

Kireç Karşılaştırması Enerji & Çevre

Çelik endüstrisinde sert ve yumuşak pişmiş kireç analizi



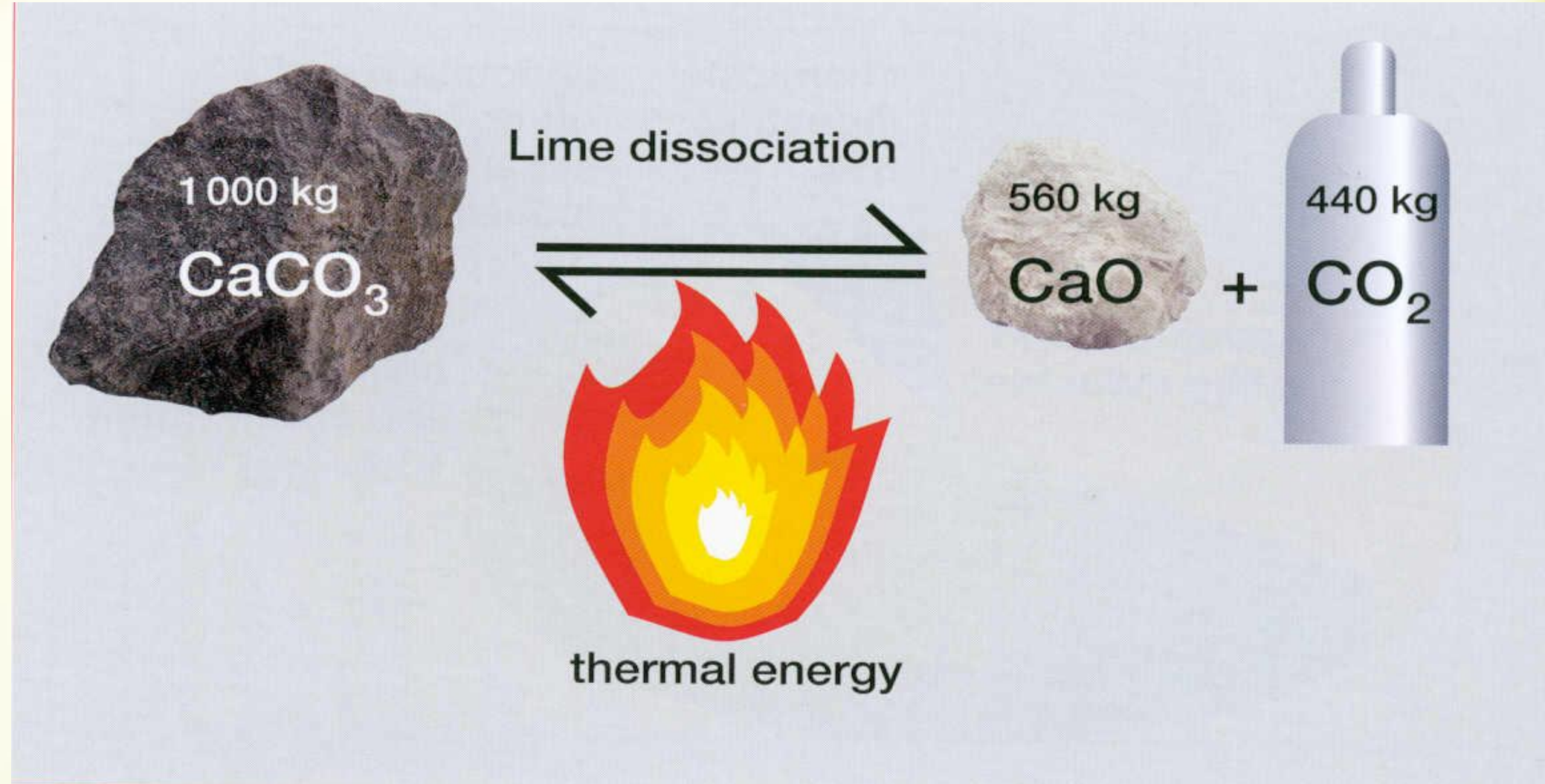
VIŞNE
MADENCİLİK

Giriş

Demir ve çelik üretiminde kullanılan sert ve yumuşak pişmiş kireç maliyet ve çevresel etkiler açısından değerlendirilmiştir...



