



MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE DEMİR

HAZIRLAYANLAR

Serpil TUNCEL

Jeoloji Yük. Müh.

Nahit ARI

Maden Müh.

Birnigar YOLERİ

Maden Yük. Müh.

Mesut ŞAHİNER

Maden Müh.

FİZİBİLİTE ETÜTLERİ DAİRE BAŞKANLIĞI
EYLÜL 2017

1. Giriş.....	1
1.1. Dünyada Demir Madenciliğinin Tarihçesi	1
1.2. Türkiye’de Demir Madenciliğinin Tarihçesi	2
2. Demir Cevheri	3
2.1 Demir Cevherinin Tanımı ve Sınıflandırılması.....	3
2.1.1 Demir Madenciliğinde Kullanılan Tanımlar	4
2.1.2. Katışkı (Empürite).....	4
2.2. Demir Cevherinin Kullanım Alanları.....	5
2.3. Demir Cevherinin Özellikleri.....	6
2.4. Demir Cevherinin Yataklanma Şekilleri	8
3. Türkiye Demir Yataklarının Jeolojik Özellikleri	8
3.1. Cevher Magması Sokulum Yatakları	8
3.2. Skarn Tip Yataklar (Kontakt-Metazomatik Yataklar)	8
3.3. Hidrotermal Yataklar.....	9
3.4. Volkano – Sedimanter Yataklar	9
3.5. Ayrışma Ürünü Yataklar	9
3.5.1. Oksidasyon Zonu Yatakları.....	9
3.5.2. Lateritik Demir Yatakları	9
3.6. Fanglomera Tipi Yataklar	9
3.7. Plaser Tip Yataklar	9
3.7.1 Akarsu Plaserleri	9
3.7.2. Deniz Kıyısı Plaserleri	9
3.7.3. Fosil Plaserler	10
3.8. Kimyasal Sedimanter Yataklar.....	10
3.9. Metamorfik Yataklar	10
4. Rezerv ve Üretim	11
4.1. Dünya Demir Rezervi ve Üretimi	11
4.2. Uluslararası Birlikler (Kuruluşlar)	14
4.3. Türkiye Rezervleri ve Kaynakları	14
4.3.1. Tenör ve İçeriği Doğrudan Kullanıma Uygun Demir Cevheri Yatakları.....	15
4.3.2. Zenginleştirilmesi Gerekli Demir Cevheri Yatakları	16
4.3.3. Sorunlu Demir Yatakları	16
4.4. Türkiye’de Demir Cevheri Üretimi.....	18
5. Demir Madeni Üretim Yöntemi ve Teknolojisi	19

6. Dünyada Ticari Durum.....	19
6.1. Dünya Demir Ticaretindeki İthalatçı ve İhracatçı Ülkeler.....	20
6.2. Dünya Demir Cevheri Fiyatı	23
6.3. Türkiye’de Ticari Durum	24
6.4. Türkiye’de Üretim Yapan Şirketler ve İlgili Kuruluşlar	26
7. Çevresel Etkiler	26
8. Gelecek Beklentileri/Tahminler	27
9. Öneriler.....	28
Kaynaklar	31

1. Giriş

Günümüzde endüstrileşmenin en büyük rolünü madencilik sektörü yüklenmiş bulunmaktadır. Bir ülkenin maden varlığı açısından durumu; hem uzun vadeli kalkınma planları, hem de madencilik politikaları açısından önemlidir. Madencilik sektörü, ekonomiye doğrudan yaptığı katkı ve özellikle imalat sektörüne sağladığı girdiler nedeniyle iki yönlü öneme sahiptir.

Demir cevheri yer kabuğunda en çok bulunan ve tüm metaller içinde en çok kullanılan olup, tarih boyunca büyük öneme sahip olmuştur. Dış çekirdek eriyik halde “demir ve nikel”den iç çekirdek ise; katı halde bulunan “demir ve nikel”den oluşmaktadır. Demir doğada bileşik halinde bulunur. Çeliğin hammaddesi olup endüstriyel olarak önemlidir. Gelişen teknoloji içinde demir-çelik endüstrisi önemli bir yere sahiptir. Bir ülkenin demir-çelik üretimi ve tüketimi o ülkenin ekonomik gücüyle ve gelişmişliği ile yakından ilgilidir. Demir-çelik sanayinde gözlenen gelişmeler ile kalkınma süreci arasındaki yakın ilişkinin sebebi, demir-çelik ürünlerinin tüm endüstriyel dallara girdi vermesinden kaynaklanmaktadır.

Dünyada elli kadar ülkede demir cevheri üretilmektedir. Avustralya, Brezilya, Çin, Hindistan ve Rusya dünya demir cevheri üretiminin yaklaşık %80’ini gerçekleştirmektedir. Büyük demir rezervlerinin yanı sıra, ülkemizde ve diğer ülkelerde değişik tenör ve mineralojik yapıda demir rezervleri bulunmaktadır.

Dünya demir cevheri üretimi, arz ve talebi, ülkelerin kalkınmışlık ve sanayileşme düzeyleri ile ülkeler arasındaki ilişkilere göre değişim gösteren çelik arz ve talebi ile doğrudan ilişkilidir. Demir-çelik sektörü, Türkiye ekonomisinde ve sanayisinde lokomotif sektör olma özelliğine sahiptir.

Bu çalışmada, madencilik sektöründe önemli yeri olan demirin; ülkemizde ve dünyada, üretimine ve potansiyeline ilişkin son veriler derlenip genel bir bakış açısı yaratılması amaçlanmıştır.

1.1. Dünyada Demir Madenciliğinin Tarihçesi

Demirin ilk kullanımına dair işaretler; mızrak uçları, bıçak ve süs eşyası şeklinde olup Sümerlere ve eski Mısırlılara kadar (yaklaşık MÖ 4000 yılları) dayanmaktadır.

MÖ 3500 ile MÖ 2000 yılları arasını temsil eden Mezopotamya, Anadolu ve Mısır civarında ergitilmiş demirden yapılmış objeler çoktur. Ancak bunların kullanımlarının daha çok törensel olması, demirin o çağlarda altından bile daha değerli olmasından kaynaklıdır.

MÖ 1600 ile MÖ 1200 yıllarında ise demirin Orta Doğu’da giderek artan bir şekilde kullanıldığı görülür, fakat yine de bronzun yerini alamaz.

MÖ 1200 ile MÖ 1000 yıllarında Orta Doğu’da, araç-gereç ve silah yapımında bronzdan demire hızlı bir geçiş yaşanmasının ardında demir işleme teknolojisinde kaydedilen bir gelişme

değil, bronz yapımında kullanılan kalayın arzında yaşanan kesinti yatmaktadır. Dünyanın değişik yörelerinde değişik zamanlarda yaşanan bu geçiş süreci, yeniçağın, yani “Demir Çağı” başlangıcının işareti olmuştur.

Çin’de Zhou hanedanının son yıllarına doğru (MÖ 550), oldukça gelişmiş ocak teknolojisi nedeniyle yeni bir demir üretim yöntemi ortaya çıkmış ve Çinliler dökme demir (veya pik demir) üretmeyi başarmışlardır.

Demir, Yakın Doğu’dan Mısır’a ve Balkanlara doğru hızla yayılmıştır. MÖ 900 yıllarına doğru Avrupa’da görülmeye başlanmıştır. Doğu Asya’da, demiri aynı çağlarda benimsemiştir. Hindistan’da demirin kullanılışı MÖ 250 yıllarına kadar gider. Delhi’deki Kutup Kompleksi’nde, MÖ IV. yüzyıldan kalma 17 metre yüksekliğinde ve 17 ton ağırlığındaki ünlü demir direk, saf demirden (%98) yapılmış olup bugüne kadar bozulmadan gelebilmiş ve paslanmamıştır.

Demir önce yalnızca askeri amaçlı kullanılmış, bunu ev eşyaları ve günlük hayatta kullanılan öteki araçlar izlemiştir. Bıçak, testere, zincir vb. aletler demircilerin atölyesinden çıkmaya başlamış, bu arada makas da icat edilmiştir. Bir süre sonra mücevherler de demirden imal edilmeye başlanmıştır.

Demir ve dökme demirin öncüsü, ‘çelik sanayinin babası’ diye adlandırılan John Wilkinson’dur (1782-1808). Madencilik; araçlarının ve tekniklerinin birçoğunu ona borçludur. Köprüler, gemiler, araçlar, makineler, kubbeler gibi yararlı teknik uygulamalara rağmen, XVIII. yüzyılın sonunda madenin başlıca kullanıldığı yer savaş sanayi olmuştur. Bu nedenle silah imalatçılarıyla top dökümcüleri sanayide öncü bir yere sahiptir. Fransız Devrimi’nin Avrupa’ya karşı karşıya getirdiği bütün büyük çarpışmalarda demir, madenlerin içinde en arananı olmuştur. Ordunun ihtiyaçları nedeniyle de olağanüstü gelişimini sürdürmüştür.

1.2. Türkiye’de Demir Madenciliğinin Tarihçesi

Ülkemizde modern anlamda demir-çelik üretimine yönelik ilk girişimler Cumhuriyet döneminde başlamış ve ilk demir-çelik tesisi de 1932 de Kırıkkale’de kurulmuştur.

1925 yılında, İktisat Vekaleti tarafından ağır sanayi merkezinin yeri konusunda incelemeler yapılmış ve nihayet Türkiye’de ağır demir sanayinin kurulmasına dair kanun, 17 Mart 1926 yılında kabul edilip; 29 Mart 1926 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda da demir-çelik sanayinin kuruluş yeri olarak, maden kömürü havzasına yakın olan ‘**KARABÜK**’ seçilmiştir. 3 Nisan 1937’de temeli atılarak kurulan bu tesis günümüzde Kardemir adıyla üretimini sürdürmektedir.

Yassı ürün üretmek amacı ile 1965 yılında Erdemir (Ereğli Demir Çelik) tesisleri kurulmuş olup kapasitesi günümüzde yıllık 3 milyon tonu geçmiştir.



Resim 1- Karabük haberi ve ilk Türk demirinin resmi

Ülkemizin kuruluş tarihi itibariyle üçüncü, uzun ürün kapasitesine göre ise en büyük entegre demir-çelik fabrikası olan İsdemir (İskenderun Demir Çelik) tesisleri 3 Ekim 1970 tarihinde kurulmuştur.

İsdemir hisselerinin tamamı 31 Ocak 2002 tarihinde hisse devir sözleşmesi ile Özelleştirme İdaresi Başkanlığı tarafından Erdemir'e devredilmiştir. İsdemir hisselerinin %89'u Erdemir'e, %11'i ise çalışanlara aittir. İsdemir'de yenileme ve modernizasyon çalışmaları devam etmiş ve 2004 yılında OYAK, Erdemir ve İsdemir'i bünyesine katmıştır.

1980'li yıllardan bu yana ülkemizdeki demir-çelik üretiminde ciddi artışlar sağlanmış, Türk demir çelik endüstrisi, hem kalite hem de kapasite açısından büyük gelişme göstermiştir.

