

Demir Cevherinin İşlenmesi ve Sünger Demir Üretiminde Son Gelişmeler (*)

Tercüme eden : Mehmet KAYADEİ EN (**)
Maden Mühendisi

GİRİŞ :

Demir cevheri, kendisinden ekonomik olarak demir elde edilebilen bir doğa! mineral topluluğudur. Ekonomisi büyük ölçüde, zenginleştirme ve hazırlama teknikleriyle kazanılan verimlilik artışlarına ve maliyet azaltılmasına bağlıdır. Bunlar, genellikle yüksek demir içeriği, uygun fiziksel ve kimyasal özellikleriyle karakterize edilen yüksek fırın şarjını oluşturacak olan eldeki en uygun hammaddelerin en iyi kullanımını, cevherin işlenmesini ve harmanlanmasını kapsar.

Ticari cevherler genellikle % 55-65 arasında Fe içerirler, % 28 Fe içeren Minette cevheri en önemli istisnadır. Bazı düşük tenörlü cevherlerin tenörleri yükseltilebilir veya zenginleştirme yöntemleriyle konsantre edilebilir, pazar yerine yakınsa ve yeterli alt yapı tesisleri ile donatılmışsa ekonomik olurlar.

İşleme yöntemleri genellikle, çeşitli to-

paklama işlemleri ile (peletleme, sinterleme, birikitleme) yüksek fırın şarjı için hazırlanan aşağı yukarı ince taneli demir minerali konsantresi oluştururlar.

Yüksek tenörlü konsantre olgusu (yüksek Fe ve düşük gang içeriği) ve düzenli saf yüksek tenörlü parça cevher mevcudiyeti ile birleştirilen koklaşabilir kömürün artan kıtlığı veya yerel yokluğu, doğal gaz kullanarak direkt redüksiyon işleminin baskın 11 gelişmesine yol açmıştır. Bunlar, orta büyüklükteki işletmelerin ekonomik olma avantajına sahiptirler. Ürün (sünger demir veya metalleştirilmiş pelet) «mini tesislerin» yaşamasını sağlamak üzere, yüksek fırın teknolojisini devre dışı bırakarak elektrikli ark fırınlarına verilebilir.

DEMİR CEVHERİ İŞLENMESİ :

Zenginleştirme :

Demir cevherlerinin, demir oksitler ve diğer demir bileşimlerinin dışında, birincil

içerikleri silika, alumina, kalker ve magnezya (magnezyum oksit) dir. Bunların varlıkları teknoloji ve izabe maliyetlerini etkilerler. Doğal olarak oluşan diğer emprüteler fosfor, kükürt, mangenez, tanyum ve diğer metalik elementleri içerir. Bu içeriklerin atılması veya oranlarının avarlanması önemli ekonomik değere ulaşır.

Bu zenginleştirme, tenor yükseltilmesi ve demir cevherinin uygun hâle gelmesi (ve dolayısıyla da değeri), çeşitli cevher zenginleştirme yöntemleri konsantrasyon, peletleme, sinterleme, biriktleme ve metolleştirilmiş pelet ürünleri gibi metalürjik yöntemler ilâvesiyle veya olmaksızın sağlanabilir. Kil, döküntü ve düşük tenörlü parçaları basit yıkama ve eleme ile atmakla, zenginleştirme işlemi etkilenebilir. Diğer yöntemler aşağıdaki bölümlerde anlatılmıştır.

Konsantrasyon:

Demir cevheri, kırma ve öğütme (e, birlikle olması istenmeyen minerallerden (gang) ve emprütelerden ayrılabilirse ve czgöl ağırlık, manyetik ve elektriksel özelliklere ve yüzey karakteristiklerine dayanan, bilinen zenginleştirme işlemleri ile tenörleri yükseltilebilir. Bu işlemler koni, tambur veya siklondaki ağır ortam sepe-rasyonu, [iğler ve spiraller, manyetik ve elektrostatik makinalar ve flotasyon kullanımı içerir.

