

DEMİR ÇELİK KULLANIM AMAÇLI KİREÇTAŞLARI İÇİN YENİ BİR TANIMLAMA ÖNERİSİ

A Proposal of A New Limestone Description For Iron & Steel Industry

A. Ekrem Yüce^(*)
Vecihi Gürkan^(**)
Mustafa Erdoğan^(****)
H. Mustafa Tarkan^(****)
Şeref Girgin^(****)
M. Olgaç Kangal^(****)
Fazlı Y. Oktay^(****)

ÖZET

Kireçtaşı, temel bir endüstriyel hammadde olup, kullanımının % 84'ü kimyasal ve endüstriyel amaçlı, %12'si refrakter ve yol yapımında; %4'ü yapılarda ve tarımsal faaliyetlerde. Bunlara ek olarak, demir çelik üretiminde, yüksek fırınlarda kireç olarak önemli miktarlarda kullanıldığı da bilinmektedir. Kaliteli bir kireç üretiminde, kireçtaşının belirli fiziksel, ve kimyasal özelliklere sahip olması gerekir. Ayrıca kireç üretiminde kullanılan teknolojiler de önemli olmaktadır. Bu araştırmada; demir çelik kullanım amaçlı kireçtaşlarının özelliklerini belirlemeye yönelik 12 farklı numune üzerinde çalışılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, nitelikli kireç üretimi için kireçtaşları sınıflandırılmış, Maerz tipi düşey şaftlı fırınlarda kullanılacak kireçtaşlarına ilişkin bir üçgen diyagram geliştirilerek yeni bir "Metalurjik kireçtaşı" tanımlaması önerilmiştir.

Anahtar sözcükler: Kireçtaşı, Kalsinasyon, Basma Dayanımı, Metalurjik Kireçtaşı, Maerz Şaft Fırını

ABSTRACT

Limestone is a basic industrial raw material. it is consumed by 84% in chemical and several industrial purposes, 12% in refractory and road construction and 4% in civil engineering and agricultural applications. Additionally, it is used in substantial quantity as lime in iron and steel industry. Limestone as a source of lime should have some specific physical and chemical properties. Furthermore, technological processes for high quality lime production is also very important. in this investigation, physical, chemical and mineralogical properties of 12 different limestone samples were determined. Calcination tests were carried out to produce high quality lime suitable for the iron and steel industry. As a result of this study, a new description namely "Metallurgical Limestones" is proposed for the limestone uses of parallel flow regenerative shaft kilns and a triangle diagram is developed to pre-selection of raw material.

Keyword: Limestone, Calcination, Compressive Strength, Metallurgical Limestone, Maerz Shaft Kiln

Yrd.Doç.Dr. İTÜ, Maden Fakültesi, Cevher-Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, 80626, Maslak - İstanbul
Dr. İTÜ, Maden Fakültesi, Cevher-Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, 80626, Maslak - İstanbul
Prof.Dr.İTÜ, Maden Fakültesi, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı, 80626, Maslak-İstanbul
Ar.Gör. İTÜ, Maden Fakültesi, Cevher-Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, 80626, Maslak - İstanbul
İTÜ, Maden Fakültesi, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı, 80626, Maslak - İstanbul

1. GİRİŞ

Demir çelik üretiminde yüksek fırınlarda kullanılan kireç'in kaynağı kireçtaşlarının (kalker), belirli fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle hammadde üretim sürecinde, belirli aralıklarla kireçtaşı kalitesinin çeşitli analizlerle kontrolü ve daha sonraki prosesler için belirlenmiş kalitede kireçtaşı üretiminin sağlanması gerekmektedir.

Diğer yandan, sönmemiş ya da sönmüş kirecin kullanım amaçlarına göre istenen kalitelere üretiminin, kireçtaşının hammadde özellikleri yanı sıra kireç üretim proseslerine de bağlı olduğu bilinmektedir.

Demir çelik endüstrisinde, çelik konverter fırınlarında kaliteli çelik; iyi cüruf oluşturmakla yapılır. İyi cüruf için ise kaliteli kireç kullanılmalıdır. Kaliteli kireç; yüksek CaO içeren, uygun parça büyüklüğünde, kükürt, fosfor ile alkali oranı düşük ve yüksek reaktiviteli kireçtir. Sıcak metal içerisindeki kükürt, fosfor ve silisin yüksek verimlilikle alınması, reaktivitesi yüksek kireç kullanımıyla olanaklı olmaktadır. Kaliteli kireç kullanımı aynı zamanda, kullanılan kireç tüketiminde azalmayı sağlamaktadır (Anlı, 1994; Hanson, 1996; Skillen, 1993; Loughbrough, 1994)

Kireç, ülkemizde ilkel çalı ve yamaç ocaklarından başlayıp bilgisayar kontrollü modern fırınlara kadar uzanan bir teknoloji çeşitliliğinde üretilmektedir. Bu fırınlarda hemen her tür yanıcı maddeler kullanılmakta, ucuz ve çevresel etkileri olan hatta yakılması yasaklı bazı yakıt kaynaklarının kullanımı ile çok değişken kalitelere kireç üretilmekte ve pazara sürülmektedir. Günümüzde ülkemizde yılda yaklaşık 4 milyon ton dolayında tüketim alanına sahip kireç; büyük oranlarda Maerz düşey paralel akışlı fırınlar ve Eberhart tipi klasik fırınlar kullanılarak üretilmektedir (Loughbrough, 1994; Horben, 1995; Anlı vd, 2001).

Kireçtaşlarından üretilen kirecin, sektörel tüketimlerine bakıldığında; kimyasal ve endüstriyel kullanımlarda % 84, inşaat, ziraat ve otoyollarda % 10, refrakter endüstrisinde ise %6 oranlarında kullanıldığı görülmektedir.

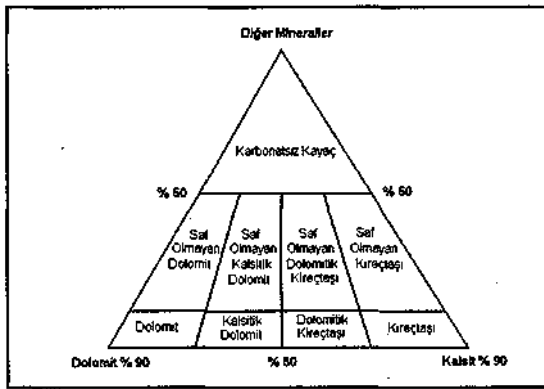
Kireçtaşı ocaklarından üretilen malzemelerin, demir çelik ve inşaat sektörlerinde kireç olarak tüketimlerin dışında mıcır malzemesi olarak da kullanıldığı bilinmektedir. Ancak bu tür kullanımlarda taşın; kimyasal özelliklerinden çok, fiziksel ve boyut özellikleri öne çıkmaktadır. Bu kullanım biçimiyle kireçtaşlarının CaO ve MgO oranları ile özellikle safsızlık olarak kükürt (S) ve fosfor (P) içerikleri için çok kesin limitler bulunmamaktadır. Ancak demir çelik fırınlarında kullanılacak kireçtaşlarının, nihai demir çelik ürünlerinin kalitesini etkilemesi açısından son derece nitelikli malzemelerden seçilmesini gerekmektedir. Günümüzde yenilenemeyen kaynaklar durumunda bulunan maden varlıkları için, kaynağında nitelikleri belirlenmiş iyi kaliteli kireçtaşlarının da önemli bir sanayi hammaddesi olduğu çok açıktır. Nitekim; tüketim değerlerine bakıldığında; sanayi amaçlı kullanım oranlarının % 80'lerin çok üzerinde olduğu görülmektedir (Skillen, 1993; Güney ve Tarkan, 1999; DPT, 1995; DPT, 1996a; DPT, 1996b).

