

50-130-250-500 ton/saat Kapasiteli Kırma-Elleme Tesislerinin Yatırım ve İşletme Maliyetlerinin Belirlenmesi

Determining of Capital and Operating Costs of Crushing and Screening Plants
With 50-130-250-500 t/h Capacities

A.O. Yılmaz, R. Kaya, M. Şentürk, A. Tatarhan, İ. Çavuşoğlu, İ. Alp

KTÜ, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon
aoyilmaz@ktu.edu.tr

ÖZET: Kırma-elleme tesislerinin yatırım ve işletme maliyetleri'nin hesaplanmasında geliştirilen bir takım formüllerden yararlanılmasının yanında, en doğru hesaplamalar, gerçek piyasa şartlarından elde edilen verilerle yapılabilir. Bu bildiri; değişik kapasitelerdeki (50, 130, 250, 500 ton/saat) kırma-elleme tesislerinin "yatırım" ve "işletme maliyetleri" makine-ekipmanm piyasa şartlarında geçerli olan fiyatları üzerinden hesaplanarak ortaya çıkarılmıştır. Birim işletme maliyetleri şu şekilde elde edilmiş ve 50, 130,250, 500 ton/saat kapasiteler için sırası ile 2,46 \$/ton, 1,0 \$/ton, 0,62 \$/ton ve 0,38 \$/ton olarak bulunmuştur. Elde edilen verilerden yararlanarak "kapasite-birim maliyet" arasında yapılan regresyon değerlendirmesinde; artan kapasite ile birim maliyetlerin düştüğü görülmüş, yüksek kapasiteli çalışmanın maliyet esasına dayanan rekabet gücünü önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kırma-Elleme tesisi, Yatırım ve işletme maliyeti, Birim işletme maliyeti

ABSTRACT: In order to determine the capital and operating costs of crushing and screening plants, besides a number of empirical relationships are commonly used, valuable calculations can be done by using data that would be obtained from market conditions. In this study, capital and operating costs of crushing and screening plants that have different capacities (50 t/h, 130 t/h, 250 t/h, 500 t/h) were evaluated using the current equipment cost. Unit operating costs were determined to be \$/t 2.46, \$/t 1.0, \$/t 0.62 and \$/t 0.38 for the crushing and screening equipment with a capacity of 50 t/h, 130 t/h, 250 t/h, 500 t/h respectively. Regression analysis of the capacity and unit cost data have shown that unit cost (\$/t) decreases with an increase in the capacity of plant.

Keywords: Crushing and screening plant, Capital and operating cost, Unit operating cost

1. GİRİŞ

Agrega, kentleşmenin bir sonucu olarak ortaya çıkan konut ihtiyacını karşılamaya çalışan ve son yıllarda ülkemizin en önemli sektörlerinden biri haline gelen, inşaat sektörünün temel yapı elemanlarından biridir. Yol, altyapı malzemesi, bina inşaatları, köprü inşaatı vb. alanlarda çok yoğun bir şekilde kullanılmaktadır [1,2].

Agrega doğal, yapay veya her ikisinden yoğun mineral malzemenin genellikle 100 mm'ye kadar çeşitli büyüklüklerdeki kırılmamış ve/veya kırılmış tanelerinin bir yığıdır. Teraslardan, nehirlerden, denizlerden, göllerden ve taşocaklarından elde edilen kırılmamış veya kırılmamış agregalara doğal agrega (doğal malzeme), yüksek fırın cüruf taşı, izabe cürufu veya yüksek fırın cüruf kumu gibi sanayi ürünü olan kırılmamış veya kırılmamış yoğun yapıtaşlı agregalar ise, yapay agrega olarak adlandırılmaktadır. Tür, boyut ve kullanımına göre ise şu şekilde sınıflandırılabilirler: iri agrega (çakıl, kırmataş, yapay taş), ince agrega (kum, kırmakum, yapay kum) ve taşunu (dolgu)[2].

Ocaklardan elde edilen, iri boyut nedeniyle kum veya çakıl olarak kullanılmayan malzemeler, kırma ve eleme işlemlerinden geçirilerek istenen boyutta malzeme haline getirilir. Kırma-eleme tesisleri bu açıdan son derece önemlidir. Son ürünün istenilen nitelikte olması kırma-eleme tesislerinin verimliliği ile doğrudan ilişkilidir.

