

WOLLASTONİT YATAKLARININ JEOLOJİSİ, MADENCİLİĞİ VE DÜNYA ÜRETİMİ

Geology, Mining and Worldwide Production of Wollastonite Deposits

Güler CAN

MTA Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etüdları Dairesi ANKARA

ÖZ: Bu yazıda 1950'lerden sonra güncellik kazanan wollastonitin genel özellikleri, oluşumu, kullanım alanları sunulmuş ve ekonomik önemi çeşitli ülkelerden ve Türkiye'den verilen örneklerle özetlenmiştir. Bu derleme niteliğindeki yayın wollastonit konusundaki çalışmalara katkıda bulunmak amacıyla hazırlanmıştır.

ABSTRACT: In this paper, general properties, occurrence, fields of usage of wollastonite which gained its popularity after 1950's are introduced and its economic importance are summarized with the examples given from various countries and Turkey. The aim of this paper is to provide an introductory review on wollastonite to contribute towards studies related to wollastonite.

GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER

Wollastonit tabii bir kalsiyum metasilikattır (CaSiO_3). İlk kez 1935 yılında Kaliforniya'da çıkarılan beyaz, çubuk şekilli bir minerale İngiliz kimyacı ve mineraloglu olan William Pyde WOLLASTON'a izafeten "wollastonit" denilmiştir. Endüstriyel bir mineral olarak 1950 yılına kadar üretimi ve pazarlanması yapılamamıştır.

Wollastonit teorik olarak % 48.3 CaO ve % 51.7 SiO_2 içerir. Nadiren saf olarak bulunur. Genelde magnezyum, manganez, demir ve stronsiyum metasilikatları içerir ve granat, diopsit, piroksen, epidot, kalsit, kuvars, tremolit, feldspat ile birlikte bulunur. Saf iken çok parlak beyazdır, ancak içerdiği emprüteler yüzünden gri ya da kahverengi de olabilirler.

Wollastonitin fiziksel özellikleri aşağıdaki gibidir:

Özgül ağırlığı	2,9
Sertliği (Mohs ölçeği)	4,5
Yoğunluğu (lb/ft^3)	45,53
Genleşme katsayısı (% 100, CaSiO_3 , 10-6°C)	6.5
Ergime noktası (°C)	1540
Suda Eriyebilirliği (gr/100 ml)	0,0095
Molekül ağırlığı	116
Nem içeriği	% 4
Kırılma indeksi	1,616-1,631
Kristal sistemi	Monoklinik
Olağan bulunuş şekli	İğne veya bıçak şekilli kristal agre- galarından oluşan kütleler.

Wollastonitin en önemli ayırıcı özelliği iki yönlü mükemmel klivaj gösteren iğne şekilli parçacıklardan oluşmasıdır. Kristal boyu genelde tane çapı ile 7-8/1 oranındadır.

Wollastonit çok düşük ısıda sinterleşebilir. Yüksek ısıya dayanıklıdır, mekanik direnci yüksektir. Porositesi kontrol edilebilir, izolasyon kabiliyeti iyidir ve kolayca preslenebilir.

Wollastonitin üç modifikasyonu vardır.

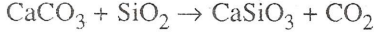
- 1- Yüksek ısıda wollastonit: Pseudowollastonit (α) (triklinik-pseudoortorombik-pseudohegzagonal)
- 2- Düşük ısıda wollastonit: parawollastonit (β) (monoklinal veya triklinik)
- 3- Asıl wollastonit: Triklinal

Wollastonitin bazı kristalleri kısa dalga ve uzun dalga ultraviyole ışınları altında floresan özellik verir ve sarı-turuncudan pembe-portakala kadar renk değiştirirler. Fosforesan özellik veren numuneler de vardır. 1120°C de wollastonit, genleşme katsayısı artarak ve renk değiştirerek pseudowollastonite dönüşür. Bu dönüşümde saf iken beyaz olan wollastonit krem ya da kırmızı veya kahverenginin değişik tonlarında renkler alır. Bu renk değişimi demir ve stronsiyumun varlığını işaret edebilir. Wollastonit hidroklorik asitle muamele edildiğinde dekompoze olur ve bileşimindeki silikatlardan jel oluşturmadan ayrılır.

JEOLOJİK OLUŞUMU

Wollastonit birçok kayacın bileşimine girer, ancak birkaç oluşumda ekonomik olarak bilinir. Genelde saf

olmayan kireçtaşlarının kontakt metamorfizması ile oluşan wollastonit, kalkerli sedimanların metasomatizasyonu ya da mağmanın kristalizasyonu ile de oluşabilir. Kalsit tarzı kireçtaşı ve granitik silika arasında 400-450°C deki reaksiyonla da aşağıdaki belirtilen şekilde wollastonit oluşabilir.



Bir atmosfer basınç altında gerçekleşen bu reaksiyon kuvars veya SiO₂ eriyiği bitinceye kadar devam eder. Açığa çıkan CO₂ basıncı arttırdığından sıcaklık 800-850°C'ye kadar yükselir. Kalsit ve kuvarsın reaksiyon yapmadan daha yüksek ısıya devam etmeleri ihtimali yoktur. Wollastonitin oluşum şartlarının korunabilmesi için çıkan CO₂'nin çatlaklardan çıkarak veya diğer sulu uçucu elamanlarla birlikte bazı mincralerle reaksiyona girerek ortamdaki uzaklaşması, böylece sıcaklığı ve basıncı daha fazla yükseltmemesi gerekir.