Bu proseslerin kullanımı Superior Gölü tipi (takonit, itabarit, jaspilit) düşük tenörlü cevherlerin önemli üretimlerinin gelişmesi sonucunu çıkarmıştır. Bütün bu yataklara aynı konsantrasyon akım şeması uygulanacak değildir. Bazısı işlenememektedir. Yalnız son günlerde, Superior Gölü bölgesinin bir martit - hematit yatağı için kombine selektif çöktürme (flokülnsyon) ve flotasyon prosesi fizibii bulunmuştur.

Peletleme ;

Demir cevheri tozları, yüksek fırınlarda veya bazı direkt redükleme proseslerinde şarj veya şarjın bir kısmı olarak kabul edilemezler, fakat toplama prosesleri ile faydalı kıımabilirler. Kırılmış revherin elenmesinden veya tenor yükseltme prosesinden gelen konsantreden ve toz üretilen madenlerde benimsenen yöntem peletlemedir.

Tozlar, bağlayıcı maddelerle ve su ile karıştırılır, karışımın yapıştırıldığı ve küresel prosesi, kurutma, ön ısıtma ve 1250-1350°C sıcaklığında son ısıtmayı kapsar.

Isıtma aygıtı düşey fırın, hareketli ızgara veya yuvarlak ızgara şeklinde olabilir. Sonucusu en son gelişme olup en düşük maliyet en toplu ve basit olanıdır.

Soğuk sertleştirme prosesleri, düşük kapital maliyeti, Brezilya ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin lisans' altında yerel fabrikasyona ve operasyona uygulanabilirliği açısından kabul edilebilir bulunan isveç Grancold prosesinde kapsar. Bağlayıcı % 10'a kadar portland, puzolanik veya cüruf çimentosudur. «Yeşil» pelet, yapışmayı ve kümelenmeyi önlemek için demir cevheri konsantresi ile kaplanır ve bir ay kadar kuruma ve sertleşmeye terk edilir.

Diğer prosesler, karbonat bağ prosesi (kalker ile karıştırmak ve basınç altında CO₂ atmosferinde 120-150°C de sertleştirmek), korozyon bağlayıcı prosesi (Corrosion bonding proses) (demir parçalarının ve sodyum klorat ilavesi), zift ve katranlı otoklav bağlamadır.

Bu yöntemler ve pelet özelliklerinin değerlendirilmesi önemli araştırma ve geliştirme gerektirir.

Çelik yapımında, hurdaya seçenek olarak, yüksek fırınlara ve elektrikli demir ergitme fırın tesislerine şarjı sağlayacak yüksek demir içeriği için ön redükleme veya peletin metalleştirme prosesi ge'iştirme-sicle devam etmektedir. Peletleme 1944 de

tanındı, 1964 de yıllık üretim 45 milyon ton iü ve 1974 de 172 milyon ton olan üretimin 3,35 milyon tonu ön redüklemeyledir. 1974 do iki tanesi gelişmekte olan bir ülkede (Meksika) olmak üzere sekiz yeri peletleme tesisi kuruldu.

Peletler ve ön redüklenmiş peletier, demir cevherlerinde olduğu gibi çok uzak mesafelere taşınabilirler. Bunlar n demir cevheri ticaretinde önemli değer ve demir

cevheri üretiminde değer arttırıcı anlamları vardır.

Peletleme maliyeti yerel koşullara ve tesisin büyüklüğüne bağlı olarak, büyük değişiklik gösterir. Tesis büyüklüğünün maliyet azaltıcı ilkesi (ekonomies of scale) Limit edilebilir fakat son fiyat değişiklikleri ve genel enflasyon, işletme maliyetini 1960 lardakinin iki katından fazlasına çıkarmıştır. Tipik maliyetler Tablo I. de verilmiştir.