2. Demir Cevheri

2.1 Demir Cevherinin Tanımı ve Sınıflandırılması

Demir, yer kabuğunda %5,4 oranıyla dördüncü sırada yaygın olarak bulunan bir elementtir. Atom numarası 26, atom ağırlığı 55,85, ergime sıcaklığı 1535 °C, kaynama noktası 2750 °C ve yoğunluğu 7,874 gr/cm³'dür.

Başlıca demir mineralleri; manyetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), limonit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), götit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ve siderit (FeCO_3)'tir.

2.1.1 Demir Madenciliğinde Kullanılan Tanımlar

Tüvenan cevher: Ocaktan doğal halde çıkarılmış ve hiçbir işleme tabi tutulmamış cevherdir.

Parça cevher: Kırılıp elendikten sonra ayrılan 10-150 mm boyutları arasındaki cevherdir.

Toz cevher: 0,1-10 mm boyutları arasındaki cevherdir.

Sinterlik cevher: 0,15 mm elek altı, en çok %10 - 6,35 mm elek üstü, en çok % 5 olan 0,15-6,35 mm boyutları arasındaki cevherdir.

Pelet: Zenginleştirme amacı ile belirli boyuta öğütülmüş ve sinterlenemeyecek boyuttaki cevher konsantresinin aglomera edilerek 4-16 mm arasında boyutlandırılmış, belirli bir ısıl işlem ile yüksek fırında kullanılacak dayanıma getirilmiş şeklidir.

Sinterlik konsantre cevher: Zenginleştirilmiş 2-25 mm boyutlarında cevherdir.

Kalibre cevher: 10-30 mm boyutlarındaki cevherdir.

2.1.2. Katışkı (Empürite)

Cevher içinde istenmeyen maddelerdir. Bazen bu katışkıları zenginleştirme yöntemleri ile ekonomik olarak cevher bünyesinden uzaklaştırmak mümkün değildir.

Cevher bünyesinde bulunan bu katışkıların başlıcaları; SiO_2 , Al_2O_3 , S, Cu, As, Ti, P, Na_2O , K_2O , Pb, Zn gibi element ve bileşiklerdir.

Katışkıların yüksek fırın prosesindeki olumsuz etkileri aşağıda belirtilmiştir:

SiO_2 : Cevher içindeki SiO_2 fazlalığı, metalürjik proses sırasında fazla miktarda cüruf oluşumuna sebep olur. Bu silisi nötralize etmek için ilave edilecek kireç taşı, sıvı demir verimliliğini düşürür, yüksek fırında cüruf miktarını ve yakıt tüketimini artırır.

Al_2O_3 : Alüminanın %0,8-%1,5 arasında olması istenir. Alümina miktarının fazla olduğu durumlarda sıvı demirin akışkanlığını sağlamak için yüksek fırın ısısının artırılması gerekir. Bu da yakıt tüketiminin artmasına neden olur.

Kükürt (S): Yüksek fırın işletmeciliğinde pik demirin bünyesine giren çok küçük oranlardaki kükürt bile çeliğin kırılmasını artırır. Cevher, kömür ve manganez bu kükürtün kaynağı olabilir. Kükürt yüzdesini düşürmek üzere yüksek fırın harmanına CaCO_3 ve SiO_2 ilave edilmesi gerekir. Bu da yüksek fırın verimliliğini olumsuz yönde etkiler.

Alkaliler: Yüksek fırına şarj edilen malzemelerle giren alkaliler, fırın çeperlerine yapışarak kabuk oluşturup yüksek fırın hacmini azaltır. Bu arada yapışıkları yüksek fırın tuğlalarının içine doğru nüfuz ederek bu tuğlaların refrakter özelliklerini olumsuz yönde etkiler.

Çinko: ZnO, fırın üst cidarlarında tabaka yapmasının yanı sıra, fırın tuğlası içindeki alümina ile reaksiyona girerek tuğlanın şişmesine neden olur. Çinkonun varlığı, yüksek fırında indirgenmesi zor ve üretim kayıpları meydana getiren fayalit ve gersenit gibi bileşiklerin oluşmasına neden olur. Cevher içinde çinkonun %0,2'den az olması istenir.

Kurşun: Kurşun, demir cevherlerinde nadiren bulunur. Pik demire geçmez, fakat refrakter tuğlaya olumsuz yönde etki eder.

Titanyum: Titanyum, demir cevherinde ilmenit ($FeTiO_2$) ve rutil (TiO_2) olarak bulunur. Cevherde ortalama TiO_2 % 1 den az ise; bu cevher yüksek fırında herhangi bir problem yaratmadan kullanılabilir.

Arsenik: Arsenik oranının fazlalığı çeliğin soğukta kırılabilirliğini arttırırken, kaynak yapılabilme özelliğini azaltır. Normal çelikte %0,15-%0,25 arası ve su vermede ise %0,05-%0,10 arası arsenik kabul edilebilir sınırlardır.

Bakır: Bakır oranının %0,3-%0,4'ün üzerine çıkması durumunda çeliğin haddelenmesi ve şekil verilmesi sırasında, çeliğin yüzeyinde bakırca zengin ergime derecesi düşük bir alaşım oluşur ve bu alaşım hadde sınırlarından geçerek yüzeyde küçük çatlaklar meydana getirir.

2.2. Demir Cevherinin Kullanım Alanları

Demir, tüm metaller içinde en çok kullanılanıdır ve dünyada üretilen metallerin ağırlıkça %95' ini oluşturur. Düşük fiyatı ve yüksek mukavemet özellikleri, demiri; otomotiv, gemi gövdesi yapımı ve binaların yapısal bileşeni olarak kullanımında vazgeçilmez kılar.

Demir cevherinin tüketildiği iki ana üretim dalı; yüksek fırın pik demir üretimi ile direkt redüksiyon tesisleridir. Demir cevheri yüksek fırınlara ya direkt şarj cevheri olarak parça cevher halinde veya ince tozlar sinterlenerek sinter halinde veya daha ince tozların peletlenmesiyle pelet halinde kok kömür ve cüruf yapıcı katkı maddeleriyle birlikte verilerek kullanılır.

Bazı demir mineralleri katkılı çimento üretiminde kullanılmaktadır. Manyetit; demir cevherinin manyetik özelliği ve yüksek yoğunluğu nedeniyle, belirli boyuta indirilmiş konsantresinden, diğer minerallerin zenginleştirilmesi için "ağır ortam" in hazırlanmasında ve bazı sanayi uygulamalarında "ağırlık" olarak yararlanılmaktadır.

Ayrıca, demir oksitlerin çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Başlıca kullanım alanları; boya, plastik, seramik, kağıt sanayidir. Özellikle boya endüstrisinde, suda çözünebilen farklı renklerin üretilmesinde önem kazanmaktadır. Doğal demir oksit ucuz pigment olarak çeşitli boyalarda; mürekkep, plastik, lastik, kağıt, yapı malzemeleri, harç, tuğla, fayans, hayvan yemi, ilaç ve kozmetik ürünleri üretiminde kullanılır.

Çelik, en çok bilinen demir alaşımı olup, demirin diğer kullanım formları ise şunlardır:

Pik demir: %4–%5 karbon ve değişen oranlarda katkı (S, Si, P gibi) içerir. Demir cevherinden dökme demir ve çeliğe giden yolda bir ara ürün olarak değerlendirilebilir.

Dökme demir: %2–%4 arasında karbon, %1 – %6 silisyum ve az miktarda manganer içerir. Pik demirde bulunan ve malzeme özelliklerini olumsuz etkileyen kükürt ve fosfor gibi katışıklar, kabul edilebilir seviyelere düşürülmüştür. Demir, karbonla birlikte olduğunda 1535 °C sıcaklıkta ergime yerine; 1147 – 1197 °C arasındaki sıcaklıkta ergir ve bu alaşımın %96,5 demir %3,5 karbondan oluşur. Mekanik özellikleri büyük ölçüde bileşiminde bulunan karbonun aldığı forma bağlıdır. “Beyaz dökme demirlerde”, karbon sementit veya demir karbür şeklindedir. Bu sert ve kırılğan bileşik, beyaz dökme demirleri sertleştirir fakat darbelere karşı dayanıksız kılar. Öte yandan, “gri dökme demirlerde” karbon, serbest ince grafit pulcukları halindedir ve bu da keskin kenarlı grafit pulcuklarının gerilim arttırma karakterinden dolayı malzemeyi kırılğan yapar. Gri dökme demirin daha yeni bir türü olan “sünek demir”de ise, malzemenin tokluk ve mukavemetini arttırmak için, dökme demirin az miktarda magnezyum ile muamele edilip grafit pulcuklarının şeklinin küresel veya nodüler hale dönmesi sağlanır.

Karbon çelięi: %0,4–%1,5 arasında karbon ile az miktarlarda manganer, kükürt, fosfor, ve silisyum içerir.

Dövülebilir dökme demir: % 0,2 den daha az karbon içerir, tok ve dövülebilir bir üründür.

Alaşımlı çelik: Değişen miktarlarda karbonun yanı sıra, krom, vanadyum, molibden, nikel, tungsten gibi diğer metalleri de içerir ve daha çok yapısal alanlarda kullanılır. Demir çelik metalurjisindeki son gelişmeler, çok çeşitli mikro alaşımlandırılmış çeliklerin (“HSLA” veya “yüksek mukavemet, düşük alaşım” çelikleri) ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu çelik alaşımlarının en büyük özeliği, çok küçük miktarlardaki alaşım elementi ilavesiyle çok yüksek mukavemet ve tokluğun elde edilebilmesidir.

Demir (III) oksit: Bilgisayarlarda manyetik depolama ünitelerinin yapımında kullanılır.

2.3. Demir Cevherinin Özellikleri

Doğada serbest olarak pek bulunmaz. En çok bulunan bileşikleri hematit (kantaşı), limonit, manyetik demir oksit, siderit ve pirittir. Saf demir, demir oksidin hidrojen akımında indirgenmesi ya da demir sülfat eriyiğinin elektrolizi ile elde edilir. Saf demir kül rengi beyazdır, kolayca işlenebilir. İnce tel ve levha haline getirilebilir. Isı ve elektriği iyi iletir. Normal sıcaklıkta kuru hava demire etki yapmaz, ama nemli havada karbondioksidin etkisiyle yüzeyi oksitlenir, kırmızı demir-oksitle kaplanır.

Demir çelik sektörünün ana hammaddesi demir cevheridir. Bir madenin cevher olarak değerlendirilebilmesi için işletilmesi ve kullanılmasının ekonomik olması gerekmektedir. Çelik

sanayinde kullanılan demir cevherlerinin harman tenörünün % 52-57 Fe olması arzu edilmektedir. Ancak, demir tenörünün % 47'ye düştüğü ocaklardan da üretim yapılmaktadır.

Demir; yeryüzünde en çok ABD, Fransa, İngiltere, İsveç, İspanya, Belçika, Almanya ve Rusya'da üretilmektedir. Türkiye'de de birçok demir yatağı vardır. Ülkemizde, Sivas Divriği demir yatakları en önemli yataklardandır. Burada bulunan filizlerdeki demir yüzdesi % 60-70 oranındadır. Bu filizler Karabük ve Ereğli demir - çelik fabrikalarında işlenmektedir.



