

Kuars Kumu Kirleticilerinin Oksalik Asit Liçi ile Uzaklaştırılması

O. Bayat, V. Arslan & H. Vapur

Çukurova Üniversitesi, Müh-Mim. Fak. Maden Müh. Bölümü, Balcalı, Adana

M. Uçurum

Çukurova Üniversitesi, Karaisalı Meslek Yüksek Okulu, Karaisalı, Adana

ÖZET: Bu çalışmada Camiş Madencilik A.Ş.'den (Mersin) alınan düz cam kalitesindeki kuvars kumundan zücaciye üretiminde kullanılacak kuvars kumu elde etmek için faktöriyel dizayn kullanarak oksalik asit liçi optimum koşulları araştırılmıştır. Kuvars kumunun cam yapımında kullanılmasında kum kalitesini belirleyen en önemli bileşen Fe_2O_3 miktarıdır. Cam endüstrisinde zücaciye cam kalitesi kuvars kumunun Fe_2O_3 miktarı maksimum %0.02, düz cam kalitesi kuvars kumunun Fe_2O_3 miktarı ise maksimum %0.1 olması istenmektedir. Optimum koşullar; katı oranı: %30, oksalik asit derişimi: 20 g/L, sıcaklık: 80°C, liç süresi: 90dk. olarak tespit edilmiştir. Bu deney koşullarında yapılan testlerde düz cam kalitesi kuvars kumu içerisindeki Fe_2O_3 içeriği %0.098'den %0.0094'e indirilmiştir.

ABSTRACT: In this study, optimum conditions of oxalic acid leaching applying factorial design to obtain glassware sand from flat quality glass sand taken from Camiş Mining Corp. Mersin were investigated. Main indicating parameter of glass sand quality is Fe_2O_3 content for glass manufacturing. In the glass industry, Fe_2O_3 content of glassware quality glass sand is 0.02% and Fe_2O_3 content of flat quality glass sand is 0.1%. Optimum conditions were 30% solids, 20 g/L of oxalic acid, 80°C temperature and 90 minutes of leaching (reaction) time. The content of Fe_2O_3 in the flat quality glass sand was reduced from 0.098 to 0.0094% at the optimum leaching conditions.

1. GİRİŞ

Adana-Mersin yöresindeki kuvars kumlarından Tarsus/Mersin'de kurulu bulunan Camiş Madencilik A.Ş. tarafından işletilen flotasyon tesisinde kırma+öğütme+zenginleştirme işlemleri ile düz cam ve cam eşya (zücaciye) kalitesinde flote edilmiş kuvars kumu elde edilmektedir (Bayat ve ark., 2001). Kuvarsitler, cam endüstrisinde doğrudan doğruya hammadde olarak kullanılmaya uygun değildir. Zira ana hammadde olan kuvars kumu, cam hammaddesi olarak kullanılabilmesi için belirli kimyasal bileşim ve tane boyu dağılımına sahip olmalıdır. Bu nedenle kuvarsitler yataktan cevher olarak üretildikten sonra belirli cevher hazırlama işlemlerine tabi tutulmalıdır. Cam türüne göre, kullanılan kuvars kumunun özellikleri de değişmektedir. Kuvars kumunun cam hammaddesi olarak kullanılmasında en etken kimyasal bileşenlerden bir tanesi Fe_2O_3 içeriğidir.

Türkiye'de tüketilmekte olan bazı kuvars kumlarının Fe_2O_3 içeriği üretilecek camın türüne bağlı olarak %0.01 ile %0.11 arasında değişmektedir. Halbuki zücaciye kalitesindeki bir kum konsantresi için kabul edilebilir maksimum değer %0.02'dir. Bu içerik belirli bir miktardan fazla olduğu zaman üretim sırasında Fe^{++} iyonları cama mavimsi, Fe^{+++} iyonları ise sarımsı yeşil renk vermektedir (Tülümen, 1985). Kuvars kumundaki Fe_2O_3 içeriğinin azaltılması için fiziksel, fizikokimyasal ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler kuvars tanelerinin yüzeylerinin aşındırılarak Fe minerallerinin uzaklaştırılmasında ve çözeltiye alınmasında kullanılmaktadır. Uygun metodun belirlenmesi kuvars taneceklerinin mineralojik yapısına da bağlıdır. Kimyasal yöntemler liç işlemiyle gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler için organik ve anorganik asitler kullanılmaktadır. Kullanılan en önemli organik asitler; oksalik asit, sitrik asit ve

askorbik asittir. Anorganik asitler ise; HF, HCl, H₂SO₄ ve perklorik asittir (Taxiarchou ve ark., 1997). Bu çalışmada düz cam kalitesindeki kuvars kumunun oksalik asit liçi ile Fe₂O₃ içeriğinin azaltılarak züccaciye kalitesinde kuvars kumu elde edilmesi amaçlanmıştır. Liç işlemleri esnasında sıcaklık, liç süresi, katı oranı ve oksalik asit konsantrasyonu parametreleri istatistiksel olarak dizayn edilen Yates tekniğine göre belirlenmiş ve test edilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2 / Materyal

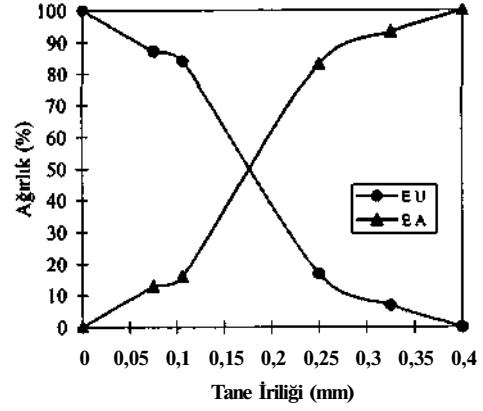
Bu çalışmada kullanılan düz cam kalitesindeki 25 kg kum örneği Camış Madencilik A.Ş.'den alınarak, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama Laboratuvarı'na getirilmiş ve testlere tabi tutulmuştur. Deneysel çalışmalarda kullanılan düz cam kalitesindeki kuvars kumu öncelikle polarize mikroskopta incelenerek bileşikte bulunan önemli mineral içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Deneysel çalışmalarda kullanılacak kuvars kumu örneğinin XRF spektrometresi ile kimyasal analizi yapılarak örneğin kimyasal bileşimi Çizelge 2'de verilmiştir. Şekil 1'de numunenin tane irilik dağılımı verilmektedir.

