar da tabiatın taktikleridir. M.T.A., tabiatın bu taktiklerden hangisini kullandığını merak etmekte, fakat bu merakını gidermek için masraflarının en az olmasını da şart koşmaktadır.

M.T.A. Enstitüsünün daha önce yaptığı türlü çalışmalardan sonra görülmüştür ki, tenorun iyi rezervin az olması bir cevher yatağının değersiz kabul edilmesinde % 70 ve tenorun düşük rezervin çok olması ise % 30 oranlarında rol oynamaktadır.

Not : Rezervin çok olması, işletmeye değer bir miktar, tenorun iyi olması ise tuvenan veya büyük masraf gerektirmeden satılabilir tenörü ifade etmektedir. Tenor ve rezerv için hangi değerlerin ekonomik olacağı biliniyor farzedilmektedir.

M.T.A. Enstitüsü bu oyunu kazandığı takdirde en az kazancı, hiç olmazsa en büyük masrafını karşılayabilecek kadar olmalıdır. En büyük masrafı ise 400 000 TL, sondaj ve prospeksiyon için harcanan 40 000 TL olmak üzere 440 000 TL dir.

Sora

M.T.A. Enstitüsünün kullanması gereken taktik hangisidir?

Çözüm

Bütün verileri, M.T.A. nın kazanç matrisini teşkil edecek bir tabloda gösterelim. Bu tablodan yapacağımız yorumlara göre en az masrafla elde edeceğimiz en büyük kazancı tayin edelim.

Tablonun doldurulduğunda kullanılan usul şu şekildedir : En büyük masrafımız 440 000 lira olduğuna göre, en az bu masrafımızı karşılayacak olan kazancımızın, bu masrafı gerektiren çalışmalardaki hata olan % 5 kadar fazla olması gerekir. Yani $440000 + 0.05 \times 440000 = 462000$ TL en düşük kazancımız olmalıdır.

T_1 - *Jeolojik etüd satırı.*

S_1 - *Prospeksiyon masrafları olarak —40 000 lira kazanç (yani kayıp)*

Jeolojik etüd masrafları olarak —50 000 lira kazanç vardır.

Jeolojik etüd sonunda % 30 hata ile (veya % 70 doğrulukla) +462 000 liralık toplam kazancın tenör ile ilgili olan ve % 30 unu teşkil eden $462 \times 0.7 \times 0.3 \approx 98 000$ TL değerindeki kısmı bulunmuş olacaktır.

Bu kazanç yalnız tenorun iyi olmasından dolayıdır. Jeolojik etüd ile rezerv hakkında fikir beyan etmemiş olduğumuzu farzediyoruz.

$S_2 - S_1$ in aynı.

S_3 - Jeolojik etüd sonunda —40 000 —50 000 TL lık masrafımızdan başka bir kazancımız olmadığı anlaşılacaktır.

$S_4 - S_3$ ün aynı.

S_5 ve S_6 ile S_1 aynıdır.

S_7 ve S_8 ile S_3 aynıdır.

T_2 - Jeofizik etüd satın

S_1 • hanesi : Kazanç olarak prospeksiyon ile —40 000 ve jeofizik ile —50 000 lira masrafımız vardır. Jeofizik etüd sonunda sahada cevher rezervinin az olduğu anlaşılınca, rezervden dolayı bir kazancımız olmayacaktır.

S_2 - hanesi : Kazancımız yine masraflarımızdan ve % 90 ihtimalle doğru sandığımız jeofizik çalışmalarla elde edilen ve +462 000 TL nın rezerv sebebiyle olan kazanç kısmı olan % 70 i $462\ 000 \times 0.9 \times 0.7 = 291\ 000$ TL dan ibarettir.

S_3, S_6, S_7 ile S_1 aynıdır.

S_4, S_8, S_9 ile S_2 aynıdır.