Resim 2- Malatya ili Hekimhan ilçesi sınırları içerisinde yer alan Demir sahası.



Resim 3- Sivas Taşlıtepe Demir Sahası

2.4. Demir Cevherinin Yataklanma Şekilleri

Demir yatakları metal demir içerikleri dikkate alınarak büyüklüklerine göre dört gruba ayırabilir:

- Çok küçük yataklar : 500.000 ton'dan az demir içerirler.
- Küçük yataklar : 500.000 – 25 milyon ton arası demir içerirler.
- Orta boy yataklar : 25 milyon – 125 milyon ton arası demir içerirler.
- Büyük yataklar : 125 milyon tondan fazla demir içerirler.

Ülkemizdeki demir yatakları, genelde küçük ve orta boy yataklar kapsamı içine girebilir. Bu yatakların % 88'i çok küçük, %11'i küçük ve ancak %1'i orta büyüklükteki yataklar sınıfına girmektedir.

3. Türkiye Demir Yataklarının Jeolojik Özellikleri

Yurdumuzda bulunan jeolojik demir yatağı tipleri ve bu tiplere uygun demir yataklarımız aşağıda konu başlıkları altında kısaca verilmiştir. Ancak bazı yataklarımızın kökeni ve oluşumu henüz tartışmalı olduğundan, kesin olarak hangi tip altında yorumlanması konusunda karar vermek zordur.

3.1. Cevher Magması Sokulum Yatakları

Bu yataklar hareketli bir magmanın yan kayaçlar içine sokulması ve sıkışması sonucu oluşmuşlardır. Bitlis yöresindeki Avnik ve Ünalı yatakları genelde bu tipte tanımlanmakta olup, Kiruna tip yataklara benzerlik göstermektedirler. Ancak, yurdumuzdaki Avnik ve Ünalı yatakları daha sonra bölgesel metamorfizma etkisinde kalmışlardır. Bu nedenle, Avnik ve Ünalı yatakları metamorfik demir yatakları olarak da sınıflandırılabilirler, yüksek oranda apatit içerirler.

3.2. Skarn Tip Yataklar (Kontakt-Metazomatik Yataklar)

Granitoid magmasının yaşlı bir demir yatağını veya demirce zengin bazik ve ultrabazik kayaçlardaki demir içeriğini, sıcak eriyikler halinde harekete geçirerek kontakt zonlarında zenginleştirmeleri ile oluşurlar. Sahada karbonatça zengin kayaçlar bulunursa reaksiyon daha kolay oluşur. Manyetit ve çok az oranda hematit içerirler. Sülfütlü mineraller çokça izlenir. Bir metalojenik havzada çok sayıda yatak bir arada bulunur.

Yurdumuzun “Sivas – Divriği-A Kafa, Sivas – Divriği B Kafa, Erzincan–Bizmişen, Çaltı ve Iliç, Malatya–Hasançelebi ve Polat, Yozgat–Karapınar ve Akçakışla, Kayseri–Karamada, Ankara–Kesikköprü ve Çelebi, Kütahya–Çatak ve Arapdede, Balıkesir–Şamlı, Yaşyer ve Ayazmant, Kırklareli–Dereköy ve Karacadağ, Ordu–Yundalan, Giresun–Yağlıdere, Rize–Kartiba vb.” yatakları bu tiptedir.

3.3. Hidrotermal Yataklar

Magmatik dönemin sonunda, ısıları 100 – 300 °C arasında değişen sulu eriyikler tarafından oluşturulan yataklardır. Yan kayaçlar arasındaki her türlü boşluğun doldurulması ile damar tipte veya yan kayacı metasomatik olarak etkileyerek ornatma tipte oluşurlar.

Hidrotermal yataklarımızın başlıcaları, Batman–Tizi-Örenağıl, Malatya–Deveci ve Karakuz, Adana–Aşılık, Niğde–Armutbeli, Sivas–Pınarbaşı, Otlukilise (bir kısmı yığışım cevherlerden oluşur) ve Yellice-Deveci Yatağı bazı araştırmacılar tarafından volkano-sedimanter tipte yorumlanmaktadır.

3.4. Volkano – Sedimanter Yataklar

Denizaltı volkanizmasına bağlı olarak oluşan ve denizel çökeller ve volkanik kayaçlarla ilişkili ve eş zamanlı oluşmuş tabakalı demir yataklardır. En önemlisi Balıkesir–Büyük Eymir yatağıdır.

3.5. Ayrışma Ürünü Yataklar

3.5.1. Oksidasyon Zonu Yatakları

Pirit, kalkopirit, siderit, ankerit ve silikatlı demir minerallerinin yüzeysel ayrışmaları ile oluşurlar. İzmir–Yazıbaşı yatağı bu tipe örnek olarak verilebilir.

3.5.2. Lateritik Demir Yatakları

Ultrabazik, bazik kayaçların ve itabiritlerin tropik - humid iklimlerde yüzeysel ayrışmaları ile oluşan yataklardır. Yurdumuzdaki örnekleri Manisa–Çaldağ ve Eskişehir–Adatepe yataklarıdır.

3.6. Fanglomera Tipi Yataklar

Yüksekçe bir yerde bulunan birincil yatağın parçalanarak dik yamaç boyunca akması ve yamaç dibinde gevşek bir halde ve yamaç yelpazesi şeklinde birikmesi ile oluşurlar. Sivas–Divriği C Plaseri gibi.

3.7. Plaser Tip Yataklar

3.7.1 Akarsu Plaserleri

Birincil yatakların aşınması ile oluşan demir cevheri parçalarının akarsularla taşınırken, genelde yatak civarında uygun ortamlarda depolanması ile oluşurlar. Birçok demir yatağımızın yakınında bu tip yataklara örnek oluşumlar izlenmektedir.

3.7.2. Deniz Kıyısı Plaserleri

Akarsular tarafından kıyılara taşınan manyetit, ilmeno-manyetit, hematit ve limonit cevher parçalarının, diğer kayaç parçaları ile birlikte kıyılara taşınması ve dalgalarla zenginleşerek kıyı boyunca uzanan demirce zengin plaserler oluşturmasıyla oluşurlar. Doğu Karadeniz Plaserlerinde bulunan Samsun–Çarşamba, Perşembe–Efirli, Ordu–Ünye batısı yatakları bu tip yataklardır.

Bu yataklar manyetit içerikleri % 3,5–5,8 arasında değişen 150 milyon tondan fazla cevher içermektedirler.

3.7.3. Fossil Plaserler

Jeolojik devirlerde oluşmuş plaser demir yataklarıdır. Hakkari–Taşbaşı, Adana–Çotlu, Hatay–Kastal, Kırklareli–Balaban yatakları bu tiptedirler.

3.8. Kimyasal Sedimanter Yataklar

Kıyı platformlarında oluşmuş, oolitik yapıda, başlıca götit, şamozit, hematit mineralleri içeren yataklardır. Sakarya–Çamdağ, Adana–Beypınarı yatakları örnek verilebilir.

3.9. Metamorfik Yataklar

Değişik kökenli birincil yatakların şiddetli bölgesel metamorfizma sonucunda şekil ve mineral içeriği açısından değişmeleriyle oluşurlar. Bitlis–Ünaldı ve Süllapdere, Adıyaman – Bulam, Kahramanmaraş–Çakçakdere, Arpacık ve Mendikli, Yozgat–Sarıkaya, Aydın–Çavdar ve Koçarlı, Muęla–Sakarkaya yatakları bu tipte kabul edilmektedir.



Resim 4- Divriği Demir Madeni

4. Rezerv ve Üretim

4.1. Dünya Demir Rezervi ve Üretimi

Demir rezervleri hemen hemen tüm ülkelere yayılmış durumdadır. Avustralya, Rusya, Brezilya, Çin, Hindistan, Ukrayna ve Kanada dünyada en büyük rezerve sahip ülkelerin başında gelmektedirler. 170 Milyar ton olan dünya rezervinin %80'inden fazlası bu ülkelerde bulunmaktadır.

Dünyada önemli demir üretici ülkeler, en büyük rezervlere sahip ülkelerdir. Büyük rezervlere sahip ülkeler kendi demir cevheri gereksinimlerinin yanı sıra dünya ülkelerinin gereksinimlerini de karşılamaktadır.

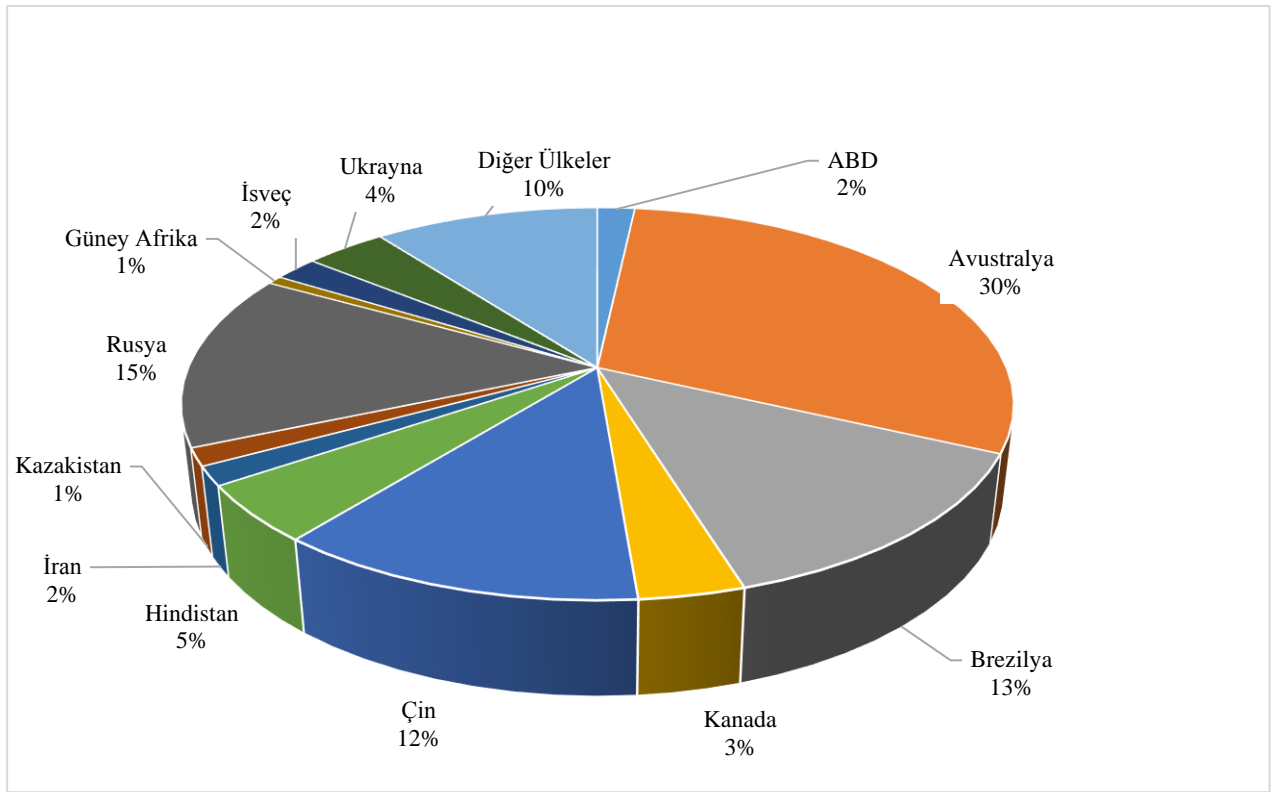
Dünya demir üretimi ve rezervi tablo 1, grafik 1, grafik 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1- Dünya demir üretimi ve rezervi (milyon ton)