Bu çalışmada; Batı Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde yer alan 12 farklı ocaktan alınmış kireçtaşı örneklerinin mineralojik, fiziksel, kimyasal ve kalsinasyon özellikleri saptanmış, özellikle Maerz tipi paralel akışlı fırınlar için uygun nitelikli kireçtaşı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma kapsamında; deneysel veriler ve Erdemir kireç ünitesinde kullanılan çok sayıda kireçtaşı örneklerine ait veriler birlikte değerlendirilerek, bazı temel analiz değerlerinden hareketle, hammadde seçiminde bir tanımlama yapılabileceği tartışmaya açılmıştır. Maerz tipi fırınların kullanıldığı ve demir çelik amaçlı kireç üretimine yönelik, böyle bir tanımlamanın, hammadde seçiminde bazı temel analiz parametreleri ile (CaO ve MgO içerikleri, soğukta basma dayanımı ve tozlanma indeksi değerleri) uygunluğunun belirlenmesi olanaklı görülmektedir (Anlı, 1994; Yüce, 2001; Güney ve Tarkan, 1999). Bu amaçla önerilen bir üçgen diyagramda, verilen sınır değerler içinde kalan özelliklere sahip kireçtaşları için, demir çelik kullanımına uygun "Metalurjik Kireçtaşı Üçgen Diyagramı-MTK Diyagramı" olarak, yüksek güvenilirlik sınırları içinde bir hammadde kalite tanımlaması yapma olanağı bulunmaktadır. Bu

diyagramla önerilen standartlara sahip kireçtaşları için ayrı ve farklı bir sınıflama getirilmemekte, ancak belirtilen kullanım alanı için hammadde seçiminde, güvenilir bir tanımlama yöntemi önerilmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

Kimyasal bileşiminde en az %90 kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) içeren kayalara kalker ya da kireçtaşı adı verilmektedir. Ayrıca mineralojik bileşiminde en az % 90 kalsit minerali bulunan kayalar da kalker olarak adlandırılmaktadır. Karbonatlı kayalar bünyelerinde bulunan kalsit ve dolomit içeriklerine göre sınıflandırılmaktadır. Kayaç bileşimlerinde, saf kalsit ve saf dolomit ile her iki mineralin birlikte bulunma oranlarına göre Şekil 1'deki sınıflandırma verilmektedir (Skillen, 1993; Yüce, 2001)



Şekil 1. Karbonatlı kayaçların sınıflandırılması

2.1. Kireçtaşının Kireç Kalitesine Etkisi

2.1.1. Kireçtaşının Kimyasal Özellikleri

Kireçtaşının $CaCO_3$ içeriğinin yüksek ve S, P, MgO, Alkali ve H_2O gibi yabancı elementlerin ise az olması istenir.

2.1.2. Kireçtaşının Fiziksel Özellikleri

Kireçtaşının Temizliği: Ocaktan çıkan kireçtaşının yüzeyinde kil, kuvars ve pirit gibi mineraller bulunabilir. Bunlar temizlenmeden kireçtaşı firma şarj edildiği takdirde kalsinasyon verimi azalmakta, ayrıca fırında tozlanma ve

kanal bölgelerinde tıkanmaya neden olabilmektedir.

Kalsinasyon Sıcaklığı: Kireçtaşlarının kalsinasyon sıcaklıkları, birbirinden farklıdır. Farklı kalsinasyon sıcaklığına sahip kireçtaşlarının aynı anda firma şarj edilmesi durumunda bunların bir kısmı erken kalsine olup parçalanmaya başlarken diğerleri, tam kalsine olmamaktadır. Kaliteli kireç üretmek için mümkün olduğunca kalsinasyon sıcaklıkları birbirine yakın, diğer bir deyişle benzer fiziksel ve mineralojik özelliklere sahip kireçtaşlarının fırına beslemesi gerekmektedir.

Parça Boyutu: Kalsinasyon işlemi kireçtaşının dışından içine doğru ilerlemektedir. Kireçtaşının boyutunun büyük olması halinde kalsinasyon ancak belli bir yere kadar ulaşmakta ve taşın içinde $CaCO_3$ çekirdeği kalmaktadır. Boyutun küçük olması halinde ise, kireçtaşı erken kalsine olup parçalanmaya başlamaktadır. Kireçtaşının parçalanma ve tozlanmaya karşı direncinin tesbit edilmesi için; soğukta basma dayanımı, ASTM tambur testi aşınma indeksi ve ASTM tambur testi parçalanma dayanımı testleri uygulanmaktadır.

Soğuk basma dayanımı arttıkça, kireçtaşının parçalanmaya ve tozlanmaya karşı dayanımı artmaktadır. ASTM tambur testinde ise, Erdemir şartnamesine göre, aşınma indeksi (-0.5 mm) en çok %5 ve parçalanma mukavemeti (+6.35 mm) en az %95 olmalıdır (Anlı, 1994; Yüce, 2001).

2.2. Çelik Üretiminde Kirecin Yeri

Çelik konvertörlerindeki kullanılan kireç;

- Konvertör verimi,
- Konvertörde ısı dengesi
- Kükürt ve fosfor giderimi
- Refrakter ömrü
- Konvertör işletme şartları

gibi diğer parametrelerin yamsıra nihai çelik ürünün kalitesini de önemli oranda belirlemektedir.

2.2.1. Kireç Kalite Analizleri

Kireçtaşlarının fiziksel, kimyasal ve mineralojik yapılarının farklı olması, kalsinasyon sonrası farklı kalitelere kireç üretimine, böylece

konvertörde cüruf oluşumu aşamasında arzu edilmeyen sonuçların alınmasına neden olur. Kireç kalitesini belirleyen parametreler; aktif CaO, yabancı elementler ve kızdırma kaybı, parça boyutu, porozite, reaktivite ölçümleridir (Anlı, 1994; Loughbröugh, 1994; Anıl vd, 2001; Yüce, 2001; Güney ve Tarkan, 1999; anon, 1998-99).

2.2.2. Aktif CaO, Kızdırma Kaybı Değerleri

Kaliteli bir kireçte CaO oranı yüksek olmalıdır. Kireçtaşlarında yabancı elementler arttıkça CaO oranı düşer. Kireçtaşlarında kızdırma kaybı CO₂ ve H₂O'dan kaynaklı olup yaklaşık % 45 dolayındadır. Kaliteli bir kireçte aktif CaO oranı % 95'in üzerinde, kızdırma kaybı ise %5'in altında olmalıdır.

2.2.3. Parça Boyutu

Konvertöre şarj edilen kirecin parça boyutunun kontrol edilmesi için Linder testi önerilmektedir (Erdemir kireçtaşı şartnamesine göre). Bu testte, kireçtaşı kalsinasyon sıcaklığına kadar ısıtılıp

ISO-4696 standartına uygun tamburda belirli bir hızda ve devir sayısında döndürüldükten sonra, alman numunenin boyut analizi yapılır. Kirecin tane boyutunun en az %95'inin 6.35 mm ve üzerinde olması gerekir.

2.2.4. Porozite

Kirecin gözenekliliği yoğunluk ya da civa penetrasyon testi ile bulunabilir. Kireç yoğunluğunun bulunması ve bu değerlerden porozite hesabı daha basit bir test yöntemi olup, ideal bir kireçte yoğunluk değerleri 1.5 - 1.6 g/cm³ arasında olmalıdır.

2.2.5. Reaktivite

Reaktivite; kirecin cüruf oluşturma hızını belirler. Reaktivite; kireçtaşının kalitesi, kalsinasyon durumu, yoğunluk ve kireçteki neme göre değişir. Reaktivitenin saptanmasında değişik test yöntemleri kullanılmaktadır (AWWA testi, ASTM (C 1110-7), ICL testi, HCl testi). Kirecin üretilmesinden konvertörde

Çizelge 1. Türkiye ve Dünya da Kullanılan Kireçtaşı ve Kireç (sönmemiş kireç) Şartname Standartları (Anlı, 1994; Yüce, 2001; anon, 1998).

