



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DEMİR-ÇELİK ÜRETİMİNDEKİ GELİŞMELER VE BİR ENTEGRE TESİS
MODERNİZASYON ÖRNEĞİ**

BUĞRA HAN ASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTAKYA/HATAY

AĞUSTOS-2008

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
2.1. Çeliğin Yapısı	3
2.1.1. Çelik Özellikleri ve Çelik Seçimi	3
2.1.2. Çeliğin Kimyasal Özellikleri.....	4
2.1.3. Çeliğin Fiziksel Özellikleri.....	6
2.2. Çelik Üretimi ve Kaliteyi Etkileyen Unsurlar.....	7
2.2.1. Çeliğin Eritilmesi	7
2.2.2. Çelik Üretim Yöntemleri	8
2.2.3. Deoksidasyon.....	8
2.2.4. Kükürtten Arındırma ve Sülfid Oluşumu.....	9
2.2.5. Çeliğin Dökümü ve Katılaşması	9
2.2.6. Sıcak Haddeleme	10
2.3. Klasik Bir Entegre Tesiste Çelik Üretim Tesisleri.....	12
2.3.1. Sinter ve Hammadde Maniplasyon Tesisleri	12
2.3.2. Kok Tesisleri	16
2.3.3. Yüksek Fırımlar Tesisleri	18
2.3.4. Çelikhane Tesisleri	20
2.3.5. Sürekli Dökümler Tesisleri	21
2.3.6. Haddehane Tesisleri	22
2.4. Çelikte Alaşım Elementleri	23
2.4.1. Nikel	23

2.4.2. Krom.....	24
2.4.3. Molibden.....	24
2.4.4. Vanadyum.....	24
2.4.5. Volfram.....	24
2.4.6. Kobalt	25
2.4.7. Alüminyum.....	25
2.4.8. Bor.....	25
2.4.9. Bakır	25
2.4.10. Kursun.....	25
2.5. Sinterleme Prosesi.....	25
2.5.1. Sinterlemenin Tanımı.....	25
2.5.2. Sinter Malzemesi Üzerinde Oluşan Zonlar.....	27
2.5.3. Sinterlemenin Aşamaları	27
2.5.4. Sinter Yatak Gaz Geçirgenliğine Tesir Eden Faktörler.....	28
2.5.5. Sinterleme Yöntemleri.....	29
2.5.6. Sinterlemeyi Etkileyen Faktörler.....	32
2.5.7. Sinter Kalitesinin Değerlendirilmesi.....	33
2.5.8. Sinter Çeşitleri.....	33
2.5.9. Sinter Harmanının Hazırlanması.....	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Klasik Bir Entegre Tesiste Modernizasyon ve Dönüşüm Yatırımları.	38
4.1.1. Kireç Fabrikası Modernizasyonu.....	38
4.1.2. Sıcak Haddehane Modernizasyonu.....	39
4.1.3. Cevher Hazırlama Tesisi Modernizasyonu.....	39
4.1.4. Kömür Hazırlama Tesisi Modernizasyonu.....	39
4.1.5. Liman Modernizasyonu.....	41
4.1.6. Yüksek Fırın Modernizasyonu.....	43
4.1.7. Doğalgaza Dönüşüm Projesi.....	43
4.1.8. Kok Gazı Gazometresi.....	44
4.1.9. Yüksek Fırın Gazı Gazometresi.....	44
4.1.10. Turbo Jeneratör Modernizasyonu.....	44

4.1.11. Kangal Haddehanesi Modernizasyonu.....	45
4.1.12. Hava Ayrıştırma Tesisi.....	45
4.1.13. Kükürt Giderme Tesisi.....	45
4.1.14. Çelikhane Modernizasyonu.....	46
4.1.15. Kömür Enjeksiyon Tesisi.....	46
4.1.16. Kok Batarya Arabaları.....	47
4.1.17. Kok Tali Mahsüller Tesisi Modernizasyonu.....	48
4.1.18. Demineralize Su Tesisi.....	49
4.1.19. Kütük Döküm Tesisleri.....	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	60
TEŞEKKÜR.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	62

ÖZET**DEMİR-ÇELİK ÜRETİMİNDEKİ GELİŞMELER VE BİR ENTEGRE TESİS
MODERNİZASYON ÖRNEĞİ**

Bu çalışmada, tam entegre bir çelik fabrikasında bulunan işletme üniteleri ve üretim safhaları genel hatlarıyla tanıtılacaktır. Çelik üretiminde geçmişten günümüze kadar kullanılan yöntemler, bu yöntemler içerisinde en gelişmiş ve dünyada en çok kullanılan yöntem olan Bazik Oksijen Fırınlarında (BOF) çelik üretim prosesi incelenecektir. Bazik Oksijen Fırınlarında üretilen çeliğin kalitesine etki eden faktörler detaylı olarak ele alınacaktır.

Sıvı ham demir ve çelik üretiminin ilk safhası olan sinterleme prosesi genel hatlarıyla incelenecek ve prosesin safhaları ve bu safhalarda gerçekleşen kimyasal ve mekanik olaylar açıklanacaktır. Ayrıca bu süreçte, sinterin kalitesine etkileyen parametreler ve bu parametlerin yüksek fırın ve konverterdeki etkileri araştırılacaktır.

Demir ve Çelik üretiminde dünyada ve Türkiye 'de yaşanan gelişmeler ve bu gelişim süreci içerisinde yer alan tam entegre bir çelik fabrikasında uygulanan yatırım projeleri ve modernizasyonlardan örnekler verilecektir.

2008, 63 sayfa

Anahtar Kelimeler: Demir, çelik, sinter prosesi, modernizasyonlar

ABSTRACT**DEVELOPMENTS IN IRON-STEEL PRODUCTION AND AN EXAMPLE OF AN INTEGRATED PLANT MODERNIZATION**

In this work, the process units of a steel-production company will be introduced in a broad sense, the different methods of steel production and the most technological and popular method of steel production, i.e. oxygen blast furnace, will be discussed in detail.

The sinter process, which is the first step of producing steel, will be introduced. The chemical and mechanical reactions that occur during this process will be explained. And how this sinter process affects the quality of the steel and the parameters that affect the quality of sinter will be discussed.

Recent developments in the iron and steel production in the world and in Turkey will be evaluated and some examples of recent modernizations will be given.

2008, 63 pages

Key Words: Iron, Steel; Sinter Process, Modernizations

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CO	Karbon monoksit
BOF	Bazik oksijen fırını
mA	Miliamper
ml	Mililitre
SiC	Silisyum kalbür
SiO ₂	Silisyumdioksit
Fe ₂ O ₃	Demir (III) oksit
Al ₂ O ₃	Alüminyum oksit
°C	Santigrad derece
ST	Üniversal Makina
RE	İstif Makinası
SHD	Sıvı Ham Demir
MDY	Modernizasyon
PCI	Kömür Enjeksiyon Tesisi
Tph	ton/saat

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 5.1. Şirketler Bazında Çelik Üretim Miktarları.....	53
Çizelge 5.2. Ülkeler Bazında Çelik Üretim Miktarları.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa**

Şekil 2.1. Sinter ve Hammadde Maniplasyon Tesisinin üstten görünümü.....	13
Şekil 2.2. Hammadde Hazırlama Ünitesi.....	13
Şekil 2.3. Sinter Fırını.....	15
Şekil 2.4. Çamur Hazırlama Ünitesi.....	16
Şekil 2.5. Kömür Hazırlama Tesisleri.....	17
Şekil 2.6. Yüksek Fırınlara.....	19
Şekil 2.7. Sıvı Ham Demirin Potalara Transferi.....	21
Şekil 2.8. Sinter Fırınında Yanma.....	28
Şekil 2.9. Döner Fırın.....	31
Şekil 4.1. Yeni Teknoloji Kireç Fabrikası.....	38
Şekil 4.2. Liman-Kömür stok sahaları arası konveyörler.....	40
Şekil 4.3. Üniversal (ST/RE) boşaltma/yükleme makineleri.....	40
Şekil 4.4. Yeni Yapılan Konveyör Hatları.....	41
Şekil 4.5. Liman Vinçleri.....	41
Şekil 4.6. Liman Modernizasyonu.....	42
Şekil 4.7. Kömür Enjeksiyon Tesisi	46
Şekil 4.8. Kömür Enjeksiyon Fırını.....	47
Şekil 4.9. Demineralize Su Tesisi.....	49
Şekil 4.10. Kütük Döküm Tesisleri.....	50
Şekil 5.1. Üretim Şekillerine Göre Çelik Üretim Payları.....	51
Şekil 5.2. Ürün Çeşidine Göre Üretim Miktarları.....	52

1. GİRİŞ

Altyapısı 1930'lu yıllarında atılan Türk demir çelik sektörü, Türk ekonomisinin gelişmesinde ve endüstrileşmesinde önemli bir rol üstlenmiştir. İlk çelik fabrikası 1928 yılında, savunma sanayiinin çelik ihtiyacını karşılamak amacıyla Kınkkale'de üretime başlamıştır. Türkiye'nin ilk entegre demir çelik tesisi olan Karabük Demir Çelik Fabrikaları (KARDEMiR), 1937 yılında işletmeye alınmıştır. KARDEMiR 1995 yılında İYTL karşılığında özelleştirilerek çalışanlara devredilmiştir. Yassı çelik ürünleri talebini karşılamak için, Türkiye'nin ikinci entegre tesisi olan Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları(ERDEMiR) ise 1965 yılında üretime başlamıştır. 1977 yılında, uzun çelik ürünleri ve yan ürün talebini karşılayabilmek amacıyla, Türkiye'nin üçüncü entegre tesisi, İskenderun Demir Çelik Fabrikaları (İSDEMiR) işletmeye alınmıştır. 1960'lı yıllardan itibaren özel sektöre ait elektrik ark ocaklı tesislerin faaliyete geçmesi ve 1970'li yıllarda 5 ark ocaklı kuruluşun işletmeye alınması ile özel sektörün çelik sektörü içindeki payı artmıştır. Ülkemizde demir-çelik sektöründe üretim, yüksek fırına dayalı üretim yapan 3 adet entegre tesis ve 15 tanesi özel sektöre ait 17 adet elektrik ark ocaklı tesis olmak üzere toplam 20 tesis tarafından gerçekleştirilmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren kişi başına ham çelik tüketimi, gelişmiş ülkelerde ortalama 400 kg/kişi iken, ülkemizde 189/kişidir. Kişi başına çelik tüketimi 400 kg olan AB ortalamasında yassı çeliğin payı yüzde 60-70 dolayındadır. Bu nedenle ülkemiz, kişi başına çelik tüketiminin 189 kg ve yassı çelik payının yüzde 40-50 arasında olması nedeniyle pazar cazibesini uzun yıllar koruyacaktır.

Bu çalışmada Türkiye'de bulunan entegre bir demir çelik fabrikasının dünya çelik piyasasındaki rekabete ayak uydurabilmek amacıyla başlattığı modernizasyon çalışmaları ve çelik üretiminde maliyetleri azaltarak kaliteyi yükseltme hedeflerine ulaşma yolunda yapılan iyileştirmeler anlatılacaktır. Ayrıca üretim safhasının ilk aşaması olan cevher hazırlama ve sinterleme prosesi detaylı olarak incelenecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Demir ve çelik insanlık tarihinde çok eski devirlerden beri bilinmekle beraber, geniş ölçüde üretilemediğinden, iki yüzyıl öncesine kadar sadece silah ve eşya yapımında kullanılabilmiştir. 18. yüzyılda İngiltere’de, yüksek fırın yöntemiyle geniş ölçüde ham demir ve pik demir üretiminin başlamasından sonra, demirin yapı malzemesi olarak kullanılabilmesi olanağı çıkmıştır. Demir malzeme kullanılarak inşa edilen ilk mühendislik yapıları köprülerdir. Daha sonraları, malzeme kalitesi geliştirildikçe, köprü yapımında kullanılmasına devam edilirken diğer taraftan da bina inşaatlarında kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan ilk malzeme pik demirdir. Pik demir kullanılarak inşa edilen ilk köprü 1778’de İngiltere’de Coalbrookdale Kasabası civarındadır.

Bessemer (1855), Siemens-Martin (1864), Thomas (1879) yöntemlerinin bulunmasıyla ham demirin sıvı halindeyken arıtılması sağlanabilmiş ve geniş ölçüde dökme çelik üretimi olanağı ortaya çıkmıştır. 20. yüzyılın başından itibaren elektrik fırınlarının da kullanılmaya başlanmasıyla dökme çelik üretimi artmıştır. Dökme çeliğin kullanılmaya başlanmasıyla da modern çelik yapı tekniği ortaya çıkmış ve bu alanda büyük ilerlemeler meydana gelmiştir.

Ülkemizde modern anlamda demir-çelik üretimine yönelik girişimler, Cumhuriyet’in kuruluşundan sonra başlamış ve ilk demir-çelik tesisi, 1930’lu yıllarda Kırıkkale’de kurulmuştur. Ardından bütünleşmiş bir tesis olan Karabük Demir-Çelik Fabrikaları faaliyete geçmiştir. Özel sektörde ise ilk ark ocaklı tesis olan Melas, 1960 yılında üretime başlamıştır. Yassı ürüne yönelik ilk tesis olan ERDEMİR ise, 1965 yılında Ereğli’de üretime geçmiş, demir-çelik talebindeki gelişmeye cevap vermek üzere 1975 yılında İskenderun’da, İskenderun Demir-Çelik Fabrikaları üretime başlamıştır. 80’li yılların ilk yarısında, yeni ark ocaklı tesislerin üretime geçmesiyle, özel kesim Türkiye’nin demir-çelik üretimine ağırlığını koymuştur. Bugün Türkiye’de kapasiteleri 100 bin ton ile 2 milyon ton arasında değişen, 15 özel sektöre, 2 tanesi kamuya ait olmak üzere, toplam 17 adet ark ocaklı tesis ile, kapasiteleri 1 milyon ton ile 3 milyon ton arasında değişen, 3 entegre tesis mevcuttur. Yassı çelik ürünleri, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de dayanıklı tüketim malları ve yatırım malları endüstrilerinin ana girdisi durumundadır. Bu nedenle bir ülkenin yassı çelik ürün tüketim düzeyi, o ülkedeki refahın ve gelişmişliğin en önemli göstergelerinden biri

olarak kabul edilmektedir. Demir çelik sektörünün lokomotif sektör olma özelliği nedeniyle, ülke ekonomisi ve sanayileşmesi üzerindeki etkisi büyüktür.

2.1. Çeliğin Yapısı

Çelik, tabiatta oksit, hidroksit ve karbonat halinde diğer maddelerle karışık olarak bulunan demir cevherinden elde edilir. Karışımında bulunan zararlı maddelerin belirli bir yüzdeye kadar uzaklaştırılması ve bazı maddelerinde ilave edilmeleri gerekmektedir. Karışımında bulunan zararlı maddeler fazla karbon, kükürt, fosfor, bakır, arsen, azot vs'dir.. İlave edilen maddeler ve etkileri şunlardır.

Krom: Çeliğin mukavemetini artırır.

Manganez: Mukavemeti artırır, sıcakta işlenmesini kolaylaştırır.

Silisyum: Mukavemeti artırır.

Molibden: Bilhassa yüksek sıcaklıklarda çeliğin mukavemetini artırır.

Karbonun, çeliğin mukavemeti üzerindeki etkisi çok büyüktür. Karbon miktarı ağırlık itibarıyla 17/1000'den fazla olursa, çeliğin işlenmesi zorlaşır. Diğer zararlı maddelerin ve karbonun, yüksek fırınlarda yüzde miktarlarının azaltılmasına çalışılır. Zararı dokunan maddelerin en basında fosfor gelir. Fosfor çeliğin çok gevrek olmasına ve çabuk kırılmasına yol açar. Bünyesinde %0,2 fosfor bulunan bir çelik yere düştüğünde kırılır ve cam gibi parçalanır. İkinci zararlı madde ise kükürttür. Kükürt çeliğin yüksek sıcaklıkta gevremesine ve kırılmasına neden olur. Bu nedenle her ikisinin toplam olarak değerinin 1/1000'den az olması istenir (Weimer,1993).

2.1.1. Çelik Özellikleri ve Çelik Seçimi

Çelik seçimindeki temel etmenlerin başında çelik özellikleri gelir. Çelik seçimi, uygulamanın gerektirdiği özellik değerlerini karşılayacak en uygun çeliği bulma işidir. Çelik özellikleri bu kadar önemli olduğundan özelliklerin tanımlanması ve kısaca anlatılmasında yarar vardır. Bu özellikler:

- Kimyasal
- Fiziksel
- Metalbilimsel
- Mekanik
- Boyutsal ve

- Yapısal özelliklerdir.

2.1.2. Çeliğin Kimyasal Özellikleri

Kimyasal özelliklerin tümü çeliğin kimyasal bileşimi temel alınarak incelenir. Çeliğin kimyasal bileşimi, çeliği oluşturan elementlerin oransal değerlerinin tümüdür. Her bir elementin çeliğin özelliklerini belli yönde azaltma ya da arttırma eğilimi vardır. Bir çeliğin özelliklerini incelerken, bileşimindeki elementleri teker teker ele alıp her birinin etkisini belirlemek gerekir. Alaşım elementi deyimi, çeliğin özelliklerini belirli yönde etkilemek amacıyla çelik bileşimine bilinçli ve ölçülü olarak alaşım katımları yapıldığında kullanılır. Hurda ya da katkı maddelerinden rastlantısal olarak çelik bileşimine girmiş olan elementler alaşım elementi olarak değerlendirilmemelidir. Katışkı (empürite) deyimi, çeliğin bileşimine çelik üretiminde kullanılan hammadde ile katkı maddelerinden rastlantısal olarak girip üretim sırasında giderilememiş olan elementler için kullanılır. Buna karşın, elementlerin bir özelliği geliştirmek için bilinçli ve ölçülü katımları söz konusu olduğunda, bunları "katışkı" olarak değil, alaşım elementi olarak tanımlamak gerekir. Buna, kolay işlenebilir çeliklerden (otomat çelikleri) örnek olarak verilebilir (Weimer,1993).

