

# Çevremizdeki Tehlike : ASBEST

ALİ UYGUN Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

## GİRİŞ

Çevre sorunları dünyamızda ve ülkemizde giderek büyümekte. Sanayileşme bir yandan günlük yaşamımızda kolaylıklar sağlarken, öte yandan da içinde yaşadığımız ortamda değişimleri yol açarak sorunlar doğuruyor. Ülkemizde Haliç, İzmit ve İzmir körfezlerinin büyük boyutlarda kirlenmeye sahne olduğu artık hepimizce biliniyor. Ankara ve Murgul'un kirlı havası, Balıkesir yöresinde işlenen bor tuzu yataklarının tarım topraklarını ve sularda yaşayan canlıları zehirlenmesi, Çorum kentinin çimento fabrikasının tozu altında yaşamaya mahkum olması ülkemizde gözlediğimiz örneklerden bir kaçı. Çarpık bir sanayi yapısı olan Türkiye'de bu konulara pek önem verilmemesinin yanısıra sorumlu örgütlerin de etkinlik ve yaptırım güçlerinin olmadığını gözlemekteyiz. Örneğin Türkiye'nin tuz gereksiniminin yaklaşık %40 ını karşılayan Tuz Gölü'ne Konya'nın kanalizasyonunun ve civah sanayi atıklarının taşıyan bir tahliye kanalının 5 yıldan bu yana akıtılması halâ önlenibilmiş değil.

Kuşkusuz sanayileşmiş ülkelerde çevre sorunları çok daha büyük boyutlara ulaşmış durumda, ancak bu ülkelerde çevre korunması için o derecede de büyük savaşlar veriliyor. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde Harrisburg'daki nükleer santral kazası çok büyük tepkilere yol açtı. Aynı şekilde Federal Almanya'da Brokdorf'da bir nükleer santral yapımı ile Gorleben'de bir tuz domunda reaktör atıklarının depolanması içi araştırma sondağı yapılması dahi yöre halkı tarafından büyük protestolarla karşılandı, hatta politik krizlerin doğmasına yol açtı. Buna karşılık ülkemizde Taşucu bahlıklarının çaresiz yakınmaları sonuçsuz kalırken, bir de medeniyet

çüşmanlığı olarak nitelendirildi. Ne yazık ki artıklar ve teknoloji sorunları bir yana, hammadde temininin bile sorunlar taşıdığı ülkemizde nükleer reaktörlere geçişten başka bir seçenek olmadığı gibi bir görüntü gün geçtikçe kamuoyuna kabul ettirmeye çalışılıyor.

Yer bilimciler olarak tüm çevre sorunları kuşkusuz altından kalkabileceğimiz bir konu değil. Ancak bölgesel jeoloji-çevre sorunları-bölgesel hastalıklar bazı durumlarda birbirleriyle ilişkiler taşıyor. Bu gerçekler yer bilimcilere de çevreleriyle ilgilenmek ve disiplinleri ile ilgili konularda bulgularını açıklamak görevini yükliyor.

Kuşkusuz ülkemizde yer bilimlileri ile tip işbirliğinde yapılmış bazı çalışmalar var. Örneğin Ağrı yöresindeki diğ hastahklarının bölgedeki volkanitlerden türeyen yüksek flor'lu sularından kaynaklandığı ortaya konuldu. Nevşehir yöresindeki Tuzköy ve Karain köylerindeki yaygın akciğer kanserlerine bölgedeki tüflerin içinde yer alan zeolitlerin yol açtığı yine kanıtlandı. Doğu Anadolu'da evaporitli alanlardaki tuzlu topraklar ile sindirim organlarının kanserleri araştırılan diğ bir konu. Dünyada bu tip araştırmaların çok ileri örneklerine rastlıyoruz. Öyleki Amerika'da Ohio eyaletinde kalp krizlerinden ölümler ile bölgedeki suların sülfat içerikleri arasında ilişkiler olduğu saptanabilmiş. Ülkemizde yer bilimlileri-tip işbirliği bu yönden önem taşıyor ve giderek geliştirilmesi gereken bir konu olarak beliriyor.