Kimyasal ve Fiziksel Özellikler	Erdemir Kireçtaşı	Erdemir Kalsine	Kardemir Kireçtaşı	Kardemir Kalsine	Isdemir Kireçtaşı	Isdemir Kalsine	Dünya Kireç
%CaO (min.)	53	85,0	53,0	85,0	53,5	85,0	95
%MgO(maks.)	1,0	1,5	0,70			—	1,5
%SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ (maks*)	2,0	2,5	1,5 (3) ' 2,5(4)		1,5 (3)	—	—
%S (maks.)	0,025	0,030	0,020	0,1	—	—	0,05
%P (maks.)	0,020	0,020	—	—	—	—	..
% K.K. (maks.)	5,0	—	—	—	5-8	3
Reaktivite (grade) (ILVA testi)		1					1
Soğukta Basma Dayanımı (min-kg/cm ²)DIN-51067	500	—	vy	vy	vy	vy	vy
Aşınma İndeksi (+6,35 mm) min.	—	95,0	vy	vy	vy	vy	vy
Tozlanma İndeksi %; (-0,5 mm) maks (ASTME-379)(1) (ISO 4696) (2)	5,0	3,0	vy	vy	vy	vy	vy
Parça Boyutu (mm)	38-75 +75 ve -38 mm maks. %5	10-38 -20+60 maks. %10	vy	-70+25	vy	vy	6,35-40

(1) Erdemir Kireçtaşı; (2) Erdemir kalsine kireç (sönmemiş kireç); (3) %SiO₂+Al₂O₃, (4) %MgO + % SiO₂ + Al₂O₃+Fe₂O₃; vy: Veri yok

kullanılmasına kadar geçen bekleme süresinde kireç havadan nem kapıp bozulmaktadır. Bunun sonucu kireç parçalanıp tozlanmakta ve reaktivitesi düşmektedir.

Türkiye ve Dünya'da demir çelik amaçlı kullanılan kireçtaşı ve kireç şartnamesi örnekleri Çizelge 1'de verilmektedir (Anlı, 1994; Yüce, 2001; anon, 1998).

2.3. Erdemir de Kullanılan Maerz Fırını Özellikleri ve Çalışma Parametreleri

Erdemir Fabrikaları bünyesinde kireç yapımında kullanılan fırın; paralel düşey şaftlı Maerz tipi kalsinasyon fırını olup imalatı İsviçre'de yapılmıştır (Anon(a))

Ön ısıtma ve kalsinasyonun birlikte aynı şaftta gerçekleştirildiği Maerz paralel ve ters akımlı şaft fırınlarının kapasitelerinin 100 - 1000 t/gün arasında değiştiği, yakıt olarak; katı, sıvı ve gaz tipi yakıtların kullanılabilirdiği; yakıt tüketiminin kireçtaşının saflığına bağlı olarak 3600 kJ/kg-kireç dolayında olduğu ve kalsinasyon boyutunun 25 - 180 mm (1" - 7") arasında değiştiği belirtilmektedir.

Erdemir fabrikalarında bulunan; Maerz, çift şaftlı, dairesel kesitli, paralel ve ters akımlı IILünite kalsinasyon fırını 300 t/gün kapasiteli olarak çalıştırılmakta, 1 ton yanmış kireç için 300 m³ kok gazı tüketimi olduğu belirtilmektedir.

Erdemir ihtiyacı olan kireçtaşları, çeşitli yüklenici firmaların kendi ocak üretimlerinden sonra ocaklar civarında boyut küçültme ve boyuta göre sınıflandırma ile Erdemir'ce istenen (-75+38 mm) boyut grubunda, Erdemir Fabrika stok alanına taşınmaktadır.

Paralel şaftlara beşer tonluk vagonlarla belirli aralıklarda yüklenen boyutlandırılmış kireçtaşı için ön ısıtma, kalsinasyon (1090 °C'de) ve soğuma süreçleri toplam 21 saat olarak verilmektedir. Boyutlandırılmış kireçtaşı şaftlara üstten beslenmekte, malzemenin yavaş yavaş aşağıya inmesi sırasında, şaftlardan birinde kalsinasyon gerçekleşirken, buradan çıkan sıcak gazlar, kanal bölgesinden geçerek diğer şaftta bulunan kireçtaşıma önısıtma sağlamaktadır. Bu

şekilde her 11 dakikada bir, şaftlara verilen gaz akımının yönleri değiştirilerek her iki şaftta da homojen bir yanma elde edilmektedir. Yanma bölgesinden inen malzeme soğutma bölgesinde hava ile 100-120 °C civarında soğutulmuş olarak titreşimli besleyiciler ile bant konveyöre alınmaktadır. Kalsinasyon sonrası şaft fırınlardan alınan sönmemiş kalsine kireç, kireç hazırlama ünitesinde kırma (çekiçli kırıcı) ve eleme sistemlerinden geçirilmekte, -38+10 mm boyut grubundaki sönmemiş kireç silolara alınmakta ve çok fazla bekletilmeden yüksek fırın kullanımına sevk edilmektedir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışmalar kapsamında; farklı ocaklara ait temsili örnekler alınmış ve laboratuvara nakledilmiştir. Temsili örneklerden numune özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak;

- Mineralojik-Petrografik incelemelere esas olan temsili örnekler,
- Kimyasal analizlere esas olan temsili örnekler,
- DTA ve TGA analizleri için temsili örnekler
- Fiziksel özellikleri belirlemeye yönelik temsili örnekler,
- Teknolojik testler yapmaya yönelik temsili örnekler hazırlanmıştır.

Programlanan deneysel çalışmalarda; kireçtaşların fiziksel, kimyasal, mineralojik ve petrografik özellikleri incelenmiş, ayrıca, kireçtaşlarının kırılma ve boyut dağılım özellikleri belirlenerek, farklı sıcaklıklarda kalsinasyon özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen veriler ile literatür bilgileri birlikte değerlendirilerek;

Kireçtaşların çeşitli özellikleri, İncelenen kireçtaşları arasından, optimum kalsinasyon özelliklerine sahip kireçtaşların belirlenmesi, Elde edilen verilerden hareketle, Maerz tipi düşey şaftlı fırınlar için uygun özellikli kireçtaşlarının ön seçiminde bir standart tanımlama önermesi

bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

3.1. Kireçtaşlarının Fiziksel Özellikleri

Çeşitli yörelerden alınmış 12 adet kireçtaşı üzerinde fiziksel özellikleri belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda, basma dayanımı, tozlanma indeksi değerleri, yoğunluk (bulk), ve su emme oranları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 2. Kireçtaşlarına Ait Çeşitli Fiziksel Özellikler

Numune	Basma Değeri kg/cm ²	Tozlanma İndeksi, -0,5 mm	Bulk Yoğ. g/cm ³	Su Emme, %
Asyapı	811	3,35	1,31	1,10
Aset	681	6,20	1,37	0,46
Cide	810	3,60	1,29	0,61
D. Export	540	2,80	1,37	0,24
Dünyalar	700	3,42	1,31	0,38
Erpet	580	4,31	1,30	0,13
Gemlik	440	6,20	1,26	0,84
İsparta	575	5,80	1,30	0,58
K.Şile G.	670	3,86	1,29	0,44
Özbirinci	625	3,85	1,26	0,27
Yığılca	745	3,33	1,25	2,54
Y. Maden	727	3,05	1,25	0,55

Not: Çizelgedeki tüm değerler üçer • ölçümün ortalama değerleri olarak verilmiştir.

3.2. Kireçtaşlarının Kimyasal Özellikleri

12 farklı yöreden' alınmış kireçtaşlarının kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik olarak; hazırlanmış temsili tuvenan numunelerin üzerinde kimyasal analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge'3 de verilmiştir.

3.3. Kireçtaşlarının Mineralojik Özellikleri

Çalışmalara esas teşkil eden Asyapı, Aset, Cide, Demir Eksport, Dünyalar, Erpet, Gemlik, İsparta, Özbirinci, Yılmaz Madencilik ve Kurucaşile Güney bölgeleri kireçtaşlarını temsil eden numunelerden karakteristik örnekler seçilmiş, kireçtaşlarının mineralojik ve dokusal

özelliklerini belirlemek amacı ile seçilen örneklerden toplam 52 adet ince kesit yapılmıştır.

Kireçtaşlarının dokusal özellikleri ile ilgili ince kesitlerin değerlendirilmesinde kullanılan ve Folk (1962)'a göre yapılan tanımlar aşağıda verilmiştir.

Mikrit: Boyutları 1 ila 10 mikron arasında değişen karbonat parçaları içeren mikrokristalin karbonat çamuru.

Dismikrit: Akıntı nedeniyle kanşmış mikrokristalin karbonat çamur (mikrit).

Biyomikrit: Bileşiminde % 10'dan fazla fosil içeren mikrit.

Sparikalsit: Taneleri bağlayan kristalize kalsit çimento.

Biyosparit: % 10'dan fazla fosil içeren sparitik kireçtaşı.