Çizelge 1. Mineralojik bileşim

Mineral	Miktar (%)
Kuvars	95.00
Ortoklas	4.00
Demir Mineralleri	0.10
Diğer Mineraller	0.90
Toplam	100.00

Çizelge 2. Kimyasal bileşim

Bileşen	Düz Cam Kalite Kum (%)
SiO ₂	97.41
Al ₂ O ₃	1.11
Fe ₂ O ₃	0.098
TiO ₂	0.05
CaO	0.13
MgO	0.08
Na ₂ O	0.03
K ₂ O	0.70
Kızdırma Kaybı	0.39



Şekil 1. Tane irilik dağılımı

2.2. Yöntem

Her deney için 25 gr numune alınarak 300 ml'lik cam behere konulmuş ve her deney için belirlenen katı oranı (%30, %40, %50), oksalik asit derişimi (10 g/L, 15 g/L, 20 g/L), süre (30dk., 60dk, 90dk.) ve ortam sıcaklığı (30°C, 50°C, 80°C) şartlarında manyetik karıştırıcı ile liç (özütleme) işlemleri gerçekleştirilmiştir. Testler sonucunda çözeltiler filtre edilip kurutulduktan sonra Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS) kullanılarak %Fe₂O₃ içerikleri belirlenmiştir. Yates deneysel düzen tekniğine göre düzenlenen Çizelge 3'deki hesaplama işleminde aşağıdaki sıralama izlenmiştir (Özensoy, 1982; Milton ve ark., 1995).

- (i) 1. Kolon 2⁴ faktöriyel deney tasarımına göre Yates sıralaması (4 parametrenin liç işlemine etkisi araştırılmıştır)
- (ii) 2. Kolon Yates sıralamasına göre oluşturulan liç deneyleri %Fe₂O₃ sonuçlarıdır
- (iii) 3. Kolon; 2. Kolondaki sonuçlar sırasıyla çiftlere ayrılır. Yukarıdan aşağıya doğru bu çiftler toplanarak üst yan kolona, alt değer üst değerden çıkılarak diğer yan kolona yerleştirilir. Deneyler 4 değişkene (parametre) göre yapıldığı için bu işlem 4 kez aynı şekilde 4, 5 ve 6. Kolonlar için tekrarlanır
- (v) 7. Kolon 6. Kolondaki (Toplam Etki) her bir değer in karesinin deney sayısına bölünmesi ile elde edilir
- (vi) 8. Kolon serbestlik derecesidir.
- (vii) 9. Kolon **F (hesap)** kolonudur. 7. Kolonun 8. Kolon ile standart hatanın (S²) çarpımına oranıdır

- (viii) 10. Kolon **F (tablo)** kolonudur. F (1, 16, 0.05) için F-istatistiğinin değeri tablodan bulunur (Özensoy, 1982)
- (ix) 11. Kolon sonucu oluşturan **karar** kolonudur. F-istatistiksel değere göre etkin olup olmadığı belirlenir
- (x) 12, 13 14 ve 15. Kolonlar (f) fonksiyonundaki (eşitlik 2) kodlanmış değerlerdir
- (xi) 16. Kolon oluşturulan modelden elde edilen Y değerleridir

Gelişigüzel sıralama ve Yates deneysel düzen tekniğine göre elde edilen deney sonuçları Anova Varyans analizi ile birleştirilerek her bir değerlendirme için fonksiyonlar bulunmuştur. Deneysel hataların (S^2) hesaplanması için merkez noktası tekrarlı yöntemle başvurulmuş ve Yates tekniğine göre yapılan deney verilerinin orta değerlerinde 6 adet deney tekrarlanmıştır. Yates tekniğinde modelin tespit edilmesi Yates tekniği ve Anova Varyans analizinin birleştirilmesi ile f (X_1, X_2, \dots, X_n) fonksiyonu hesaplama yoluyla bulunur. Anova uygulanmasının amacı kararlar ve modeli basitleştirmesidir (Özensoy, 1982). Bu yöntemde X değerleri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$X = \frac{(a - b)}{(c - b)} \quad (O)$$

- a: Değişkenin (parametre) sınanma değeri
b: Değişkenin (parametre) standart değeri
c: Düşük veya yüksek değer

3. DENEYSEL BULGULAR VE SONUÇLAR

Yates düzenlemesine göre yapılan deneylerde temel etki ve iç etkileşimler göz önünde bulundurularak ve etkili sonuçlara bağlı olarak bir model oluşturulur. Oluşturulan bu modele göre olması gereken deney sonuçları (Y) hesaplanır. Bu çalışmada Anova analizi Fe_2O_3 tenörüne göre hesaplanmıştır. Çizelge 3'de verilen Etkin (E) değerler baz alınarak deney sonuçları (Y) hesaplanarak Eşitlik 2'de verilmiştir.

$$Y = 0.0391 - 0.002X_1 - 0.0024X_2 - 0.020X_3 - 0.006X_4 - 0.0032X_3X_4 + 0.0012X_1X_3X_4 + 0.0012X_2X_3X_4 \quad (2)$$

Burada;

- X_1 : Katı oranı (%)
 X_2 : Oksalik asit derişimi (g/L)
 X_3 : Sıcaklık ($^{\circ}C$)
 X_4 : Liç süresi (dk)

Deney ortalaması ve deneysel hatanın (S^2) bulunmasında Çizelge 4'deki Fe_2O_3 değerleri baz alınmış ve bu değerler Eşitlik 3'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{Deney Ortalaması } (n_{ort}) = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6) / 6$$

$$S^2 = \frac{[(n_1 - n_{ort})^2 + (n_2 - n_{ort})^2 + (n_3 - n_{ort})^2 + (n_4 - n_{ort})^2 + (n_5 - n_{ort})^2 + (n_6 - n_{ort})^2]}{(n - 1)} \quad (3)$$

Çizelge 4. Deneysel hatanın hesaplanmasında kullanılan değişkenlerin standart değerleri

Deney No (n)	Katı oranı (%)	Oksalik Asit (g/L)	Sıcaklık $^{\circ}C$	Liç süresi (dk)	Fe_2O_3 (%)
1	40	15	50	60	0.0591
2	40	15	50	60	0.0523
3	40	15	50	60	0.0589
4	40	15	50	60	0.0533
5	40	15	50	60	0.0586
6	40	15	50	60	0.0577

$$\text{Deney Ortalaması} = [0.0591 + 0.0523 + 0.0589 + 0.0533 + 0.0586 + 0.0577] / 6 = \mathbf{0.0566}$$