Bu çeliklerin talaşlı işlemlerinin kolay ve hızlı yapılabilmesi için bileşimlerine kükürt, fosfor, kurşun, telyum ya da bizmut ya ayrı ya da birlikte katılır. Bu durumda bu elementler, katışkı olarak değil alaşım elementi olarak değerlendirilmek durumundadır, örneğin, çoğu çeliklerde kükürt en çok % 0.050 S düzeyinin altında olsun istenir. Bu durumda kükürt çelik içinde bir katışkıdır. Halbuki kolay işlenir (otomat) çeliklerin bazılarında kükürt, çelik bileşimine % 0.35 S oranına dek bilinçli olarak katılmaktadır. Benzer biçimde bakırdan da söz edilebilir. Genellikle, yapı çeliklerinde bakırın en çok % 0,2 Cu düzeyini geçmesi istenmez, özellikle sıcak işlem görececek çeliklerde yüksek oranda bakır bulunması onlarda, sıcak gevreklik adı verilen ve yüksek sıcaklıklarda işlem görürken çatlama ve yarıma biçiminde ortaya çıkan bir olgu doğurur. Hâlbuki atmosfer yenimine karşı direnci arttırmak için açıkta kullanılacak boru çeliklerinin bazılarında % 0,5–1.0 Cu oranlarında bakır katılabilmektedir, ilk örnekte katışkı durumunda olan bakır, ikinci örnekte alaşım elementi olarak iş görmektedir. Hidrojen, çelik üretiminin çeşitli aşamalarında yapılan kimyasal çözümlerinde genellikle aranmayan, bakılmayan bir elementtir. Fakat çelik yapısında birkaç ppm (parts per million) düzeyinin üzerinde bulunursa, oluşturacağı hidrojen gazı kabarcıkları kılcal

çatlaklara yol açarak çeliğin gevrekliğini arttırır. Hidrojen gevrekliği diye bilinen bu olgu, uygulamada çok tehlikeli sonuçlar yaratabilir. Çelik üretiminde nemli, yağlı, gresli, boyalı vb. hidrokarbonlu hammadde ile katkı maddeleri kullanımından kaynaklanan hidrojen, çelik içindeki en tehlikeli katışkılardan biridir. Kalıntılar, çelik üretimi sırasında oksijen üfleme ve oksijen giderme işlemleri (deoksidasyon) ile daha sonraki döküm işlemi sırasında oksijen kapma sonucu sıvı çelik içinde oluşmuş ve yapıda kalmış olan kimyasal bileşiklerdir. Bunlar oksitler, sülfürler, oksisülfürler, alüminatlar ve silikatlar gibi değişik ve karmaşık bileşikler olabilir. Her bir türü ayrı etki göstermelerine karşın, bir genelleme ile değerlendirilecek olurlarsa, çeliğin mekanik özelliklerini etkiledikleri ve en çok da enine çarpma direnci ile yorulma direncini bozdukları söylenebilir. Bu özelliklerin yüksek istendiği uygulamalarda, seçilen çeliğin içyapısı içinde kalıntıların olabildiğince düşük düzeylerde olması gerekir. Bunu sağlamak için bir yandan çelik üretiminde özel yöntemler uygulanması zorunludur; diğer yandan da çelik kullanıcısı, üreticinin sağladığı çeliğin bu özellikleri tutup tutmadığını saptayacak deneyleri yapmaya hazır olmalıdır (Weimer,1993). Yapılarında katışkı ve kalıntıların en az oranlarda bulunduğu çelikler, temiz çelikler olarak adlandırılır. Havacılık ve uzay sanayisinde kullanılan çeliklerin, beklenmeyen facialara yol açmamak için, temiz çelik olarak özenle seçilmeleri ve üretilmeleri zorunludur.

Temiz çeliklerin üretimleri, temelde, oksit ve sülfürlerden oluşan kalıntıları en az düzeye indirecek yöntemleri içerir. Vakum altında eritme, vakum altında gaz giderme (degazlama), dışık (cüruf) altında eritme v.b. yöntemler temiz çelik üretiminde uygulanan yöntemlerin bazılarıdır. İçyapı (mikro yapı), çeliğin mikroskop altında 50'den çok büyütmelede görülen yapıya verilen addır. Çıplak gözle ya da 10 kere büyütmeye dek gözlemlenen yapıya ise kaba yapı adı verilir, içyapı incelemeleri, bize tane sınırları, tane büyüklüğü, çelik yapısını oluşturan evreler (fazlar) gibi çeliğin içyapısının bileşenleri hakkında bilgi verebilir. Çeliğin en önemli özelliklerinden biri olan sertleşebilirlik de kimyasal bileşim ayarlaması ile sağlanır. Alaşım elementlerinin en etkinleri bor, krom ve molibden metallere dir. Görüldüğü gibi, içyapı ile kimyasal bileşim karşılıklı etkileşim içindedir. Bu nedenle, içyapılar hem çeliklerin özelliklerini yaratan temel nedenlerin belirlenmesi ve hem de çeliklerin yapılarından kaynaklanan sorunların çözümlenmesi bakımından çok önemlidirler. Kimyasal bileşim ile çeliğin

içyapısı, içyapı ile de özellikler arasında var olan bağıntılar, çelik üretiminde denetimi ve ayarı daha kolay yapılabilen kimyasal bileşim yoluyla çelikte istenilen özelliklerin yaratılmasını sağlar. Alaşım elementleri, çeliğin ferrit ya da ostenit evresini daha dengeli kılmalarına bağlı olarak ferrit oluşturucular ve ostenit oluşturucular diye adlandırılır. Mangan ve nikel ostenit oluşturucu elementlerdir; krom, vanadyum, molibden, volfram elementleri ise karbür yapıcılıklarının yanı sıra ferrit oluşturucu olarak da bilinirler. Birikim olgusu (segregasyon) alaşım elementleri, katışkı ve kalıntıların tane sınırı, dallantı (dendrit) sınırı v.b. yerlerde katılma ya da ısıl işlem sırasında, kimyasal bileşimin ortalama değerlerinden sapacak düzeylerde, toplanmalarıyla ortaya çıkar. Birikim sonucu oluşan nesne topluluğuna birikinti adı verilir. Çelik yapısı içinde fosfor birikintiler, sülfür birikintileri v.b. katışkı birikintileri olabildiği gibi, alaşım elementlerinin ve kalıntıların da birikintileri olabilir. Çelik yapısı içinde birikintilerin bulunması hem içyapının eş dağılımlılığını ve hem de özelliklerin eşyönlülüğünü (izotropi) bozar. Bu nedenle, kimyasal bileşim, katılma koşulları ve ısıl işlem koşullarıyla birlikte çeliklerin özelliklerini bu yönden de etkiler (Pengelly,1993).Yenim (korozyon) direnci, çeliğin içinde bulunduğu ortamda kimyasal ya da elektrokimyasal etkileşim sonucu bozulmaya karşı gösterdiği direnmedir (Kılık,2001).

Yenim direnci, özellikle, kimyasal ya da elektrokimyasal etkileşimin yüksek olduğu yenimli ortamlar içinde çalışan parçalar için çok önemlidir. Yenim olgusu birçok biçimde oluşur. Çoğu mühendis "yenim" deyince yalnızca çeliğin paslanmasından söz edildiğini sanır. Pas, belli tür bir yenimin yan ürünüdür. Yenimin türü ne olursa olsun, bu olgunun sonunda çelikte bir bozulma olur. Bu bozulma bazı durumlarda ağırlık azalması, bazılarında ağırlık artması ve diğer bazılarında ise mekanik özelliklerde bozulma biçiminde gelişir. Olağan oda atmosferinde de çoğu çelikler paslanabilir (Pengelly,1993).

2.1.3. Çeliğin Fiziksel Özellikleri

Çelik uygulamalarında geçerliliği olan fiziksel özellikler doğrudan uygulama gereklerine bağlı olarak önem kazanır. Fiziksel özellikler, genelde, ısıl özellikler, elektriksel özellikler, mıknatıssal özellikler ve yoğunluksak özellikler olarak alt

bölmelere ayrılırlar. Fiziksel özellikler çelik seçiminde çok özel uygulamalar için önem kazanırlar. Genellikle, en önce değerlendirilen özellikler değildir.

2.2. Çelik Üretimi ve Kaliteyi Etkileyen Unsurlar

2.2.1. Çeliğin Eritilmesi

Çelik üretimi iki türlü yapılmaktadır. Bunlardan ilki Yüksek Fırın yardımı ile cevherden çelik üretimi, ikincisi ise Ark Ocakları yardımı ile hurdadan çelik üretimidir. İlk yöntemin yatırım maliyetinin yüksek olması nedeniyle dünya çelik üretimine bakıldığında ağırlıklı üretim yönteminin ark ocağı yöntemi ile olduğu görülmektedir. Üretim yöntemi esası ile ark ocağında üretilen çeliklerde ilk etapta S ve P istenilen oranda ergitme işlemi esnasında bünyeden uzaklaştırılmaz. Bunun istenilen oranda yapılabilmesi için çeliğin ikinci bir işlem görmesi gerekir. Bu işlem pota ocağı metalürjisi olarak adlandırılır. Bu işlemde çeliğin yapısındaki S ve P uzaklaştırılır. S, demir ile bileşik oluşturarak yapıda hapsedilmiş olur ve dövme sıcaklığında ergiyerek yapıyı kırılgan hale getirdiği için, fosfor ise çeliği soğukta kırılgan yaptığı için çelik yapısında minimum oranda istenir.

Yüksek fırınlarda demir filizinden eritilerek elde edilen ham demirin metalurjik içyapısı yüksek miktarda C, P ve Si içermekte ve bu nedenle ne haddelenebilmekte ne de çekiçle dövülerek şekil verilebilmektedir. İşlenebilirliği sağlamak için önce sözü edilen maddelere (özellikle de karbona) ait miktarların diğer maddelerin katkısıyla azaltılması gerekir. Çelik üretiminde bu maddeler “ısıtma işlemi” diye adlandırılan bir yöntem kullanılarak kireç ilavesi ile oluşturulan bazik cüruf ile bağlanır. Çeliğin ısıtma işlemine tabi tutulmasındaki amaç;

- Karbon miktarını istenilen çelik cinsine göre azaltmak,
- Büyük miktarda fosfor uzaklaştırılırken, silisyum ve manganın okside edilmesini sağlamaktır.



Isıtma işleminde meydana gelen kimyasal reaksiyon sonucunda karbon azalmakta ve oluşan karbon monoksitin (CO) büyük kısmı da gaz halinde uçmaktadır.(Eşitlik1.1.) Isıtma işlemi için gereken oksijen ya havadan, diğer bir deyişle havanın neminden, ya da saf oksijen üflenerek veya oksijenin bağlı halde bulunduğu demir filizinde ve miktarı az da olsa hurda demirden temin edilir.

2.2.2. Çelik Üretim Yöntemleri

Başlıca çelik üretim yöntemleri;

- Siemens- Martin Yöntemi
- Elektrik Ark Yöntemi ve
- Oksijen Üfleme Yöntemidir.

2.2.3. Deoksidasyon

Deoksidasyon işlemi sırasında çelik katı eriyiğinde gereksiz derecede yüksek bulunan oksijen veya oksijen bileşiklerinin miktarı, her seferinde ön görülen bir ergitme yöntemi yardımıyla azaltılır. Deoksidasyon işlemi potada gerçekleştirilir. Elektrik arkı yönteminde çelik, eritme yapılan kaptaki dahi kendi kendine deokside olabilir. Her durumda deoksidasyon gerçekleşmeyebilir (Pengelly,1993).

Çelik potada iken ve henüz döküm işlemine başlamadan evvel oksijeni açığa çıkarmak veya çözmek için oksijene karşı afinitesi olan maddeler eklendiği takdirde, sıvı haldeki çelikte yürütülen ısı işlemleri sırasında oluşan gaz halindeki karbon monoksit miktarı artar ve oluşumun yoğunluğuna bağlı olarak banyoda şiddetli hareketlenmelere neden olur. Katı eriyik kaynamaya başlar. Bu durumda elde edilen çeliğe “gazı alınmamış çelik” veya “dinlendirilmemiş çelik” adı verilir. Bu nitelikte bir çeliğin kalıplara döküldükten sonra hızlı bir şekilde katılaşması durumunda, öncelikle karbon miktarı düşük ve metalurjik açıdan çok saf bir dış yüzey elde edilir. Gazı alınmamış çeliklerde bu tür dış yüzey oluşumu çeliğe soğuk sekil verme kolaylığı sağlamaktadır. Sözü edilen bu dış yüzey tabakasının yüksek miktarda saflık derecesine sahip olması nedeniyle çeliğin galvanizlenmesi, emaye ile kaplanması vb. kaplama işlemlerine tabi tutulması daha uygun hale gelmektedir. Katılaşma süreci hızlı seyrettiğinden karbon monoksit tamamen uçmamakta ve katı haldeki çeliğin yüksek saflık derecesine sahip dış yüzey tabakasının hemen altında gaz kabarcıkları oluşmaktadır. Karbonla birleşmeyen oksijen, FeO-MnO bileşiğine ait kristalleri oluşturmaktadır. FeO-MnO bileşiğinden ayrılan kristaller malzeme özelliğini etkilerler. Sıvı haldeki çelik, içerdiği karbon ve mangan miktarına bağlı olarak sadece belirli şartlar altında gazı alınmamış olarak kalıplara dökülebilir. CO oluşumu için yeterli miktarda serbest oksijen bulunmadığı takdirde, yaklaşık % 0.15’in üzerinde karbon miktarı ve % 0.50’nin üzerinde mangan katkısı, CO

oluşumunu ve böylece de çeliğin kaynamasını çok az miktarda etkiler. Çelik mutlaka deokside olmalıdır, diğer bir deyimle gazı alınmalıdır. Çeliğe oksijenle kolay birleşebilen, oksijeni kısmen veya tamamen bağlayabilen maddeler ilave edilir. En bilinen deoksidasyon maddeleri silisyum ve alüminyumdur. Oksijenle kolayca birleşebilen diğer maddeler ise mangan, krom, titan ve zirkonyumdur. Öte yandan bunlar alaşım için kullanılan katkı maddeleridir. Bu nedenle, bu maddeleri ilave etmeden önce oksijenle silisyumun ve/veya alüminyumun tamamen birleşmesini sağlamak gerekir. Böylece oksidasyondan ve bunun sonucunda bu katkılardan oluşabilecek bir kayıptan kaçınabilmek mümkün olacaktır. Oluşan oksitler katı ve sıvı parçacıkları oluşturacak, bunlar giderek koyulaşarak eriyik içinde yukarı doğru yükselecek ve cüruftan ayrışarak çözüleceklerdir. Kazana veya potaya deoksidasyon maddelerinin ilavesi alışıl gelmiş şekilde bir boru vasıtasıyla gerçekleştirilir. Eğer oksijenle silisyum ve alüminyum birleşmiş ise bu durumda da çelik “gazı alınmış” diğer bir deyimle “dinlendirilmiş” olarak tanımlanır.

2.2.4. Kükürten Arındırma ve Sülfid oluşumu

Çeliğin üretim yöntemine bağlı olarak yönetmeliklerde öngörülen kükürt miktarları %0.02–0.05 arasında yer almaktadır. Bu miktarlardaki kükürt oranları mangan sülfitlerini oluşturabilmektedir. Düşük kükürt miktarları ham demirin ve/veya çeliğin kükürten arındırılmasıyla sağlanabilir. Bu nedenle genelde soda, magnezyum veya kalsiyum karpit eklenerek ham demir kükürten arındırılır. Bunun sonucunda çelikte, kükürt içeriği az olan hurda demir katkısı ile %0.005 miktarındaki kükürt oranları elde edilebilir. Öte yandan çok düşük kükürt oranları, çeliğin potada kükürten arındırılmasıyla gerçekleştirilir. Bu işlem sırasında çeliğe kalsiyum, kalsiyum-karpit veya magnezyum üflenir (Yıldırım, 1989).

2.2.5. Çeliğin Dökümü ve Katılaşması

Çeliğin üretim aşamasında iki çeşit döküm yöntemi kullanılır. Birine “kalıplara döküm”, diğerine ise “sürekli döküm” adı verilir. Kalıplara döküm işleminde çelik katı eriyiği belirli kalıplara yukarıdan akıtılmak suretiyle dökülür. Kullanılan kalıplar ya dikdörtgen ya da kare şeklindedir. Sürekli döküm işlemi, sıvı haldeki çelik katı eriyiğinin sürekli bir şekilde dökülmesine karşı gelmektedir. Bu işlemde çelik

soğutulmuş bir bakır kalıba akıtılır. Bu durumda dış kenarlar çok hızlı bir şekilde katılaşırlar. Sıvı haldeki çelik sürekli bir şekilde aşağıya doğru kalıplara dökülmeye devam ederken veya tekrar soğutulma işlemi sırasında bir üretim bandından daire şeklinde geçirilirken çelik aşağıya çökeltilir. Bu işlem sonucunda ve katılmanın tamamen meydana gelmesi halinde elde edilen kütükler, öngörülen plan çerçevesinde ısmarlanan uzunluklara bağlı olarak ilerde haddelenmek üzere sınıflandırılırlar. Sıvı haldeki çeliğin katılması sırasında fiziksel ve kimyasal olaylar birlikte meydana gelirler. Fiziksel olaylar sırasında kalıpların kenar duvarlarından dışarıya doğru ısı çıkışı meydana gelir. Ayrıca, sıvı halden katı hale geçişte hacim azalır (Rothery, 1981).

2.2.6. Sıcak Haddeleme

Sıcak haddeleme işlemi sırasında çeliğe basınç altında doğrudan şekil kazandırılmaktadır. Merdaneler yardımıyla ise çeliğe istenilen şekil verilebilmektedir. Genelde haddeleme işlemi, sıcaklık derecesi 1200°C'dan 800°C'a kadar değişen bir ısı yelpazesinde gerçekleştirilmektedir. Bu işlemden önce malzeme fırında yaklaşık 1250°C'lık bir ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır. Haddelendikten sonra malzeme dış ortamda, diğer bir deyişle açık havada soğumaya bırakılmaktadır. Haddelenen çelik, geniş sıcak haddeleme üretim tezgahından geçirilerek özel bir "soğutma tüneli"nde kontrollü bir şekilde soğutma işlemine tabi tutulmaktadır (Weimer,1993).

Eğer malzeme standartlara uygun değilse ortaya şöyle bir sonuç çıkmaktadır; Teslimat sertliği düşük olması durumunda sertlik düşük ise polisaj istenildiği gibi yapılamamakta ve polisaj işleminin ardından yüzey portakal yüzeyi gibi benekli bir görünüm almaktadır. Ayrıca sertliğin düşüklüğünden dolayı kalıp ömrü azalmaktadır. B-) Kükürt miktarı: Yapıda ne kadar yüksek oranda bulunursa malzemenin parlaklığı o oranda azalacak ve polisaj işlemi istenilenden çok daha az bir parlaklıkta son bulacaktır. Ayrıca malzemenin aşınma dayanımı düşük olacak kalıbın daha kısa zamanda aşınmasına sebep olacaktır. Yüksek kükürt malzemenin tokluğunu da olumsuz yönde etkileyecektir.

