

ZEOLİTİN ÇİMENTO ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI

POSSIBILITY OF USE OF ZEOLITES IN CEMENT PRODUCTION

H. DEMİRELÇ)
B. AKSANK**)
H. ÖZTÜRK (**)

ÖZET

Bu çalışmada, Bigadiç bölgesi üst zeolitik tüf birimlerinin çimento üretiminde katkı maddesi olarak kullanım olanakları enerji tasarrufu yönünden ele alınmıştır. Zeolitik tüfün, klinkere belirli oranlarda katılmasının sağlayacağı enerji tasarrufu son yıllarda çimento klinkerinin ve hammaddesinin mikronize tane boylarına öğütülebilirliğinin tayini için geliştirilen F.L.Smidth metodu kullanılarak tayin edilmiştir. Sonuç olarak zeolitik tüflerin klinkere % 20 oranlarda katılmasının hem enerji tasarrufu sağlayacağı hem de puzzolanik çimento kalitesinde çimento üretimine imkan vereceği gözlenmiştir.

ABSTRACT

In this work, the possibility of use of Bigadiç upper zeolitic tuff as additives to cement production has been studied from the point of energy saving.

The energy savings by addition of zeolitic tuff in certain proportion to cement clinker has been determined by using the method which is developed by F.L.Smidth for determination of grindability characteristics of cement raw materials and clinker in fine size range. As a result it was seen that addition of certain 20 % zeolitic tuff to cement clinker will save energy and it will be possible to produce puzzolonic cement.

(*) Prof.Dr.Hacettepe Üniversitesi, Maden Müh.Böl., ANKARA

(**) Araştırma Görevlisi, Hacettepe Üniversitesi, Maden Müh.Böl.ANK

(***) Jeoloji-Maden Y.Müh. ÇİTOSAN T.A.Ş., ANKARA

1- GİRİŞ

Çimento sanayiinde enerji sarfiyatının büyük bir kısmı hammadde ve klinker öğütme prosesinde harcanıldığı bilinmektedir. Hem harcanan bu enerjinin azaltılması hem de klasik çimento hammaddelerine alternatif olarak değişik katkı malzemelerinin denenmesi ve bunun hem enerji sarfiyatına hem de elde edilen çimentonun kalitesine etkisi incelenmektedir. Katkı maddeleri olarak Bigadiç yöresindeki % 82 klinopitilolit içeren üst tüfler kullanılmıştır. Zeolitlerin birçok kullanım alanı olmasına karşın Türkiye'de bu konuda henüz yaygın bir çalışma mevcut değildir. Ancak, Bigadiç üst birimi zeolitleri ile yaptıkları (Yücel ve Çulfaz, 1985) araştırmada, gerek doğal olarak gerekse asitle işlendikten sonra CO₂ adsorplayıcı olarak kullanılabilceğini göstermişlerdir.

Hayvancılık sektöründe kullanım olanakları (Çolpan ve diğ. 1986) açısından yapılan araştırmalarda zeolitlerin üreli yemlere katılarak kuzuların beslenme olanakları araştırılmıştır. Dünyada değişik amaçlarla kullanılan zeolitler yıllar önce İtalya'da pozzolan çimentosu üretiminde kullanılmıştır (İleri, S. 1978).

Bigadiç yöresi üst tuf birimi zeolitlerinin yüksek miktarda (%82) klinopitilolit içermesi bunların çimento katkı maddesi olarak kullanılmasını olanaklarının araştırılmasına yol açmıştır. Üst tuf biriminin yüzeyde olması madencilik açısından düşük maliyet getireceğinden bu zeolitik tüflerin, yapılan çalışmaların olumlu sonuç vermesi halinde, çimento katkı maddesi olarak kullanılabilceği konusu ortaya çıkmıştır. Bigadiç zeolitleriyle yapılan ön deneyler, klinkere % 30 oranında katıldığında yaklaşık % 20 enerji tasarrufu sağladığını göstermiştir. Ancak % 30 oranında katıldığında, TS-26 nolu Türk Standartına göre yapılan 7 günlük çimento basma dayanımı en az 210 kg/cm² istenirken bu katkı oranında 179 kg/cm² bulunmuştur. Bununla birlikte 28 günlük basma dayanımı TS-26'dB belirtilen 325 kg/cm² değerinin üzerine çıkmıştır. Bu nedenle zeolitik tufün % 30'dan daha az oranda katılmasının 7 günlük basma dayanımını artıracığı kabul edilmiştir. Bu noktadan hareket ederek, gerek çimento

