

# Bitümlü Şeylden Yararlanma

(H. WEFING ve R. NOACK)

Çeviri : İlker ŞENGÜLER, MTA. Genel Müdürlüğü ANKARA.

## GİRİŞ .

Bitümlü şeyl, fosil orijinli bir enerji kaynağı olup, yüksek oranda artık madde içerdiğinden, bir petrol kaynağı veya alternatif yakıt olarak üzerinde önemle durulmamıştır. Bilindiği kadarı ile çok az ülkede bu kaynaktan yararlanılmaktadır. Örneğin: SSCB ve Çin Halk Cumhuriyeti. Bitümlü şeyllerin çıkartılmasında, kullanılabilir duruma getirilmesinin ve sonuçta küllünün yok edilmesinin maliyeti yüksektir. Ayrıca 1973'e kadar petrol fiyatlarının da çok düşük olması nedeniyle, bitümlü şeyller çekici olmamıştır. Bunların dışında, değerlendirilebilmeleri için ayrı bir teknoloji gerektiğinden geniş çapta uygulamaya geçilememiştir.

Geniş bitümlü şeyl kaynaklarına bugün artan ilgi, bir bakıma 1973'de başlayan petrol bunalımının sonucudur.

Bu makalenin konusu, bilinen işletme yöntemleri açısından bitümlü şeyllerin potansiyelini belirlemektir. Bu yöntemlerin birçoğu henüz başlangıç aşamasında olup, burada Rohrbach Prosesinin elektrik ve hidrolik yanma artıkları eldesi uygulamalarının geniş boyutlu bir örneği verilmiştir.

## BİTÜMLÜ ŞEYL :

Petrol, organik maddenin destilasyonu sonucu elde edilir ki bu kerojendir. Gaz ve kok aynı zamanda ısı muamelesi ile elde olunur. Kerojen, mineralin çok ince inklüzyonları içinde bulunmaktadır.

Bitümlü şeylin kalitesi tonda litre (1/t) olarak petrol miktarı ile tanımlanır, kalorifik değerle (ısı değeri) doğrudan ilgilidir ve birbirinin fonksiyonudur.

Tablo : 1'de farklı bitümlü şeyllerin başlıca özellikleri verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi kalorifik değerler (ısı değeri) 8 MJ/kg. ve daha yüksektir. Bazı havzalarda 6 MJ/kg. lık ve daha az, Württemberg (FRG) de ise 4 MJ/kg. lık bitümlü şeyl bulunmuştur. Tablo : 2'de ise tipik bir bitümlü şeyl için kerojen ve mineral maddesi bileşimleri gösterilmektedir. Şunu da belirtmelidir ki gerçek rakamlar bu verilerden çok farklı olabilir.

Mineral maddeler bileşimde belirli limitler içinde değişebilir. Başlıca mineraller, değişen oranlarda kireçtaşı, kilaşı ve kuvarştır.

Ekonomik nedenlerden ötürü şeyl küllerinin kullanılması önem kazandığından bileşimi de önemlidir.

Natural Resources and Development, volume 9'daki «UTILIZATION OF OIL SHALE» adlı makaleden türkçeleştirilmiştir.

Genellikle küllün uygun sıcaklıkta muamelesi onun hidrolik veya enazından çimento hammaddesi (puzolanic) özelliklerine etki eder.

## ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİTÜMLÜ ŞEYLİN POTANSİYELİ :

Fosil enerji kaynaklarından ham petrolün ve doğal gazın sınırlı oluşu nedeniyle, 1973'de ortaya çıkan enerji darboğazı, daha önce de bilinen ama gözönüne alınmayan bir gerçeğe dikkatleri çekmiştir. Dünya çapında enerji talebi üzerindeki tüm tahminler ve bunun karşılanması için gereken önlemler üzerinde yapılan ayrıntılı hesaplamalar birtakım sonuçlara varmıştır. Bu sonuçlar gösterir ki; ticari enerji kaynakları gelişen dünya ekonomisinin artan enerji ihtiyacını ancak 2000 yılına kadar karşılayabilir. Bu sonuç özellikle ham petrol ve doğal gaz için geçerlidir. Şekil : 1 de görüldüğü gibi, doğal gaz ve ham petrol enerji gereksiniminin yaklaşık % 67 sini karşılamakta olup rezervleri tüm dünya enerji kaynaklarının çok az bir kısmını oluşturmaktadır.