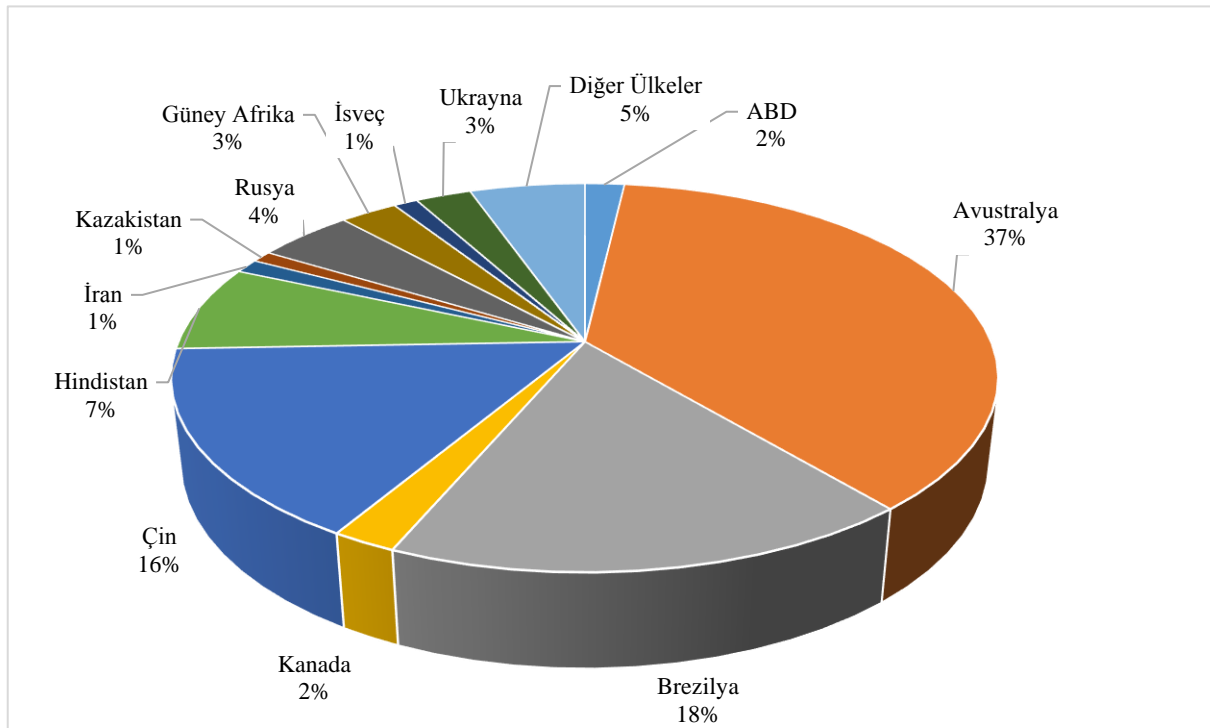
Ülkeler	Üretim		Rezerv	
	2015	2016*	Ham Cevher	Demir İçeriği
ABD	46	41	3.000	790
Avustralya	817	825	52.000	23.000
Brezilya	397	391	23.000	12.000
Kanada	46	48	6.000	2.300
Çin	375	353	21.000	7.200
Hindistan	156	160	8.100	5.200
İran	27	26	2.700	1.500
Kazakistan	21	21	2.500	900
Rusya	101	100	25.000	14.000
Güney Afrika	73	60	1.200	770
İsveç	25	25	3.500	2.200
Ukrayna	67	58	6.500	2.300
Diğer Ülkeler	132	120	18.000	9.500
Dünya Toplamı (yaklaşık)	2.280	2.230	170.000	82.000

*: Tahmini olarak verilmiştir.

Kaynak: Mineral Commodity Summaries (mcs) 2017



Grafik 1- Dünya Demir Rezervi (mcs 2017)



Grafik 2- Dünya Demir Üretimi (mcs 2017)

Dünya demir cevheri üretiminde ilk on sırayı alan firmalar tablo 2’de gösterilmiştir. Bu firmaların yedisi Avustralya’da yer almaktadır.

Tablo 2- Demir Cevheri Üretici Firmalar

Maden İşletmesi	Firma	Ülke
Hamersley	Rio Tinto	Avustralya
Carajas	Vale	Brezilya
Chichester Hub	Fortescue	Avustralya
Yandi	BHP Billiton	Avustralya
Mount Whaleback	BHP Billiton	Avustralya
Solomon Hub	Fortescue	Avustralya
Area C	BHP Billiton	Avustralya
Hope Downs	Rio Tinto/Hancock	Avustralya
Mariana Hub	Vale	Brezilya
Sishen	Anglo Amerikan	Güney Afrika

Kaynak: Madencilik Bülteni (Özel sayı 2015)

Dünyanın en büyük demir madeni işletmesi, Rio Tinto'nun Batı Avustralya'da yer alan Hamersley demir cevheri madenidir. Bu maden aynı zamanda dünyada üretim maliyetlerinin en düşük olduğu işletmedir.



Resim 5- Hamersley Demir Cevheri Madeni, Avustralya.



Resim 6- Vale's Carajas Maden İşletmesi, Brezilya.

Brezilya'da bulunan Vale's Carajas Maden Kompleksi dünyanın ikinci büyük işletmesidir. Madende üç ayrı açık ocak mevcuttur. İşletmelerdeki demir cevheri tenörü %66 olup, dünyadaki çoğu madenden üretilen demir cevherinin zenginleştirme sonrası tenörüne eşdeğerdir. Dünyada tenörü en yüksek olan demir madeni olarak bilinmektedir.

4.2. Uluslararası Birlikler (Kuruluşlar)

Dünyada demir-çelik sanayisine yön veren uluslararası kuruluşlar şu şekilde sıralanabilir;

IISI: Uluslararası Demir-Çelik Enstitüsü

CISA: Çin Demir-Çelik Birliği

WSA: Dünya Çelik Birliği

World Steel: Dünya Çelik Derneği

EUROFER: Avrupa Çelik Derneği

WSD: World Steel Dynamics (Dünya Çelik Dinamikleri)

4.3. Türkiye Rezervleri ve Kaynakları

Ülkemiz rezervleri; Sivas, Malatya, Bingöl, Adana, Kayseri bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Bu cevherlerin yanı sıra Ankara, Balıkesir ve Adapazarı bölgelerinde de değişik büyüklüklerde demir cevheri rezervleri mevcut olup, üretilen cevher çimento tesislerinde kullanılmaktadır.

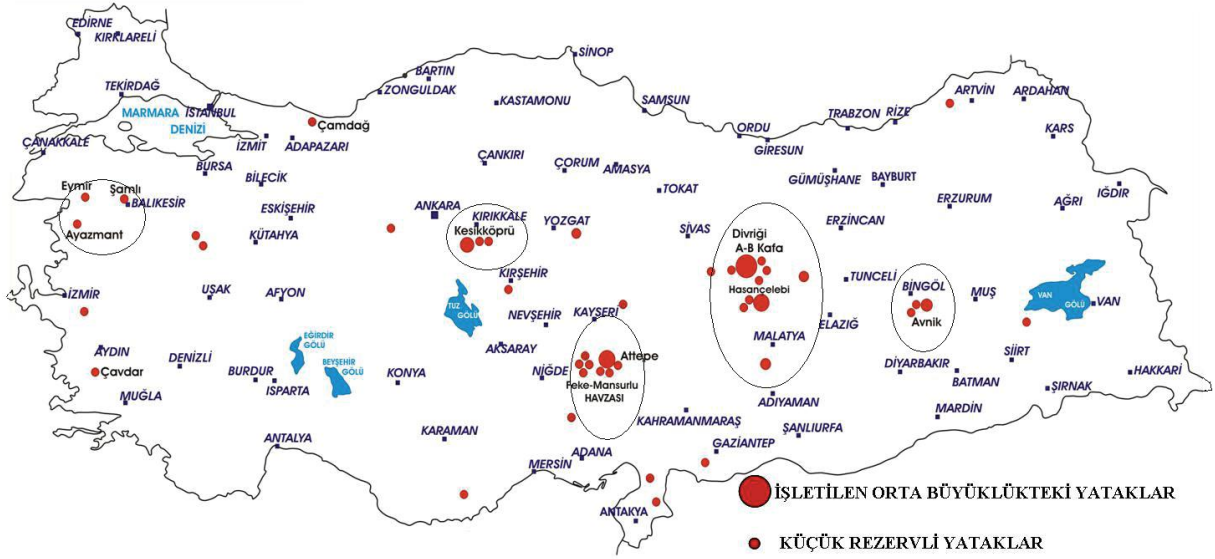
Bilinen demir rezervlerimiz bugünkü tüketim seviyesi ile entegre demir-çelik fabrikalarının gereksinimini uzun süre karşılayabilecek durumda değildir.

Ülkemizde demir cevheri madenciliğinde; yeni yataklar bulunmadığı, mevcut yataklarla ilgili rezervler geliştirilmediği, kaliteleri artırılmadığı, üretim maliyetleri düşürülmediği sürece demir cevheri ithali yıllar itibariyle artarak devam edecektir.

Stratejik öneme sahip metal madenleri arasında yer alan demirin, yaklaşık 124,6 milyon ton işletilebilir rezervin, yıllık ortalama 6-8 milyon ton üretim ile 21 yılın sonunda tükenmesi ve yıllık ortalama 15-18 milyon ton olan demir cevheri ihtiyacının karşılanması konusunda tümüyle ithalata bağımlı duruma gelinmesi beklenmektedir.

Ülke genelinde mostra veren demir cevheri zonlarının etüt ve arama çalışmaları hemen hemen tamamlanmıştır.

Demir yataklarının, ofiyolitik kayaçların ve granitik kayaçların Türkiye'deki bölgesel dağılımları birbiriyle karşılaştırıldığında, demir yatakları ile ofiyolitik kayaçların yakından ilişkili olduğu görülmektedir.



Resim 7- Türkiye demir yataklarının dağılım haritası.

4.3.1. Tenör ve İçeriği Doğrudan Kullanıma Uygun Demir Cevheri Yatakları

Bu yataklar ağırlıklı olarak Sivas, Malatya ve Erzincan bölgesinde yoğunlaşmıştır. Geçmiş yıllarda bu yataklarda rezerv geliştirmeye yönelik belirli arama çalışmaları yapılmıştır. Bu yataklardaki cevherlerin Fe tenörü %50-62 arasında olup, herhangi bir zenginleştirme işlemi gerektirmeden, kırılıp boyutlandırıldıktan sonra yüksek fırınlarda kullanıma uygun hale gelmektedir. Yüksek fırınları besleyecek doğrudan şarja uygun demir rezervi 2015 yılı itibariyle 124,6 milyon ton (Görünür+Muhtemel) %55 Fe (84 milyon ton metal demir) rezervine sahiptir.