Çevre sorunları - bölgesel jeoloji-tip ilişkilerini pek çok örnekle ele almak olası. Ancak burada vurgulanmak istenen konu dünyada nükleer santrallerin tehlikeleri kadar, hatta belki de onlardan daha geniş yankılar uyandıran bir tehlike:

"ASBEST" Bugün modern yaşamda ses yalıtımından, otomobil lastiğine, saç fönünden çatı kaplamalarına kadar her yanımızdaki asbest'in kansere yol açtığı kesinlikle saptanmış durumda. Bu yazıda asbest ile ilgili olarak tip ve çevre sağlığı konusundaki gelişmeler ile seçenekleri ortaya koymaya çalışacağız.

## ASBEST VE KULLANIMI

Asbest ateşe dayanıklı olması nedeniyle ilk çağlardan beri bilinmekte idi. Bu ad genelde lifli yapıya sahip bir dizi silikat mineraline verilmektedir. Serpantin asbest veya krizolit asbest olarak nitelendirilen tür monoklinal sistemde kristallenir ve dünya asbest tüketiminin %94 ünü oluşturan bir magnezyumhidrosilikattır. Diğ asbest mineralleri ise amfibol gurubu içinde yer alırlar. Bunların en önemlisi sodyum ve demirli silikat olan krokidolit "Mavi Asbest"dir. Amosit ve antollit de bu grupta yer alırlar. Tremolit ve aktinolit'in ise ticarî önemi yoktur (Winson, 1975).

Asbest'in asıl önemi 19. Yüzyıl'ın ortalarında anlaşılmaya başlandı. Buhar makinelerinin gelişmesi ile ısı kaybının önlenmesi ve sıcaklığa dayanıklı contaların yapımında asbest sanayide kullanılmaya başlandı. 20. Yüzyıl'ın başlarında asbest ile çimento karışımlarının yalıtım yönünden üstünlüğü anlaşıldı. Zamanla kullanımı çok geniş alanlara yayılan asbest tüketimi 1880 lerde yılda 500 ton iken, 1980 de 5 milyon 200 bin ton'a ulaştı. Dünya asbest üretiminde 2,5 milyon tona ulaşan miktarlarla Sovyetler Birliği başta gelmekte, bu ülkeyi Kanada, Güney Afrika, Çin Halk Cumhuriyeti, İtalya, A.B.D. ve Rodezya izlemektedir. Amfibol asbest üretiminde ise başta gelen üretici ülke Güney Afrika Birliği'dir.

Asbestin kullanımı doğrudan lif boyları ile ilgilidir. Genelde asbest türleri 7 guruba ayrılır. Liflerin özelliğine göre asbest kağıt ve kaplama sanayiinde, elektrik izolasyonunda, asbestli çimentolardan boru ve kaplamaların yapımında, tekstil sanayinde, filtre ve conta yapımında, balatalarda, plastiklerde ve boyalarda kullanılmaktadır.

Türkiye'de asbest talebi son 10 yılda büyük boyutlara erişmiştir. 1972 de 38 bin ton olan tüvenan asbest talebi 1980 yılında 118 bin tona ulaşmıştır. Bu dünyada izlenen yıllık %7 lik artışın çok üzerindedir. En büyük etken kuşkusuz ki asbestli çimentodan gereçlere karşı büyük bir talep doğması olmuştur. Düz ve oluklu levhalar, çatı kaplamaları, basınca dayanıklı su ve kanalizasyon beruları, yer karoları yapımı için giderek daha çok asbest tüketilmektedir.

Ancak üretimin tüm talebi karşılayamaması sonucu asbest ithalatı da giderek artmıştır. 1979 yılında 14 bin ton lif asbest dış alımı için yaklaşık 300 milyon TL lik dışalım yapılmıştır. Asbestten yapılmış eşyanın dış alımı bu miktara dahil olmamakla birlikte asbest madencilik sektöründe petrol ve fosfat kayasının ardından en çok döviz ödenen üçüncü maddede haline gelmiştir.

Türkiye'de asbest yatakları Sivas-Zara ve Beypinarı, Erzincan-İlç, Ağrı-Cumaçay, Bursa-Orhaneli, Eskişehir-Mihalıççık, İzmir-Urla, Muğla-Köyceğiz, Uşak-Eldeniz, Tokat-Turhal, Konya-Bozkır, Hatay-Kızıldağlar, Bitlis-Destumi yörelerinde yer almaktadır. Lif ayırma tesisleri yetersizdir. Asbest çimentolu gereç sanayileri ise İstanbul Kartal ve Yalova, Ankara, Bolu ve Adana'da kuruludur.