Enerji talebi ve enerji rezervleri birbirinden büyük farklılık göstermektedir. Bu fark ekonomik gelişmeyi olumsuz yönde etkileyecek ve eksiklik yeni bir enerji kaynağı ile kapatılmadıkça veya daha önce kullanılmayan bir enerji kaynağı devreye sokulmadıkça devam edecektir.

Dünyanın, henüz enerji kaynağı olamamış bitümlü şeyl rezervleri, tahmin edilen enerji açığına yakındır. Tablo : 3'de görüldüğü gibi, şeylden elde edilebilecek şeyl petrolü rezervleri ton başına en az 42 litre petrol içeriği ile  $530 \times 10^9$  m<sup>3</sup> dür. Bu da bugün bilinen ham petrol rezervlerinden fazladır. Şeyl petrolü rezervlerinin küçük bir kısmı ekonomik olarak kullanılabilir. Bize göre, bugün ihmal edilen bu enerji kaynağı, gelecekte önemli ölçüde gelişecektir.

Bitümlü şeyl, SSCB'de ve muhtemelen Çin Halk Cumhuriyetinde ticari ölçekte kullanılmaktadır. SSCB'de herbiri 1600 MW'lık iki güç santrali çalışmaktadır. Bunun yanında kimya sanayii için ham madde elde edilmektedir. Bildiğimiz kadarı ile 1975'de yaklaşık 36 milyon ton bitümlü şeyl işletilmiştir. Çin Halk Cumhuriyetinde de şeyl petrolü üretimi önem kazanmıştır ve muhtemelen bitümlü şeyl güç santrali da çalışmaktadır. Diğer ülkelerde bu kaynaktan küçük boyutlarda yararlanılmaktadır.

Almanya'da Portlandzementwerk Dotternhausen Rudolf Rohrbach KG, bitümlü şeyl kullanan tek santraldır. Yaklaşık olarak günde 700 ton işleme sokulmaktadır.

Tablo 1 — Bitümlü şeylin özellikleri

	Isı değeri		Kül %	Petrol l/t	Ağırlık %
	KCal/kg	MJ/kg			
Yeni Zelanda	5.080	21.290	33	276	25
Avustralya	4.500	18.860	52	346	31
Tayland	3.680	15.420	56	298	26
Estonya	3.210	13.450	47	226	22
İspanya	2.990	12.530	63	196	18
İsveç	2.150	9.010	72	58	6
Brezilya	1.500	6.290	77	79	7
Scotland	1.410	5.910	78	93	8
Kolorada	1.220	5.110	67	102	9
Çin	0.810	3.400	83	32	3

(Rühl, W. : OEL 12, 1974'den)

Çimento yapımı ve güç istasyonu bileşimi bir tesis Messrs tarafından uygulamaya konulmuştur. Rohrbach bunun ekonomik açıdan çok çekici olduğunu kanıtlamıştır. Şeyl petrolü, ucuz ham petrol ile rekabet edemediğinden, şeyl petrolü elde etmeyi amaçlayan Alman bitümlü şeyl sanayii, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra çalışmayı durdurmuştur. Şeyl petrolü üretimi, yeni yöntemlerin geliştirilmesiyle birlikte daha akılcı damıtma yöntemleri kullanarak ham petrol fiyatlarının sürekli artmasından dolayı daha da önem kazanacaktır.