İntrasparit: Yumuşak karbonat çökelin parçalanmasıyla oluşan tanelerin sparikalsit çimento ile birleştirilmesinden oluşan kireçtaşı.

Didolomitleşme: Dolomitin bozunarak parçalanması.

Kireçtaşlarından hazırlanan kesitlerin mikroskopik incelemeleri sonucunda belirlenen özellikleri kısaca aşağıda verilmiştir (Yüce, 2001).

Asyapı Kireçtaşı: Kayaç bol miktarda sancı kırmızı alg içeren istiflenmiş biyosparit ve biyomikrit bileşimindedir.

Aset Kireçtaşı: Mermer, ikiz düzlemleri deforme olmuştur. Tek tük kuvars tanelerine rastlanmıştır.

Cide Kireçtaşı: Örneklerin bir kısmının rekristalize kireçtaşı bir kısmının ise Folk (1962)'a göre biyosparit bileşiminde olduğu saptanmıştır.

Demir Eksport Kireçtaşı: Kayaç didolomitleşmiştir. Deformasyon sonucunda çatlaklar kalsitle doldurulmuş, dolomitlerde kalsitle yer değiştirmiştir.

Çizelge 3. Kireçtaşların Kimyasal Analiz Sonuçları

Numune	CaO %	MgO %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	S %	P %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %
Asyapı	55,47	0,19	0,34	0,05	0,10	0,010	0,008	0,014	0,005	0,004
Aset	55,17	0,62	0,09	0,01	0,09	0,032	0,002	0,011	0,006	0,001
Cide	54,80	0,60	0,35	0,13	0,08	0,055	0,010	—	—	—
D.Export	53,32	1,69	1,40	0,33	0,32	0,056	0,002	0,022	0,092	0,017
Dünyalar	55,68	0,27	0,53	0,07	0,23	0,025	0,006	0,019	0,022	0,007
Erpet	54,30	0,30	1,41	0,52	0,31	0,015	0,019	0,025	0,078	0,023
Gemlik	54,28	1,38	0,51	0,27	0,20	0,088	0,022	—	—	—
İsparta	54,70	0,16	1,67	0,04	0,05	0,017	0,019	—	—	—
K.Ş.Güney	50,16	4,75	0,71	0,20	0,12	0,073	0,008	0,049	0,057	0,014
Özbirinci	54,63	0,24	1,39	0,47	0,18	0,019	0,006	0,016	0,042	0,010
Yığılca	55,32	0,39	0,22	0,05	0,14	0,024	0,019	0,016	0,016	0,001
Y. Maden	54,72	0,52	0,69	0,17	0,07	0,059	0,003	0,013	0,051	0,007

Dünyalar Kireçtaşı: Genellikle mikrit ve biyomikrit bileşiminde çökelmiş ve daha sonra kırılanmış, kırık ve çatlaklar kalsit ile tamir edilmiştir.

Erpet Kireçtaşı: İntrasparit-intramikrit içinde intraklastlar çeşitli kavkı parçaları içermekte ve çoğunlukla parçalanmış ve aşınmış bir şekilde izlenmektedir. Kayaç, Folk (1962)'a göre biyosparit ve biyomikrit olarak tanımlanmıştır.

Gemlik Kireçtaşı: Numunenin çok ince kristalli dolomitik kireçtaşı olduğu ve ilksel dokusunun kayb olduğu ve çatlaklar boyunca gelen suların etkisiyle daha sonra yer yer didolomitleştiği izlenmektedir.

İsparta Kireçtaşı: Derin denizel kireçtaşıdır. Kayaç yer yer istiflenmiş biyomikrittir. Tek tük opak mineraller izlenmektedir.

Kurucaşile Güney Kireçtaşı: Mikrokristalin karbonat çamuru önce mikrit olarak çökelmiş ve karbonat çökmesini takip eden evrelerde akıntıların etkisiyle yıkanmış ve mikrit, sparikalsit ile yer yer değiştirmiştir. Kesitlerden örneğin didolomitleşmiş olduğu belirlenmiştir.

Özbirinci Kireçtaşı: Folk (1962)'a göre mikrit bileşiminde olduğu görülmektedir. Kayaç çok fazla kırılanmış, kırıklar kalsit ile tamir edilmiş olup, % 2-3 oranında silisleşme mevcuttur.

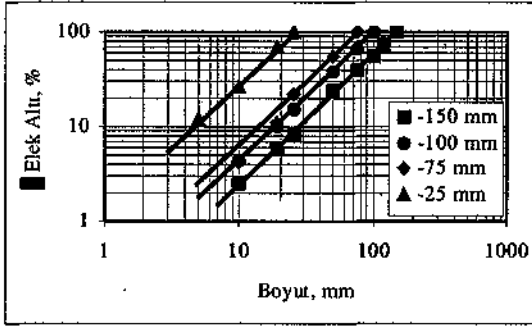
Yılmaz Madencilik Kireçtaşı: Akıntılarla yıkanarak dismikrit haline dönüşmüştür. Kesitlerde pirit yumrularına ve kuvars kristallerine rastlanılmıştır.

3.4. Boyut Dağılım Özellikleri

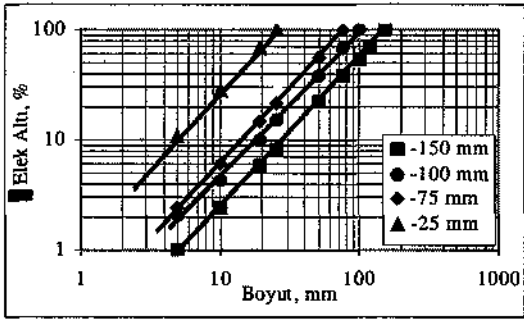
Bu proje kapsamında, üzerinde çalışmaların yürütüldüğü ve maksimum parça boyutları 300 mm dolayında olan temsili tuvenan kireçtaşı örnekleri; laboratuvar tipi çeneli kırıcılar kullanılarak, tamamı 150 mm; 100 mm; 75 mm ve 25 mm boyutlarının altına kırıldıktan sonra elek analizleri yapılarak boyut dağılımları belirlenmiştir. İlgili proje kapsamında, kireçtaşı örneklerinin; fiziksel özellikleri ile boyut dağılım özellikleri arasında belirli bağıntılar detaylı olarak incelenmiştir. Erdemir şartname değerleri bazında, farklı tozlanma endeksi değerleri veren numune gruplarına örnek olarak, Asyapı, Aset Dünyalar, ve K.Şile Güney örneklerine ait boyut dağılım eğrileri Şekil 2-5'de verilmiştir.

3.5. Kalsinasyon Deneyleri

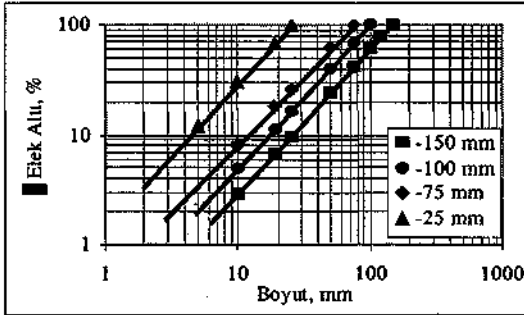
Kireçtaşların demir çelik kullanımına uygun sönmemiş kireç eldesinde kullanılabilmesi için belirli bir kalitede olması gerekmektedir. Ülkemizdeki örnekler incelendiğinde demir çelik kullanımı için seçilen kireçtaşların minimum % 53 CaO ve maksimum % 1,5 MgO içeriğinde oldukları görülmektedir.



