



TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

NİKEL RAPORU

Kasım 2012

©Tüm hakları saklıdır. TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın yazılı izni olmaksızın bu kitap ya da kitabın bir kısmı herhangi bir biçimde çoğaltılamaz.

ISBN : 978-605-01-0430-1
Teknik Hazırlık : Maden Mühendisleri Odası
Kapak Fotoğrafi : Goro Nikel Projesi
Baskı : Gurup Matbaacılık, 0312 384 73 44
Baskı Tarihi : Kasım 2012
İsteme Adresi : TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Selanik Cad. 19/4 Kızılay-ANKARA
Tel : 0312 425 10 80 Faks: 0312 417 52 90
İnternet Adresi : www.maden.org.tr
E-Posta : maden@maden.org.tr

SUNUŞ

Son dönemde yapılan bazı madencilik faaliyetleri toplumda tartışma konusu olmaktadır. Bu çalışmalara karşı çıkanlar da destekleyenler de birbirlerini suçlamaktadır. Bu tür yaklaşımlar anlamlı bir tartışmanın önüne geçerek belirli noktalarda ortaklaşabilecek kesimleri bile karşı karşıya getirebilmekte, sorunun çözümünü zorlaştırmaktadır. Madenler; yenilenemeyen ve üretildiklerinde tükenen kıt kaynaklardır. Ekonomik rezervler belli bölgelerde yoğunlaşmıştır. Bu nedenle, madencilikte yer seçme şansı yoktur ve madenin bulunduğu yerde üretilmesi zorunludur. Yapıldığı bölgelere sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan önemli katkılar sağlayan madencilik sektörü, emek yoğun bir istihdam gerektirdiğinden kırsal kesimden göçleri önleyici ve gelir dağılımını düzenleyici bir etkisi bulunmaktadır. Aranmaları, üretim için gereken yatırımlar ve işletilmeleri büyük mali kaynak ve zaman gerektirir. Buna karşılık, madencilğin her aşaması riskli, yatırımın geri dönüş süreci uzundur.

Madencilik sektörü; sanayi başta olmak üzere, ekonominin diğer sektörlerinin temel hammadde gereksinimlerini sağlamaya ilaveten, yatırım bedelinin çoğu makine, elektrik ve inşaat kalemlerini oluşturduğundan, ekonomik kalkınmayı başlatan sanayileşmenin lokomotifi konumundadır. Madencilik sektörünün tüm alt sektörlerinde üretim artırılırken söz konusu üretimin hedefi hammadde olarak dış satım değil, ülke sanayi sektörleri olmalıdır. Madencilik sektörünün ülke kalkınmasındaki kritik önemi, fazla miktarlarda üretilip yurt dışına satılarak döviz elde edilmesinde değil, yerli sanayiye düşük maliyette ve kaliteli girdi sağlama-sındadır. Bu çerçevede, madencilik sektörünün planlanmasında ülke sanayi sektörleri ile entegrasyon ön planda tutulmalıdır. Mevcut kaynakların en iyi şekilde kullanımı, kaynakların atıl durumda bırakılmaması ve bilinmeyen kaynakların belirlenerek üretilmesi ile ülke sanayisinin gelişmesine hız verilmesi gerektiği tartışılmaz bir gerçektir. Fakat, bir ülke kendi kaynaklarının yurt içinde işlenip nihai ürüne yönelik politikalar geliştirip uygulayamıyorsa; bu ülke sanayileşmiş ülkelere ucuz hammadde sağlamaktadır. Diğer bir deyimle ülke zenginliklerini gerçek değerlerinin çok altında yurt dışına aktarmaktadır.

Yaşanan küreselleşme süreci ile; çok uluslu şirketlerin kar paylarını artırmak, sermayenin ve mal dolaşımının önündeki tüm engellerin kaldırılması amaçlanmıştır. Bu gelişmeler; sahip oldukları bilgi birikimi, sermaye kaynakları, ekonomik ve politik güçleri sayesinde dizginleri ellerinde tutan gelişmiş ülkelerin lehine olmaktadır. Ülkemizde 80'li yıllardan bu yana izlenen neo-liberal politikalar ile; pek çok sektör gibi madencilik sektörü de çok büyük yıkım görmüş, özelleştirme uygulamaları ile bu ulusun dışından tırnağından artırarak oluşturduğu kamu işletmeleri yok pahasına yerli ya da yabancı sermaye gruplarına satılmak suretiyle elden çıkarılmıştır. IMF ve Dünya Bankası reçeteleriyle ülkemizde kamu ma-

madencilik kuruluşlarının özelleştirilmesi veya kapatılması madencilik sektörünün daralmasına ve yok olmasına neden olmuştur. Yatırım yapılmayarak üretimden çekilmek zorunda bırakılan kamu madencilik kuruluşları son aşamada sermayesi güçlü yabancı şirketlerin eline geçmekte ve kaynaklarımızın kullanımı da bu güçler tarafından değerlendirilmektedir. Ülkemizin sanayileşememesi ve mamul madde üretiminin yeterince yapılamaması madenlerimizin hammadde olarak ihracı sonucunu doğurmaktadır. 2011 yılında tüm madenlerimizden elde edilen ihracat gelirimiz yaklaşık 4 milyar dolar olmuştur. Aynı yıl sadece ithal kömüre ve demire 3 milyar dolara yakın döviz ödenmiştir. Bu tek örnek bile yanlış bir politika izlendiğinin açık bir göstergesidir.

Nikel, diğer madenlerimiz gibi yeraltı zenginliklerimizden birisidir. Nikel madeninin aranması ve üretilmesinin diğer metal madenlerinden fazlaca bir farkı yoktur. Son zamanlarda gündemde yer alan bu konu ya işletme teknolojisi ve çevre ya da ekonomik boyutuyla gündeme getirilmiştir. Ancak sorun, bir bütünsellik içinde ulusal madenciliğimizin temel tercihleri ve politikalarının neler olması gerektiği açısından yeterince değerlendirilmemiştir. Sorunların farklı temellerde tartışılması çözümü daha da zorlaştırmıştır.

Hiçbir ülkede toplumun bütün ihtiyaçlarını karşılayacak kadar bol üretim yapmak mümkün olmadığına göre, üretimde kullanılacak kıt kaynaklar konusunda tercih yapmak bir zorunluluk olabilmektedir. Böyle bir tercih yapıldığında yapılan tercihin rasyonel sayılabilmesi için, feda edilen değerlerin, alternatif maliyetlerinin yapılan tercihten fazla olmaması gerekir. Örneğin; nikel madenciliğinin tercih edilmesi; o yöredeki tarım, turizm vb. gibi alternatiflerden daha çok ve daha uzun süreli ekonomik avantajlar sağlamalıdır. Bu nedenle her nikel madeni için ayrı ayrı alternatifler ortaya konulmalı, alternatif maliyet analizleri yapılmalı ve bu verilere göre tercihte bulunulmalıdır. Yapılacak tercihlerde sosyal maliyetlerin de gözönüne alınması gerekmektedir. Kaynak kullanımı çok alternatifli, çok parametrelili bir sorunu ifade etmektedir. Bu durum nikel madenciliği için de geçerlidir.

Nikel madenciliği, pek çok ülkede gerekli önlemler alınarak yapılmaktadır. Günümüzde çevreye karşı çok duyarlı birçok ülkede sadece nikel değil her türlü yeraltı kaynağı, (maden, petrol, doğal gaz, endüstriyel hammadde) yerüstü zenginliklerine ve çevreye en az zarar verecek şekilde planlanıp işletilebilmektedir. Dolayısıyla bazı özel durumlar (arkeolojik alan, sit alanı, milli park, vb.) dışında madencilik, uygun bir planlamayla çevre ile barışık olarak yapılmaktadır. Çevre faktörü göz ardı edilerek madencilik faaliyetlerinin yürütülmesi, içinde bulunduğumuz yüzyılda mümkün değildir. Madenciliğin çevreye etkileri yadsınamaz. Ancak, madencilik sektöründe, çevre dostu teknoloji ve yöntemlerin kullanılması, madencilik süreçlerinde ya da sonrasında çevrenin korunmasına ya da yenilenmesine yönelik önlemlerin alınması bir zorunluluktur. Bu konuda gelişmiş ülke-

lerdeki olumlu örnekler ülkemizde de uygulanmalıdır. Yerel halkın onayını almamış hiçbir ekonomik girişimin ülkeye yarar getirmesi beklenemez. Madencilik sektörüne ilişkin alınacak kararlarda ilgili yöre halkının da katılımı sağlanmalıdır.

Burada asıl sorun, tüm alanlarda olduğu gibi madencilik sektöründe de kamu denetiminin gevşetilmesi ya da denetimin özelleştirilmesidir. Bu nedenle yasalarda belirtilen denetimler dahi yeterince yapılamamaktadır. Önlemlerin alınıp alınmadığı denetlenememekte, sonuç olarak genel anlamda bir güvensizlik ortamı oluşmaktadır. Meslek Odalarının da devre dışı bırakılarak, kamusal denetimin göz ardı edilmesiyle piyasa mantığı gereği “bırakınız yapsınlar bırakınız geçsinler” düşüncesi her alanda egemen olmaktadır. Toplumsal, ekonomik ve çevresel bakımdan sürdürülebilir bir madencilik sektörünün gelişimi; devlet, sektörde faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlar ile demokratik kitle örgütlerinin yapıcı işbirliği ile mümkündür. Söz konusu tarafların doğrudan katılımları olmaksızın hazırlanacak herhangi bir sektör planının ya da plan uygulamasının başarılı olması mümkün görülmemektedir. Gerçek sahibi halkımız olan ve yenilenemez ve tükenme özelliğinden dolayı gelecek nesillerimizin de hak sahibi olduğu tüm stratejik madenlerimiz kamu yararı doğrultusunda işletilmeli, kamu denetimi mutlaka sağlanmalıdır.

Bu çalışmada, Nikel madenciliği tüm boyutlarıyla incelenmiş ve ülkemizdeki rezervler ile üretim boyutu irdelenmiştir. Raporun editörlüğünü yapan ve çalışmada büyük emekleri olan Sayın Dr. Mehmet KARADENİZ başta olmak üzere, katkı koyan akademisyenlere ve meslektaşlarımıza teşekkürlerimizi sunarız.

Kasım 2012

YÖNETİM KURULU



İÇİNDEKİLER

1. Giriş.....	9
2. Genel Bilgiler ve Tarihçe	9
2.1. Doğada Bulunuşu	11
2.2. Kullanım Alanları	14
2.3. Üretim Yöntemleri	18
2.4. Nikel Cevherlerinin Zenginleştirilmesi.....	18
2.4.1. Sülfürlü Nikel Cevherlerinin Zenginleştirilmesi	19
2.4.2. Lateritik Cevherlerden Nikel Kazanımı	20
3. Nikel Madenciliğinin Çevresel Etkileri	26
4. Dünya’da Nikel	28
4.1. Rezervler	28
4.2. Dünya Nikel Üretimi.....	31
4.3. Dünya Nikel Tüketimi.....	34
4.4. Nikel Fiyatları	37
5. Türkiye’de Nikel	37
5.1. Türkiye Nikel Rezervleri.....	37
5.2. Türkiye Nikel Üretimi.....	39
5.3. Türkiye’nin Nikel Dış Ticareti	41
6. Dünya ve Türkiye’de Mevcut Durumun Değerlendirilmesi	41
6.1. Dünya’da Mevcut Durum	41
6.2. Türkiye’de Mevcut Durum	43
7. Gelecekte Beklenen Gelişmeler	44
8. Stratejik Öngörüler.....	47
Kaynakça.....	49



1- GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşamına girmesinin üzerinden binlerce yıl geçmiş olsa bile, nikelin, sanayi için bir meta haline gelmesi, yalnızca bir-iki asır önce gerçekleşmiştir. Sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler sayesinde, kullanım alanı hızla genişleyen bu metalin cevherleşmesine yönelik aramalar yoğunlaşmış, teknolojik gelişmelerin de katkısıyla üretim ve tüketimi zaman içinde büyük artış göstermiştir. Mevcut veriler, nikelin 21. yüzyılda daha da fazla aranan bir metal haline geleceğine işaret etmektedir.

Geçen yüzyıl boyunca asıl tüketici olanlar, beklenebileceği ya da kolayca tahmin edilebileceği üzere, sanayileşmiş batılı ülkeler iken, bilhassa 1990'ların ortalarından itibaren güçlü biçimde sanayileşen ve ekonomisi kararlı gelişen Çin, hem en önemli üretici, hem de tüketicilerden biri haline gelmiştir.

Bilinen rezervlerine bakıldığında, Manisa-Turgutlu-Çaldağ ve Manisa-Gördes'deki lateritik yataklardır. Bunların dışında henüz, dünya ölçeğinde kayda değer cevherleşmesi görülmeyen Türkiye'nin, yavaş bir tempoyla hareketlendiği görülmekte ise de, henüz gerçek anlamda üretime geçtiği söylenemez. Öte yandan, nikelin sanayide tüketimi yalnızca birkaç bin t kadardır. Bugün itibarıyla, üretimi tetiklemekten uzaktır. Buna karşın, önümüzdeki yıllarda iki yataktan da nikel üretiminin devreye girmesi plânlanmaktadır. Mevcut gelişmelerin, hâlihazırdaki durumu ve gidişatı hızla olumlu yönde değiştirmesi yüksek bir olasılıktır.

Türkiye ekonomisi açısından, belki, nikel ile ilişkin belirtilebilecek en umut verici ayrıntı, jeolojik yapısının nikel cevherleşmesine uygun olmasıdır. Bu da, göz ardı edilemeyecek bir arama yatırımını, bir başka deyişle, risk sermayesini gerekli kılmaktadır.

2- GENEL BİLGİLER VE TARİHÇE

Ni sembolü ile gösterilen, 4. Periyot 8B grubunda yer alan, atom numarası 28, bağlı atom kütlesi 58,6943, yoğunluğu 8,912 g/cm³, ergime sıcaklığı 1.455 °C, kaynama sıcaklığı 2.913 °C olan nikel bir geçiş metalidir. Kristal yapısı kübik olup, gümüş rengine ve parlaktır.

Nikel, özellikle alkalilerden kaynaklanan korozyona karşı dayanıklıdır. Kolaylıkla, hem çözücü, hem de çözünen alaşımlar yapmaya eğilimlidir ve katalitik davranış gösterir. Oda sıcaklığında ferromanyetiktir. Fiziksel olarak da önemli bazı nitelikler taşır. Yumuşaktır, dolayısıyla, tel ve levha haline getirilebilir. Yüksek sıcaklıklarda kırılma eğilimi göstermez, mukavemetini, sıfırın altındaki sıcaklıklarda ise sünekliğini ve tokluğunu korur. Soğuk ve sıcak olarak kolaylıkla işlenebilir. Bu nedenle, kaynak edilebilir ve tornadan geçirilebilir. Buna karşın, ısı ve elektrik iletkenliği görece düşüktür.

Sahip olduğu kimyasal ve fiziksel özelliklere bağlı olarak kullanım alanı geniş

bir metaldir. Sanayinin gelişmesiyle birlikte kendisine duyulan ihtiyaç giderek artan nikel, ilk kez, 1751’de İsveç’li kimyacı Baron Axel Frederik Cronstedt tarafından saptanmıştır. Nikolit (nikelin) mineralinden (aslında bakır içermeyen, ama bakır kırmızısı rengi olan nikel arsenit (NiAs)) bakır çıkarmaya çalışan Cronstedt, bakır yerine beyaz metal elde edince, ona, Almanca’da “Old Nick’s copper - Şeytanın bakırı” anlamına gelen “nikel” adını vermiştir. Kimyasal olarak saptanması yalnızca birkaç yüzyıl öncesine dayanmasına karşın, birçok toplum, yüksek olasılıkla bilincinde olmaksızın, binlerce yıl bu metalin alaşımlardaki üstünlüklerinden faydalanmıştır.

Kullanımının M.Ö. 3500’lere kadar uzandığı bilinmektedir. Suriye’de bulunan bronz eserlerde % 2’ye varan oranlarda nikel rastlandığı kayıtlara geçmiştir (http://www.minara.com.au/files/docs/8_FactSheet_Nickel.pdf). “Pai thung” veya “beyaz bakır” olarak bilinen alaşım ise 1700’lerin sonlarında Çin’den Avrupa’ya getirilmiştir ve gümüşe karşı ucuz bir seçenek olarak sunulmuştur (Mudd, 2010). Nikel açısından önemli bir diğer tarih, Avusturya’da, Gersdorff tarafından ilk metalurjik tesisin açıldığı 1824’tür. Bu arada, 1823’de, Ernest August Geitner yeni bir Cu-Ni alaşımı bulmuş ve “Alman gümüşü” olarak adlandırılan bu alaşım, 1830’larda Almanya ve İngiltere’de çok tutulur hale gelmiştir. Sonrasında, nikelin insan yaşamındaki yeri giderek sağlamlaşmıştır. İlk madeni para, ki altındır, M.Ö. 700’lerde Lidya’da kullanılmışken, saf nikelden yapılmış paralar, 1881’de İsviçre’de tedavüle girmiştir (Molloy, 2001).