#### ASBEST HASTALIKLARI

Asbest'in hastalık ve ölümlere yol açtığını ilk kez bir İngiliz doktoru olan Montague Murray 1900'lerin başında 35 yaşındaki bir asbest işçisinin üzerinde yaptığı otopsi sonucu saptamıştı. 1960 lara kadar olan genel kanı akciğerlere solunum yoluyla giren 5 mikron boylarındaki asbest liflerinin yaralama ve parçalama gibi etkiler yaratarak bronşlarda kalsınmalara yol açtığı idi. Asbest işçilerinde yaygın olan bu hastalığa "asbestozis" adı verilmekteydi.

Son yıllardaki araştırmalar asbestin aynı zamanda büyük oranda tümörli hastalıklara yol açtığını ortaya koymuştur. Bunların başında akciğer kanserleri gelmekte, bunu karın zarı ve mide kanserleri izlemektedir. Yapılan araştırmalar asbestin özellikle 5 mikron boyutunda ve çapı 3 mikrondan küçük liflerinin hastalığa yol açtığını ve etkinin kimyasal değil de doğrudan fiziksel olduğunu ortaya koymuştur. Tümörlere yol açanlar sadece asbest lifleri değildir, Yapay lifler, cam yünü, seramik lifleri ile daha pek çok lifli yapıda mineralin kanserojen olduğu saptanmıştır. Bu maddelerle ilgili tartışmalar ayrı bir bölümde açıklanmaya çalışılacaktır.

Kuşkusuz asbestten ilk planda etkilenenler asbest sanayiinin işçileridir. İstatistiklere göre bu sanayi kesiminde çalışan bir işçinin solunum yolları kanserine yakalanma riski normal bir insana göre 8 kez fazladır. Eğer bu işçi sigara da içiyorsa risk faktörü bu kez 92 ye yükselmektedir (Selikoff, v.d., 1968). Almanya'da asbestli yalıtım malzemesi üreten bir firmanın işçilerinde 1964 den bu yana 15 kişi ölmüş, 44 ü ise erken emekliye ayrılmak zorunda kalmıştır. Hamburg'da kurulu benzer bir fabrikada çalışan 700 işçiden son 9 yılda 20 si asbestin yol açtığı kanser nedeniyle ölmüş, 70 inde hastalık belirtisi saptanmıştır (Spiegel, 1980).

Asbest endüstrisi asbestin kanserojen olarak tanıtılmasına sürekli karşı çıkmakta ve alınan önlemlerle liflerin solunum yollarına karışmasının önlenmesi için savını ortaya atmaktadır. Sağlık ve çevre örgütleriyle sanayi kuruluşları arasında kalan hükümetler ise havada asbest tozlarının sayısını limitlendirmekle soruna geçici çözümler bulmaya çalışmaktadırlar. Amerika Birleşik Devletleri'nde bu sınır 100.000 lif/m<sup>3</sup> hava olarak saptanmış iken, F. Almanya'da 1 milyon, Kanada'da ise 2 milyon lile izin verilmektedir. Aslında bu ölçümler için geliştirilmiş sistemlerin de her yerde titizlikle uygulandığı pek sanılmamaktadır.

Asbest tozlarının en çok yaygın olduğu kesimler maden ocaklarının yanı sıra liflerin yükleme ve boşaltılmasının yapıldığı tesisler, asbestli malzemenin kesildiği yerler, asbestli çimento üretimi ve asbestli püskürt-

me sıvalarının yapıldığı işletmelerdir. Ancak asbestin tehlikesi bu sanayi ile sınırlı kalmamaktadır. Asbest tozları çeşitli yollardan havaya karışarak büyük kentleri ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Almanya'da Düsseldorf kentinde 1 m<sup>3</sup> havada 31.400, Frankfurt'ta ise 75.000 lif ölçülmüştür. New York ve Londra gibi kentlerde ise bu miktar daha da artmaktadır. Öyleki 3000 New York'lucaya yapılan otopside bunların %48'inin akciğerlerinde asbest lifi bulunmuştur (Selikoff v.d., 1972). Lifler 1 yaşındaki çocuklardan 80 yaşının üstündekilere kadar herkeste gözlenmektedir.