4.3.2. Zenginleştirilmesi Gerekli Demir Cevheri Yatakları

Bu yatakların arama çalışmaları yapılmış ve cevher rezervleri belirlenmiştir. Ancak, cevherlerin entegre tesislerce istenmeyen bazı katışkıları içermeleri nedeniyle bu yataklar belirli dönemlerde kısmen işletilmiştir. Bugün için önemli bir bölümü işletilmeyen bu yatakların tenörleri % 19-54 Fe arasında değişmektedir.

4.3.3. Sorunlu Demir Yatakları

Düşük tenörlü ve/veya yüksek zararlı bileşen içeren cevherlere sahip elli kadar sorunlu yatak vardır. Bugünkü bilgilere göre bu yataklarda %15-50 Fe arasında değişen tenörlerde toplam 1,3 milyar ton kaynağın varlığı bilinmektedir. Bu yataklardan bazıları, zengin ya da uygun nitelikte cevher içeren bölümlerinde seçimli madencilik yapılarak veya başka yataklardan elde edilen cevherlerle harmanlanmak suretiyle zararlı bileşen içerikleri uygun oranlara düşürülerek, bazı dönemlerde kısmen işletilmiştir. Büyük çoğunluğunun zararlı bileşenlerinden arıtılması için uygun zenginleştirme yöntemleri geliştirilmeden işletilmeleri mümkün değildir. Sorunlu demir yatakları tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3- Sorunlu Demir Yatakları

Yatak Adı	Tenör (% Fe)	Rezerv (Bin Ton)	Açıklama
1 Malatya-Hekimhan-Hasançelebi	19,00	685.000	TiO ₂ , düşük tenör
1 Malatya-Hekimhan-Karakuz*	41,08	17.500	SiO ₂ , Al ₂ O ₃
1 Sivas-Gürün-Otluklise*	31,76	34.000	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , düşük tenör
1 Sivas-Kangal-Çetinkaya*	54,00	500	Düşük tenör
2 Sivas-Divriği-Dişbudak	41,41	300	SiO ₂ , düşük tenör
2 Sivas-Divriği-Kızıldağ	28,50	240	SiO ₂ , S düşük tenör
2 Sivas-Divriği-Çaltı-Kurudere	50,00	120	S
2 Sivas-Divriği-Yellice	19,00	125.000	Düşük tenör
1 Erzincan-Kemaliye-Bizmişen*	53,00	21.500	S,düşük tenör
1 Kayseri-Pınarbaşı-Uzunpınar	50,00	1.500	SiO ₂
1 Kayseri-Yahyalı-Karamadazı*	51,00	500	Düşük tenör
1 Ankara-Bala-Kesikköprü	44,52	1.800	SiO ₂ , S
1 Balıkesir-Havran-B.Eymir*	53,00	3.350	As
1 Balıkesir-Ayvalık-Ayazment*	52,00	5.600	Cu
2 Çanakkale-Merkez-Kuşçayırı	35,00	430	SiO ₂ , Al ₂ O ₃
1 Bingöl-Genç-Avnik	43,65	40.000	P ₂ O ₅
Bitlis-Meşesirtı-Öküzyatağı	15,60	3.100	P ₂ O ₅
2 Adıyaman-Çelikhan-Pınarbaşı-Bulam	28,56	31.000	P ₂ O ₅
1 Sakarya-Karasu-Çamdağ 1	18,38	79.000	CaCO ₃ , düşük tenör
1 Sakarya-Karasu-Çamdağ 2	31,76	34.000	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , düşük tenör
2 K.Maraş-Elbistan-Nergele	52,00	4.000	As
2 K.Maraş-Elbistan-Çakçak Dere	40,00	1.200	SiO ₂
2 Gaziantep-İslahiye-Korudağ	30,00	80.000	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ düşük tenör
2 Gaziantep-İslahiye-Cabbardağı	30,00	10.000	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ düşük tenör
1 K.Maraş- Gökşun-Beritdağı	52,00	150	Dekapaj
2 Hatay-İskenderun-Payas	35,00	68.000	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ düşük tenör
2 Hatay-Kırıkhan-Kastal	33,76	6.000	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , TiO ₂ düşük
2 Yozgat-Sarıkaya-Uzunkaya	14,20	6.600	Düşük tenör, dekapaj
2 Yozgat-Sarıkaya- Atkayası	22,00	380	Düşük tenör, dekapaj
2 Yozgat-Sarıkaya-Karabacak	30,00	4.500	Düşük tenör, dekapaj
2 Yozgat-Sorgun-Yılanpınar	20,00	30.000	Düşük tenör, dekapaj
2 Yozgat-Sorgun-Battallar	20,00	13.000	Düşük tenör, dekapaj
2 Yozgat-Sorgun-İnüstü	20,00	42.000	Düşük tenör, dekapaj
1 Aydın-Söke-Çavdar	42,00	12.000	Düşük tenör
2 Afyon-Çay-Sultandere	50,40	465	Dekapaj
2 İzmir-Torbalı-Hortuna	45,80	2.000	As
2 Kütahya-Emet-Küreci	42,00	660	SiO ₂
2 Kütahya-Emet-Çatak	50,00	1.900	S
2 Kütahya-Emet-Karaağıl	48,80	2.000	PbS, Zn
2 Kütahya-Simav-Gönçek	40,00	140	Dekapaj
2 Kütahya-Simav-Kalkan	50,00	500	S, SiO ₂ ,
2 Eskişehir-Sivrihisar-Karaçam	45,00	2.150	Ni, As
İçel-Gülpınar-Örendüzü	35,00	11.000	Düşük tenör, dekapaj
TOPLAM		1.383.085	

(1) Sorunlu cevherler

(2) Potansiyel cevherler

* Zaman zaman da olsa işletilen sorunlu yataklar

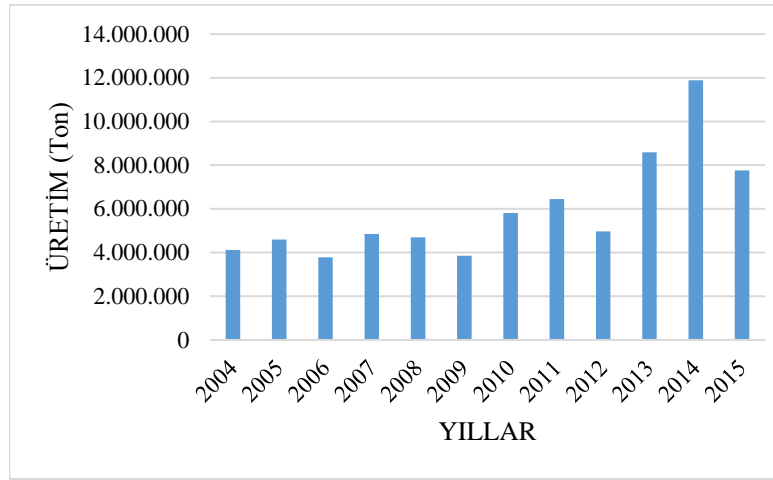
4.4. Türkiye’de Demir Cevheri Üretimi

Demir cevheri üretimi 2012 yılına kadar 5 Milyon ton civarında seyretmiş, bu tarihten itibaren üretimde artış olmuştur. Türkiye’de üretilen demir cevherlerinin tamamına yakın miktarı; Erdemir, İsdemir ve Kardemir tarafından tüketilmektedir. Bunun dışında küçük miktarda, demir içeriği % 35-45 Fe dolayında olan hematit tipi demir cevherleri çimento fabrikaları tarafından kullanılmaktadır.

Tablo 4 ve grafik 3’de demir cevheri üretimi gösterilmiştir.

Tablo 4- 2004-2015 yılları Demir Cevheri Üretimi

Yıllar	Üretim (ton)
2004	4.119.484
2005	4.598.230
2006	3.785.121
2007	4.849.397
2008	4.696.950
2009	3.854.972
2010	5.814.045
2011	6.450.480
2012	4.969.901
2013	8.589.362
2014	11.887.154
2015	7.760.957



Grafik 3- Demir Cevheri Üretimi

Kaynak:www.migem.gov.tr
(2016)

Türkiye ortalama yıllık 18 milyon ton demir cevheri ve 18 milyon ton hurda demire ihtiyaç duymaktadır. Demir cevheri ve hurda demir ticaretini gösteren tablo 5’e bakıldığında, demirin büyük bir bölümünün ithalat yoluyla karşılandığı görülmektedir.

Tablo 5- Yıllara Göre Türkiye Demir Cevheri ve Hurda Demir İhtiyacı

	2013		2014		2015		2016	
	Miktar (ton)	Değer (\$)	Miktar (ton)	Değer (\$)	Miktar (ton)	Değer (\$)	Miktar (ton)	Değer (\$)
Yerli Kaynaktan Temin	8.589.362	1.227.417.000	11.887.154	1.484.701.273	7.760.957	620.535.889	8.000.000	529.398.129
Demir Cevheri İTHALATI	8.114.388	1.159.543.375	8.543.993	1.067.141.663	10.011.446	800.476.223	10.420.732	697.699.037
Toplam Cevher Miktarı	16.703.750	2.386.960.375	20.431.147	2.551.842.936	17.772.403	1.421.012.112	18.420.732	1.227.097.166
Hurda Demir İTHALATI	19.697.553	7.500.873.958	19.055.882	7.146.449.235	16.216.777	4.278.785.010	17.660.738	3.949.271.093
Toplam Demir İhtiyacı		9.887.834.333		9.698.292.171		5.699.797.122		5.176.368.259

2016 yılında miktar olarak %70’in üzerindeki hurda demir ithalatının; %18’i ABD’den, %14’ü İngiltere’den, %14’ü Rusya’dan, %13’ü Hollanda’dan ve %10’luk kısmı da Belçika’dan karşılanmaktadır. Diğer kısım ise otuzun üstündeki diğer ülkelerden karşılanmaktadır.

5. Demir Madeni Üretim Yöntemi ve Teknolojisi

Dünyada ve Türkiye'de demir cevheri üretimi, açık ve yer altı işletme yöntemleri ile yapılmaktadır.

Demir-çelik sanayisinin en önemli girdisi olan demir cevheri, uluslararası pazarlarda, tüvenan demir cevherinin yanı sıra, seçilmiş parça cevher, konsantre, sinter ve pelet gibi zenginleştirme işlemleri sonucunda elde edilmiş ürünler olarak da hareket görmektedir. Düşük tenörlü veya yüksek fırında istenmeyen katışkıları içeren cevherler öğütülerek zenginleştirilmektedir. Belirli bir boyutun altına indirilen cevher, zenginleştirilmiş konsantre haline getirildikten sonra peletlenmektedir.