Modern anlamda ilk nikel üretimi 1848 yılında Norveç’te gerçekleştirilmiştir. Sözü edilen dönemde, tüm Avrupa’da ufak çaplı nikel madenciliği ve izabesi yapılırken, Güney Norveç’te de, 1870 itibarıyla, 40 kadar küçük nikel madeni faal haldedir. Bunlar, yaklaşık % 1-2 civarında Ni içeren sülfürlü yataklardır (Mudd, 2010). Aynı dönem içinde, 1863’de, Yeni Kaledonya’nın Fransız topraklarındaki Dumbear Nehri’nde Jules Garnier, daha sonra “garniyerit” adı verilen bir nikel minerali keşfetmiştir. Oldukça yüksek tenörlü (başlangıçta % 12 ve 1909’larda % 5’e inmiştir) bu lateritik (kalıntı) yatak 1875’de üretime geçirilmiş, 1880’de de Yeni Kaledonya’nın doğu kıyısındaki Thio’da bir izabe tesisi kurulmuştur. Kısa bir süre sonra da, Kanada’daki Sudbury Ni-Cu yatağı bulunmuş, önce bakır olduğu düşünülen yatağın, 1886’da Ni-Cu cevherleşmesi olduğu fark edilmiştir. Hemen ardından, aynı yatak için, Cu ile Ni’in birbirlerinden ayrılması amacıyla “Orford süreci” geliştirilmiştir.

Çelik endüstrisinde kullanılmaya başlanıp, 1889 senesinde, paslanmaz çelik üretimine geçilmesi ile birlikte nikel en önemli metallerinden biri haline gelmiştir (<http://www.metanikel.com.tr/en/nickel>). Öyle ki, I. Dünya Savaşı öncesinde, aşağı yukarı 20.000 t mertebesindeki üretim, 1918’de 44.000 t’u aşmıştır. Dünya ekonomik krizinin yaşanmaya başlandığı 1920’lerde azalan nikel üretimi, 1936’da 95.500 t’a ulaşmış, II. Dünya Savaşı sırasında, 1943’de 130.000

t'u geçmiştir. Bu artışlarda, 1930'lu yıllarda Sovyetler Birliği tarafından Kola ve Taimyr Yarımadaları'nda (Peninsula) bulunan sülfürlü sahaların rol oynadığı söylenebilir.

Bir yandan teknoloji gelişir ve talep artışı yaşanırken, dünyanın farklı bölgelerinde yeni yatakların keşfi de sürmüştür. Kanada'da, Kuzey Manitoba'daki Thompson nikel yatağı 1956'da, Çin'in Kuzey-batısındaki Gansu Bölgesi'nde sülfürlü büyük Jinchuan nikel cevherleşmesi ise 1960'ların başlarında bulunmuştur.

Özellikle lateritik nikel yataklarını kapsayan çok sayıda proje, başta Yeni Kaledonya, Karayipler ve Batı Pasifik takımadalarında ve daha küçük çaplıları Doğu Avrupa ve Rusya'da olmak üzere, 1950'lerden itibaren hız kazanmıştır (Mudd, 2010). Öte yandan, 20. yüzyılın sonu ve 21. yüzyılın başlangıcı itibariyle, alışımelerde nikel, özellikle çelik, ilâveten kimyasal ürünler ve piller gibi bir dizi kullanım alanlarında, önemli rol oynamaya devam etmektedir. Norilsk ve Rusya'nın yanı sıra, Avustralya, Yeni Kaledonya, Endonezya ve Çin gibi diğer üreticilerin yükselmesiyle, Kanada'nın en baştan beri süren egemenliği gerilemiştir (Mudd, 2010).

Tüketim alanı genişlemeye devam eden nikel talebi ve doğal olarak üretim yıldan yıla hatırı sayılır ölçüde artmaktadır. Artık, son derece önemli bir metal haline gelen nikelin fiyatı, arz yetersizliği ile dönemin ekonomik ve siyasal koşulları içinde, 2007 Mayıs ayında 50.000 ABD \$/t'u dahi aşabilmiştir.

2.1- Doğada Bulunuşu

Yerkabuğunun % 0,008 kadarını oluşturan nikel, çekirdeğin derin kısımlarında demir, oksijen, silis ve magnezyumdan sonra en bol bulunan beşinci elementtir.

Nikel doğada oksitler, sülfidler ve silikatlar halinde bulunur. Belli başlı nikel mineralleri arasında pentlandit ((Ni, Fe)₉S₈), nikelin (NiAs), kloantit (NiAs₂₋₃), milerit (NiS), anaberjit ((Ni)₃(AsO₄)₂.8H₂O) ve garniyerit (Ni, Mg)₃Si₂O₅(OH)₄ sayılabilir. Yine, sıklıkla nikel ile birlikte bulunan bazı kobalt mineralleri de bunlara dâhil edilebilir. Lateritik nikel cevherleşmelerinde, mineralden çok Co, Fe, ve Mn oksitleri ile silis ve alüminyumun karışımı olarak tanımlanıp (Gültekin, <http://web.itu.edu.tr/~gultekin/Kalinti.htm>), (Co,Ni)_{1-y}(MnO₂)_{2-x}(OH)_{2-2y+2x}.nH₂O veya (Ni,Co)_x(Mn(O,OH)₄.nH₂O) gibi farklı formüllerle verilen asbolan ile litiyofanit'e (Al,Li)MnO₂(OH)₂) de rastlanır.

Pentlandit: Kübik sistemde kristallenen, yoğunluğu 4,5-5,0 g/cm³ ve sertliği 3-4 (Mohs ölçeği) arasında olan pentlandit, açık bronz sarısı rengindedir. Görünümü metalik parlaklıkta ve çizgi rengi yeşilimsi siyahtır. Pirotin, kalkopirit ve bazik, ultrabazik kayalarla ilişkili diğer sülfid cevherleri ile birlikte bulunur.



Nikelin: Nikolit adıyla da bilinen, kristal yapısı hegzagonal, grimsi kırmızı veya soluk bakır kırmızısı renğinde, yaklaşık $7,8 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğunda ve sertliği 5,0-5,5 arasında değişen bir mineraldir. Çizgi rengi kahverengimsi siyahtır. Diğer nikel sülfürler, kalkopirit ve pirotinin yanı sıra, gümüş ve kobalt mineralleri ile birlikte masif ya da saçınımlı halde bulunur.



Kloantit: Skutterudit grubundan, beyaz veya gri renkli, metalik parlaklıkta, izomerik kristaller olarak bulunan bir mineraldir. Rengi kalay beyazından çelik grisine değişkendir. Sertliği 6, yoğunluğu ise $6,4-6,8 \text{ g/cm}^3$ arasındadır.



Milerit: Hegzagonal sistemde kristallenen milerit, romboedral dilinimli, metalik parlaklıkta, yoğunluğu $5,2-5,6 \text{ g/cm}^3$ arasında değişen, sertliği 3,0-3,5 olan, pirinç sarısı renğinde, opak bir mineraldir. Çizgi rengi yeşilimsi siyahtır.



Anaberjit: Kimyasal bileşiminden de görüldüğü gibi, sulu nikel arsenattır. Kristal sistemi monoklinik olup, yoğunlu $3,18 \text{ g/cm}^3$, sertliği 1,5-2,5 aralığında, camsı parlaklıktadır. Koyu morumsu kırmızı, pembe renktedir. Çizgi rengi de kırmızıdır. Eritrit ($\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) ile izomorf yapıdadır. Kobalt ve nikel içeren birincil minerallerin oksitlenme yüzeylerinde ikincil olarak oluşur.



Garnierit: Monoklinik sistemde kristalleşen, bünyesinde nikel ile beraber magnezyum silikat bulunan bir serpantin mineralidir. Rengi, bünyesindeki safsızlık varlığına bağlı olarak yeşilimsi sarıdan koyu yeşile değişkendir. Sertliği 2,0-2,5, yoğunluğu $2,27-2,87 \text{ g/cm}^3$ aralığındadır. Nikelce zengin olivin ve serpantin kayaların bozulması sonucunda oluşur. Nipuit, numeit isimleriyle de anılan bu mineral aynı zamanda bir süs taşıdır.



Genel olarak nikel, tüm dünyada iki tip cevher yatağından üretilmektedir. Bunlardan biri lateritlerdir.

Dünyada bilinen nikel cevheri yataklarının % 60-% 70 civarındaki kısmı lateritik tip olup üretiminin % 43'ü bu tür cevher yataklarından yapılmaktadır. Jeolojik dönemler boyunca tropik ve/veya subtropik iklim koşulları altında, aşırı yağış ve sıcaklık değişimlerine maruz kalan magmatik kökenli kayaların doğal ayrışmasını tanımlayan bir jeolojik sürecin neticesinde ortaya çıkan kayalar “Lateritik kayalar” olarak tanımlanır. Lateritleşme, madencilik teknolojisi açısından irdelendiğinde, yerinde doğal bir özütleme (liç) sürecidir. İçeriklerinde genelde, % 0,1-0,3 nikel ve kobalt türü metaller bulunan ultramafik kökenli ana kayaların atmosferik ve hidrosferik olaylarla ayrışması sonucu lateritleşmesiyle, % 1-3 tenörlü “lateritik nikel cevher yatakları” oluşur.

Bunlar;

- Görece düşük demir içerikli (Saprolitik, % 1,5-2,5 nikel tenörlü) yataklar,
- Yüksek demir içerikli (Limonitik, % 1-2 nikel tenörlü) yataklar ve
- Limonitik ve saprolitik lateritler arasında geçiş zonunu oluşturan nontronitik yataklardır.

Lateritik yataklarda, nikelin yanı sıra kobalt da % 0,1'den düşük konsantrasyonlarda bulunur. Ana cevher mineralleri nikel içeren (nikeliferus) limonit $[(Fe,Ni)O(OH)]$ ve bir magnezyum ve demirli nikel silikat olan garniyerittir $((Ni,Mg)_3Si_2O_5(OH)_4)$.

Diğeri de magmatik sülfid yataklardır. Bu tip yataklanmalar, ultra bazik ve bazik magmatik kayaların içlerinde gelişir. Bunlarda esas cevher minerali pentlandittir. Nikel sülfidler çoğunlukla ultramafik olarak adlandırılan demir ve magnezyumca zengin kayalarla ilişkilidir. Ayrıca, bakır ve platin grubu minerallere de sıklıkla rastlanır.

Nispeten yüksek tenörlerine karşın, küçük rezervleri olan ve daha az önem atfedilen hidrotermal yataklar ise üçüncü tip olarak verilebilir. Ultramafik kayaları kesen genç plütonik ve volkanik kayalar içinde meydana gelir. Hidrotermal çözeltilerin ultramafik kayalardan çözdükleri nikelin kırık ve çatlaklar boyunca yeniden çökeltmeleri sonucu bu tip yataklar oluşurlar.

2.2- Kullanım Alanları

Levha, toz, pelet ya da külçe halinde satılan nikel, taşıdığı kimyasal ve fiziksel niteliklere binaen, kullanım yelpazesi son derece geniş, genişleme süreci de sürmekte olan bir metaldir. Buna karşın, yaklaşık % 85'i diğer metallerle alaşımı yapılarak ve böylelikle, farklı fiziksel ve mekanik özellikler kazandırılarak tüketilmektedir.

Bakır ve nikel alaşımının, özellikle 19. yüzyıldan itibaren, değişik ülkelerde para yapımında kullanımı yaygındır. Öte yandan, nikel, belki doğrudan değil,

ama onu içeren malzemeler, yeterince bilinmemekle beraber, çağdaş yaşamın birçok yönüne ihmal edilemeyecek katkı yapmaktadır. Nikelli malzemelerin listesi uzundur. Binalarda, altyapılarda, kimyasal üretiminde, haberleşmede, enerji arzında, çevre korumada, gıda hazırlamada, su arıtmada ve daha birçok alanda nikel, bünyesine girdiği malzemelere kazandırdığı nitelikler ve ikamesinin güçlüğü dolayısıyla önemli bir metaldir.

Nikel tüketiminin genel sektörel dağılımında ülkelerin sanayi yapısı ve zaman belirleyici etken olmakla birlikte, tüm dünya esas alındığında, farklı kaynaklara ve kıstaslara göre değişen kullanım oranları olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Nikel tüketiminin sektörel payları

Kullanım alanı	Roskill*	Minara**	Mudd***	LME****
Paslanmaz çelik (%)	66	65	58	65
Demir dışı metal (%)	12	12	-	
Elektro-kaplama (%)	7	8	9	8
Çelik döküm (%)	4	-	9 (Döküm + Alaşım çelikleri toplamı)	
Diğer alaşım çelikleri (%)	5	10		
Diğer kullanımlar (%)	6	5	5	
Nikel esaslı alaşımlar (%)			14	
Diğer alaşımlar (%)				22
Şarj edilebilir piller (%)			5	
Kimyasallar (%)				5

*Roskill raporu, 2010

**Minara Limited isimli Avustralya şirketinin web sitesinden

***Mudd, 2010

****LME'nin (London Metal Exchange) web sitesinden

Çizelge 2. 2005 – 2011 arasında külçe/levha eşdeğeri olarak paslanmaz ham çelik üretimi (x 1000 metrik ton) (ISSF, 2012)

Ülke/Bölge	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Belçika	1,032	1,522	1,521	1,471	1,045	1,306	1,241
Finlandiya	1,124	1,303	975	957	726	998	1,003
Fransa	658	529	308	297	202	276	300
Almanya	1,592	1,724	1,505	1,574	1,320	1,509	1,502
İtalya	1,606	1,832	1,558	1,471	1,216	1,587	1,602
İspanya	1,127	1,257	1,105	998	693	844	807
İsveç	639	684	645	574	445	546	586
İngiltere	408	375	351	340	224	279	330
Diğer AB	130	152	148	158	114	152	183
AB	8,316	9,379	8,115	7,838	5,986	7,497	7,554
ABD	2,238	2,460	2,171	1,925	1,617	2,201	2,074
Brezilya	450	491	433	390	324	409	413
Amerika	2,688	2,951	2,604	2,315	1,942	2,609	2,486
Japonya	3,983	4,073	3,882	3,567	2,607	3,427	3,247
G. Kore	2,292	2,278	1,942	1,660	1,677	2,048	2,157
Tayvan	1,514	1,724	1,515	1,297	1,468	1,514	1,203
Çin	3,160	5,299	7,206	6,943	8,805	11,256	12,592
Hindistan	1,804	2,006	1,966	1,832	1,721	2,022	2,163
Asya	12,753	15,380	16,510	15,299	16,277	20,267	21,361
G. Afrika	564	727	651	528	546	480	443
Rusya	101	131	143	135	86	122	125
Ukrayna	124	138	124	104	67	118	147
Dünya	24,546	28,706	28,146	26,218	24,904	31,094	32,116

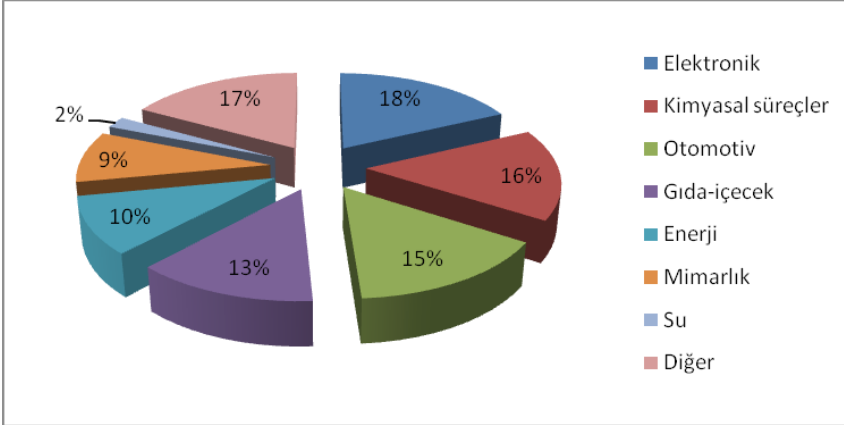
*2011'e ait olanlar, kesin olmayan verilerdir.

Mevcut durumda büyük pay Çizelge 1'den de görüldüğü üzere, paslanmaz çelik üretimine aittir. Yaklaşık 100 yıldır geliştirilmekte olan paslanmaz çelik üretimi, sonuncusunda da yaşandığı gibi, büyük ekonomik krizlerde düşüş eğilimine girse de, özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren kararlı bir artış seyri izlemiştir.

Çizelge 2'de verilen 2005 sonrasına ait veriler, gidişatta bir değişim olmadığına işaret etmektedir. Bu da nikelin, gelecekte tüketim alanlarının başında, paslanmaz çelik sektörü olacağına açık kanıttır.

Öte yandan, yine Minara Limited tarafından hazırlanan ve nikel alaşımları ile

paslanmaz çeliklerin kullanım alanlarının (nikel ürünlerinin ikincil tüketimleri) dağılımını içeren veriler, elektroniğin % 18, kimyasal süreçlerin % 16, otomotivin % 15, gıda ve içeceklerin % 13, enerjinin % 10, mimarlığın % 9, suyun % 2 ve diğerlerinin % 17'lik paya sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Nikel alaşımları ile paslanmaz çeliklerin kullanım alanlarının (nikel ürünlerinin ikincil tüketimleri) dağılımı (Minara Limited)

Çelik üretiminde nikel, genellikle krom ile birlikte kullanılmaktadır. Krom-nikelli çelikler paslanmaz olup, yüksek sıcaklığa dayanıklıdır. Çelikte nikel içeriği oldukça değişkendir. Otomobil sanayinde hareketli miller, sübaplar ve benzeri makine elemanları yapımında kullanılan sementasyon çeliklerinde nikel oranı % 0,5-1,5 arasındadır. Yaklaşık 100 °C'a kadar boyut değişimine uğramadığından laboratuvar aletlerinin üretiminde tercih edilen çeliklerde % 36-46, elektrik direnç telleri yapılan çeliklerde % 24-32 ve tuzlu su ve korozyona karşı dayanıklı çeliklerde de % 22 nikel bulunmaktadır (Yıldız, 2010).