TABLO : 1

Peletleme Maliyeti (US dolar)

Maliyet elementleri	Birim Ton	Birim maliyet	Harcama	Maliyet (Ton/pelet)
i Demir cevheri tozu CİF		18	1,14	20.52
2 Benton it		41	0,012	0492
Toplam ana malzeme				21,012
3. İşçi ve yönetim				0.30
4 Yardımcı işletme				
i) Doğal gaz	Nm ³	0,0125	40	0,50
ii) Enerji	Kwh	0,0206	35	0.72
iii) Diğerleri				0,28
Toplam yardımcı işletme				1,05
5. İşletme malzemeleri				026
6 Bakım ve onarım*				0.50
Ana malzeme dışındaki toplam maliyet				0.76
7. Genel giderler				1.2
Amortisman ve faiz hariç toplam üretim maliyeti				24.722

Sinterleme :

Sinterleme, kompleks izabe tesislerinde toz cevherleri, izabe tesisi tozlarını ve ham cevherin kırma ve eleme sırasında veya proses çizgisinin diğer noktalarında üretilen toz artıkları toplamak için kullanılan bir prosestir. Tozlar kontrollü ısıda gözenekli, fakat sıkı yapışmış bir yapıda birleştirilirler. Kok tozu ile cevher tozlarından oluşan karışım hareketli ızgaraya beslenir ve bir gaz alevi ile ısıtılır. Yanma kontrollü olarak ızgara boyuoca ilerler. Kalker veya dolomit karışım! kendi

kendine eriyen (self fluxing) sinter üretiminde kullanılabilir. Sinterleme maliyeti 4 US dolar/ton'u bulmaktadır, fakat bu normal olarak izabe maliyetinin bir parçasıdır, cevher üretimi ve işlenmesi ile ilgisi yoktur.

Biriktirme:

Bu ham cevherin yerini almak üzere «open heart» fırınlarına şarja uygun ağır materyal üretmek için çelik fabrikalarında bazen kullanılan üçüncü bir toprak la ma (aglo-rerasyon) yöntemidir. Biriketler, tozların

bağlayıcılarla veya bağlayıcısız olarak sıkıştırılması ile yapılır ve orta veya sinterleme sıcaklığında sertleştirilir

DEMİR CEVHERİ HAZIRLAMASI:

Son yirmi yılda yüksek fırınlarda demir üretiminde verimliliğin artması şarjın hazırlanmasıyla büyük ölçüde etkilenmiştir. Bundan böyle demir cevherleri farklı gözetilmeksizin şarj edilmiyor, fakat dikkatlice seçiliyor, kırılıyor, tane iriliğine ayrılıyor, tozlar ayrılıyor, stoklanıyor, harmanlanıyor ve* hızlıca indirgenebilir hale islah ediliyor. Tozların sinterlenmesi ve şarja büyük ölçüde sinterin karıştırılması kapasite artırımına yardım eder, fakat cevher hazırlanmasının bu prosesleri demir ve çelik tesislerinin işleyişine bağlıdır. Madencilik işlemi sonucundaki esas fayda fakir cevherden sağlanan yüksek tenörüü konsantre ve pelet üretimidir.

DİREK REDÜKLEME VE SÜNGER DEMİR: ÜRETİMİ:

Uygulanmakta olan demir cevheri redüklemesi yüksek fırınlarda çok yüksek sıcaklıkta olmaktadır. Gang mineralleri sıvı cüruf olarak ayrılmakta ve demir ergimiş halde elde edilmektedir. Diğer taraftan, eritmeden katı halde, daha düşük sıcaklıklarda direkt redükleme yapılmaktadır. Genelde iki çeşit direkt redükleme vardır. Birincisi çok temiz cevherlerin gazlı redüklenmesidir. Doğal gaz kullanılır ve ürün çok saf olan sünger demirdir. Sadece temiz cevherler kullanılır, çünkü proses gangın ayrılması işlemini kapsamaktadır. Bu türün orjinal prosesi Midrex, Purofer, FIOR ve HIB tarafından takip edilen doğal gaz kullanımını esas alan Hyl/Lc dir; ağır yağlara ve katı yakıtların gazlaştırılmasına dayanan diğer prosesler hızlı gelişme içindedirler. Bazı duruma da besleme sulandırılarak veya biriket şeklinde yapılır. Titanlı demir cevheri veya demirli kum veya düşük tenörüü silikati* cevher,