Düşük tenörlü cevherlerin zenginleştirilebilmesi ya da yüksek tenöre sahip olmasına karşın içerdiği bazı katışkıların temizlenmesi için cevherin serbestleşme boyutuna kadar öğütülmesi gerekmektedir. Bu boyut çoğu zaman 100 mikronun altındadır. 100 mikronun altına öğütülüp zenginleştirilmiş konsantrenin de boyutu nedeniyle kullanım olanağı sınırlıdır. Diğer taraftan yüksek tenörlü yatakları işleten madenlerde de kırma ve boyutlandırma sonrası çıkan tenör olarak yüksek ancak boyut olarak entegre demir çelik fabrikalarında kullanıma uygun olmayan cevherler de 63 mikronun altına öğütülüp peletlenmektedir. Pelet yüksek fırınların üretkenliğini artırdığı için tercih edilen bir ürün haline gelmiştir.

6. Dünyada Ticari Durum

Avustralya ve Brezilya dünya ihracatının yaklaşık %70'ini gerçekleştirmektedir. Günümüzde dünya demir cevheri arzı üç büyük şirketin elinde bulunmaktadır. Vale, Rio Tinto ve BHP Billiton'dan oluşan bu şirketlerin küresel üretimden aldığı pay %35'i geçmektedir. 2009 yılına kadar, demir cevheri fiyatları, geleneksel olarak bu üç büyük demir cevheri üreticisi ile çelik üreticileri arasında yapılan görüşmelerle belirlenmekte ve taraflarca belirlenen fiyat, yıl boyunca geçerli olmaktadır. Ancak, 2009 yılında fiyatların belirlenmesinde kullanılan bu sistem terk edilmiş ve büyük üreticilerle çelik üreticileri arasındaki anlaşma neticesinde, demir cevheri fiyatları üç aylık dönemleri kapsayan kontratlarla belirlenmeye başlanmıştır.

Demir cevheri fiyatlarındaki dalgalanma, 2009 yılında fiyatlama sisteminin değişmesi ile artmıştır. Demir cevheri fiyatları 2014 yılına düşüşle başlamış ve yıl boyunca bu trendi koruyarak Aralık ayında 68 \$/ton seviyesine kadar gerilemiş ve 2013 yılı Aralık ayının %50 gerisinde kalmıştır. 2014 yılında ortalama fiyatı 96,9 \$/ton olan demir cevheri, bir önceki yıla kıyasla %28,4 oranında düşüş kaydetmiştir. Çelik üretimine paralel olarak, Çin'in küresel demir cevheri tüketimindeki payı son on yılda iki kat artmış ve Çin, dünyada üretilen demir cevherinin

yarısını tek başına tüketir konuma gelmiştir. Demir cevheri üretimi, tüketimini karşılayamayan Çin, 2013 yılında dünya demir cevheri ithalatından aldığı %64'lük payla en büyük ithalatçı olmuştur. Dolayısıyla, Çin'in talebi, demir cevheri fiyatlarını etkileyen en önemli unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Son dönemde demir cevheri fiyatlarında yaşanan düşüş de bunun bir yansımasıdır. Çin'in talebinin öngörülenden daha hızlı gerilemesi, ekonomisinin büyüme hızında görülen yavaşlama, küresel ekonomideki durgunluğun yanı sıra, cevher üretimine yapılan yatırımlarla birlikte üretim kapasitesinde yaşanan artışın, yıl boyunca beklenen tüketimin üzerinde seyretmesi demir cevheri fiyatları üzerinde aşağı yönlü bir baskı oluşturmuş ve 2011 yılında ortalama 167,8 \$/ton olan fiyatlar 2012'de yıllık bazda %23 oranında azalarak 128,5 \$/ton'a düşmüştür. 2013 yılında ise toparlanan fiyatlar bir önceki yıla göre %5,4 artarak 135,4 \$/ton'a yükselmiştir. 2016 yılı performansı değerlendirildiğinde ise, 2016 yılının ilk çeyreğinde 40 dolar seviyesinde seyreden demir cevheri fiyatları dördüncü çeyrekte 85 dolar seviyesine kadar yükselmiştir. 2017 yılının ilk yarısında yaşanan düşüş sonrası 75 dolar seviyesine kadar çıkmıştır. Çin'de yüksek maliyet nedeniyle bazı üreticilerin faaliyetlerini sonlandırmasının yanı sıra Avustralya'da üretimin artmasıyla demir cevheri arzının yükselmesi ve oluşan arz fazlası fiyatların gerilemesine etki eden en temel faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Demir cevheri üreticileri, son dört yıl içinde madencilik maliyetlerini büyük oranda düşürmeyi başardılar. Madencilik sektörü; sıkılaştıran sermaye kontrolleri, müzakere edilen sözleşmeler ve yüksek malzeme arzının çıkması nedeniyle ton başına 22 dolardan daha az maliyette cevher elde etmektedir. Denizaşırı pazar için üretim ağırlıklı ortalama maliyet 23-34 dolar arasında değişiklik göstermektedir.

Dünya demir cevheri üretimi, arzı ve talebi, ülkelerin kalkınmışlık ve sanayileşme düzeyleri ile ülkeler arasındaki sıcak ilişkilere göre değişim gösteren çelik arz-talebi ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle demir cevheri ile ilgili olarak bir değerlendirme yapılabilmesi için dünya çelik üretiminin ve cevher üretimindeki değişimin yakından incelenmesi gerekmektedir.

6.1. Dünya Demir Ticaretindeki İthalatçı ve İhracatçı Ülkeler

Büyük demir cevheri üreticisi ülkeler; Avustralya, Brezilya, Çin, Hindistan ve Rusya'dır. Hindistan önemli bir üretici olmasına karşın önemli miktarda alım yapmaktadır. Dünyada ilk sıralarda yer alan ihracatçı ülkeler; Avustralya, Brezilya, Kanada, Güney Afrika ve Ukrayna'dır. Çin, Japonya, Güney Kore ve AB ülkeleri de başlıca alıcı konumundadır.

Dünyada 2015 yılında 1,5 milyar ton civarında demir cevheri ticareti yapılmıştır. Bu ticarettten %56,52'lik ihracat payıyla Avusturalya birinci sırada yer almaktadır. Bu ülkeyi sırasıyla; Brezilya (%25,56), Ukrayna (%3,19), Güney Afrika (%2,91) ve Kanada (%2,59) takip etmektedir (Tablo 6).

Tablo 6- Dünyada 2015 Yılında Demir cevheri İhracatı Yapan Ülkeler

ÜLKELER	MİKTAR (TON)	MİKTARA GÖRE PAY (%)	DEĞER (\$)	DEĞERE GÖRE PAY (%)
Avusturalya	809.676.194	56,52	36.735.418.	55,81
Brezilya	366.194.450	25,56	14.076.103.	21,39
Kanada	37.174.718	2,59	2.795.633.7	4,25
Güney Afrika	41.724.548	2,91	2.645.885.6	4,02
Ukrayna	45.694.278	3,19	2.091.717.3	3,18
İsvec	20.091.333	1,40	1.567.613.7	2,38
Rusya	21.240.713	1,48	1.013.610.4	1,54
Sili	14.124.106	0,99	717.602.531	1,09
ABD	8.583.381	0,60	694.389.399	1,06
EU-28	7.004.653	0,49	611.749.257	0,93
Malezya	13.261.993	0,93	514.102.333	0,78
Kazakistan	8.447.012	0,59	404.106.733	0,61
Bahreyn	3.715.847	0,26	395.399.548	0,60
Peru	11.158.126	0,78	349.998.712	0,53
Umman	1.160.192	0,08	293.689.226	0,45
Moğolistan	5.065.097	0,35	227.199.722	0,35
Hindistan	4.126.512	0,29	210.669.702	0,32
Norvec	3.804.484	0,27	177.437.817	0,27
Filipinler	4.872.405	0,34	122.625.867	0,19
Diğer Ülkeler (57)	5.504.458	0,38	173.086.099	0,26
TOPLAM	1.432.624.500	100,00	65.818.039.	100,00

Kaynak: data.un.org

2015 yılında demir cevheri ithalatında, %61,9'luk ithalat payıyla Çin birinci sırada yer almıştır. Bu ülkeyi sırasıyla; Japonya (%8,5), AB ülkeleri (%7,48), Kore Cumhuriyeti (%4,76) ve Almanya (%2,73) takip etmiştir. Ülkemiz, demir cevheri bakımından dışa bağımlı bir ülke olarak 10 milyon ton karşılığı %0,65'lik pay ile önemli alıcılardandır. (Tablo 7).

Tablo 7- Dünyada 2015 Yılında Demir Cevheri İthalatı Yapan Ülkeler

ÜLKELER	MİKTAR (TON)	MİKTARA GÖRE PAY (%)	DEĞER (\$)	DEĞERE GÖRE PAY (%)
Çin	953.203.583	61,90	57.870.515.215	59,53
Japonya	130.955.007	8,50	9.291.326.549	9,56
EU-28	115.118.172	7,48	7.174.946.389	7,38
Kore Cumhuriyeti	73.280.792	4,76	4.917.046.835	5,06
Almanya	42.033.017	2,73	2.783.637.851	2,86
Diğer Asya Ülkeleri	23.827.226	1,55	1.560.125.557	1,60
Fransa	15.564.848	1,01	849.627.502	0,87
Türkiye	10.011.446	0,65	800.476.223	0,82
Hindistan	10.065.388	0,65	773.732.467	0,80
Birleşik Krallık	12.046.525	0,78	757.676.113	0,78
Sudi Arabistan	7.470.999	0,49	705.908.083	0,73
Malezya	14.741.779	0,96	576.030.646	0,59
Hollanda	9.091.686	0,59	550.174.861	0,57
İtalya	8.075.995	0,52	546.880.201	0,56
Diğer Ülkeler (102)	114.442.441	7,43	8.058.428.484	8,29
TOPLAM	1.539.928.902	100,00	97.216.532.976	100,00

Kaynak: data.un.org

Genellikle yakıtın ucuz olduğu ülkeler, öğütülüp zenginleştirilmiş demir cevheri konsantresini ithal ederek pelet ve sünger demir üretmektedir. Bunun yanı sıra ülkemiz gibi kalite ve miktar olarak yeterli hammaddesi olmayan ülkeler ise tüvenan ve pelet gereksinimindeki açığını ithalat yolu ile kapatmaktadır. Peletler, yüksek fırınlarda doğrudan ya da ark ocaklarında hurda yerine kullanılan sünger demir üretiminde kullanılmaktadır. Dünyadaki büyük pelet üretici firmalar tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8- Pelet Üretici Firmalar

Firma	Ülke
Vale	Brezilya
Samarko	Brezilya
LKAB	İsvec
IOC	Kanada
Ferrexpo	Ukrayna
Vale	Umman
Metalloinvest	Rusya
Arcelor Mittal	Kanada
Metinvest	Ukrayna
Bahrain Steel	Bahreyn
Grange	Avusturalya
CMP	Sili
Cliffs	ABD