#### BITÜMLÜ ŞEYL KULLANMA YÖNTEMLERİ :

Bitümlü şeylden petrol ve gaz üretimi, ısı ile damıtılarak veya doğrudan doğruya yakılarak yapılır. Bitümlü şeyli ısı ile damıtma işlemi 350°C ile 500°C arasında, yakma ise 750°C in üzerinde gerçekleşir.

İşletme yöntemleri altı grupta toplanır:

- 1 — Katı ısı taşıyıcı ile damıtma
- 2 — Gaz ısı taşıyıcı ile damıtma, iç yanma
- 3 — Gaz ısı taşıyıcı ile damıtma, dış yanma

4 — Yerde ısı ile damıtma

5 — Kimyasal ayırma

6 — Doğrudan yakma

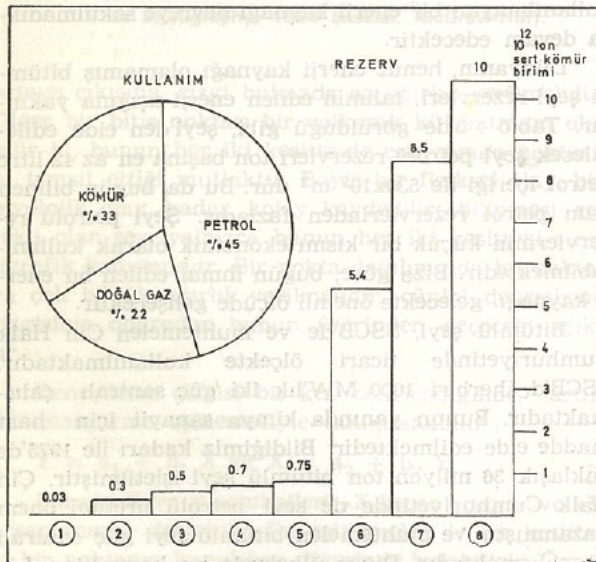
Bitümlü şeylin damıtılması (1,2,3 ve 4. gruplar)

Isı ile damıtma kül (% 82 ye varan), yağ ve gaz ile beraber N<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> den oluşan istenmeyen hidrojen sülfür ve amonyak oluşturur. Eğer gaz su buharı içeriyorsa, bu sıcaklıklarda su buharının karbon monoksit dönüşümünden oluşan hidrojen yardımıyla amonyum oluşumu hızlanır. Kullanılan şeyilde damıtma sonucu oluşan kok, gazlaştırma veya doğrudan yakma ile ek olarak gaz elde edilmesinde kullanılır.

1,2,3 ve 4. gruplardaki ısı ile damıtma işlemi (retorting process) örnekleri Tosco II, Lurgi, Gas Combustion, Petrosix ve Occidental tarafından geliştirilmiştir. Portlandzementwerk Dotternhausen Rudolf Rohrbach KG ile Deutsche Babcock AG işbirliği yaparak yeni bir damıtma yöntemi geliştirmekte olup deneme tesisleri planlama aşamasındadır.

Kimyasal ayırma (5. grup)

Farklı bileşimdeki çözücülerle elde edilen en iyi verim % 10'u geçmemektedir. Shell, bu yöntemin ge-



Şekil 1 : Enerji kullanımı ve olası enerji rezervleri 1 — Su, 2 — Doğal gaz, 3 — Petrol, 4 — Kömür, 5 — Bitümlü şeyl (oil shale) + Petrolü kum (oil sand) 6 — Toryum, 7 — Sert kömür (Antrasit), 8 — Uranyum

Tablo 2 — Tipik bitümlü şeyl bileşimi

	% Ağırlık (kuru)
Toplam mineral içeriği	86.2
Mineral bileşenleri	
Karbonat	50
Feldspat	19
İllit	15
Kuvars	10
Analsim vb.	5
Pirit	1
TOPLAM	100
Toplam organik madde içeriği	13.8
Organik bileşenler	
Karbon	80.5
Hidrojen	10.3
Nitrojen	2.4
Sülfür	1.0
Oksijen	5.8
TOPLAM	100

(Dineen, U. and I. Cook : Am. Soc. Mech.ö Engr., 1972'den)

liştirilmesinde çok aktif bir çalışma içinde olup, verimin az olmasına rağmen bu konudaki araştırmalarına devam etmektedir.