Asbest lifleri pek çok yoldan kentlerin havasına karışmaktadır. Bunların başında çatı kaplaması veya yalıtım için kullanılan asbest çimentolu malzemenin güneş, don ve yağmur etkisi altında yaklaşık 10 yıl içinde çözünmesi ile tozların havaya karışması gelmektedir. F. Almanya'da yılda bu şekilde 200.000 kg. asbest lifinin, arabaların fren yapımları sonucu da balatalardan 13.000 kg asbestin havaya karıştığı hesaplanmıştır.

Asbestin tüm insanlığı tehdit etmesi Batı ülkelerinde Çevre ve Sağlık örgütleri ile sanayi arasında büyük bir savaşın doğmasına yol açmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde önümüzdeki 35 yılda yaklaşık 2 milyon kişinin asbest hastalıkları nedeniyle öleceği sanılmaktadır. Yılda 60-75 bin kişi olan bu sayı F. Almanya'da yılda 10 bin kişiye ulaşacaktır. (Spiegel, 1980). Bu gelişmeler sonucu İsveç, Hollanda ve Danimarka'da asbest kullanımı genelde durdurulmuştur. F. Almanya'da asbest sanayiine yeni kısıtlamalar getirilirken, Amerika'da 10 asbestli sanayi kolu zehirli olarak ilan edilmiştir.

#### ASBESTİN SEÇENEKLERİ

Tu tarafından ortaya konan gerçekler dünyada asbest endüstrisini sarsmış bulunmaktadır. Ancak genelde her kesimde bir kavram kargaşası sürüp gitmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde önce krikzotil, amosif, krokidolit, tremolit, antofillit ve aktinolit mineralleri "asbest" olarak kabul ediliyor ve bunların 5 mikrondan uzun boyda, 5 mikrondan küçük çapta ve boy/çap oranı 3:1 olduğu biçiminde bir tanımlama getiriliyordu. Ancak Çevre Koruma ve Tüketicileri

Koruma Örgütleri "asbestiform-asbest tipinde" olan tüm lifli mineralleri kara listeye almaya başladılar. En son açıklanan bu liste 152 lifli mineral ve bu minerallerin bulunabileceği kayaları içeriyor (Industrial Minerals, 1980). Bu liste yazının sonuna eklenmiştir.

Bu ortamda asbest endüstrisinin yanı sıra başta talk ve zeolit işleyenler olmak üzere diğer sanayi dalları da bir duraklama içine girmiş bulunuyor. Hiç bir yetkili bu minerallerin hangilerinin gerçekten "kanserojen" olduğunu ortaya koyamamaktadır. Sorunu tanımlayabilmek aslında çözümün yarısıdır. Ancak hükümetler ve iş çevreleri bu konudaki belirsizlikleri sürdürmekle madencilik ve endüstriyel etkinliklerin geleceğini tehlikeye sokmaktadırlar. Kuşkusuz bu durumdan en kazançlı çıkanlar asbest'in yerini alabilecek hammaddeleri üreten sektörlerdir.

Kağıt ve benzeri sanayi dallarında asbeste seçenek olarak belirenler keten, TFE'li asbest, PTFE (patlatılmış bir plastik ürünü), karbon ve grafitir. Ancak bunların fiyatları asbestten yüksektir. Çatı kaplamalarında ise asbest yerine organik keçeler ve fiberglas kullanılabilir. Hatta organik keçeler asbeste göre ucuzdur. Boru dış kaplamalarında cam lifi beliren en iyi seçenektir. Tekstil sanayiinde ise fi-

berglas, kevlar ve teflon adlı polimerler, rerfasıl adlı cam türü, nextel (seramik) ve celion (karbon) asbestin yerini doldurabileceklerdir. Ancak bunların maliyeti asbestin 5-30 katına ulaşmaktadır. (Industrial Minerals, 1980).

Asbest çimentolu levhaların yerine cam lifi, alüminyum levha ve ağaç kaplamalar kullanılabilir. Asbest çimentolu borularda ise PVC (polivenilklorid) ve çelik borulara dönüş beklenmektedir. Fren balatalarında kullanılan asbest'in yerini ise f.berglas, mineral yünü, potasyum titanit lifi, grafit ve aramid alabilecektir. Fiberglas dışında bütün seçenekler asbest'e oranla yüksek fiyatlıdır.