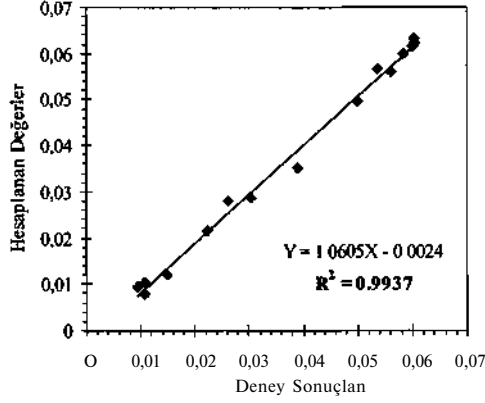
$$S^2 = \frac{[(0.0591 - 0.0566)^2 + (0.0523 - 0.0566)^2 + (0.0589 - 0.0566)^2 + (0.0533 - 0.0566)^2 + (0.0586 - 0.0566)^2 + (0.0577 - 0.0566)^2]}{5} = \mathbf{3.4 \times 10^{-6}}$$

Çizelge 3 incelendiğinde en etkin parametrelerin oksalik asit derişimi, sıcaklık ve liç süresinin olduğu görülmektedir. Buna göre optimum deney şartları ise aşağıdaki gibidir:

- Katı oranı : %30
Oksalik asit derişimi : 20 g/L
Sıcaklık : 80 $^{\circ}C$
Liç Süresi : 90 dk.

Çizelge 3'de verilen deney sonuçları ile model (Eşitlik 2)'e göre hesaplanan deney sonuçları (Y) arasındaki ilişki Şekil 2'de gösterilmiş ve aralarında $Y = 1.0605X - 0.024$ bağıntısı bulunmuştur. Veriler arasındaki korelasyon katsayısı (R^2) ise 0.9937

olarak hesaplanmıştır. Optimum deney koşullarında 3 defa tekrarlanan liç testleri sonucunda ortalama %0.0094 Fe_2O_3 içeriğine sahip kuvars kumu konsantrasyonu elde edilmiştir. Bu ürün cam endüstrisinin istediği zücciyeye kalitesi cam kumu standartlarından daha üst kaliteye sahiptir.



Şekil 2. Deney sonuçları ile hesaplanan değerler model (Eşitlik 2) arasındaki ilişki

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAPB) tarafından desteklenen MMF-2003-YL-6 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Camış Madencilik A.Ş.'e sağladıkları destek ve yardım için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bayat, O., Vapur, H., Kılıç, Ö., Arslan, V., Akarsu, H., 2001. "Feke-Adana Kuvars Kumtaşı Flotasyonunda Öğütmenin Etkisi" 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, s. 283-287

Milton, J.S., Arnold, J.C., 1995. "Introduction to Probability and Statistics Principles and Applications for Engineering and The Computing Sciences" Factorial Experiments, Chapter 14, pp. 604-655.

Ozensoy, E., 1982. "Teknolojik ve Bilimsel Araştırmalarda Modern Deney Tasarımcılığı ve

Optimizasyon Yöntemleri" M.T.A. Enstitüsü Yayınları Eğitim Serisi No: 24, s. 26-35.

Taxiarchou, M., Panias, D., Douni, I., Paspahans, I., Kontopoulos, A., 1997. "Removal of Iron from Silica Sand by Leaching with Oxalic Acid" Hydrometallurgy 46, pp. 215-227.

Tülümen, E., 1985. "Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Hammaddeleri" T.Ş.C.F. A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Raporu No: 178, İstanbul.

Çizelge 3. Fe₂O₃ Tenörü için deney sonuçları ve anova analizi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yates DUzeni	Deney Sonuçları	3. Kolon	4. Kolon	5. Kolon	Toplam Etki	[TE] ² /16	S.D.	F(Hesap) 7 / (8*S ²)	F(Tablo) 1,16,0.05	Karar	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y Hesap
1	0.0622	0.1225	0.2411	0.3588	0.6252						-1	-1	-1	-1	
a	0.0603	0.1186	0.1177	0.2664	-0.0314	6.17x10¹⁵		18.14	4.49	E		1	1	-1	0.0623
b	0.0601	0.0692	0.2205	-0.016	-0.0376	8.84x10¹⁵		26	4.49	E	2		1	-1	0.0615
ab	0.0585	0.0485	0.0459	-0.0154	0.011	7.60x10 ⁻⁶		2.23	4.49	ED			1	-1	0.0599
c	0.0389	0.114	-0.0035	-0.0246	-0.298	5.50x10¹³		1617.65	4.49	E	2	J		-1	0.0351
ac	0.0303	0.1065	-0.0125	-0.013	0.001	6.30x10 ¹⁸		0.019	4.49	ED		-1		-1	0.0287
be	0.0262	0.0257	-0.0127	0.005	-0.0148	1.37x10 ¹⁵		4.03	4.49	ED	1			-1	0.0279
abc	0.0223	0.0202	-0.0027	0.006	0.0094	5.50x10 ¹⁶		1.62	4.49	ED				-1	0.0215
d	0.0603	-0.0019	-0.0039	-0.1234	-0.0924	5.34x10¹¹*		157.06	4.49	E	j	-1	1	1	0.0631
ad	0.0537	-0.0016	-0.0207	-0.1746	0.0006	2.30x10 ¹⁸		0.0068	4.49	ED		-1	-î	1	0.0567
bd	0.0563	-0.0086	-0.0075	-0.009	0.0116	8.40x10 ¹⁶		2.47	4.49	ED	-1		-1	1	0.0559
abd	0.0502	-0.0039	-0.0055	0.01	0.001	6.30x10 ¹⁸		0.02	4.49	ED			1	1	0.0495
cd	0.0149	-0.0066	0.0003	-0.0168	-0.0512	1.64x10¹⁶		48.24	4.49	E	-1	-1		1	0.0119
acd	0.0108	-0.0061	0.0047	0.002	0.019	2.26x10¹⁵		6.65	4.49	E		-1		1	0.0103
bed	0.0094	-0.0041	0.0005	0.0044	0.0188	2.21x10¹⁵		6.50	4.49	E	j			1	0.0095
abed	0.0108	0.0014	0.0055	0.005	0.0006	2.30x10 ¹⁷		0.07	4.49	ED				1	0.0079
Toplam	0.0391														

a: Katı oranı (%)

b: Oksalik asit (g/L)

c: Sıcaklık (°C)

d: Liç süresi (dk)