Malzemelere, bilhassa korozyona karşı dayanıklılık sağlamak ve dekoratif görünüm kazandırmak amacıyla uygulaması yaygın olan elektrokaplama (galvanoplasti), uzun süredir iyi bilinen bir tekniktir. Son zamanlarda gelişen, plâstikler üzerine kaplama tekniğinden ise otomobil döşeme, banyo armatürleri ve elektronik bağlantı aparatlarında yararlanılmaktadır.

Kimyasal süreçlerde oynadığı katalizör rolü nedeniyle, bitkisel yağların hidrojenasyonu, hidrokarbonların düzenlenmesi ve ayrıca, gübre, böcek ve mantar öldürücülerin üretilmesinde de kullanılmaktadır (Cutler, 1998).

Ayrıca, metalik malzemelerin korozyona maruz kaldığı yerlerde, kostik çözeltilerin, sıvılaştırılmış gazların naklinde ve muhafazasında, petrol sanayinde; mutfak eşyaları (çatal, bıçak, kaşık gibi), ev aletleri (çekik, pense gibi) ve tıbbi gereçlerin üretiminde yararlanılmaktadır.

Yine, motorlu araçlar ve parçaları, elektrikli makineler ve parçalarında da nikel girdi maddeleri arasındadır. Bazı özel alaşımları yüksek sıcaklıkta basınç ve korozyona dayanıklı olduğundan gaz tribünleri ve jet motorlarının üretiminde, uçaklarda elektrolizle kaplama gerektiren kısımların yapımında nikel kullanılmaktadır. Gemiler ve diğer deniz taşıtlarında birçok donanım sürekli tuzlu suyla temas ettiğinden, bunların dayanıklılığını arttırmak üzere de nikelli malzemelerden imal edilmeleri gerekmektedir.

Burada, nikel talep eden başka birçok sektör sıralanabilir. Öyle ki, bunun son kullanım uygulaması olarak 300.000'i aştığından söz edilmektedir (Mukherjee, 1998). Verilen rakam abartılı olsa bile, sürdürülen malzeme geliştirme araştırmaları ve istikrarlı biçimde artan tüketim miktarı da dikkate alındığında, nikelin giderek daha fazla alanda ihtiyaç duyulan bir girdi maddesi olduğunu ileri sürmek yanlış olmayacaktır. Örneğin, 17 Kasım 2011 tarihinde, Kaliforniya Malibu'daki HRL Laboratuvarları yetkilileri, California Institute of Technology ve University of California ile ortak çalışan araştırmacılarının, dünyanın en hafif malzemesini ürettiklerini duyurmuşlardır. Nikel-fosfor alaşımından üretilen söz konusu malzeme, metalik mikrokafes olup, yoğunluğunun 0,9 mg/cm³ olduğu belirtilmiştir (http://www.hrl.com/hrlDocs/pressreleases/2011/prsRls_111117.html). Sonuçları Science dergisinde de yayımlanan çalışmada geliştirilen mikrokafesin, potansiyel uygulamaları olarak termal ve titreşim izolatörleri ve ayrıca, pil elektrotları ve katalizör destekleyicileri verilmektedir.

2.3- Üretim Yöntemleri

Diğer metal madenlerinde de olduğu üzere, nikel madenciliğinde üretim hem açık işletme, hem de yeraltı işletme yöntemleriyle yapılmaktadır. Doğal olarak, burada asıl belirleyici olan, yatağın yüzeyden ne kadar derinlikte yer aldığıdır.

Genelde, lateritik yataklar yüzeyde ya da yüzeye yakın seviyelerde bulunduğu ve geniş alana yayıldıklarından açık işletme yöntemiyle üretilmektedir. İşletme maliyetlerinin aşağı çekilmesiyle de düşük tenörlü cevherlerin işletilmesi mümkün olmaktadır. Nikel lateritler genellikle 60 m derinliğe kadar açık işletme yöntemiyle üretilmektedir (Emery, Salier ve Michniewicz, 2007). Buna karşın, sülfürlü yatakların yüzeye yakın üst kısımları açık işletmeye uygun olsa da, çoğunlukla yeraltı yöntemleriyle üretim gerçekleştirilmektedir.

2.4. Nikel Cevherlerinin Zenginleştirilmesi

Bilindiği gibi, cevherlerin oluşum süreçlerindeki farklılıklar, yatakların mineralojik bileşim ve yapısını bütünüyle değiştirebilmekte, bu da, hazırlama ve zenginleştirme aşamalarında, uygulanacak yöntemler bakımından belirleyici olmaktadır.

Sülfürlü nikel cevherlerinde serbestleşme tane boyutuna inildikten sonra cevher, flotasyon veya manyetik ayırımla zenginleştirilirken, lateritik yataklarda genellikle aşındırma (scrubbing) işleminin ardından, cevherin mineralojik yapısına göre, hidrometalurjik, pirometalurjik veya her ikisinin birleştirildiği yöntemlerden biri tercih edilmektedir.

Cevherin tenörüne bağlı olarak bakır, ya önemli bir yan üründür veya nikel gibi, doğrudan ürün niteliği taşımaktadır. Norilsk ve Sudbury yataklarında görüldüğü üzere, nikelin yanı sıra, sıklıkla altın, gümüş ve platin grubu mineraller (PGM) de kazanılmaktadır.

Geçmişten günümüze, nikel ağırlıklı olarak sülfürlü kaynaklardan üretilenmiştir. Ancak üretim, giderek lateritik cevherlere kaymakta olup, 2012 itibarıyla % 50'yi geçmesi beklenmektedir (Dalvi, Bacon ve Osborne, 2004). Bu gidişatın sebebi, yeni aramalar sonucu lateritik rezervlerin bollaşmasına ve metal kazanımında hidrometalurjinin artan kullanımına dayandırılmaktadır (Moskalyk, Alfantazi, 2002). Xinfang da (2008), bu görüşü destekleyerek, büyük lateritik nikel yatakları sayesinde, lateritlerin geleceğinin parlak olduğunu ve baskın kaynağa dönüşeceğini vurgulamaktadır.

2.4.1. Sülfürlü Nikel Cevherlerinin Zenginleştirilmesi

Sülfürlü cevherler, hidrometalurjik ya da pirometalurjik işlemlerin doğrudan uygulanmasına uygun değildir. O nedenle, nikel mineralleri, serbestleşmenin sağlandığı boyut küçültme sonrasında, fiziksel veya fizikokimyasal zenginleştirme ile konsantre edilirler. Ancak, cevherin yapısında PGM ya da kromit varsa veya önemli miktarda silikat içeriyorsa, önce bir gravite ayırma yöntemiyle örneğin, ağır ortam uygulamasıyla ön konsantre elde etme yoluna gidilebilmektedir. Ardından, flotasyon ve manyetik ayırma yöntemlerinden biri kullanılarak zenginleştirme yapılmaktadır. Belirtmek gerekir ki, manyetik ayırma kısıtlı hallerde yapılan bir zenginleştirme işlemidir. Kimi zaman, flotasyon öncesinde ön zenginleştirme için kullanılır. Genelde bu yöntem, cevher, özellikle pirotin gibi manyetik nitelik taşıyan minerallerin varlığında, manyetiklerin pentlandit ve kalkopirit türünden nikel ve bakır minerallerinden uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır.

Öte yandan, flotasyon uygulamalarında dikkat edilen temel husus, bakır konsantresi içinde nikel kalmasındansa, nikel konsantresi içine bakır kaçağının tercih edilmesidir. Çünkü ergitme sürecinde, bakır konsantresinde bulunan nikelde büyük kayıplar yaşanırken, nikel konsantresi içinde yer alan bakır çok daha yüksek verimle kazanılabilmektedir. Flotasyonda, % 90'lar mertebesinde bir verimle, % 10-12, bazen % 18 -20 gibi yüksek Ni içeren (Averbury ve Mt. Keith- Avustralya) bir konsantre elde edilebilmektedir.

Sonrasında, nikel konsantresi, demirce zengin bir cürufun sıyrılıp uzaklaştırılması amacıyla fırınlarda ergitme işlemine tabi tutulur ve böylelikle,

daha yoğun nikel matı elde edilir. Matın bünyesinde ağırlıklı olarak nikel ve demirin yanı sıra bakır ve kobalt bulunur. İşlemler sürdürülerek, nihayetinde nikel metali ve diğer metal yan ürünleri üretilir.

Son yıllarda geliştirilen ve sülfürlü nikel konsantresinin doğrudan metalik ürüne dönüştürülmesine imkân veren Activox sürecinde, ince öğütülmüş Ni-Co-Cu konsantresi basınçlı kazanda (otoklavda) işlemden geçirilerek çözelti üretilir. Bir dizi kimyasal saflaştırma aşamasıyla safsızlıklar uzaklaştırılıp, Ni, Cu ve Co ayrılır. Elektrolizle yüksek nitelikli elektrolitik nikel kazanılır (Emery, Salier ve Michniewicz, 2007).

2.4.2. Lateritik Cevherlerden Nikel Kazanımı

Lateritik cevherlerden nikel kazanımı, magnezyum içeriği ve nikel/demir oranına bağlı olarak, hidrometalurjik, pirometalurjik ve hidrometalurjik-pirometalurjik yöntemlerin birlikte uygulanması olmak üzere üç farklı yöntemle gerçekleştirilmektedir.

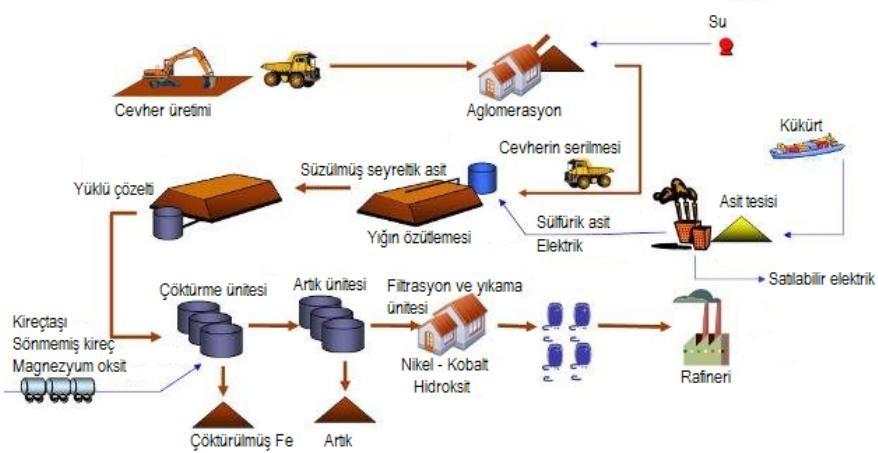
Pirometalurjik yöntemler, genellikle düşük demir/nikel oranlı ve düşük rutubetli cevherler için tercih edilen yöntemlerdir. Elektrikli fırınlarda, nikel demirle birlikte indirgenip ferro-nikel alaşımı veya kükürt ilâvesiyle nikel matına ulaşılır. Başlıca döner fırınlarda kurutma, kalsinasyon, önindirgeme (kömür veya kokla) ve ark fırınında ergitme işlemlerini içerir. Ayrıca, üretilen alaşıma S ve P gibi elementlerden arıtma uygulanabilir. Elde edilen Ferro-nikel adlı ürünün nikel içeriği % 20 ile % 50 arasında değişmektedir. Bu yöntemde, cürufun ergime noktasını kontrol edebilmek için cevher şarjının demir, magnezyum ve silika içeriğinin belli oranlarda sabit tutulması çok önemlidir. Bu yöntem, genel olarak düşük nikel içerikli ve demir içeriği % 25'den yüksek cevherler için kullanılmaz.

Pirometalurjik yöntemler için uygun olmayan lateritik nikel yatakları için de Caron, Yüksek basınçlı sülfürik asit özütlemesi (HPAL) ve Atmosferik özütleme (Yıgın ve karıştırılmalı tank özütlemesi) olarak üç tip hidrometalurjik yöntem vardır.

Caron yöntemi: Öğütülen cevher indirgeyici bir ortamda kavruarak içindeki nikel ve kobalt metalik forma dönüştürülür. Daha sonra, amonyak-amonyak karbonat çözeltisi ile düşük sıcaklıkta ve atmosferik basınç altında seçimli olarak çözeltiye alınır. Amonyakın uzaklaştırılması ile çökelen nikel karbonat kalsine edilerek nikel oksit üretilir. Nikel oksit ise ısıtma işlemi ile indirgendirgenerek % 99,5 saflıkta nikel metali elde edilir. Caron yöntemi Yabulu, Queensland (Avustralya), Nicaro (Küba) ve Punta-Gorda'da (Küba) uygulanmaktadır.

Yüksek basınçlı asit özütlemesi (High pressure acid leaching - HPAL):

Caron yöntemindeki yüksek enerji tüketen basamakları devre dışı bırakmak için geliştirilmiştir. Boyutlandırılmış cevher önce yüksek basınç ve sıcaklıkta sülfürik asitli ortamda çözülür ve çözünen demirin hematit şeklinde çökmesi sağlanarak asit tüketimi kontrol altında tutulur. Daha sonra metallerle yüklü çözelti kireç taşı ile nötürleştirme ve demir çöktürme işlemine tabi tutulur. Çözeltiyi kirleten alüminyum, krom ve birinci arıtma aşamasında çöktürülemeyen demir kalsiyum hidroksitle ikinci aşamada çöktürülür. Arıtılmış çözeltiden nikel ve kobalt magnezyum oksitle çöktürülerek nikel ve kobalt hidroksit (MHP) elde edilir. MHP üretimini çözeltiden manganezin çöktürülmesi işlemi takip eder. Eğer çöktürme işlemi hidrojen sülfür gazı ile yapılacak olursa nikel kobalt sülfür (MSP) elde edilir. Bu yöntem asit tüketimi yüksek cevherler için yaygın bir şekilde geçmişte kullanılmış, şu anda kullanılan ve gelecekte kullanılması plânlanan bir yöntemdir. Moa Bay (Küba), Murrin Murrin, Cawse ve Bulong, Ravensthorpe (Avustralya), Carol Bay (Filipinler), Goro (Yeni Kaledonya), Ramu (Papau Yeni Gine), Ambatovy (Madagaskar) bu yöntemin seçildiği önemli projelerdir.



Şekil 2. Lateritik cevherden yığın özütlemesi ile nikel kazanımı genel akım şeması

Çizelge 3. Nikel cevherlerinin işlenmesi için mevcut teknolojilerin karşılaştırmalı tanımları

Nikel Cevheri Mevcut İşleme Teknolojileri		Uygulama Alanı	İşlenmiş Atık Depolama Gereksinimi
Pirometallurjik (tüm cevherin, demir-çelik sanayinde kullanılan izabe yöntemlerine benzer tekniklerle, çok yüksek sıcaklıkta ergitilip “nikel mat” üretilmesi ve daha sonra rafinasyonu veya ferro-nikel elde edilmesi)		Genelde, nikel içeriği % 4’den yüksek cevher ve nikel hurdalarının rafinasyonunda, <u>entegre tesislerde kullanılmaktadır.</u>	Arta kalan cüruf ve tozlar atık olarak depolanır.
Hidro-Pirometallurjik (tüm cevherin, öğütme sonrasında, yüksek sıcaklıkta indirgenmek üzere kavrulup amonyak ile özütlenmesi ve rafinasyon/solvent ekstraksiyonu sonrasında, nikel oksit ve/veya metalik nikel eldesi) (Caron Yöntemleri)		Eski bir teknolojidir. Son 20 yılda kurulan <u>tesislerde uygulanmamaktadır.</u>	Nikeli alınmış olan çamur halindeki işlenmiş cevher atık barajına gönderilir.
Hidrometalurjik			
Yüksek Basıncılı Asit Özütlemesi	Ocaktan çıkarılan cevherin, öğütme sonrasında, otoklavlar içinde 250 °C üzerinde sıcaklık ve 40-45 atmosferlik basınç altında sülfürik asit içerisinde çözündürülmesi, daha sonra, bu bulamacın açık tanklara alınması ve kireçtaşı ilâve edilip içerisindeki Fe, Al ve Cr’un çöktürülerek ayrılması, ardından, nikel ve kobaltın, kalan çözeltiden hidrojen sülfür ilâvesiyle çöktürülmesi	Lateritik cevherlerde uygulanmaktadır.	Nikeli alınmış olan çamur halindeki işlenmiş cevher atık barajına gönderilir.