#### SONUÇ

Asbestin ve lifli diğer bazı minerallerin kanserojen olduğu tıp tarafından saptanmış olmakla birlikte lifli yapıdaki hangi minerallerin bu etkiyi gösterdiği tam olarak ortaya konulmuş değildir. Kuşkusuz tıp ve yerbilimleri buna kısa zamanda bir çözüm getirecektir. Ancak dünya düzeyinde asbest kullanımı sınırlanılmakta, koruma önlemleri getirilmekte ve çevre örgütleri bu konuda sürekli uyarılarda bulunmaktadırlar.

Türkiye'de bu konularda geniş bir araştırma yapıldığı söylenemez öncelikle asbest kullanan sanayi kollarında ve asbest madenciliğinde

çalışanların solunum yolları hastalıkları yönünden titiz bir tıbbi incelemeden geçirilmeleri gerekmektedir. Bu araştırmalar sorunu ülkemizde ulaştığı boyutları ve koruyucu açidan alınabilecek önlemleri ortaya koyacaktır.

Bu çalışmaların yanı sıra Türkiye'de yerbilimleri ile tıp arasında sıkı bir işbirliği gerekmektedir. Bölgesel hastalıklar ile bölgesel jeoloji veya çevre kirliliği konusundaki ilişkiler araştırılmaya değer niteliktedir. Türkiye'de ofiyolitli alanların yaygın olması özel bir önem taşımaktadır. Ekli listeden de görülebileceği gibi "asbestiform" mineraller özellikle bu tür kayaların yapısına giren minerallerdir. Gerek solunum yolu, gerekse içme suyu ile bu lifli mineraller yöre halkının sağlığını olumsuz yönde etkileyebilirler. Çevremizin ve sağlığımızın korunmasında yerbilimcilerle önemli görevler düşmektedir.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Industrial Minerals, 1980, What's new after asbestos: P. Harben, 1980 Eylül, s. 156, s. 51-59 London.  
 Selikoff, I. J., Hammond, E.C., Churg, J., (1968). Asbestos exposure, smoking and neoplasia: Jour. Amer. Med. Assoc. 204, s. 106.  
 Spiegel, 1980, Jedes Jahr 10.000 Tote durch Asbest: s. 49, Aralık, 1980, s. 83-94.  
 Winson, R. W., 1975, Asbestos: in Industrial Minerals and Rocks, s. 379-425, New York.

MSHA "Amerikan İşçi ve Maden Güvenliği ve Sağlık Örgütü" tarafından hazırlanan raporda yer alan "Lifli yapıdaki mineraller, bunların sinonimleri ve bunların yer aldığı kayaları" içeren liste:

- Krizotil
- Tremolit asbest
- Kummingtonit
- Riebekit
- Glokofan
- Hexagonit
- Bissolit
- Piroksen
- Bustamit
- Mordenit
- Mesolit
- Gonnardit
- Epistilbit
- Rodesit
- Erionit
- Para-krizotil
- Lizardit

- Gimnit
- Baltimorit
- Paligorskit
- Lületaşı
- Halloysit
- Serisit
- Talk
- Stilpnomelan
- Magnezit
- Anhidrit
- Apatit
- Silimanit
- Turmalin
- Limonit
- Amyant
- Serpantin
- Peridotit
- Steatit
- Mermer
- Ophit
- Amosit
- Magnesio-riebekit
- Aktinolit
- Montasit
- Rodisit
- Tirodit
- Soda asbest
- Uralit
- Pektolit
- Klinoptilolit
- Skolesit
- Edingtonit
- Okenit
- Gmelinit
- Serpentin
- Orto-krizotil
- Pikrolit
- Wilyamsit
- Metaksit
- Atapuljit
- Hektorit
- İlit
- Pinnit
- Pirofillit
- Brusit
- Hidromagnezit
- Aragonit

- Fosforit
- Buchholisit
- Zoisit
- Dağ derisi (asb.)
- Ferro-Magnezyum min.
- Amfibolit
- Talk şist
- Sabun taşı
- Serp. mermer
- Ophikalsit
- Krokidolit
- Antofillit asbest
- Grunerit
- Amfibol
- Rihterit
- Nephrin
- Ekkermanit
- Wollastonit
- Zeolit
- Natrolit
- Thompsonit
- Stilbit
- Ferrierit