Çelik üretiminde geleneksel yol; demirli hammaddeyi yüksek fırında indirgeyip ergiterek kazanılan sıvı ham demiri bazik oksijen konverterlerinde çeliğe dönüştürmektir. Cevherlerden yapılan birincil demir çelik üretiminin %95'in üzerindeki çok büyük oranı yüksek fırın prosesini içeren entegre tesislerde gerçekleştirilmektedir.

Bu üretim şeklindeki en önemli proses çok etkili çalışan büyük ünitelere sahip modern yüksek fırınlardır. Yüksek fırınlar şarj sistemleri, baca gazı temizleme sistemleri, hava ısıtma sobaları ve hava üfleme üniteleri ile donanmış dev boyutlu düşey fırınlardır. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte dizaynında ve özellikle de boyutunda büyük değişiklikler olmuştur. Yüksek fırında sorunsuz üretim yapabilmek için düşey fırına şarj edilen hammaddelerin ve yakıt olarak kokun uygun özelliklere sahip olmaları gerekmektedir. Hammaddelere uygun özellikler kazandırmak için yapılan demir cevherlerinin ve/veya konsantrlerinin aglomerasyonu ve kömürün koklaştırılması pahalı proseslerdir (Kılık,2001).

Yüksek fırına demirli hammadde (parça cevher, sinter ve pelet), kok ve cürufuştürıcılarından oluşan şarj malzemeleri fırının tepesindeki düzenekle şarj edilirler. Fırının tüyerler bölgesine ısınarak gelen kok, tüyerlerin önünde üflenerek sıcak hava ile yanarak CO üretirler. Oluşan bu CO ile havadan gelen N₂ karışımı kızgın gaz yükselirken, alçalan şarja ısısını verir. Gazdaki CO çeşitli sıcaklık seviyelerindeki indirgeme potansiyellerine göre demir oksitleri:



reaksiyonu gereğince Fe'ye indirger ve CO₂ dönüşür. C'nin varlığında CO₂ boudouard reaksiyonu ile tekrar CO'ya dönüşür. Reaksiyon yüksekçe endotermiktir. CO'nun kararlılığı sıcaklığın azalması ve basıncın artmasıyla azalır. Maksimum kararsızlık 600-800°C sıcaklıkları arasındadır. Dolayısıyla fırının üst kısımlarına doğru sıcaklık azaldığından fırın gazının yukarıya yükselmesiyle CO; CO₂'ye ve C'ye parçalanır (kurumlaşma veya karbon çökmesi). Çöken C ile sağlanan çekirdeğin katalitik etkisiyle reaksiyon hızlanır. C çökmesi düzgün işleyen fırınlarda genellikle fırının üst kısımlarında olur. Fırın işletmeciliğinde oldukça önemlidir. Fırın refrakterlerinin arasına girerek refrakterlere hasar verirler, baca çapını etkili şekilde daraltırlar

Yüksek fırının alt bölümünde 1300°C'lere ısıtılmış ve oksijen içerikleri arttırılmış hava ile kızgın kokun yanması sonucu oluşan 1800-2000°C gibi yüksek alev sıcaklığına sahip tüyer gazı, fırın bacasından çıkarken 100-250°C'e soğur. Şarj malzemeleri de yukarıdan aşağıya akarken ısınırlar ve tüyerlerin üstünde 1400-1450°C'ye soğur. Bu bölge şarjın yumuşadığı ve ergidiği bölgedir. Direkt indirgenme ve metal ve cürufun ergimesi burada olur. Yüksek fırın cürufu başlıca SiO₂, Al₂O₃, CaO

ve MgO içerir. Bazik oksitlerin asit oksitlere oranı olarak tanımlanan baziklik oranı; genellikle 0,9- 1,1 aralığında tutulur. Bu dört madde cürufun yaklaşık %95-96'sını oluşturur. Diğer maddeler FeO, MnO, FeS, CaS, alkali silikatlar vb.'dir. Yüksek fırının hazne ve taban refrakterleri cürufun bileşimine uygun olarak çok kaliteli alümina-silika veya karbon tuğla olarak seçilirler. Cürufun bazikliği nötr olarak değerlendirilir. Bazikliğin artması S sorununun çözümünü kolaylaştırırsa da eğer şarjla birlikte alkali giriyorsa alkali problemini körükler. Fırına giren alkalilerin büyük bölümü fırın içinde kalarak sirküle olurlar ve zamanla birikerek şarj malzemelerinin özelliklerini bozarlar. Kok ve peletin şişme ve parçalanmalarına neden olurlar. İşletmeler alkali problemini yaşamamak için cürufun asit bileşiminde çalışmayı yeğlerler ve kükürdü gidermek için yüksek fırından sonra kükürt giderme istasyonları oluştururlar. Ancak yine de, yüksek fırına alkali girişi engellenmelidir. Yüksek fırından kazanılan sıvı ham demir kullanılan ham madde ve fırının çalışma koşullarına bağlı olarak %4,0–4,5 C, %0,3–1,5 Si, %0.25–2,2 Mn, %0.05–0,2 P, %0.03–0.05 S ve empürite seviyelerinde diğer bazı elementleri içerir.

2.3. Klasik Bir Entegre Tesiste Çelik Üretim Tesisleri

2.3.1. Sinter ve Hammadde Maniplasyon Tesisleri

Sinterleme işleminin gayesi toz halindeki demir cevherleri ile demirli diğer malzeme ve katık malzemelerinden (kireçtaşı, dolomit taşı) meydana gelen sinter harmanını kok kömürü ile yakarak yüksek fırınlarda kullanılır hale getirmektedir. Sinter ve Hammadde Maniplasyon Tesisi, Hammadde Hazırlama ve Sinter olmak üzere iki bölümdür. Vagonlarla çeşitli yerlerden gelen cevherler vagon boşaltma ünitesine boşaltılır. Gelen vagonlar genellikle Fal-fals tipidir ve her biri 50–55 tonluktur. Burada 4 adet bunker vardır. Fal-fals tipi vagonlar yan kapakların açılmasıyla kepçeli vinç ve küreklerle bunkerlerin içine boşaltılır. Bunkerlerden de bantlarla ana stok sahasına gider. Ayrıca konveyör bantlarıyla limandan stok sahasına ve kırma ünitesine cevher gelir. Vagon boşaltma ünitesinden ve limandan gelen cevherler türlerine göre stoklanır. Cevher stok sahasında bulunan üniversal makinalardan bir kısmı stok yaparken diğerleri de stoktan cevher alıp tesislere gönderir. Üniversal makineler stok sahasına cevherin türlerine göre stok yapılmasını ve stoktan tekrar bunların alınmasını sağlar. Bu işlemi döner kepçeli bom ve bantıyla yapar (Anonim,1975)



Şekil 2.1. Sinter ve Hammadde Maniplasyon Tesisinin üstten görünümü

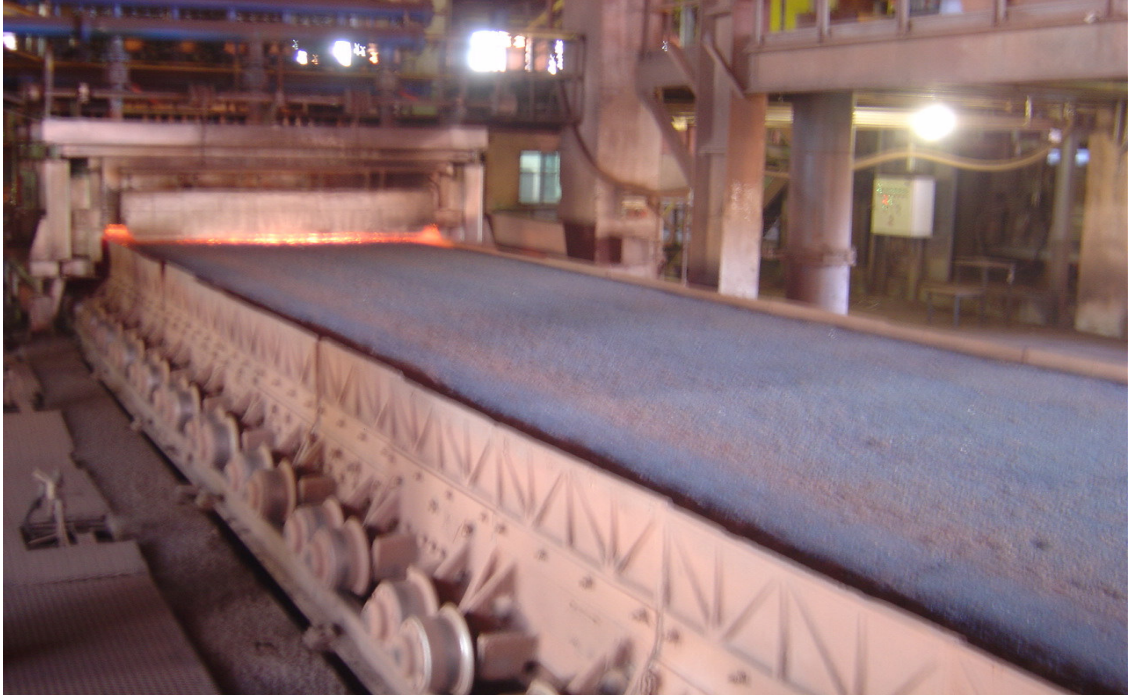


Şekil 2.2. Hammadde Hazırlama Ünitesi

Sinterleme işleminin amacı toz halindeki demir cevherleri ile demirli diğer malzeme ve katık malzemelerinden (kireçtaşı, dolomit taşı) meydana gelen sinter harmanını kok kömürü ile yakarak yüksek fırınlarda kullanılır hale getirmektedir. Sinterleme ünitesi başlıca üç bölümden meydana gelir.

Bunkerlerden malzemeler bilgisayar kontrollü kantarlı bantlar vasıtası ile alınarak toplama konveyörlerine boşaltılır. Dozajlama bunkerlerine demir cevheri önceden harmanlanmış olarak doğrudan cevher bunkerlerine alınır. Kireçtaşı ve dolomit taşı ise 0–3 mm ye kırılıp elenmesi için eleklerle, kapalı devre çalışan 3 adet çekiçli kırıcı bunkerlerine alınır. Elenen kireçtaşı ve dolomit taşı tozları dozajlama ünitesi bunkerlerinde stoklanır. Yakıt olarak kullanılan kok tozu, kok bataryalarından ve stoktaki kok tozundan temin edilir. Bunlar 4 adet merdaneli kok kırıcı bunkerlerine taşınır. Burada 16 ton/saat kapasiteli 4 adet kırıcıdan geçilerek 0–3 mm ebatlarına düşürülür ve kok tozları dozajlama ünitesindeki bunkerlerde stoklanır. Harmana katılan sinter tozu sinter eleme ünitesinden gelir. Ayrıca yüksek fırınlarda elenen sinter tozları da yine dozajlama ünitesindeki bunkerlere stoklanır.

Sinter bölümü sinter ünitesi, sinter soğutma ve eleme ünitesi, sinter yükleme ve laboratuvar ünitesi, siklon beton yanları, Egzozter fan ünitesi ve elektro filtre ünitesinden meydana gelmektedir. Dozajlama ünitesinden tartılarak toplama konveyörüne alınan harman malzemeleri mikserden geçirilerek karıştırılır. Burada mevsime ve harmanın rutubet durumuna göre su verilir. Mikserden çıkan malzemeler konveyör bantlar vasıtası ile sinter ünitesine taşınır. Sinter ünitesine gelen bu karışım triper arabalar vasıtasıyla sinter makinalarına dağıtılır. Yatak eleklerinden çıkan 8 mm'nin üzerindeki malzeme sinter makinalarında yatak malzemesi olarak kullanılmak üzere sinter tesislerine geri alınır.



Şekil 2.3. Sinter Fırını

Burada kullanım fazlası yatak malzemesi Yüksek Fırınlara gönderilir. Yatak eleklerinin altına geçen 8 mm'den küçük parçalar sinter harmanına katılmak üzere dozajlama ünitesine gönderilir. Yüksek Fırınlara nakil sırasında sinter tekrar parçalandığı için bunker altında elemeye tabi tutulur. Buradan çıkan elek altı tozlar da dozajlama ünitesine alınır. Sinter Makinası kırıcı rampasından, soğuk elek, yatak eleği ve diğer konveyör bantlara mamul sinter malzemesinin boşaltılması sırasında oluşan tozların çevreye dağılmasını önleyen 5 adet elektrofiltre ünitesi mevcuttur. Çeşitli çaplardaki borular vasıtasıyla gelen (emilen) tozlar elektrotlarda tutularak bunkerlere alınır. Bunkerlerde toplanan tozlar tekrar sinter harmanına katılmak üzere konveyör bantlarla dozajlama ünitesine gönderilir.

Çamur hazırlama ve kurutma bölümünde çelikhane gaz temizleme, yüksek fırın gaz temizleme, yüksek fırın, sinter bölümünden ve hammadde hazırlama bölümünden gelen çamurlu suların (slam) fiziksel ve kimyasal yöntemlerle çökeltilmesi sağlanır. Arıtılmış suyu tekrar yüksek fırınlara ve hammadde sinter hazırlama bölümüne devir daim suyu olarak gönderme ve çökeltmiş çamuru %10 oranında kurutarak stok sahasına gönderme işlemleri gerçekleştirilmektedir (Anonim,1975).



Şekil 2.4. Çamur Hazırlama Ünitesi

2.3.2. Kok Tesisleri

Kömür Hazırlama Tesisleri denizyolu ile yurtdışı kaynaklardan getirilen çeşitli özelliklerdeki taşkömürlerini stoklama, stoktan alma, hazırlama, harmanlama, tartma ve kok fırınlarını beslemek amacıyla inşa edilmiştir.

Demir üretimi sırasında kokun yüksek fırınlarda, bir başka madde tarafından doldurulamayan bazı temel işlevleri vardır. Bunlar, kokun indirgenme özelliği, ısı kaynağı ve yüksek fırın içinde iskelet oluşturma gibi özellikleridir. O nedenle demir ve çelik üretilen tesislerde kok bataryaları zorunlu bir halkayı oluşturur.



Şekil 2.5. Kömür Hazırlama Tesisleri

Ayrıca, entegre tesislerde demir ve çelik üretim prosesi büyük miktarda enerji gerektiren ve büyük miktarda enerji depolayan bir prosestir. Bu enerjinin bir kısmı kok üretimi sırasında bataryalardan üretilir. Kok kömürü koklaşabilir kömür ya da kömür harmanlarının refrakterle örülmüş kok kamaralarında havasız ortamda damıtılması, yani yüksek sıcaklıkta içindeki uçucunun alınması ile üretilir. İşletme pratiği ve ekonomisi açısından belli sayıda kok kamarasının bir araya gelmesi ile kok bataryaları oluşur.

Bataryadan söndürme vagonuyla getirilen akkor kok bu beş bloktan birine alınır. Akkor koku kamaraya alma işlemi vinç ile yapılır. Kok söndürme kamarasında söndürülür. Söndürmede kullanılan dolaşım gazıyla da buhar kazanında buhar elde edilir.

Kok bataryalarında kömürün koklaşması sırasında çıkan kok gazının soğutulması ile su buharı ve katran yoğunlaştırılarak ayrıştırılması, amonyağın, aromatik hidrokarbonların (benzol ve türevleri) çeşitli metotlarla temizlenmesi işlemleri yapılarak temiz kok gazını Demir-Çelik tesislerinde kullanıcı ünitelere sevk etmek ve kok gazını temizleme sırasında kazanılan kimyasal ürünleri isleyerek satışa hazır duruma getirmek amacıyla kurulmuştur.

2.3.3. Yüksek Fırınlr Tesisleri

İncelenen entegre tesisteki yüksek fırınların kurulma amacı çelikhanenin ihtiyacı olan sıvı ham demirin üretilmesidir. Yüksek fırın, demir cevheri, pelet, sinter gibi demirli malzemeler ile kireçtaşı, kuvarsit, dolomit gibi cüruf yapıcı malzemelerin metalurjik kokun yanması ile eritilerek sıvı ham demirin elde edildiği bir fırındır. Yüksek Fırınlrın tepe, gövde, marator (durak), bosh (karın) ve hazne olarak adlandırılan kısımları vardır. Zırhın iç kısmına yatay ve dikey soğutucular monte edilmiştir. Soğutucuların üzeri şamot tuğla tipi refrakter malzeme ile kaplıdır. Üst kısımdaki tuğlalar düşük alüminalı, alta doğru daha yüksek alüminalı tuğlalar ve tüyerlerin altından itibaren fırın haznesi karbon ve grafit tuğlalarla kaplıdır. Yüksek Fırınlr uzun yıllardan beri sıvı ham demir (SHD) üretiminde yüksek verimliliği nedeniyle her zaman tercih edilmiştir. Günümüzdeki modern fırınlarda kömür enjeksiyonu ve fırına verilen havanın oksijenle zenginleştirilmesi ile verimlilik artmış, yakıt oranları da daha aşağılara çekilmiştir. Entegre tesislerde çelik üretiminin maliyetini düşüren ve kalitesini yüksekte en önemli faktör sıvı ham demir üreten Yüksek Fırın ünitesinin varlığıdır. Şarj malzemeleri Yüksek Fırının tepesinden, yüksek fırına şarj edilir. Şarj malzemeleri aşağı doğru hareket ederler. Bu esnada tüyerlerden üflenen 900–1000 °C deki sıcak havanın kok kömürünü yakmasıyla oluşan redükleyici (CO, H₂) gazların yukarı doğru çıkması neticesinde demirli malzemeler gazlarla temas ederek reaksiyona girerler. Bu reaksiyon sonucu redüklenen metal oksitler indirgenerek sıvı ham demire dönüşür, indirgenemeyen diğer oksitler ise cüruf oluştururlar



Şekil 2.6. Yüksek Fırınlar

Yüksek fırınlarda SHD üretmek için sinter, pelet, parça cevher gibi demirli malzemeler kullanılır. Sinter %55–58, pelet %65–67 ve parça cevher %59–60 arası Fe içermektedir. Yakıt olarak metalurjik kok kullanılmaktadır. Yüksek Fırın prosesinde kokun ve demirli malzemelerin kalitesi çok önemlidir. Kok yüksek fırında; redükleyici gazların oluşmasını ve demirli malzemeler arasında katman oluşturarak gazların geçişini sağlamaktadır. Aynı zamanda egzotermik reaksiyon sağlayarak fırında ergitme ve cüruf oluşumu için gerekli ısı enerjisini oluşturmaktadır. Sonuç olarak fırının alt kısmında bulunan haznenin tabanında SHD, bunun üstünde de sıvı cüruf birikir. Günde normal olarak 8–10 defa döküm deliği açılarak SHD ve cüruf ayrılarak potalara doldurulur. Sıvı ham demir üretimi sırasında yan ürün olarak cüruf ve yüksek fırın gazı oluşur. Yüksek Fırın gazının 1/3'ü sobaların ısıtılmasında geri kalanı ise Enerji Tesislerinde yakıt olarak kullanılır. Yüksek Fırın cürufu granüle edilerek çimento fabrikalarına ham madde olarak satılmaktadır.