Kırma-eleme tesislerinin kurulmasında gerekli özenin gösterilmesi (kapasite uyumu, yedek parça temini, malzeme kalitesi vb.) sonradan çıkacak sorunların ortadan kaldırılması bakımından önemlidir. Tesisin kurulması aşamasında göz önünde bulundurulması gereken diğer önemli husus ise maliyettir. Gerek "yatırım maliyeti", gerekse "işletme maliyeti" işletmenin karlılığı üzerinde önemli rol oynamaktadır [3].

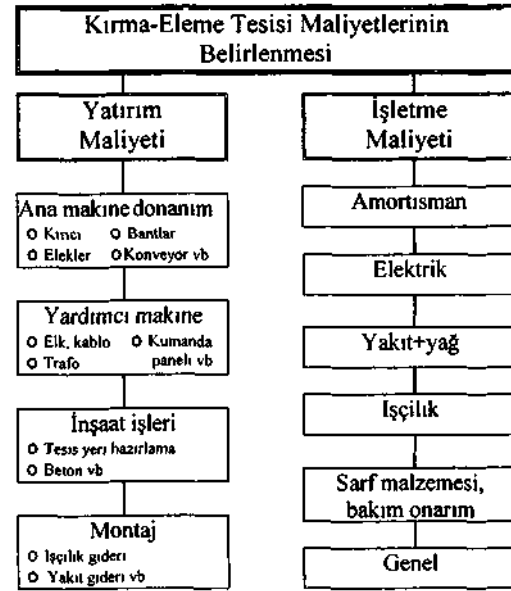
Kırma-eleme tesislerinin "yatırım" ve "işletme maliyetleri"nin hesaplanmasında geliştirilen birtakım formüllerden yararlanılmasının yanında en doğru değerlendirmeler gerçek piyasa şartlarından elde edilen verilerle yapılabilmektedir. Bu bildiride değişik kapasitelerdeki (50, 130, 250, 500

ton/saat) kırma-eleme tesislerinin "yatırım" ve "işletme maliyetleri" makine-ekipmanın piyasa şartlarında geçerli olan fiyatları üzerinden hesaplanarak ortaya çıkartılmıştır. Hesaplamalar 2000 yılı \$ kuru bazında yapılmıştır. 1\$ = 540.000 TL alınmıştır.

2. YATIRIM VE İŞLETME

MALİYETİNİN BELİRLENMESİ

Kırma eleme tesislerinde maliyetler, yatırım ve işletme maliyetlerinden oluşmaktadır. Şekil 1'de, her iki maliyeti oluşturan kalemler gösterilmiştir. Aşağıda yatırım ve işletme maliyeti ile ilgili kısa açıklamalara yer verilmekte olup, maliyetlerle ilgili örnek çizelgeler sadece 50 ton/saat kapasite için gösterilmiştir [4,5,6,7,8,9].



Şekil 1. Kırma-Eleme Tesisi Maliyetlerinin Belirlenmesi

2.1. Yatırım Maliyeti

Kırma-eleme tesisi yatırımı ana makine-donanım, yardımcı makine-donanım, inşaat işleri ve montaj giderlerinden oluşmaktadır. Bu yatırım kalemlerinin detayı 50 ton/saat için ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.1.1. Ana Makine Donanım

En önemli yatırım kalemini oluşturmaktadır. Bu yatırım kalemini kırıcı, elek, bant vs. oluşturmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1 Ana Makine-Donanım Yatırımı

Ekipman	Tip	Motor Gücü (kw)	Adet	Fiyatı (\$/adet)	TOPLAM
Titreşimli besi	600X2500	4,5	1	10000	10000
Çeneli kinci	610X180	80		18000	18000
Bant konvevor	500 X 18000	5,6		4 500	4.500
Titreşimli elek	1000X200C	3		5000	5000
Rebaund kinci	RK80	50		20000	20000
Bant konvevor	500X16000	5,6		4000	4000
Titreşimli elek	1200X4000	7,5		9000	9000
Bant konvevor	500X22000	4,5		5 060	5 060
Bant konvevor	500X12000	4,5	4	2 760	11040
Loader	WA 420-31	167		166 750	166750
Minibüs	150 V	-		15 185	15185
Oto	SW	-		4630	4630
Jeneratör	TWDI2/DG	(300)		29550	29 550
TOPLAM		178.7	16		302.715

2.1.2. Yardımcı Makine-Donanım

Bu yatırım kaleminde elektrik kabloları, kumanda panelleri, trafo vb. yardımcı donanım yer almaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2 Yardımcı Makine-Donanım Yatırımı

