

Bir Kil Sahasının Çimento Hammaddesi Olarak Kalite Açısından İncelenmesi

N. Terzibaşoğlu

Batıçım, İZMİR

ÖZET: Batıçım Batı Anadolu Çimento Sanayii A.Ş.'nin İzmir ili, Bornova ilçesindeki kil sahasının kalite açısından çimento hammaddesi olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi yapılmıştır. Kilin kalite açısından çimento hammaddesi olarak değerlendirilmesinde ele alınacak en önemli kriterler silikat modülü, alüminyum modülü ve toplam alkali miktarlarıdır. Bu incelemede, kil sahasından alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçları yukarıda belirtilen kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda kil sahasının heterojen bir yapıya sahip olduğu, bazı bölümlerinin kullanılamaz olduğu ve kilin seçimli madencilik yöntemi ile üretimi yapılması ve sisteme beslemeden önce homojene edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

An Investigation of a Clay Area as a Cement Raw Material in Terms of Quality

ABSTRACT: It has been investigated that, in terms of quality clay area which belongs to Batıçım Batı Anadolu Çimento Sanayii A.Ş. located at Bornova in İzmir can be used as raw material in cement production. The most important criteria for evaluating clay as cement raw material in term of quality are silica modulus, alumina modulus and total alkalies. In this study, the chemical analysis results of the clay samples which were taken from clay area were evaluated according to above mentioned criteria. As a result of evaluation it has been determined that, clay area is heterogeneous, some part of area can not be used as cement raw material, selective mining method should be utilized and prehomogenization should be applied to clay before feeding to process.

1. GİRİŞ

Bu çalışma Batıçım Batı Anadolu Çimento Sanayii A.Ş.'ne ait İzmir ili, Bornova ilçesi Sabuncubeli mevkiindeki kil sahasında yapılmıştır.

Kil sahasında açılan muayene çukurlarından ve tabakalanmaya dik yönde alınan sistematik örneklerin kimyasal analiz sonuçları silikat modülü, alüminyum modülü ve toplam alkali açısından değerlendirilerek malzeme kalitesi belirlenmiştir.

Sahadaki kil çok çeşitli olup, renklerine göre tarif etmek mümkündür. San kil, san, bej, açık kahve renginde olup tortul kökenlidir. İçlerinde kireçtaşı, dolomit, radyolarit, çört, şist çakıllan ya mercekler halinde ya da karmaşık olarak bulunmaktadır. Tabakalarını anın izlenemediği bu çakıllı san kil seviyesi düşük enerjili bir çökeltme ortamında oluşmuş olup, yaklaşık 100 m kalınlığa sahiptir. Çalışma alanındaki beyaz kil birimi, altta bulunan çakıllı san kil üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Beyaz killer yer yer açık bej renkli olup, pekişmemiş dağılan bir yapıya sahiptir, içlerinde çakıllı san kilde olduğu gibi ancak daha seyrek, çakıl seviyeleri bulunmaktadır. Bu çakıllar, genellikle kireçtaşı, dolomit, radyolarit ve çörtlerden meydana gelmiştir. Beyaz kil biriminin ölçülen maksimum kalınlığı 17 m dir. Çakıllı san kil ile beyaz killerin üzerine uyumlu olarak gelen yeşil killer, mavimsi yeşil, koyu kahve ve boz renkli olup, pekişmemiş ve katmanlıdır. Yanal devamlılığı kesintisiz olup, çalışma alanında gözlenen kalınlığı birkaç cm ile 12 m arasında değişmektedir.

2. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Sahadaki 74 değişik noktadan ve 61 muayene çukurundan alınan toplam 135 örneğin kimyasal analizleri yapılarak çimento kalitesine doğrudan etki eden silikat ve alüminyum modülleri ile toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) değerleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda kalite haritası hazırlanarak olumlu ve olumsuz alanlar belirlenmiştir.