haddehane tortu ve paşası vb gibi cevherler için faydalanılan Krupp V3 SL/RN prosesleri ile örneklendirilen ikinci tür, döner fırınlarda katı redükleyici kullanılır.

İki tür ürün arasında bir farklılık görülebilir. Biri elektrik ark çelik fırınlarında çelik yapımında direkt olarak kullanılabilen yüksek derecede metalleştirilmiş sünger, pelet veya birikettir. Böylesi bir materyal tekrar oksidasyona maruzdur ve bu yüzden koruyucu atmosfer veya sünger pasifizasyon işlemi uygulanmadıkça büyük uzaklıklara taşınmaz. Diğer tür, daldırılmış elektrotlu demir izabe ark fırınları için besleme olabilen yarı metalize olmuş üründür. Ürünün kısmen metalize olduğu durumlarda materyal ayrıca redükleme işlemine tutulur, hazırlama safhası ferro aşım endüstrisinde veya nikelli ürünlerin işlenmesinde olduğu gibi ön - redükleme diye adlandırılır.

Demir yüksek fırınlarında, yüksek fırının kendisinde bol miktarda ön redükleme oluşur ve böylece şaft yüksekliğinin ve etkinin daha az olduğu demir izabesi için kullanılan daldırılmış elektrotlu ark fırınlarında olduğu gibi ön redüklemenin avantajı o kadar önemli değildir. Yüksek fırına verilecek tamamen ve direkt olarak re-aüklenmiş sünger şarjı bir başka sorundur ki, bu ayrı bir teknoloji - ekonomik çalışmaya ve değerlendirmeyi gerektirir. Direkt redüklemenin çekiciliği, atıl bırakılan veya kullanılmayan doğal gaz kaynaklarının ve yanıcı gazların değerlendirilmesinde ve yine küçük çelik imalâthanelerinin tükenen koklaşabilir kömür kaynaklarından bağımsız kılabilme gerçeğinde yatmaktadır.

Prosesler bu yüzden geri kalmış ülkeler için büyük çekiciliğe sahiptir. En ender geleni (Hyl) Meksika'da 1950'lerde doğmuştur. Bu ve varyantları Arjantin, Brezilya, Avrupa ve SSCB de inşa edilmiştir. (Daha önce 1930'larda geliştirilen Krupp-Rhein prosesi bundan önde gelmekteydi, fakat zamanında çevresinde çok az uygulama buldu ve şimdilerde de hemen hemen tamamen kullanım dışıdır.)

Direkt redükleme prosesi petrol, doğalgaz ve yanıcı gazların bulunabildiği gelişmekte olan ülkelerde son zamanlard önem kazanmıştır. Tesisler İran ve Irak için siparişte ve Abu Dabi, Kuveyt, Katar, Suudi Arabistan, Türkiye, Cezayir, Mısır Libya, Nijerya ve Tunus için de düşünülmektedir.