Malzeme ismi	Malzeme cinsi	Fiyat (\$/m)	Uzunluk (m)	Tutar
Elektrik panosu	-	1667		1667
Trafo	300kvA	4 700	-	4 700
Kablo	4x2,5	0,65	3	1,94
Kablo	3x120/70	18	7	127,04
Kablo	4x4	0,90	10	8,98
Kablo	4x2,5	0,65	25	16,20
Kablo	3x35x16	7,41	30	222,22
Kablo	4x4	0,90	38	34,13
Kablo	4x4	0,90	45	40,42
Kablo	4x2,5	0,65	25	16,20
Kablo	4x2,5	0,65	50	32,41
Kablo	4x2,5	0,65	55	35,65
Kablo	4x2,6	0,65	57	36,94
Kablo	4x2,7	0,65	45	29,17
TOPLAM				\$.968

2.1.3. İnşaat İşleri

İNŞAAT İŞLERİNDE, tesis yerinin hazırlanması ile ilgili maliyetler söz konusudur. Burada, tesisin kurulacağı sahanın işletme sahibine ait olduğu, sahanın tesisin kurulmasına mUsait olduğu, ayrıca kimi sosyal tesislerin (yemekhane, büro vb.) varolduğu kabul

edilmiştir. Tesisin hazırlanmasında beton maliyeti Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. İnşaat İşleri Maliyeti

Beton	Ebat (m)	Toplam beton (m ³)	B Fiyatı (\$/m ³)	Toplam (\$)
Primer kırıcı arkası perde betonu	10x10x1	100	37,92	3 792
Primer kırıcı zemin betonu	7x3x3	63	37,92	2 389
Titreşimli elek zemin betonu	1 5x1 5x1	2,25	37,92	85
Rebaund kırıcı zemin betonu	3 5x2x1	7	37,92	265
Titreşimli elek zemin betonu	2x4x1	8	37,92	303
TOPLAM	-	180,25	37,92	6.834

2.1.4. Montaj Gideri

Montaj giderlerinde işçilik ve çalışan iş makinesi ile ilgili giderler söz konusudur.

• İşçilik gideri

Montaj işinde çalışan işçiler,

- o Ustabaşı 1
- o Kaynakçı 1
- o Elektrikçi 1
- o Düz işçi 3

olmak üzere 6 kişidir. İşçiler 15 gün zemin betonlarının dökülmesi (zeminin hazırlanması, kalıp hazırlama, beton dökülmesi) ve 15 gün de tesis montajında (makinelere indirilip kurulması, makine montajı, ayak betonlarının kalıbı, elektrik hatlarının montajı) olmak üzere 1 ay çalışacaklardır, işçilik maliyeti Çizelge 4'te gösterilmiştir

Çizelge 4. İnşaat İşleri İşçilik Maliyeti

Unvan	Adet	Brüt maaş (\$)	Toplam kesinti (\$)	Net (\$)	İşe"" (\$)	Toplam (\$)
Ustabaşı	1	1 006	543	463	125	1 131
Kaynakçı	1	906	489	417	125	1031
Elektrikçi	1	906	489	417	125	1 031
Düz işçi (2)	3	2415	1304	1 111	375	2 790
TOPLAM	6	5.234	2.826	2.407	750	5.984

(1) Kış başına 1 kahvaltı, 2 öğün yemek verilmekte, toplam tutarı günlük 4 17 \$, 30 gün çalışma durumunda 4 17 x 30 = 125 \$/ay işçidir

(2) Düz işçi brüt maaşı 805 \$/işçidir

• İş makinası gideri

Çalışan iş makinasının, tesis sahibine ait olduğu kabul edilmiştir. Ancak burada çalışan operatör, yağcı ve makinenin sarf ettiği mazot hesaba katılmalıdır. İş makinesi tesis sahası hazırlamada 10 gün, duvar yeri kazısında 1 gün, tesis kurulmasında 15 gün çalışacaktır. Toplam 26 gün olan süre, yaklaşık 1 ay kabul edilerek, işçilik maliyeti Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. İş Makinesi İşçilik ve Yakıt Gideri

İŞÇİLİK GİDERİ						
Unvan	Adet	Brut maaş (\$)	Toplam kesinti (\$)	Net (\$)	İşe (\$)	Toplam (\$)
Operatör	1	1 006	543	463	125	1 131
Yağcı	1	906	488	418	125	1031
TOPLAM	2	1 912	1 031	888	250	2 161