S.D.: Serbestlilik Derecesi

Türkiye Zeolit Potansiyeli ve Değerlendirme İmkanları

I. H. Kırşan

MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

ÖZET: Zeolitler, alkali ve toprak alkali elementler içeren sulu alüminyum silikatlar olarak tanımlanmaktadır. Kristal yapılan, fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle sanayinin önemli hammaddeleri arasında yer almaktadırlar. Doğal zeolitlerin endüstride kullanılmaya başlanması 1940'lı yıllara dayanmaktadır, iyon değişimi yapabilmek, adsorbsiyon ve absorban özellikleri ve düzenli kanal yapılan nedeniyle moleküler elek olarak kullanılabilirlikleri, silis içerikleri, hafiflikleri ve gözenekli yapıları zeolitlere aranan hammadde olma özelliği kazandırmıştır. Dünyada pet-litter (kedi-köpek toprağı), kağıt, boya, diş macunu, deterjan sanayi, kirlilik kontrolü ile tanım ve hayvancılık sektörü gibi pek çok alanda zeolit kullanılmaktadır. Zeolit'in 50'ye yakın doğal ve 150 civarında da yapay olarak üretilmiş sentetik türü bulunmaktadır. Ülkemizde milyonlarca tonluk zeolitli tüfün varlığı bilinmektedir. Türkiye'de yaygın olarak özellikle clinoptilolitli tüfler mevcuttur. Manisa-Gördes ve Balıkesir-Bigadiç'te Türkiye'nin en önemli zeolit yatakları tespit edilmiştir. Ülkemizin bazı yörelerinde mevcut bulunan zeolitler; duvar sıvama, yer döşeme, yapı malzemesi ve değişik amaçlı olarak farklı alanlarda kullanılmakta ve kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Manisa-Gördes bölgesinde iki özel şirket hem madencilik faaliyeti yapmakta hem de zeolit'ten üretilen ürünleri özellikle tanım ve hayvancılık sektörleri için piyasaya sunmaktadır. Ancak mevcut rezervler ve ülkemizin zeolit potansiyeli göz önüne alındığında, bu uğraşlar yeterli görülmemektedir.

ABSTRACT: Zeolites are described as tekosilicates that comprise alkali and earth-alkali elements. They are very important as raw material in industry due to their physical, chemical properties and crystal structures. Natural zeolites have been used since 1940s. They become very important due to their ion exchange capacity, adsorption and absorption properties, silica content, lightness and void structure. Besides these properties, they can also be used as molecular screen due to their regular channel structure. They are used for cat-litter, paper and toothpaste production as much as they can be used in detergent industry and many sectors such as pollution control, agriculture and stock-breeding. There are almost 50 kinds of natural and 150 kinds of artificial zeolite types. It is known that our country has millions of tons of zeolite reserves. Tuffs containing clinoptilolite are very common in Turkey. The most important zeolite reserves of Turkey have been found in Manisa-Gördes and Balıkesir-Bigadiç. Zeolites found in some part of our country can be used for flooring, stuccing, construction materials, and different purposes in many sectors. Two private sectors in Manisa-Gördes area both operate mines and serve zeolite products for agriculture and stock-breeding sector to the market. But these attempts are seem to be insufficient if the zeolite reserves and potential are considered.

1. GİRİŞ

Son yıllarda önemli bir endüstriyel hammadde durumuna gelen doğal zeolitler, yaygın kullanım alanlarının varlığı ve büyük pazar potansiyeline

rağmen birçok pazar alanında daha yeni yeni kabul görmeye başlamıştır.

Zeolitlerin başlıca fiziksel ve kimyasal özellikleri olan; iyon değişikliği yapabilmek, adsorbsiyon ve

buna bağlı moleküler elek yapısı, silis içeriği ve küçük kristalli gözenek yapısı, zeolitlerin çok çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmalarına imkan sağlamıştır.

21. yüzyılda birçok alanda kullanılacağı tahmin edilen doğal zeolitler şu anda tarım ve hayvancılık sektörlerinde yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada; zeolit grubu mineralleri hakkında genel bilgiler verildikten sonra zeolitlerin kullanım alanları hakkında bilgiler verilmiş ve Türkiye'deki zeolit oluşumları ve üretim-pazar durumları irdelenerek ülkemizdeki zeolit kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2. ZEOLİT HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Zeolitin bir mineral olarak tanımlanması 1756 yılında İsveçli mineralog Freiherr Axel Fredrick Cronstedt'in bir bakır madeninde yeni bir mineral bulmasıyla başlamıştır. 200 °C civarında ısıtıldığında, köpürmesi sebebiyle Yunanca "kaynayan taş" anlamına gelen "Zeolite" diye isimlendirilmiştir.

İki asır kadar volkanik kayaların yapısında yer alan mineral gözüyle bakılmış olan zeolitlerin dünyadaki oluşumları 1950'lerden sonra saptanmaya başlanmış ve hemen hemen bütün kıtalarda yaygın olarak görülmüştür. Küba, ABD, Rusya, Japonya, İtalya, G. Afrika, Macaristan ve Bulgaristan dünyada zeolit rezervleri ve üretim açısından hatırı sayılır ülkeler arasında yer almaktadırlar.

Türkiye, zeolit rezervleri yaklaşık 50 milyar ton gibi büyük bir potansiyele sahip olan bir ülkedir. MTA'nın yaptığı çalışmalara göre Manisa-Gördes klinoptilolit yatakları bu rezervin 2 milyar ton görünür rezerv gibi önemli bir miktarını teşkil etmektedir. İçerdiği klinoptilolit oranının yüksek olması ve bor gibi istenmeyen maddelerin azlığı, bu bölgedeki hammaddeyi daha elverişli kılmaktadır.

Dünyada bilinen 45'den fazla doğal zeolit grubu bulunmaktadır. Bunların 8 tanesi katyon değişim kapasite (KDK)'lerinin yüksek olması sebebiyle tarım ve endüstride büyük önem taşımaktadır.

Tarımsal üretimde kullanılan belli başlı zeolitler, klinoptilolit ve mordenittir.

2.1. Zeolitlerin Mineralojisi ve Kristal Kimyası

Zeolitlerin Genel Kimyasal Formülü:

$M_x D_y [Al_{x+2y} Si_{y-(1+2y)} O_{2y}] \cdot m H_2O$ 'dir. Burada; M: Na, K veya diğer (+1) değerlikli katyonlar, D: Ma, Ca, Si, Ba ve diğer (+2) değerlikli katyonlardır.