Yığın Özütleme	Ocaktan çıkarılan cevherin, öğütmeksizin kırılarak (-30 mm), tabanı geçirimsiz tabakalar üzerine serilmesi ve damlama yöntemi ile üzerine seyreltik (% 5lik) sülfürik asit verilmesi, süzülen asit tarafından çözeltiye alınan nikel, kobalt, demir ve manganez gibi metallerin yığın tabanından özel havuzlara alındıktan sonra fizikokimyasal yöntemlerle içerisindeki nikel ve kobaltın hidroksit bileşiminde kazanılması	Lateritik cevherlerde uygulanmaktadır.	İçerisindeki nikel alınmış cevher için <u>ayrıca bir atık depolama barajına gereksinim yoktur.</u> Cevher asidi yıkanmış yığında kalacaktır.
Atmosferik Özütleme	Genelde, sülfürik asitle, yüksek nikel içeren (>% 15) konsantre cevher ve pirometalurjik “nikel mat” ürünlerinin rafinasyonunda kullanılmaktadır.	Lateritik cevherler için <u>uygulama projesi yoktur.</u>	
Atmosferik Klorür Özütleme	Genelde, hidroklorik asitle, pirometalurjik “nikel mat” ürünlerinin rafinasyonunda kullanılmaktadır.	Lateritik cevherler için <u>uygulama projesi yoktur.</u>	

Atmosferik özütleme (Atmospheric leaching – AL) (Yığın ve karıştırmalı tank özütleme (Heap and Agitated tank leaching – HL – ATL)): Basınçlı asit özütleme yöntemine alternatif olarak önerilmektedir. İnce boyuta öğütülen cevher, karıştırmalı tank içinde sülfürik asit ile özütlendir. Elde edilen çözeltiden

önce safsızlıklar (diğer metaller) uzaklaştırılır, sonra da nikel çöktürülerek kazanılır. Eramet şirketine ait Endonezya’da kurulmakta olan Weda Bay tesisi buna örnek olarak verilebilir.

Yığın özütlemesinde ise, kırılan cevher kil ve jeomembrandan oluşan geçirimsiz bir taban üzerine yığılır. Yığının üstüne damlama yöntemi ile asit beslenerek nikel çözeltiye alınır. Nikel ile birlikte çözeltiye alınan demir, alüminyum ve krom gibi istenmeyen metaller çöktürüldükten sonra nikel kazanılır (Şekil 2).

Sülfürlü bakır, nikel, kobalt cevherinin sülfürik asitle tetiklendiği bio-yığın özütlemesi, Finlandiya’daki Talvivaara Projesi’nde uygulanmaya başlanmış olup Çin, Avustralya, Brezilya ve Filipinler’deki yığın özütlemesi projeleri işletmeye alınmış veya alınma aşamasındadır.

Son on yıl içinde işletme hazırlıkları yapılan ve/veya işletmeye alınmış lateritik nikel maden işletmeleri incelendiğinde, cevherin petrografik ve mineralojik özelliklerine göre:

* Yüksek basınçlı asit özütlemesi ya da

* Yığın özütlemesi teknolojilerinin uygulandığı görülmektedir.

Yöntemlerin karşılaştırması Çizelge 3’de özet olarak verilmiştir.

Lateritik cevher işleyen bir maden işletmesinde, kullanılan teknoloji ne olursa olsun, cevher istihracı (çıkartılması/üretimi) ve ekonomik değeri olmayan kaya malzeme depolama işlemlerinde herhangi bir farklılık yoktur. Kullanılabilecek her iki teknolojiye, belirli konulardaki ortak noktalar ve farklılıklar ise Çizelge 4’de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Çizelge 4. Yüksek basınçlı asit özütlemesi ile yığın özütlemesi tekniklerinin ortak noktaları ve farklılıkları

Uygulama Konusu	Yüksek Basınçlı Asit Özütlemesi	Yığın Özütlemesi
Cevher İstihracı	Açık (veya Kapalı) Ocak	Açık (veya Kapalı) Ocak
Cevher Kırma	Evet	Evet
Cevher Öğütme	Evet	Hayır
Otoklav	Evet	Hayır
Yığın Özütlemesi Alanı	Hayır	Evet
Sülfürik Asit Tüketimi	Asit Tüketimi, hidrometalurjik yöntemden çok cevherin tipi ve mineralojisine bağlıdır. Mg, Ca gibi asit tüketen elementleri içeren cevherlerin, doğaldır ki, asit tüketimleri de yüksek olacaktır. Asit üretim değerleri ve mevcut lojistik verileri irdelenerek, gerektiği durumlarda sülfirik asit tesislerinin projeye dâhil edilmesi gündeme gelebilir.	

Kireçtaşı (Kalker)	Evet	Evet		
Elektrik Enerjisi Temini	Projede elektrik üretimine uygun proses yok ise dışarıdan temin edilir.			
Otoklav Isı Enerjisi Gerekisini	Evet, (Genelde kömür santrali)	Hayır		
SO ₂ emisyonu	Emisyon limiti dâhilinde	Emisyon limitinin çok altında		
Su Temini	Hidrometalurjik yöntemden çok proje konumu ve bölgesel şartlara göre değişir. Su; özel inşa edilmiş barajdan, tesisin arıtılmış proses sularından, yüzey (akarsular gibi) veya yeraltı kaynaklarından sağlanabilir.			
İşlenmiş Atıkların Yönetimi	İnce tane boyutunda çalışıldığından geçirimsiz atık barajına depolanacaktır.	İri tane boyutunda çalışıldığından atık barajı gerekli değildir, asidi yıkanmış yığın, özütleme alanında kalacaktır		
Saha Rehabilitasyonu	Evet – Atık barajının en az beş yıl bakımı, izlenmesi ve doğaya yeniden kazandırılması	Evet – Yığın özütleme veya katı atık depolama alanının, en az beş yıl bakımı, izlenmesi ve doğaya yeniden kazandırılması		
	Teknolojik Sorun	Çözüm	Teknolojik Sorun	Çözüm
Başlıca Teknolojik Sorunlar ve Çözümler	Otoklavlarda korozyon ve jips kabuklaşması	Sürekli bakım gereksinimi/ maliyet	Yığında geçirgenliğin azalması	Yükleme öncesi aglomerasyon gereksinimi
	Çözeltilerden metal tuzları/metal elde edilmesi	Proses optimizasyonu	Çözeltilerden metal tuzları elde edilmesi	Proses optimizasyonu
	Atık barajının ve barajdan olası sızıntıların kontrol altında tutulması	Atık barajı kapasitesinin, üretim planı ile uyumlu ve acil durumları da göz önüne alınarak, seçimi; baraj yapımında uygun zemin yalıtımının sağlanması; yeterli sayıda yeraltı suyu gözlem kuyusu açılması	Şiddetli yağışlarda yığınlardan dışarıya taşabilecek suyun yönetimi	Yığınların plâstik örtüler ile örtülmesi veya yağışlarda artan çözelti ve kaçak su hacmine uygun özütleme sonrası ekipman boyutlarının seçilmesi

	İşletme sonrası atık barajının iyileştirilmesi	Barajın ve baraj etrafındaki yeraltı sularının en az 5 yıl boyunca kontrolü	İşletme sonrası yığınların yönetimi, iyileştirilmesi	Doğaya yeniden kazandırma işlemleri uygulanması
			İşletme sonrası yıllarda, yığınlarda çökme ve duraylılık bozukluğu	İşletme sonrasında uzun süreler yığınların bakımı ve yığınlardan süzülen suların yönetimi için teknik ve ekonomik plânlama
	Sülfürik asit üretimi için gerekli olan kükürt veya dışarıdan getirilen asidin lojistiği	Limanda ve tesis sahasında yeterli büyüklükte ve emniyetle depolama öngörülmesi Taşımada bu iş için uygun gemi, vagon, kamyon kullanılması	Sülfürik asit üretimi için gerekli olan kükürt veya dışarıdan getirilen asidin lojistiği	Limanda ve tesis sahasında yeterli büyüklükte ve emniyetle depolama öngörülmesi Taşımada bu iş için uygun gemi, vagon, kamyon kullanılması

Maden Finansmanı için öngörülen Ni fiyatı	Ortalama 13.600 ABD\$/t (uluslararası finans kuruluşları)
---	---

3. NİKEL MADENCİLİĞİNİN OLASI ÇEVRESEL ETKİLERİ

Arama, hazırlık, yerkaşuğundan açık ya da kapalı ocak yöntemleriyle çıkarma ve zenginleştirme işlemlerini kapsayan aşamalar, hemen her maden için ortak süreçlerdir. Bazen, kimi metaller için izabe işlemleri de diğerlerini izler. Sıralanan aşamalarda değişik niteliklerde çevresel etkiler söz konusudur. Bu faaliyetler esnasında topoğrafyanın değişmesi, alıcı ortamlarda kirlenme ile

birlikte hayvan ve bitki topluluklarının (flora-fauna) zarar görmesi, çevre yönetimi uygulanmayan veya önlemler alınmayan madencilik faaliyetleri neticesinde, genel anlamda beklenebilecek etkilerdir. Madene özgü farklılıkları, yerel coğrafik koşullar ve işletilecek yatağın jeolojik yapısı tayin eder. Dolayısıyla, aynı tür maden sahalarında olası etkilerde farklılıklar görülmesi doğaldır.

Nikel üretilen lateritik ve sülfütlü yataklar jeolojik ve mineralojik yönleriyle birbirlerinden tamamen ayrı özelliklerdedir. Lateritik olanlar daha çok tropikal iklimin hâkim olduğu bölgelerde ve değişen derinliklerde bulunup, açık ocak yöntemiyle çıkarılırken, sülfütliler ekseriyetle bakır içeren cevherlerle birlikte yer alıp, kapalı ocak işletmesiyle üretilir (World Bank Group, 1998). Buna göre, topoğrafya üzerindeki tahribatları farklıdır. Açık işletmeyle üretim yapıldığında, yeraltı metoduna kıyasla, özellikle üretim miktarına bağlı olarak, etkilenen ve değişime uğrayan alanlar genişir.

Nikel cevherlerine ilişkin önemli bir ayrıntı da bakır, kobalt, molibden gibi metallere koşut olarak, hemen daima çok düşük tenörlü olmasıdır. Bir başka deyişle, zenginleştirme sonucu açığa çıkan ve bertaraf edilmesi gereken artıkların miktarı yüksektir. Serbestleşmenin çok küçük tane boyutunda gerçekleştiği cevherlerin artık yığınları, önlem alınmadığında, toz sorunu doğurabilir. Ayrıca, yığının mineralojik içeriğine, geçirdiği hazırlama ve zenginleştirme işlemlerine bağlı olarak, sularda organik ve inorganik kirliliklerle karşı karşıya kalınabilir. Yine, bu yığınların sülfür içerikli olması halinde, sulak alanlarda ve çökellerde asit maden drenajı gelişimine bağlı asidite, tuzluluk ve metal kirliliği ortaya çıkması da olasılık dâhilindedir.

Genelde, nikel madenleri için diğer tüm maden işletmelerinde karşılaşılanlara benzer çevresel sorunlardan bahsedilebilir. Ancak, zenginleştirmede gravite, manyetik ve flotasyon gibi geleneksel yöntemlere ilâveten hidrometalurjik (özütleyerek çözeltiye alma) tekniklerin uygulanması ihtiyacı ve izabe işlemlerine başvurulması nikel madenciliğini bir ölçüde diğerlerinden ayırmaktadır.

Sülfürik veya hidroklorik asit ya da amonyak ile çözeltiye alma süreçleri, kendi-başlarına kirlilik yaratmanın ötesinde, bünyedeki sair bileşenleri de çözmek, parçalamak suretiyle, çözeltinin çözünmüş ve askıda katı, çeşitli anyon-kasyonlar, metalik karmaşıklar gibi kirleticilerle yüklenmesine sebep olurlar. Çözeltiye alma süreçleri esnasında açığa çıkması muhtemel gaz salınımlarının kontrolü ve sonunda ortaya çıkan katı ve çözelti atıklarının çevresel etkileri, iyileştirmeyle dünya standartlarındaki kabul edilebilir seviyelere indirilebilmektedir.

Nikel madenciliği-çevre ilişkisine cevherin türü açısından bakıldığında, bir başka farklılığın zenginleştirme süreçlerinden kaynaklandığı görülür. Çoğunlukla yüksek nem (serbest ve bağlı su olarak) içerikli olan lateritlerin bünyesindeki kimyasal bağlı suyun uzaklaştırılması ve nikel oksidin indirgenmesi amacıyla indirgeme fırınlarından yararlanılır. Bazı lateritlerde mat elde edilirken sülfür

ilâvesi gerekir. Sülfürlerde ise, sıklıkla geleneksel zenginleştirmeyi takiben izabe sürecine geçilir. Ancak neticede, izabe işlemi uygulaması dolayısıyla, her iki tür cevher için de havaya sürüm (emisyon) meselesi gündeme gelir.

Sülfürlü nikel cevherlerin kavrulması ve ergitilmesi esnasında açığa çıkan sülfür dioksit (SO_2) hava kirliliğine yol açan başlıca unsurdur. Konsantredeki nikel oranı % 6-20 iken, S % 30'lar düzeyine kadar çıkabilir. Buna göre, üretilen nikelin tonu başına salınan SO_2 'in 4 t'a ulaşabileceği belirtilmektedir (World Bank Group, 1998). Tabii ki, hem SO_2 , hem de parçacık (partikül) konsantrasyonları kullanılan pirometalurjik yöntemler arasında değişkenlik arz etmektedir.

Öte yandan, amonyak özütlemesi uygulandığında amonyak ve hidrojen sülfür, asitle özütlemeye ise hidrojen sülfür açığa çıkarak hava kirliliğine neden olabilir.

Nikel matının rafinasyonunda akışkan yatak kavurması ve klorin-hidrojen indirgemesi gibi çeşitli süreçlerden yararlanılarak, tenörü % 95'in üzerinde nikel oksit üretilebilir. Ancak yüksek saflıkta nikel peleti üretmek için buhar, örneğin karbonil süreci kullanılabilir. Bu durumda ise, hayli zehirleyici olan nikel karbonil göz ardı edilmemesi gereken bir kirleticidir.

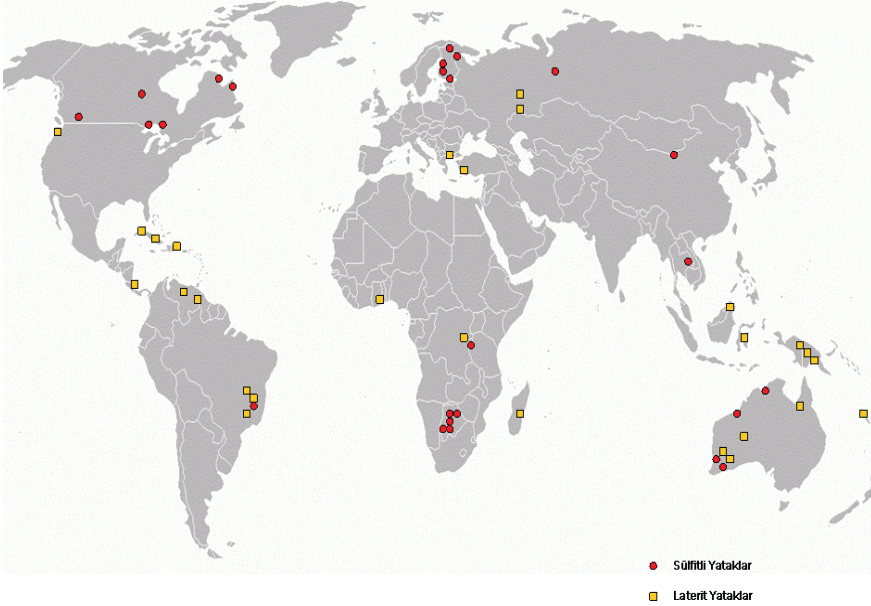
Pirometalurjik işlemler genel olarak kuru olduğundan, su kirliliği açısından çok da önemli olmamakla beraber, gaz arıtımında yaş elektrostatik presipitatörler kullanıldığında, ortaya çıkan atık suların metal yükleri yüksektir.

Burada, nikel madenciliği ile ilgili olarak verilen çevresel etkiler potansiyel tehditler olup, birçok madende görüldüğü üzere, daha işletme öncesi uygulamaya konulacak çevre yönetim plânlarıyla, büyük ölçüde ortadan kalkacak veya kabul edilebilir risklere dönüşecektir.

4. DÜNYA'DA NİKEL

4.1. Rezervler

Tüm dünyada, tenörü % 1 veya daha yüksek olan kaynakların en az 130 milyon t kadar nikel içerdiği ifade edilmektedir (Kuck, 2012). Bunun yaklaşık % 60'ı lateritlerde ve % 40'ı da sülfürlü yataklarda yer almaktadır. Ayrıca, manganez tabakalarındaki ve yumrucuklardaki (nodüller) derin deniz nikel kaynakları, özellikle Pasifik Okyanusu'nda olmak üzere, okyanus tabanında geniş alanlar kaplamaktadır.



Şekil 3. Lateritik ve sülfürlü yatakların yeryüzündeki dağılımı (Sardes Nikel Madencilik, 2005)

Geleneksel maden bölgelerinde yeni sülfürlü yatakların bulunmasındaki uzun dönemli azalma, maden şirketlerinin, aramaları Arap Yarımadası, merkezi doğu Afrika ve Güney Kutbu gibi daha fazla ilgi duyulan alanlara kaydırmasına neden olmaktadır. Ayrıca 2007’de, Kanada’da, Ontario’nun kuzey-batısındaki James Bay ovalarında, umut vadeden yüksek tenörlü sülfür kaynakları bulunmuştur. Doğal demir-nikel alaşımı olan, pentlandite kıyasla daha kolay zenginleştirilebilen ve Kanada’nın diğer bölgelerinde bulunan avaruit ($\text{Ni}_2\text{Fe} - \text{Ni}_3\text{Fe}$) yataklarının geliştirilmesi durumunda, uzun vadedeki Ni konsantresi açığının giderilmesine katkı yapacağı öne sürülmektedir (Kuck, 2012).

