

KİREÇ SÖNDÜRME ŞARTLARININ SÖNDÜRÜLMÜŞ KİREÇ KALİTESİNE ETKİSİ

The Effect of Lime Slaking Conditions on Slaked Lime Quality

Özen KILIÇ (*)
Mesut ANIL (**)

ÖZET

Yapılan çalışma ile söndürme şartları ve farklı su yüzdelerinde söndürülerek üretilen kireçlerin özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Laboratuvar şartlarında 1000 °C'de kalsine edilmiş söndürülmemiş kireçlerin (CaO) ve ağırlıkça farklı su yüzdelerine sahip söndürülmüş kireçlerin (Ca(OH)₂) özellikleri (porozite, özgül yüzey alanı, %aktif CaO, %Ca(OH)₂) belirlenmiştir. Deneyler sonucunda sönmemiş kireci söndürmek için kullanılan kirecin ağırlıkça %50 ve %60'ı kadar suyun çok yetersiz bir söndürme yaptığı ve ağırlıkça %70 suyun ise yeterli söndürme yaptığı görülmüştür. Bununla beraber ağırlıkça %70'lik su ilavesinin zaman zaman kalitesi yüksek kireçte yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Beyazlık deneyleri sonucunda gerek sönmemiş ve sönmüş kireç örneklerinin yüksek derecede beyazlık gösterdiği, bu özellikleri açısından da çok iyi bir kaliteye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: CaO, Ca(OH)₂, Kireç Reaktivitesi, Kireç Söndürme Şartları, Beyazlık

ABSTRACT

In this study, the relations between slaking conditions and the properties of the slaked limes produced in different water ratios were investigated. The properties (porosity, specific surface area, %free CaO, %Ca(OH)₂) of quicklimes (CaO) and calcined at 1000 °C and slaked limes were determined in laboratory conditions. At the end of the tests, it was seen that the water ratios, at 50% and 60% weight of quicklimes are inadequate and 70% weight of quicklimes is adequate for slaking process. However, the water ratio of weight %70 was occasionally determined insufficient for high quality quicklimes. At the end of the whiteness tests, the samples of quicklimes and slaked limes were showed higher whiteness degree and had determined in good quality according to their whiteness.

Keywords: CaO, Ca(OH)₂, Lime Reactivity, Porosity, Lime Slaking Conditions, Whiteness

(*) Öğr.Gör.Dr., Çukurova Üniversitesi Maden Müh. Bölümü, Balcalı, Adana, zenkilic@cu.edu.tr

(**) Prof.Dr., Çukurova Üniversitesi Maden Müh. Bölümü, Balcalı, Adana, manil@cu.edu.tr

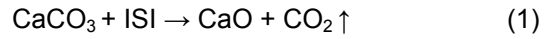
1. GİRİŞ

Kireç antik çağlardan beri bilinen ve çok yönlü kullanımı olan bir maddedir. Kireç üretiminin hammaddesi kireçtaşıdır. Kireçtaşları yüksek kalsiyum içeren kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı olmak üzere kabaca iki sınıfa ayrılabilir. Yüksek kalsiyumlu kireçtaşları %97-99 CaCO₃ içermektedir. Dolomitik kireçtaşlarında MgCO₃ oranı %43'e kadar yükselebilmektedir. Oluştugu yere, içerdiği safsızlıkların cinsi ve miktarına, kullanım alanlarına göre 40 kadar kireçtaşı cinsi bulunmaktadır (Boynton, 1980; National Lime Association, 1990; Oates, 1998; Erol vd, 1998).

Kirecin kullanımı, çok eski zamanlardan beri öncelikli olarak inşaat sektöründe; ardından ise kimya sektöründe (dezenfektan olarak) olmuştur. 20. yüzyılın başında hızla gelişen kimya ve demir-çelik endüstrisi ile çok büyük miktarlarda kireç kullanılmaya başlanmıştır. Kirecin endüstri, tarım ve çevre sektörlerindeki gün geçtikçe artan kullanımı, kireç üretim yerlerinin yaygınlığının, kullanım yerlerine yakınlığının, üretim teknolojisinin geliştirilmesinin ve bu sayede fiyatının diğer rakip kimyasallara oranla oldukça ucuz olmasının bir sonucudur. Birçok kimyasal prosesin (nötralizasyon, absorpsiyon, kostikleştirme gibi) ana girdisi olması, kimyasallarla çabuk reaksiyona girerek istenmeyen maddeleri bünyeden uzaklaştırması, pahalı kimyasalların geri kazanılmasındaki rolü, organik canlılar için besi maddesi olması, ucuzluğu ve kolay bulunması gibi nedenler bu