Doğrudan yakma (6. grup)

Örnek 1: Estonya'daki elektrik üretimi;

Estonya'da çıkartılan bitümlü şeylin % 60'ı (8.4 - 12.6 MJ/kg arasında ısı değerine sahip) iki tane 1600 MW gücünde enerji santraline yakıt sağlamakta olup, kalan % 40 ise damıtılarak gaz ve petrol üretiminde kullanılmaktadır.

Örnek 2 : Federal Almanya'da Portlandzementwerk Dotternhausen Rudolf Rohrbach KG elektrik üretimi ve çimento yapımında bitümlü şeyl kullanılmaktadır.

**BITÜMLÜ ŞEYLDEN YARARLANMA :**

Bitümlü şeylden değişik amaçlarla yararlanılmaktadır. Deutsche Babcock AG bu konuya ilişkin çok sayıda teknik öneriler getirmiştir.

1 — Toz halinde yakıt kullanan buhar kazanlarında doğrudan yakma

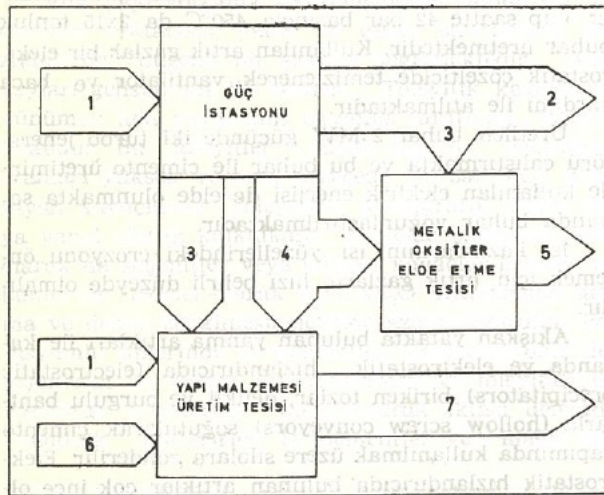
2 — Akışkan yatakta (fluidized bed) doğrudan yakma ve yanma artıklarından yapı malzemeleri üretimi

3 — Bitümlü şeylin damıtılması ile gaz ve petrol eidesi

Bugün kullanılan sistemler 1 ve 2 deki gibi doğrudan yakma yöntemine dayanmaktadır. Değişik şeyller kullanılarak, bitümlü şeyllerin doğrudan yanması çeşitli deneylerle sonuçlandırılmıştır.

Bitümlü şeyllerin akışkan yatakta yakılması konusunda Portlandzementwerk Detternhausen Rudolf Rohrbach KG ile sıkı ilişkide bulunan Deutsche Babcock AG de iki tane akışkan yataklı enerji santralının işletildiği ve herbirinin 3 MW elektrik enerjisi ürettiği bilinmektedir. Daha önce bahsedildiği gibi bu iki şirket, damıtma işlemini geliştirmek üzere ortak proje yürütmektedirler.

Eldeki teknolojinin bir örneği olan akım şeması, bitümlü şeyllerin yanma artıklarının kullanımını ve



Şekil 2 : Proje akım şeması 1 — Bitümlü şeyl, 2 — Fazla enerji, 3 — Kullanılan güç 4 — Bitümlü şeyl yanma artıkları, 5 — Metalik bileşenler 6 — Kireç, kil, 7 — Yapı malzemeleri (çimento, harç bağlayıcı, buharla sertleştirilmiş yapı malzemeleri)

akışkan yatakta yakılmasını göstermektedir. Teknik ve ekonomik potansiyelin oluşu, yıllardır başarı ile çalışan büyük ölçekte kuruluşun bulunması bu teknolojinin gelecekte önem kazanacağını kanıtlar.