2.3.4. Çelikhane Tesisleri

Yüksek fırınlardan demir yolu ile pik potasında ve torpidolar ile çelikhaneye gelen sıvı ham demir, torpidolardan direk konverter şarj potalarına boşaltılmaktadır. Torpidodan şarj potasına alınan sıvı ham demirin konverterde işlemden geçirilerek içerisindeki karbon, silis, mangan ve fosfor v.b. elementlerin istenilen seviyelere indirilerek sıvı çeliğe dönüştürüldüğü tesisler olarak tanımlanabilir. Konverter, içerisi refrakter malzeme ile kaplanmış konik şeklinde kalın saçtan yapılmış mekanizmadır. Konverterlerde sıvı maden ile birlikte belli bir oranda (%8–25) hurda kullanılmaktadır. Hurda kullanılması ile konverterde oksijen üfleme işlemi esnasında ortaya çıkan aşırı ısının konverterin refrakter yapısına zarar vermesinin önlenmesinin yanında üretim artışı sağlanmaktadır. Hurdalar, hurda hazırlama tesisinde kalitesine göre ayrılarak belli oranlarda hurda kovalarına doldurulmaktadır. Sıvı maden şarjından önce konvertere, hurda kovasına doldurulan hurdalar şarj edilmektedir. Konvertere hurda ve sıvı maden şarj edildikten sonra yaklaşık %99,5 saflıkta oksijen üflenmesi ve kalsine kireç eklenmesi ile proses başlar. Konverter içindeki reaksiyonlar sonucunda hedeflenen sıcaklık ve analizde sıvı ham çelik elde edilir. Yaklaşık 1100 °C sıcaklıkta çıkan atık gaz, atık ısı kazanından geçirilerek soğutulur ve ısınan su düşük basınçlı buhara dönüşerek ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılmaktadır. Konverterde oluşan cüruf, cüruf potalarına alınarak çelikhane cüruf havuzuna soğutulmak üzere gönderilir. Çelikhane cüruf havuzunda soğutulan cüruf atık sahasına taşınır. Konverterde kullanılan kalsine kireç, kireç taşının kireç fabrikasında işlemden geçirilmesi ile elde edilir. Doğada CaCO_3 şeklinde bulunan kireç taşı, 1000–1100 °C arasında ısıtılarak $\text{CaO} + \text{CO}_2$ formu elde edilerek kalsine kireç (CaO) elde edilir. Kaliteli çelik üretmenin en önemli malzemelerinden biri kullanılan kalsine kirecin kalitesidir. Konverterde işlemden geçilerek elde edilen sıvı çelik döküm potalarına alınarak pota metalürji istasyonlarına gönderilir. Pota metalürji istasyonunun ana görevi, sıvı çeliğe alaşım elementlerinin ilave edilerek nihai çeliğin elde edilmesi, sıvı çelik sıcaklığının artırılması ile kimyasal ve sıcaklık bakımından homojen bir yapı elde edilmesini sağlamaktır.



Şekil 2.7. Sıvı Ham Demirin Potalara Transferi

Pota metalürji istasyonunda nihai veya döküm için istenen şartları sağlanan sıvı çelik sürekli döküm tesislerine gönderilmektedir.

2.3.5. Sürekli Dökümler Tesisleri

Sürekli Dökümler Müdürlüğü, Çelikhaneden gelen sıvı çeliği, sürekli dökümle çeşitli kesitlerde ve boyda kütük yapmaktadır.

Sürekli Dökümler Müdürlüğünün Pota Hazırlama kısmında, konverterden sürekli dökümlere çelik transferlerini sağlayan toplam 26 adet çelik potası bulunmaktadır. Tandis hazırlama kısmında, pota ile makine arasında çeliği 4 kanala

ayırır ve istenen miktarda akmasını stoperlerle sağlayan toplam 34 adet tandis bulunmaktadır. Konverterden çıkan sıvı çeliğin kalite ve sıcaklığını istenen değerlere göre ayarlayan kapasiteleri 1,1 milyon ton olan elektrikli pota istasyonu ve kimyasal istasyon bulunmaktadır.

Sürekli Döküm ünitesinde radyal sürekli döküm makineleri bulunmaktadır. Sürekli döküm ünitesi, sıvı çeliği nihai mamul veya yarı mamul (blum, kütük, slab gibi) haline dönüştüren tesislerdir. Pota metalürji istasyonundan gelen pota, sürekli döküm ünitesinin taretine konulmaktadır. Sıvı çelik, tarete konulan döküm potasının tabanında bulunan delikten tandişe akıtılmaktadır. Tandiş, içerisi refrakter malzeme ile kaplanmış sıvı çelik akış kontrolünün sağlandığı dikdörtgen çelik yapı olarak tanımlanabilir. Tandişin refrakter yapısı, belli bir döküm sayısına ulaşıldığında tandiş hazırlama holünde değiştirilmektedir. Tandişe akan sıvı çelik, su soğutmalı bakır kalıplardan geçirilerek katılaşmaya başlar. Bakır kalıplar salınım yaparak sıvı çeliğin yüzeye yapışmasını engeller. Bakır kalıplarda katılaşmaya başlayan sıvı çelik döküm platformunda yüzeyine kaliteli su püskürtülerek katılaşma işlemi tamamlanır. Döküm yolunun sonunda istenilen ebatta kesilerek yarı veya nihai mamul elde edilir. Sürekli dökümlerden üretilen katı çelik (kütük ve slab) stok sahasına alınarak gideceği yere sevkiyatı gerçekleştirilir.

2.3.6. Haddehane Tesisleri

Sürekli Kütük Döküm Tesislerinden gelen kütükler haddehanede; sıcak şekillenebilme sıcaklığına kadar ısıtılarak hadde tezgahlarından geçirilmek suretiyle istenilen kalite ve kesitte yarı mamul ve mamul ürünlerin elde edildiği ünitedir. Tavlama sıcaklığına kadar ısıtılan yarı mamulün (kütük ve slab gibi) eksenleri etrafında dönen 2 silindir (merdane) arasından geçirilerek plastik şekil verme işlemi ile nihai mamul (kangal, bobin, nervürlü inşaat demiri gibi) elde etme işlemine haddeleme denir. Haddelenecek yarı mamul (kütük) öncelikli olarak tav fırınlarında çeliğin karbon miktarına bağlı olarak tavlama sıcaklığına (1050–1200 °C) kadar ısıtılır. Tav fırınlarında yakıt olarak doğal gaz kullanılmakta olup doğal gazın kesilmesi durumunda yakıt olarak fuel oil kullanılabilir. Tavlama sıcaklığına kadar ısıtılan kesit alanı 130x130 mm kare ebatlarındaki kütük, üzerindeki tufal temizlendikten sonra hadde merdanelerinden geçirilerek kesit alanı 5,5–16 mm çapında yaklaşık 1,5 ton ağırlığında

kangal elde edilmektedir. İstenilen kalınlıkta veya çapta ürün elde etmek için merdane kalibreleri ve hava boşlukları ayarlanmaktadır. Haddehanelerde çalışarak aşınan merdane ve ringler yeniden kullanılmak üzere tornalanarak kalibre açılmakta ve yatak bakımları yapılmaktadır.

Haddehane başlangıçta Ø6-Ø16 mm'ye kadar olan ebatları 80x80 mm. kesitteki ve 12 m uzunluktaki kütükleri (600 kg'lık kangal) haddelemek üzere dizayn edilmiştir. Bu arada kalite iyileştirme çalışmaları çerçevesinde fırın otomasyon sistemi yenilenmiş, sisteme yeni descaler (tufal temizleyici), otomatik kesit ölçme cihazı ve yeni yolluk sistemleri eklenmiş, malzemenin mekanik özelliklerini iyileştiren soğutma sistemleri otomatik hale getirilmiş ve bunun sonucunda katma değeri yüksek çeliklerin üretimine (elektrotluk çelikler, yaylık çelikler gibi) olanak sağlanmıştır.

Haddehanelerde çalışarak aşınan merdaneler veya ringlerin yeniden üretim programına göre tornalanarak kalibre açılması, yatak bakımlarının yapılması ve yeniden yataklanması işlemleri bu bölümde yapılmaktadır. Ayrıca, kalibrasyon atölyesinde mevcut tezgahların kullanımı ile haddehane ile birlikte diğer ünitelerin de imalat ve tamirat ihtiyaçları karşılanmaktadır.

2.4. Çelikte Alaşım Elementleri

Alaşım elementleri sadece karbon içeren çeliklere pek çok amaç için katılırlar. Bunlardan en önemlileri şunlardır:

- Sertleşebilme derinliğini arttırmakla mekanik özellikleri iyileştirmek.
- Yüksek dayanım ve iyi sünekliği korurken yüksek temperleme sıcaklıkları sağlamaktır.
- Yüksek ve düşük sıcaklıklarda mekanik özellikleri iyileştirmek.
- Yüksek sıcaklık oksidasyonunu ve korozyon direncini iyileştirmek.
- Aşınma direnci ve yorulma davranışı gibi özellikleri iyileştirmek.

2.4.1. Nikel

Si ve Mn'ye göre çekme dayanımını daha az yükseltir ve özgül uzamayı biraz düşürür. Ni elementi çeliklerin çekirdeğe kadar sertleşebilmelerini sağlar. Bilindiği gibi Cr-Ni çelikleri korozyona, tufallaşmaya ve sıcağa dayanıklı bir özellik kazanırlar (Ward,1989).

2.4.2. Krom

Dayanımı yükseltir, özgül uzamayı çok az azaltacak şekilde etki eder, aynı zamanda sıcakta dayanımı ve tufallaşma dayanıklılığını oldukça yükseltir. Yüksek Cr değerleri ile çelik paslanmaz hale gelir ve aşınma dayanımını yükselir. Kaynak edebilirlik, Cr miktarının artması ile azalır. Cr, karpit elemanlarının oluşumuna geniş ölçüde yardımcı olur. Çekme dayanımı ve akma sınırı artar. Bunların yanı sıra Cr çentik darbe dayanımını düşürür.

2.4.3. Molibden

Mo özellikle çekme dayanımı ve sıcakta dayanımı oldukça fazla arttırır. Öte yandan kaynak edilebilirliği geniş ölçüde ve olumlu yönde etkiler. Yüksek Mo değerleri ise çeliğin dövülebilirliğini zorlaştırır. Mo genellikle Cr ile kullanılır. Cr-Ni ile birlikte Mo'nun da çelikte bulunması yüksek akma sınırı ve mukavimlik elde edilmesini sağlar. Yüksek derecede karpit oluşturu olması nedeniyle Mo hız çeliklerinde, sıcak iş çeliklerinde, östenitik paslanmaz çeliklerde, sıcak iş çeliklerinde, sementasyon, ıslah ve sıcağa dayanıklı çeliklerde alaşım elemanı olarak kullanılır (Ward,1989).

2.4.4. Vanadyum

Az miktarda V elementi sıcakta dayanımı yükselterek aşırı ısınmadaki hassasiyeti düşürür. Hız çeliklerinin kesme dayanıklılığını yükseltir. Az miktarda katılan V'nin kaynak edilebilirliğe etkisi ise hissedilir düzeyde değildir. İyi bir karpit oluşturu olan V çelikte çekme dayanımını, akma sınırını ve özellikle sıcakta dayanıklılık özelliklerini iyileştirir (Ward,1989).

2.4.5. Volfram

Mukavemeti, sertliği, kesme kabiliyetini ve dayanıklılığı önemli ölçüde yükseltici rol oynar. Fakat, en önemli işlevi sıcakta sertliği muhafaza ettirmesidir. Bu nedenle hız çeliklerinde ve sıcak iş çeliklerinde çok önemli olan W çekme dayanımını ve akma sınırını her %1 artışta 4 kg/mm² kadar arttırır. İyi karpit oluşturu etkisi nedeniyle hız çeliklerinde ve sıcağa dayanıklı çeliklerde tercih edilir (Ward,1989).

2.4.6. Kobalt

Co elemanı mukavemet ve sertliği çok fazla artırır. Hız çeliklerinde ve sürekli mıknatıs çeliklerinde kullanılan Co'nun alaşım içerisindeki tutumu nikel benzer. Kuvvetli bir karpit oluşturunca olduğundan meneviş dayanıklılığını ve sıcakta dayanımı fazla artırır. Bu nedenle özellikle hız çeliklerinde sığa dayanıklı çeliklerde ve sert maden imalinde kullanılır (Ward,1989).

2.4.7. Alüminyum

Tutumu Si'ye benzer. Ayrıca C'nin grafit şeklinde ayrışmasını kolaylaştırır. Yüksek miktarlarda kullanıldığı zaman çeliği kaba taneli yapan Al sıcakta tufallaşma dayanımını artırır. Al'nin günümüzde alaşım elementi olarak sıkça kullanılmaya başlamasının en önemli sebebi ağırlığı azaltmasıdır (Ward,1989).

2.4.8. Bor

Ayrışma sertleşmesi söz konusu olan yerlerde ve diğer özel durumlarda kullanılır. Özellikle östenitik çeliklerde alaşım elemanı olarak görülür (Ward,1989).

2.4.9. Bakır

Çeliğin çekme dayanımı ve akma sınırını yükseltir. Özgül uzamayı azaltır. Düşük miktarları ile çeliğin atmosferik havaya karşı dayanımını arttıran Cu kaynak edilebilirliğe etkimez (Ward,1989).

2.4.10. Kurşun

S'le birlikte çeliğin talaş verme kabiliyetini yükselten Pb'nin katık miktarı yaklaşık olarak % 0,2 - %0,3 civarındadır (Ward,1989).

2.5. Sinterleme Prosesi

2.5.1. Sinterlemenin Tanımı

Sinter Tesisi, yüksek fırınlarda doğrudan kullanılmayacak özellikteki kükürtlü ve toz cevherlerin ergime derecesinin altında bir sıcaklıkta ısıtılmak suretiyle kullanıma uygun ebat ve dayanıklılıkta külçeleştirildiği tesistir. Sinterleme işlemi basit olarak; harmanlanmış demir cevherleri, kok tozu, kireçtaşı tozu ve sinter dönüş tozlarının belirli

oranlarda karıştırılması ve elde edilen sinterlik malzeme harmanının bir tutuşturma ocağında tutuşturulmasını takiben hava emişi yardımıyla tüm malzemenin külçeleştirilmesidir. Sinter; diğer demirli şarj malzemelerine oranla daha ekonomik olması, yüksek fırın üretimini arttırıcı ve kok tasarrufu sağlayıcı özellikleri sebebiyle ideal bir şarj malzemesidir (Arısoy,2001). Toz cevherlerin aglomerasyon yolu ile yüksek fırın için istenen parça iriliğine, mukavemete ve gaz geçirgenliğine sahip duruma getirilmesi işlemidir.(Şekil 3.11) Sinterleme, pudra kütlesi içindeki partiküllerin atomlarının, ısının etkisi sonucu oluşan çekimle birbirine bağlanması olarak ta tanımlanabilir. Sinterleşme genellikle pudraların erime noktalarının altında meydana gelir. Sıcaklığın artması ile pudra kütlesinin sertliği artarken elektriksel direnci ve gözenekliliği azalır. Tane yapısında bazı değişiklikler olur ve yeniden kristallenme ile tane büyümesi meydana gelir. Sinterleşmenin amaçlarından biri; sinterleme esnasında cevherin kimyasal yapısında zararlı miktarda bulunan elementleri bertaraf etmektir. Sinterlenme neticesinde elde edilen mamul cevherin yüksek fırına şarj edilmesi halinde yüksek fırın ham demir kapasitesinde artış olur, ayrıca kok sarfiyatında ve oluşacak cüruf ve baca tozlarının miktarlarında da azalmalar gözlenir. Bu durumu bir örnekle açıklayacak olursak; The Republic Corporation tarafından 1000 tonluk bir yüksek fırına yapılan şarjdaki sinter miktarını % 45'e kadar çıkardıklarında, fırının ham demir veriminde % 14'lük bir artış buna karşılık cüruf miktarında % 16'lık bir düşüş tespit edilmiştir (Arısoy,2001). 1200 ton/gün kapasiteli (yani günde 500 – 550 ton çelik üretimi yapan) bir sinter tesisinin kuruluş maliyeti, Amerikalıların verdiği rakamlara göre aynı miktarda çeliği üretebilecek yüksek fırın tesisi maliyetinin % 5'ini oluşturmaktadır. Bunların yanı sıra genellikle demir izabe tesislerinde yüksek fırınlarda değerlendirilemeyen üretim ve nakliye sırasında oluşan 0 – 30 mm boyutlarındaki kok tozu birikmektedir. Bu toz Ereğli Demir Çelik Tesislerinde 35- 40 bin ton kadardır. Sinterleme bu kok tozunun değerlendirilmesini de sağlar. Parça demir cevheri, yüksek fırına belirli bir tane iriliğinde verilir.Bu nedenle iri parçalar kırılır ve bu kırma işlemi esnasında belirli oranlarda tozlanmalar olur. Bunun yanı sıra taşıma, doldurma, boşaltma esnasında da sinterlenmesi gerekli ince cevher tozu meydana gelir. Bu bakımdan hemen hemen her yüksek fırın tesisinde bir de sinterleme tesisi bulunmaktadır. Sinterleme için demir cevheri tozuna (0 –8 mm) , gerekli katkı maddeleri (CaO + MgO) ve kok tozu ilave edilmekte ve karışım tromel ve betonyer

tipi bir karıştırıcıya verilmektedir. Karıştırıcıda katı komponentlerin iyice karışmasının yani sıra toz halindeki çok ince taneciklerin topaklanması da sağlanmaktadır. Bu nedenle karıştırıcıya belirli oranda nem de verilmektedir. Karıştırıcıda iyice karışıp topaklanan malzemeler, bantlar vasıtasıyla sinterleme fırınına gitmektedir. Bu fırın genellikle döner ızgaralı olup bont fırın tipindedir. Izgara üzerine önce, 10 – 20 mm kalınlığında ince sinter verilir. Böylelikle, hem ızgara açıklıklarının kapanması sağlanır ve hem de ızgaralar yüksek sıcaklıktan korunur. Izgara üzerine yüklenen malzeme ateşleme başlığı altından geçerken karışım içindeki kok ateşlenir ve yanmaya başlar. Izgara ilerledikçe üstten verilen hava vasıtasıyla yanma alt kısma doğru ilerler. Yanma zonunda sıcaklık, 1300 – 1400 °C' ye kadar çıkmaktadır. Bu sıcaklık nedeniyle, cevher ve katkı maddeleri, sıcaklıkla parçalanarak içeriklerini kaybetmekte ve taneler arasında sinter bağları kurulmaktadır. Sıcaklıkla parçalanan içeriklerden bir kısmı kükürt gibi yüksek fırında istenmeyen içeriklerdir. Bunun yanı sıra bu maddelerin çıkması sonucu sinter gözenekliliği artmakta ve cevherin reaksiyon özelliği yükselmektedir. Döner ızgaralı fırının sonuna doğru sinterleme işlemi tamamlanmaktadır. Sinter fırını terk ettikten sonra kırma + eleme işlemine tabii tutulmaktadır. Çok ince kısımlar (6 mm. altı) sinterlemeye tekrar gönderilirken 6 – 20 mm arası fraksiyonun bir kısmı ızgara altlığı olarak kullanılır (Arısoy,2001).