malzemenin yaygın biçimde kullanılmasında önemli rol oynamaktadır. Kireç, portland çimento ve beton yapımında hammadde bileşeni, inşaat harç ve sıvalarında bağlayıcı, demir-çelik endüstrisinde safsızlaştırıcı, gaz beton endüstrisinde bağlayıcı, çevre denetiminde arıtma kimyasalı, asitli toprakların rehabilitasyonunda pH dengeleyicisi, çeşitli kimyasal maddelerin elde edilmesinde ara reaksiyon kimyasalı veya nihai ürün bileşeni, yol zemin inşaatlarında ve asfalt yapımında aşınmaya karşı katkı maddesi olarak pek çok alanda kullanılmaktadır (Çiçek, 1999; Anıl ve Kılıç, 2000; Anıl vd, 2001; Kılıç, 2005).

Kireç, kireçtaşının fırınlarda 900 °C civarındaki sıcaklıklarda kalsine edilmesi ile elde edilmektedir (eşitlik 1).

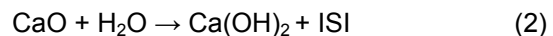


Kireç üretiminde, kireçtaşı veya dolomitik kireçtaşı, irice bloklar halinde özel fırınlarda 900-1000 °C sıcaklıkta kızdırılarak (kalsine edilerek), sönmemiş kirece (CaO veya CaO+MgO) dönüştürülmektedir (Kılıç, 2005, Kılıç ve Anıl, 2005; Kılıç ve Anıl, 2006). Sönmemiş kireç suya karşı oldukça aktiftir ve özellikleri Çizelge 1'de ayrıntılı olarak verilmiştir. (TS 30, 1993). Ticari olarak kireç olarak anılan ürün sönmemiş kireç (CaO) ve sönmüş kireç (Ca(OH)₂) şeklinde üretilmektedir.

Çizelge 1. Söndürülmemiş Kirecin Özellikleri (TS 30, 1993).

Bileşim ve oranlar (ağırlıkça %)	Kalsiyum Kireci			Dolomit Kireci	
	KK 90	KK 80	KK70	DK 85	DK 80
CaO, en az	90	80	70	85	80
MgO	≤5	≤5	≤5	≥30	>5
CO ₂ , en çok	4	7	12	7	7
Asitte çözünmeyen maddeler, SiO ₂ dahil, en çok	2	2	2	2	2
Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , TiO ₂ , metal oksitleri, en çok	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
SO ₃ , en çok	2	2	2	2	2

Reaksiyon ürünü kalsiyum oksit veya diğer ismi ile sönmemiş kireç (CaO) bu haliyle kullanıldığı gibi, suyla reaksiyona sokularak sönmüş toz kireç (Ca(OH)₂) şeklinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (eşitlik 2).



CaO veya CaO+MgO suyla karıştırılarak söndürülünce (Ca(OH)₂ veya CaMg(OH)₄ ortaya çıkmaktadır; bunlar sönmüş kireçtir ve kireç olarak kullanılmaktadır. Sönmüş kirecin özellikleri

ise Çizelge 2'de verilmektedir (TS 30, 1993). Sönmemiş kireç suyla reaksiyona girdiğinde ısı açığa çıkmakta ve önceleri çok hızlı yükselen sıcaklık sönmenin sonlarına doğru sabitleşmektedir. Bu ısı, kireç taneciklerinde büyük termal iç gerilimlere neden olarak sönmemiş kirecin tozlaşmaya kadar parçalanmasına yol açmaktadır. Sönme işlemi devam ederken su buharı oluşmakta ve hafif bir ses meydana gelmektedir. Sönme olayı CaO'nun pişme biçimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Sönmemiş kireç fırın üretim şartlarına, fırın sıcaklığına ve fırında kalma süresine bağlı olarak yumuşak pişmiş, sert