T_3 - Jeofizik ve sondaj satırı

S_1 - Prospeksiyon masrafı : —40 000 kazanç

Sondaj + jeofizik : —400 000 kazanç

Bu incelemeler % 95 doğrulukla tenör iyi ise,

$462\ 000 \times 0.95 \times 0.3 \cong +133\ 000$ TL kazanç sağlayacaktır.

S_2 - Hem tenör hem rezerv iyi ise,

Tenörden dolayı kazanç = +133 000

Rezervden dolayı kazanç = $462\ 000 \times 0.95 \times 0.7 \cong 307\ 000$ TL

Ve masraflardan dolayı kazanç —40 000 —400 000 TL olacaktır.

Diğer haneler alternatif olarak bunlar gibidir.

T_4 - Hiçbirşey yapmamak

Bu takdirde tabiatın stratejileri her ne olursa olsun bizim kazancımız —40 000 liralık prospeksiyon masraflarından ibaret kalacaktır.

Tablo 1 ve 2 de bu değerler görülmektedir.

Bu şekil bir oyunda «Eyer noktası» olup olmadığını, yani bizim yalnız bir taktik kullanmak zorunda olup olmadığını araştıralım :

1. Satır minumumu —90

2. Satır minumumu —120

3. Satır minumumu —440

4. Satır minumumu —40

		Prospeksiyon iyi yapılmış ve gerçekte :				Prospeksiyon kötü yapılmış ve gerçekte :			
		Tenör iyi, rezerv az	Tenör iyi, rezerv çok	Tenör kötü, rezerv az	Tenör kötü, rezerv çok	Tenör iyi, rezerv az	Tenör iyi, rezerv çok	Tenör kötü, rezerv az	Tenör kötü, rezerv çok
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈
Jeolojik etüd	T ₁	-40 -50 +98	-40 -50 +98	-40 -50	-40 -50	-40 -50 +98	-40 -50 +98	-40 -50	-40 -50
	T ₂	-40 -80	-40 -80 +291	-40 -80	-40 -80 +291	-40 -80	-40 -80 +291	-40 -80	-40 -80 +291
Jeofizik ve sonda)	T ₃	-40 -400 +133	-40 -400 +133 +307	-40 -400	-40 -400 +307	-40 -400 +133	-40 -400 +133 +307	-40 -400	-40 -400 +307
	T ₄	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Hiçbirsey yapmamak		-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40

M.T.A. STRATEJİLERİ

Tablo 1 de bulunan değerler toplu halde Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo - 2 (1.000 TL.)

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
T ₁	+8	+8	-90	-90
T ₂	-120	+171	-120	+171
T ₃	-307	0	-440	-133
T ₄	-40	-40	-40	-40

Bu satırların en büyük elemanı -40 dır.

Şimdi de sütunların en büyük elemanlarını sıralayalım.

1. Sütun maksimumu +8
2. » » +171
3. » » -40
4. » » +171

Bu sütunların en küçük elemanı -40 tır.

Satırların maksimumu ile sütunların minimumunun kesiştiği nokta elemanı aynı büyüklükte ise, oyunda «Eyer noktası» vardır, fakat bu eleman yalnız 1 hücrede bulunmamaktadır, bu sebeple kaybetme şansımız %50 den fazla da olsa, bizim için en az kayıp gösteren durumun bilinmesi gerekmektedir.

Bunun için tabiatın kullanacağı dört taktiğe karşı bizim için en iyi olan durumu bulalım.