Aşağıdaki faktörler önemlidir:

a) Direkt redükleme prosesleri ve bunların dünyanın çelik endüstrisinin gelişimi yönündeki faydalarına uygun perspektifde bakmak gerekir. Bu prosesler, çelik endüstrisinin gelişmesine neden olan bütün dertlere çare bulamamaktadır. (Özellikle gelişmekte olan ülkelerde.)

b) Direkt redükleme proseslerinin bazıları henüz yeni gelişmekte ve aksi iddialara rağmen özellikle döner fırın tesisleri kutlanarak katı redükleyicilere (koklaşmaz kömür ve fosil yakıtlar) dayananlar, teknolo-ekonomik olarak ispatlanmamış durumdadırlar. Bazılarının, kuru l ma'arından bir veya iki yıl içinde hurdaya çıkan tesisler için büyük paralar ödediği gelişmekte olan ülkeler, bu tesislerin uygulamaya geçirilme istemlerinde çok dikkat etmeleri gerekir.

c) Direkt redükleme aslında konvansiyonel demir ve çelik yapım proseslerine nispeten küçük ölçüde tamamlayıcı olanağın sunma bazında kabul edilmelidir bunlardan ikincisi şüphesizki çelik endüstrisinin bugünkü durumu ve gelecekteki gelişmenin en önemli etkenini oluşturur ve gelecek on yıllar için de böyle olmaya devam edecektir.

d) Gelecekte direkt redükleme prosesi yüksek fırın teknolojisinin yerini alamayacaktır ve böyle bir konuşma tekniği platformunda gelişmekte olan ülkelerin bir çoğunu yanlış yola götürür.

e) Direkt redükleme prosesleri yapışınca bulunan kapasite büyüklüklerinin sınırlamaları açısından (katı redükleyicileri esas alanlar gaz bazlı direkt redükleyicilerden daha azdır) çelik yapımında tüccar fabrikalarını beslemede bu prosesler sınırlı teknoloji seçimi (direkt redükleme projesi) olarak kabul edilirler.

sesleri ve/veya konvansiyonel demir çelik yapımı) çelik endüstrisi operasyonunun ölçeği ve hizmet etmek için arayacağı pazarları (iç ve dış pazarlar) ile ilişkilendirilmelidir.

TABLO: 2
Sünger Demir Üretim Maliyeti
% 100 kapasiteli Gazlı Direkt Redükleme
Tesisleri (US Dolar)

Maliyet elementi	Birim	Birim maliyeti	Tüketim	Sünger demir Ton maliyeti
1 Petet	ton	24,77	1.4	34,678
2 Doğal gaz	Nm ³	0,0125	460	5,750
Toplam ana malzeme				40,428
Ana malzeme dışı maliyetler				
1 İşçi ve yönetim				0.450
2. Enerji	Kwh	0,0206	30	0.618
Taşıma hariç diğerleri				0.30
Toplam yardımcı işletme				1,368
3 İşletme malzemeleri				
A Bakım - onarım				0,7i
Ana malzeme dışındaki toplam maliyet				2.518
Genel giderler				0,60
Amortisman hariç toplam üretim maliyeti				44,914

Yaklaşık 45 dolar/ton sünger

TABLO : 3

Cari Hafif Nafta Fiyatlarını Yansıtır Tahmini İşletme Maliyetleri Sünger Demir İçindeki Fe 185.000 Ton/yıl metalleştirme - % 85

	Birim Maliyet U.S. \$	Birim Tüketim metrik Ton DEMİR	Yıllık Maliyet U.S. \$	Maliyet U.S. \$ metrik Ton DEMİR
1. Parça cevher, + 1/2"-2" 280.000 Metrik Ton/yıl % 62 Fe	\$ 12,0/M. Ton CIF (\$ 0.193 m.Ton Demir Birim)	1.7 Ton	\$ 3.336.000	\$ 20.2
2. HyL Redükleme				
Hafif Nafta	\$ 11.0/BBL	5.0 BBLs	9.075.000	55.000
Elektrik Enerjisi	0,01/kwh	20 kwh	33.000	0.200
Su	0.10/1000 Gals	2.140 Gals	36.300	0.220
Kimyasal mad. Katalizörler ve çeşitli			41.250	0.250
Onarım - malzeme ve işçilik			412.500	2.500
Çalışan işçi	0.625/adam saat	108.000 adam saat	67.500	0.409
Çalışan yönetim	1.25/adam saat	11.000 adam saat	13.750	0.083
Genel giderler % işçi ve yönetim			81.250	0.492
Toplam HyL Redükleme			\$ 9.800.550	\$ 57.154
3. Genel Toplam			\$ 13.136.550	\$ 77.354
Amortisman, vergiler ve faiz, Devlet hakkı, satış maliyeti ve demirbaş harcı.				
4. Tahmin Yıllık Tüketimler				
Parça demir cevheri (+ 1/2"-2")		280.000 Metrik Ton		
(% 5 toz kaybı toleransı içerir)				
Hafif Nafta		825.000 BBLs		
Elektrik Enerjisi		3.300.000 kwh		
Su		353x106 U.S. Gals.		
5. BBL — Varil — 42 Galon				
Gals = Galon				