İŞ MAKİNESİ YAKIT GİDERİ	
Kabuller	Hesaplamalar
o İş makinesi saatte 15 yakıt harcamaktadır	o Makinenin toplam çalışma süresi $10^{10} \times 10^{10} + 18^{10} \times 10^{10} = 170$ saat
D Tesis sahası ve duvar yeri için günde 10 saat çalışmaktadır	o Harcanan yakıt = $15^{10} \times 170^{10} = 2 550$ litre
0 Montaj vaparken günde 4 saat çalışmaktadır	o Yakıt maliyeti = $2 550^{10} \times 0 743^{10} = 1 894$ \$
0 Tesis sahasında 10 gün, duvar yeri için 1 gün ve tesis kurulmasında 15 gün çalışmaktadır	
TOPLAM İŞ MAKİNESİ GİDERİ	= 2 162 + 1 894 = 4.056 \$

2.2. İşletme Giderleri

2.2.1. Amortisman Giderleri

Amortisman gideri, ortalama 5 yıl işletme ömrü göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Hesaplanan amortisman değerleri toplu halde Çizelge 6'da gösterilmiştir.

2.2.2. Elektrik Gideri

Elektrik tüketimi Çizelge 7'de ayrıntılı verilmiştir. Toplam tüketim 50 ton/saat tesis için 178,7 kwh/ay ve 7,32 \$/kwh'dir.

Çizelge 6. Amortisman Gideri

Makine İsmi	Tutarı (\$)	Üretim ¹⁰⁰ (ton)	Amortisman \$/ton
Titreşimli besleyici	10 000	1 215 000	0,008
Çeneli kırıcı	18 000		0,015
Bant Konveyör	4 500		0,004
Titreşimli elek	5 000		0,004
Rebaund kırıcı	20 000		0,016
Bant konveyör	4 000		0,003
Titreşimli Elek	9 000		0,007
Bant Konveyör	5 060		0,004
Bant Konveyör	11 040		0,009
Greyder	166 750		0,137
Ford Transit	15 185		0,012
Otomobil	4 630		0,004
Jeneratör	29 550		0,024
Yardı makine-donanım	6 968		0,006
İnşaat işleri	6 834	0,006	
Montaj	10 041	0,008	
TOPLAM	326.559		0,269

(1) İşletme ömrü 5 yıl alınmıştır. Üretim 5 yıllık süreyle kapsamaktadır. $(50^{10} \times 18^{10} \times 25^{10} \times 12^{10} \times 9^{10}) = 1.215.000$ ton

Çizelge 7. Elektrik Tüketim Gideri

Makine	Adet	Güç (Kw)	Elektrik sarfiyatı	Elektrik fiyatı (\$/kwh)	Elektrik tüketimi (\$/saat)
Titreşimli bes	1	4,5	4,5	0,041	0,18
Çeneli kırıcı	1	80	80	0,041	3,28
Bant konveyör	1	5,6	5,6	0,041	0,23
Titreşimli elek	1	3	3	0,041	0,12
Beband kırıcı	1	50	50	0,041	2,05
Bant konveyör	1	5,6	5,6	0,041	0,23
Titreşimli elek	1	7,5	7,5	0,041	0,31
Bant konveyör	1	4,5	4,5	0,041	0,18
Bant konveyör	4	18	18	0,041	0,74
TOPLAM	12	178,7	178,7	0,041	7,32

o Kaçaklar için % 20 ilave edilmiştir
o Ton başına birim elektrik tüketimi
 $\frac{7,32^{10} / \text{saat} \times 1,2^{10} (\%20 \text{ fazla})}{50^{10} \text{ ton / saat} \times 0,9^{10} \text{ faktör}} = 0,195$ \$/ton

2.2.3. Yakıt + Yağ Gideri

Yakıt giderinde iş makinesi, jeneratör ve temizlik için söz konusu olurken, yağ gideri makine donanımın yağlanması ile ilgilidir. Hesaplama detayı Çizelge 8'de gösterilmiştir.

2.2.4. İşçilik Gideri

Tesiste tek vardiya üretim yapılacaktır, ihtiyaç duyulan personel listesi ve giderler Çizelge 9'da gösterilmiştir.