KULLANIM ALANLARI

Wollastonitin başlıca kullanım alanları aşağıda özetlenmiştir:

a) Seramik sanayii: Wollastonitin ana kullanım alanı seramik sanayiidir. Seramik malzemeler üretimde feldspat, kalsit, kuvars, dolomit, talk gibi hammaddeler yerine veya seramik mamülün belirli özelliklerinin düzenlenebilmesinde wollastonit kullanılmaktadır. Bu sanayide wollastonit sıhhi tesisat ve çinilerde çatlamayı, sıkıştırmayı, kırılmayı ve mamüller üzerindeki ısı genişmesini önlemesi bakımından aranan bir katkı maddesidir.

Wollastonit başka madenlerin yerini alıcı olarak diğer malzemelere oranla daha büyük bir potansiyele sahiptir. Wollastonit kullanıldığında seramik ürünün gerek plastik halde, gerekse kurutulmuş halde iken dayanımı çok yüksektir. Wollastonit ayrıca kurumayı hızlandırır, nemlilik genişlemelerini asgariye indirir. Hamurdaki miktarı arttıkça fırınlama sürecinde kılma söz konusu olduğundan yakıtta da tasarruf sağlar.

b) Boya sanayii: Wollastonit, boya endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılır. Amerika'da seramik sanayiinden sonra en çok bu alanda tüketilmektedir. Bu endüstri dalında genellikle binaların kaplama boyasında; astar, emisyon boya ile yağlı ve sulu boyalarda da kullanılmaktadır. Bu sanayide kullanılması rengi, çubuksu özelliği ve düşük yağ absorpsiyonu gibi özelliklerindedir. Çok parlak beyazlığı dolayısıyla beyaz ve renkli boyaların elde edilmesinde kullanılır. Wollastonit boya, asidik ortamlar için uygun değildir. Wollastonit katkılı boya düzgün bir yüzey sağlar ve küflenmeye karşı dayanıklıdır.

c) Plastik sanayii: Wollastonit, plastik ve kauçuk sanayiinde yarı mukavim katkı maddesidir. Sentetik wollastonit bu alanda daha çok kullanılır. Fakat doğal wollastonit genellikle sakız lastik, suni kösele (poliüretan) ve ayrıca siyah olmayan değişik lastiklerin (kauçukların) elde edilmesinde kullanılır. Wollastonit katkılı plastikler daha az su absorpsiyonu, daha düşük dielektrik katsayısı ve daha düşük viskozite gösterir. Wollastonit ısı ile sertleşen, nemsiz, emici, astara ve yine ısı ile yumuşayan kalıba şekil vermeyi şiddetlendirici özelliği nedeniyle plastikte kullanılmaktadır.

d) Aşındırıcı olarak: Wollastonit, aşındırıcı özelliği olan seramikler ve disk şeklindeki bileme taşlarının imalinde, çabuk aşınıp tükenmeyi engellemek için kullanılır. Böyle bir karışımda dayanım artar, fakat yoğunluk değişmez. En yüksek dayanım böyle bir karışımın 1200°C sıcaklığa tabi tutulup soğutulması ile elde edilir.

e) Mineral yünü eldesinde: Wollastonit mineral yünü eldesinde kullanılır. Bu kullanım için hammadde öğütülür, sonra macun haline gelene kadar suda karıştırılarak 1500°C deki fırınlara gönderilir. Bu fırınlarda viskoz kütleler yerine gayet ince fiberler elde edilir. Bu fiberler bir başka bölümde tabakalanır, sarılır, ambalajlanır ve ses ve ısı izolasyonlarında çok geniş bir uygulama alanı bulur. Bu lifli yapısı ve asbestin yarattığı sağlık sorunları sebebiyle, asbestli ve lifli talkı ikame etmek üzere kullanılır. Fakat lif boyu ve esnek olmayışı yüzünden bu görevi tam bir asbest gibi üstlenemez. Ancak lifli yapısı dolgu maddesi olarak çok uygundur. Bu uygulamasıyla da asbesti ve talkı ikame eder. Ayrıca wollastonit asbestli portland çimentosu için avantaj sağlar.

f) Kaplama ve tarım işlerinde: Wollastonit ayrıca kaplama ve kağıt endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılır. Sentetik kalsiyum silikat, toprak düzenleyici ve verim artırıcı olarak kireçtaşı yerine tarımda kullanılmaktadır. Bu nedenle wollastonitinde aynı amaçla tüketilebileceği düşünülebilir.

g) Cam sanayii: Wollastonit mineral özelliği nedeniyle cam sanayiinde, parlaklığı ve sağlamlığı ile naylon sanayiinde kalıplama işlerinde kullanılabilir. Kuzey Amerika'da cam yapımında kireçtaşı ve kum yerine wollastonit kullanma çalışmaları yapılmaktadır. 1936'da özellikle kırılmaz ve ateşe dayanıklı cam türlerinin elde edilmesinde kullanılmıştır.

h) Diğer kullanım alanları: Wollastonit ayrıca yer ve duvar karolarında, elektrik izolatörleri ile abrazif disk imalinde, ateşe dayanıklı (refrakter) mamul üretiminde, yapışkanlarda, sulayıcılarda kullanılır.

Wollastonitin kullanım alanları ve önemli üretici firmalar Çizelge I'de verilmiştir.

Wollastonit tipi	Şirket adı	Asbest ikamesi	Perform dolgusu	Genel dolgu	Boya	Seramik	Eritken olarak
Asikuler (iğne şekilli)	NYKO	+	+		o		
	WOLKEM	+	+		o		
Mikronize (iğne şekilli)	NYKO		+	+	+		
	PARTEK		+	+	+		
Toz	NYKO			+	+	+	o
	PARTEK			+	+	+	+
	VANDERBILT			+	+	+	+
	ÇİN			+	+	+	+
	SENTETİK			o	+	+	+

*: Industrial Minerals, January 1986

+: Asıl kullanım alanı

o: Tali kullanım alanı

Çizelge 1: Önemli üreticilerin kullanım alanları ile ilgili wollastonit tipleri.