2.5.2. Sinter Malzemesi Üzerinde Oluşan Zonlar

Sinter ızgara fırını üzerine, 12–30 cm kalınlığında malzeme verilmektedir. Belirli bir zaman sonra bu kalınlıktaki sinter malzemesi üzerinde sinter zonu, yanma ve sinterleşme zonu, kalsinasyon zonu, kuruma ve ön ısınma zonu, yaş malzeme, sinter yatağı zonları oluşmaktadır.

2.5.3. Sinterlemenin Aşamaları

Sinterleme olayını 3 aşamada toparlayabiliriz.

Birinci aşama: Bu safhada sinter şarjının ateşlemeye kadar olan hazırlanma ve sinter ızgarasına yerleştirme olayları gerçekleşmektedir. Bu safhada sinter şarjında herhangi bir termik değişme gerçekleşmemektedir.

İkinci aşama: Sinter yatağının ateşlenmesinden başlayarak, gittikçe artan sıcaklık neticesinde yatağın tamamen kurumasına kadar devam eden evredir.

Üçüncü aşama: Sinter yatağının tamamen kuruduktan sonra şarj içindeki yakıtın yanması sonucu artan sıcaklıkla yatağın kısmi ergimesi, yakıtın tamamen yanıp sıcaklığın düşmesi ile donması ve soğuması safhasıdır. Erimeyle donma arasında geçen zaman ne kadar kısa ise sinterleme hızı da o kadar fazla demektir. Sinterleme safhalarında gelişen olaylardan görüldüğü üzere sinterlemenin süresine, buna bağlı olarak dasinterlemenin kapasitesine etki eden en büyük faktör; sinterlenecek olan yatağın gaz geçirgenliğidir. Yatağın gaz geçirgenliğinin ne çok yüksek ne de çok düşük olması istenir. Çünkü yüksek gaz geçirgenliği, sıcak gazlardan cevher taneciklerine olan ısı nakli için gerekli zamanı kısaltır, düşük gaz geçirgenliği ise, şarj içindeki yakıt malzemesinin yanmasını önlemiş olur.



Şekil 2.8. Sinter Fırınında Yanma

2.5.4. Sinter Yatak Gaz Geçirgenliğine Tesir Eden Faktörler

Sinterleme için çok önemli olan yatağın gaz geçirgenliğine etki eden faktörler çok çeşitlidir. Bunlar;

- a) **Cevherin Tane İriliği:** İnce taneli cevherin gaz geçirgenliği iri taneli cevhere göre daha düşüktür.
- b) **Şarjın Rutubet Miktarı:** İnce taneli cevherlere belli miktarda su ilave edilerek iri taneli cevher haline gelmeleri sağlanır. Bunu yapmaktaki amaç; ince taneli cevherlerin gaz geçirgenliğini artırmaktır. Bu arada yatağın çamur haline gelmemesine dikkat etmek gerekir.
- c) **Yakıt Maddesinin Tane İriliği:** Yapılan deneylerde en iyi gaz geçirgenliğinin tane iriliği 3–5 mm arasında olan kok tozu ile elde edildiği görülmüştür.

d) İlave Edilen Sinter Ufağı: Özellikle ince taneli cevherlerde 8 mm'nin altındaki sinter ufağının şarja ilavesi gaz geçirgenliğine olumlu yönde etki etmektedir. Ancak, ilave edilen sinter ufağı sinter kapasitesini negatif yönde etkileyeceğinden, istenilen gaz geçirgenliğinin başka şekillerde temin edilmesini sağlamak gerekir.

e) Cevherin Kimyasal Yapısı: Kolay eriyebilen, kimyasal yapıları icabı uzun cüruf teşkil eden cevherlerin gaz geçirgenlikleri oldukça düşüktür. Özellikle yüksek silisli cevherlerde kolayca eriyebilen demir silikatlar oluşarak gaz geçirgenliğini azaltırlar. Buna mani olmak için şarja kireçtaşı veya sönmüş kireç katmak gereklidir.

f) Homojen Karışım: Sinter yatağının homojen olmaması durumunda kanallar meydana gelir ve yatağın bünyesinde farklı gaz geçirgenliği elde edilir. Bu da elde edilen sinterin farklı kalitelerde olmasına neden olur.

g) Basınç Farkı: Yatak altında elde edilen basınç düşmesi yatağın gaz geçirgenliğine, dolayısıyla sinter kalitesine etki eder. Basınç farkının artmasıyla kapasite de artar, fakat bu artış yüksek basınç farklarında gittikçe azalır.

2.5.5. Sinterleme Yöntemleri

Şekillendirilmiş gaz karışımının, ergime sıcaklığının altında ısıtılması ile tozlar arasında kimyasal bağ oluşturulması işlemine sinterleme denilmektedir. Sinterleme genel olarak döner ızgaralı fırınlarda yapılmaktadır.

Bunun yanında, vagon ve döner fırın sinterleme yöntemleri de geliştirilmiştir. Bu şekilde yapılacak olan sınıflandırmaya göre sinterleme yöntemlerini şöyle sıralayabiliriz:

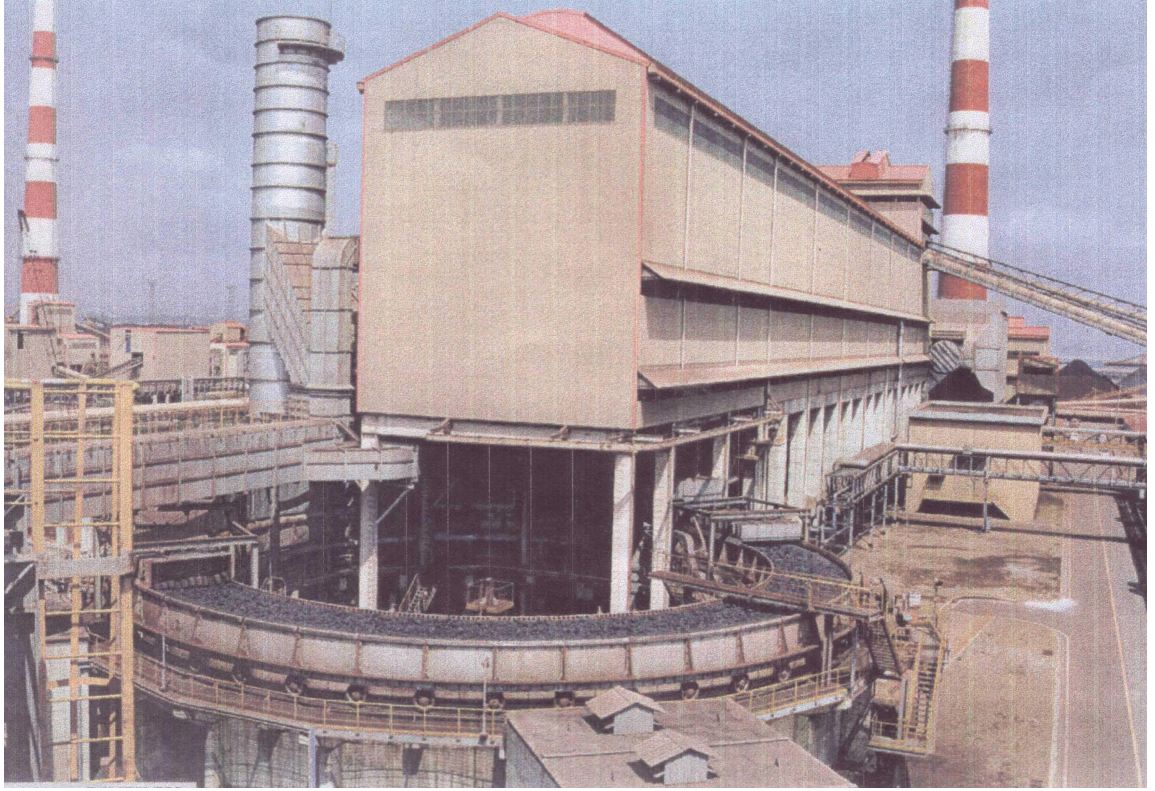
- Hava akımında sinterleme,
- Döner ızgara bant yöntemi,
- Vagon sinterleme yöntemi,
- Döner fırında sinterleme yöntemidir.

Hava akımında sinterleme: Yakıtle karıştırılan cevher gevşek olarak ızgara üzerine verilmekte ve üstten ateşlenerek, aşağı doğru emilen hava ile ızgara altına kadar yakılmaktadır. Yakıt + cevher karışımı değiştirilerek, sinterleme temperaturü ayarlanabilmektedir. Bu tür bir sinterleme için yakıt + cevher yığınının geçirgen olması şarttır. Hava akımında sinterleme türlerinden biri olan vagon sinterlemede, sabit duran ve tabanı ızgaralı sac vagonlara yakıt + cevher karışımı doldurulmakta ve

yakılmaktadır. Vagonların yüzeyleri 10 – 21 m² arasındadır. 21 m² 'lik 5 vagonun 24 saatlik kapasitesi 1200 – 2400 ton sinter arasında değişmektedir. Proses emniyetli ve teknik olarak kolay uygulanabilmektedir. Yine hava akımında sinterleme yöntemlerinden biri olan döner ızgara bant sinterleme yönteminde, yürüyen bir bant vardır. Yakıt + cevher karışımı 12 – 30 cm kalınlığında bu bant üzerine verilmektedir. Bant hızı 1,2 – 4,2 m/d arasındadır. Cevher kalınlığı ve bant hızı ayarlanarak sinterleşmenin bant sonuna kadar tamamlanması sağlanmaktadır. Bantlarda 1,3 t/m² saat, civarında sinter üretilmektedir. En yaygın sinterleme yöntemi bu yöntemdir.

Döner fırın sinterleme yöntem: Uzunluğu 30 – 70 m arasında ve çapı birkaç metre olan döner fırın kullanılmaktadır. Fırın eğiktir (3 derece civarında) ve 0,8 – 1,5 d/d hızla dönmektedir. Alt kısımdan yanıcı gaz verilmektedir. Bu suretle sinterlenen mal, ya başka bir döner fırında veya bantlarda soğutulmaktadır. Bunların en büyük mahzurları, sinterlerin fırın gövdesine yapışması ve sık sık temizleme gereğinin ortaya çıkmasıdır. Bunun için, devamlı sinter istenmesi halinde, iki döner fırın yapılması zorunludur. İşletme masrafı nispeten yüksektir. Sinterleme yöntemlerinin sınıflandırılmasında sinterleme işlemi sırasında basınç uygulanıp uygulanmaması durumu da önemlidir. Yüksek yoğunlukta kaliteli parça üretim yöntemlerinin birçoğunda sıcak presleme, sıcak dövme, sıcak ekstrüzyon gibi yöntemler kullanılır.

Bütün bu sinterleme işlemleri basınç altında gerçekleşir. Basıncsız sinterleme yöntemlerini de katı hal sinterlemesi ve sıvı faz sinterlemesi olarak ikiye ayırabiliriz. Katı hal sinterlemesini de 1) Faz karışımı 2) tek faz olarak tekrar ikiye ayırabiliriz. Faz karışımında kendi arasında 1) Kompozit, 2) Homojen, 3) Hızlandırılmış olarak üçe ayrılabilir.



Şekil 2.9. Döner Fırın

Katı hal sinterlemesi: Sinterleme işlemi süresince içyapıda sıvı faz oluşmaz ve bütün olaylar (difüzyon, yoğunluk artışı vb.) katı halde meydana gelir.

Sıvı faz sinterlemesi: Kaliteli parça üretiminin uygun bir yoludur. Sinterleme sırasında oluşan sıvı faz kapiler etki ile parçacıklara yeterli iç basınç uyguladığından dış basınca gerek yoktur. Kapiler kuvvet büyük miktarda dış basınca eşit etki yapar. Sıvı faz sinterlemesi bazı özelliklere sahip çok bileşenli sistemlere uygulanabilmektedir. Sinterleme işleminin herhangi bir safhasında oluşan sıvı faz, gözenekleri doldurarak difüzyonu ve yoğunluk artışını hızlandırmaktadır. Yüksek performansta parça üretimi günümüzde önemli olduğu için sıvı faz sinterlemesi gibi teknikler malzeme mühendisliği için önerilmektedir. Sıvı faz sinterlemesinde sıvı faz oluşumu için iki ana mekanizma vardır. Bunlardan birincisi, farklı kimyasal bileşimlerde toz karışımı kullanmaktır. Sinterleme sırasında farklı bileşimdeki tozların etkileşimi sonucunda sıvı faz oluşur. İkincisi ise sıvı fazın toz karışımında bulunan bileşenlerden bir tanesinin ergimesi veya ötektik faz oluşumu ile oluşmasıdır (Rothery,1981).

2.5.6. Sinterlemeyi Etkileyen Faktörler

Sinterleme için iki tip yakıt kullanılır. Bunlardan biri katı yakıt olan koktozu ve diğeri gaz yakıt olan kok gazıdır. Sinter içerisinde koktozu kontrolü, kırıcı rampasında gözle yapılır. Burada normal kok varsa sinterin 2/3'nün siyahlaşmış, 1/3'nin kırmızımtrak olması gerekir. Malzeme içerisinde pişmemiş kısımlar varsa kok azdır. Emiş klapesinde hala yanma devam ediyorsa kok fazladır. Kok miktarının ayarlanması gerekmektedir. Cevher tane iriliğinin sinterleme işlemi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Normal olarak cevherler 12,5 – 6,5 mm irilikte elenir. İri cevherler homojen olmayan bir sinterleşmeye sebep olacağından 12,5 mm'den iri tanelerden kaçınılmalıdır. İri taneler bağlanma için tam teması sağlamaz. Bazende parçalanmada rol oynarlar. Normal irilikteki cevherler sinterleşme için en uygundur (Rothery,1981). Sinter tozlarının hem toplam miktarı hem de cinsi sinterlemeye etki eder. Sinterleme için normal bir değer vardır. Sinter tozu miktarı arttıkça yanma hızı ve sinter mukavemeti artar. Çünkü sinter tozu bir önceki safhada sinterleşmiştir. Sinterleşme için ikinci bir safhada bir değişikliğe uğramaz Ancak belirli bir sınır üzerinde, yanma hızı ve mukavemetin artması devam etmesine rağmen devreden sinter tozu üretimi devamlı şekilde ve fazlaca düşürür. Çoğu tesislerde sinter harmanına %20 – 40 oranları arasında sinter tozu katılır. Sinter tozlarının kullanılması tutuşturulmadan önceki harman sıcaklığını 60–70⁰C'ye kadar çıkarır. Bu da harmandaki rutubetin homojenliğini artırır ve ayrıca sinterlemenin ilk safhalarında yatak alt kısımlarındaki rutubet yoğunlaşmasını azaltarak daha yüksek geçirgenlik sağlar.

Sinter bazikliğinin 1,0'a doğru artması durumunda sinterleşmenin daha hızlı gerçekleştiği gözlenir. Bazikliğin artmasının indirgenme özelliklerinin düzenlenmesini sağladığı gözlemlenmiştir. Bu özellik sinterin daha açık dokulu olması ve daha kolay indirgenebilen mineralojik fazların teşekkülüne bağlanmaktadır. Birçok hallerde sinter bazikliğı 0,6 – 0,8 'e çıkarılınca önemli bir mukavemet artışı elde edilmiştir. Yapılan deneyler CaCO₃ ilavesiyle MgCO₃'ten daha yüksek mukavemetler elde edildiğini göstermiştir. Sinter bazikliğinin mukavemet üzerindeki etkisi KNEPPER tarafından araştırılmış 1,0 – 1,5 baziklik bölgesinde mukavemette düşme olduğu görülmüştür. Kireçtaşının mukavemet üzerindeki etkisi tartışılmaktadır. Kireçtaşının tane dağılımı da mukavemete etki etmektedir (Rothery,1981).

Rutubet miktarının sinter üretimi üzerinde çok büyük etkisi vardır. Rutubetin görevi maksimum yatak geçirgenliği için iyice topaklanmış bir harman meydana getirmektir. Rutubet sinterlenmekte olan harmanın özelliklerine göre verilir. Rutubet miktarlarındaki küçük oynamaların sinter kalitesi üzerinde önemsiz etkileri olabilir. Fakat üretim hızı üzerindeki rolü büyüktür. Sinterleşmede rutubet miktarının yanı sıra suyun katılma yeri ve metodu da önemlidir. Suyu iyi emdirmek için ikinci bir sprej kullanılmalıdır. Aşırı rutubet zayıf, süngerimsi bir topak meydana getirir ki bunlar taşıma ve sinterlemede dağılırlar. Ayrıca, aşırı rutubet sinterleşme sırasında yoğunlaşmayı da artırır ve geçirgenliği düşürür.

2.5.7. Sinter Kalitesinin Değerlendirilmesi

Sinter için en yüksek kimyasal kriter; kabul edilebilecek bir mukavemet, redükleme ve yüksek fırında maksimum demir ve minimum gang (cüruf) ihtiva etmesi durumudur. Sinter kalitesinin tayini için herhangi bir test veya kriter yoktur. Son safhada sinter tesisinin çalışma şeklini belirleyen yüksek fırın ekonomisidir. Sinterleme ünitesinde çalışanlar ise yüksek fırın tarafından kabul edilebilecek bir mamul verebilecek şartları bulmaya çalışırlar. Sinter kalitesi açısından en önemli faktörler tane iriliği, mukavemet, indirgenme özelliğidir.

2.5.8. Sinter Çeşitleri

Sinter tesislerinde en son elek altı olarak elenen sinter, elek üstü yüksek fırına, elek altı yatak malzemesi veya sinter tozu olarak kullanılmak üzere ilgili kısımlara gönderilir. Yüksek fırına gönderilen elek üstü sinter, gönderme bantlarına dökülürken mekanik mukavemet, kimyasal özellikler ve elek analizlerini tayin etmek için numune alınır.