Değerlendirme kriterlerinden olan silikat modülü, $\text{S.M} = \text{SiO}_2 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ olarak tanımlanmaktadır. S.M nin belirli sınırlar değerlerinden yüksek oluşu, klinkerin pişme »üçlüğüne, fazla yakıt kullanımına, sinterleş-

menin güç olmasına neden olmakta ve çimentonun donma başlangıcını geciktirerek, çimentonun dayanım kazanmasını da yavaşlatmaktadır. S.M düşük farinler ise kolay sinterleşmekte ve böylece erken dayanım veren çabuk sertleşen çimento üretimine uygun düşmektedir. S.M için ideal bir sayı genellikle 2.2 - 2.6 arasında olmalıdır (Duda, 1985).

Diğer önemli modül, alüminyum modülü A.M dır ve $\text{A.M} = \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3$ olarak formüle edilmektedir. A.M nün düşük olması klinkerleşme ısısını düşürerek daha az yakıt kullanılmasını sağlamaktadır. A.M nün yüksek olması halinde ise çabuk donan ve ilk dayanımları yüksek olan çimentolar üretilmektedir. Bu nedenle farinin A.M nün 1.5 - 2.5 arasında olması istenir (Duda, 1985).

Toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) miktarının yüksek olması çimentoda istenmeyen durumdur. Alkali miktarlar fazla ise, agregalarda bulunabilen çözülebilen silislerle birleşerek alkali reaktivitesini oluşturabilir. Bu nedenlerle alkalilerin en fazla % 2 olması istenmektedir (Duda, 1985).

2.1. Silikat Modülü Dağılımı

Çalışma alanında mevcut kil hammaddesinin silikat modülünün dağılımını belirlemek amacıyla örnek yerlerinin ve numaralarının yer aldığı 1/1000 ölçekli topoğrafik haritaya silikat modülü değerleri işlenmiş ve 0.5 birim aralıklı eş silikat modülü eğrileri çizilmiştir. Böylece kil sahası silikat modülü açısından birbirinden farklı olan üç ayrı zona ayrılmıştır. Bunlar; $\text{S.M} < 2,5$ olan zon, $\text{S.M} = 3-3,5$ olan zon ve $\text{S.M} > 3,5$ olan zon'dur.

KB-GD doğrultusunda geliştiği gözlenen bu bantlar, genel tabakalarına doğrultusunda ile de uyum göstermektedir. Bölgenin güney ve batısında yer alan kireçtaşları sınır olmak üzere, KB-GB uzanımlı yaklaşık 150 m enindeki bant silikat modülü açısından uygun görülmektedir. Bu sonuçlar jeolojik verilerle karşılaştırıldığında bu zon içinde silikat modülü $> 3,5$ dan büyük olan bantların, yeşil kilin hemen altında yeralan, ancak sürekli olmayan, silikatça zengin beyaz kil merceklerine ait olduğu görülmektedir.

2.2. Alüminyum Modülü Dağılımı

Silikat modülü dağılımının belirlenmesinde kullanılan 1/1000 ölçekli baz harita üzerine bu kez alüminyum modülü değerleri işlenmiş ve sahadaki dağılım belirlenmeye çalışılmıştır. Alüminyum modüllerinin genellikle 2.5-3 arasında geliştiği görülmektedir.

Alüminyum modüllerinin 3,5 değerine ulaştığı KB-GD uzanımlı bir zonun varlığı belirlenmiştir. Buna rağmen bu bölgeden alınacak kile % 1-1,5 oranında Fe_2O_3 katılması halinde alüminyum modülü bakımından çimento üretimine uygun malzeme elde edilebilecektir. Sonuç olarak sahadaki killerin alüminyum modülü açısından uygun olduğu görülmektedir.

2.3. Toplam Alkali (Na₂O+K₂O) Dağılımı

Yine 1/1000 ölçekli aynı harita üzerine bu kez Na₂O+K₂O toplamı işlenerek alkalilerin dağılımının ve yoğunlaşma bölgelerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Buna göre bölgede genel tabakalanmaya paralel uzanım gösteren üç ayrı zon görülmektedir.

Bunlar; Toplam alkali (Na₂O + K₂O) $< \%3$ olan alanlar, toplam alkali (Na₂O + K₂O) = %3 - %4 olan alanlar ve toplam alkali (Na₂O + K₂O) $> \%4$ olan alanlardır.