Kanallar ve gözeneklere ait ağ ile kafes yapısının çok belirgin olması, minerale çok geniş bir yüzey alanı vermektedir. Yapı negatif yüklüdür ve geniş yüzey alanı yüksek katyon değişimi kapasitesine (KDK) sahiptir.

Bu eşsiz yapı, zeolitleri diğer alüminosilikatlardan aşağıdaki özellikleriyle farklı kılmaktadır.

- Gaz adsorpsiyonu: Gaz moleküllerini seçici olarak adsorbe eder.
- Su adsorpsiyonu/desorpsiyonu: Zeolit yapısında herhangi bir fiziksel veya kimyasal değişiklik olmaksızın su adsorpsiyonunun tersini yapabilir.
- Katyon değişimi: Katyon selektivitesi (seçiciliği) esasına dayalı olarak katyonu diğer katyonlarla değiştirebilir.
- Zeolit, yüksek katyon değişim kapasitesi (KDK)' ne sahip olması nedeniyle bitkilerden değerli besinleri (amonyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum ve diğer eser elementler) tutup yavaşça bırakma özelliğine sahiptir.
- Toprağın katyon değişim kapasitesinin artması sonucunda gübre ihtiyacını azaltır. Gübreden yararlanmayı arttırması ile bitkinin daha dengeli gelişmesini sağlar.
- Zeolitlerin su tutma kapasitesinin yüksekliği su tasarrufu sağlar.
- Kültür balıkçılığında su kalitesini arttırır. Lağım suyu arıtmasının biyolojik aktivitesini arttırır ve sonunda tortulaşmış atık çamurun kıymetini arttırır.
- Yağmurlarda kimyasal erozyonu minimuma indirir.

- Doğal zeolitler mükemmel bir toprak ıslahı yaparlar. Zeolit bu kullanımı haricinde moleküler elek, radyoaktif atık veya yasalarda belirtilen ağır kimyasal toksin tehlikelerin uzaklaştırılmasına ait filtre ortamı olarak kullanılmaktadır.
- Zeolit, özellikle amonyum, hayvan gübresi ve atık sularındaki pis kokuların azaltılmasında kullanılır.
- Madencilik ve metalurjik atık suların metallerin uzaklaştırılmasında kullanılırlar.

3. ZEOLİTLERİN KULLANIM ALANLARI

Zeolitlerin başlıca fiziksel ve kimyasal özellikleri olan; iyon değişikliği yapabilme adsorbsiyon ve buna bağlı moleküler elek yapısı, silis içeriği, ayrıca tortul zeolitlerde açık renkli olma, hafiflik, küçük kristallerin gözenek yapısı zeolitlerin çok çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmalarına neden olmuştur.

Son yıllarda önemli bir endüstriyel hammadde durumuna gelen doğal zeolitlerin bu özelliklerinden biri veya daha çoğunun istendiği kullanım alanları: kirlilik kontrolü, enerji tanm-hayvancılık, maden-metalurji ve diğer alanlar olmak üzere 5 ana bölümde toplanabilir.

1. Kirlilik Kontrolünde Zeolit Kullanımı
 - a- Radyoaktif atıkların temizlenmesi
 - b- Atık suların temizlenmesi
 - c- Baca gazlarının temizlenmesi
 - d- Petrol sızıntılarının temizlenmesi
 - e- Oksijen üretimi
 - f- Çöp deponi alanları

2. Enerji Sektöründe Zeolit Kullanımı

- a-Kömürün gazlaştırılması
- b-Doğal gazların saflaştırılması
- c-Güneş enerjisinden faydalanma
- d-Petrol ürünleri üretimi

3. Tanım ve Hayvancılık Zeolit Kullanımı

- a-Gübreleme ve toprak hazırlanması
- b-Tarımsal mücadele
- c-Toprak kirliliğinin kontrolü
- d- Besicilik
- e-Organik atıkların muamelesi
- f- Su kültürü

4. Madencilik ve Metalürjide Zeolit Kullanımı

- a-Maden yataklarının aranması
- b-Metalurji

5. Zeolitın Diğer Kullanım Alanları

- a-Kağıt Endüstrisi
- b-İnşaat Sektörü
- c-Sağlık Sektörü
- d-Deterjan Sektörü

4. DOĞADA BULUNAN ZEOLİT MİNERALLERİ

Doğal zeolitler doğada volkanik tüflerin değişimi ile oluşan mineral grubudur. Doğal zeolitlerin tabiatta bilinen 50' ye yakın minerali bulunmaktadır. D.W. Breck (1974) tarafından ikincil yapı üniteleri ve iskelet yapısının kombinasyonu temel alınarak yapılan zeolit minerallerinin sınıflandırılması Çizelge-1 de gösterilmiştir (DPT Özel İht.Kom.Raporu, 1996).

Çizelge 1 Bilinen zeolit minerallerinin sınıflandırılması

GRUP	İKİNCİL YAPI ÜNİTESİ	GRUP MİNERALLERİ
1	Tek 4'lu Halka	Analsım Harmotom Fılıpsıt Gısmondın Paulingıt Lomontıt Yuguwaralit
2	Tek 4'lu Halka	Eryonıt Offretite Levynıt Omaga
3	Çift 6'h Halka	Foyasıt Zeolit-X Zeolit-Y Şabazıt Gmelııt
4	Çift 6'lı Halka	Natrolıt Skolesıt Mezalıt Tomsonıt Gonnardıt Edıngtonıt
5	Kompleks 4-1	Mordenıt Dokhıonıt Ferment Epıstılıt Bıkıtıt
6	Kompleks 5-1	Holandıt Klınoptılolıt
7	Kompleks 4-4-1	Stılıt Brewstente

Kaynak DPT-Özel ihtisas Komisyonu Raporu, 1996

S. TÜRKİYEDE'Kİ ZEOLİT OLUŞUMLARI

Ülkemizde ilk defa 1971 yılında Golpazarı-Goynuk civarında analsım oluşumları saptanmıştır. Daha sonra Ankara'nın batısında analsım ve klinoptilolit yatakları bulunmuştur. Volkanolojik tortul oluşumlarının gözlenebildiği ülkemizde daha çok klinoptilolit ve analsım türleri yoğunlukta olup diğer zeolit türlerine çok az rastlanılmıştır.