Yazar tarafından teknik literatürden derlenmiştir.

TABLO : 4
Tahmini Üretim maliyetleri
Redükleşmiş Pelet İçindeki Fe 198.000 M. Ton / Yıl
metalleştirme— % 85

	Birim Maliyet U.S. \$	Birim Tüketim metrik ton DEMİR	Yıllık maliyet U.S. \$	Maliyet U.S. \$ metrik ton DEMİR
1. Demir Oksit peletleri + 3/8"-5/8" 315.000 yıllık m.Ton % 66 Fe	\$ 16.0/m.Ton (\$ 0.242/m.Ton de- mir birim)	1.54 Ton	\$ 5.040.000	\$ 25.400
2. HyL Redükleme				
Hafif Nafta	\$ 11.0/BBL	4.2 BBL	9.147.600	48.200
Elektrik Enerjisi	0.01/kwh	16.8 kwh	33.200	0.168
Su	0.10/1000 Gals	1.79 Gals	35.400	0.179
Kimyasal Maddeler, Katalizörler ve çeşitli			41.500	0.210
Onarım-malzeme ve işçilik			415.800	2.100
Çalışan işçi	0.625/adam saat	108.000 adam saat	67.500	0.341
Çalışan yönetim	1.25/adam saat	11.000 adam saat	13.750	0.069
Genel Giderler			81.250	0.410
Toplam HyL Redükleme	% 100 işçi ve yönetim		\$ 9.836.000	\$ 49.677
			\$ 14.876.000	\$ 75.077
3 Genel HyL Redükleme Amortisman Vergi ve faiz, Dev- let hakkı, Satış maliyeti ve demir- baş haric.				
4 Tahmini Yıllık Tüketimler				
Okside peletler (+ 1/2"-2")		315.000 m. Ton		
(% 5'lik toz kaybı toleransı içerir)		832.000 BBLs		
Hafif Nafta		3.326.000 kwh		
Elektrik Enerjisi		354x106 U.S.		
Su		Gals		
5 BBL = Varil = 42 Galon Gals = Galon				

Yazar tarafından teknik literatürden derlenmiştir.

Sünger demir üretimi için 1973 UNIDO sekreterlik dairesi tarafından katı redükleyicileri esas alan proseslerin bazılarının bir değerlendirilmesi yapıldı; bu bildiri aşağıdaki katı redükleyici bazlı döner fırın tesislerinin başarısızlığının ve bunların çalışmaya başlama dönemlerinden hemen sonra maddi büyük kayıpların ve Inchon yakasındaki gibi insan kayıpları ile kapanmalarının nedeni tartışılmıştır :

- c) Skopje Iron and Steel Works (Yugoslavya)
- b) Inchon Iron and Steel Works (G. Kore)
- cj Falconbridge Nickel Company (Kanada)

DİREKT REDÜKLEMENİN EKONOMİK YÖNÜ

Direkt redüklemenin sermaye ve işletme maliyetini de içeren ekonomi ve üretim

maliyetleri tahmini için uluslararası kıstas yoktur; bu gazlı direkt redükleme proseslerinde ve katı redükleyicili döner fırın bazit direkt redükleme proseslerinde yine ayrı ayrı değişecektir. Tablo 2'de direkt redükleme tesislerinin genel maliyet verileri görülmektedir.