Genellikle % 1-3 civarında nikel içeren sülfürlü yatakların büyük rezervli olanları Kanada, Güney Afrika Cumhuriyeti, Rusya, Finlandiya ve Avustralya’da bulunurken, daha düşük nikel içerikli lateritik yatakların Küba, Yeni Kaledonya, Endonezya, Filipinler, Avustralya, Madagaskar, Papua Yeni Gine ve Brezilya’da olduğu görülmektedir (Şekil 3).

Çizelge 5. Dünya nikel rezerv verilerinin metal eşdeğeri olarak yıllara göre değişimi (USGS, 2000, 2005, 2010, 2012)

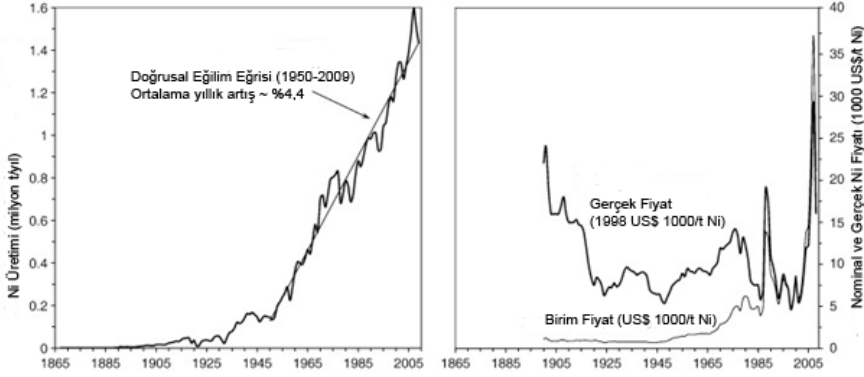
Ülke	Rezervler (t) 2000	Rezervler (t) 2005	Rezervler (t) 2010	Rezervler (t) 2012
Avustralya	9.100.000	22.000.000	26.000.000	24.000.000
Botsvana	780.000	490.000	490.000	490.000
Brezilya	670.000	4.500.000	4.500.000	8.700.000
Çin	3.700.000	1.100.000	1.100.000	3.000.000
Dominik	720.000	720.000	840.000	1.000.000
Endonezya	3.200.000	3.200.000	3.200.000	3.900.000
Filipinler	410.000	940.000	940.000	1.100.000
Güney Afrika	2.500.000	3.700.000	3.700.000	3.700.000
Kanada	6.300.000	4.800.000	4.100.000	3.300.000
Kolombiya	560.000	830.000	1.700.000	720.000
Küba	5.500.000	5.600.000	5.500.000	5.500.000
Madagaskar	-	-	-	1.600.000
Rusya	6.600.000	6.600.000	6.600.000	6.000.000
Venezuela	-	560.000	490.000	-
Y. Kaledonya	4.500.000	4.400.000	7.100.000	12.000.000
Yunanistan	450.000	490.000	490.000	-
Zimbabve	240.000	15.000	-	-
Diğer	450.000	1.300.000	3.800.000	4.600.000
Toplam	46.000.000	62.000.000	71.000.000	80.000.000

Dünya nikel kaynak ve rezervleri verilerine ilişkin ilgi çekici ayrıntı değişen değerlerdir. Kuşkusuz, yeni bulunan yataklar, önceden kaynak olarak nitelenen sahaların sonradan ortaya çıkan bulgularla rezerve dönüşmesi ve sürdürülen üretimler gibi sebeplerle değişmesi doğaldır (Çizelge 5). Ancak ABD Jeolojik Survey'den (USGS) alınan rakamlarla oluşturulan Çizelge 5 üretim değerlerini yansıtan Çizelge 5 ile karşılaştırılarak irdelendiğinde, listede yer verilen bazı ülkelerin, sanki rezervleri tükenmişçesine algılanacak biçimde listeden çıkartılması dikkate şayandır. Her ne kadar, kimi ülkelerden sağlıklı veri temininde sorunlar yaşansa da, bu tek başına açıklayıcı olmaktan uzaktır. Örneğin, Madagaskar'ın, yapılan aramalarla ciddi nikel rezervlerine sahip olduğunun anlaşılması gayet tabii iken, Yunanistan ve Venezuela'daki durumun üretime bağlanması mümkün gözükmemektedir. Bu ülkelerin, "diğerleri" altında verilmesini olası kabul etmek gerekebilir. Bu manada, yalnızca ülkeler özelinde değil, dünya ölçeğinde de verilen rezerv rakamlarına temkinli yaklaşmak daha doğru görünmektedir.

İlâve edilmesi gereken bir husus da, her yıl artan üretim değerlerine karşın, rezervlerin hızla büyümesidir.

4.2. Dünya Nikel Üretimi

Çağdaş anlamdaki madencilikine 19. yüzyılın ilk yarısında geçilen nikelin üretimi, 20. yüzyılın ortalarına değin inişli çıkışlı bir seyir izlemiş, sonrasında ise kararlı bir artış kaydetmiştir. Nihayet, 1,8 milyon t civarına ulaşmıştır. Mudd (2010) tarafından verilen ve 1950-2009 arasındaki yıllık üretim ile birlikte fiyat değişimlerini kapsayan grafikte (Şekil 4), ortalama üretim artışı yaklaşık % 4,4 olarak ifade edilmektedir.



Şekil 4. Dünya nikel üretim ve fiyatlarının zamana bağlı değişimi (Mudd, 2010)

Dünyanın çeşitli noktalarına dağılmış birçok ülkenin üretici olarak tanımlanması mümkündür, ama üretim, büyük oranda Rusya, Kanada, Avustralya ve Güney Amerika olmak üzere dört bölgeden gerçekleştirilmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde, öteden beri belli başlı üreticiler olan Kanada, Yeni Kaledonya, Avustralya, Çin ve Rusya'nın yanı sıra, Brezilya, Endonezya, Güney Afrika Cumhuriyeti ve Küba'nın azımsanmayacak rezervlerinin bulunduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, bu ülkelerin, yakın gelecekte üretimlerini giderek arttıracaklarını dile getirmek yanlış olmayacaktır. Ayrıca, 10 yıl öncesine kadar nikel rezervine sahip ülkeler arasında yer almayan Madagaskar'ın da ortaya konan son rezerv verileriyle, önemli üreticilerden birine dönüşeceği söylenebilir.

Yine Çizelge 6'dan kolayca anlaşılabileceği gibi, Brezilya, Çin, Endonezya, Filipinler ve Diğer grubu içinde bulunan ülkelerde nikel üretimi kayda değer ölçüde artmaktadır.

Nikel üretiminde şirketler mercek altına alındığında, madencilikte ve neredeyse her sektörde gözlenen, sınırlı sayıdaki üretici adının hâkimiyeti, nikel üretiminde de açıkça ortaya çıkmaktadır. Şirketlerin, 2011 yılı itibariyle, üretim miktarlarının ve pazar paylarının verildiği Çizelge 7'de, yalnızca 5 şirketin tüm üretimin % 48,6'sını, 10 şirketin ise % 62,6 kadarını ürettiği görülmektedir (Bell, 2012; Troszkiewicz, 2012).

Bütün bunların ötesinde, birleşmeler ve edinimlerle birlikte durum daha da pekişmektedir. Özellikle 2000'lerin başlarından itibaren, en büyük üretici Norilsk'in dışında kalanlarda, bu açıdan yoğun bir süreç yaşanmıştır. BHP Billiton, 2005'de, WMC Resources'ı bünyesine katmış, Falconbridge ve Noranda aynı yıl birleşmiştir. Xstrata, 2006'da Falconbridge'i, 2007'de VALE de Inco'yu almıştır.

**Çizelge 6. Dünya nikel üretim verilerinin yıllara göre değişimi
(USGS, 2000, 2005, 2010, 2012)**

Ülke	Üretim (t) 2000	Üretim (t) 2005	Üretim (t) 2010	Üretim (t) 2011*
Avustralya	168.300	189.000	170.000	180.000
Botsvana	34.465	28.000	28.000	32.000
Brezilya	45.317	52.000	59.100	83.000
Çin	51.100	77.000	79.000	80.000
Dominik	39.943	46.000	-	14.000
Endonezya	98.200	160.000	232.000	230.000
Filipinler	23.500	26.600	173.000	230.000
Güney Afrika	36.616	42.500	40.000	42.000
Kanada	190.728	198.000	158.000	200.000
Kolombiya	58.927	89.000	72.000	72.000
Küba	68.305	72.000	70.000	74.000
Madagaskar	-	-	15.000	25.000
Rusya	270.000	315.000	269.000	280.000
Venezüella	2.472	20.000	-	-
Y. Kaledonya	127.493	112.000	130.000	140.000
Yunanistan	19.535	23.200	-	-
Zimbabve	8.160	9.500	-	-
Diğer	8.200	25.000	99.000	100.000
Toplam	1.250.000	1.490.000	1.590.000	1.800.000

*2011 yılı rakamları tahmini olup, USGS Mineral Commodity Summaries 2012 verileridir.

Çizelge 7. Nikel sektöründe, 2011 itibariyle, en büyük 10 şirketin üretim rakamları ve pazar payları (Bell, 2012; Troszkiewicz, 2012a)

Şirket	Ni üretimi (t)	Pazar payı (%)
MMC Norilsk Nickel	286.000	17,2
Vale SA	206.000	12,4
Jinchuan Group Ltd.	127.000	7,6
Xstrata Plc.	106.000	6,4
BHP Billiton Ltd.	83.000	5,0
Toplam	808.000	48,6
Sumitomo Metal Mining Co.	65.000	3,9
Eramet SA	54.000	3,2
Anglo American Plc.	48.000	2,9
Sherritt International Corp.	35.000	2,1
Minara Resources Ltd.	30.000	1,8
10 Şirket için toplam	1.040.000	62,6
Dünya genel toplam (2011)	1.662.000*	100

* LME'nin (London Metal Exchange) web sitesinden

Norilsk Nickel: Nikel üreticilerinin en büyüğü olan ve onun yanı sıra plâtin ve bakır (dünyadaki payı sırasıyla % 12 ve 13 civarındadır) madenciliği yapan Norilsk Nickel bir Rus şirkettir. Sahalarındaki, ortalama % 1,3 tenörlü olan toplam nikel varlığının 478 milyon t olduğu belirtilmektedir. Şirketin Ni yataklarının ağırlıklı bölümü Taimyr Peninsula'daki Talnakh cevher sahasında, Güney-batı Sibirya'da (birkaç maden işletmesi ile birlikte zenginleştirme ve izabe tesisleri bulunmakta) ve Kola Peninsula'daki Zhdanovskoye sahasında (tenör % 0,7, rezerv 160 milyon t) yer almaktadır. Rusya'nın tüm ihracatının % 4,3'ünü gerçekleştiren Norilsk, milli gelirde % 2'lik rol oynamaktadır.

VALE: Kuzey Amerika, Brezilya ve Güney-doğu Asya'da faaliyetlerini sürdüren VALE, Inco'yu bünyesine katınca, dünyanın ikinci büyük nikel üreticisi konumuna yükselmiştir. Bakır, mangan, alüminyum ve kaolen madenciliği de yapmakta olan şirketin, Ontario-Sudbury'de % 1,2'lik 163 milyon t, Endonezya'da % 1,8'lik 90 milyon t, Thompson-Manitoba'da % 1,9'luk 25 milyon t ve Kanada Voisey's Bay'de % 3,0'lük 32 milyon t'luk rezervleri bulunmaktadır. Bunların bazılarının ortağıdır. Ayrıca, Yeni Kaledonya-Goro'da, Brezilya-Vermelho ve Onca Puma'da da üretim veya üretime hazırlık yaptığı nikel sahaları mevcuttur. Bunlarla beraber İngiltere, Japonya, Çin, Güney Kore ve Tayvan'da kendine ait ya da ortaklığı bulunan zenginleştirme ve rafinasyon tesisleri vardır.

Jinchuan: Nikel haricinde bakır, kobalt, nadir toprak elementleri ve değerli metal üreten grup, sülfürik asit, kostik soda, sıvı klor, hidroklorik asit ve sodyum sülfid üretimini kapsayan kimya sektöründe de faaliyet yürütmektedir. Çin'in nikel üretiminin % 88'ini gerçekleştirmektedir. Gansu Bölgesi'ndeki sülfürlü nikel rezervleri Jinchuan'a aittir. Sadece ürettiği nikeli değil, aynı zamanda, ithal ettiği tuvönan cevheri de kendi tesislerinde zenginleştirmektedir (FD Capital, 2007).

Xstrata: Merkezi İsviçre'de bulunan ve özellikle baz metal madenciliği ile ilgilenen grup nikkelle birlikte bakır, çinko, vanadyum, ferrokrom ve kömür üretimi yapmaktadır. Falconbridge'i aldıktan sonra, nikel sektöründeki dördüncü büyük olmuştur. Quebec-Raglan'da % 2,8 Ni içeren 14,8 milyon t, Sudbury'de % 1,2 tenörlü 8 milyon t ve Dominik Cumhuriyeti'nde Falcondo'da % 1,2'lik 54 milyon t rezervli tamamı kendisine ait nikel yataklarına sahiptir. Bunların dışında, Yeni Kaledonya Koniambo'da nikel içeriği % 2,1 olan 142 milyon t rezerve lateritik yatağın da % 49'luk hissesini elinde bulundurmaktadır.

BHP Billiton: Avustralyalı BHP ve İngiliz Billiton'un 2001 yılında birleştirilmesiyle meydana getirilen şirket, nikel dışında alüminyum, elmas, kömür, bakır, kurşun, çinko, uranyum ve petrol üretimi de yapmaktadır. Üçüncü büyük nikel üreticisi olan BHP Billiton, Avustralya Mt Keith'de % 0,5'lik 243 milyon t, Leinster'de % 0,9'luk 189 milyon t, Columbia-Cerro Matoso'da % 2,3'lük 43 milyon t'lik nikel yataklarına sahiptir veya büyük ortak durumundadır. Ayrıca, Avustralya, Queensland-Yabulu, Kalgoorlie ve Kwinana'da ve bunlarla beraber Yeni Kaledonya, Endonezya ve Filipinler'de zenginleştirme, izabe ve rafinasyon tesisleri bulunmaktadır.

4.3 Dünya Nikel Tüketimi

İhtiyaca, artan nüfusa ve yeni kullanım-tüketim alanlarına binaen büyüyen talep dolayısıyla, genel olarak, birçok hammaddenin tüketimi giderek artmaktadır. Tabiatıyla, çağın önemli metallerinden biri olan nikel için de aynı durum geçerliliğini korumaktadır. Bunun da ötesinde, yıllık tüketimdeki artış oranları, diğer baz metallere kıyasla yüksektir.

Aşağı yukarı 19. yüzyılın ikinci yarısından, daha doğrusu, özellikle son 10 yılından itibaren giderek değer kazanıp, yeni yatakların bulunması, üretim teknolojisinin gelişmesi ve tüketim alanlarının yaygınlaşması ile önem verilen bir metal haline gelen nikelin tüketimi, ekonomik gelişmelerle ilintili olarak zaman içinde kısa süreli düşüşler gösterse bile genelde artagelmıştır.

**Çizelge 8. Nikelin, 1996-2007 dönemindeki yıllık ortalama tüketim artışı
(Triland Metal, 2008)**

Ülke	1996-2001 (%)	2001-2006 (%)	1996-2006 (%)	1996-2007 (%)
Avrupa	6,2	-0,2	2,9	1,9
Japonya	-2,9	2,3	-0,3	-0,6
ABD	1,6	2,3	1,9	0,8
Brezilya	6,5	3,3	4,9	5,2
Rusya	-2,7	-1,2	-1,9	2,0
Hindistan	6,1	-6,3	-0,3	2,8
Çin	12,4	23,7	17,9	19,5
BRHÇ* Toplam	6,9	14,5	10,7	12,8
Dünya Toplam	4,4	4,2	4,3	4,1

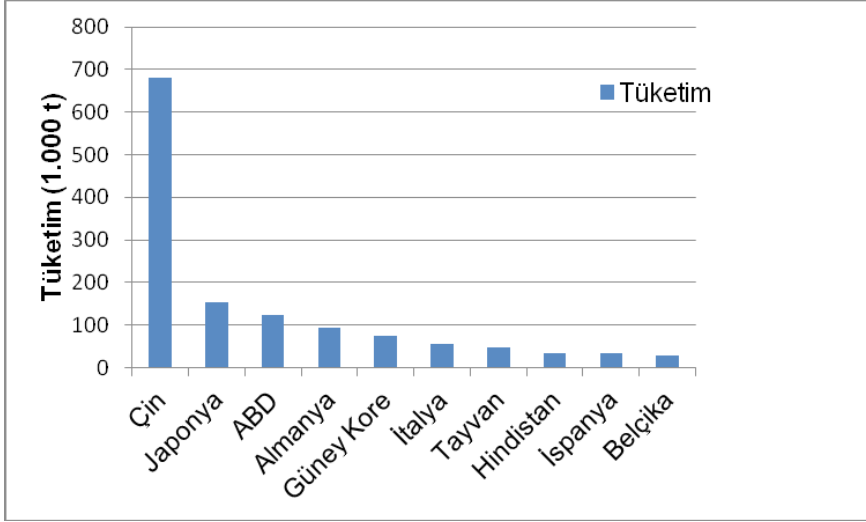
*BRHÇ, Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin'i içine alan bir kısaltma olup, uluslararası ifadesi "BRICS" şeklindedir.