Prospeksiyon iyi yapılmış ise, prospeksiyon çalışmasını yapan mühendisin tahminleri %60 doğru demektir. O halde tabiatın S₁, S₂, S₃, S₄ stratejilerini kullanma ihtimali toplamı:

$$S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 0.6 \dots\dots\dots (1)$$

Mühendisin verdiği bilgiye göre rezerv ve tenorun çok iyi olma ihtimali en az %5 tir. Bunu aşağıdaki eşitsizlikle ifade edebiliriz :

$$\frac{S_2}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4} \geq 0.05 \text{ veya } S_2 \geq 0.05 \times 0.6$$

$$S_2 \geq 0.03 \dots\dots\dots (2)$$

Muhtemel cevher yatağında rezervin çok olması en az %10 ihtimal dahilindedir ifadesini formülize edersek :

$$S_2 + S_4 \geq 0.1 \dots\dots\dots (3)$$

Muhtemel cevher yatağında tenörün iyi olması ihtimali %20 den fazladır :

$$S_1 + S_2 \geq 0.2 \dots\dots\dots (4)$$

Eşitsizlikleri eşit farzederek, bu dört denklem ile dört bilinmeyeni çözersek:

$$\begin{aligned} S_1 &= 0.17 \dots\dots \%17 \text{ ihtimalle tenör iyi, rezerv az} \\ S_2 &= 0.03 \dots\dots \% 3 \text{ ihtimalle tenör iyi, rezerv çok} \\ S_3 &= 0.33 \dots\dots \%33 \text{ ihtimalle tenör kötü, rezerv az} \\ S_4 &= 0.07 \dots\dots \% 7 \text{ ihtimalle tenör iyi, rezerv çok demektir.} \end{aligned}$$

Tabiatın bu taktikleri kullanmasına karşı, M.T.A. için en çok kazanç gösteren taktiği bulalım :

$$\begin{aligned} T_1 &= 1000 [8 \times 0.17 + 8 \times 0.03 - 90 \times 0.33 - 90 \times 0.07] = -34\ 400 \text{ TL} \\ T_2 &= 1000 [-120 \times 0.17 + 171 \times 0.03 - 120 \times 0.33 + 171 \times 0.07] = -42\ 900 \text{ TL} \\ T_3 &= 1000 [-307 \times 0.17 + 0 \times 0.03 - 440 \times 0.33 - 133 \times 0.07] = -206\ 690 \text{ TL} \\ T_4 &= 1000 [-40 \times 0.17 - 40 \times 0.03 - 40 \times 0.33 - 40 \times 0.07] = -96\ 000 \text{ TL} \end{aligned}$$

SONUÇ

1) Bütün bu durumlar M.T.A. için kazançlı değildir, fakat en az zararı da T_1 taktiğini vadedmektedir. Eğer bu taktik ümitli görünürse, T_2 taktiğini ve o da ümitsiz ise T_4 taktiğini kullanmak zorunluluğu vardır.

2) Tabiat taktiklerinin ikinci kısmı, yani aramanın %40 hata ile yapılmış olmasında ise, tabiatın taktikleri $\frac{0.6}{0.4} = 1.5$ ile bölünüp aynı işlem yapılarak oyunu M.T.A. nm kaybetme şansınının 1.5 defa daha az olduğu görülür.

3) Verilen problemde rakamlar değişik olduğu takdirde görülür ki, jeolojik etüd-jeofizik etüd-sondaj sırası değişebilir ve kazanç matrisinin durumuna göre sondaj yapmak öncelik kazanabilir. Bunun makul olacağını aşağıdaki örnekle belirtmek mümkündür:

Bir maddenin değeri	=	700 000 TL
Prospeksiyon masrafı	=	60 000 TL
Jeolojik etüd	=	100 000 TL
Jeofizik etüd	=	+140 000 TL

Toplam : 300 000 TL

Sondaj masrafı = 400 000 TL

Toplam : $\frac{+}{700\ 000\ \text{TL}}$

Görülüyor ki, işi çok sağlama bağlamak üzere aramalar sırayla yapılırsa, bütün masraflar toplam madenin değerine eşit olacak, dolayısıyla hiçbir kazanç olmayacaktır.

Halbuki doğrudan doğruya sondaj yapılırsa, bu madenden 240 000 TL kazanç sağlamak mümkün olacaktır.