İKAME MADDELERİ VE SENTETİK WOLLASTONİT

Wollastonit, seramik sanayiinde kullanılan çakmak taşı, kuvars kumu, feldspat, çin kili ve diğer çeşit killer gibi materyalleri; cam sanayiinde kireçtaşı ve kumu; aşınmaya direnç konusunda asbesti ikame eder ve kendisi de sentetik wollastonitle ikame edilir.

Wollastonit, sentetik olarak da üretilir. Yıllardır ABD, Danimarka, İtalya, Almanya ve Rusya sentetik metasilikatlar üretmektedirler. Sentetikler çoğu zaman sulu olup susuz tiplerinin hiçbiri doğal wollastonitin kristal yapısında değillerdir.

Danimarka'da sentetik kalsiyum metasilikatlar ülkede çok bulunan tebeşir ve kumdan elde edilir ve synopal ticari adını alırlar. Tebeşir ve kum, eritken rolü gören az miktarda dolomit ile çamur halde karıştırılır. Bu çamur 1560°C'de kavrulur. Katılınca elenir ve ikinci bir fırında 1250°C sıcaklıkta tekrar kavrulur. Nihai ürün hemen hemen köşeli, beyaz renkli ve opak olup % 50 kadar wollastonitten ibarettir. Ayrıca yanında $Ca_2Al_2SiO_7$ (gehlenit) ve $MgCa_2SiO_7$ (akarmanit) de vardır. Sentetik üretilen "synopal" mozaik yapımına, yer ve çatı kaplamalarındaki kullanıma uygundur.

İtalya'da sentetik wollastonit "wollanita" diye bilinir ve silis, kum, tebeşir ve dolomitten Danimarka'dakine benzeyen bir teknikle üretilir. Wollanita yol malzemesi, aşındırıcı olarak ve seramiklerde kullanılmaktadır.

Almanya'nın RHEINISCHE KALKSTEINWERKE GwbH (RKW) şirketi, Wulfrah'da uzun yıllardır kireçtaşı ve kireç üretmekte olup 1970'lerde deneysel olarak sentetik wollastonit üretimine başlamıştır. Kalsiyum karbonat, kalsiyum silikat ve sönmemiş kireç gibi malzemeler kuvars ile karıştırılır. Bu homojen karışım 1450°C'nin üzerinde kavrulur ve sonra öğütülür. Ürünler içerdikleri Fe_2O_3 yüzdelere göre değişik alanlarda kullanılır.

Belçika'da ETERNİT GROUP'un bir teknik kolu olan REDCO SA., sulu kalsiyum silikat senteziyle, kristal yapısı wollastonite çok benzeyen xonolite minerallerini oluşturdu. Ülkede üretilen sentetik wollastonit "promaxon" ticari adı ile bilinmektedir.

Sentetik wollastonitler $CaSiO_3 - FeSiO_3$ sisteminde bir katı solüsyon meydana getirirler. Bu kombinasyonda bazen silis yerine titan geçebilir. Bu takdirde wollastonitin pseudowollastonite dönüşüm ısısı artar. Wollastonitin seramikte kullanılabilmesi için fırınlama esnasında hacim değişikliği olacağından titan elementinin karışımında olmaması istenir.

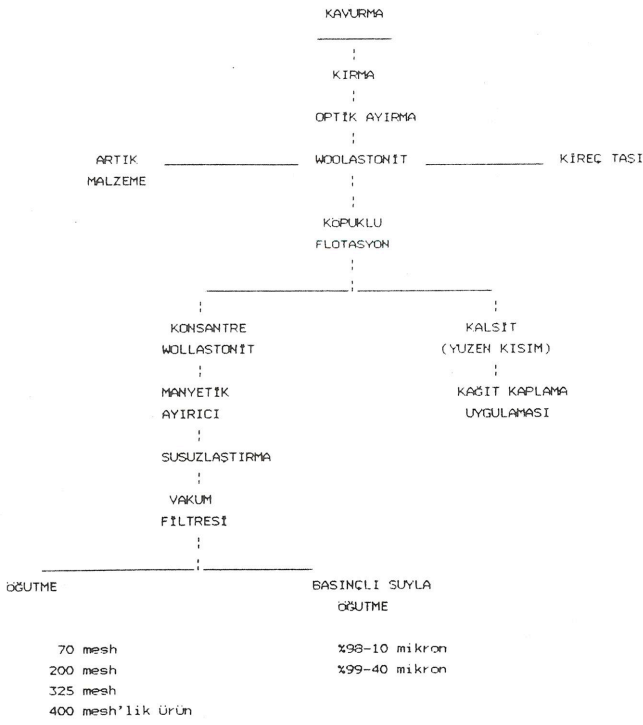
TEKNOLOJİSİ

Dünyada cevherleşme ve oluşum sürecine göre değişken yöntemler uygulanmaktadır. Wollastonit konusunda genel olarak açık işletmecilik yapılmaktadır. Üretilen cevher triye edilmekte, kırılarak uygun tane iriliğine getirilip manyetik seperasyon ve flotasyon gibi cevher zenginleştirme işlemlerine tabi tutulmaktadır. Kurutulmuş ince öğütme işleminden geçirilen numune % 51-53 SiO_2 , % 43-45 CaO , % 0,5 Al_2O_3 , % 0,2 Fe_2O_3 , % 0,3 MgO içeren -50+200 mesh boyutunda konsantre cevher olarak paketlenir.