Manisa-Gordes ve Balıkesir-Bıgadiç'te Türkiye'nin en önemli zeolit yatakları tespit edilmiş olup buradaki zeolitler kolaylıkla işletilebilir türdendir. Ülkemiz genelinde toplam zeolit rezervinin 50 milyar ton civarında bulunduğu tahmin edilmektedir. Bugüne kadar yürütülen çalışmaların ışığında yapılan derlemeye göre Türkiye zeolit oluşumları Çizelge-3'te verilmiştir (Esenli.F)

Çizelge 3. Türkiye zeolit oluşumları

NO	BÖLGE	ZEOLIT MINERALI	KALİTE, REZERV
1	Bahkesir-Bigadiç	Klinoptilolit Analsim	<ul style="list-style-type: none"> Açık işletme madenciliğine uygun ortalama % 80 zeolit içerikli 1,5 milyar ton rezerv. Toplam (görünür+muhtemel+jeolojik) 24 milyar ton rezerv. Ayrıca düşük zeolit içerikli (alt tuf) 21 milyar ton rezerv.
2	Kittahya-Emet	Klinoptilolit Analsim	<ul style="list-style-type: none"> Zeolit içeriği değişken 1,5 milyar ton görünür+muhtemel tuf rezervi. Bunun 1/3'ü % 80 civarında klinoptilolittir. % 50'nin altında analsimli 8 milyar civarında örtülü rezerv.
3	Eskişehir-Kırka	Klinoptilolit Flips«	<ul style="list-style-type: none"> Değişen oranlarda flipsit ve klinoptilolit içerikli görünür+muhtemel 1,3 milyar ton rezerv.
4	Manisa-Gördes	Klinoptilolit Analsim	<ul style="list-style-type: none"> Zeolit oranı % 0-100 arasında değişen yaklaşık 1,1 milyar ton rezerv (Açık işletmeye uygun). Örtülü rezerv 10 milyar tonun üzerinde.
5	Yalova-Karamürsel	Klinoptilolit	<ul style="list-style-type: none"> % 50-80 arası zeolit içerikli büyük kısmı görünür toplam 1,5 milyar ton rezerv.
6	Bursa-M.Kemalpaşa	Klinoptilolit	<ul style="list-style-type: none"> Zeolit içeriği % 30-80 arasında değişen (ortalama %64 klinoptilolittli tuf ve tüfitler) 600 milyon ton rezerv.
7	Izmir-Çeşme	Klinoptilolit	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek klinoptilolit içerikli görünür+muhtemel 500 milyon ton rezerv.
8	Afyon-Sandıklı	Şabazit Flipsit	<ul style="list-style-type: none"> % 25-65 arası zeolitli muhtemel 500 milyon ton rezerv.
9	Kütahya-Şaphane	Klinoptilolit	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek klinoptilolittli zonda 150 milyon ton görünür+muhtemel rezerv.
10	İstanbul-Şile	Mordenit	<ul style="list-style-type: none"> % 50'den fazla zeolit içeren görünür+muhtemel 120 milyon ton rezerv.
11	Izmir-Foça	Klinoptilolit	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek klinoptilolit içerikli görünür+muhtemel 120 milyon ton rezerv.
12	Bilecik-Söğüt	Klinoptilolit	<ul style="list-style-type: none"> Ortalama % 65 zeolit içerikli görünür 100 milyon ton rezerv.
13	Kütahya-Gediz	Klinoptilolit	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek klinoptilolittli zonda yaklaşık 50 milyon ton görünür+muhtemel rezerv.

Çizelge 3. Türkiye zeolit oluşumları (devam)

NO	BÖLGE	ZEOLİT MİNERALİ	KALİTE, REZERV
14	Edirne-Keşan	Klinoptilolit Analsim Mordenit	• Kalınlığı 20-33 m arasında değişen 42 milyon ton görünür+muhtemel tuf ve tufit rezervi.
15	Çanakkale-Gelibolu	Klinoptilolit	• % 50-75 arasında zeolit içerikli iki zonun görünür+muhtemel rezervi 8 milyon ton.
16	Yalova-Çınarcık	Klinoptilolit Mordenit	• Zeolit oranı değişken ve rezerv tespiti zor.
17	Edirne-Uzunköprü	Klinoptilolit	• Düşük oranlı küçük mostralar.
18	Bahkesir-Sultançayın	Klinoptilolit	• Düşük oranlı küçük zeolit içerikli.
19	İzmir-Urla	Klinoptilolit Analsim	• Belirsiz.
20	Bolu-Göyntk Mudurnu arası	Klinoptilolit	• Ortalama % 60-70 oranında zeolitli örtülü muhtemelen yüksek rezerv.
21	Bolu-Göynük	Klinoptilolit Analsim Mordenit	• Klinoptilonit içeriği % 30 mertebesinde bantlar, rezerv belirsiz.
22	Ankara-Polath	Analsim	• Rezerv belirsiz muhtemelen yüksek.
23	Ankara -Çayırhan	Analsim	• Tenörü düşük, rezervi belirsiz.
24	Ankara-Beypazan	Klinoptilolit Analsim Şabazit	• Farklı mineralli, rezervi belirsiz.
25	Ankara-Kalecik	Analsim	• Rezervi belirsiz, muhtemelen yüksek.
26	Çorum-Uğurludağ	Klinoptilolit	• Yüksek klinoptilolitli seviyeler, rezerv belirsiz.
27	Sivas -Yıldızeli	Klinoptilolit Mordenit	• Klinoptilolitçe zengin, rezerv belirsiz.
28	Nevşehir-Urgüp	Analsim Klinoptilolit Şabazit Eriyonit Mordenit	• Rezerv muhtemelen oldukça yüksek.

Kaynak: Esenli, F.

6. ZEOLİTE AIT URUN STANDARTLARI

Sektörde üretilen önemli ürünler için halen uygulanmakta olan TSE, DİN, SAE ve ANFOR gibi standartlar yoktur. ISO-9000 ve ISO 14000'ye uyum konusunda TSE tarafından bir çalışma yapılmadığı belirlenmiştir. Şu an için zeolitlerden yalnızca klinoptilolit mineralinin hayvan yemi

katkısı olarak kullanımı için Tarım Bakanlığınca verilmiş bir izin bulunmaktadır. Zeolit ve özellikle klinoptilolit konusunda TSE tarafından yapılmış iki tane standart bulunmaktadır.

ABD, Avrupa ve ülkemizde zeolitlerin kullanıldığı sektörlere göre standart hale gelmiş özellikler Çizelge-4'de verilmiştir.