Çizelge 8. Yakıt ve Yağ Gideri Tablosu

İş makinesi için

- o Bunker besleme, kamyon yükleme.stok düzeltme işlerinde kullanılacaktır
- o Saatte 15 litre yakıt harcamaktadır,
- o Ton başına harcanan yakıt gideri

$$\frac{15 \text{ lt/saat} \times 0.743 \text{ \$/lt}}{50 \text{ ton/saat} \times 0.9 \text{ faktor}} = 0.245 \text{ \$/ton}$$

Jeneratör için

- o Ayda 4 defa elektrik kesileceği kabul edilmiştir
- o Çalıştığı zaman: $10 \text{ saat/ vardiyeye} \times 4 \text{ vardiyeye/ay} = 40 \text{ saat/ay}$
- o Jeneratör % 100 kapasite (tam yük), 60 Hz'de 77.65 lt yakıt harcamaktadır,
- o Ton başına harcanan yakıt gideri =

$$\frac{40 \text{ saat} \times 77.65 \text{ lt/saat} \times 0.743 \text{ \$/lt}}{50 \text{ ton/saat} \times 50 \text{ ton/saat} \times 18 \text{ saat/gün} \times 25 \text{ gün/ay} \times 0.9 \text{ faktor}} = 0.114 \text{ \$/ton}$$

Temizlik için

- o Tesiste temizlik için 2 lt yakıt harcanmaktadır,
- o Aylık yakıt miktarı= $2 \text{ lt/gün} \times 25 \text{ gün/ay} = 50 \text{ lt/ay}$
- o Ton başına harcanan yakıt gideri =

$$\frac{50 \text{ lt} \times 0.743 \text{ \$/lt}}{50 \text{ ton/saat} \times 50 \text{ ton/saat} \times 18 \text{ saat/gün} \times 25 \text{ gün/ay} \times 0.9 \text{ faktor}} = 0.002 \text{ \$/ton}$$

- **Toplam = 0.245 + 0.114 + 0.002 = 0.361 \\$/ton**

- Yağ Gideri
 - o Günde iki kere yağlama yapılmaktadır
 - o Yağlanan yerler; elek mili, kırıcı mili, sekonder mili, bant tambur bilyaları
 - o Günde ortalama 10 kg yağ harcanmaktadır,
 - o Ton başına yağ gideri

$$10 \text{ kg/gün} \times 810 \text{ ton/gün} \times 1.85 \text{ \$/kg} = 0.022 \text{ \$/ton}$$

- **Toplam yakıt+yağ gideri**

$$= 0.361 + 0.022 = 0.383 \text{ \$/ton}$$

2.2.S. Sarf Malzemesi ve Bakım Onarım Gideri

Sarf malzemesi ve bakım-onarım gideri toplu halde Çizelge 10'da gösterilmiştir. Sarf malzemesi olarak bant, palet, elek, makara, redüktör, kepçe lastiği dikkate alınmıştır.

2.2.6.Genel Giderler

Genel gider olarak, büro harcamaları, büro personeli gideri ve araç yakıt gideri sayılabilir. Ayrıntılı hesaplama Çizelge 11'de gösterilmiştir.

Çizelge 9. İşçilik Gideri

Unvan	Sayı	Brüt maaş (\\$/ay)	Kesinti (\\$/ay)	İşe (\\$/ay)	Net maaş (\\$/ay)	
Kontrollör	Düğmecisi	1	1 107	598	125	509
	Formeni	2	2 013	1 087	250	1 019
	Düğmecî yrd	2	1 812	978	250	1 019
Düz işçi	4	3 221	1739	500	2 037	
Silocu	2	1 812	978	250	1 019	
Elektrikçi	1	1.812	978	125	509	
Kaynakçı	1	1 812	978	125	509	
Kepçe operatörü	2	2 013	1 087	250	1 019	
Kepçe yağcısı	2	1 610	870	250	1 019	
Tesis yağcısı	2	1 610	870	250	1 019	
TOPLAM	19	18.820	10.163	2.377	9.676	

- Net maaş = Brut maaş-kesintiler
- Toplam işçilik gideri = Brut maaş +işe gideri
- Aylık üretim = $50 \text{ ton/saat} \times 18 \text{ saat/gün} \times 25 \text{ gün/ay} \times 0.9 \text{ faktor}$
- = **20.250 ton/ay**
- Birim maliyet = $(18 820 + 2 377) / 20 250 = 1.046 \text{ \$/ton}$

3. DEĞERLENDİRME

Kırma-eleme tesisi yatırım ve işletme maliyetlerinin hazırlanış adımları ikinci bölümde gösterilmiştir. Aynı hesaplamalar, 130, 250 ve 500 ton/saat kırma-eleme tesisleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Yer darlığı sebebi ile 130, 250 ve 500 ton/saat kırma-eleme tesislerinin yatırım ve işletme maliyetlerinin sadece sonuçları verilmiştir.