Türkiye'de önceki yıllarda wollastonit üretim çalışmaları, kontakt metasomatik bir oluşum olan cevher kafaları izlenerek yapılmıştır. Bu yöntemde üretim düzensiz yarmalar şeklinde sürdürülmüş, cevher içinde lağım delinmesi ve ateşleme ile cevher parçalanmıştır. Daha sonra triyajla kalite ayırımı yapılmıştır.

Dünyanın iki önemli üreticisi Amerika'da Willsboro N.Y. da NYCO tarafından işletilen ocak ve Finlandiya'da PARTEX'tir. Örnek olarak PARTEX firması tarafından

uygulanan konsantre üretim yönteminin akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: PARTEX (Finlandiya) firmasınınca uygulanan konsantre yöntemi akım şeması (konsantre wollastonit % 90 wollastonit, % 3 kalsit, % 2 kuvars ve diğer silikatları içermektedir).

DÜNYA WOOLASTONİT REZERVLERİ VE DAĞILIMI

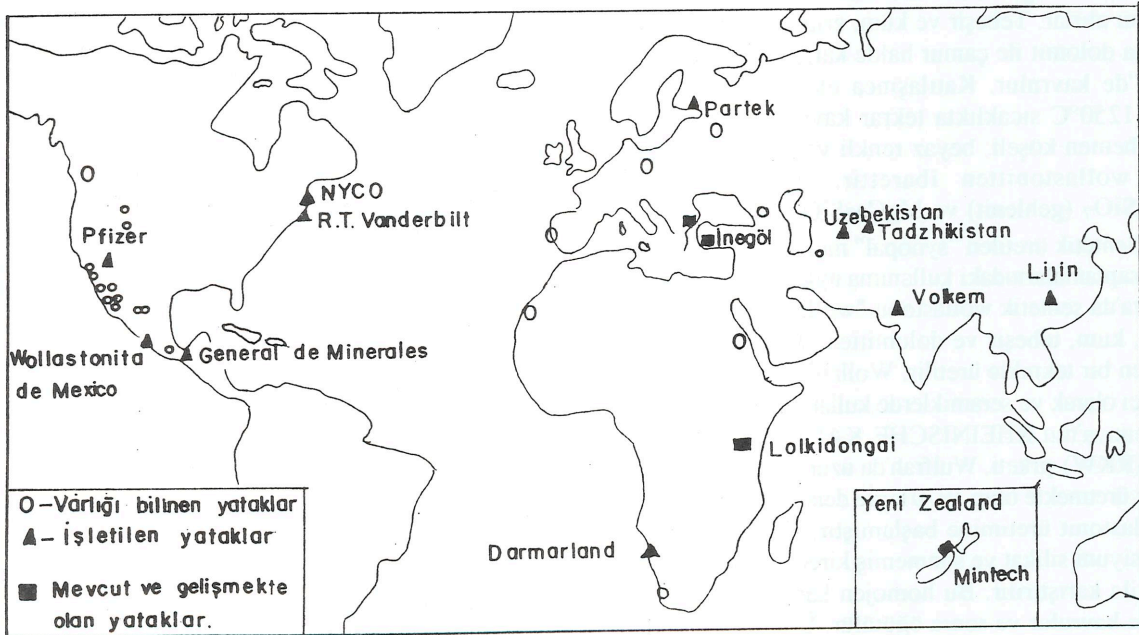
Dünyanın önemli wollastonit yatakları A.B.D., Rusya, Finlandiya, Romanya, İsveç, Meksika, Yugoslavya, Japonya, Avustralya, Hindistan ve Kanada'da bulunmaktadır (Şekil 2). Wollastonit rezervlerinin ülkelere göre dağılımı ve bunların bazı önemli özellikleri aşağıda verilmiştir.

A.B.D.'nin New York eyaletindeki Fox Knoll yatağı dünyanın en büyük wollastonit yatağıdır. % 55-65 wollastonit içeren bu kayaç saf wollastonitten saf granata kadar değişmektedir. Görünür rezervi 7 milyon tondur. Yine New York eyaletinde, Levis yakınlarındaki Oak Hill'de 1986'da başlayan araştırmalar 1988 boyunca sürmüştür. % 60 Wollastonit, % 30 granat, % 10 diopsit içeren yatakta 1992'de yeraltı işletmeciliğine başlanacaktır. Böylece 6 milyon tonluk bir rezervden daha söz edilebilecektir. Kaliforniya eyaletinde de çeşitli yataklar bulunmaktadır.

MEKSİKA'nın Zaca Tekas eyaletinde Lablanka yöresinde granat ile birlikteki wollastonit yatağının 30 milyon ton görünür, 40 milyon ton muhtemel ve 53 milyon ton da mümkün rezervi vardır. Morelas'da 200.000 ton rezervli başka yataklar da bulunmaktadır. Ayrıca Chiapas'da da bazı oluşumlar bilinmektedir.

FİNLANDİYA'da Lappeeranda Rapakivi granitinin sardığı Aveen kireçtaşları içinde büyük wollastonit yatakları mevcuttur. Bu yatakların jenezi tartışmalıdır ve bu yataklarda üretim yapılmaktadır.

ÇİN'in Yunnan bölgesinde 50 milyon tonluk bir rezerv vardır. Bunun % 70'den fazlası kaliteli kabul edile-



Şekil 2: Dünya wollastonit yatakları (Industrial Minerals, 1986'dan).

bilir. Yatakta kaliteyi kesin belirleme problemi sürmektedir.