Çizelge 4- Zeolitte istenen spesifikasyonlar

Ürün Cinsi	Mineralojik içerikleri ve oranları	Ürün boyutları	Özellikler
Yem katkı	Klinoptilolit, %75-85	0-0.7 mm	Bor içeriği 10 ppm den düşük olacak ve lifli mineral içermeyecek
Toprak katkı Türkiye ve Avrupa	Klinoptilolit, %75-85	0.7-1.8 mm	Potasyum-klino olacak. Bor içeriği 10 ppm den düşük olacak ve lifli mineral içermeyecek.
Toprak (Çim) katkı A.B.D	Klinoptilolit, %75-85 Diğerleri en fazla %25	0.25-1.00 mm	Potasyum-klino olacak. Bor içeriği 10 ppm den düşük olacak ve lifli mineral içermeyecek.
Hayvan althığı	Klinoptilolit %75-85 Diğerleri en fazla %25	1.8-3.5 mm	Klinoptilolit veya şabazit olacak.
At althığı	Klinoptilolit en az %85 Diğerleri en fazla %15	0-1.0 mm	Klinoptilolit veya şabazit olacak
Balık havuzları	Klinoptilolit en az %85 Diğerleri en fazla %15	16-30 mm	Bor içeriği 10 ppm den düşük olacak ve lifli mineral içermeyecek
Su arıtma	Klinoptilolit en az %85 Diğerleri en fazla %15	1-2.5 mm 2.5-5 mm. 2-3.5 mm	Potasyum veya sodyum klino olacak. Bor içeriği 10 ppm den düşük olacak ve lifli mineral içermeyecek.
Gaz arıtma	Klinoptilolit en az %85 Diğerleri en fazla %15	3-5 mm 8-7 mm 9-15 mm	Potasyum veya sodyum klino olacak. Bor içeriği 10 ppm den düşük olacak ve lifli mineral içermeyecek.

KaynakDPT Özel İhtisas Komisyon Raporu, 2001

7. TÜRKİYE ZEOLİT MADENCİLİĞİ, ÜRETİM VE ÜRETİLEN ÜRÜNLER

Türkiye'de çeşitli bölgelerde zeolit adına alınmış ruhsat alanları bulunmaktadır. Ancak, halihazırda zeolit madenciliği yapılan belirgin bölgeler Gördes (Manisa) ve Bigadiç (Balıkesir) 'dir. Son aylarda Sivas-Yıldızeli arasındaki bölgede de zeolit madenciliği faaliyetine başlanmıştır.

Gördes Bölgesinde ilk zeolit madenciliğine, 1994 yılında, Gördes yakın doğusundaki Molla Hüseyin Damları- Softalar mevkinde İncal Bioteknoloji-Madencilik- Kimya San. Tic. Ltd. Şti tarafından başlanmıştır. Daha sonra bu şirketin faaliyeti durmuştur. Enli Madencilik San. ve Tic. A.Ş Gördes kuzeybatısında Gördes çayı yatağının kenarında, Dede Tepe- Emede arasındaki mevkide, 1997 yılından itibaren zeolit üretimine başlamış ve halen üretime devam etmektedir. Daha yakın zamanda ise (2001 yılı başı) Gördes Kuzeyindeki Kıranköy'ün hemen batısında- Akkayran sırtı mevkinde Teknomin Mineral Ürünleri A.Ş faaliyete başlamış ve halen devam etmektedir. Öte

yandan, Gördes Güneydoğusu, Kayacık Bölgesinde yakın zamanda madencilik faaliyetine başlanmıştır. Ayrıca, Esen Dış Tic. A.Ş Gördes Kuzeyi- Oğuldük Köyü Güneyi- Bodamaz Dere mevkinde (Kuzguncuk tepe-Kocakahya tepe) zeolit madenciliğine başlama aşamasındadır. Bölgedeki sahalardan zeolit olarak faaliyette bulunan Mineral Yem Ltd. Şti. Agronat Tarım Ltd. Şti. bulunmaktadır.

Bugün için Gördes bölgesinde iki şirket (Enli Madencilik San. ve Tic. A.Ş ve Teknomin Mineral Ürünleri A.Ş) hem madencilik faaliyeti yapmakta, hem de piyasaya ürün sunmaktadır. Bu şirketlerin ocaklarında madencilik faaliyeti açık işletme tipindedir. Dede tepe Ocağında patlatma ve ekskavatör ile Akkayran Ocağında ekskavatör ile çıkarım yapılmakta ve hammadde, adı geçen şirketlerin kırma-öğütme, boyutlandırma tesislerinde ürün haline getirilmektedir. Bu tesisler; Enli Madencilik olarak hemen ocak yanında (Gördes'te) Teknomin Şirketi olarak Akhisar'dadır. Ürünler, farklı tane boyutlarında, 25 kg'lık paketler halinde ve çeşitli isimler - kodlar halinde piyasaya

sunulmaktadır. Örneğin Enli Madencilik San. ve Tic. A.Ş'nin (Kırveli ve diğ.,2002) 25.000 ton/ yıl kapasiteli tesislerinde hazırlanan ürünleri;

- **Zeta** (hayvan altlığı) (2,5-3,5 mm arası boyutlarda): 70 ABD Doları/ton
- **Nat-Min 9000** (yem katkısı) (0-0.7 mm arası boyutlarda): 85 ABD Dolan/ ton
- **Agro-Clino** (NMF 9000) ve **Clino-Çim** (toprak islahı-gübre katkısı) (1,5-7.0 mm arası boyutlarda): 80 ABD Dolan/ton
- **Clino Organik** (tavuk ve büyükbaş hayvan gübreleriyle komposlama, % 30 zeolitli): 80 ABD Dolan/ton
- **Fitler Clino** (Filtrasyon, atık su) (2,5 mm den 16 mm ye değişen aralıkta farklı boyutlar olarak): 75 ABD Dolan/ton şeklindedir.

Teknomin Mineral Ürünler A.Ş'nin ise **Teknomineral** (mineral yem katkısı), **Aromat** (Koku ve nem çekici) ve **Zeomineral** (toprak düzenleyici ve gübre katkısı) isimli ürünleri bulunmaktadır.

Bigadiç (Balıkesir) Bölgesindeki zeolit oluşumları Etibor Şirketinin ruhsat (bor) alanları ve işletme sınırları içersindedir. Bugün için Zafer Madencilik Ltd. Şti. adlı bir şirket hemen kolemanit işletmeleri ve ocaklarının yakın kesimindeki zeolitli (klinoptilolit) tüflerden alım yapmaktadır. Etibor bu malzemeyi pasa şeklinde kırma öğütme yapmadan vermektedir.