pişmiş ve çok sert pişmiş olarak isimler almaktadır. Kirecin aktivitesini belirlemede kullanılan T_{60} deneyinde yumuşak pişmiş, gözenek sayısı fazla ve aktivitesi yüksek kireçlerin 3-4 dakika içinde çok şiddetli reaksiyon göstererek 60-80 °C sıcaklığa çıktığı; sert pişmiş gözenek sayısı az, aktivitesi düşük kireçlerin ise daha uzun sürede bu sıcaklığa çıkabildiği belirlenmiştir. Çok sert pişmiş kireçlerin ise 60-80 °C sıcaklığa hiçbir zaman çıkamadığı gözlenmiştir (Boynton, 1980; Song ve Kim, 1990; Lokman, 2000).

Çizelge 2. Sönmüş Kirecin Özellikleri (TS 30, 1993)

Bileşim ve oranlar (ağırlıkça %)	Kalsiyum Kireci (S-KK)			Dolomit Kireci (S-DK)	
	S-KK 90	S-KK 80	S-KK70	S-DK 85	S-DK 80
CaO, en az	90	80	70	85	80
MgO	≤5	≤5	≤5	≥30	>5
CO ₂ , en çok	4	7	12	7	7
Asitte çözünmeyen maddeler, SiO ₂ dahil, en çok	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , TiO ₂ , metal oksitleri, en çok	1	1	1	1	1
SO ₃ , en çok	2	2	2	2	2

Sönme reaksiyonunun sonucuna göre 56 birim tamamen CaO'ya dönüşmüş sönmemiş kireçten 74 birim sönmüş kireç Ca(OH)₂ oluşmakta ve dönüşüm sonucunda CaO'nun ağırlığı ise %32 artmaktadır. Başka bir deyişle 100 kg CaO'ya 32 litre su ilave ederek 132 kg Ca(OH)₂ elde edilmektedir. Uygulamada buharlaşma ve suyun tam reaksiyona girememesi nedeni ile daha fazla su verilmesi gerekmektedir. Yani sırf teorik ihtiyaç kadar su verilirse (CaO'nun ağırlıkça %32'si) kireç yetersiz hidrate olmakta ve bu dengesizlikten dolayı da Ca(OH)₂ yanında hidrate olmamış CaO'ya da rastlanabilmektedir. Bu nedenle 1 kg sönmüş kireç elde etmek için CaO ağırlığının en az %68'i veya Ca(OH)₂ ağırlığının en az %52'si kadar su vermek gerekmektedir (eşitlik 3- 4).

$$H_2O \text{ (ideal)} = 0,32CaO = 0,24 Ca(OH)_2 \quad (3)$$

$$H_2O \text{ (gerçek)} = 0,68CaO = 0,52 Ca(OH)_2 \quad (4)$$

Söndürme suyunun miktarı arttıkça sönme hızı azalmaktadır. Su aşırı miktarda ve çok hızlı bir şekilde verilirse *kireç boğulmakta*; CaO yüzeyi hidrate olarak suyun iç bölgelere ilerlemesine

engel olmakta, söndürme gecikmekte ve yetersiz gerçekleşmektedir. Az miktarda su ile yapılan söndürmede ise *kireç yanmaktadır*. Söndürme işlemi sırasında oluşan aşırı sıcaklık artışından dolayı (200-300 °C) hidrate olmuş bir kısım kireç tekrar dehidrate olmaktadır. Sonuçta ise dehidrate olmuş oksitler ve hidrate olmuş kısımlar birlikte bulunarak kullanışsız bir ürün ortaya çıkmaktadır. Belirtilen bu olumsuzlukları yaşamamak için söndürme işlemi sırasında kirece su kademeli, ölçülü ve belirli dozajlarda verilmelidir (Lokman, 2000).