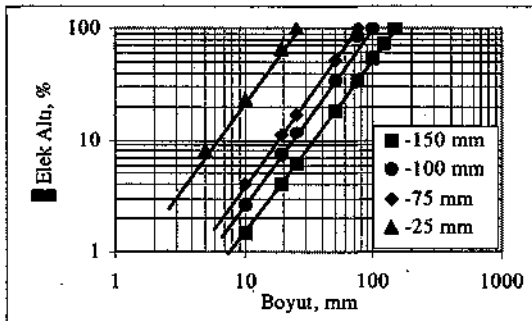
Şekil 2. Asyapı kireçtaşı boyut dağılım eğrisi



Şekil 3. Aset kireçtaşı boyut dağılım eğrisi



Şekil 4. Dünyalar kireçtaşı boyut dağılım eğrisi



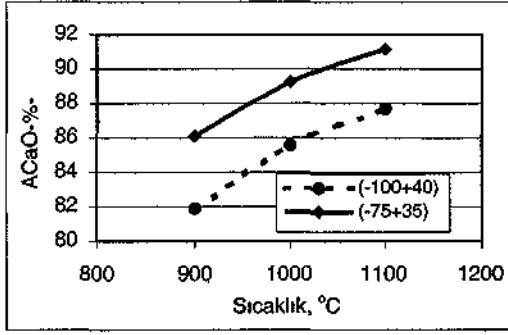
Şekil 5. K.Ş.Güney kireçtaşı boyut dağılım eğrisi

Yine literatürden; kalsine kireç olarak ifade edilen sönmemiş kirecin, maksimum aktif CaO değerlerinde olmasının kireçtaşının kimyasal özellikleri ile kalsinasyon koşullarına sıkı sıkıya bağlı olduğu görülmektedir. Kireçtaşlarının düşey şaft fırınlarında kalsinasyonun dokusal, kimyasal ve boyut özelliklerine bağlı olarak 950 °C ile 1100 °C arasında değiştiği bilinmektedir. Diğer yandan kireçtaşının aşırı sıcaklıklarda (>1200°C) kalsinasyonu, kirecin sinterleşmesi ve gözeneklerinin kapanması ile reaksiyon yüzeylerinin azaldığı, çekirdekte kireçleşmemiş kısmın (kızdırma kaybı-COa) azalmasıyla serbest CaO oranının artmasına karşın, kirecin cürufla reaksiyona girebilme kabiliyetinin (reaktivite) düştüğü de literatürden bilinmektedir (Anlı, 1994; Loughbrough, 1994; Yüce, 2001; Güney ve Tarkan, 1999).

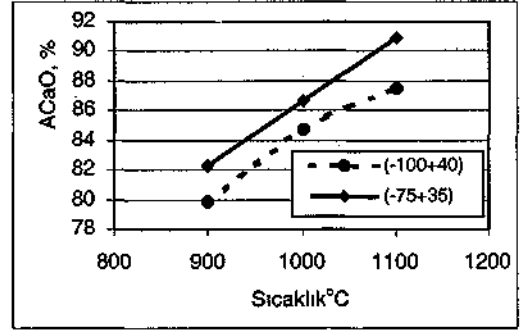
Bu araştırma projesi kapsamında, 11 adet kireçtaşı örneği üzerinde, Erdemir Fabrikalarında kullanılan boyut baz alınarak (-75 +38 mm); 900 °C; 1000 °C ve 1100 °C sıcaklıklarında sabit yataklı fırın (Erdemir laboratuvarlarında kullanılan fırının benzeri) kullanılarak kalsinasyon deneyleri yapılmıştır. Bazı örnekler üzerinde ayrıca (-100+40 mm) boyut grubunda da kalsinasyon yapılarak, boyut değişiminin kalsinasyon karakteristiğinin değişimi incelenmiştir. Farklı boyut ve sıcaklıklarda yapılan deneylerde, sıcaklığa ve boyuta bağlı olarak aktif CaO değerindeki değişimler Şekil 6-16'da verilmektedir.

3.6. Aşınma ve Tozlanma İndeksi Testleri

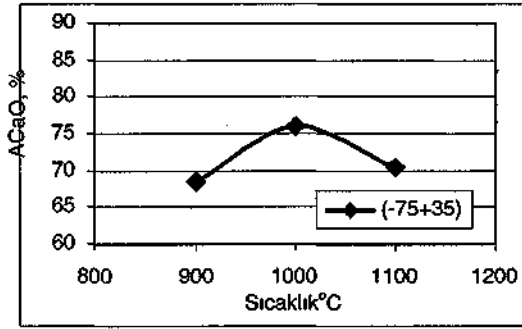
Kalsinasyon sonrasında elde edilen sönmemiş kireç örnekleri üzerinde, Erdemir Fabrikalarının kireçtaşı alım şartnamesinde öngörülen aşınma ve tozlanma , indeksi değerleri, Erdemir'de uygulanan standart esaslarında denenmiştir. (-75+35 mm) boyutunda üç farklı sıcaklıkta yapılan kalsinasyon sonrası, sönmemiş kireç örneklerine ait aşınma ve tozlanma indeksi değerleri Çizelge 4 ve Çizelge 5'de verilmektedir.



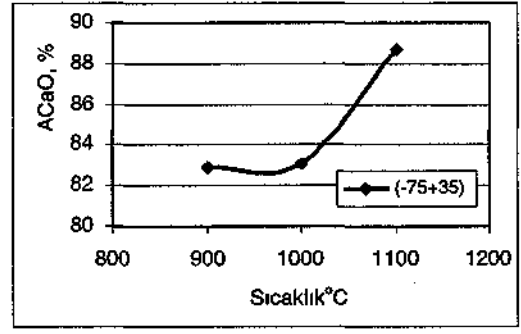
Şekil 6. Asyapı kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



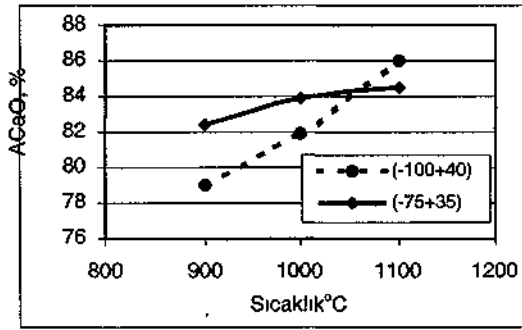
Şekil 10. Dünyalar kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



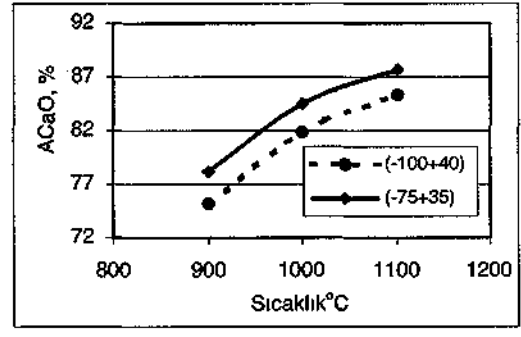
Şekil 7. Aset kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



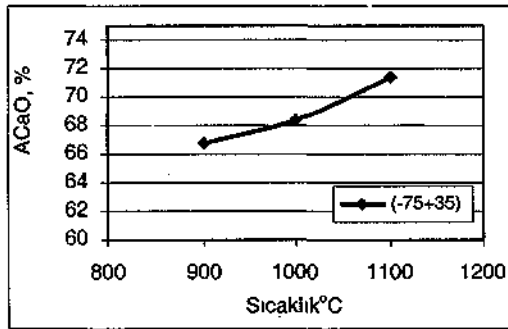
Şekil 11. Erpet kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



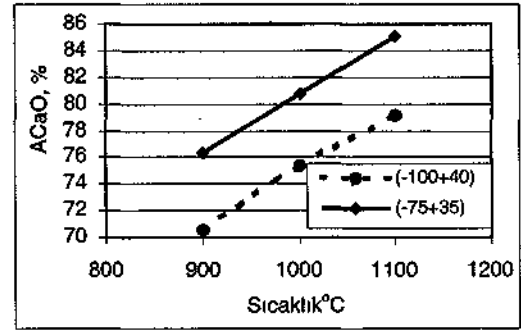
Şekil 8. Cide kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



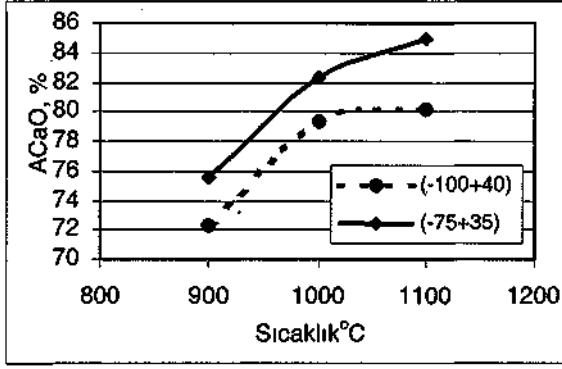
Şekil 12. Gemlik kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