Sivas-Yıldızeli arasındaki bölgede yakın zamanda Rota Madencilik, hayvancılık ve Tarım Ürünleri İmi. Paz. Nakliyat Dış Tic. A.Ş adlı şirket üretime başlamıştır. Şirket açık işletme şeklinde çıkarm yapmakta ve Sivas'da kırma- öğütme tesislerinde hammaddeyi ürün haline getirmektedir. Şirketin **Umdemin** (Doğal gübre katkısı) ismiyle piyasaya sunduğu ürünü vardır.

8. TÜRKİYE ZEOLİTLERİNİN PAZAR DURUMU

Türkiye'nin zeolit açısından önemli bir sorunu ürün tanıtımı ve pazarlamadır. Zeolit gerek dünyada gerek ülkemizde onu kullanması gereken çevrelere dahi yeteri kadar bilinmemektedir. Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nden zeolit ruhsatı almakla, daha

sonra işletmeye geçmekle neredeyse hiçbirşey halolmamaktadır. Üretici firmalar ve üretici olmayıp ürün satışını üstlenen firmalar deyim yerindeyse köyleri, çiftçileri, fabrikaları gezerek onlara zeoliti klinoptiloliti anlatmak, alışılmış düzenlerini değiştirmelerini sağlamak, buna ikna etmek, deneme sürelerinde belki de kazanç olmaksızın beklemek zorundadırlar. Bir girişimci için gerçekten kolay olmasa gerek. Zeolitin tanınması ile birlikte, zaman içersinde bu konuda mutlaka yol alınacaktır, hatta alınmıştır da. Bu zamanın daha çabuk aşılması için tanıtımının ve zeolit kullanımındaki faydalann bilimsel ve ekonomik olarak çeşitli çevrelere anlatılmasında birçok kuruma görev düşmektedir. İhracat açısından yine önemli bir sorun pazarlamadır. Türkiye'nin bugün için ürün haline getirilmiş klinoptilolitleri mineralojik, kimyasal özellikleri açısından kalitelidir. Ancak, üreticiler kendilerinden çok daha önce dünya piyasasına girmiş ve tanıtımlarını yapmış diğer ülke üreticileri ve firmaları ile yarışmak zorundadır. Ülkemiz üreticilerinin bu konuları aşmaları için AR-GE 'ye önem vermeleri gerekmektedir. Geçmişte bazı hammaddeler olduğu gibi, Türk zeolitlerini ucuza almak ve belki de üçüncü taraflara pazarlayacak olanlara karşı da birlik içersinde olmalıdırlar (Esenli, F.).

Türkiye zeolitlerinin halihazır pazar alanları, başlıca tarımda gübre katkısı ve hayvancılıkta hayvan altlığı yem katkısı, yanı sıra az oranda su arıtma alanları olarak ifade edilebilir. Ürünler yem katkısı olarak yeme %2 oranında katılma şeklinde, tarımda ise dönüm başına 50-150 kg klinoptilolit olarak uygulanmaktadır. En önemli ihracat yapılan ülkeler ABD, Fransa, İtalya, İngiltere, İsrail'dir. Enli Madencilik Şirketi'nin 2001 yılı üretimi 5000 ton olup, bunun 2000 tonu yurtdışı satışlarıdır (ABD, İngiltere, Fransa, İsrail, Hollanda, İtalya). 2002 yılı ilk beş ayındaki üretim ve satış (yurtiçi ve yurtdışı) 2001 yılının aynı dönemi için %100 artış göstermiştir. Teknomin A.Ş 'nin 2001 yılı üretimi 1000 ton civarında olup, 200 ton ürün çeşitli Avrupa ülkelerine numune bazında gönderilmiştir.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yılların önemli hammaddelerinden olan zeolitler, 1980 yıllarda itibaren değişik sektörlerde kullanılmaya başlanmıştır. Şu anda yoğun olarak tarım ve hayvancılık sektöründe kullanılmaya

başlayan zeolitlerin diğer kullanım alanlarındaki sektörlerde de kullanılabilmesi için gizli kalmış özelliklerinin ve tanıtımının yapılması gerekmektedir.

Ülkemiz büyük rezerv potansiyeline sahip olmasına rağmen, tespit edilen zuhurların rezervleri, kullanım alanları ve teknolojik özellikleri tam olarak araştırılmamıştır. Tespit edilen zuhurların rezervlerinin, kullanım alanlarının ve teknolojik özelliklerinin araştırılarak bir envanterinin çıkarılması gerekmektedir.

Böylece doğal zeolit potansiyelimizin belirlenerek ülke ekonomisine katkı sağlamasının yanı sıra, ülkemizde tarım ve hayvancılık ile ciddi boyutlarda insan sağlığını tehdit eden çevre kirliliğini önlemek amacıyla kullanılmasıyla da büyük yararlar sağlayacaktır.

21. yüzyılda çok önemli bir hammadde olacağı tahmin edilen doğal zeolitlerin kullanım alanlarına yönelik projeler ve araştırmalar desteklenmeli ve yurtdışındaki gelişmeleri yakından takip için gerek üniversiteler gerekse MTA ve Eti Zeolit A.Ş gibi kuruluşların zeolit konusunda uzmanlaşmış ülkelerle ortak projeler yapmaları teşvik edilmelidir.

Tarım ve hayvancılık sektörleri ile diğer pek çok alanda kullanım imkanı bulabilen ve ülkemiz açısından önemli rezervlere sahip olduğumuz doğal zeolit grubu minerallerinden klinoptilolit'in kullanımının yaygınlaştırılabilmesi için Tarım, Çevre ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlıklarının bir araya gelip bu konudaki yasal alt yapıyı oluşturmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

DPT, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu, Zeolit Raporu, 1996, Ankara.

DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu, Zeolit Raporu, 2001, Ankara.

Esenli, F., Türkiye'de Doğal Zeolit Rezervleri, Madencilik Üretim ve Pazar Durumu, İTÜ Jeoloji Müh. Bölümü, İstanbul

Kirveli, A., Öz, S., Zeolit Gruplarından Klinoptilolit'in Tarım ve Hayvancılıkta Kullanımı ve Enli Madencilik San. ve Tic. A. Ş.'nin Ürünleri İle Yapılan Araştırma Çalışmaları, Ocak 2002, İzmir.