Söndürülmemiş kireç (CaO veya CaO+MgO), kaba bloklar halinde veya öğütülmüş olarak piyasaya sürülebilmektedir, fakat suya karşı çok hassas oldukları için korunması zor ve paketlenmesi pahalıdır. Sadece kısa sürede kullanılacak olanlar ham haliyle tutulmaktadır. Piyasaya az miktarda sürülmektedir. Asıl yaygın kullanım tarzı, kireci söndürüp bazı teknik işlemlerle suyunu yarım moleküle kadar indirdikten sonra, öğütüp paketleyip piyasaya sunmaktır. Kullanıcılar söndürme işlemi yapmaksızın suyla karıştırıp doğrudan kireç elde etmektedir. Söndürülmüş kalsiyum kireci,

kalsiyum hidrattır ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Söndürülmüş dolomit kireci ise, kalsiyum/magnezyum hidrattır ($\text{CaMg}(\text{OH})_4$). Her iki kirecin kurutulması ile söndürülmüş toz kireç elde edilmektedir. Bunlar kraft kağıdından veya yüksek yoğunluktaki polietilenden yapılan torbalar içine 25 kg olacak şekilde doldurularak piyasada satışa sunulmaktadır.

1.1 Sönmüş Kirecin Hidrat Şekilleri

Kalsiyum hidroksit içindeki su miktarlarına göre çeşitli formlarda kullanılmaktadır. Bunlar kuru hidrat, hamur kireç, kireç süspansiyonu, kireç sütü, sulu kireç ve atmosferde sönmüş kireç şeklindedir (Boynton, 1980, Oates, 1998; Wiersmn vd, 1998).

- ❖ Kuru Hidrat: Hidratın en yoğun olarak bulunduğu bu form, kuru beyaz bir tozdur. %72-75 oranında aktif CaO ihtiva etmektedir. Dökme ağırlığı 0,400 kg/l ve BET yüzey alanı 16,9 m²/g'dir.
- ❖ Hamur Kireç: Sönmemiş kirece kuru hidrat üretimi için gereğinden fazla su ilavesi ile (1 kısım CaO+1-1,4 kısım su) elde edilen hamur kireç, %40-60 oranında $\text{Ca}(\text{OH})_2$ +%30-40 oranında su içermektedir.
- ❖ Kireç Süspansiyonu (Bulamacı): Kireç hamuruna göre daha sulu olan bu bulamacın taşınması pompalar yardımı ile yapılmaktadır. 1 kısım CaO'ya 2 kısım su ilave edilmesi ile elde edilmektedir ve %20-35 oranında $\text{Ca}(\text{OH})_2$ +%55-73 oranında su içermektedir.
- ❖ Kireç Sütü: Kireç bulamacından daha akışkandır. Direkt olarak sönmemiş kireçten 1:3-1:4,5 oranlarında söndürülerek elde edilen kireç sütü, %1-20 oranında $\text{Ca}(\text{OH})_2$ +%80-99 oranında su içermektedir.
- ❖ Sulu Kireç: Sulu kireç, CaO'nun doymuş veya doymamış halde suda çözünmesi ile elde edilmekte ve herhangi bir katı madde içermemektedir. Karışım sıcaklığına bağlı olarak 1,4-0,054 g/CaO'ya eşdeğer $\text{Ca}(\text{OH})_2$ içermektedir. Sıcaklığın

artması ile $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin suda çözünmesi azalacağından yüksek sıcaklıklarda katı kireç taneleri çökelmektedir.

- ❖ Atmosferde Sönmüş Kireç: Sönme çok yavaş gerçekleşmekte, ısı oluşumu çok az olmakta ve havadaki CO₂'nin etkisi ile günler, haftalar sonunda (havadaki neme bağlı olarak) oksit hidroksit ve karbonat karışımı oluşmaktadır.

1.2 Sönmüş Kirecin Özellikleri

Söndürme sırasında kirecin yüzey alanı 20-40 kat artarak 0,4-1,3 m²/g (sert pişme, sönmemiş kireç 0,44-0,67 m²/g; yumuşak pişme, sönmemiş kireç 1,18-1,30)'dan 14-32 m²/g'a kadar çıkmaktadır. Ayrıca sönmemiş kireç ne kadar küçük taneli ise sönmüş kireç de o kadar küçük taneli olmaktadır. Hidratasyon sırasında suda bulunan iyonlar (SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+), ortam sıcaklığı, suyun sıcaklığı ve suyla yapılan karışımlar da yüzey büyüklüğüne yani kirecin aktivitesine etki etmektedir (Çizelge 3) (Boynton, 1980; Oates, 1998; Potgieter vd, 2003).