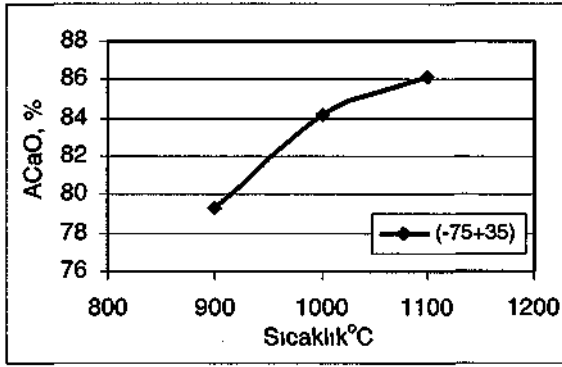
Şekil 9. D.Ekspor kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



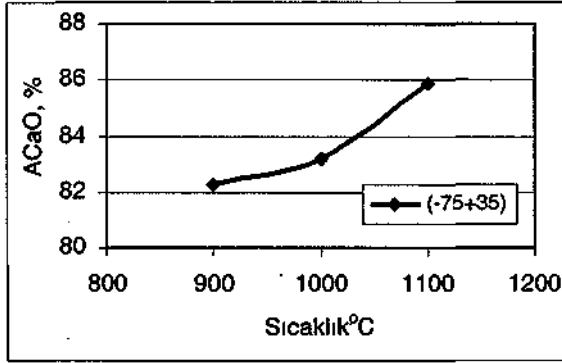
Şekil 13. İsparta kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



Şekil 14. Özbirinci kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



Şekil 15. Yığılca kireçtaşı kalsinasyon eğrileri



Şekil 16. Y.Maden kireçtaşı kalsinasyon eğrileri

4. METALURJİK KİREÇTAŞI ÖNERMESİ

Bu proje çalışmaları kapsamında; çok sayıda kireçtaşı örneğinin; fiziksel, kimyasal, mineralojik, petrografik ve teknolojik özelliklerinin saptanması, bu değerlerden ortak parametreler üretilerek, Demir-Çelik kullanımına uygun nitelikli kireçtaşları için bir tanımlama getirilip getirilemeyeceği üzerinde durulmuştur.

Çizelge 4. Numunelerin (-75+35 mm) Boyut Aralığında Aşınma İndeksi Değerleri

Numune	900°C	1000°C	1100°C
Asyapı	90,75	94,85	94,02
Aset	66,86	71,55	73,60
Cide	84,75	91,00	90,14
D.Export	79,00	85,55	83,19
Dünyalar	87,56	93,00	91,88
Erpet	81,11	84,97	86,33
Gemlik	85,43	90,31	88,76
İsparta	80,00	89,43	87,44
Ozbirinci	71,68	78,90	80,35
Yığılca	87,70	94,70	92,86
Y.Maden	81,18	84,76	86,85

Çizelge 5. Numunelerin (-75+35 mm) Boyut Aralığında Tozlanma İndeksi Değerleri

Numune	900°C	1000°C	1100°C
Asyapı	5,12	2,13	3,23
Aset	22,60	21,35	20,00
Cide	6,87	5,26	4,92
D.Export	11,21	7,15	9,26
Dünyalar	4,75	2,17	2,36
Erpet	6,69	5,30	5,00
Gemlik	7,09	4,25	5,18
İsparta	11,32	9,14	9,32
Ozbirinci	13,00	12,75	13,13
Yığılca	3,68	1,33	3,00
Y.Maden	8,17	6,13	5,87

Ülkemizde, kireçtaşı kullanan Demir Çelik Fabrikalarında, halen uygulanan kireçtaşı standartları Erdemir değerleriyle kıyaslamak olarak Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelgedeki değerlerden anlaşılacağı üzere, kireçtaşlarına ait uygulanan kalite değerleri en detaylı haliyle Erdemir Şartnamesinde görülmektedir. Bu durumun, bir ölçüde İsdemir ve Kardemir'de kendi ocaklarından üretim yapması, Erdemir'in ise dışardan kireçtaşı almasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada; Demir Çelik fabrikalarında kullanılan kireçtaşlarına ait kalite değerleri (fiziksel ve kimyasal) ile 11 farklı kireçtaşı örneğinin kalsinasyon sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, çok genel hatlarıyla belirli kalitedeki kireçtaşları için bir sanayi hammadde olarak; "Metalurjik Kireçtaşı" tanımının yapılabilirliği olanaklı görülmektedir. Böyle bir tanımlama içine mineralojik,

petrografik bir parametre konulması, bu çalışma kapsamında elde edilen verilere göre çok net olamamaktadır. Ancak, bu çalışma kapsamında ulaşılan mineralojik, petrografik değerlendirmelerle ortaya konulan belirli yaklaşımlar ise, en azından saha bazında kireçtaşı arama ve değerlendirmeleri için önemli ipuçları vermesi bakımından dikkate değer bulunmuştur.

Proje kapsamında çeşitli özellikleri saptanmış 11 adet kireçtaşı örneğinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri dikkate alınarak Şekil 17'de verilen bir üçgen diyagram geliştirilmiştir. "**Metalurjik Kireçtaşı Üçgen Diyagramı - MTK Diyagramı**" olarak adlandırılan bu tanımlama, ilgili araştırma projesi raporuyla ilk kez tartışmaya açılmıştır (Yüce, 2001) Bu diyagramın oluşturulmasında 11 farklı kireçtaşıma ait laboratuvarlarımızda saptanan özellikler ile Erdemir kireçtaşı ihalelerinde karşılaşılan çok sayıda kireçtaşı özellikleri dikkate alınmıştır. MTK diyagramının oluşturulmasında;

- Kireçtaşlarının CaO içeriği (kimyasal)
- Kireçtaşlarının MgO içeriği (kimyasal)
- Kireçtaşlarının basma dayanımı değerleri (mekanik)
- Kireçtaşlarının tozlanma İndeksi değerleri (fiziksel)

kullanılarak; Erdemir; İsdemir ve Kardemir kireçtaşı standart değerleri kapsamında;

- Minimum % 53 CaO
- Maksimum % 3 MgO içerikleriyle;
- Minimum 500 kg/cm² basma dayanımı
- Maksimum % 10 tozlanma indeksi değerleri

aralığında; değerlere sahip kireçtaşları verilerinden hareketle; Demir Çelik tüketimleri için kullanılabilecek kireçtaşı özellikleri için güvenli sınırlar içinde kalmak koşuluyla bir "**Metalurjik Kireçtaşı**" tanımlaması yapılabileceği görülmektedir.

Özellikle Demir Çelik kullanımında istenen uygun kalitede kireç için, yüksek kalitede kireçtaşı nitelikleri; önerilen bu diyagram'a göre tümüyle güvenilir bir bölge içinde

tanımlanabilmektedir. Yukarıda sözü edilen 4 ana parametre (MTK diyagramı parametreleri) öncelikli olarak Metalurjik Kireçtaşı önermesi için temel oluşturmakta, ancak demir çelik işletmelerinin kendi kullanımlarında kireçtaşlarının diğer bazı özellikleri de, (kükürt ve fosfor içerikleri gibi), kullanıcı şartnamelerine göre ayrıca tanımlanabilir. Bu önermede seçilen değerler; kullanım alanı için çok güvenilir sınır değerleri ifade eden bir yaklaşım olup, kireçtaşlarını sınıflandırarak farklı hammadde olarak tanımlamadan çok, demir çelik sanayi için kalite açısından bir sınıflamayı olanaklı kılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında önerilen "**Metalurjik Kireçtaşı Üçgen Diyagramı**" mn yorumlanması aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