6.2. Dünya Demir Cevheri Fiyatı

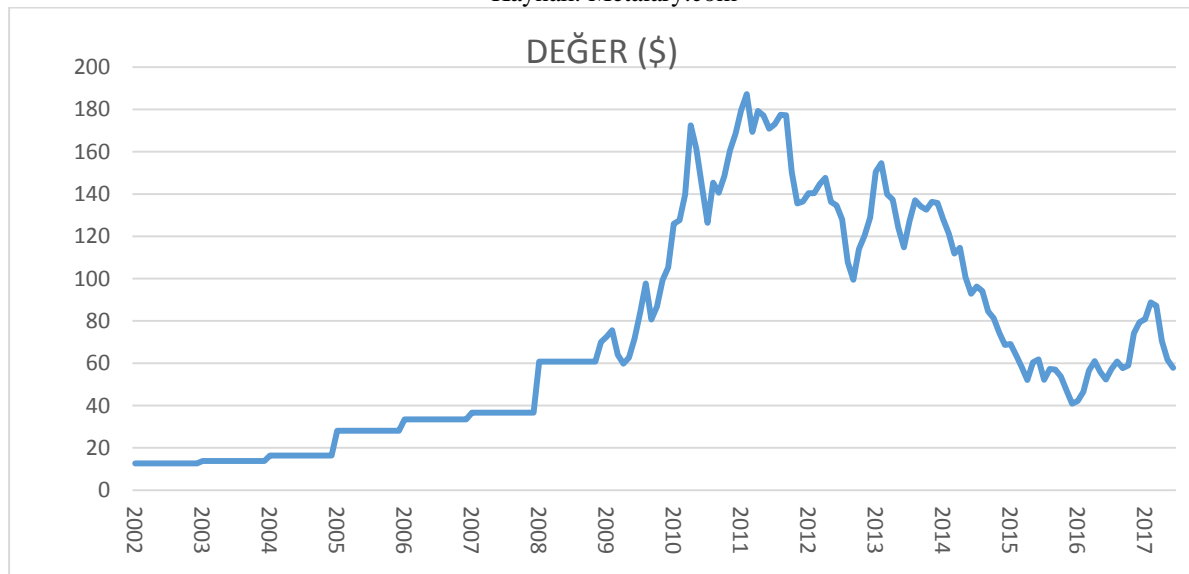
Demir cevheri fiyatları 2002 yılında 13 \$/ton'dan 2008 yılına kadar kademeli olarak 70 \$/ton seviyelerine yükselmiştir. Fiyatlar, 2009 -2013 yılları arasında 140 \$/ton dolaylarında dalgalı bir seyir izlemiştir. 2014 yılında 90-100 \$/ton aralığında seyreden demir cevheri fiyatları 2015 yılında 55,21 \$/ton, 2016 yılında 57,71 \$/ton olmuştur.

Dünyadaki demir cevheri fiyatlarındaki değişim ve dalgalanmalar diğer metal fiyatları ve Çin ekonomisiyle yakından ilişkilidir. Yıllara göre demir cevheri fiyatları tablo 9 ve grafik 4'de gösterilmiştir.

Tablo 9- Demir Cevheri Fiyatı

YILLAR	DEMİR (%62 Fe)
2002	12,68
2003	13,82
2004	12,68
2005	28,11
2006	33,45
2007	36,63
2008	61,57
2009	79,99
2010	146,72
2011	167,79
2012	128,53
2013	135,36
2014	96,84
2015	55,21
2016	57,71
2017	74,45

Kaynak: Metalary.com



Grafik 4- Demir Cevheri Fiyatı

6.3. Türkiye’de Ticari Durum

Demir cevheri kömürden sonra en yüksek bedel ödenerek ithal edilen hammaddeler arasında ikinci sırada gelmektedir. Türkiye’nin 2005-2016 yılları arasında yapmış olduğu ithalat ve ihracat değerleri tablo 10’de verilmiştir. 2016 yılında demir cevheri ihracatı 398.413 ton olup, parasal değeri 17.471.484 \$’dır. Aynı yıl 697.699.037 \$ karşılığında 10.420.731 ton demir cevheri ithalatı gerçekleştirilmiştir.

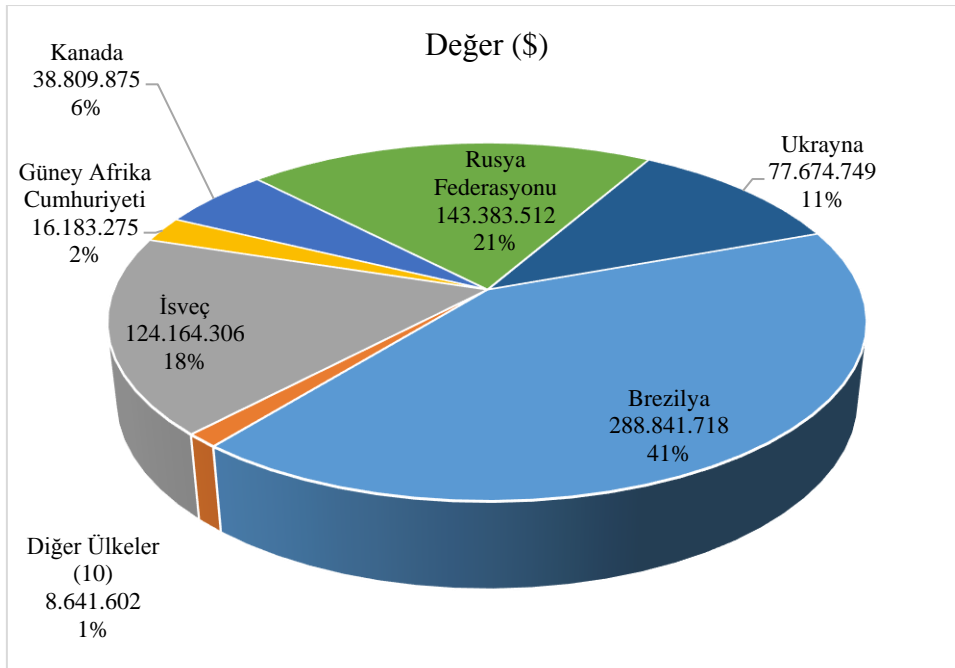
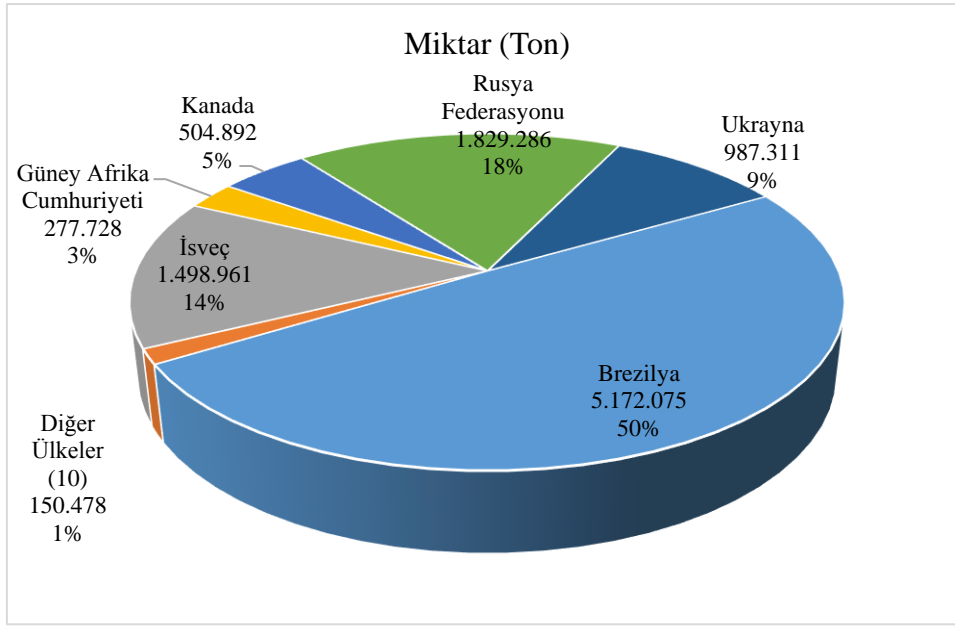
Tablo 10- Türkiye Demir Cevheri İthalat ve İhracatı

Yıllar	İhracat		İthalat	
	Miktar (ton)	Değer (\$)	Miktar (ton)	Değer (\$)
2005	3.197	214.242	4.685.112	315.080.458
2006	791	133.875	7.208.901	538.018.627
2007	716	133.739	6.925.163	636.803.194
2008	4.163	467.177	5.021.601	749.437.910
2009	3.360	187.900	7.771.658	902.329.226
2010	200.601	18.664.531	7.220.977	923.742.505
2011	296.674	29.239.524	6.644.309	1.169.657.390
2012	423.503	31.348.206	7.842.125	1.148.803.453
2013	954.121	84.697.383	8.114.388	1.159.543.375
2014	1.073.333	82.749.573	8.543.993	1.067.141.663
2015	338.036	15.540.201	10.011.446	800.476.223
2016	398.413	17.471.484	10.420.732	697.699.037

Türkiye’nin 2016 yılında yapmış olduğu demir cevheri ithalat bilgileri tablo 11, grafik 5’te verilmiştir.

Tablo 11- Türkiye'nin 2016 yılı Demir Cevheri İthalatı

Ülke Adı	Miktar (Ton)	Değer (\$)
Brezilya	5.172.075	288.841.718
Diğer Ülkeler (10)	150.478	8.641.602
İsveç	1.498.961	124.164.306
Güney Afrika Cumhuriyeti	277.728	16.183.275
Kanada	504.892	38.809.875
Rusya Federasyonu	1.829.286	143.383.512
Ukrayna	987.311	77.674.749
Toplam	10.420.732	697.699.037



Grafik 5. Türkiye'nin 2016 yılı Demir Cevheri İthalatı

6.4. Türkiye’de Üretim Yapan Şirketler ve İlgili Kuruluşlar

Ülkemiz demir cevher üretiminin %80’inini Aksu Madencilik, Bilfer Madencilik, Ceylan İnş ve Tic. A.Ş., Demir Export A.Ş., Erdemir Madencilik, Güncem Madencilik, Hekimhan Madencilik ve Özkoyuncu Madencilik tarafından gerçekleştirilmektedir.

Ülkemizin en büyük demir cevheri işletmesi Divriği’dedir. Bu işletmede A Kafa’dan manyetit, B Kafa’dan hematit cevheri üretilmektedir. A kafadan üretilen %54-55 Fe tenörlü manyetit cevheri kırıcılardan geçirilerek konsantre tesisinde manyetik ayırıcılarda zenginleştirilmekte, zenginleştirme sonrası tenörü %66 Fe’ye çıkarılmaktadır. 63 mikronun altındaki zenginleştirilmiş demir cevheri konsantresi de peletlenmektedir. Divriği demir cevheri zenginleştirme tesisinde yılda yaklaşık 500.000 ton 10 mm boyutunda zenginleştirilmiş sinterlik konsantre, pelet tesisinde de yılda 1.000.000 ton’un üzerinde pelet üretilmektedir.