Yüzey alanı sönmüş kirecin en önemli özelliğidir. Yüzey alanı kireçlerin aktivite tayini açısından en güvenilir ölçülerden birisidir. Kirecin m²/g cinsinden ölçülen alanı ne kadar büyükse aktivitesi de o kadar fazla olmaktadır. Yüzey alanı büyük olan kirecin çökme hızı, plastisite, emme kapasitesi vb. fiziksel özellikleri oldukça iyidir.

Kirecin alkol-su veya şeker-su karışımı ile söndürülmesi sonucunda daha büyük özgül yüzey elde edilebilmektedir. Henüz araştırmaların devam etmesine rağmen yüzey alanı, %60 oranında alkol (metanol) katılarak söndürülmüş öğütülmüş sönmüş kireçlerde 35-43 m²/g, şeker (amine/glikol)-su karışımı ile söndürülmüş kireçlerde ise 46 m²/g olarak ölçülmüştür (Boynton, 1980, Oates, 1998).

Çizelge 3. Söndürme Şartlarının Sönmüş Kireç Yüzey Alanına Etkisi

Söndürme	Yüzey alanı (m ² /g)
Soğukta söndürme (5 °C)	6,67
Buharla söndürme (113 °C)	8,05
Şeker-su karışımı ile söndürme	37-46
Etanol-su karışımı ile söndürme	36-46

2. MALZEME VE YÖNTEM

Ceyhan ve Karaisalı yöresi kireçtaşlarından kireç üretimi yapılan fırınlara kireç üretmek için beslenen kalitede kireçtaşı örnekleri (%98.6±0.6 CaCO₃, ince taneli, sık yapılı, açık renkli) alınmış, 0.5 mm boyutuna kırılmış, Electromag marka ısı kontrollü laboratuvar fırınında yumuşak pişmiş tipte kireç üretmek için 1000°C sıcaklıkta 1 saat süre ile pişirilmiştir ve ardından soğuması için desikatörde bekletilmiştir. Kireç örneklerinin pişme tipinin incelenmesi amacı ile söndürme deneyleri yapılmadan önce örnekler üzerinde hacim değişmezliği tayini, gözeneklilik ve özgül yüzey alanı tayini deneyleri yapılmıştır. Hacim değişmezliği tayini deneyi ile, sönmemiş kireç 0.090 mm'nin altına ufalandıktan sonra TS 32 (1999)'de belirtilen şartlarda musluk suyu ile karıştırılarak 5 cm çapında yaklaşık 1 cm kalınlığında bir kalıp içerisine dökülerek kireç hamurunun normal şartlar altında hacim değişiminin kontrolü ve hidrolik bağlama kabiliyetinin görsel olarak takibi yapılmıştır. Kurutulan tabletlerin yüzeylerinde çatlama meydana gelmemiş olması örneklerin pişme şartlarının iyi olduğunu, içinde pişmeden kalan

çekirdek CaCO₃ miktarının ~%2-3'den küçük olduğunu ve söndürme işleminden sonra piyasaya sürüldüğünde inşaat kirecinde görülebilen çiçeklenme problemi gibi sorunlar çıkarmayacağını göstermektedir (Şekil 1) (Kılıç, 2005).

Söndürme işlemi için sönmemiş kireç (CaO) örneklerinden herbir deney için 4 gram alınarak farklı ağırlıkça % su miktarında su ilavesi yapılarak söndürülmüştür. Söndürme işlemi sonrasında elde edilen sönmüş kirecin (Ca(OH)₂) içerdiği %CaO ve %Ca(OH)₂ miktarları TS 30'a göre yapılan analizlerle belirlenmiştir (Çizelge 4). Deneylerde musluk suyu kullanılarak üç farklı su miktarları ile söndürme gerçekleştirilmiştir. Bunlar;

- ❖ %50'luk H₂O ilavesi için 2.0 g H₂O
- ❖ %60'luk H₂O ilavesi için 2.4 g H₂O
- ❖ %70'luk H₂O ilavesi için 2.8 g H₂O şeklindedir.