Kalsinasyon



VIŞNE
MADENCİLİK

**Kireç Taşı (CaCO₃)
(50 - 100 mm)**



**Parça Kireç (CaO)
(10 - 70 mm)**



**Granül Kireç (CaO)
(5 - 25 mm)**



**Toz Kireç (CaO)
(0 - 3 mm)**



VİŞNE
MADENCİLİK

Sert Pişmiş vs Yumuşak Pişmiş Kireç



VIŞNE
MADENCİLİK

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

♣ Sert pişmiş kireç (*yoğunluk 2.6 – 3.0 kg/cm³*);

Yüksek sıcaklıkta pişirilmiş yoğun ve mukavemetli,

♣ Yumuşak pişmiş kireç (*yoğunluk 1.5 – 1.8 kg/cm³*);

Düşük sıcaklıkta pişirilmiş gözenekli, reaktif, kırılğan.

Çelik Üretimindeki Rol ve Performans

- ♣ Yumuşak pişmiş kireç, curuf içinde hızlı çözünerek desülfürizasyonu artırır;
- ♣ Sert pişmiş kireç ise reaksiyon hızını yavaşlatarak daha fazla elektrik tüketimine yol açar.

*Yumuşak pişmiş kireç; curufa 8 dakikada %24 oranında CaO verirken,
Sert pişmiş kireç aynı oranda CaO'yu 17 dakikada verebilmektedir.*



VIŞNE
MADENCİLİK

1 Milyon Ton Çelik Üretimi İçin Enerji Maliyeti	
FX (US\$/TRL)	41.5
Elektrik Fiyatı (kWh)	\$ 0.11
Enerji ihtiyacı (kWh/ton)	545
Enerji Maliyeti (US\$/ton)	\$ 59.95
1 Ton Çelik Üretmek İçin Gerekli Kireç	
Kaliteli Kireç Oranı - Aktif CaO %90 (kg)	45
Kalitesiz Kireç Oranı - Aktif CaO %70 (kg)	58
CaCO ₃ 'ün CaO ya dönüşme enerjisi (Kcal/kg)	1,250
1 kWh (elde edilen Kcal)	860
Çelik Fiyatı (US\$/ton)	\$ 650.00
Kalitesiz Kirecin Getirdiği Yıllık Fazla Kireç Sarfiyatı	
Yıllık Çelik Üretimi (mt)	1,000,000
Kaliteli Kireç (mt)	45,000
Kalitesiz Kireç (mt)	58,000
Yıllık Extra Kireç Sarfiyatı (mt)(CaO) (= kalker)	13,000
Extra Kalkerin Enerji İhtiyacı (Kcal)	16,250,000
Extra Kalkerin Enerji İhtiyacı (kWh/ton)	18,895,349
Extra Kalkerin Enerji Maliyeti (US\$/yıl)	\$ 2,078,488
Çelik üretimi enerji kaybı (kWh/ton)	18.90
Fazladan harcanan enerji (%)	3.47%

Enerji Tüketimi ve Maliyet Etkileri

♣ Yumuşak pişmiş kireç kullanımı, çelik üretiminde **daha az kireç tüketimi** ve enerji tasarrufu sağlar.

♣ Sert pişmiş kireç ile karşılaştırıldığında, yumuşak kireç **%3,47** oranında daha az elektrik harcar.

Bu da milyonlarca dolarlık enerji maliyet azaltımı anlamına gelir.

1 mio ton çelik üretiminde yaratılan avantaj US\$ 2 mio.



Kirecin Çevresel Etkileri ve Yeşil Avantajları



VIŞNE
MADENCİLİK

Yumuşak Pişmiş Kirecin Enerji Verimliliği

Yumuşak pişmiş kireç, ark ocaklarında daha hızlı çözünerek curuf reaksiyonlarını hızlandırır.