basma dayanımı değerlerinin güvenilir sınırlar içerisinde tutulması, gerekse ateşte zayıflığının düşürülerek çimentonun kullanımından sonra meydana gelecek çatlamları önlemek amacı ile ideal katkı oranının yaklaşık % 2D olarak alınabileceği çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalarda gerek hammadde (Demirel.H. ve Öztürk,H. 1988) gerekse klinkerin öğütülmesinde (Hammaddeler Daire Başkanlığı Raporu, ÇİTOSAN, 1987) enerji sarfiyatının yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışmada Bigadiç üst zeolitik tüflerln enerji tasarrufu yönünden çimento katkı maddesi olarak kullanılması imkanları araştırılmıştır. Elde edilen çimentonun TS-26'ya göre uygun sonuç verdiği önceden belirlenmiştir.

Bu araştırma sonucu zeolitik tütün ne kadar enerji tasarrufu sağlayacağı laboratuvarında doğrudan öğütülebilirlik deneyleri uygulanarak (Demirel.H. ve Öztürk.H. 1988) tayin edilmiştir. Zeolitik tüflerln geniş yayılım alanı gösterdiği Ege Bölgesinde nakliye masraflarının yüksek olması nedeniyle, Bigadiç üst tüflerinin Balıkesir Çimento Fabrikasında ekonomik olarak ve yeni bir katkı maddesi olarak kullanılabilmesi mümkün görülmektedir.

2- DENEY MALZEMELERİ

Deneylerde, mukayese amacı ile Balıkesir Çimento Fabrikası klinkeri ve Hacettepe Üniversitesinden temin edilen Bigadiç bölgesi zeolitli tuf (% 82 klinopitilolit) numuneleri kullanılmıştır. Deneyler sırasıyla, yalnız klinkerin öğütülmesinde harcanan enerjinin tayini ve % 20 Bigadiç üst zeolitik tuf katkılı klinker öğütülmesi sonucunda harcanan enerjinin tayini için uygulanmıştır. Klinker, zeolitik tuf ve alçıtaşı ayrı ayrı çeneli kırıcıdan geçirilerek tümü 16 mm. elek altına geçecek şekilde kırılmıştır. Daha sonra bu numuneler % 75 klinker, % 2G zeolitik tuf ve % 5 alçıtaşı oranında karıştırılarak deney numuneleri oluşturulmuştur.

2.1- Kullanılan Katkı Malzemelerinin Özellikleri :

2.1.1- Bigadiç Üst Tuf Biriminin Mineralojik Bileşimi ve Kimyasal Analizi

Bigadiç üst tuf biriminden alınan 51 örneğe uygulanan tüm kayaç X-ışınları çözümlenmeleri ile (Gündoğdu, 1982) elde edilen mineralojik sonuçların ortalama değerleri Çizelge-1'de, kimyasal analiz değerleri de Çizelge-2'de verilmiştir.

Bu deney numunesi 110 C'da kurutulduktan sonra değirmenin 1.kamarasına besleme olarak verilmiştir.

Bigadiç üst tuf biriminin puzzolanik aktivitesi ise aşağıdaki gibi tespit edilmiştir :

- Eğilme Dayanımı = 28.5 kgf/cm²
- Basınç Dayanımı = 96 kgf/cm²

Bu özelliklerin içinde ateşte zayıflığın yüksek olması çimento kalitesinde önemli sorunlar yaratmakta, bu nedenle daha önce yapılan çalışmalarda (Bellikli.N. 1988) zeolitik tüflerin % 3D'dan fazla katılmasının çimentonun 7 günlük basınç dayanımını düşürdüğü belirtilmiştir. Ancak % 2D oranında katıldığı zaman 7 günlük basınç dayanımı TS-26'da belirtilen değerlerin üzerine çıkmaktadır.

2.1.2- Klinker ve Alçıtaşı

Deneylerde kullanılan alçıtaşı ve klinker Balıkesir Çimento Fabrikasından temin edilmiştir.

3- DENEY METODU

Deney metodu olarak çimento hammaddelerinin ve klinkerin mikronize tane boylarına öğütülebilirliğinin tayini için son yıllarda geliştirilen ve elde edilen sonuçların doğrudan uygulamaya aktarılmasını mümkün kılan F.L.Smith metodu kullanılmıştır. Kuru öğütme standart proses olarak alınmıştır.