Bu numune alma işlemleri sırasında mekanik numune alıcılar kullanılır. Alınan numunelerde SiO_2 , CaO , MnO , S , P , K_2O , Cu , TiO_2 , As , Ni , Al_2O_3 , Zn , Fe miktarlarına bakılır ve oranları belirlenir. İstenilen oranların dışına çıkılma durumu olursa gerekli uyarılar yapıp, sinter kalitesinin düzelmesi sağlanır (Rothery,1981).

Sinterleme kısmında elde edilen sinter çeşitli özelliklere göre ayrılır. Bunlar;

- Baziklik oranına ve
- Sinterleme kısmı ve yüksek fırın sinterine göre.

Baziklik oranına göre (CaO/ SiO₂),

- Bazik sinterler: Baziklik oranı 1,0 ise= Self – Fluking
- Asidik sinterler: Baziklik oranı 1,0'dan büyük ise= Super Fluk Sinter

Sinterleme kısım ve yüksek fırın sinterine göre;

Sinterleme kısmında sinterleştirilen sinter harmanı direk olarak yüksek fırında kullanılmaz. Çünkü nakil sırasında çeşitli nedenlerle parçalanır. Yüksek fırın bunkerlerinden sonra elemeye tabii tutulur. Eleme sonucunda elek altı tozlar tekrar sinterleme tesislerine gönderilir. Elek üstü ise yüksek fırında kullanılır. Sinter tesislerinde elde edilen ve yüksek fırına gönderilen sintere bunker sinteri, elenen ve yüksek fırında kullanılan sintere skip sinteri denir.

Sinter oranları;

$K_{bunker} = \frac{\text{Toplam sinter makinesinden çıkan sinter miktarı}}{\text{Bunker sinter miktarı}}$

$K_{Bunker} = \text{Bunker sinteri katsayısı}$

$K_{Faydalı} = \frac{\text{Toplam sinter miktarı}}{\text{Skip sinteri miktarı}}$

$K_{Faydalı} = \text{Skip sinteri katsayısı}$

Sinter tesislerinde normal çalışma sonucu elde edilen bunker sinteri katsayısı; % 75- 70, skip sinteri katsayısı% 68–73 arasında olmalıdır.

2.5.9. Sinter Harmanının Hazırlanması

Sinter harmanı hazırlanmasındaki amaç; demir cevherini yüksek fırın için uygun hale getirmektir. Aynı zamanda cevher içerisinde bulunan bazı element ve bileşiklerin ortamdan çıkarılması da sinterleme sırasında cevhere katılan ilave maddelerle sağlanır. Bu maddeler kireçtaşı ve dolomit gibidir. Ayrıca sistemin kendi yapısından gelen sinter tozu da ilave edilir. Sinterleme işleminin olabilmesi için yeterli miktarda katı yakıtın harmana karıştırılması gerekir. (Cevher + dolomit/kireçtaşı + sintertozu + katı yakıt = sinter) Harman karışımına giren maddelerin özellikleri iyi bilinir ve buna göre hareket edilirse çıkan sinter o derece kaliteli olur.

Cevherin demir tenörü arttıkça cevher değer kazanır. Çünkü bir ton pik üretmek için yüksek fırına verilecek karışım miktarı tenör artması ile azalır. Bu da az masraf yani daha az yakıtla daha fazla üretim demektir. Bu noktada cevherde bulunan en önemli konu cevherde bulunan asit ve baz özelliğindeki maddelerin belirli bir oranı ihtiva etmesidir. Cevher içerisinde bulunan asit karakterli maddeleri CaO, MgO, CuO

olarak belirtebiliriz. Demir cevherinin yapısında bulunan S, As gibi elementler okside olup sinterleme kademesinde sinterin yapısını terk ederler. K_2O ve sodyumoksit sinterin yapısında kalır. Yüksek fırında bu bileşikler $900 - 1000$ °C civarında buharlaşırlar ve fırın külahında sıcaklık 700 °C olduğu zaman aşağı inerler. Bu işlem devamlı tekrarlandığından fırın içinde devamlı sodyum, potasyumoksit (daha çok da potasyumoksit) birikmesi olur. Bu da yüksek fırının üst kademesinde potasyum oksit kemerinin oluşmasına neden olur. Sodyum oksit ve potasyum okside alkaliler denir. Alkalilerin fırından sodyumklorür ve potasyumklorür olarak veya NaF, KF oluşumu ile atılması için CaF_2 veya $CaCl_2$ sinter harmanına direkt olarak ilave edilmelidir. Sinter harmanına dolomit eklenmesindeki amaç; harman içinde asit – baz dengesini sağlamaktır. Asit – baz dengesinde ilk etap $MgO - Al_2O_3$ dengesidir. Kullanılan cevher yüksek oranda kil içeriyorsa dengeyi sağlamak için dolomit kullanılır. $MgO / Al_2O_3 = 1$ olmalıdır. Eksik MgO miktarını tamamlayacak şekilde dolomit hesaplanarak harmana katılmalıdır. Sinter için kullanılan kireçtaşı yarı kristallidir. Kimyasal yapısında % 52 – 55 CaO, % 0–2 MgO, % 1 –1.55 SiO_2 ve % 1- 2 nem bulunur. Yüksek oranda CaO ihtiva ettiği için CaO/ SiO_2 dengesini sağlamak amacıyla sinter harmanına katılır. Bu oranın 1.22 olması istenir. CaO / SiO_2 oranına küçük baziklik oranı denir. CaO + MgO + CuO / $SiO_2 + Al_2O_3$ oranına da büyük baziklik oranı denir. Her ikisi de genel olarak baziklik tabiriyle anılabilir. Küçük baziklik 0.90 ‘dan büyük olursa sinterleme esnasında açığa çıkan S yanmadan CaS oluşturur. Bu madde kalıcı özellik gösterir. Ancak 1570 °C gibi yüksek bir sıcaklıkta erimeye başlar. Bundan dolayı sinterde istenmeyen bir maddedir. Bu nedenle sinter harmanı oranlanırken baziklikle kükürt yakma oranları beraber düşünülmelidir (Anonim,1975).

Sinterleşmede koktozu katı yakıt olarak kullanılmaktadır. Kok tozu kok fabrikasından alınır. % 12 – 17 oranında nem ihtiva eder. Kuru olarak % 14 – 20 kül bırakır. Külünde %50 SiO_2 , %5 CaO, % 5 Fe, % 7 – 8 Al_2O_3 bulunur. % 80 – 86 yanıcı madde içerir. İyi koklaşmışsa içinde benzol, fenol gibi uçucular olmaz. Harmana katılması gereken kok miktarı % 4’tür. Kok fiziksel olarak ta sinterlemeye etki eder.

Kok çok büyük olursa yanma iyi olmayacağı için sinter bozuk çıkar. Genel olarak kokun 0 – 3 mm arasında olması istenir (Anonim,1975).

Sinter tozları sıcak elek altı ve soğuk elek altından elektrofiltre tozlarından, zincirli konveyörlerde toplanan tozlardan, yüksek fırınlardan bunker altından yapılan

elemde elek altından alınan tozlardan oluşur. Yapısal ve kimyasal özellik bakımından sinterin bütün özelliklerini taşır. Sinterleme sırasında bu tozlar büyütülmüş olur. Sinterleme harmanı içerisindeki sinter tozunun miktarı ve kalitesi sinterleme işleminin sonuçlarına büyük ölçüde etki eder. Bu nedenle sinter tozunun 80 °C' e kadar soğutulmuş olması ve içindeki rutubet oranının % 5'i geçmemesi gereklidir (Anonim,1975).

Sinterleme sırasında düz soğutucudan sonra sinter soğuk elekte elenir. Elek üstü sinter direkt olarak yüksek fırına gönderilir. Elek altı ise sinter tozu ve yatak malzemesi olarak ayrılır. Elek altı sinter tekrar yatak malzeme eleğine alınır.

Sinter yatak altı malzemesinin kullanılma sebepleri şunlardır;

- Izgaralar yüksek sıcaklıktan korunmuş olur.
- Sinter kütesinin ızgara ve peletlere yapışması önlenir
- Harman içindeki toz malzemeler emici kasalara dökülüp verim düşüklüğüne sebep olmaları önlenir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, tam entegre bir çelik fabrikasında bulunan işletme üniteleri ve üretim safhaları genel hatlarıyla tanıtılacaktır. Çelik üretiminde geçmişten günümüze kadar kullanılan yöntemler, bu yöntemler içerisinde en gelişmiş ve dünyada en çok kullanılan yöntem olan Bazik Oksijen Fırınları (BOF) ile çelik üretim prosesi incelenecektir. Bazik Oksijen Fırınlarda üretilen çeliğin kalitesine etki eden faktörler detaylı olarak ele alınacaktır.

Sıvı ham demir ve çelik üretiminin ilk safhası olan sinterleme prosesi genel hatlarıyla incelenecek ve prosesin safhaları ve bu safhalarda gerçekleşen kimyasal ve mekanik olaylar açıklanacaktır. Ayrıca bu süreçte, sinterin kalitesine etkileyen parametreler ve bu parametrelerin yüksek fırın ve bazik oksijen konverteri işlemleri üzerindeki etkileri araştırılacaktır.

Demir-çelik üretiminde dünyada ve Türkiye’de yaşanan gelişmeler ve bu gelişim süreci içerisinde yer alan tam entegre bir çelik fabrikasında uygulanan yatırım projeleri ve modernizasyonlardan örnekler verilecektir.

Ayrıca, günümüzde demir-çelik sektöründeki gelişmeler ele alınacak ve artan rekabet ortamında işletmelerin ayakta kalabilmesi için neler yapması gerektiği tartışılacaktır. Günümüzde işletmelerin rekabet güçlerini korumaları, birçok unsuru bünyelerinde bulundurmalarına bağlıdır. Fiyat, kalite, maliyet, bilgi ve tecrübe, nitelikli işgücü, hammaddeye yakınlık, teknolojiyi takip etme, müşteri odaklı üretim, pazarlara yakınlık, ürün çeşitliliği, farklı ürünler üretebilme ve yaratabilme, üretilen bir ürünün rekabet gücü üzerinde önemli bir etkiye sahip bulunmaktadır. Özellikle yüksek kaliteli ürünü düşük maliyette üretmek oldukça önemlidir. Bu kapsamda üretim işlemlerinin sayısının azaltılması gibi değişik maliyet düşürücü değişiklikler kaçınılmaz olmaktadır. Bu çalışmada bu etkiler tartışılacaktır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. KLASİK BİR ENTEGRE TESİSİN MODERNİZASYONU

4.1.1. Kireç Fabrikası Modernizasyonu

Çelik üretiminde kullanılan kirecin üretilmesi için tam entegre demir çelik işletmelerinde her biri 100 ton/gün veya daha yüksek kapasiteli kok gazı ile çalışan yeterli sayıda kireç fabrikası (kalsinasyon fırını) bulunmaktadır. Fırınlar kireçtaşı veya dolomit taşı kalsinasyonu için kullanılabilir. Eski teknoloji şaft tipi fırınlarda elde edilen kirecin kalsinasyon değeri % 90 seviyelerindedir. Sıvı çelik üretim kapasitesine bağlı olarak kireç fabrikalarının kapasitelerinin ihtiyacı karşılayacak kapasitede olması gerekmektedir. Eski teknoloji şaft tipi kireç kalsinasyon fırınlarından elde edilen kirecin kalsinasyon yüzdesinin istenilen seviyede gerçekleşmemesi nedeniyle, hem kaliteli kireç üretimini hem de öngörülen ilave çelik üretimini gerçekleştirebilmek, ayrıca kükürt giderme istasyonunda da kullanılmak üzere günde yaklaşık 600 ton üretim kapasiteli yeni kireç fabrikalarının işletmeye alınması son yıllarda sözkonusudur. Yeni teknoloji tesislerde kok gazı veya doğal gaz yakıtlı, dik şaftlı ve geri ısı kazanımlı sistemler tercih edilmektedir.



Şekil 4.1. Yeni Teknoloji Kireç Fabrikası

4.1.2. Sıcak Haddehane Modernizasyonu (Yassı Ürün Haddehanesi)

Yassı çelik üretiminde günümüzde Klasik (Konvansiyonel) Sıcak Haddehane teknolojisi yaygın olarak kullanılmaktadır.. Klasik sıcak haddehanede 225 mm kalınlığındaki slablar slab ısıtma fırınında yaklaşık 1250° C sıcaklıkta tavlanmakta ve haddelenmek üzere hatta verilmektedir. Kaba haddede ön haddelemesi yapılan slab 30–40 mm'ye inceltildikten sonra şerit ön malzemesi olarak adlandırılmaktadır. Şerit ön malzemesi uç kesme makasında ucu kesildikten sonra 6 ayaktan oluşan şerit haddeye girmektedir. Buradan nihai kalınlığa haddelenmiş olarak çıkan sıcak şerit soğutma masasında soğutulup bobin sarıcılar da sarılmak suretiyle sıcak rulo haline getirilmektedir. Klasik sıcak haddehane ile birlikte, Slab Döküm Tesisleri ile yassı mamül üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

4.1.3. Cevher Hazırlama Tesisi Modernizasyonu

Cevher Hazırlama tesislerinde kireçtaşı, dolomit, kok tozu, sinter tozu, pelet tozu, cevher tozu, curuf, şlam, kireç, tufal ve bacatozu hazırlanıp gerekli ünitelere beslemesi yapılmaktadır. Hedeflenen üretim kapasitesi doğrultusunda cevher hazırlama tesislerinin kapasitesi ayarlanmalıdır.

4.1.4. Kömür Hazırlama Tesisi Modernizasyonu

Tam entegre bir demir çelik işletmesinde sıvı çelik üretim kapasitesine bağlı olarak belli bir kapasitede çalışır durumda olması zorunlu diğer bir tesis kömür bataryalarıdır. Yüksek fırında üç girdiden biri olan kok kömürünün belirli özelliklerde ve uygun miktarlarda üretilmesi demir-çelik tesisleri için önemlidir. Gerektiği hallerde üretim kapasitesinin artırılması için modernizasyonlar yapılmalı veya ek kömür bataryaları işletmeye alınmalıdır. Mevcut hatların kapasiteleri, gerekli modifikasyonlar ve/veya yeni alımlar yapılarak artırılabilir. Mevcut hatta uygun kapasitede kırıcıların temin edilip yeni kırma ünitesi vasıtasıyla kırma işlemi silolardan önce gerçekleştirilebilir. Çalışmayan mikserlerin 750 tph kapasiteye uygun şekilde modifikasyonların yapılarak veya 2 adet (1' i yedek) uygun kapasitede mikser alınıp sisteme entegrasyonu sağlanabilir. Kömür kırıcıların karıştırma silolarından önceye alınması nedeniyle gerekli modifikasyonlar ve/veya yeni alımlar yapılarak, mevcut konveyör kapasiteleri 750 tph'a çıkarılabilir.



Şekil 4.2. Liman-Kömür stok sahaları arası konveyörler



Şekil 4.3. Üniversal (ST/RE) boşaltma/yükleme makinaları



Şekil 4.4. Yeni Yapılan Konveyör Hatları

4.1.5. Liman Modernizasyonu

Planlanan üretim artışına paralel olarak limandan tahliye edilecek hammadde ve kömür miktarı ile yurt içi ve yurt dışına sevk edilecek ara mal (slab vb.) ve nihai mamullerin (rulo, sac levha, kangal vb.) miktarlarında da artış olacaktır. Artan yük miktarlarının zamanında ve planlanan şekilde yükleme ve boşaltmasının (tahmil ve tahliyesinin) yapılabilmesi için Liman Tesislerinin Modernizasyonunun yapılması ve kapasitelerin artırılması gerekebilir. Liman Modernizasyonu Projesi kapsamında tarama ve derinleştirme işleri, iskele inşaatları, anroşman dolgu işleri ile üst yapıda kargo vinçleri ve forklift alımı yapılmalıdır.



Şekil 4.5.Liman Vinçleri

Demir-Çelik Limanlarında mendireklerin iç kısmında çeşitli su derinliklerinde (-6.00 m ile -18.50m arasında) rıhtım, romörkörler için servis limanı ve tali mendirek dış kısmında maximum -13m su kesimine haiz tankerlerin yanaşabileceği yanaşma yeri ve dolfenler bulunmaktadır. Liman kapsamında 1600 m uzunluğunda ana dalgakıran ve 1100 m uzunluğunda tali dalgakıran bulunmaktadır. Limanın -18.50 m su derinliğindeki 500 m uzunluğundaki rıhtımda 50 Ton kaldırma kapasiteli, kömür tahliyesi için 1250 ton/saat, cevher için 2000 ton/saat boşaltma kapasitesi olan 2 adet boşaltma vinci bulunmaktadır. Aynı zamanda -13.00m ve -19.00 m liman tabanındaki tarama ve derinleştirme çalışmaları ile daha büyük tonajlı gemilerin limanıda boşaltma yükleme işlemleri gerçekleştirilebilir. Rıhtım boyu 130 m uzatılarak bir yerine iki geminin birlikte yanaşması ve boşaltma ve yükleme yapılması sağlanabilir.



Şekil 4.6. Liman Modernizasyonu

Limanda bulunan CDEF rıhtımı slab ve bobin yükleme iskelesine dönüştürülecek, bu amaçla 50.000 dwt'luk gemilerin yanaşabilmesi için su derinliği 10.00m'den 13.00 m'ye çıkarılacaktır. Bunu sağlamak için bloklu rıhtımın çevresine,

uygun genişlikte kazıklı rıhtım inşa edilmelidir. Ayrıca, 18.50m olan liman giriş ağzı, manevra dairesi ve yanaşma iskelesi bölgeleri 19.00 m'ye kadar taranabilir.

4.1.6. Yüksek Fırın Modernizasyonu

Yüksek Fırın modernizasyonu aşamalıdır. Bunlar:

Yüksek Fırın Gövde Soğutma Sistemi ve Refrakterler-Modernizasyonu: Mevcut stave soğutma/refrakter sistemi, yüksek orandaki pulverize kömür enjeksiyon tesisi sistemi için yeni dizayn ile değiştirilmiştir.

Yüksek Fırın Sıcak Hava Sistemi ve Sobaları: Bu proje yüksek fırınlara 1250°C'de sıcak hava verebilecek şekilde mevcut sobalarda ve sıcak hava hattında modifikasyonlar yapılarak, mevcut tüyer stoların çift kardan tip tüyer stoklar ve yeni sıcak hava ringi ile beraber değiştirilmiştir.