4 ayrı kapasitede hazırlanan kırma-eleme tesislerine ait yatırım Çizelge 12'de, işletme maliyetleri ise Çizelge 13'de toplu halde gösterilmiştir. Çizelge ve şekiller dikkatli değerlendirildiğinde şu sonuçlar ön plana çıkmaktadır:

- Artan üretim ile toplam yatırım tutarı artarken, birim yatırım azalmaktadır. Örneğin 50 ton/saat için toplam yatırım 326.559 \\$ olurken, 500 ton/saat bir kırma-eleme tesisi için anılan büyüklük, 900.632\\$ olmaktadır. Birim maliyetler ise sırası ile 0,269 \\$/ton ve 0,074 \\$/ton olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 10. Sarf Malzemesi ve Bakım Onarım Gideri

• Bantlar				
o Bantlar 2 senede bir yenilenecektir				
No	Bant			
	Geniřliđi (m)	Boy (m)	Fiyatı (\$/m)	TOPLAM (\$)
1	0 60	18	50	900
2	0 60	16	50	800
3	0 50	12	40	480
4	0 50	12	40	480
5	0 50	12	40	480
6	0 50	12	40	480
7	0 50	22	40	880
TOPLAM				4.500
1 Aylık bant gider=4 500/(2" x W"ISI 5 \$/ay				
1 Ton başına gider=187 50"/20 250"= 0.01\$/ton				
• Paletler				
Primer ve sekonder kırıcı paletleri ayda bir değişir				
Bir palet takımı 6 paletten oluşur				
Palet fiyatı = Bir palet ağırlığı x 1 kg paletin döküm fiyatı = 50 \$ x 12 = 60\$/adet				
Ton başına binn maliyet = [Kırıcı sayısı x bir palet takımında palet sayısı x bir paletin fiyatı]/ Aylık üretim= [2 x 6 x 60]/20 250 =0.04 \$/ton				
• Elekler				
o Senede 1 takım elek gitmektedir				
No	Bant			
	Tipi [mm]	Kat adeti	Fiyatı (\$/m ²)	TOPLAM (\$/yıl)
1	1000x2000	1	92 59	185
2	1200 x 4000	3	92 59	1 333
TOPLAM				1.518
o Ton başına gider =1518/243 000= 0.006 \$/ton				
• Makara				
0 Ayda her bant için 3 adet üst makara 1 adet alt makara kullanılmaktadır				
0 Aylık makara gider = Makara sayısı x makara fiyatı = 13 89 x 4 = 55.56 \$/ay				
0 Ton başına gider = 55.56 / 20 250 = 0.0027 \$/ton				
• Redaktör				
0 Yılda bantlar için 4 redaktör harcanır				
0 Yıllık redaktör gider = Redaktör sayısı x redaktör fiyatı = 4 x 46 30 = 185 20\$/yıl				
0 Birim gider=185 20"/243 000"=0.00076 \$/ton				
• Kepece lastiği				
0 Yılda iki takım değişir				
o Yıllık lastik gider = Yıllık değiştiren lastik adedi x binn fiyatı = 2 x 11 200 x 2 800 = 56 000 \$/yıl				
0 Binn gider = 56 000 / 243 000 = 0.23 \$/ton				
• Bakım-onarım gideri				
o Bakım-onarım gideri olarak 185 \$/ay				
0 Ton başına gider=185 /20 250"= 0.01 \$/ton				
• Diğer giderler				
0 Diğer giderler olarak, Rulman, cıvata, bant kopçası, çekici, pense, elektrot vb sayılabilir Bunlar için ayda 463 \$ ayrılabılır				
0 Binn gider = 463"/20 250"= 0.02 \$/ton				

- işletme maliyeti açısından bakıldığında da benzer sonuçlar elde edilmektedir. Artan üretim kapasitesi ile birim maliyetler düşmektedir. 50 ton/saat için 2,463 \$/ton olan işletme maliyeti, 130 ton/saat için %60 azalarak 1,006 \$/ton'a, 250 ton/saat için %74 azalarak 0,628 \$/ton'a ve 500 ton/saat için % 84 azalarak 0,388 \$/ton'a düşmektedir.