Çimento üretiminde kullanılan kilin içindeki toplam alkali % 4 ü geçmemesi istendiğinden •% 4 ve daha fazla alkali içeren zonlar işletme bakımından uygun olmayan bölgeler olarak değerlendirilmiştir. Buna göre sahada oldukça kaim (40-50 m) olan ve doğudan batıya doğru giderek incelen toplam alkali yüzdesinin % 4 den fazla olduğu bir zon belirlenmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar jeolojik verilerle birlikte değerlendirildiğinde silikat bakımından zengin olan beyaz killerin hemen altında yeralan, ortalama 12 m kalınlığındaki san kilin, Na₂O ve K₂O bakımından zengin olduğu sonucuna varılmaktadır.

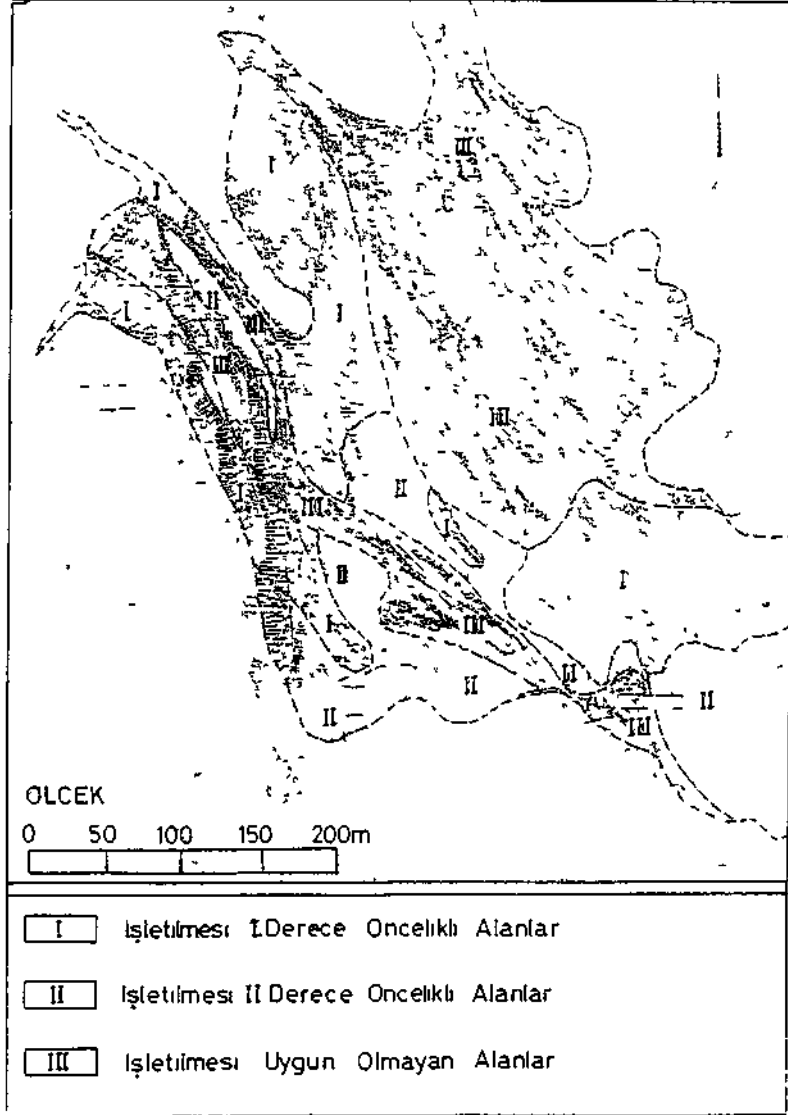
2.4. Silikat Modülü, Alüminyum Modülü ve Toplam Alkali Dağılımı Bakımından İşletilmesi Uygun Alanların Belirlenmesi

Gerek silikat ve alüminyum modülleri gerekse toplam alkali bakımından uygun olan alanların belirlenmesi amacıyla, silikat modülü dağılımı, alüminyum modülü dağılımı ve toplam alkali dağılımı birlikte değerlendirilerek, bu üç kriter açısından olumlu ve olumsuz alanların gösterildiği bit harita üretilmiştir (Şekil 1) Bu haritaya göre,