Çizelge-1 Bigadiç Üat TQf Biriminde Saptanan Minerallerin Bulunuş Frekansları, En Az, En Çok ve Ortalama Yüzdeleri.

MİNERAL	BULUNUŞ FREKANSI %	EN AZ %	EN ÇOK %	ORTALAMA %
Hölandit/Klinop.	95	10	100	82
Kuvars	51	2	60	10
Feldiapat	52	3	72	11
Opal-CT	26	7	100	16
Kil mineralleri	e	21	7«*	37
Biyotit	9	5	37	12
Analsim	3	10	30	23
Kalsit	k	5	28	11

Çizelge-2 Bigadiç Üat Tüf Biriminin Kimyasal Analizi

	%
Çözünen SiO ₂	6tf.60
Al ₂ O ₃	12.22
Fe ₂ O ₃	1.48
CaO	2.76
MgO	0.69
A.Z.	10.82
Diğerleri	7.43

Çizelge-3 Bilye ve Silpepelerin Çapları ve Yükleme Oranları

I. KAMARA		II. KAMARA		III. KAMARA (Silpeps)	
(mm)	«:) Ağırlık	(mm)	«) Ağırlık	(mm)	«) Ağırlık
Bilye Çapı		Bilye Çapı		Bilye Çapı	
90	23	60	35	22	28
80	32	50	10	19	36
70	21	kO	20	16	25
60	1«	30	5	12	9
50	a			10	2
kü	2				
TOPLAM	100.00	TOPLAM	100.00	TOPLAM	100.00

F.L.Smldth öğütülebilirlik metodunda belirli çap ve oranda bilye yükü içeren ve kapalı devre çalışan bir değirmeni temsil eden 50 cm x 5D cm. boyutlarında ve *t5 devir / dakika (kritik hızın % 75'i) hızla çalışan bir değirmen kullanılmaktadır. Her kamarada belirli bir elekte kümülatif yüzde elek üstü malzeme kalana kadar öğütmeye devam edilir. Her periyod için ton başına harcanan enerji özel bir sayaçla kaydedilen enerji değerinden hesap edilerek kümülatif elek üstü değerlerine karşı grafiğe çizilir.

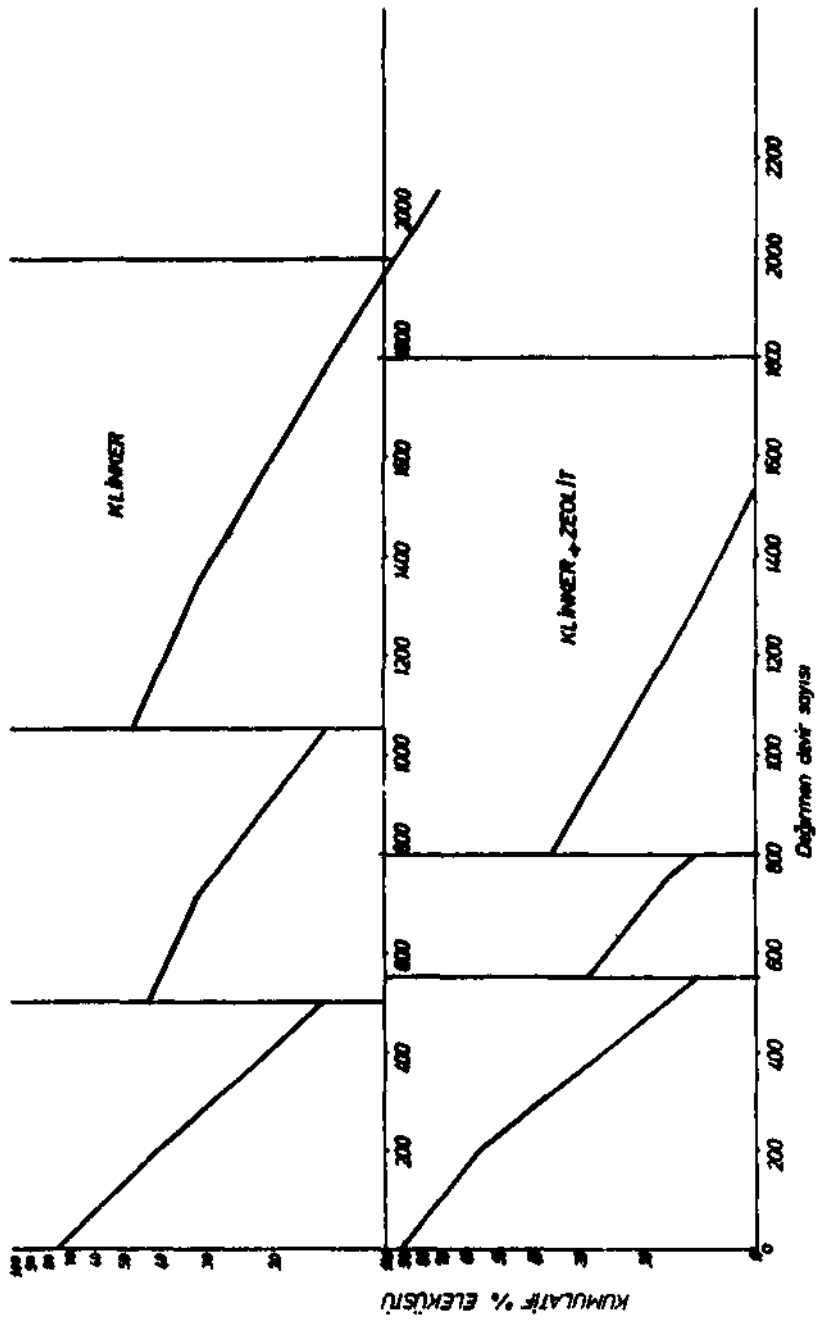
Öğütme işleminin başlangıcında deney numunesi 17 kg. olarak(1.kamara) alınmıştır. Bu değer 2.kamara için yaklaşık 16 kg., 3.kamara için 15 kg.'dır. Her kamarada kullanılan bilye yükü 100 kg. olup bilye çaplarına göre oranları Çizelge-3'de verilmiştir.