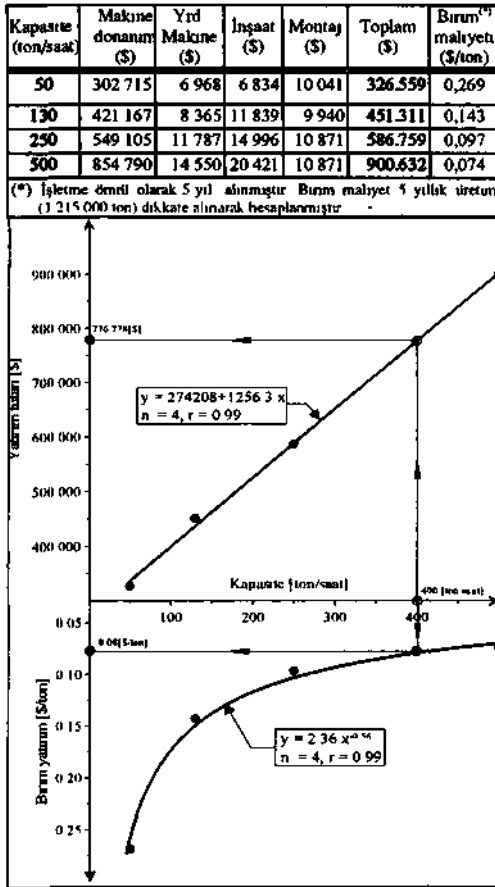
Çizelge 11. Genel Giderler

• Büro harcamaları					
o Büro için yapılan harcama ayda 185 \$ olduğu kabul edilmiştir					
o Birim gider = 185 \$/ay / 20.250 ton/ay = 0.009 \$/ton					
• Büro personeli					
Unvan	Sayı	Brüt maaş (\$/ay)	Kesinti (\$/ay)	İaşe (\$/ay)	Net maaş (\$/ay)
Mühürbeci	1	1107	498	175	434
Ofis elemanı	2	2013	1087	250	926
Santral teknisyeni	2	1812	978	250	833
Şoför	1	805	435	125	370
Odacı	1	805	435	125	370
TOPLAM	7	6.542	3.533	875	3.009
• Net maaş = Brüt maaş-kesintiler					
• Toplam işçilik gideri = Brüt maaş +iaşe gideri					
• Aylık üretim = 50 ton/saat x 18 saat/gün x 25 gün/ay x 0.9 faktör					
• = 20.250 ton/ay					
• Birim maliyet = (6 542 +875)/20 250 =0.37 \$/ton					
• Araç yakıtları gideri					
o Araçların günde 5 lt benzin, 5 litre mazot yaktığı kabul edilmiştir					
o Birim yakıt gideri =					
$\frac{[5 \text{ lt/gün} \times 0.971 \text{ $/lt}] + [5 \text{ lt/gün} \times 0.743 \text{ $/lt}]}{50 \text{ ton/saat} \times 18 \text{ saat/gün} \times 0.9 \text{ faktör}} = 0.011 \text{ $/ton}$					

4.SONUÇLAR

Bu bildiri de; 50, 130, 250 ve 500 ton/saat kırma-eleme tesisinin yatırım ve işletme maliyetleri, gerçek piyasa şartlarında her bir üretim kapasitesi için ayrı ayrı araştırılarak çıkarılmıştır. Maliyetlerin güncelliğini olabildiğince koruyabilmesi için fiyatlar US Dolar bazında hesaplanmış, TL olarak geçerli fiyatlar 2000 yılı ortalama döviz kuru (540.000 TL/\$) üzerinden US Dolarla çevrilmiştir. Çalışma ile ilgili sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

Çizelge 12 Toplam ve Birim Yatırım Tablosu



- 1) Kıрма-eleme tesisinin ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin belirlenmesinde birtakım formüllerden ve benzer işletmelerden yararlanma yoluna gidilebilir. En doğru sonuçlara ise gerçek rakamlarla yapılan değerlendirmelerle ulaşılabilir.
- 2) 50, 130, 250 ve 500 ton/saat kapasiteler için yapılan hesaplamalarda, yatırım maliyeti sırasıyla; 326.559 \$, 451.311 \$, 586.759 \$, ve 900.632 \$ olarak hesaplanmıştır. Birim yatırım maliyetleri ise 0.269\$/ton, 0,143 \$/ton, 0,097 \$/ton ve 0,074 \$/ton'dur. Kapasite ile toplam yatırım tutarı arasında,