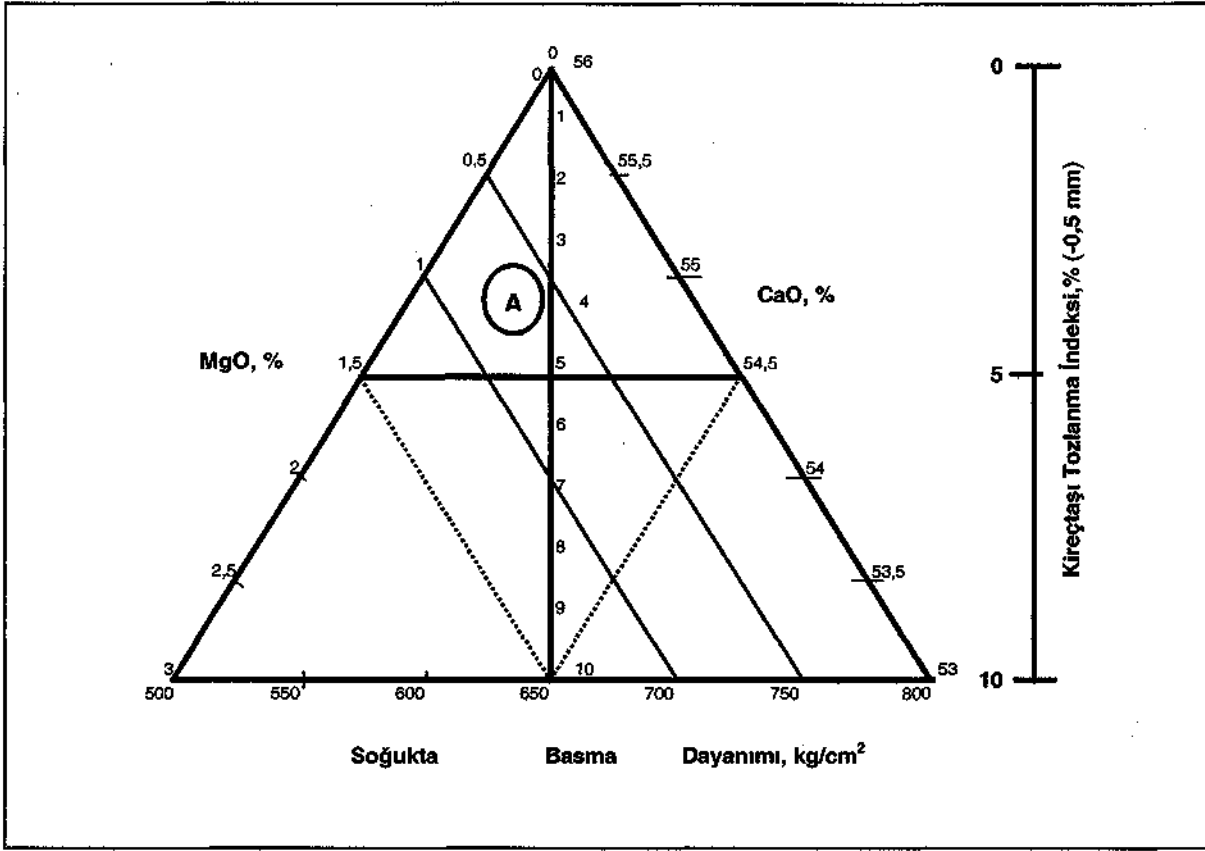
Hemen tüm kullanımlarında önemli bir sanayi hammaddesi olduğu tartışılmayacak kadar açık olan kireç'in hammaddesi kireçtaşları ve özel olarak da Demir çelik sanayinde kullanılan kaliteli kireç yapmaya uygun kaliteli kireçtaşları için ortak bir tanımlamada;

- CaO % :minimum %53,
- MgO % : maksimum % 3 ,
- Soğukta basma dayanımı kg/cm² : minimum 500

değerleri belirlenerek, güvenilirlik sınırları olarak bu uç değerlere göre bir üçgen diyagram oluşturulmuştur.

Bu diyagram içindeki A üçgeni ise; minimum % 54.5 CaO, maksimum % 1.5 MgO ve bu değerlere karşılık basma dayanımı ekseninde okunan minimum 650 kg/cm² değeri ile sınırlandırılmış üçgeni ifade etmektedir. Bu üçgende minimum CaO ve maksimum MgO değerlerinin kestiği maksimum tozlanma indeksi değeri ise % 5 olarak okunmaktadır.

Seçilecek bir kireçtaşıma ait, dört ana parametrenin oluşturduğu üçgen bölgesi (A) içine düşecek özelliklere sahip kireçtaşlarının, yüksek güvenilirlik katsayısıyla demir çelik kullanımı için uygun nitelikler taşıyan kaliteli kireçtaşları olarak sınıflandırılması olanaklı görülmektedir.



Şekil 22. Metalurjik kireçtaşı üçgen diyagramı - MTK diyagramı -
(A.E. Yüce ve Proje Ekibince araştırma projesi kapsamında geliştirilmiştir.)

A üçgeni dışında kalan bölge içine düşen nitelikleriyle kireçtaşlarından da, değişik amaçlara uygun * kireç yapma olanakları olabileceği, ancak; tozlanma indeksi ve basma dayanımı değerleri açısından sınırlandırılmış koşullarda, Metalurjik kaliteli kireçtaşı standartları dışında değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

A üçgeninde; maksimum % 1,5 MgO ve minimum % 54,5 CaO ve minimum 650 kg/cm² basma dayanımı sınır değerleri üzerinde kalmak koşuluyla ikinci bir tanımlama daha yapmak olası gözükmemektedir.

Bu üçgen (A) içinde; CaO değerleri kenarına paralel oluşturulmuş üç bölgenin daha tanımlanabileceği öngörülmektedir. Buna göre de;

- (i) 0 - 0,5 MgO ve 750-800 kg/cm² değerleri arasında tanımlı bölgede

özelliklere sahip kireçtaşlarının, **iyi nitelikli metalurjik kireçtaşı,**

- (ii) 0,5 - 1,0 MgO ve 700-750 kg/cm² değerleri arasında tanımlı bölgede özelliklere sahip kireçtaşlarının; **nitelikli metalurjik kireçtaşı,**
- (iii) 1,0 - 1,5 MgO ve 650-700 kg/cm² değerleri arasında tanımlı bölgede özelliklere sahip kireçtaşlarının ise **metalurjik kireçtaşı**

olarak nitelendirilebileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilen deneysel çalışmalar ve elde edilen verilerin irdelenmesiyle ulaşılan sonuç ve öneriler aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

- (1) Erdemir kireçtaşı standartları bazında;

kireçtaşların fiziksel özelliklerine bakıldığında; Basma dayanımları açısından Gemlik taşı dışında,

Tozlanma indeksi değerleri açısından Aset, Gemlik ve İsparta taşları dışındaki tüm örneklerin şartname koşullarını sağladığı görülmektedir.

- (2) Kireçtaşlarda basma dayanımı ile tozlanma arasında bir korelasyon olduğu, nitelikli kireçtaşlarda, basma dayanımının 650 kg/cm^2 değerlerinin üzerine çıkması halinde tozlanma indeksi değerlerinin % 5'lerin altında olacağı görülmektedir.
- (3) Erdemir kireçtaşı standartları bazında kireçtaşların kimyasal özelliklerine bakıldığında; CaO, MgO, S ve P açısından en uygun nitelikli taşların, Asyapı, Dünyalar, Erpet, İsparta ve Özbirinci kireçtaşları olduğu görülmektedir.
- (4) Kireçtaşı örneklerinin mineralojik-petrografik özellikleri dikkate alındığında; Diyajenez sonrası kırıklanmaya uğramamış, Rekristalizasyon ve mermerleşmenin izlenmediği Mikrit, fosilli mikritik yapılu kireçtaşların düşük tozlanma oranları ve iyi kalsinasyon özelliği taşıdığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında belirlenen mineralojik-petrografik özellikler, kireçtaşların ortak değerlendirmesinde kesin bir parametre olarak kullanılamıyor olmasına rağmen, saha bazında prospeksiyonlarda güvenilir bir ön değerlendirme için dikkate değer özellikler olarak düşünülmektedir.
- (5) Kireçtaşların boyut dağılım özellikleri ve yapılan değerlendirmeler sonucunda;
 - (a) Erdemir'in kullandığı Asyapı kireçtaşının, Erdemir Kireç Ünitesinin istediği boyut aralığında (-75+38mm) hazırlanması halinde, ocak üretiminden sonra boyutlandırılan malzeme içinde, % 38 oranında kireç yapımında kullanılmayacak bir boyut grubu (-38 mm) olmaktadır.
 - (b) Benzer değerlendirme ile diğer kireçtaşı örneklerinde de bu oranın % 33 ile % 46 arasında değiştiği görülmektedir. Bu verilerden hareketle, proje kapsamında çalışmaların yapıldığı kireçtaşlarda-Erdemir'de kullanılan kireçtaşı boyutları dikkate alındığında- önemli oranlarda

ince malzemenin oluşacağı kaçınılmaz gözükmektedir. Bu sonuç ise; ocak üretiminden sonra boyut küçültme kademeleri ve ünitelerinin çok dikkatli kontrolü gereğini ortaya koymaktadır.