1.kamaradaki başlangıç periyodu gelişti güzel seçilmiş ve genelde 200 devir olarak alınmıştır. Periyod tamamlandıktan sonra değirmen durdurulmuş, enerji sarfiyatı kaydedilmiş, numune boşaltılıp elek analizi yapılmıştır. 2.periyodun devir sayısı, 0.5 mm. göz açıklığı elek üstü yüzdesinin devir sayısına karşı çizilen grafikten tayin edilmiştir. 1.kamarada periyodlardaki devir sayısı 200'den çok seçilmemektedir. 1.kamarada elde edilen ürünün kümülatif olarak % 15'i 0.5 mm. elek üstü olana dek öğütmeye devam edilmiştir. Her periyod sonunda öğütülen numunenin tümü 8, 4 ve 2 mm.'lik eleklerden elenmiş ve 2 mm. elek altından 100 gr. temsili numune alınarak ince fraksiyonların dağılım tayini yapılmıştır. Her periyodda alınan 100 gr. numuneler ile 1.kamaranın sonunda 2 mm. elek üstünde kalan kısım atılarak 2.kamaraya tümü 2 mm. altı 16 kg. numune ve Çizelge-3'de belirtilen bilye yükü beslenerek, 1.kamarada uygulanan metod aynen uygulanır. Öğütülen numunenin kümülatif olarak % 15'i 0.25 mm. elek üstü olana dek öğütmeye devam edilmiştir.