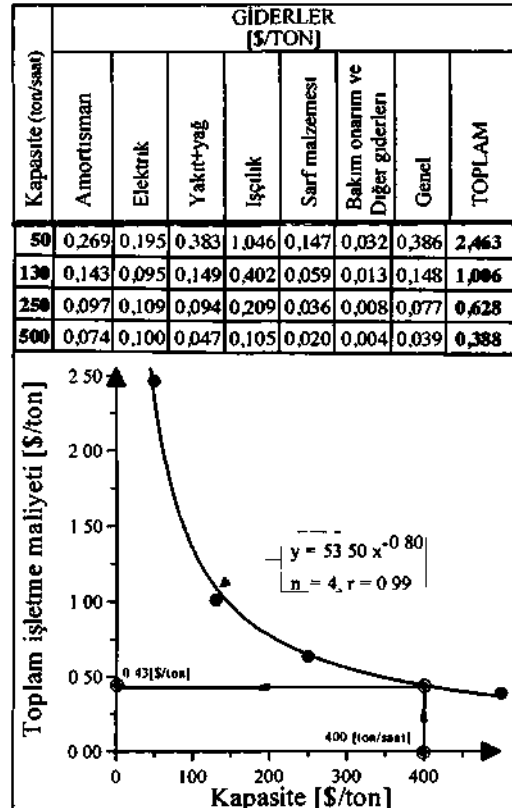
$$y = 274.208 + 1256.3 x$$

artan doğrusal bir ilişkinin olduğu (y = toplam yatırım, \$; x = üretim kapasitesi, ton/saat), birim yatırım arasında ise

$$y = 2.36 x^{-0.56}$$

azalan üssel bir ilişkinin (y = birim yatırım, \$/ton; x = üretim kapasitesi, ton/saat) olduğu belirlenmiştir. Diğer bir deyişle, artan kapasite ile toplam yatırım doğrusal artarken birim yatırım ise üssel olarak azalmaktadır. 400 ton/saat bir tesisin toplam ve birim yatırım maliyetleri yukarıdaki formüller çalıştırılarak veya ilgili şekil (Çizelge 12) üzerinden 776.728 \$ ve 0,08 \$/ton olarak rahatlıkla hesaplanabilecektir.

Çizelge 13. İşletme Maliyetleri



- 3) 50, 130, 250 ve 500 ton/saat kırma-eleme tesislerinin birim işletme maliyetleri sırasıyla; 2,463 \$/ton, 1,006\$/ton, 0,628 \$/ton ve 0,388 \$/ton olarak hesaplanmıştır (Çizelge 13). Kapasiteler ile birim işletme maliyetleri grafiği çizildiğinde, artan kapasite ile birim işletme maliyetlerinin düştüğü, değişimin matematiksel ifadesi ise

$$y = 53.50 X^{-0.80}$$

şeklinde bulunmuştur (y = birim işletme maliyeti, \$/ton; x = üretim kapasitesi, ton/saat). 400 ton/saat bir kırma eleme tesisinin işletme maliyeti bulunmak istendiğinde, yukarıdaki ifade veya ilgili grafik yardımı ile 0,43 \$/ton olarak hesaplanabilir.

Kaynaklar

- [1] "Alçı, Kireç, Kum, Çakıl, Mıncır, Boya Toprakları, Tuğla-Kiremit", *Devlet planlama Teşkilatı, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyon Raporu, Yapı Malzemeleri*, Ankara 2001.
- [2] Arnoğlu E., Yılmaz A.O., "Çözümlü Beton Agregaları Problemleri", *Evrin Yayınevi*, İstanbul, 1999.
- [3] Yılmaz A.O., Maden Ekonomisi Ders Notları, *KTÜ Maden Müh. Bölümü*, Trabzon, 2001.
- [4] Şentürk M., "Kırma-Elemente Tesislerinin Yatırım ve İşletme Maliyetlerinin Belirlenmesi", *T7"£/ Maden Müh. Bölümü*, Trabzon, Ocak, 2000.
- [5] Cebeci Y., Akar A., "1000 ton/gün Kapasiteli Kömür Hazırlama Tesisinin Teknolojik ve Maliyet Tasarımı", *C.V. Mühendislik Fakültesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, C. 1, S.2, Nisan 1996.
- [6] Arnoğlu Ergin, Yılmaz A.O., *Pratik Madencilik Problemleri, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını*, Ankara, 2001.

[7] Değişik Şirket Katalogları, 2000.

[8] Yılmaz A.O., Çavuşoğlu t., "Doğu Karadeniz Bölgesinde Agregat İşletmeciliğinin Sorunları Ve Öneriler", *Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar I. Kongresi*, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Şubat 2003, İstanbul.

[9] Arnoğlu E., Tokgöz N., "Kırmataş Ocakları ve Kısa Bir Değerlendirmesi" *TMMOB Maden Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Çalışma Raporu: 1*, Ekim, İstanbul, 1996.