Bazı ülkeler yeterli doğal gaz kaynaklarına sahip olmayabilirler fakat naftanın yüksek cari fiyatlarına rağmen sünger üretiminde kullanılabilen n afta ya bol miktarda sahip olabilirler. Tablo 3 ve 4 gazlaştırılmış naftaya dayanan sünger üretirinin ekonomisini göstermektedir. Son zamanlarda Zambiya da redükleyici olarak nafta kullanan bir sünger tesisi kurulmaktadır.

1975 yılına göre en önde gelen direkt redükleme proseslerine ye bunların kapasitelerine (işlemekte olanlar ve İnşa halinde olanlar) bakmak yararlı olacaktır.

Prosesler	Direkt Redükleme ve elektrik fırın tesisleri	İşletilen DR Tesisleri	İnşa halindeki birimler	Kapasite ton/yıl
HyL	10	6	7	8.000.000
M id rex	8	5	5	6.500.000
Furofer	2	—	2	7.000.000
Armco	2	1	1	330.000

Bu bildiriye sonuçlandırırken, direkt redükleme gibi yeni teknolojik gelişmelere teknik ve pratik ilginin, özellikle az gelişmiş ülkelerin, bunları kullanım açısından sünger demir üretimi için direkt redükleme proseslerinin bazılarının değerlendirilmesi ID/WG 146/118 - UNIDO sekreterlik Dairesi (Eylül 1973) UNIDO nun 3. Bölgelerarası Demir - Çelik Endüstrisi Simpozyumu için tebliğ Ekim 1973.

olanaklarını aydınlatmak için UNIDO nun bit yaklaşımı olduğu söylenmektedir. Ser-

maye ve teknolojik kaynakları kıt olan gelişmekte olan ülkelerin, teknik ve endüstriyel olarak ispat edilmemiş proses ve teknolojileri ticarileşme için esas olarak kullanılması gerektiği düşüncesi kabul edilmelidir. UNIDO gelişmekte olan ülkelere yardım tahsisinde bu istekleri karşılamaya çalışmalı ve demir çelik endüstrisi ile direkt redükleme sünger teknolojisi dahil metalürji endüstrisi alanında, gelişmiş olan ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasında bir bağ kurulmalıdır. En son teknolojik yeniliklerin, otomasyon ve bilgisayarlaşma işlemlerinin az gelişmiş ülke-

lerde uygulanması haklı istek ve amaçlarıdır, bununla beraber her durum ve ülkedeki koşullara ve çevreye bağlı olarak tamamen uygun teknolojinin uygulanması desteklenmelidir. Bu konuyu örneklemek için, orman bakımından zengin olan ve ağaçlandırma programı bulunan gelişmekte olan ülkelerde, nispeten küçük fırınlarca (200 ton/gün den az kapasiteli) demir Uabesf için odun kömürü kullanılmasının desteklenmesi tavsiye edilir. Hızla kalkınmakta olan bir ülkede, örneğin Brezilya, redükleyici ve ısı girdisi olarak küçük yüksek fırınlarda odun kömürü kullanan üç

milyon ton civarında pik demir izabe edilmektedir. Batı Avustralya da Wundowie de, odun kömürü kullanan bir demir izabe yüksek fırın kompleksi, son yirmi yıl için, kârlı bir işletme içindedir. Bir başka hızla kalkınmakta olan ülkede, Hindistan'da, Bhadravati'deki Mysore Demir ve Çelik Fabrikası'nda odun kömürü yüksek fırın operasyonu yıllardır avantajlı olarak yapılmaktadır. Malezya'da Malayawata çelik tesisinde kauçuk ağacından yapılan odun kömürü kullanarak demir izabesi son birkaç yıldır başarılı olarak yapılmaktadır.