Nikel talebinin, 1998 ile 2008 yılları arasında, yıllık ortalama % 2,4 tutturarak 1 milyon t'dan 1,28 t'a çıktığı şeklinde bir istatistiğe yer verilirken (INSG, 2012), Triland Metals tarafından hazırlanan ve 1996 – 2007 yıllarını kapsayan verilerde, bu oranın % 4,1 olduğu (Çizelge 8) belirtilmektedir. Aradaki ciddi farkın ana nedeni, kuşkusuz, 2007'de ABD'den başlayarak tüm dünyaya yayılan ekonomik sıkıntı süreci olmuştur.

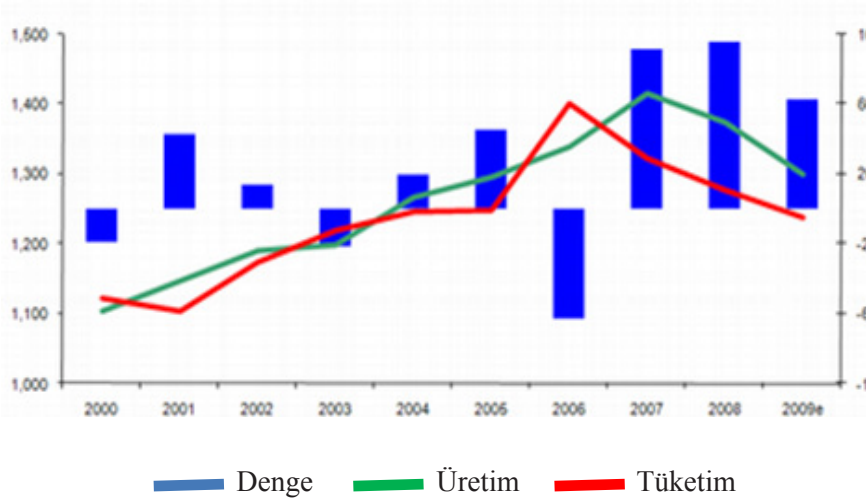
Öte yandan, talep kaynaklarına bakıldığında, Şekil 4'den görüldüğü üzere büyük tüketiciler, Çin, Japonya, ABD, Almanya ve Güney Kore gibi sanayileşmiş ülkelerdir. Nikel talepleri 100.000 t ya da daha fazla olan bu ülkeler arasında Çin, aynı zamanda önemli üreticilerden biridir. Henüz en büyük üretici olmasa da, üretim miktarını istikrarlı ve hızlı biçimde arttırmaktadır. Dolayısıyla, şimdilik kaydıyla kendi ihtiyacını karşılamaktan hayli uzak olup, en büyük ithalatçı durumundadır. Japonya, ABD, Almanya ve Güney Kore ise, kendi rezervleri ya çok sınırlı ya da hiç olmayan ülkelerdir ve başlıca ithalatçılardır.

Yükseliş eğiliminde esas belirleyici, hemen her alandaki tüketimi büyütmekte olan Çin iken, küresel ekonomik kriz nedeniyle, 2007'de 1,323 milyon t'a çıkan sonraki yıl 1,28 milyon t'a gerileyen tüketim, genel artış oranını aşağıya çekmiş görünmektedir. Ancak en büyük tüketici konumundaki Çin (Şekil 5) öylesine güçlü bir etki yaratmaktadır ki, yalnızca bu ülkenin talebi dahi "artış eğilimi sergilenmesi için yeterli" izlenimi bırakmaktadır. Royal Nickel Corporation (RNC) tarafından, Şubat 2012'de yayımlanan verilere göre, Çin'in nikel tüketimi 2000'de 63.000 t iken, 2005'de 183.000 t'a ve 2011'de de 702.000 t'a çıkmış görünmektedir. Başlangıç yılı 2000 alındığında, 2010'a kadar ortalama % 25 olan

artış, 2004 ile 2007 arasında % 30'u yakalamış, krizin tüm dünyayı sardığı 2007 – 2010 arasında ancak % 19'a inerken, 2009 – 2011 döneminde, yılda 100.000 t'unun üzerinde artış ortaya koymuştur (RNC, 2012).



Şekil 5. Ülkeler bazında 2011 yılı dünya nikel tüketiminin, ilk 10 ülke arasındaki dağılımı (Troszkiewicz, 2012b)



Şekil 6. 2000 – 2009 Yılları arasında dünya nikel, üretim, tüketim ve pazar dengesi (1.000 t) (Roskill Report, 2010)

Bu arada, 2000 yılı sonrasının üretim-tüketim ilişkisine bakıldığında, talebin hızlı artış gösterdiği bazı dönemlerde, arzın talebi karşılayamadığı, ama özellikle 2007'nin ardından, ekonomik krizle beraber tüketimin düşmesi nedeniyle, üretim fazlalığı yaşandığı anlaşılmaktadır (Şekil 6).

Dünya nikel ihtiyacının karşılanmasında göz ardı edilmemesi gereken kaynaklardan biri de hurda nikeldir. Sanayi uzmanlarınca, yılda 4,4 – 4,6 milyon t civarında nikel içeren hurda toplanıp geri dönüştürülmektedir. Ağırlıklı olarak paslanmaz çelik sanayi tarafından kullanılan söz konusu hurdanın yaklaşık 350.000 t nikel içerdiği sanılmaktadır. Sektörde büyük ölçekte 4 ya da 5 kadar firma, nikel hurda kazanımıyla iştigal etmektedir (International Nickel Study Group, 2012).

4.4. Nikel Fiyatları

Dünya metal ticaretinde, normal koşullarda arz-talep durumuna bağlı olan fiyatların belirlendiği merkezlerin başında Londra Metal Borsası (LMB – London Metal Exchange (LME)) gelmektedir. Bilhassa, 1900'lerin başından itibaren ticareti yaygınlaşan nikelin fiyatı, ekonomik gelişmelerden ve dolaylı olarak arz-talep dengesizliklerinden etkilenecek şekilde inişli çıkışlı bir eğilim gösterirken, genelde 10.000 – 15.000 ABD\$ aralığında seyretilmiştir.

Nikel fiyatları her daim değişkenlik sergilemesine karşın, 1970'lerin sonundan başlayarak, dikkate değer ölçüde oynaktır (Şekil 3). Bu dönemde, gerçek fiyatları 1988'de 20.000 ABD\$'ının üzerine çıkmış, ancak Doğu Bloku'nun çökmesiyle beraber düşüşe geçmiş ve nihayet 1998'de 5.000 ABD\$'ı seviyesine dek inmiştir. Tüm dünyadaki genel olumlu gidişat sonucu 2000'lerin hemen başında kararlı bir yükselişe geçen rakamlar 2007 yılı Mayıs'ında 52.179 ABD\$'ına ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren baş gösteren kriz nedeniyle tekrar düşme eğilimine girmiştir. Aralık 2009'da 10.000 ABD\$'ının altına inen fiyatlar, 2009 ortalarından sonra yeniden çıkışa geçmiş olup, 2012'nin ilk yarısı itibarıyla, 20.000 ABD\$'ının biraz altında seyretilmektedir.

5. TÜRKİYE'DE NİKEL

5.1 Türkiye Nikel Rezervleri

Karmaşık jeolojisinin bir sonucu olarak bazı maden türleri ve maden çeşitliliği açısından varıl görünen Türkiye, mevcut verilere göre, nikel rezervleri bakımından zengin değildir. Ancak eldeki bilgilerin gerçeği ne denli yansıttığı şüphelidir.

Kalkınma plânlarının sonuncusunda, konu hakkında yapılan bir

yorumlamada, “Türkiye maden rezervlerinin zenginlik sınıflandırması yönünden nikel, çok zengin ve zengin olmayan “normal-fakir” grubunda yer almaktadır. ... değerlendirmeler, sınıflandırmalar sübjektif ve rezervlere ilişkin bilgiler çoğu zaman tartışmalıdır. Bu bakımdan bu konuda yapılan değerlendirmeleri belirli bir ihtiyatla karşılamak daha gerçekçi bir yaklaşım olacaktır (DPT Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, 2006)” denmektedir. Çünkü nikel cevherleşmelerine ilişkin rezerv ve içerik değerleri, muhtemelen başlangıç verilerinin düşük tenörlere işaret etmesi veya ekonomik ve teknik koşullar sebebiyle, sondaj sıklığı ve derinlikleri de dikkate alındığında, birçok sahada yeterli aramanın yapılmadığını düşündürmektedir. Ayrıca, “Nikelin doğada bulunuş şekli incelenirken belirtilmiş olan yatak tipleri ve jeolojik ortamlar gözden geçirildiğinde, hemen ortaya çıktığı gibi, Türkiye nikel bakımından çok elverişli olanaklara sahiptir. Şöyle ki, nikelin sıkı bir beraberlik gösterdiği ultramafik kayaçlar yurdumuzda önemli bir yer kaplarlar. Keza nikelin birlikte bulunduğu asit plütonik kayaçlar da memleketimizde bol olarak bulunurlar. Dolayısıyla, sorun, bu elverişli ortamların nerelerinde nikelin ekonomik olarak birikimler yapmış olduğunu ortaya koymaktır, Bu da her bir yatak tipi için kendine özgü ve uygun bir arama yöntemi kullanmakla olasıdır (Aslaner, 1979)” ifadesi, ileri sürülen düşüncüyü doğrular mahiyettedir. Nitekim son yıllarda, eski verileri kullanan ve üzerine yeni çalışmalar ekleyerek sahalarda arama ve rezerv geliştirme çabalarını sürdüren özel sektör madenciliğinin bulgularının, nikel madenciliğinin geleceğine dair umutları arttırdığı gözlemlenmektedir.

Öte yandan, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü’nün (MTA) kuruluşundan önceki yıllarda, nikel arama çalışmalarına ya da tespit edilmiş nikel cevheri zuhurları kayıtlarına rastlanmamıştır. MTA’nın arama faaliyetlerine başladığı yıllardan itibaren, metalik madenlere paralel olarak nikel arama çalışmaları da sürdürülmüştür. Dikkati çeken, fakat ekonomik rezervi olmadığına karar verilen ilk zuhur, Kastamonu Çıban Köyü civarında, 1937 yılında saptanan lateritik cevherleşmedir. Sonraki yıllarda da devam eden arama faaliyetlerinde, 1939’da Diyarbakır Pirajman yöresinde Cu-Pb-Zn cevherleşmesine paralel gelişen ve % 3,07 Ni içeren, ama yeterli rezervi bulunmayan cevherleşme hariç, Sivas-Divriği-Güneş sahasının 1959’daki prospeksiyonuna kadar kayda değer bir bulgu elde edilememiştir (Yıldız ve Artan, 1985). Olumsuz sonuçlara karşın çabalamaktan vazgeçilmemiş ve takip eden yıllarda, MTA elemanlarınca gerçekleştirilen çalışmalarla, Anadolu’nun farklı noktalarında hem lateritik, hem de sülfütlü tip nikel cevherleşmelerinin varlığı saptanmıştır. Bulunan rezervlerin en önemlisi ise, 1940’lardan itibaren bir demir yatağı olarak bilinen, ama 1977’de nikel için prospeksiyon çalışmalarına geçilen Manisa-Turgutlu-Çaldağ’da yer almaktadır. Çaldağ dışındaki lateritik yataklar; Manisa-Görces, Uşak-Banaz, Bolu-Mudurnu-Akçaalan, Eskişehir-Mihalıççık-Yunus Emre’de ve Uşak-Banaz-

Murat Dağı'nda bulunmaktadır. Bitlis-Pancarlı, Bursa-Orhaneli-Yapköydere, Sivas-Divriği-Güneş ve Hatay-Payas-Dörtöl ise sülfütlü yataklardır.

Türkiye'nin bilinen nikel rezervleri toplamı yaklaşık 40 milyon t olup, bunun 33,3 milyon kadarı Manisa-Turgutlu-Çaldağ yatağındadır. Tenörü % 0,93 - % 1,95 arasında değişen yatağın ortalama tenörü % 1,137 ve nikel metali içeriği ise yaklaşık 378000 t'dur. Açık ocak madenciliğine uygun bu sahada, tenörü % 0,042-0,060 aralığında değişen, ortalama % 0,05 Co bulunmaktadır.

Yine Manisa'da, Akhisar ve Gördes ilçeleri arasında yer alan lateritik cevherleşme sahasına ait analizler, genellikle nikel içeriğinin % 1'in altında olduğunu göstermiştir. Analizlerde, silika şapkalarının altında ya da laterit oluşumunun daha derin kısımlarında % 1,23, % 2,80, % 2,99, % 10,24 gibi daha yüksek değerlerin de saptandığı ifade edilmiştir. MTA tarafından yapılan, çalışmalar sonucunda 5,3 km² alan içerisinde % 1 ve üzerinde nikel içeren 68,5 milyon t tahmini rezervin olduğu belirtilmiştir (Ağaçayak, 2008).

Eskişehir-Mihalıççık-Yunus Emre lateritik kökenli nikel cevherleşmesinde % 1-4 Ni ve % 0,2-0,3 Co değerlerine rastlanmıştır. Sahanın 50 km²'lik alanının nikel ve kobalt açısından da oldukça ilginç olduğu belirtilmiştir (Ağaçayak, 2008 Boyalı, 1984'den).

Demir tenörü açısından da dikkate değer (% 25-35 yer yer % 55-63 Fe) olan Hatay-Payas-Dörtöl nikel yatağı bazı kaynaklarda sülfütlü olarak verilmişse de aslında lateritiktir (Koç ve Değer, 1992) ve % 0,004-1,57 arasında değişen miktarlarda nikel değerlerine sahiptir. Yatakta, 6,1 milyon t görünür, 12 milyon t mümkün rezerv tespit edildiği belirtilmiştir (<http://atlas.cc.itu.edu.tr/~gultekin/Kalinti.htm>).

Metamorfizma sonucu oluşan Bitlis-Pancarlı ve Tatvan-Pancarlı sahaları iki farklı nikel cevherleşmesinden mürekkep sülfütlü Ni-Cu yataklardır. Tatvan-Pancarlı % 2-3 Ni ve % 1,34 Cu içerirken mümkün rezervinin 15500 t, buna karşın, % 1-4 Ni tenörlü Bitlik-Pancarlı'nın tahminen 120.000 t olduğu belirtilmektedir (Ağaçayak, 2008).

Bir diğer sülfütlü nikel yatağı Bursa-Orhaneli-Yapköydere'de bulunmaktadır. Ni tenörünün % 1-4 arasında değiştiği ifade edilen saha için, 99.200 t görünür + muhtemel ve 81.000 t muhtemel rezerv tahmin edilmektedir (MTA, 2009).

5.2. Türkiye Nikel Üretimi

Şimdiye dek bulunan nikel yataklarının ya düşük tenörlü veya küçük rezervli olması, aramaların yetersiz kalması ve nikeli hammadde olarak kullanan sanayi dallarının istenen seviyede geliştirilememesi, satış fiyatlarının istikrarsız ve genelde düşük seyretmesi gibi sebeplerle, Türkiye'de, uzun süre üretime

geçilememiştir. Nikel fiyatlarının 2000’li yılların başından itibaren yükselmesiyle birlikte, bu alana yatırımda bir hareketlenme olmuştur, ama gerçek manada bir nikel üretiminden söz edilemez. Üretilecek nikel metali için pazarlama sorunu görünmemesine rağmen, aramaları tetikleyecek olan iç talebin oldukça sınırlı olması da bir başa etkindir. Bununla birlikte, özellikle Manisa Çaldağ’da deneme kapsamında başlatılan üretimlerin ardından, son yıllarda, daha büyük çaplı projelerin geliştirilmesi neticesinde, giderek kayda değer üretim sürecine girildiği söylenebilir. Hâlihazırda, bazı sahalarda nikel işleyecek tesisler oluşturulmuş ve zenginleştirme çalışmalarına başlanmış olduğu bilinmektedir.

Uzun zaman üretime geçilemeyen Çaldağ Lateritik Nikel yatağında, 2001 yılında özel bir şirket tarafından 10.000-15.000 t kadar ham cevher üretilmiştir (MTA, http://www.mta.gov.tr/v1.0/turkiye_maden/maden_potansiyel_2010/manisa_madenler.pdf). İşletme hakkı, European Nickel tarafından alınmış ve hazırlık sürecinde, 4.000 t ve 9.000 t’luk yığınlarda deneme üretimi yapılmıştır. Bu işletme, VTG Holding bünyesinde kurulan Çaldağ Nikel Madencilik San. ve Tic. A. Ş. tarafından 2011 yılı içinde European Nickel şirketinden satın alınmıştır. Üretim hazırlıkları devam etmektedir.

Türkiye’deki önemli nikel sahalarından biri de, işletme hakkı Meta Nikel Kobalt Madencilik Sanayi ve Ticaret A. Ş.’nin elinde bulunup Manisa’nın Akhisar ve Gördes ilçeleri arasında Fundacık-Çiçekli-Kabakoz ve Kalemoğlu köyleri dolaylarında yer almaktadır. Gördes Nikel İşletmesi’nde, 2003 yılından itibaren açılan iki adet maden ocağından üretilen 230.000 t nikel cevherinden, 150.000 tonu Yunanistan, Makedonya ve Çin’e ihraç edilmiştir. Kalan yaklaşık 80.000 t nikel cevheri işletme stok alanında tesisin deneme üretiminde kullanılmak üzere stoklanmıştır. İzleyen süreçte, 2008 yılından sonra yatırım projesi hedeflenerek nikel cevherinin Türkiye’de işlenmesine karar verilmiş, bu nedenle ihracat faaliyetlerine son verilmiştir. (Meta Nikel, 2012). Alınan karar doğrultusunda, 2013 ortalarında Ni-Co konsantresi üretmek üzere tesis yatırıma başlanmıştır.