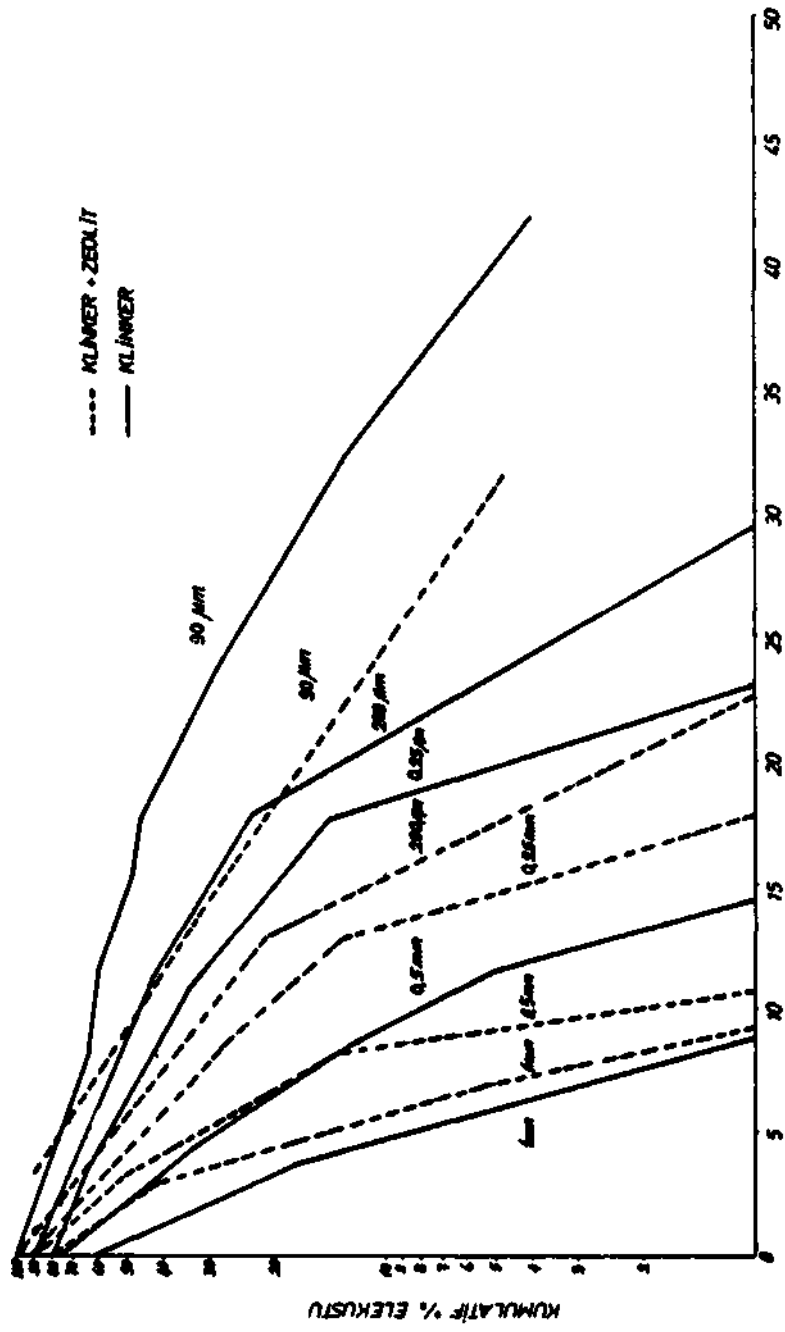
3.kamarada ince öğütmeye geçilmiştir. Bu nedenle bilye yerine Çizelge-3'de belirtilen oranlarda 100 kg. silpeps ve 2.kamara çıkışı 15 kg. numune beslenmiştir. Daha önce uygulanan deney metodu aynen uygulanmıştır. Bu kamarada öğütme periyodları 500 devire kadar çıkarılmıştır. Öğütülen numunenin kümülatif olarak % 5'i 90 # m elek üstü

Çizelge-4 Klinker İçin Besleme ve Ürünlerin Tane Boyu Dağılımı ve Deney Sonuçları

Periyod	Numune (kg)	<u>Enerji Sarfiyatı</u>		<u>KOmOlatlf % Elek üatü</u>							
		Kuh/ton	Kuh/ton Toplam	8mm	4mm	2mm	1mm	D.5mm	0.25mm	200/""	90/""
Start	17.000	-	-	9.94	42.76	54.29	61.22	76.88	89.56	91.00	96.50
K1-P1	16.900	3.21	3.21	0.30	2.71	8.85	20.32	41.43	66.23	72.75	82.81
K1-P2	16.800	3.24	6.45	-	0.30	1.01	4.52	20.58	49.1	58.16	68.70
K1-P3	16.700	1.62	8.07	-	-	0.03	1.85	14.9	43.89	53.26	66.78
K2-P1	16.00	3.40	11.47	-	-	-	0.13	5.58	32.64	43.01	60.26
K2-P2	15.900	3.36	14.85	-	-	-	-	1.0	20.95	31.46	50.28
K2-P3	15.800	2.55	17.40	-	-	-	-	0.4	14.18	24.65	46.95
K3-P1	15.000	5.68	23.08	-	-	-	-	-	1.18	5.63	30.13
K3-P2	14.900	9.28	32.36	-	-	-	-	-	-	0.10	12.80
K3-P3	14.800	9.12	41.48	-	-	-	-	-	-	0.10	4.30