Ayrıca üç farklı su yüzdelerinde söndürülmüş kireç örneklerinin gözeneklilik ve özgül yüzey alanı ölçümleri de yapılmıştır.



Şekil 1. Hacim Değişmezliği Tayini Yapılan Kireç Tabletleri

Çizelge 4. Değişik Su İlavelerinde Söndürülmüş Kireçlerin Özellikleri

Örnek	%50 ağırlıkça su ilavesi		%60 ağırlıkça su ilavesi		%70 ağırlıkça su ilavesi	
	%CaO	%Ca(OH) ₂	%CaO	%Ca(OH) ₂	%CaO	%Ca(OH) ₂
Karaisalı Kireci	72,52±1,12	95,63±1,56	71,11±0,90	93,93±1,22	68,18±2,29	89,69±3,09
Ceyhan Kireci	72,12±0,29	95,20±0,38	70,11±1,03	92,53±1,36	68,29±0,93	90,14±1,24

Sönmemiş kireci söndürmek için kullanılan kirecin ağırlıkça %50 ve %60'ı kadar su ilavesi ile söndürülmesinin çok yetersiz bir söndürme yaptığı ve ağırlıkça %70'lik su ilavesinin ise yeterli olduğu görülmüştür. Bununla beraber ağırlıkça %70'lik su ilavesinin zaman zaman kalitesi yüksek kireçte yetersiz kaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4). Söndürme işlemi sonunda, ağırlıkça %70-80 su ilavesi ile söndürülmüş kireç örnekleri üzerinde gözeneklilik ve yüzey alanı belirleme çalışmaları yapılmıştır.

2.1 Gözeneklilik Ölçümleri

Deneylerde kullanılan kireçtaşı örnekleri 1000 °C sıcaklık değerlerinde kalsine edildikten sonra sönmemiş kireç (CaO) ve ağırlıkça %70 ve %80 su yüzdelerinde söndürülmüş kireç örneklerinin (Ca(OH)₂) gözeneklilik ölçümleri Autopore II 9220 Civalı porozimetre cihazı ile yapılmıştır. Tüm deneyler ıslatma açısı 130°, civa yüzey gerilimi 485.0 dyn/cm, maksimum civa basıncı 2721 atm olan sabit deney koşullarında

gerçekleştirilmiştir. Gözeneklilik eşitlik 5 ve eşitlik 6 yardımı ile hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

$$\text{Gözeneklilik (\%)} = \frac{A}{B} \times 100 \quad (5)$$

A: Nüfuz eden toplam civa hacmi (ml/g)

$$B = \frac{1}{\text{Örneğin yoğunluğu}} + A \quad (6)$$

Çizelge 5'de verilen değerler incelendiğinde sönmemiş kireçte gözeneklilik en düşük iken iki farklı yüzdede su ilavesi ile söndürüldüğünde gözeneklilik değerlerinin artmaya başladığı görülmektedir. Kirecin kalitesine ve söndürme şartlarına bağlı olarak bu değerlerin 30-40 m²/g'a kadar da çıkabileceği literatürde belirtilmektedir (Boynton, 1980; Oates, 1998; Potgieter vd, 2003).

Çizelge 5. Sönmemiş ve Sönmüş Kireç Örneklerinin Gözeneklilik Ölçüm Değerleri

Örnek Adı	Örnek	Nüfuz Eden ΣCiva Hacmi (ml/g)	Ortalama Gözenek Çapı (µm)	ΣGözenek Yüzey Alanı (m ² /g)
Karaisalı Kireci	CaO	0,45±0,07	1,67±1,08	0,07±0,05
	%70 Ca(OH) ₂	0,54±0,01	6,60±1,05	0,11±0,05
	%80 Ca(OH) ₂	0,57±0,05	6,61±0,62	0,46±0,38
Ceyhan Kireci	CaO	0,84±0,01	2,37±1,72	0,50±0,43
	%70 Ca(OH) ₂	1,05±0,01	9,76±2,54	0,18±0,16
	%80 Ca(OH) ₂	1,06±0,02	36,83±9,69	0,02±0,00

2.2 Özgül Yüzey Alanı Ölçümleri

Gözeneklilik deneyine tabi tutulan örnekler üzerinde aynı zamanda BET (Brunauer, Emmett and Teller) yöntemi ve Micromeritics Flow Sorb II-2300 cihazı ile yüzey alanı tayini yapılmış ve Çizelge 6'da verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelgede verilen değerler incelendiğinde en büyük yüzey alanı sonuçlarının kirecin ağırlıkça %70 su ilavesi ile söndürülmesi ile elde edildiği; %80 su ilavesi ile yapılan söndürmede ise kireçte suya aşırı doyma olduğu (kirecin boğulmaya başladığı) ve özgül yüzey alanı değerlerinin ise tekrar azalma eğilimine girdiği görülmüştür.