Bu yüksek reaktivite, enerji tüketimini ve kireç sarfiyatını düşürür, işletme verimliliğini artırır.

- 13.000.000 kg kireç $\times$ 1.250 kcal/kg = 16,25 $\times$ 10⁹ kcal
- 1 kWh = 860 kcal varsayımıyla $\approx$ **18,9 milyon kWh**
- Elektrik fiyatı 0,11 USD/kWh ile $\approx$ 2,08 milyon USD/yıl'lık alt limit enerji maliyetinden kaçınma.
Gerçekte proses verimsizlikleriyle bu tasarruf daha yüksek olur; dolayısıyla bu rakam, muhafazakâr bir taban.
- ♣ Ayrıca, daha az kireç tüketimi lojistik, öğütme, taşıma ve toz toplama gibi yardımcı ünitelerde de enerji ve işletme maliyet düşüşü yaratır.



VIŞNE
MADENCİLİK

Extra CO2 emisyon hesabı

Yıllık Extra Kalkerin Enerji İhtiyacı (kWh/ton)	18,895,349
Yıllık extra kalkerin kirece dönüşüm kaynaklı CO2 ton/yıl	5,720
1 Mw.h üretimi için ortaya çıkan CO2 tCO2/Mw.h (*)	0.442
Yıllık Extra kalkerin kirece dönüştürmek için harcanan elektrik kaynaklı CO2 emisyonu ton/yıl	8,352

(*) Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı yayın 09.12.2024 yayını



VIŞNE
MADENCİLİK

CO2 Emisyonları İle İlgili Karşılaştırmalar

Kireç üretiminde CO2'nin iki ana kaynağı vardır:

Prosesten (dekarbonasyon): $\text{CaCO}_3 (100) \rightarrow \text{CaO} (56) + \text{CO}_2 (44)$.

Stokiyometri gereği 1 ton CaO için $44/56 = 0,785$ ton CO2 proses kaynaklı &

Yakıt/elektrik: Fırın ve yardımcı enerji tüketiminden kaynaklı CO2.

Prosesten gelen CO2: 13.000 ton “ekstra kireç” x 0,785 tCO2/t CaO ile $\approx 10.200 \text{ tCO}_2/\text{yıl}$ emisyon önlenir.

Enerji kullanımından gelen 8.352 t/CO_2 ile birlikte toplam $18,9 \text{ GWh}$ daha az enerji ihtiyacı.

Toplamda $\approx 18,5 \text{ ktCO}_2/\text{yıl}$ seviyesinde azaltım.



VIŞNE
MADENCİLİK

Kireç Üretim Teknolojilerindeki Geliřmeler ve Sürdürülebilirlik

♣ Modern kireç üretiminde kullanılan fırın teknolojileri, **enerji verimliliğini** artırarak daha az enerji tüketimi sağlar. Bu gelişmelerle birlikte, *karbon yakalama ve depolama* (CCS) uygulamaları, atmosfere salınan CO2 miktarını azaltmada önemli bir rol oynar. Bu süreçler, çelik sektöründe **yeşil üretim** yöntemlerine geçişi destekler.

♣ Ayrıca, kullanılan hammadde ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği, çevresel etkiyi azaltarak, toplumsal ve ekonomik faydalar sağlar.



VIŞNE
MADENCİLİK

Sonuç

Yumuşak pişmiş kireç,
daha az miktarda kireçle aynı metalurjik performansı sağladığı için
çelik üretimi için önemli bir alternatif sunar; **daha düşük enerji
kullanımı ile gelen düşük maliyet ve azaltılmış CO2 emisyonları** sağlar.
Sürekli gelişen teknolojiler sayesinde, enerji verimliliği artırılmakta ve
çevresel etkiler en aza indirilmektedir.

Bu bağlamda, sürdürülebilir üretim yöntemleri tercih edildiğinde,
yumuşak kireç, hem ekonomik hem de çevreci bir seçenek olarak ön
plana çıkar.

Böylece, endüstri kaynaklarını daha verimli kullanma imkanı doğar.



Teşekkürler...