Laumontit  
Klino-krizotil  
Antigorit  
Deveylit  
Bastit  
Bowenit  
Sepiolit  
Endellit  
Vermikülit  
Gumpelit  
Minnesotait  
Nemalit  
Jips  
Kalsit  
Vivianit  
Fibrolit  
Epidot  
Dağ mantarı (asbest)  
Bazık kayalar  
Piroksenit  
Pirofillit şist  
Agalmatolit  
Termofillit  
Ofiyolit

"Encyclopedia of Minerals" dan liste  
ye eklenen lifli mineraller:

Egerin  
Aurichalsit  
Boulangerit  
Kakoksenit  
Siyanotrichit  
Götit  
Iyantinit  
Kermesit  
Linarit  
Mimetit  
Pirit  
Şolsit  
Strunzit  
Miksit  
Agardit  
Bariandit  
Brannokit  
Karpohlit  
Kurit

Guillemin  
Jamesonit  
Legrandit  
Malakit  
Olivenit  
Rokbridget  
Semseyit  
Tirolit  
Wakabayaşilit  
Artinit  
Bismutinit  
Brochantit  
Konnelit  
Erithrit  
Honessit  
Johannesit  
Libethanit  
Millerit  
Farmakolit  
Şoepit  
Stibnit  
Uranofan

## Borat Mineralleri Madencilğinde Artıklar ve Çevre Kirlenmesi

SALİH GÖK

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü ANKARA

### GİRİŞ

Bor, asırlardır bilinen bir elementtir. Volkanik ekzalyasyonlar ve sıcak sulardan elde edilen bileşikleri eskidinde kullanılmıştır.

Borat mineralleri madencilği ve tüketimi İkinci Dünya savaşından sonra hızla artmış ve Dünya tüketimi günümüzde üç milyon ton/yılı aşmıştır.

Ülkemiz, Dünya borat rezervleri listesinin başında yer almaktadır. Son 5 yıldır, bor mineralleri ihracatımız beşyüz bin ton/yılın üzerinde seyretmiştir. İçinde bulunduğumuz yılda bir milyon ton ihracaat beklenmektedir. Cari borat mineralleri fiyatı 300 dolar/ton'un üzerindedir. Tahminler gerçekleşirse hemen toplam ihracatımızın %10'unu bor mineralleri ihracatından sağlanmış olacaktır.

Sanayii ve madencilik'in diğer dallarında olduğu gibi bor mineralleri madenciligi ve endüstrisinde de artıklar ve çevre kirlenmesi söz konusudur.

Aşağıda, ülkemiz borat madenciligi artıklarından ve çevre kirlenmesine etkilerinden söz edilecektir.

Etibank, kendi çapında, D.S.İ. ve M.T.A. ile işbirliği halinde çevre kirlenmesini önleyici tedbirler üzerinde çalışmalar yapmaktadır.

Balikesir Mimarlık-Mühendislik Akademisi'nde borlu suların atılması konusunda doktora çalışması yapılmaktadır.

Dileğimiz, sözünü edeceğimiz artıkların değerlendirilmesi için bilim çevreleri ve araştırmacı kuruluşların inceleme yapmasıdır.

### ARTIKLAR VE ÇEVRE KİRLENMESİ

Nitelikleri ve çevreye etkileri farklı olduğundan bunları, madencilik artıkları, cevher hazırlama artıkları ve endüstri artıkları olarak ayırmakta yarar vardır.

#### Madencilik Artıkları

#### Dekapaj ve pasa olarak atılan taşlar:

Bilindiği gibi madenler açık veya kapalı işletmelerden kazılarak alınmaktadır. Kazılan kayalardan yararlanılacak cevher ayrılır ve artık kayalar tumba denen sahaya atılır. Böylece hem kazılan arazi ve hem de tumba sahası kullanılmaz hale gelmektedir.

Artık malzemenin yağış ve seller ile etrafa yayılarak buraları da kullanılmaz hale getirmesi mümkündür.

Türkiye Jeoloji Kurumu 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayında bildiri olarak sunulmuştur.