Çizelge 6. Söndürülmüş Kireç Örneklerinin Yüzey Alanı Ölçümleri

Örnek Adı	Sönmemiş Kireç (CaO)	Yüzey Alanı (m ² /g) %70 Ca(OH) ₂	%80 Ca(OH) ₂
Karaisalı Kireci	3,94±0,01	7,13±0,02	7,11±0,01
Ceyhan Kireci	2,59±0,01	27,87±0,01	26,82±0,01

2.3 Beyazlık Testleri

Sönmemiş kireçler ve farklı su yüzdelerinde söndürülmüş kireçler üzerinde Canadian Research Institu model CG-186 reflektometresinde yeşil filtre kullanılarak beyazlık analizleri yapılmıştır.

Beyazlık testleri sonucunda laboratuarda elde edilen gerek sönmemiş gerekse sönmüş kireç örnekleri, yüksek derecede beyazlık göstermiş olup bu özellikleri açısından çok iyi kaliteye sahip oldukları belirlenmiştir. Endüstriyel boyutta pişirmede elde edilecek kirecin yakıttan gelen safsızlıklar ve homojen olmayan pişme sebebi ile bu kadar beyaz olmayacağı açıktır.

2.4 Piyasada Satılan Bazı Sönmüş Kireçler Üzerinde Yapılan İncelemeler

Ülkemizde kireç üretimi gerçekleştiren çeşitli fırınlarda üretilen ve şu an piyasada satılan kireçler, özelliklerinin belirlenmesi amacı ile analiz edilmiş ve analiz sonuçları ise Çizelge 7'de verilmiştir. En kaliteli kireçler, Ca(OH)₂ miktarı %80 ve üzeri olan bilgisayar kontrollü modern fırınlardan veya modifiye edilmiş eski tip fırınlardan elde edilmiştir. Kirecin kalitesinin belirlenmesinde göz önüne alınan parametrelerden biri olan % Ca(OH)₂ miktarı beslenen kireçtaşının kalitesine, fırın özelliklerine ve fırın çalışma koşullarına bağlı olarak modern fırınlarla homojen kireç üretimi yapan firmalarca üretilmektedir.

Çizelge 7. Piyasada Satılan Çeşitli Sönmüş Kireçlere ait Analiz Sonuçları

Firma Adı	Kireç Türü	CaO (%)	Ca(OH) ₂ (%)	Renk
Kaksan Kireç	SKK 80 T	68,64	90,61	Beyaz
Entegre Kireç	SKK 80 T	66,98	88,41	Beyaz
Ereğli Kireç	SKK 80 T	66,15	87,32	Beyaz
Nuh Kireç	SKK 80 T	65,32	86,23	Krem
Barkisan Kireç	SKK 80 T	65,00	85,80	Beyaz
Sağıroğlu Kireç	SKK 80 T	64,92	85,69	Beyaz
Paksan Kireç	SKK 80 T	63,73	84,12	Beyaz
Kandilkaya Kireç	SKK 80 T	63,22	83,45	Gri
Çetinler Kireç	SKK 80 T	59,03	77,92	Beyaz
Nimsan Kireç	SKK 80 T	57,77	76,25	Gri
Fergisan Kireç	SKK 70 T	56,57	74,68	Krem
Bozüyük Kireç	SKK 80 T	49,51	65,35	Gri
Dirmil Kireç	SKK 80 T	44,51	58,76	Gri
Orkisan Kireç	SKK 80 T	37,14	49,02	Gri
Nur Kireç	SKK 80 T	66,74	88,09	Beyaz