- O Çimento üretiminde doğrudan kullanılacak malzeme,
- O Çimento üretiminde iyileştirme yapmak (% 1-1,5 Fe_2O_3 katkısı) suretiyle kullanılacak malzeme,

Çimento üretiminde doğrudan kullanılması uygun olmayan malzeme olmak üzere sınıflandırma yapılmıştır

Harita incelendiğinde sahanın büyük bir bölümündeki kılın çimento hammaddesi olarak kullanılmasının uygun olmadığı ve uygun olan zonlarda da yer yer uygun olmayan killerin varlığı gözlenmektedir



Şekil 1 Kıl Sahasının Kalite Değerlendirme Haritası

3. Numunelerin Kimyasal Özellikleri

Deneylere esas teşkil eden san, beyaz ve yeşil renkli kil numuneleri ayrı ayrı kaşınarak homojen hale getirilmiş, kimyasal analizler, konileme-dörtleme yolu ile hazırlanan bu temsili numuneler üzerinde yapılmış ve sonuçlar Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Yeşil, Beyaz ve San Renkli Kil Numunelerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

ANALİZLER %	YEŞİL KİL	BEYAZ KİL	SARI KİL
SiO ₂	44.70	50.00	47.70
Al ₂ O ₃	10.43	10.35	11.50
Fe ₂ O ₃	3.77	3.35	3.83
CaO	17.08	15.82	5.06
MgO	2.25	1.72	1.83
Na ₂ O	0.23	0.82	0.78
K ₂ O	1.81	2.22	2.58
TiO ₂	0.43	0.42	0.42
KK	18.51	16.00	15.34
TOPLAM	99.21	100.70	99.04
SM	3.35	3.64	3.11
AM	2.76	3.08	3.00
Na ₂ O+K ₂ O	2.04	3.04	3.36

Kimyasal analiz sonuçlarına göre yeşil kilden san kile doğru SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, K₂O'nun arttığı, buna karşılık CaO, MgO ve kizdırma kaybının azaldığı görülmektedir.

4. Numunelerin Mineralojik Özellikleri

Kil sahasından alınan yeşil, beyaz ve san renkli temsili kil numuneleri öncelikle mikroskopta incelenmiş, daha sonra bu numunelerden seçilerek ayrı ayrı parçalardan hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskop altında incelenerek mineral determinasyon-

lan yapılmıştır. Bu incelemede kil mineralleri, kil minerallerine eşlik eden diğer aksesuar mineralleri ile boyutlan, şekilleri, dağılımları ve serbestleşme durumları etüdü edilmiştir. Mineralojik özellikler ayrıca X-ışınlan analizi (XRD) ve DTA analiz yöntemleri ile de belirlenmiştir.

Mineralojik analizler sonucu kil sahasından alınan 15 adet ince kesitin determinasyonu, bu bölgede kumlu kireçtaşı, killi kireç taşı, mikritik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşı, rekristalize kumtaşı, radyolarit, kuvars, kalsit, mikaşit, mikrodolomitik kireçtaşı ile andezit gibi kayaçların varlığını kanıtlamıştır.

Killi kireçtaşının içinde % 5-6 oranında 0.40 ile 0.01 mm boyutlarında kuvars, ortoz, sanidin ve plajiyoklaslar, 0.80 mm ye varan boyutlarda çört parçalan izlenmiştir.

Kumlu kireçtaşı içinde boyutlan 5 mm ye varan kataklastik kuvars nodülleri, boyutlan 1.00 ila 0.02 mm arasında değişen plajiyoklas, radyolarit, kuvars şist, silttaşı parçalan görülmektedir. Bu parçalar killi ve karbonatlı bir matriks ile çimentolanmışlardır.

Kuvars-kalsit ve mikaşit numunesi içinde bol miktarda kalsit ve bunların araştırma serpilmiş kuvars kristalleri görülmektedir.

Radyolarit numunesinde çok az metamorfizma görülmektedir. Radyolarit kristallerinin yam sıra az miktarda yer alan kil serisite dönüşmüştür. Çatlaklar ise sekonder kalsit mineralleri ile doldurulmuştur.