RUSYA'da Özbekistan ve Kazakistan'da 50'den fazla wollastonit zuhuru bilinmektedir. Bunların bir kısmı ekonomik büyüklüktedir. Sibiry'a'da Yakutya bölgesinde de yüksek tenörlü (% 70-80) wollastonit yatakları bilinmektedir.

G. AFRİKA'da metamorfik kayalar içinde tahmini 70.000 tonluk bir wollastonit rezervi vardır. JAPONYA'da granit kontakta içinde 120.000 tonluk bir wollastonit rezervi saptanmıştır. HİNDİSTAN'ın Rajasthan eyaletindeki Belkapahar yatağı 1969'da keşfedilmiş olup, görünür rezervi 50 milyon, muhtemel rezervi ise 200 milyon tondur.

KANADA'da Fintry'de bulunan wollastonit yatakları Mesozoik granitinin Paleozoik çökelleri kestiği kontak boyunca oluşmuştur. Wollastonit tenörü % 22-52 olup diopsit-granat ve klinopiroksenler ile birlikte bulunmaktadır. Toronto ve Ottawa arasında yer alan Delora wollastonit zuhuru aşağıda belirtilen dört zonda etüd edilmiştir.

1. zon: Kuzeydeki zon 600.000 ton ve % 38'lik toz wollastonit üretebilecek bir zondur.

2. zon: Testlerde asikuler olduğu açıklanmış olup, 800.000 ton % 29 wollastonit ve % 55-60 kalsit içeren bir zondur.

3. ve 4. zonlar: 500.000 ton % 28-36 wollastonit içeren bir zondur.

YUNANİSTAN'ın 300.000 ton rezerve sahip olan Kimmeria yatağı % 66-70 wollastonit ve % 10 kalsit içermektedir. YENİ ZELANDA'nın Tabaka Hill yöresinde 500.000 tonluk bir rezervi vardır. NAMİBİA, Usahos yöresinde 40.000 tonluk bir rezerve sahiptir.

DÜNYA WOLLASTONİT ÜRETİMİ

Dünyada wollastonit üretimi talebe az çok paralel seyretmektedir. 1987'de bu talep dünya çapında artmıştır. Avrupa'da bu sektördeki büyüme esas olarak termal panel duvar uygulamalarında meydana gelmiştir. Dünyanın wollastonit üreten başlıca ülkeleri ve üretici

kuruluşlarına ilişkin öz bilgiler aşağıda sunulmuştur.

A.B.D.: Dünyanın ve Amerika'nın en büyük wollastonit üreticisi New York Willsboro'daki NYCO'dur. Şirket Levis'deki Seventy Mountain açık işletmesinde wollastonit üretmektedir. 1989 yılı boyunca NYCO'nun ürettiği nihai wollastonit 70.000 tondur. NYCO'nun rezervlerinde granatı wollastonitten ayırmak için yüksek güçlü manyetik ayırma gerekmektedir.

Wollastonit yanında ayrıca talk, mika ve kil işletmekte olan NYCO, bünyesine 1989'da ayrıca 20.000 T/y'lık değişik mineraller işleme olanağı eklemiştir. Şirketin Willsboro wollastonit tesislerini 1991-1992 yılları boyunca büyümesi beklenmektedir. Dünya pazarlarında kendine uygun bir yer edinebilmek için üretimini iyi kalite ve değişik kimyasal özellikli wollastonit konusunda odaklaşuran NYCO ürünleri 100,325 ve 400 mesh'lidir.

Bir diğer Amerika'lı üretici şirket olan R.T. VANDERBILT Co. Ltd., Harrisville'de düşük demirli, az kalsit ve prehnit ve çok az da diopsit içeren wollastonit üretmektedir. Üretimde öğütme ve harmanlama esastır. Şirketin 40.000 T/y'lık üretimi seramikler için 200 mesh'lik, plastikler ve boyalar için 325 mesh'lidir. Vanderbilt ayrıca, Hollanda'daki Ankersmit Holding BV.'ye 200 ve 325 mesh'e öğütülmek üzere ham malzeme de satmaktadır.

FİNLANDİYA: Finlandiya Avrupa'daki en önemli wollastonit üreticisi ülkedir. Ülkenin büyük üreticisi PARTEX, Avrupa pazarlarındaki egemenliğini sürdürürken ABD ve Hindistan üreticileri ile de yarışmaktadır. Parket, Lappeenranta'daki zengin oluşumlardan wollastonit üretmektedir. 40.000 T/y'lık bir kapasiteye sahip olan şirket % 18-20 wollastonit içeren cevherlerine, kalsiti yüzdürüp wollastoniti çökeltten bir köpük flotasyonu tekniği uygulamakta başarılıdır. Parket'in uygulamasında wollastonit konsantresi manyetik ayırmaya bağlıdır ve demirli empretülerin ayrılmasını, sıkıştırma, vakumlu filtrasyon ve öğütme ile yüksek kaliteli demir ürünlerinin eldesi izler. Şirket 70,200,325,400,625 mesh'lik toz ve 10,20,40,63 u'luk iğne yapısında wollastonit üretmektedir. Ürünler

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
AMERİKA	72000	72000	72000	65000	72000	61000	110000	110000
FİNLANDİYA	15402	14669	16917	16979	20571	26000	31400	40000
HİNDİSTAN	16857	27004	26040	23819	31021	---	---	35000
MEKSİKA	10784	9251	13512	9356	10993	10500	10800	15000

*: International Mining, August 1989
World Mineral Production, 1984-1988
Industrial Minerals, December 1990

Çizelge 2: Başlıca üretici ülkeler bazında dünya wollastonit üretimi.

seramik piyasası başta olmak üzere, plastik ve boya sanayiine de hizmet eder.