Yapı malzemesi ve enerjinin birlikte üretimi.

Şekil : 2 de Rohrbach'da uygulanan yöntemin akım şeması verilmiştir. Bitümlü şeyl, güç istasyonunda yakılmakta ve bunun sonucunda elektrik enerjisi ve yanma artıkları (combustion residues) ortaya çıkmaktadır. Elde edilen elektrik enerjisi çimento yapımında kullanılmaktadır ve bu üretim hemen hemen şehir elektriğinden hiç kullanmadan gerçekleşmektedir. Yanma artıkları çimento üretiminde kullanılmakta ve standart artık maddeler ile beraber bir fırında üretim sağlanmaktadır. Böylece, bitümlü şeylden hem enerji kaynağı olarak hemde çimento yapımında artık maddeler değerlendirilerek iki farklı yerde yararlanılmaktadır. Şekil : 2 ayrıca kıymetli metalik bileşenlerin, güç santralında meydana gelen artık maddeden elde edilmesini de göstermektedir. Bitümlü şeyl genellikle vanadyum ve uranyum gibi elementler içerir.

Santral ve yapı malzemesi üretim tesisinin kapasite seçimleri birbirinden bağımsız olarak yapılabilir.

Örnek 1 : Santralin (power station) kapasitesi o yerin güç durumuna göre seçilmelidir. Yakma sonucu arta kalan artıklar ihtiyaçtan fazla olabilir ve bunları dökmek zorunluluğu oluşabilir.

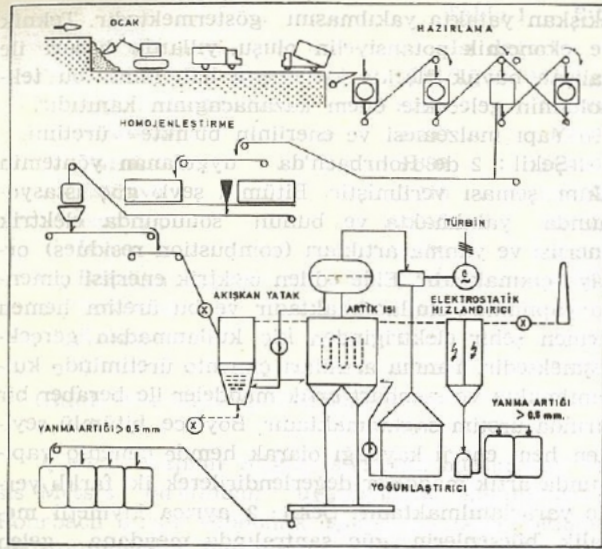
Örnek 2 : Santral gerekli miktarda artık üretecek şekilde dizayn edilebilir. Bitümlü şeylin ısı değerine (calorific value) bağlı olarak üretilen güç, santralin tüm ihtiyacını karşılayabilir ve hatta geçebilir.

Dotternhausen'de % 70 portland çimentosunun, % 30 yanma artığıyla karıştırılmasıyla bitümlü şeyl çimentosu (oil shale cement) diye bilinen bir çimento üretilmektedir. Bu çimento, normal portland çimentosuyla aynı özellikte olup, küçük hidrasyon ısısına sahiptir. Bitümlü şeylden üretilen diğer yapı malzemeleri hesaba katılmadan, yılda 30.000 ton bitümlü şeyl çimentosu üretilmektedir. Yakma işlemi 800°C ile 950°C arasında sürdürüldüğünde artıklar en uygun özellikleri göstermekte ve tanecik çökme süreci uygun olmaktadır. Bu durum sadece Dotternhausen bitümlü şeylleri için değil, aynı tip başka yataklar için de geçerlidir. Buna ek olarak, bu sıcaklık seviyesi sülfür ve nitrojen çıkışının da azalmasını sağlamaktadır.