- (6) Kireçtaşların kalsinasyon sonuçlarına göre;
 - (a) Erdemir şartname değerlerine uyan ve yakın değerlerdeki kireçtaşlarından, 1100 derece civarında nitelikli yanmış kireç üretilebileceği görülmektedir. Erdemir koşullarına uyan değerleriyle Asyapı, Dünyalar ve Yığılca taşlarının, bu çalışmada incelenen kireçtaşları içinde en uygun nitelikli taşlar olduğu sonucuna varılmıştır.
 - (b) Cide, Erpet, Gemlik, İsparta ve Özbirinci örneklerinin Erdemir şartname değerlerinden bazılarında uyumlu gözükmemekle birlikte genel olarak kireç yapımına uygun olduğu, Aset, Demir Export ve Kuruçay ile taşlarının ise hemen hemen tüm sonuçlarıyla iyi niteliklere sahip olmayan taşlar olarak sınırlandırılabilirliği görülmektedir.
 - (c) Erdemir kireç ünitesine beslenen kireçtaşı boyutunun bir miktar değiştirilmesi halinde (bu çalışmada -100+40 mm olarak önerilmektedir) nihai kireç kalite değerleriyle önerilen boyutun da uygun olduğu düşünülmektedir. Ancak buradaki önerme, laboratuvar ölçeğinde, sabit fırın koşullarında yapılan kalsinasyon sonuçlarına dayanmakta, bu araştırma kapsamında bir kaç kez vurgulandığı gibi; işletme şartlarında -Maerz fırını içinde uygulama ile; diğer fırın işletim parametreleri de dikkate alınarak optimizasyon sonuçlarının pozitif olması durumunda değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu boyut grubunun kullanılabilirliği halinde hammadde bazında bir tasarruf sağlanacağı görülmektedir.
- (7) Erdemir Kireç ünitesinde kullanılacak kireçtaşların seçiminde uygulanan aşınma ve tozlanma indeksi değerlendirmesinin yapıldığı standart test yönteminin demir cevherlerine uygulanan bir yöntem olduğu,

Erdemir'den temin edilen kaynak bilgileri içinde de yer almaktadır. Bu değerlendirmeye ilişkin olarak;

- (a) Erdemir işletme deneyimlerinden oluşan bilgi birikimleriyle de desteklendiği düşünülen bu test yönteminin kullanılabilirliği, rölatif bir değerlendirmeyi olanaklı kılması açısından kireçtaşı için bir ölçüde uygun gözükmektedir.
- (b) Nitekim bu araştırma kapsamında geliştirilen "**metalurjik kireçtaşı**" önermesinde de bu parametre kullanılmıştır.
- (c) Diğer yandan, Erdemir Maerz fırını içinde yaşandığı ifade edilen tozlanma problemi için, hammadde özelliklerine bağlı olarak;

Stoklama miktarı süresi ve manipülasyonlardan kaynaklanabilecek sorunlara Erdemir Fabrikalarının kendi çalışmaları içinde çözümler üretebileceği, Kireçtaşı alımında hammadde hazırlığını yapan yüklenici firmaların» özellikle stok koşulları ve istenilen boyut aralığı konularında daha hassas çalışmalarının temin edilmesi,

Kireç fabrikasına beslenen kireçtaşının yıkanmasında, yıkama sisteminin daha etkin olarak optimize edilmesi,

konularında alınabilecek önlemlerle sorunun önemli bir bölümünün ortadan kaldırılabilirliği düşünülmektedir.

- (8) Diğer yandan bu araştırma kapsamında; özellikle demir çelik kullanım amaçlı kireçtaşlarının daha spesifik özellikler taşıması gerektiği bilimsel bir sistematik içinde elde edilen verilerle ortaya konulmuştur. Özellikle demir çelik kullanımlarında seçilecek kireçtaşları için, bu çalışmada bir "**metalurjik kireçtaşı**" önermesi geliştirilmiştir. Bu önermeye göre;

*Minimum % 54,5 CaO

*Maksimum % 1,5 MgO

*Minimum 650 kg/cm² soğukta basma dayanımı

*Maksimum % 5 tozlanma indeksi

değerlerini taşıyan kireçtaşlarına; böyle bir tanımlama getirilmekte, nihai kireç

kalitesiyle yüksek güvenilirlik sınırları içinde, Maerz tipi düşey fırınlı demir çelik kullanımları için uygun özellikler Vereceği bir iddia olarak tartışmaya sunulmaktadır.

- (9) İlk kez bu çalışmada Önerilen ve Metalurjik Kireçtaşı Üçgen diyagramında baz alınan ana parametrelerin yanı sıra, demir çelik kullanımlarında Önemli olan kükürt, fosfor ve alkali gibi kimyasal parametrelere de sınırlama konulması mümkün gözükmekte, ancak bu sınırlandırmaların, daha çok kullanıcıların (tüketim alanlarının) kendi Özel koşulları için hazırlayacakları şartnameler kapsamında değerlendirile-¹bileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu proje çalışması kapsamında, projenin finansmanı ve üniversite-sanayi işbirliğinin güzel bir örneğiyle üst düzey destekler için başta Erdemir Fabrikaları A.Ş Genel Müdürlüğü ve ilgili birim yöneticileri ve çalışanları ile, özellikle *Sn. Ahmet Konyalgi*; *Sn. Rifat Güllüoğlu*, *Sn. Faruk Bulutoğlu*, *Sn. Uğur Aykut*, *Sn. Yavuz Dağabak*, *Sn. Fethi Yeğen* ve *Sn.Mehmet Kahraman'a* proje ekibi olarak samimi teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Anıl, M., Kılıç, Ö., Güven, S., 2001; "İnşaat ve Sanayi Hammaddesi Olarak Kireç", BÜLTEN, MMO Adana Şubesi, Sayı:2, s: 4-9.

Anıl, Ş. 1994; "Erdemirde Kullanılan Kireçtaşları ve Kirecin Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi", Kalite Metalürji Başmüdürlüğü, Ar-Ge Müdürlüğü, Ar-Ge Müdürlüğü Raporu, Ek-2, 3 ve 4.

DPT, 1995; "Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Cilt 2, s. 143-169. i

DPT, 1996a; "Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Cilt 2, s. 93-125.

DPT, 1996b; "Yedinci Beş Yıllık Kalbnma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Cilt 2, s, 109-131.

Folk, R.L., 1962; "Special Subdivision of Limestone Types", Ham. W.E.(Ed), Classification of Carbonate Rocks, s.62-84

Güney, A., Tarkan, H.M., 1999; "Karbonatlı Kayaçlar" Türkiye Endüstriyel Mineraller Envanteri, İMMİB Yayınları, s. 84-89.

Hanson, A., 1996; "European GCC", Industrial Minerals, Sayı Haziran, s- 49-57,

Harben, P.W., 1995; "The Industrial Minerals Handybook", s. 36-43.

Loughbrough, R., 1994; "European Burnt Lime", Industrial Minerals, Mayıs, s: 27-37.

Skillen, A., 1993; "Limestone and Dolomit", Raw materials for the Glass and Ceramics Industries (Second Edition), s: 44-49.

Yüce, E.A., 2001; "Çeşitli Kireçtaşı Örneklerinin Demir Çelik Amaçlı Kireç Üretimine Uygunluğunun Araştırılması", Ereğli Demir Çelik Fabrikaları Genel Müdürlüğü adına yapılan Teknolojik Araştırma Projesi.

Anon, 1998-99, Türkiye Demir Çelik Fabrikaları Kireçtaşı Standartları, Yıllık Faaliyet Raporları.

Anon(a), Maerz Ofenbau AG, Richard-Wagner-Strasse 28, 8027 Zürich, Switzerland.

<http://www.info@maerz.com>