HİNDİSTAN: Hindistan'daki tek wollastonit üreticisi WOLKEN PVT. Ltd. dir. Şirket Belkapahar'daki madeninden wollastonit ve kalsit üretmektedir. Üretilen wollastonitin bir kısmı toz, diğer bir kısmı parça şeklindedir. Toz tipi ürün (300, 200, 100, 60 mesh) KEMOLİT adı ile satılmaktadır. Wolkem ürünleri seramik sırlarında, sıhhi tesisatta, çatı kaplamalarında, mineral refrakterlerde ve plastiklerde hizmet verecek özelliktedir. İngiltere'deki Gorxto + Garry ve Blue Circle şirketleri Wolkemden aldıkları ham malzemeyi kimyasal uygulamaları için işleyip SNAWFORT adı ile pazarlarlar.

MEKSİKA: Meksika'da wollastonit üretimi ile uğraşan üç firma vardır. WOLLASTONİTA DE MEXİCO S. A. yakın zamana kadar ülkenin önemli üreticisi idi. Ancak 1989 yılında şirket Arcillas Industriaces de Duranga S.A. ya satılmış olup, üretim faaliyeti yoktur. İkinci wollastonit üreticisi olan MİNERALES Y MAQUÍLAS DEL NORTE S.S. (M.M.N.) Zacatecas bölgesinde, La Blanca'daki madeni çalıştırmaktadır. Nihai wollastonit üretimi 900 T/y dır. MMN, 1990 yılı sonunda kapasitesini artırmak için büyük bir primer kırıcı tesis etmiştir. Meksika'daki diğer bir üretici olan GENARAL DE MİNERALES, Lamosa grubunun bir yan kuruluşu olup 1990 yılında tahminen 6.000 tonluk bir üretim yapmıştır.

KANADA: Kanada'da Toronto ve Ottawa arasındaki Delora yatağındaki wollastonit varlığını işlemek üzere COMINCO Ltd. (% 51) ve PLATINOVA RESOURCES Ltd (% 49) şirketleri bir ortaklık kurmuşlar, pilot tesislerindeki testlerini tamamlamışlardır. Delora mineraliza-

syonu kalsit-wollastonit ve diopsitten oluşmuştur. Önce flotasyon ile wollastonit ve diopsit kalsitten, sonra da manyetik ayırma ile wollastonit diopsitten ayrılarak, böylece konsantre wollastonit kazanılacaktır. Ortaklığın üreteceği wollastonit özellikle seramiklerde ve metalurjide kullanılabilir gibidir. Ontario'daki bir başka wollastonit projesi RAM PETROLEUMS Ltd.'ye aittir. 1990 yılı sonunda sondaj programının bitmesi ve ortalama % 35 lik 2.7-2.800 ton cevher üretiminin denenmesi düşünülmüştür.

ŞİLİ: Ülke yüksek kaliteli wollastonit içeren tek yatak Valparaiso'dadır. Toplam üretimi 500 T/y olup iç pazara seramik, boya ve dolgu işleri için arz edilmektedir. Üretimin geliştirilmesi halinde Arjantin ve Brezilya'ya ihraç imkanı doğacaktır

YUGOSLAVYA: GOVERNMENT RESEARCH ORGANISATION (GRO) wollastonit konusunda araştırmalar yapmaktadır. Şirket laboratuvar ölçeğinde flatosyon ve elektromekanik ayırma ile % 90'lık wollastonit konsantresi elde etmektedir. Bu konsantre % 1 den az CaCO₃ ve max % 0,5 Fe₂O₃ içermektedir.

NAMİBİA: Ülkede USAKAS'daki madende 1984 ortalarına kadar, çok saf, beyaz wollastonit üreten MARTU-ROBSON Ltd. yılda 4.800 ton üretim yapmakta iken bugün üretimini durdurmuştur. İlerisi için planları vardır.

YUNANİSTAN: Ülkede, Kimmeria'daki wollastonitler için METALLİC-INDUSTRIALS MINERALS MEVIOR S.A. 500 T/y kapasiteli bir pilot tesis kurmuştur. Yataktaki 300.000 tonluk cevher % 60-70 wollastonit yanında kalsit de içermektedir. Şirketin 1991 Mart/Nisan aylarında üretime başlayacağı tahmin edilmektedir.

ÜRÜNÜN CİNSİ	1986	1987	1988	1989	1990	1991
S/T						
Finlandiya ürününün İng.de teslim fiyatı 300 mesh	155	185	185	185	185-250	185-250
S/T						
A.B.D. de işletmede teslim, iğnemsiz ürün						
200 mesh'den küçük		214	214	235	235-240	260-265
325 mesh'den küçük	110-155	110-155	110-155	175	175-185	175-185
400 mesh'den küçük	140-160	140-160	140-160	190	190-195	190-195
FOB İşletmede yığın olarak 200-325 mesh	92-137	92-137	92-137			
S/T						
A.B.D. FOB yığın olarak 200 mesh				125-177	125-177	125-177
325 mesh				235	235	235

*: Industrial Minerals, April 1986-1991

Çizelge 3: Dünya wollastonit fiyatları.

DÜNYA TİCARETİ VE FİYATLARI

ABD.'deki NYCO ve RT Wanderbilt dünya ticaretini elinde tutan şirketlerdir. 1987'de Wanderbilt 27.000 ton ve NYCO 45.000 ton wollastonit üretmişler ve bunun yaklaşık % 40'ını Avrupa ve Japonya'ya ihraç etmişlerdir.