Yine bu Şirket’e bağlı olan ve 2009’da kurulan Yunusemre Nikel İşletmesi ise, Eskişehir’de Yunus Emre ve Mihalıççık bölgelerinde faaliyetlerini arama ve rezerv geliştirme çalışmalarıyla sürdürmektedir.

Eskişehir-Mihalıççık-Yunus Emre beldesi sınırları içerisinde faaliyet gösteren bir başka şirket de Fe-Ni Madencilik Petrol Ürünleri Nakliye İnşaat Turizm Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi’dir. Buradan demir ve nikel üretildiği, üretilen nikelin yurtdışına ham cevher olarak ihraç edildiği ifade edilirken, miktara dönük bilgi verilmemektedir (Fe-Ni Madencilik, 2012).

Nikelin, 2000’li yılların başından itibaren gösterdiği arz-talep ve fiyat eğilimi ile birlikte, bilhassa, özel sektör kuruluşlarının ortaya koyduğu arama, rezerv geliştirme ve üretim-zenginleştirme çabaları, yakın gelecekte, nikel üretiminde ciddi artış yaşanacağına işaret etmektedir.

5.3. Türkiye'nin Nikel Dış Ticareti

Türkiye'de, son on yıla kadar nikel üretimi söz konusu olmadığından, ihracat da olmamıştır. Ancak, üretim başlığı altında da değinildiği üzere, kesin rakamlar bilinmemekle birlikte, sınırlı bir miktar ihracat gerçekleştirildiği şirketlerin kendi açıklamalarından anlaşılmaktadır.

Öte yandan, dünya tüketimiyle kıyaslandığında, Türkiye'de az miktarda nikel, özellikle kaplama sanayi ve alaşımlı çelik dökümlerinde kullanmak için, çok az miktarda ihtiyaç duyulmaktadır. Bu talep, 1980'lerin ortalarında 600 t'lar mertebesinde (Yıldız ve Artan, 1985) iken, sonraki yıllarda, 3.500-4.000 t civarına yükseldiği tahmin edilmektedir. Cevherden, henüz daha zenginleştirme ve rafine işlemleri yoluyla saf nikel üretimi yapılmadığından dolayı, ihtiyacın ithalat yoluyla karşılandığı ve miktarının da bu değerlerde seyrettiği söylenebilir.

6. DÜNYA VE TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Geleceğe dair öngörülerde bulunup, ekonomik koşulların yaratacağı farklı durumlara göre senaryolar ortaya koyabilmek adına, öncelikle, bu metalin, insanoğlunun yaşamında tuttuğu yerin giderek genişlediği son yüz yıllık süreci ve mevcut şartlardaki konumunu doğru analiz edip, yorumlamak gereklidir. Ancak Türkiye, içe kapanık bir ekonomik model uygulamayan, dünya ile bütünleşme çabası gösteren bir ülke olduğundan, yalnız içsel vaziyeti değil, aynı zamanda dünya ölçeğinde sektörün tümünü, öz de olsa irdelemek zorunludur.

6.1. Dünya'da Mevcut Durum

Paslanmaz çelik, alaşım çelikleri, kaplama, döküm, nikel ve bakır bazlı alaşımlar gibi iyi bilinen alanlar dışında da, birincil kullanım yelpazesi oldukça geniş olan nikelin tüketimi, geride kalan yüz yıllık zaman süresince, kimi dönemlerde dünya ekonomisindeki koşullara bağlı kısa süreli düşüşler göstermekle beraber, ortalama olarak yıllık yaklaşık % 4 artmıştır. Bu artışta, kuşkusuz başlıca etken, paslanmaz çelik üretimindeki istikrarlı büyümedir.

Ayrıca ulaşım, elektrik-elektronik, inşaat, metalik eşya gibi çok sayıda nihai kullanıcı sektörde, yüzlerce farklı uygulama alanında kullanım imkânı bulunan nikel, sahip olduğu fiziksel ve kimyasal nitelikleri sayesinde, tabiatıyla, yeni malzemelerin geliştirilmesinde de önemli rol oynamaktadır. Tüm bunların ışığında nikelin, geleceğin toplumları için vazgeçilmez metallerden biri olacağını düşünmek son derece doğal görünmektedir.

Bir ürünün üretiminin ve buna bağlı olarak da tüketiminin artması, fiyatının

yanı sıra, arz ve talebinde istikrarın sürmesi veya en azından pazar payının korunması yatırımcı için hayati önem taşımaktadır. Burada belirleyici olan birçok unsurdan bir tanesi, şüphesiz müşteri memnuniyetidir. Nikelin tüketildiği malların, tüketim ve yatırım malları ile beraber geleceğin toplumlarının ihtiyaçları yönüyle bir değerlendirilmesi yapıldığında, ortaya olumlu bir görüntü çıktığı anlaşılmaktadır. Tüketim mallarında cazip görünümlü, mükemmel performanslı, yüksek nitelikli, temiz ve sıhhi olduğundan; yatırım malları dikkate alındığında ise; çalışma ömrü bakımından etkin maliyetli, öngörülebilir teknik performanslı, tedarikçi hususunda eksiksiz sistem destekli, ömrünü tamamladığında maddi değer taşıma gibi son derece tatminkâr özellikler taşıdığı sonucuna varıldığı görülmektedir. Ayrıca, artan kaynak verimliliği (daha azıyla fazlasını yapma), uzun ömürlü ürünler, hafiflik, üretimde ve kullanımda enerji verimliliği, yeniden kullanım ve geri dönüşüm sağlayan özellikleriyle de geleceğin toplumları için değerini koruyacağı düşünülmektedir (Kirman, 2004).

Mevcut üretim eğilimleri incelendiğinde, Brezilya, Çin, Endonezya ve Filipinlerin kararlı biçimde üretimlerini arttırdıkları, ama Çin haricindekilerin tüketim boyutlarının O'na benzer eğilim sergilemediği görülmektedir. Gelişmekte olanlar sınıfındaki bu üreticiler büyük ölçüde ihracata dönük üretim yapmaktadır. Başta Madagaskar olmak üzere, henüz üretici ülkeler sıralamasında diğer grubunda bulunanların, büyük ihtimalle yeni bulunan yataklar sayesinde, üretimlerini kayda değer oranda arttırmaları dikkat çeken bir başka ayrıntıdır.

Nikel üreten şirketler ele alındığında, son 10 yıldaki en önemli gelişmelerden biri şirketler arası birleşmeler ve büyüklerin küçükleri bünyesine katmasıdır. Gidişatın tekelleşme yönünde olduğu açıktır ve üretimin % 60'dan fazlasının yalnızca 5 şirketçe gerçekleştiriliyor olması, durumun ciddiyetini ortaya koymaktadır. Zira bu gidişatın, hem fiyatlar ve hem de arz güvenliği unsurları açısından, Çin'in üretim ve tüketim boyutları göz önüne alınırsa, gelecekte sıkıntı kaynağına dönüşmesi olasılığını doğurmaktadır.

Burada, üzerinde durulması gereken bir diğer nokta, her ne kadar malûmun ilânı olsa da, sektörü kontrol altında tutan söz konusu şirketlerin üretim yerlerinin ağırlıklı olarak gelişme sürecindeki ülkeleri içine almasıdır. Örneğini, Brezilya kökenli VALE (Companhia Vale do Rio Doce) Kuzey Amerika dışında Brezilya, Güney-doğu Asya ve Endonezya'da; Avustralya-İngiltere ortaklığı olan BHP Billiton (Broken Hill Proprietary Company Limited) Yeni Kaledonya, Endonezya ve Filipinler'de üretim ve/veya yatırım yapmaktadır. İsviçre kuruluşu Xstrata'nın ise, çok sayıdaki işletmelerinden bir kısmı Dominik Cumhuriyeti, Tanzanya, Yeni Kaledonya ve Brezilya'da bulunmaktadır. Buna karşın, izabe ve saflaştırma gibi katma değer yaratacak işlemlerin yapıldığı tesisler, öteki nikel üretici ülkelere de yayılmaya başlamış olmakla beraber, çoğunlukla ABD, Kanada, Çin, Japonya, İsveç, Avustralya ve Almanya'da faaliyettedir. Nikele ilişkin daha

ileri sanayi kuruluşlarına gelince; bunların neredeyse tamamı gelişmiş ülkelerde bulunmaktadır.

İthalât ve ihracatın yönüne bakıldığında, büyük çaplı tüketiciler başta Çin olmak üzere, Japonya, ABD, Almanya ve Güney Kore'dir. Sıralamadaki ilk 15 ülke ise, Tayvan ve Hindistan'ı hariç tutmak gerekirse, tümüyle gelişmişlerden ibarettir.

6.2. Türkiye'de Mevcut Durum

Aranması çalışmalarına MTA'nın kurulmasının hemen ardından başlanan nikel için, Türkiye'nin jeolojik yapısının cevherleşmeye gayet uygun olduğu dile getirilmişse de, şimdiye değin, çapı dünya ölçeğinde bir yatak bulunamamıştır. Bunda olası sebeplerden biri, yeterince arama yatırımı yapılmaması ve öteki de, Türkiye'deki maden aramacılığının geneli adına da geçerliliği bilindiği üzere, inilen derinliklerin yetersiz kalması olarak verilebilir. Fakat özellikle 2000'li yıllarla beraber, nikel fiyatlarındaki hızlı yükselişin ivmelendirdiği özel sektör girişimleri, nikel madenciliğine bir hareketlenme getirmiştir. Neticede, bu dönemde, gelecekte önemli hale gelebilecek kimi Ni-Co yataklarının bulunmaya başlandığı görülmektedir.

Şimdilik kaydıyla, bilhassa Manisa-Turgutlu-Çaldağ, Manisa-Gördes ve Eskişehir-Mihalıççık-Yunus Emre'de yer alan sahalarda faaliyetler sürdürülmektedir. Bunlardan Manisa-Turgutlu-Çaldağ'da üç ayrı ocakta açık işletme yöntemiyle cevher üretimi ve yığın özütlemesiyle zenginleştirme uygulaması için hazırlıklar yapıldığı bilinmektedir. Manisa-Gördes nikelin ilk ihracatına konu üretimin yapıldığı yerdir. Orada da, üretim hazırlıklarının yanı sıra zenginleştirme, arama ve rezerv geliştirme çabaları devam ettirilmektedir.

Her iki bölgedekine koşut olarak Eskişehir-Mihalıççık-Yunus Emre'de bulunan nikel yatakları üzerinde ve çevresinde de üretim, arama, rezerv geliştirme kapsamında çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

Nikelin, Türkiye sınırları dâhilindeki yer kabuğunda varlığının saptanması, çok daha fazla rezervin bu topraklar altında bulunduğunun ortaya konması ve çıkartılması, ülke için mutlaka ki önemlidir, ama yüksek katma değerle ekonomiye kazandırılması da en az o denli ehemmiyet taşımaktadır. Oysa metal sektörüne göz atıldığında, ithalât rakamlarından anlaşıldığı kadarıyla, nikel talebinin üzerinde durulmayacak ölçüde sınırlı olduğu görülmektedir. Bu noktada nikel madenciliği gelişimine paralel olarakta bu kolun besleyeceği endüstri dallarına da mutlaka yatırım yapılmalıdır.

Bir başka deyişle, miktar olarak, yapılan veya istenirse gerçekleştirilebilecek üretim iç talebi rahatlıkla karşılayabilir durumdadır. Fazlasının, hammadde ya da tuvönan halinde ihraç edilmesinin güç olmayacağı bellidir. Buna karşın, fiyatlar ne kadar yüksek seyrederse seyretsin, var olan koşullar altında, ekonomiye katkısı yok hükmünde değilse bile, ona yakındır.

7. GELECEKTE BEKLENEN GELİŞMELER

Kuşkusuz hiçbir malın üretimi fiyatından bağımsız düşünülemez. Buna rağmen, nikelin 1900'lerin başından itibaren çizdiği arz-talep miktarları ve fiyat eğilimleri incelendiğinde, ilginç bir ayrıntı dikkat çekmektedir. Her ne kadar bazı yıllarda ya da kısa süren dönemlerde sınırlı düşüşler gözlenmiş olsa da, dünya nikel üretiminin ve ihtiyacının kararlı bir artış sergilediği ortadadır. Burada, çoğalan nüfusun, iyileşen refah düzeyinin ve çeşitlenen tüketim alanlarının talep artışına katkısının olacağı tabiidir ve gözden ırak tutulamaz. Ancak, öte yandan, bu metalin ederinin son derece oynak olduğu, yüzyıllık süreçte hemen her devirde (sıcak-soğuk savaşlar, barış, ekonomik kriz, refah) geniş bir bantta değişkenlik gösterdiği bilinmektedir.

Aynı durum, ekonomik refah ve kriz dönemlerinin birbirini izlediği, bölgesel ölçekte görünse bile küresel etki yaratan sıcak savaşların yaşandığı 2000'li yıllarda da geçerliliğini korumuştur. Sözü edilen yaklaşık bu 10 yıllık süreçte, nikel pazarında belirleyici rol oynayabilecek etmenler üzerine bir değerlendirme yapılmış, neticede, çok sayıda amil bulunduğu sonucuna varılmıştır. Bunlar; düşük seyreden fiyatlar (2000 başları) nedeniyle, nikel üretim kapasitesindeki yatırım eksikliği, birinci nesil basınçlı asit özütlemesi projelerinin potansiyeli karşılamadaki başarısızlığı, üretim maliyetlerinde işçilik, enerji giderleri ve hammadde yetersizliğine bağlı artışlardır. Ayrıca, sonraki nesil nikel projeleriyle ilişkili sermaye maliyetlerindeki büyük dalga ve Çin'in nikelli pik demir sektörünün ortaya çıkışıyla nikel maliyetlerinin yükselmesidir. Bunlarla beraber, talep büyümesinin, özellikle Çin ve diğer gelişmekte olan ekonomilerde metal-yoğun büyüme döneminin başlangıcına yansımaları, OECD ülkelerinde ekonomik genişlemenin sürmesi, nikel fiyatlarının ABD\$'ının değerinin uzun süreli düşüşüyle desteklenmesi ve hedge fonlarının genişlemesidir (Triland, 2008). Tüm bu etkenlerin eş zamanlı bir araya gelmesiyle, nikel fiyatları 50.000 ABD\$'ının üzerine çıkmıştır.

Bu analiz ışığında, olası talep koşullarını, daha önemlisi arzda bilinen değişimler ile beraber stoklar ve fiyat arasındaki tarihsel ters ilişkiyi ya da sektörün üretim maliyetiyle bağlantılı teşvik fiyatlarını kullanarak geleceğe dönük fiyat kestirimi yapıldığında, yakın gelecekte de, nikel fiyatlarının kararsız gidişatını sürdüreceği öngörülmektedir (Triland, 2008).

Geleceğe dönük beklentilerin ikinci ayağını, doğal olarak, üretim miktarını ve gidişatını yönlendiren talep ya da tüketim eğilimleri teşkil etmektedir. Belirleyici etkenler ise, tarihsel ve bölgesel tüketim alışkanlıkları, nihai kullanım şekilleri, uzun vadeli büyüme potansiyeli göstergeleri, ikame maddelerin baskısı ve ekonomik ortamdır. Üzerinde özellikle durulması gereken konu, yeni birçok uygulama alanında kullanımı artan ve nikel talebinde en önemli sektör olan

paslanmaz çeliktir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte diğer ikame maddelerinin getirdiği rekabet alaşım çelikleri, demir dışı alaşımlar ve döküm gibi alanlarda gerilemeler yaşanmasına sebep olmasına karşın, genel talebin artmasında paslanmaz çelik sektörü tayin edici rol oynamaktadır. Dolayısıyla, nikel talebinin yükselmesine % 70 etki eden Çin ekonomisinin genişlemeye devam etmesi ve bunun sonucunda da paslanmaz çelik talebinin arttırması ile nikel olan talebin büyümesi beklenmektedir (Dalvi, Bacon ve Osborne, 2004).

Ülkeler yönüyle değerlendirildiğinde; başta Çin olmak üzere, Brezilya, Rusya ve Hindistan'a (BRHÇ ülkeleri) ek olarak gelişen ekonomilerin etkisiyle, ikame maddelerin aksi yönlü rolüne rağmen, 2012 – 2017 arasında nikel talebinin yıllık % 5,6 civarında artacağı, 2017 itibarıyla küresel tüketimin 2,475 milyon t'a ulaşacağı sanılmaktadır (Triland, 2008).

Talepten bağımsız olmamakla beraber; yürümekte olan projelerin haricinde taahhüt edilen projelerin muhtemel zamanlaması, gerçekleştirilme olasılığı yüksek projelerin geliştirilmesi ve Çin nikelli pik demir üretiminin eğiliminin küresel nikel arzının boyutlarını ve yönünü tayin edeceği düşünülmektedir. Bir başka etmen de üretim maliyetleridir. Yüksek maliyetli nikelli pik demir üretiminin gelişimine ilâveten, diğer faaliyetlerde üretim maliyetleri artmaktadır. İşçilik ücretleri, enerji ve diğer hammadde gibi maliyetlerle ilişkili maliyetlerdeki genel artışlardan ayrı olarak, basınçlı asit özütlemesi projelerinin geliştirilmesiyle bağlantılı sermaye maliyetlerinde büyük artışlar söz konusudur. Bunun da sadece nikel üretiminde değil, aynı zamanda, fiyatlarında da tayin edici etki yapacağı açıktır.