Yüksek Fırın Otomasyonu ve Proses Kontrol Sistemi: Otomasyon sisteminin yapısı açık tip veri tabanlı, PLC/DCS felsefesinde, kolay genişleyebilir ve yedekli olacak şekilde yenilenecektir. Sistem üç farklı seviyede (Seviye 0, 1, 2) kontrol edilebilecek şekilde yenilenmiştir.

Yüksek Fırın Çansız Tepe Sistemi: Yüksek Fırın için mevcut çanlı tepe sistemi, paralel 2 bunkerli çansız tepe sistemi ile değiştirilmiştir.

Toz Toplama Ünitesi: Döküm esnasında açığa çıkan tozun tutulması için 480.000 m³/saat kapasiteli torbalı filtre toz toplama tesisi devreye alınmıştır.

Soğutma Kuleleri: Primer devrede ısınan suyun soğutulması amacıyla 6000 m³/saat kapasiteli 5 hücreli soğutma kulesi tesisi devreye alınmıştır.

4.1.7. Doğalgaza Dönüşüm Projesi

Proje kapsamında doğal gaz BOTAŞ'ın "take-off" vanasından alınarak istasyon bölgesine getirilecek, burada 35–75 bar arası basınçta gelen doğal gaz RMS-A istasyonunda 16-19 bara düşürülerek fabrikadaki tüketim noktalarına taşınacaktır. Bu istasyonlarda gaz miktarı ölçümü, temizleme, ısıtma ve kokulandırma işlemleri de yapılacaktır. Ayrıca liman ve kojenerasyon tesisleri için branşman bırakılacaktır.

4.1.8. Kok Gazı Gazometresi

Tesis, İSDEMİR kok fırınlarından çıkan gazların toplanarak depolanması ve gaz dağıtım sistemindeki gerekli basınç düzenleme fonksiyonunun sağlanması amacıyla kurulmaktadır. Sistemde akış ve basınç dengesi kurularak yanma verimi artırılacak ve çevre kirliliği önlenecektir. Kok gazı gazometresi sayesinde yan ürün yakıtlarının kullanımındaki verimlilik de arttırılacaktır

4.1.9. Yüksek Fırın Gazı Gazometresi

Tesis, İSDEMİR yüksek fırınlarından çıkan düşük kalorili gazların toplanarak depolanması ve gaz dağıtım sistemindeki gerekli basınç düzenleme fonksiyonunun sağlanması amacı ile kurulmaktadır. Kuru salmastralı, ince çeperli, kolon tipli sistem seçilmiş olup, %10 alçak seviye, %90 yüksek seviye kaidesine göre çalışacaktır. Mevcut yüksek fırın gaz yoğunluğu 1.27-1.33 kg/Nm³ olup 750-760 kcal/Nm³ kalorifik değere sahiptir ve gaz giriş sıcaklığı 35-45°C'dir. Gaz akış miktarı 500,000-700,000 Nm³/h olup girişteki gaz 7-10 mg/Nm³ toz ihtiva etmektedir. Gazometre sürtünmesiz, hareketli bir piston vasıtasıyla gazı muhafaza edecek ve pistonun hareketli yüzeylerinde sentetik kauçuk salmastraya kullanılarak sızdırmazlık sağlanacaktır.

4.1.10. Turbo Jeneratör Modernizasyonu

Turbo jeneratörlerinin buhar türbini kondenserinde soğutma suyu olarak deniz suyu kullanılmakta olup sistemdeki tıkanmalar nedeniyle, turbo jeneratörlerin üretim kapasitesinde özellikle yaz aylarında azalmalar meydana gelmektedir.

Turbo jeneratörlerin modernizasyonu ile buhar regülasyon sistemlerinde sağlanacak iyileştirmelerle, üretilen birim elektrik gücü başına harcanan buhar miktarının düşürülmesi hedeflenmektedir.

Proje kapsamında enstrüman ve kontrol sistemleri de modernize edilecek ve jeneratörlerin şebeke frekansına bağlı olarak çalışması yerine, çekilen yüke göre çalışması sağlanacaktır. Frekansa bağlı olarak çalışılması durumunda turbo jeneratörler değişen frekansı tutturabilmek için çalışma rejimini değiştirmek zorunda kalmakta ve buhar sarfiyatı artmaktadır. Yüke göre çalışma sistemi getirildiğinde, turbo jeneratörlerin çalışması frekans değişiminden minimum oranda etkilenecektir

4.1.11. Kangal Haddehanesi Modernizasyonu

Proje, kaliteli kangal üretimi, kullanım kapasitesinin artırılması, kangal ağırlıklarının yükseltilmesi, daha büyük kesitli kütüklerin işlenmesini sağlamak, ürün çeşitliliğinin artırılması, ürün maliyetlerinin düşürülmesi, kontrol ve otomasyon sistemlerinin modernize edilmesi, verimliliğin artırılması gibi iyileştirmeleri hedeflemektedir.

4.1.12. Hava Ayırıştırma Tesisi

Tesiste 33 bar basınç %99,5 saflıkta Oksijen, 20 bar basınç %99,9990 saflıkta Azot ve %99,9992 saflıkta Argon üretilmektedir. Tesis içten basınçlandırılmalı tip olup, yukarıdaki gaz üretimlerine ilave olarak aynı zamanda sıvı oksijen ve sıvı azot üretebilecek kapasitededir

Proje, oldukça eskimiş ve yüksek birim maliyetlerle üretim yapmakta olan mevcut hava ayırıştırma tesislerinin yenilenmesi ile hedeflenen çelik üretim artış programı dahilinde oksijen, azot ve argon gazı ihtiyacının da artacağı göz önünde tutularak anahtar teslimi bazında gerçekleştirilmektedir.

4.1.13. Kükürt Giderme Tesisi

İşlem Tonajı	: 200 ton
Günlük İşlem Sayısı	: 85 döküm
İşlem Sehpa Sayısı	: 3 (Aynı anda 2 sülfürizasyon işlemi yapılabilir)
İşlem Yeri	: Sıcak Metal Potası
Desülfürizasyon Aralığı	: 1000 ppm-10 ppm
İşlem Tipi	: İkili üfleme (co-injection) : Çoklu üfleme (multiple injection)

Kullanılan Kükürt Gidericiler : Kireç, Magnezyum, Karpit

Yassı ürün üretimine uygun düşük kükürtlü sıcak maden kullanılarak kaliteli sıvı çelik üretilmesi hedeflenmiştir. 3 istasyonlu 2 üfleme sistemli çelikhane içerisinde bir tesistir. Ayrıca kullanılacak olan kireç tozunun hazırlandığı kireç hazırlama tesisi (reagent plant) de bu kapsamda kurulmaktadır.

4.1.14. Çelikhane Modernizasyonu

	Eski	Yeni
Döküm Tonajı:	120 ton	200 ton
Döküm Sayısı:	50-60 döküm/gün	85 döküm/gün
Yıllık Kapasite:	2.200.000 ton/yıl	5.250.000 ton/yıl
Konverter ve Pota		
Altın karıştırma:	Yok	Var
Sublans Sistemi:	Yok	Var
İkincil Duman Toplama:	Yok	Var

Mevcut 120 MT kapasiteli 3 adet konverter sırasıyla 200MT kapasiteli konverterlerle değiştirilecektir. Konverterlerle beraber yeni sublans sistemi, oksijen üfleme sistemi, curufsuz döküm alma sistemi, hurda-flaks-ferro alaşım besleme sistemleri, gaz soğutma ve temizleme sistemleri, ikincil duman toplama sistemi yenilenecek ve/veya kurulacaktır. Ayrıca proje kapsamında sıcak maden taşımacılığında açık pota-mikser sisteminden torpedolu taşıma sistemine geçilecektir.

Proje kapsamında 2 adet ikiz (twin) tip pota fırınları 4 istasyonlu olarak kurulmaktadır. Projenin en önemli özelliği üretimin devam ederken modernizasyon çalışmasının yapılmasıdır

4.1.15. Kömür Enjeksiyon Tesisi



Şekil 4.7. Kömür Enjeksiyon Tesisi

Yıllık kapasitesi 1.000.000 ton pulverize kömür (200 kg pulverize kömür/ton SHD) olan tesis işletmeye alınacaktır. Tesisler tam otomatik çalıştırılabilir nitelikte ve çevreye duyarlı olacak şekilde dizayn edilecektir. Proje temel olarak kömür manipulasyon, öğütme ve kurutma ve enjeksiyon sisteminden oluşmaktadır. Ham kömür, stok sahalarından kömür enjeksiyon tesisi binasına, galeri içinde boru konveyörler vasıtasıyla taşınacak; oranlama, öğütme, kurutma, kurutma gazından ayırıştırma ve pnömatik taşıma için basınçlandırma ve akışkanlaştırma işlemleri kömür enjeksiyon tesisinde gerçekleştirilecektir. Hazırlanan kömür pnömatik olarak taşınarak yüksek fırın tüyerlerinden fırın içerisine enjekte edilecektir.



Şekil 4.8.Kömür Enjeksiyon Fırını

4.1.16. Kok Batarya Arabaları

Bataryalarda; 3 adet itme arabası, 3 adet kapı arabası, 2 adet şarj arabası, 2 adet söndürme lokomotif-söndürme arabası bulunmaktadır. Arabalar "Spot Machine" olarak çalışacaklardır. İtme Arabaları; kapı temizleme ekipmanları, kasa temizleme ekipmanları, otomatik süngü kapağı açma/kapama sistemi, süngüleme esnasında duman önleyici, döküntü kokları toplama sistemi, süngüleme esnasında geri gelen kömürü toplama sistemi gibi birçok donanıma sahip olarak dizayn edilecektir. Şarj

Arabaları; otomatik kapak alma sistemi, şarj kapağı ve kasası temizleme sistemleri, deveboynu temizleme sistemi, duman toplama sistemi gibi fonksiyonlara sahip olacak şekilde dizayn edilecektir. Kapı Arabaları; kapı temizleme ekipmanı, kasa temizleme ekipmanı, döküntü kokları toplama sistemi, itme esnasında çıkan gazları toplayacak hood sistemi gibi fonksiyonlara sahip olacaktır.

4.1.17. Kok Tali Mahsüller Tesisi Modernizasyonu

2.500.000 ton/yıl brüt kok üretimini öngören maksimum üretim kapasitesine ulaşılması durumunda Kok Tali Mahsüller Tesisinin üretim kapasitesi şu şekilde olacaktır:

Sistemde ham gazın soğutulması için amonyaklı su sirkülasyon sisteminde 3 adet her biri 1.500 ton/saat kapasiteli pompa bulunmaktadır. Kok gazı, bataryalara, exhauster çıkış basıncı olan 1.900 mm SS'dan 750 mm SS'na düşürülmüş bir basınçla sevk edilmektedir Taş kömürünün kok bataryalarında koklaşması esnasında ortaya çıkan kok gazının bir dizi işlemde geçirilmesi ile tali mahsül tabir edilen katran, amonyum sülfat, benzol gibi satılabilir ürünler elde edilmektedir. Ayrıca soğutulan ve temizlenen kok gazı, başta kuvvet santrali olmak üzere birçok tesiste yakıt olarak kullanılmaktadır. Bataryalardan üretilen ham kok gazının emilmesini, temizlenmesini ve yan ürünlerinin alınarak gaz dağıtım şebekesine basılmasını sağlayan Kok Tali Mahsüller Tesisi katran ayırıcı, soğutucular, su sirkülasyon pompa tesisi, katran elektrostatik filtresi, exhauster kompresörü, amonyum sülfat tesisi, amonyaklı su distilasyon tesisi, ham benzol tutma-damıtma tesisi, benzol distilasyon tesisi, katran distilasyon tesisi ve bio-kimya arıtma tesisi gibi ünitelerden oluşmaktadır. Maksimum kapasite kullanımına uygun ve yeterli ekipmanlara sahip olmakla birlikte tesisler mevcut durumda 65.000–70.000 m³/saat kok gazını işleme ve sevk etme kapasitesinde çalışabilmekte, bakım sorunları nedeniyle daha fazla üretim elde edilememektedir. Tali mahsüllerin son derece korozif özelliğe sahip olmalarına rağmen, tesisler uzun süredir detaylı bakım ve tamirat görmemiştir. Mevcut haliyle görevini uzun süre ve yeterli bir şekilde yapacak durumda değildir ve çoğu yıpranma ve çürümeler nedeniyle oluşan arızalar sonucu yan ürün üretim kaybı ve fazla girdi maliyeti oluşmakta, tesisin yüksek maliyetlerle çalışmasına yol açmaktadır. Tesisin esas kuruluş amacı olan kok gazının temizlenmesi yeterince sağlanamamaktadır. Bunun sonucunda da yetersiz temizlenen kok gazı hem verimsiz yanmakta hem de çevre

kirliliği artmaktadır. Basit mekanik ve kimyasal proseslere dayalı üretim yapmakta olan tesis, detaylı bir tamirat ve modernizasyona tabi tutularak hem kapasitenin artırılması, hem de kaliteli kok gazı işleme ve sevk imkanlarına kavuşturulacaktır.

4.1.18. Demineralize Su Tesisi

Kuvvet Santralında kuruluştan bu yana kazanlarda damıtık su kullanılmaktadır. Ham suyun buharlaştırılması yöntemiyle elde edilmekte olan damıtık su, yüksek miktarda yakıt (fuel- oil) kullanılmasına neden olmaktadır. Yeni kurulacak olan Demineralize Su Tesisi ile yakıttan önemli ölçüde tasarruf sağlanacaktır. Ayrıca, kazanlarda demineralize su ile tamamen organik kazan kimyasalları kullanılacak olup, kazanlardaki mevcut %10 blöf (buhar atımı) miktarı %2 mertebelerine indirilerek buhar üretiminde de önemli ölçüde tasarruf sağlanacaktır.



Şekil 4.9. Demineralize Su Tesisi

4.1.19. Kütük Döküm Tesisleri

Demir-Çelik işletmelerinde daha yüksek maliyetle üretimi gerçekleştirilmekte olan kütüklerin (önce blum dökümlerden blum üretilip daha sonra bunları haddeleyerek kütük üretimi) son yıllarda sürekli döküm yoluyla üretilmesi sağlanmaktadır. Üretilen kütüklerin büyük bir bölümü direkt olarak kullanıcılarına satılmakta, geri kalanı

filmaşın haddesinde kullanılmaktadır. Kontinü kütük döküm tesislerinin kapasitesi 1.000.000 ton/yıl civarındadır.



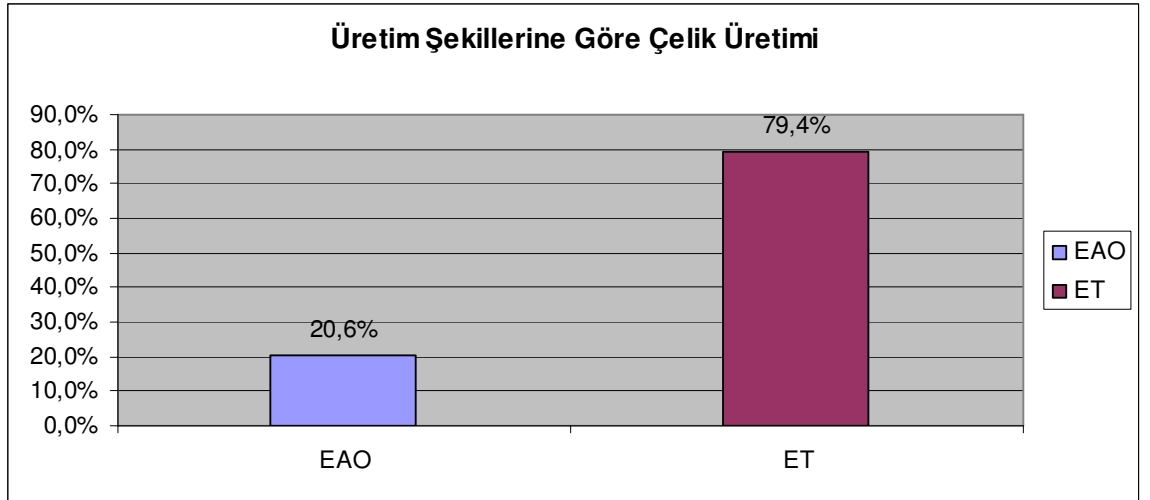
Şekil 4.10. Kütük Döküm Tesisleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda istikrarlı bir artış gösteren demir çelik sektörümüzün ihracatı 2005 yılında, uluslararası piyasalarda büyük ölçüde Çin'den kaynaklanan etkenlerle oluşan arz fazlalığı ve fiyat düşüşlerinden olumsuz yönde etkilenerek, %9,8 oranında gerileme göstermiştir. Türkiye'nin ihracatındaki düşüş, Çin'in net ihracatçı olarak ortaya çıkması sonrasında, uzun ürün ihracatını, rekabet etme şansı vermeyen düşük fiyatlarla, Türkiye'nin geleneksel pazarlarına yönlendirmesi ve bu piyasalarda oluşan arz fazlalığı nedeniyle, fiyatların maliyetlerin altına gerilemesinden kaynaklanmıştır (Anonim,2006).

Sektör, 2005 yılında daralan uluslararası piyasalardaki kayıplarını, iç piyasaya yönelerek telafi etmiştir. İhracata dayalı bir üretim gerçekleştiren sektör, ihracatın % 10 civarında gerilediği bir ortamda, iç piyasadaki canlılık sayesinde, ham çelik üretimini % 2,4 oranında arttırabilme başarısını göstermiştir. İnşaat sektöründeki büyüme, 2005 yılında, Türkiye uzun ürün tüketimine, %29 oranında artış olarak yansımıştır. Toplam demir çelik ürünleri tüketimine bakıldığında, 2005 yılında % 21 civarında bir artışın söz konusu olduğu ve sektörün genel ekonomiye kıyasla çok daha iyi bir performans sergilediği görülmektedir.

Ülkemizdeki 32 milyon tonluk ham çelik kapasitesinin %20,6'sına tekabül eden 6,6 milyon tonu 21 adet elektrik ark ocaklı tesise , %79,4'üne tekabül eden 25,4 milyon tonu ise entegre tesislere aittir. (Şekil 5.1.)