Hindistan'daki Wolkem 31.000 tonluk üretiminin % 50'sini Avrupalı seramik ve boya üreticilerine, İngiltere, İspanya ve Benelüks ülkelere ayrıca Amerika, Avustralya ve Japonya'ya pazarlamışlardır.

Finlandiya'nın Partek şirketi ürünlerini Almanya, İtalya, İspanya, Avusturya ve Fransa'ya seramik ve kaynak elektrodu sanayileri için pazarlar. Partekin ayrıca Avrupa dışına da satışı vardır. Birkaç yıl öncesine kadar Avrupa'nın wollastonit gereksinmesini Kenya karşılamakta idi. Bugün Avrupa pazarına wollastonit Finlandiya dışında Yunanistan'dan da gelmektedir.

Şili'nin 1990'lı yıllarda dünya wollastonit pazarına gireceği ve Arjantin ve Brezilya'ya ihracat yapacağı beklenmektedir. Meksika'da wollastonit üretiminin çoğu ülkenin talebini karşılamak üzere kullanılmakta ancak komşu ülkeler olan Nikaragua ve Ekvator'a bir miktar ihraç edilmektedir.

Dünya wollastonit fiyatları tane boyutuna göre belirlenmekte olup, yıllar itibariyle değişik boyuttaki wollastonit fiyatları Çizelge 3'de verilmiştir.

TÜRKİYE'DE WOLLASTONİT

Türkiye Wollastonit Rezervleri

Türkiye'de Balıkesir, Çanakkale, Bursa ve Akdağ Madeninde wollastonit oluşumları bilinmektedir. Kontak metamorfizma etkisi ile oluşmuş düzensiz yataklar teşkil etmesi dolayısıyla wollastonit için görünür rezerv verilmesi çoğunlukla mümkün olamamaktadır. MTA Genel Müdürlüğü kayıtlarına geçmiş bulunan

Türkiye'deki wollastonit yataklarının rezerv durumu aşağıda verilmiştir.

a) Bursa-İnegöl-Mesruriye-Tahtaköprü wollastonit zuhuru: Mermer-granit dokanağında düzensiz bir yataktır. Geçmişte bakır madeni olarak işletilmiştir. Yatak açık işletmeye uygun olup, 1.073.000 ton muhtemel rezerv sahiptir. Yataktaki wollastonit kalitesi seramik sanayiine uygundur (Çizelge 4).

b) Çanakkale-Bayramiç-Yeşiller Köyü wollastonit zuhuru: Wollastonit burada kalsit, diopsit ve aktinolit gibi minerallerle birlikte görülmektedir. Yatağın ortalama wollastonit tenörü % 50'dir. Rezervi (görünür+muhtemel) 5.000 ton'dur (Çizelge 4).

c) Çanakkale-Yenice-Kurtlar köyü wollastonit zuhuru: Granodiyorit-mermer dokanağında oluşmuş düzensiz bir yataktır. Bölgedeki wollastonit seramik sanayiinde kullanılacak özelliktedir (Çizelge 4). Bölgede 3.358 ton kadar görünür+muhtemel+mümkün rezerv saptanmıştır.

d) Çanakkale-Çan-Etili wollastonit zuhuru: Mermer-granit dokanağında düzensiz, killi bir yataktır. Temizlenmesi gereken demir emprüteleri içeren yatakta rezerv belirsizdir (Çizelge 4).

e) Balıkesir-Kepsut-Sırçaören Köyü wollastonit zuhuru: Granit-kireçtaşı dokanağında bir skarn oluşumdur. Bölgede detay bir rezerv etüdü yapılmamıştır. Fakat çevredeki bütün yatak ve zuhurların rezervi yaklaşık 500.000 tondur. Yatak % 50 tüvenan wollastonit içeriklidir.

Türkiye'de Wollastonit Üretimi ve Dış Ticareti

Türkiye'de wollastonit sadece Çanakkale Seramik Fabrikaları tarafından üretilmiştir. Çanakkale Seramik wollastonit üretimini 1988 yılına kadar sadece kendi üretimi için yapmıştır. Şirketin üretim kapasitesi 10.000 T/y'dir. Ancak İnegöl wollastonitlerindeki işçi sorunları ve Çanakkale wollastonit sahalarındaki ruhsat

ZUHUR	%									
	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	TiO ₂	MgO	K ₂ O	FeO	A.Z
Bursa-İnegöl-Mesruriye Tahtaköprü	47.95	47.50	0.58	2.37	0.47	0.05	0.78	0.14	—	0.52
Çanakkale-Bayramiç Yeşiller Köyü	79.64	1.50	0.99	11.31	—	—	0.25	—	—	—
Çanakkale-Yenice Kurtlar Köyü	55.51-75	46-48	—	—	—	—	—	—	max.1	—
Çanakkale-Çan-Etili	44.5	39.5	—	—	—	—	—	—	—	—

*: MTA. Derleme No: 6465, 7691, 8878'den derlenmiştir.
A.Z.: Ateş zayıtı

Çizelge 4: Türkiye'deki başlıca wollastonit zuhurlarının kimyasal analiz sonuçları.

anlaşmazlıkları gibi nedenlerle Türkiye wollastonit üretimi aksamış ve nihayet 1984'de durmuştur. Çanakkale Seramik Fabrikası'nın wollastonit üretim maliyeti 1986'da 32.000 TL/T, 1987'de 42.000 TL/T, 1988'de 60.000 TL/T olmuştur. Yıllar itibarıyla talebe uygun olarak üretilen ve ancak yurt içinde tüketilen wollastonitin üretim miktarları histogram şeklinde Şekil 3'te verilmiştir.