Bu arada, üretimde beklenen gelişmelerle ilgili değerlendirmeler yapılırken, iki konu öne çıkmaktadır. Bunlardan birincisi, üretim için hangi tip yatakların üstünlük sağlayacağı ve neticede tercih edileceği iken, ikincisi, kullanılacak olan teknolojilerdir.

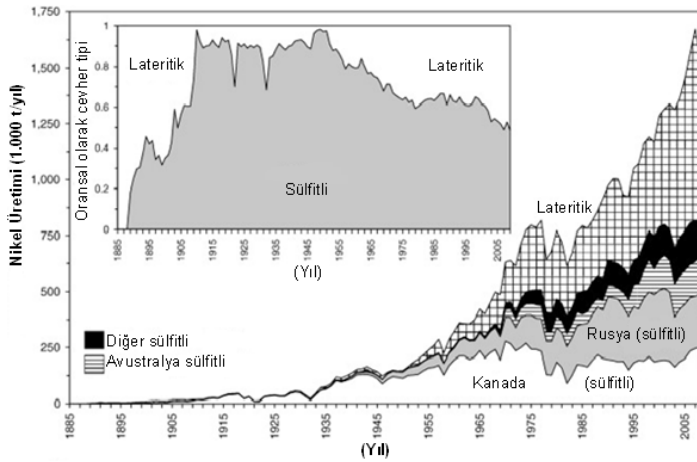
İlk işlenen nikel yatakları lateritik olmasına karşın, 1900'lerin başlarından itibaren sülfütlü yataklar önem kazanmış, sonrasında üretim, çoğunlukla bu tip cevher yataklarından yapılagelmiştir. Halen daha sülfütlü yatakların üretimdeki payı % 50'nin üzerindedir. Üstelik görünür gelecekte de bu tür yataklardan gerçekleştirilen üretimin az da olsa artışını sürdüreceği düşünülmektedir. Ancak, önceden de belirtildiği gibi, hâlihazırda, dünya nikel sahalarının % 60-% 70 kadarını lateritik olanlar oluşturmaktadır. Şekil 7 incelendiğinde, lateritik yataklardan üretimin toplamdaki payının giderek arttığı anlaşılmakta, gidişatın bu yönde süreceği düşünülmektedir.

Lateritik yataklar için beklentileri şekillendiren unsurlardan biri de nikel kazanım süreçleridir. Fiyatların görece düşük seyrettiği dönemlerde ve cevher yatağının düşük tenörlü olduğu koşullarda, seçilecek zenginleştirme işlemleri daha da önemli hale gelmektedir. Öteden beri lateritik nikelin kazanımında kullanılan

ve diğerlerine kıyasla verimi düşük kalan Caron süreci, fiyatların düşmesi halinde ekonomik olmaktan çıkmakta, ergitme ve asit özütleme yöntemleriyle rekabet edememektedir.

Hidrometalurjik kazanıma uygun olan limonitik, nontronitik ve bazı saprolitik nikel lateritlerin bol bulunması; kurutma ve kalsinasyon gibi ilâve işlemler gerektirmemesi nedeniyle, ergitme süreçleri kadar enerji yoğun olmaması ve Ni-Co kazanma veriminin % 90'lar seviyesine çıkması asit özütlemeyi avantajlı kılmaktadır. Ancak, asitle özütleme süreçleri yarım asırdan fazla bir zamandır uygulamada olmasına karşın, yönteme ilişkin olarak teknik, mühendislik ve proje yönetimi gibi konularda halen kimi sıkıntılar da yaşanmaktadır. Sıralanan meselelerin de zaman içinde çözülmesiyle, lateritlerden üretim miktarı büyüyecektir. Burada vurgulanması gereken ülkedeki üniversitelerin üzerinde çalışılan konular üzerinde yaptıkları çalışmaların mutlaka desteklenmesi gereğidir. Sorunları ön görmenin etkili yollarından biri de, tam kapasite tesislerin tasarımı aşamasında;

- a. Farklı ölçeklerde test çalışmaları yapılması,
- b. Pilot tesisler kurarak ön çalışmalar gerçekleştirilmesi,
- c. Bu iki aşamada elde edilecek sonuçların uzman mühendislik disiplinleri tarafından değerlendirilmesinin ve yorumlanmasının sağlanmasıdır. Değerlendirmelerde, tüm dünyada kabul gören modelleme ve plânlama programlarından faydalanılması da kuşkusuz önemlidir.



Şekil 7. Cevher tipine göre küresel nikel üretimi (Mudd, 2010)

Yakın zamanda geliştirilen bazı yeni teknolojilerin geleceği ise, sermaye ve işletme maliyetlerinin düşürülebilmesine, küçük çaplı tesislerde ekonomik uygulanabilirliklerine bağlıdır.

8. STRATEJİK ÖNGÖRÜLER

Dünya nikel sektörüne rezerv büyüklükleri, üretim miktarları, talep durumu, ara mal üretimi (hammaddeden uç ürüne), malzeme geliştirme araştırmaları ve satış fiyatları bakımından bakıldığında ve bu rakamlar Türkiye'deki mevcut verilerle karşılaştırıldığında, ortaya olumsuz bir resim çıkmaktadır. Örneğin, yalnızca Çin'in 700.000 t'u aşan yıllık nikel talebi ele alındığında, bilinen rezervi 400.000 t'unun altındaki Manisa-Turgutlu-Çaldağ'daki tüm cevher üretilse dahi, bu ülkenin neredeyse yarım yıllık talebini ancak karşılayabilmektedir. Dahası, dünyanın 80 milyon t'luk rezervi 130 milyon t'luk kaynağı düşünüldüğünde, Türkiye mevcut rezervlerinin çok küçük ($<0,5\%$) kaldığı görülmektedir. Bilinen verilerin çizdiği, karamsarlık uyandırabilecek bu tabloya rağmen, ülkemizin jeolojik yapısı Ni-cevherleşmesine uygundur. Kısıtlı denebilecek aramalarda alınan neticeler de, bu önermeyi doğrular niteliktedir. Ancak, yine, vurgulanması gereken bir diğer ayrıntı, Ni arama faaliyetlerinin ve ayrılan bütçelerin, gerekenden çok az olduğu gerçeğidir. Yoğun arama faaliyetleri neticesinde Avustralya'da 12 yıllık bir sürede Ni rezervleri 9 milyon t'dan 24 milyon t'a ve Brezilya'da ise daha büyük oransal bir artışla 670 bin t'dan 8,7 milyon t'a çıkmıştır. Eğer, Ni arama faaliyetlerine gereken ağırlık verilirse, bu olumsuz tablonun değişmesi yüksek bir olasılıktır.

Türkiye'nin bilinen nikel rezervleri, yıllık üretim, iç talep ve bunlara bağlı ithalat miktarları dikkate alındığında da, dünya ölçeğinde kayda geçebilecek değerlerle karşılaşmamaktadır. Ayrıca nikel sektörünün Türkiye ekonomisine katkısının oldukça az olduğu ileri sürülebilir. Ancak, öngörülere göre nikel yalnızca bugün için değil, gelecekte de önemli olacak ve bunun ötesinde, çağdaş insanın yaşamında daha büyük yer tutacaktır. Dolayısıyla, gelecek için hazırlık yapılmasına ve plânlamaya bugünden başlanması ülkemizin yararına olacaktır. Çünkü jeolojik bulgular, Türkiye'nin nikel açısından varsıl bir ülke olabileceğine işaret etmektedir.

Aslında, stratejik anlamda gerçekleştirilmesi gereken eylemler, ülkemizin madencilikte uzun zamandır yüz yüze kaldığı tıkanıklıkları aşmak için öteden beri önerilen çözüm yolları ile birebir aynıdır.

Şüphesiz ki, Cumhuriyet döneminde madencilik alanında küçümsenemeyecek ilerlemeler sağlanmıştır, ama hemen her tür maden kaynağında geçerli olduğu üzere, nikel aramacılığında da yeterli yatırım yapılmamıştır. Dolayısıyla, Türkiye, öncelikle nikel aramalarına ayrı bir önem ve hız vermek durumundadır. Nikelin birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye için de bir stratejik metal olduğunun kabul edilmesi nikel aramalarını ve madencilğini büyük ölçüde destekleyecektir.

İkincisi, bu metali ülkemizde üretme aşamasıdır. Afrika ve Latin Amerika örneklerinden bilindiği gibi, bir ülke yeraltı kaynakları yönüyle ne denli zengin

olursa olsun, hammadde ihracı vasıtasıyla ekonomisinde ilerleme kaydetmesi, gelişmişler sınıfına dâhil olması mümkün değildir. O halde, yerkabuğundan çıkarıldığı haliyle doğrudan veya sonrasındaki temel zenginleştirme işlemleriyle konsantreye dönüştürüp satmak yerine, sanayinin doğrudan kullanımına hazır hale getirilmesi kısa veya orta vadede ulaşılması gereken bir hedef olmalıdır.

Üçüncüsü, metal sektörünün nikel ithalatı verileri, henüz, istatistik rakamlarına dahi yansıtılmaya değer bulunmamaktadır. Çünkü bünyesinde nikel bulunduran tüketim veya yatırım mallarına dönük sanayi faaliyetleri ve malzeme araştırmaları ya son derece cılız ya da hiç yoktur. Bu durumda, sözü edilen sahalarda yatırım yapılması gerektiğinin açık göstergesidir.

Tabii ki, tüm bunlarla beraber, çevre baskısı ve onun doğup büyümesinde göz ardı edilemeyecek katkısı olan yanlış uygulamalar ve kayıtsızlık, sadece nikel madenciliğinin değil, bütünüyle madencilik sektörünün, çözüme kavuşturulması gereken temel sorunlarından biridir.

Toplumsal, ekonomik ve çevresel bakımdan sürdürülebilir bir madencilik sektörünün gelişimi; devlet, sektörde faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlar ile demokratik kitle örgütlerinin yapıcı işbirliği ile mümkündür. Söz konusu tarafların doğrudan katılımları olmaksızın hazırlanacak herhangi bir sektör planının ya da plan uygulamasının başarılı olması mümkün görülmemektedir.

Yerel halkın onayını almamış hiçbir ekonomik girişimin ülkeye yarar getirmesi beklenemez. Madencilik sektörüne ilişkin alınacak kararlarda ilgili yöre halkının da katılımı sağlanmalı ve madencilik ile ilgili politikaların gelecek nesillerin haklarının da kollanarak tayin edilmesi gerekmektedir.

Çevre faktörü göz ardı edilerek madencilik faaliyetlerinin yürütülmesi, içinde bulunduğumuz yüzyılda mümkün değildir. Madenciliğin çevreye etkileri yadsınamaz. Ancak, madencilik sektöründe, çevre dostu teknoloji ve yöntemlerin kullanılması, madencilik süreçlerinde ya da sonrasında çevrenin korunmasına ya da yenilenmesine yönelik önlemlerin alınması bir zorunluluktur. Bu konuda gelişmiş ülkelerdeki olumlu örnekler ülkemizde de uygulanmalıdır.

Gerçek sahibi halkımız olan, yenilenemez ve tükenme özelliğinden dolayı gelecek nesillerimizin de hak sahibi olduğu tüm madenlerimiz, kamu yararı önceliğiyle mühendislik bilim ve tekniği doğrultusunda işletilmeli, kamu denetimi mutlaka sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Ağaçayak, T., 2008; Karaçam (Eskişehir) Lateritik Nikel Cevherinin Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Zenginleştirilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya

Aslaner, M., 1979; “Nikel Yatakları ve Türkiye Nikel Olanaklarına Toplu ve Yeni Bir Bakış”, Jeoloji Mühendisliği, 25-36

Bell, T., 2012; “10 Biggest Nickel Producers” <http://metals.about.com/od/suppliersaz/tp/10-Biggest-Nickel-Producers.htm>

Cutler, P., 1998; “Nickel, Nickel Everywhere”, Nickel Development Institute Reprint Series No. 14048 reprinted from Materials World, http://www.nickelinstitute.org/en/TechnicalLiterature/Reprint/Nickel_NickelEverywhere_14048_.aspx

Dalvi, A. D., Bacon, W. G. and Osborne, R. C., 2004; “The Past and Future of Nickel Laterites”, PDAC International Convention, pp 1-27. Available online: <http://www.pdac.ca/pdac/publications/papers/2004/techprgm-dalvi-bacon.pdf>

DPT Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, 2006; Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu

Emery, J., Salier, B. and Michniewicz, A., 2007, The Nickel Sector: Metal and Equity Review, http://xenetra.eu/storage/1185465555_sb_ni.pdf

FD Capital 2007, “The Nickel Sector: Metal and Equity Review”, Fox-Davies Capital, London, <http://www.fox-davies.com> (accessed 1 September 2008).

Fe-Ni Madencilik, 2012; <http://www.fenimining.com/en/turkiye-ve-dunyada-madencilik/>

Gültekin, A. H., <http://web.itu.edu.tr/~gultekin/Kalinti.htm>

http://www.hrl.com/hrlDocs/pressreleases/2011/prsRls_111117.html, HRL Researchers Develop World's Lightest Material

http://www.lme.com/nickel_industryusage.asp

http://www.minara.com.au/files/docs/8_FactSheet_Nickel.pdf

INSG (International Nickel Study Group), 2012; <http://www.insg.org/recycling.aspx>

ISSF (International Stainless Steel Forum), “Stainless Steel in Figures 2012”, http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Stainless_Steel_in_Figures_2012.pdf

Kirman, I., 2007; “Nickel Use in Changing Times: Future Opportunities and Challenges”, PRESENTED AT “PACRİM STAINLESS 2004”, <http://www.nickelinstitute.org>

Koç, Ş. ve Değer, M. A., 1992; “Karstik Payas (Hatay) Cevherleşmelerinin Kaynağına Yönelik Jeokimyasal Veriler”, MTA Dergisi 114, 95-110

Kuck, P. H., 2000; <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/nickel/mcs-2000-nicke.pdf>

Kuck, P. H., 2005; <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/nickel/mcs-2005-nicke.pdf>

Kuck, P. H., 2010; <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/nickel/mcs-2010-nicke.pdf>

Kuck, P. H., 2012; <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/nickel/mcs-2012-nicke.pdf>

Meta Nikel, 2012; <http://www.metanikel.com.tr/tr/gordes-nikel-isletmesi>

Molloy, B., 2001; “Trends of Nickel in Coins - Past, Present and Future”, International Nickel Study Group - Environmental and Economics Committee Meeting, held in Stockholm, Sweden, http://web.archive.org/web/20060929095200/http://www.nidi.org/index.cfm/ci_id/160.htm

Moskalyk, R. R. and Alfantazi, A. M., 2002; “Nickel Laterite Processing and Electrowinning Practice”, Minerals Engineering, pp 593-605

MTA Genel Müdürlüğü, 2009; Türkiye Yeraltı Kaynakları (İllere Göre), Yer

Bilimleri ve Kültür Serisi – 5, Net Ofset Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti., Ankara

MTA Genel MÜDÜRLÜĞÜ, 2010; http://www.mta.gov.tr/v1.0/turkiye_maden/maden_potansiyel_2010/manisa_madenler.pdf

Mudd, G. M., 2010; Global trends and environmental issues in nickel mining: Sulfides versus laterites”, Ore Geology Reviews 38, pp. 9–26

Mukherjee, A. B., 1998; “Nickel: A Review of Occurrence, Uses, Emissions and Concentration in the Environment in Finland”, Environ. Rev. 6: 173-187

Roskill Report, 2010; “Steel Alloys/Nickel: Market Outlook to 2014, 12th edition 2010”, <http://www.roskill.com/reports/steel-alloys/nickel>

Royal Nickel Corporation (RNC), 2012; Nickel Supply “The Cupboard is Bare” CRU Stainless Conference”, www.royalnickel.com

Sardes Nikel Madencilik, 2005; <http://www.fenimining.com/tr/madencilik-dosyalari/>, “Nikel Modern Hayat ve İleri Teknoloji için Vazgeçilmez Metal” Triland (Mitsubishi Corporation), 2008; Outlook for Nickel to 2017, www.triland.com

Troszkiewicz, A., 2012a; “World’s 10 Biggest Refined-nickel Producers in 2011”, <http://www.bloomberg.com/news/2012-03-02/world-s-10-biggest-refined-nickel-producers-in-2011-table-.html>

Troszkiewicz, A., 2012b; “World’s 10 Biggest Nickel-consuming Countries in 2011”, <http://www.bloomberg.com/news/2012-05-28/world-s-10-biggest-nickel-consuming-countries-in-2011.html>

World Bank Group, 1998; “Nickel Smelting and Refining”, Pollution Prevention and Abatement Handbook

Xinfang, J., 2008; “Ferro-nickel/NPI Production from Laterite Nickel Ore in China”, Tsinghsan Holding Group, www.insg.org/presents/Mr_Xinfang_Oct08.pdf

Yıldız, M. ve Artan, Ü., 1985; Türkiye Nikel Yatakları MTA'nın Nikel Aramacılığındaki Yeri", MTA Genel Müdürlüğü 50. Yıl Sempozyum Bildirileri, Edit. Erden, M. E. ve Göncüoğlu, M. C., Basım 1987, 54-62

Yıldız, N., 2010; Demir Cevheri, Ertem Basım Yayın Dağıtım Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Ankara