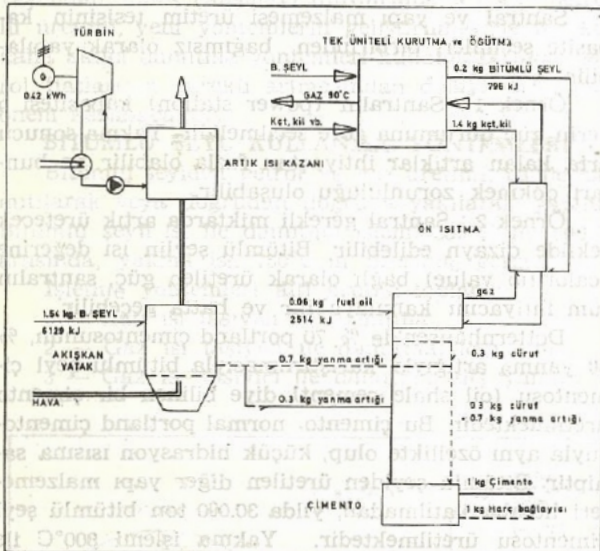
Akışkan yatakta yanma, bu şartların sağlanması için oldukça uygundur. Çok iyi karışma ve akışkan yataktaki yüksek ısı transferi mükemmel bir işlem (process) oluşturur.

Dotternhausen'deki santral birbirine paralel olarak bağlanmış toplam 6 MW kapasiteli iki üniteye sahiptir. Bitümlü şeyl yandığında ısı değeri 4 MJ/kg'dır.

Şekil 3 : de Dotternhausen santralının akım şeması görülmektedir. Kayaların dinamitle patlatılmasını takiben malzeme alınır ve kamyonlarla tesise taşınır. İşlenmemiş şeyl, homojenleştirme bölümüne (homogenization plant) bantlarla (conveyors) taşınmadan önce, tanecik çapı 10 mm. den daha küçük



Şekil 3 : Bitümlü şeyl güç istasyonu akım şeması



Şekil 4 : Rohrbach prosesi ana madde ve enerji akışı

hale getirilir. Bu bölümde, santralin işlevini engellemek amacıyla çok iyi karıştırılır.

Bitümlü şeyllerin homojenleştirilmesi işlemi, çimentonun katkı maddesi olan yanma artıklarının özelliklerini korumada oldukça önemlidir. Homojenleştirme işleminden sonra, bitümlü şeyl akışkan yataklara gönderilir. Bu sırada yeterli ağırlıkta malzeme kullanılmasına özen gösterilmektedir.

Ocağın alt kısmında bulunan akışkan yatak 3.5 m çapındadır. Buna sıcaklığı 800° ile 850°C arasında sabit tutabilmek amacıyla soğutma sistemi eklenmiştir.

Türbülans hareketleri ve yüksek ısı transferi nedeniyle, bitümlü şeyl hızla ısınarak ayrışma ısısına ulaşır. Yanma işlemi çok çabuk olduğu için, küçük ocaklarla çok miktarda malzeme kullanılabilir. Malzemenin kalma süresinin belirlenmesi, istenen kalitede çimento üretimi için çok önemlidir.

Tablo 3 — Dünya bitümlü şeyl rezervleri (Burger'e göre 1973) (Petrol içeriği tonda 52 litreden fazla)

	Milyon m <sup>3</sup>
USA	350.000
Brezilya	127.320
SSCB	17.900
Kongo	16.000
Kanada	7.000
Sicilya	5.600
Çin	4.430
İsveç	400
Almanya	320
Burma	320
İngiltere	160
Tayland	130
Lüksemburg	110
Fransa	70
Arjantin	60
Avustralya	40
Yeni Zelanda	40
İspanya	40
Yugoslavya	30
Güney Afrika	20
Bulgaristan	20
Ürdün	7
Şili	3
İsrail	3
Tasmanya	3
Türkiye	3
<b>TOPLAM</b>	<b>530.000</b>

Yanma için gereken hava bir vantilatör yardımıyla yatağa püskürtülür. Vantilatörün (windbox) önündeki plakada bulunan düzgün çizgisel yarıklardan geçen hava, akışkan yatağa düzenli olarak girer. Ocak, akışkan yatağın yanma bölümüne doğru daha büyür, bu da son yanma için gerekli alanı oluşturur.