3. SONUÇLAR

Yapılan çalışma ile, Ceyhan ve Karaisalı yöresi kireçtaşlarından alınan kireçtaşı örnekleri (%98.6±0.6 CaCO₃, ince taneli, sık yapılı, açık renkli) 1000°C sıcaklıkta 1 saat süre ile Electromag marka ısı kontrollü laboratuvar fırınında pişirilmiş ve elde edilen kireç örneklerinin, yüksek kalsiyumlu kireç tipinde

olduğu yapılan aktif CaO, gözeneklilik ve özgül yüzey alanı deneyleri ile belirlenmiştir. Ardından laboratuvar şartlarında üretilen kireç örnekleri ağırlıkça farklı %su (%50, %60, %70, %80) oranlarında söndürülerek en uygun söndürme şartları belirlenmeye çalışılmış ve en aktif kirecin, kirecin ağırlıkça %70 su ilavesi ile söndürülmesi ile oluştuğu yapılan aktif CaO, Ca(OH)₂, gözeneklilik ve özgül yüzey alanı deneyleri ile

tespit edilmiştir. %80 su ilavesi ile yapılan söndürmede ise kireçte suya aşırı doyma olduğu (kirecin boğulmaya başladığı), ve özgül yüzey alanı değerlerinin tekrar azalma eğilimine girdiği görülmüştür.

KATKI BELİRTME

Yazarlar bu çalışmaya sağladıkları destekten dolayı ÇÜBAP (Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, FBE2002D34) ve TÜBİTAK-Münir Birsal Vakfı'na teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Anıl, M. ve Kılıç, Ö., 2000; "İnşaat ve Sanayi Hammaddesi Olarak Kireç ve Önemi", Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, **15**, (1-2), 201-216.

Anıl, M., Kılıç, Ö. ve Güvenç, S., 2001; "İnşaat ve Sanayi Hammaddesi Olarak Kireç", TMMOB Maden Mühendisleri Odası Adana Bölge Şubesi Bülteni, **2**, 4-9.

Boynton, R., S., 1980; "Chemistry and Technology of Lime and Limestone", 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Çiçek, T., 1999; "Kireç ve Kullanımı", 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, 184-194.

Erol, B., Kayı, A. ve Bayraktaroğlu, Ş.Ş., 1998; "Kireç ve Kireçtaşı", Kireç Üreticileri Birliği Yayını.

Kılıç, Ö., 2005; "Klasik Eberhart Tipi Kireç Fırınları ile Paralel Akışlı Maerz Fırınlarındaki Kalsinasyon Parametrelerinin Karşılaştırılması ve Çukurova Bölgesi Kireçtaşları Üzerine Uygulamalar", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 171, Adana.

Kılıç, Ö. ve Anıl, M., 2005; "Farklı Kalsinasyon Ortamlarının Kireç Üretimi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması", Madencilik TMMOB Maden Müh. Odası Dergisi, **44**, (2), 19-28.

Kılıç, Ö. and Anıl, M., 2006; "The Effects of Limestone Characteristic Properties and Calcination Temperature to the Lime Quality", Asian Journal of Chemistry, **18**, (1), 655-666.

Lokman L., 2000; "Kireç", KÜB Yayınları

National Lime Association, 1990; "Lime Handling, Application and Storage". Bulletin 213 (7th edn.), Arlington, USA, 53-66.

Oates, J.A.H., 1998; "Lime and Limestone Chemistry and Technology", Production and Uses, Wiley-VCH Verlag GmbH, Germany, 169.

Potgieter, J. H., Potgieter, S.S. and D de Waal, 2003; "An Emprical Study of Factors Influecing Lime Slaking Part II: Lime Constituents and Water Composition", Water SA, **29**, (2), 157-160.

Song, H. S. ve Kim, C. H., 1990; "The Effect of Surface Carbonation on the Hydration of the CaO", Cement and Concrete Research, **20**, 815-823.

TS 30, 1993; "Kireçler-Söndürülmemiş-Yapılarda Kullanılan", TSE, Ankara.

Wiersma, D. J., Hubert, P., Bolle J. N., 1998; "The Technical Reactivity and Other Relevant Properties of Milk of Lime as Applied to Water Treatment", In: Proceedings of the International Lime Association Conference, Berlin, Germany.