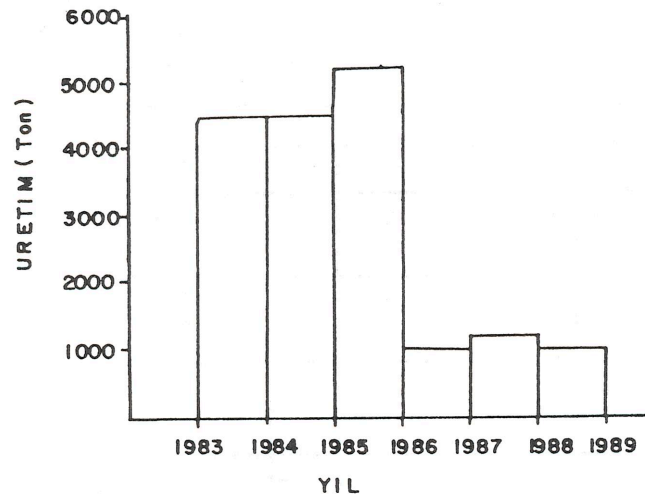
Ülkemizde yurt içi talebe yatecek kadar üretilmiş olan wollastonit için ithalat ve ihracat söz konusu olmamıştır. Ancak yeterli rezervin varlığı, zenginleştirme çalışmaları yapıldığı takdirde ihracat olanağının ortaya çıkabileceğini göstermektedir.

ÇEVRE SORUNLARI

Wollastonitin lifli yapıda olması, asbest ve lifsi zeolitlerin oluşturduğu asbestozis gibi solunum ve sindirim sistemi hastalıklarına, ayrıca havalandırmanın yetersiz olduğu ortamlarda öğütme işlemi silikozis problemine yol açmaktadır. Ma - artıklarının yeraltı suyunu etkileyecek şekilde depolanması, öğütme işleminin iyi havalandırılmış ortamda yapılarak havadaki birim toz miktarının Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından önerilen limitler içinde tutulması zorunludur. Boya sanayiinde ise kolay korezyona uğrayan toz boya uygulamalarında kullanılmamalıdır.

SONUÇ

Dünyada 1950 yılından beri üretilmekte olan wollastonite ait rezervler ABD., Meksika, Finlandiya, Çin, Rusya, Hindistan, G. Afrika, Kanada, Yunanistan ve Yeni Zelanda'dadır. Önemli üreticiler olan ABD., Finlandiya, Hindistan ve Meksika dünya ticaretine de hakim durumdadırlar.



Şekil 3: Yurt içi wollastonit tüketim histogramı (D.P.T. Yıllık Programları 1985-1991'den alınan verilere göre hazırlanmıştır).

Yurdumuzda ise, Bursa, Balıkesir, Çanakkale ve Akdağ Madeni'nde wollastonit varlığı saptanmıştır. 1969 yılından sonra seramik sanayiinde kullanılmak üzere Çanakkale Seramik Fabrikaları tarafından ve sadece talebe yatecek kadar yapılan üretim Kepsut yataklarındaki kalite sorunları, bazı sahaların ruhsat sorunları ve nihayet işçilerle ilgili sorunlar sebebiyle 1988 yılında durmuştur.

1987 yılında Avrupa başta olmak üzere, tüm dünya genelinde wollastonite olan talep artmağa başlamıştır. Bu talep özellikle termal panel duvar uygulamaları ile ilgilidir. Yurdumuzdaki wollastonit rezervlerinin detay etüdleri yapılır ve gerekli zenginleştirme sağlanırsa, Avrupa ülkelerine ihracat şansımız doğabilir.

KATKI BELİRLEME

Bu derlemenin yayına hazırlanışı aşamasındaki katkılarından dolayı Dr. Reşat ULUSAY'a teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alp, İ., 1979, Bursa-İnegöl-Tahtaköprü-Mesuriye köyü civarındaki wollastonit yatağına ait değerlendirme raporu, MTA Derleme No: 6465.
- Andrews, R.W., 1970, Wollastonit. London, Institute of Geological Sciences Mineral Resources.
- Ceramic Industry Ocak 1990 sayısı.
- D.P.T. Yıllık Programlar (1985-1991).
- D.P.T. Özel İhtisas Komisyonu Raporu- 1988.
- D.P.T. Özel İhtisas Komisyonu Raporu (6. Beş Yıllık Kalkınma Planı)- Yayınlanmamış.
- Diyarbakır Bölgesi, Endüstriyel Hammaddeler- 1978.
- İrkeç, T., Yersel, H.G., Kırıkoğlu, M., Demir, N., 1985, Çanakkale-Bayramiç yöresi (Karaköy-Yeşilköy) MTA arama ruhsatlı sahaları ön arama raporu, MTA Derleme No: 7691.
- Industrial Minerals, June 1985; Jan-Feb.-June 1986; Feb., Nov. 1987; Oct. 1988; Jan.-Dec. 1989; Dec. 1990 sayıları.
- International Mining Yearbook, 1990 sayıları.
- International Mining, Agu. 1990 sayısı.
- Kayakıran, S., 1990, Çanakkale-Yenice-Kutlar Köyü ÖİR 1864 No'lu wollastonit sahası maden jeolojisi raporu, MTA Derleme No: 8878.
- Mining Engineering, June 1988, June 1989 sayıları.
- Mining Annual Review, 1990.
- Potter, Michael J., 1987 Minerals Yearbook.
- World Mineral Production, 1984-1988 sayıları.
- World Mineral Statistics, 1983-1987.