Dotternhausen'de bulunan iki akışkan yatakta yanma sonucu çıkan gazlar, iki kazanda kullanılmakta olup saatte 42 bar basınçla 450°C da 2x15 tonluk buhar üretmektedir. Kullanılan artık gazlar bir elektrostatik çözülticide temizlenerek, vantilatör ve baca yardımı ile atılmaktadır.

Üretilen buhar 2 MW gücünde iki turbo jeneratörü çalıştırmakta ve bu buhar ile çimento üretiminde kullanılan elektrik enerjisi de elde olunmakta sonunda buhar yoğunlaştırılmaktadır.

Isı kazanlarının, ısı yüzellerindeki erozyonu önlemek için, artık gazların hızı belirli düzeyde olmalıdır.

Akışkan yatakta bulunan yanma artıkları ile kazanda ve elektrostatik hızlandırıcıda (electrostatic precipitators) biriken tozlar, delikli ve burgulu bantlarla (hollow screw conveyors) soğutularak çimento yapımında kullanılmak üzere silolara gönderilir. Elektrostatik hızlandırıcıda bulunan artıklar çok ince olduklarından tekrar inceltilmeleri gerekmemektedir.

#### EKONOMİK DURUM :

Yukarıda anlatılan Rohrbach prosesinin ekonomik önemini ortaya koyabilmek için, üretim yapısını açıklamak gerekir.

Şekil : 4 de görülen materyal ve enerji akış diyagramı, bitümlü şeyl çimentosu ve harç bağlayıcının (mortar binder) 1:1 oranında üretim yaptığını varsaymaktadır. Bitümü şeylin ısı değeri 4 MJ/kg dir. Curufun artık malzemeye oranı 70:30 ise bitümlü şeyl çimentosu yapımında kullanılabilir. 1.54 kg bitümlü şeylden 1 kg artık malzeme (combustion residues) çıkmaktadır.

Yukarıda belirtilen değerlere göre 1 kg bitümlü şeyl çimentosu ve 1 kg harç bağlayıcı üretmek için 1.54 kg bitümlü şeyl yakılması gerekmektedir. Bu işlem sonucu 6.15 MJ ısı açığa çıkmaktadır.

Bitümlü şeylin kalorisinin düşük olması ve santralin % 25 verimle çalışmasından dolayı 0.42 kwh elektrik üretilmektedir.

Teorik olarak yılda 200.000 ton bitümlü şeyl çimentosu ve 200.000 ton harç bağlayıcı üretildiği kabul edilirse, yaklaşık olarak  $200.000 \times 1.54 = 308.000$  ton bitümlü şeyl gerekmektedir. Bunun sonucunda santralde  $200.000 \times 0.42 = 84.000$  MWh elektrik üretilir.

Santralin kendi ihtiyacı olan % 10 çıkarılırsa 75.600 MWh kahr. Ortalama yılda 7.200 saat çalıştığı

varsayılırsa, santralin kapasitesi 11.7 MW olarak çıkar. Aynı zamanda 200.000 ton hidrolik yanma artığı (hydraulic combustion residues) elde edilir.