Andezit nodüllerinden yapılan ince kesitlerde çoğunlukla 5 ila 1 mm boyutlan arasında değişen zonal yapıları plajiyoklas fenokristallerine rastlanmaktadır. Albitten anortite

kadar kalkosodik feldspatları her cinsine rastlanılan bu numunelerde kuvars, anfibol, piroksen ve bu minerallerin mikrolitleri yan camsı bir killi hamur ile çimentolanmışlardır. DT A incelemeleri, saf numunelerde ısı işlem karşısında gösterecekleri endotermik ve egzotermik reaksiyonları, buna bağlı olarak da dehidrasyon, dekompozisyon gibi yapısal değişimlerin gerçekleştiği sıcaklık düzeylerini tespit etmek amacı ile yapılmıştır. Ancak yeşil, beyaz ve san renkli temsili kil numuneleri tek bir mineralden oluşmamış, heterojen malzemeler olduklarından elde edilmiş olan DTA verileri son derece karmaşıktır. Bu nedenle eğrilerden elde edilen sıcaklık düzeyleri iki ayrı biçimde belirmektedir. Numuneler içinde yer alan minerallerden illit ve diğer simektit grubu mineralleri ile kalsit baskın oranda olup, bu nedenle DTA işleminde öncelikle dehidrate ve dekompoze olmaktadır. Bu durum ise 100-142 °C ler arasında gözlenen (örneklerimizde 130 °C dolayında) illit dehidrasyon piki ile 890-900 °C ler arasında gözlenen kalsit dekompozisyon piki ile belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR

Kil sahasından alınan numunelerin kim-yasal analiz sonuçları Çizelge 2 de görülmüştür olup, maksimum ve minimum değerleri arasında çok büyük farklılıkların olduğu görülmektedir. Bu durum kil sahasının heterojen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Kil sahasında silikat, alüminyum ve toplam alkali yüzdeleri bakımından uygun olan kısımların belirlenmesi amacı ile silikat modülü dağılımı, alüminyum modülü dağılımı ve toplam alkali yüzdesi dağılımına bağlı olarak,

Çizelge 2. Kil Numunelerin Kimyasal Analiz Sonuçları

Analizler	Minimum %	Maksimum %
SiO ₂	25.0	62.5
Ab.Ch	5.8	15.5
CaO	3.7	37.2
K ₂ O	0.4	3.5
Na ₂ O	0.1	1.40
K.kayı	7.1	30.3

- O Çimento üretimine doğrudan girebilecek kil,
- O Demir katkısı ile çimento üretiminde kullanılabilir kil,
- O Çimento üretimine giremeyecek kadar kötü kaliteli kil zonları saptanmıştır.

Kil sahasındaki yeşil, beyaz ve san kil seviyelerinden alınan numunelerin XRD ve DTA analizleri, her üçünün de ana kil mineralinin illit olduğunu göstermiştir.

Kil sahasından alınan değişik numunelerdeki iri tanelerin makroskopik ve mikroskopik incelemeleri sonucu, kumlu, killi kireç taşları, andezit ve bazaltlar içerisinde plajiyoklaslar grubu kalkosodik feldspatlardan albit, andezin, oligoklas, labrador ve anortit minerallerinin varlığı saptanmıştır.

Mikroskopik analizler ile X-ışınları difraksiyon analizleri san ve beyaz renkli killerin anortit içerdiğini ve serbest silikatça da (kuvars) zengin olduğunu göstermiştir.

Sahadaki kil önemli ölçüde değişim göstermektedir. Bu durumda kil kalitesi her an değişmekte ve içindeki sodyumlu feldspat ve

kuvars miktarına bağı olarak sapmalar gözlenmektedir. Bu durumu önlemek için; yapılan belirlemelerin ışığı alunda uygun kimyasal ve mineralojik yapıya sahip kil "*Seçimli Madencilik Yöntemleri*" ile üretilmeli ve harmanlanarak homojene edildikten sonra sisteme beslenmelidir

6. KAYNAKLAR

DUDA, WH. 1988. "Cement-Data-Book", Bauverlag GmbH, Volume 3, Wiesbaden und Berlin