ŞEKİL 1 DEĞERLER DEVİR SAYISININ HESAPLANMASI



ŞEKİL 12 ENERJİ SARTIMI - TANE BOYU İLİŞKİSİ

olana dek öğütme periyüdlarına devam edilmiştir. Bu deneylerden elde edilen kümülatif elek üstü yüzdeleri, önceden belirlenen tane büyüklüğüne öğütmek için gerekli enerjiye karşı çizilerek elde edilen grafikten, istenen herhangi bir tane büyüklüğüne öğütmek için gerekli enerji bulunabilmektedir.

k- DENEY SONUÇLARI UE TARTIŞMA

Balıkesir Çimento Fabrikasından sağlanan klinkerin ve klinker, zeolitik tüf karışımının her kamaradaki değişik periyodlardaki öğütülebilirliği için enerji sarfiyatları ve kümülatif elek analizleri Çizelge-4 ve Çizelge-5'de verilmiştir. Her kamaradaki öğütme periyodlarının devir sayısı Şekil-1'den tayin edilmiştir. 1.kamarada, besleme içindeki 0.5 mm. kümülatif elek üstü fraksiyon ordinatta işaretlenmekte ve 200 devir Bonra 0.5 mm. kümülatif elek üstü malzeme önceki noktayla birleştirilerek uzatılıp % 15 kümülatif 0.5 mm. elek üstü noktası kesleştirilmiştir. Böylece bir sonraki periyodun devir sayısı hesaplanabilmektedir. Aynı metod, Kamara-2 ve Kamara-3'deki periyodlar için de uygulanmıştır.

Şekil-2 klinker ve zeolitik tüflü klinker için ton başına harcanan enerjiyi göstermektedir. Grafikten görüleceği gibi klinker için 901»m'da kümülatif % 5 elek üstü malzeme için harcanan enerji **kl.kB** küh/ton iken % 20 zeolitik tüf içeren karışımın aynı tane büyüklüğüne öğütülmesi için harcanan enerji 30.29 küh/ton olarak bulunmuştur.

SONUÇLAR

Bu çalışma aonucunda klinkerin ve % 20 zeolitik tüf içeren karışımın önceden belirlenen tane büyüklüğü fraksiyonuna öğütülmesi için gerekli enerji harcaması doğrudan grafikten okunmakta ve katkı maddesinin kullanılması aynı tane boyuna öğütme için 11.19 küh/ton enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bigadiç zeolitik tüfleri dekapaj malzemesi olarak atıldığından, zeolitik tüfün belirli oranda kullanılması hem öğütme tesisinin kapasitesini artıracak hem de ekonomiye

katkıda bulunacaktır. Bölgeye yakın alan Balıkesir Çimento Fabrikasında ekonomik olarak kullanılması mümkün görülmektedir.

Zeolitik tüfün katkı oranlarının çimento kalitesiyle ilişkisi başka bir çalışma konusu olacaktır.

KAYNAKLAR

BELLİKLİ.N., 1988; Kişisel görüşme, ÇİTDSAN, Hammaddeler Dai.Bşk.ANK.

ÇOLPAN,L., YALÇIN,S., ÇETİN,0., GÜNDOEDU.M.N., 1986; "Farklı Düzeylerde Zeolit İçeren Radyasyonların Merinos Kuzularında Besi Performansı ve Karkas Özellikleri ile Kan v/e Rumen Sıvısı Metabolitleri Üzerine Etkisi" TÜBİTAK Doğa Bilim Dergisi, Seri D, 10, 1: 32-M+

DEMİREL.H., ÖZTÜRK.H., 1988; "Brindability of Cement Raw Materials" Proceedings of The II.International Mineral Processing Symposium, İZMİR, P 21-32

GÜNDOĞTUJ.M.N., 1982; »Neojen Yaşlı Bigadiç Sedimanter Baseninin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal incelenmesi". Doktora Tezi, H.Ü. 3865 (Yayınlanmamış)

İLERİ,S., 197B; "Zeolitler", Yeryuvarı ve İnsan, ANKARA, Cilt 3, Sayı 1, S-t*0-k5

RAPOR, 1987; "Balıkesir Çimento Fabrikası Hammadde ve Klinker Öğütülebilirlik Testleri" ÇİTDSAN, ANKARA

SMIDTH,F.L., 198<* Kişisel görüşme.

YÜCEL,H., ÇULFAZ.A., 1985; "Yerel ve Doğal Klinopitilolit Zeolitinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri". TÜBİTAK, Doğa Bilim Dergisi, Seri B, 9, 3 : 288-296.