Almanya'da 1 kwh elektriğin fiatı 0.10 DM dir. Curufun maliyetine göre, hidrolik yanma değeri değişmektedir. Şu anda curufun tonu yaklaşık 30 DM dir ve bu curufu elde etmek için gereken fuel oil ise 20 DM dir. Diğer bir deyimle, elektrik üretimi ve yanma artığı için gerekli yatırım şöyledir:

Elektrik için gerekli kredi :

$75.600 \text{ MWh} \times 100 \text{ DM/MWh} = 7.56 \text{ milyon DM/yıl}$

Yanma artığı için gerekli kredi :

$200.000 \text{ ton} \times 30 \text{ DM/ton} = 6 \text{ milyon DM/yıl}$

TOPLAM KREDİ ..... = 13.65 milyon DM/yıl

Bu gerekli yatırım, işletme masrafları kısılarak düşürülebilir. Varsayılan şartlarda, çimento yapımında gereken yaklaşık 35.000 MWh elektrik enerjisi elde ediliyor ve geriye kalanı da diğer amaçlarla kullanılıyor. Çimento yapım tesisi 200.000 ton/yıl kurulumuna göre dizayn edildiği için santrale yapılan yatırım hemen hemen karşılanmaktadır.

## Orojenik Alanlardaki Volkanik Kayaçların Majör ve İz Element Kapsamları

P. JAKES ve A. J. R. WHITE

Çeviri : Tuncay ERCAN, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA.

Öz :

Ada yayı volkanik kayaçlarındaki majör ve iz element miktarları, yatay ve düşey stratigrafik dizilimlerde düzenli bir şekilde değişmektedir. Ada yayları gelişiminin ilk verileri, Toleyitik kayaçların günümüz ada yaylarının okyanus tarafında bulunmuşudur. Bu toleyitler, düşük  $K_2O$  lu,  $FeO/MgO$  oranları yüksek ve orta derecede (% 59)  $SiO_2$  kapsayan kayaçlardır. Toleyitleri, stratigrafik düşey veya yanall olarak kalkalkalin kayaçlar izlemiştir. Son olarak da şoşonitler veya alkalin kayaçlar gelirler ve bunlarda tedrici olarak  $K_2O/Na_2O$  oranlarında artma ve demir zenginleşmelerinde azalma görülür. Potasyumlu tiplerinde iz elementler, kompozisyonel değişimlerin en önemli belirticisidirler ve toleyitler ile şoşonitler arasındaki farklılıklarda ikinci derecede önemlilik gösterirler. İz elementler ve majör ele-

mentler, toleyitlerden itibaren, ortada kalk alkalin kayaçlar ve son olarak şoşonitlere doğru sürekli bir sıralanma gösterirler. Nadir Toprak Elementleri iki farklı yoğunlaşma gösterirler:

1 — İlksel kondritik örnekler, Ada yayı toleyitleri için karakteristiktir.

2 — Hafif nadir toprak elementlerinin az bir kısmının zenginleşmiş örnekleri kalk-alkalin ve şoşonitik kayaçlar için tipiktir.

GİRİŞ :

Kıta gelişiminin ilksel, fakat göreceli olarak yüksek fraksiyonlaşmış sialik materyalin eklenmesiyle oluşan mekanizması, ada yaylarındaki andezitik volkanizmaya dayanmaktadır. (Hamilton 1970, Wilson 1952, Taylor and White 1985-1986, Taylor 1967, Dickinson 1968, Green and Ringwood 1968, Ringwood v.d. 1969). Ada yayları genel olarak Andezit yığınları ile ikincil olarak bazalt ve dasitler ile bunlardan türeyen sedimanlardan oluşmuşlardır. Lavların kimyasal farklılıklarına son zamanlarda değinilmiştir (Kuno 1950, 1966; Sugimura 1968; Jakes and White 1969, 1970; Donnelly v.d. 1972, Jakes and Gill, 1970) ve ada yayı yapısı üzerindeki  $K_2O$  kapsamı

Geological Society of America Bulletin dergisinin 1972 yılında yayınlanan 83. sayısının 29-40. sayfalarındaki «Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas» adlı makaleden Türkçeleştirilmiştir.