Türkiye’de demir-çelik sektöründe öne çıkan birlikler;

- DÇÜD: Türkiye Demir-Çelik Üreticileri Derneği
- TMD: Türkiye Madenciler Derneği
- Türkiye Çelik Üreticileri Derneği
- İMİB: İstanbul Maden İhracatçıları Birliği

7. Çevresel Etkiler

Maden çıkarma faaliyetlerinin çevreye olabilecek önemli etkileri şöyle sıralanabilir:

- Arazinin orijinal morfolojisinin bozulması,
- Estetik görüntünün bozulması,
- Yer altı ve yer üstü su dengesinin bozulması,
- Tarım ve orman bölgelerinin bozulması,
- Rekreasyon alanlarının zarar görmesi,
- Gürültü kirliliği ve toz,
- Kamyon nakliyatından ötürü trafik artışı,
- Toprağın sedimantasyonu ve erozyonu,
- Patlatma ve hava şoklarından doğan sarsıntılar,
- Katı atıkların oluşması ve bertaraf edilmemesi,
- Hava kirliliği,
- Su kirliliği,
- Flora ve Faunanın bertaraf edilmesi.

Sürdürülebilir kalkınma için maden üretimi ve çevrenin korunması aynı zamanda birlikte düşünülmesi gereken bir olgudur. Demir cevheri madenciliği, madencilik kurallarına

uygun şekilde yapıldığı sürece çevrede herhangi bir olumsuzluk yaratmamaktadır. Demir cevheri genellikle açık ocak madenciliği ile üretilmektedir. Demir cevheri üretiminin çevreye herhangi bir kimyasal atığı söz konusu değildir. Cevherin üretilmesi sonrası bozulan topoğrafyayı tam olarak eski haline getirmek mümkün değildir. Ancak üretim sonrası oluşacak yeni topoğrafya üzerinde, bölgedeki bitki örtüsünün ya da uygun bir bitkinin yetiştirilmesi; oluşmuş basamakların bölgenin coğrafi ve iklim yapısına uygun olarak ağaçlandırılması mümkündür. Bu nedenle üretim planlaması aşamasında yapılacak restorasyon çalışmalarının iyi projelendirilmiş olması ve bu projenin uygulanması için cevherin tamamının bitmesinin beklenmesi, yapılan restorasyon çalışmalarının madencilik faaliyetlerinden etkilenmemesi açısından zorunludur.

Demir cevheri zenginleştirme tesislerinde genellikle manyetik seperatörler ve graviteyle zenginleştirme yöntemleri kullanıldığından bu tesislerin çevreye herhangi bir kimyasal atık bırakması söz konusu değildir. Az da olsa kimyasalların kullanıldığı cevher hazırlama tesislerinde de gerekli önlemler alınarak zenginleştirme tesislerinin çevreye olası olumsuz etkilerinin tamamı bertaraf edilebilmektedir.

8. Gelecek Beklentileri/Tahminler

Demir cevheri fiyatlarında gelecek beklentilerini ele alırken fiyatı yükseltecek ve düşürecek faktörleri değerlendirecek olursak;

2017 yılında ABD’de altyapı yatırımlarının artacağı beklentisi ile Çin’deki toparlanmanın süreceği beklentisini fiyatı artıracak faktörler olarak belirtebiliriz.

Fiyatı düşürecek faktörler ise;

- Yüksek Çin stokları (110 milyon ton ile 2014 seviyelerine çıktı),
- Artan global kapasite,
- Çin kaynaklı talep (fiyatları yükseltmiş olsa da bunun kalıcı olmayacağı)
- Deflasyon tehlikesinin gerilemesi,
- Büyük demir cevheri üreticilerinin fiyatlardaki gerileme beklentisidir.

2016 yılında demir cevheri fiyatlarının 50 dolardan 97 dolara doğru hareketi, üreticileri hammadde maliyetleri açısından zorlamıştır. 2017 yılının ilk yarısını 60 dolardan kapatan demir cevherinin ikinci yarıda başladığı noktaya geleceği tahmin edilmektedir. 2018-2019 yıllarında ise fiyatların 50 dolara doğru gevşeme beklentisi ağırlıktadır. Bu beklentide Avustralyalı üreticinin önümüzdeki yıllarda Çin’in alımının önceki yıllara göre daha da düşeceği şeklindeki beklentisinden kaynaklanmaktadır.

Demir cevheri fiyatlarına Çin'in çok büyük etkisi olmaktadır. Dünya Bankası raporlarına göre, 2015 yılında % 3,2, 2016 yılında % 3,1 büyüyen dünya ekonomisinin, 2017 yılında ise % 3,4 büyümesi beklenmektedir. Demir çelik sektörünün en büyüklerinden olan Çin'de, 2008 krizi sonrası yüksek büyüme dönemi başlamıştır. Çin bunu başarmak adına özel sektörü destekleyici adımlar atarken, Yuan'ın dolar karşısındaki değer kaybını da desteklemiştir.

Dünya ekonomisindeki ivme kaybı 2017'de kendini telafi ederse, demir cevheri fiyatlarında 2016'da yaşanan yükseliş, 2017 yılının ilk çeyreğinde devam etmiş, daha sonra gevşeme yaşayarak 60 dolar seviyesine kadar gerilemiş, 2017'nin ikinci yarısında yükselişe geçen demir cevheri 90 dolar bölgesinin üzerine yerleşmediği sürece demir fiyatlarındaki yükseliş sınırlı kalabilir. Ancak, büyük üreticilerin Çin beklentilerine göre 2018 yılının demir cevher fiyatının düşeceği yönünde olup 50 dolar civarına yerleşeceği beklentisi ağırlıktadır.

9. Öneriler

Günümüzde stratejik olarak kabul edilebilecek olan demir cevheri aramalarına hız vermek gereklidir. Ülke genelinde, mostra veren demir cevheri zonlarının etüt ve arama çalışmaları hemen hemen tamamlanmıştır. Bundan sonra yapılacak aramaların, mostrası olmayan ve derinlerde olası cevher yataklarına yönelik olması gerekmektedir. Bu tür aramalar büyük masraflar gerektirdiği gibi, ekonomik cevher bulamama riski de yüksektir. Demir maden üreticileri bu çalışmalara yeteri kadar kaynak ayırıp riski göze almak zorunda hissetmelidirler.

Geçmişte, yüksek fırında aranan özelliklere sahip demir cevheri, doğrudan maden ocaklarında yapılan üretimle karşılanmıştır. Ancak sanayide demire olan gereksinimin hızla artması ve yüksek fırına doğrudan yüklenebilir özellikteki cevherin giderek azalması, düşük tenörlü cevherlerin de değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır.

Ekonomik olarak işletilebilir demir kaynaklarımız, ülkemiz cevher talebini ancak 10 yıl karşılayabilecek düzeydedir. Öte yandan, sektörün ihtiyacına yönelik kaliteli cevher potansiyeli oldukça sınırlıdır. Arz açığı nedeniyle, ülkemizde her yıl yaklaşık 10 milyon ton civarında demir cevheri ithalatı yapılmaktadır. Düşük tenörlü ve/veya zararlı içerikli demir cevheri yataklarının işletilebilmesi için yüksek maliyetli zenginleştirme tesislerinin kurulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da madencilik sektöründeki yatırım ortamının iyileştirilmesi ile yakından ilişkilidir.

Ülkemizde her bir demir madeni işletmesinin kendine özgü çalışma koşulları vardır. Her işletmede cevherin oluşumu, fiziksel ve kimyasal kalitesi, üretim zorluğu, üretim maliyetleri, zenginleştirme ve pazarlama için taşıma mesafeleri çok farklıdır. Sahalarda üretilen cevherler

entegre tesislere karayolu, demiryolu ve denizyolu ile taşınmaktadır. Cevher maliyetleri incelendiğinde, taşıma maliyetlerinin, toplam cevher maliyetleri içindeki payı % 50'lere kadar çıkabilmektedir. Bu maliyetler, yerli cevherlerin rekabet gücünü artırabilecek biçimde makul seviyelere çekilmelidir.

Demir rezervlerinin ülke ekonomisine kazandırılabilmesi, içerik olarak entegre demir çelik fabrikalarının kullanımına uygun hale getirilmesi için yeni cevher zenginleştirme tesislerinin kurulması gerekmektedir.

Ülkemizde, katışkılar, dekapaj, tenör ve rezerv yetersizlikleri nedeni ile işletilemeyen sorunlu yaklaşık 1 milyar tonun üzerinde demir yatağı bulunmaktadır. Söz konusu sorunlu yataklarla ilgili olarak metal fiyatlarındaki değişim ve teknolojik gelişmeler dikkate alınarak Ar-Ge çalışmaları yapılmalıdır. Demir cevheri zenginleştirme tesisi yatırımları ile düşük tenörlü cevherden üretim yapmaya dönük teknolojilerin geliştirilmesi desteklenmelidir.

Ülkemiz, akaryakıtı ve elektriği en pahalı kullanan ülkelerin başında gelmektedir. Bu da demir madenciliğine, uluslararası pazarlarda belirlenen demir cevheri fiyatının üzerinde daha yüksek işletme maliyeti ve daha yüksek taşıma bedeli olarak yansımaktadır. 1990'lı yıllarda taşıma maliyetinin bir bölümü Madencilik Fonundan karşılanmıştır. Ancak bugün, madencileri destekleyebilecek bir kaynak yoktur. Bu nedenle, sektöre yatırım yapabilmesi için akaryakıt, taşıma ve enerji fiyatları konularında demir madencisine destek verilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- 1- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Doğal Kay. ve Eko. Bült. (2016) 21: 69-73
- 2- TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Madencilik Bülteni, Türkiye’de Demir Cevheri Madenciliği, Özel Sayı, 2015.
- 3- T.C. Kalkınma Bakanlığı Onuncu Kalkınma planı (2014-2018), Demir – Çelik Çalışma Grubu Raporu. Ankara,2014.
- 4- TMMOB Maden Mühendisleri Odası Demir Raporu, Editör Necati YILDIZ, Mart, 2009.
- 5- US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2017
- 6- TMMOB, Maden Mühendisleri Odası Raporları, www.maden.org.tr
- 7- www.marbleport.com/madencilik-kulturu/10/turkiye-de-demir-in.
- 8- www.marbleport.com/madencilik-kulturu/11/demirin-tarihcesi
- 9- www.tuik.gov.tr 2017 verileri,
- 10- data.un.org, 2017 verileri,
- 11- www.maden.org.tr/Türkiye’de Demir Cevheri Madenciliği, 2015
- 12- www.metalary.com
- 13- Akbulut, A. Türkiye’nin Stratejik Madenleri, Toplum ve Hekim Dergisi, Aralık 2009
- 14- www.migem.gov.tr verileri,
- 15- www.kalkinma.gov.tr /Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2001
- 16- Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı, Madencilik Sektörüne ait Temel Ekonomik Göstergeler, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 2016,
- 17- www.ironorefacts.com verileri,
- 18- www.kalkinma.gov.tr / IX. Yedi Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu 2005.
- 19- www.ekonomi.gov.tr /Türkiye demir-çelik ve demir dışı metaller eylem planı
- 20- www.mess.org.tr verileri,
- 21- www.ekonomi.gov.tr/emtia raporu 2015