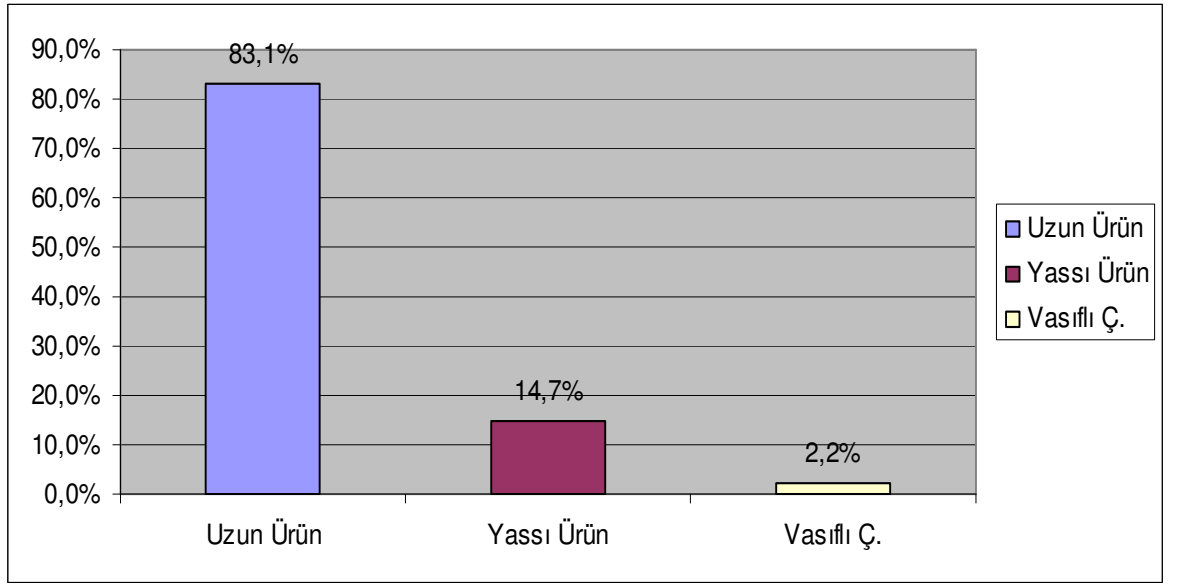


Şekil 5.1. Üretim Şekillerine Göre Çelik Üretim Payları

Söz konusu üretim rakamı ile Türkiye, 1,1 milyar tonluk dünya üretimini gerçekleştiren 61 ülke arasında 11., AB ülkeleri arasında ise 3. sıraya yükselmiştir (Çizelge 5.1.)

2005 yılında 24.7 milyon tonluk ham çelik kapasitesinin, 18.4 milyon tonu (%75) Elektrik Ark Ocaklı kuruluşlara, 6.3 milyon tonu (%25) entegre tesislere aittir. Ürün gruplarına göre ise, kapasitenin 21,2 milyon tonu (%86) uzun ürünlere, 3 milyon tonu (%12) yassı ürünlere ve 492.000 tonu (%2) vasıflı çelik ürünlerine aittir.

2005 yılında Türkiye'nin nihai mamul üretimi, 2004 yılına kıyasla, %13,8 oranında artışla, 19,5 milyon ton civarında; nihai mamul tüketimi %20.6 oranında artışla, 18.3 milyon tona yükselmiştir. Üretim ve tüketimi en çok artış gösteren ürün grubu, inşaat sektöründeki canlanmanın da tesiriyle, uzun ürünler olup, 2005 yılındaki üretimi %16,8 oranında artışla,



Şekil 5.2. Ürün Çeşidine Göre Üretim Miktarları

Diğer taraftan, ülke ham çelik kapasitesinin, 26,6 milyon tonluk bölümü (%83,1) uzun ürün üretimine, 4,7 milyon tonluk bölümü (%14,7) yassı ürün üretimine, geriye kalan 0,7 milyon tonluk bölümü ise (%2,2) vasıflı çeliğe yöneliktir.(Şekil 5.2.)

Çizelge 5.1. Şirketler bazında çelik üretim miktarları

2007		2006		Sirket Adı	2007		2006		Sirket Adı
1	117.2	1	n/a	Arcelor Mittal ¹	41	7.0	38	7.0	Mariupol (Ilyich)
2	32.7	3	32.0	Nippon Steel	42	6.8	39	6.8	BlueScope
3	32.0	5	29.9	JFE	43	6.8	42	6.2	Panzhuhua
4	30.1	4	30.5	POSCO	44	6.6	48	5.7	Jiuquan
5	22.5	6	22.7	Baosteel	45	6.5	41	6.4	voestalpine
6	21.2	7	19.3	U.S. Steel	46	6.4	46	5.8	Handan
7	20.3	8	18.4	Nucor	47	6.4	59	4.4	Tata
8	19.1	12	16.1	Tangshan	48	6.3	43	6.2	Metalloinvest
9	18.3	9	18.2	Corus Group	49	6.3	51	5.4	Taiyuan
10	18.2	10	17.5	Riva Group	50	6.0	54	5.0	Jianlong
11	17.5	13	15.2	Severstal	51	6.0	44	5.9	Chelyabinsk (Mechel)
12	16.8	11	16.5	ThyssenKrupp ²	52	5.7	49	5.6	AK Steel
13	16.1	14	13.9	Evrax Group	53	5.4	56	4.6	Liuzhou
14	15.6	15	13.7	Gerdau	54	5.2	55	4.6	Beitei
15	15.3	20	11.9	Anshan	55	5.2	57	4.5	Tangshan Guofeng
16	14.6	22	10.5	Jiangsu Shagang Group	56	5.1	66	4.0	Xinyu
17	13.8	18	13.0	Wuhan	57	5.0	53	5.2	Erdemir Group
18	13.6	16	13.5	Sumitomo	58	4.9	61	4.4	Nangang
19	13.5	17	13.4	SAIL	59	4.8	69	3.8	Kunming
20	12.8	19	12.6	Techint	60	4.8	50	5.5	HKM ⁴
21	12.5	21	11.4	Magnitogorsk	61	4.5	65	4.2	EZDK
22	11.2	24	10.4	Jinan	62	4.4	85	2.9	Tonghua
23	10.9	27	9.6	Magang Group	63	4.4	60	4.4	Zaporizhstahl
24	10.8	25	10.3	Laiwu	64	4.3	70	3.5	Shaoguan
25	10.7	26	10.3	China Steel	65	4.3	78	3.3	Steel Dynamics
26	10.5	23	10.4	Shougang	66	4.2	86	2.9	Global Steel Holdings
27	9.9	32	8.5	Valin Steel Group	67	4.1	62	4.2	SIDOR
28	9.8	28	9.4	Imidro	68	4.0	76	3.4	Pingxiang Steel
29	9.5	30	8.6	IUD	69	4.0	63	4.2	Hadeed
30	9.1	31	8.5	Novolipetsk	70	3.9	75	3.4	Hebei Jinxi
31	8.9	33	8.2	Hyundai	71	3.8	68	3.9	Nisshin Steel
32	8.8	29	8.7	Sistema Usiminas	72	3.8	58	4.5	Stelco
33	8.7	34	8.2	Metinvest	73	3.7	67	4.0	SSAB
34	7.7	35	7.7	Kobe Steel	74	3.6	87	2.8	Xinjiang Bayi
35	7.6	40	6.5	Benxi	75	3.5	52	5.2	CSN
36	7.5	37	7.0	Baotou	76	3.5	72	3.4	Tianjin Tiantie
37	7.4	36	7.1	Salzgitter ³	77	3.5	80	3.2	IPSCO
38	7.2	45	5.8	Celsa	78	3.4	73	3.4	Vizag Steel
39	7.2	79	3.3	Duferco Group	79	3.4	77	3.3	AHMSA
40	7.0	47	5.8	Anyang	80	3.4	90	2.7	Lion Group

15,4 milyon ton; tüketimi ise %29 oranında artışla, 9 milyon ton seviyelerinde gerçekleşmiştir. Türkiye'nin kişi başına çelik tüketimi, son beş yıllık dönemde, 200 kg'dan, %38 oranında artışla, 275 kg seviyesine yükselmiştir.

Çizelge 5.2. Ülkeler bazında çelik üretim miktarları

ÜLKE	2007		2006	
	sıra	mil. ton	sıra	mil. ton
China	1	422.7	1	355.8
Japan	2	116.2	2	112.5
United States	3	98.6	3	94.9
Russia	4	70.8	4	66.1
South Korea	5	48.5	5	47.8
Germany	6	47.2	6	44.5
India	7	44.0	7	40.9
Ukraine	8	40.9	8	38.6
Italy	9	31.6	10	29.3
Brazil	10	30.9	9	31.6
Turkey	11	23.3	11	21.0
Taiwan, China	12	20.2	13	18.9
France	13	19.9	12	19.5
Spain	14	18.4	14	17.8
Mexico	15	16.3	15	16.2
Canada	16	15.4	16	15.3
United	17	13.9	17	13.2
Belgium	18	11.6	18	10.4
Poland	19	10.0	21	8.3
Iran	20	9.8	20	9.4
South Africa	21	9.7	19	9.5

2005 yılındaki demir çelik ürün ihracatı, 2004 yılına göre, miktar bazında, %9,8, değer bazında, %7,9 oranında azalarak, 11 milyon ton ve 4,8 milyar Dolar olarak gerçekleşmiştir. 2005 yılında, düşük maliyetlerle üretim yapan Çin'in net ihracatçı konumuna geçmesi, Türkiye'nin, Çin menşeli ürünlerin etkisi altında kalan ABD, AB ve Uzak Doğu'ya yönelik çelik ihracatının sırasıyla, %43, %29 ve %44 oranlarında düşüş göstermesi sonucunu doğurmuştur. Buna karşılık, Kuzey Afrika, Orta Doğu ve Körfez ülkelerine yönelik ihracatımızda, artış kaydedilmiştir (Anonim,2006).

2005 yılında demir çelik ürün ithalatı, 2004 yılına göre, miktar bazında %18,9, değer bazında %26,4 oranında artarak, 9,5 milyon ton ve 5,8 milyar Dolar olarak gerçekleşmiştir. Demir çelik ithalatı ağırlıklı bir şekilde BDT ülkeleri ile AB ülkelerinden yapılmaktadır.

2006 yılının ilk 6 aylık döneminde ham çelik üretimi, %10,9 oranında artarak, 11,3 milyon ton civarında gerçekleşmiştir. Üretimin 8.1 milyon tonu (%71.4) Elektrik Ark Ocaklı (EAO) kuruluşlarda, 3.2 milyon tonu (%28.6) entegre tesislerde yapılmıştır. Söz konusu üretim rakamı ile Ülkemiz, dünya ham çelik üretim sıralamasında, 11. sıradaki yerini korumuştur (Anonim,2006).

Demir çelik dış ticaretimiz açısından bakıldığında, geçen yılın aynı dönemine göre, yılın ilk 5 ayı itibariyle, %2,7 oranında artışla 4,9 milyon ton demir çelik ürün ihracatı yapılmış, ihracatta en büyük artış, 747.000 ton ve %92,2 ile yassı ürünlerde gerçekleşmiştir. Aynı dönemde uzun ürün ihracatı 3,5 milyon ton ve %6,9 oranında artarken, ihracattaki en fazla düşüş, 561.000 ton ve %42,8 ile kütük denilen yarı ürünlerde gerçekleşmiştir. Uzun ürün ihracatındaki duraklama ve kütük ihracatındaki yüksek oranlı düşüş, inşaat sektöründe görülen canlılıktan dolayı, inşaat demirlerinin iç piyasaya sunulmasından kaynaklanmıştır.

5 aylık dönemdeki demir çelik ürün ithalatı ise, geçen yılın aynı dönemine göre, %22,3 oranında artışla, 4.5 milyon ton civarında gerçekleşmiştir. İthalat artışı en çok, 555.000 ton ve %82 ile kütük yarı ürünlerinde olmuştur. Bu dönemde ihracatın ithalatı karşılama oranı, geçen yıla göre, 3 puan düşüşle, %86 seviyesinde gerilemiştir.

5 aylık dönemde nihai mamul üretimi, %17,3 oranında artışla, 9,1 milyon tona ulaşmış, üretim artışı en çok, 7,4 milyon ton ve %22,1 ile uzun ürünlerde gerçekleşmiştir. Nihai mamul tüketimi, toplamda %21,6 oranında artışla, 8,4 milyon ton, uzun ürünlerdeki tüketim, %36,4 oranında artışla, 4,1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Özellikle uzun ürünlerdeki yüksek oranlı tüketim artışı, 2005 yılında inşaat sektöründe yaşanan canlanmanın, 2006 yılında da devam etmekte olduğunu göstermektedir (Anonim,2008).

Sektörün üretim kapasitesinin pazardaki talebe uyumlu hale getirilmesini, işletmelerin modernize edilmesini, bu çerçevede sektördeki uzun-yassı mamul dönüşümünün tamamlanmasını ve yassı mamul üretiminin artırılmasını öngören yeniden yapılandırma programının, henüz AB Komisyonu tarafından onaylanmamış olmasına rağmen, sektör kendi kendini yapılandırmaya başlamıştır (Anonim,2008).

Türkiye'nin yassı ürün açığının kapatılması için, 2005 yılında 3,4 milyar dolar tutarında 6,1 milyon ton yassı ürün ithalatının yapıldığı dikkate alındığında, yeniden yapılandırma programının hayata geçirilmesinin ve sektörün devlet yardımlarından yararlanarak, modernizasyon ve yassıya dönüşüm yatırımlarını tamamlamasının önemi, açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Yassı ürün üretimine yönelik projelerin tamamlanmaya başlamasını takiben, 2008 yılından itibaren, Ülkemizin yassı-uzun ürün üretim tüketim değerleri, belirli bir süre içerisinde, daha dengeli bir yapıya kavuşmaya başlayacaktır. Ayrıca üretici kuruluşlarımızın, katma değeri yüksek muhtelif ürünlerin

üretimine yönelik çalışmalarının sonuçlandırılması ile Türk demir çelik sektörünün, dış ticaret açığımızın kapatılmasına olan katkısı, önemli ölçüde artış kaydedecektir (Anonim,2008). Türk demir-çelik sektörünün, üretim- tüketim dengesindeki gelişmelere de paralel olarak, önümüzdeki yıllarda, özellikle ürün çeşitliliği bakımından gelişme göstereceğini, katma değeri yüksek vasıflı ve yassı demir çelik ürünlerindeki üretim kapasitesinin artacağını, çelik tüketiminin de artarak, 2010 yılına kadar, kişi başına çelik tüketiminin 350 kg seviyesini geride bırakacağını ve gelişmiş ülkelerdeki kişi başına tüketim seviyesine, önemli ölçüde yaklaşacağını söyleyebiliriz (Anonim,2008).

Türk demir çelik sektörünün en önemli sorunu, uluslararası piyasalarda ayakta kalabilme sorunudur. Demir çelik sektörünün girdilerini teşkil eden hurda ve cevherde büyük oranda ithalata bağımlı olması, sektörün dış etkenlere karşı son derece hassas olması sonucunu doğurmaktadır. Bu anlamda, sektörün global piyasalara tümüyle entegre olduğunu, başka bir ifade ile, Çin, Avrupa ve Amerika'daki gelişmelerden doğrudan etkilendiğini, söylemek mümkündür. Diğer taraftan, büyük ölçüde ihracata yönelik üretim yapan Türk demir çelik sektörünün, uluslar arası piyasalarda gelişen olumsuzluklardan etkilenmemesi mümkün değildir. Bu açıdan, demir çelik sektörünün, son derece keskin bir rekabetin yaşandığı global piyasalarda rekabet edebilmesi için, sürekli bir şekilde, üretim maliyetlerini düşürmesi, ürün kalitesini artırması ve teknolojisini yenilemesi gerekmektedir. Sektörün yatırımlarını bir an önce tamamlayabilmesi açısından, Ulusal Yeniden Yapılandırma Plânı'nın, süratle uygulamaya aktarılması, hayati önem taşımaktadır.

Avrupa Birliği, sektörde devlet yardımlarını yasaklarken, kendi sektörü üzerine ilave yükler getirmemeye özen göstermektedir. Buna karşılık, Avrupa'daki rakiplerine kıyasla, yüksek elektrik enerjisi fiyatları, hurda ithalâtında fon alınması ve yürürlükteki hurda ithalâtına ilişkin ceza uygulamaları ile, % 6 oranında sakat, eski hükümlü ve terör mağduru istihdam mükellefiyeti gibi, devletin sektöre ilave maliyetler getiren yaklaşımları, ciddi rahatsızlıklara yol açmaktadır. Devletin, Türk ekonomisinin ve sanayinin önemli bir parçası konumunda bulunan demir çelik sektörüne, destek olmak bir yana, sürekli yeni maliyetler yüklemesi ve ilave fon yaratma arayışına girmesi, 50 Dolar aylık ücretle istihdam sağlayan Çin Halk Cumhuriyeti ve düşük enerji ve girdi maliyetleri ile üretim yapan, Rusya gibi ülkelerdeki üreticiler ile rekabet imkanını zorlaştırmaktadır. Bu cümleden yola çıkarak, devletin sektör üzerinde, rekabet gücünü düşürecek ilave

maliyetler yaratmamasına ve diğer ülkelerdeki çelik endüstrileri ile aynı koşullarda, rekabet edebileceği bir ortamı oluşturmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

2006 yılının ilk 6 ayı itibariyle 11 milyon ton civarında net ihracat yaparak, net ihracatçı konumunu güçlendiren Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki gelişmeler, demir çelik sektörümüz açısından hayati önem taşımaktadır. 2000 yılında 127 milyon ton olan ham çelik üretimini, 2005 yılında 350 milyon ton seviyesine çıkaran Çin Halk Cumhuriyeti'nin, 2006 yılında kapasite daraltma ve üretim artış hızını yavaşlatma yönündeki sözlerini uygulamaya aktaramayacağı ve dünya çelik sektörüne yönelik ciddi bir tehdit unsuru olmaya devam edeceği anlaşılmaktadır. 2006 yılının ilk yarısı itibariyle, % 18,3 seviyesine ulaşmış bulunan Çin'in ham çelik üretim artışının, önümüzdeki aylarda da devam edeceği, üretimin yıl sonu itibariyle 410 milyon ton seviyesine ulaşacağı, buna karşılık, tüketiminin aynı hızla artmaması nedeniyle, ihtiyaç fazlası üretimin, ihracata yöneleceği beklenmektedir. 2004 yılında 13 milyon ton net ithalâtçı, 2005 yılında 0,6 milyon ton net ihracatçı, 2006 yılının ilk yarısında ise 10,6 milyon ton net ihracatçı olan Çin'in ihracatının son aylarda hız kazandığı, yılsonu itibariyle toplam net ihracatının, 20 milyon ton seviyesine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Çin çelik ürünleri, 2005 yılında A.B.D. piyasasında yoğunluk kazanarak, bu ülkeye yönelik ihracatımızı olumsuz yönde etkilerken, 2006 yılının ilk 5 ayı itibariyle, Orta Doğu ve Körfez ülkelerine yoğunlaşmış ve bu bölgeye yönelik ihracatımızın, % 25,7 oranında gerilemesine yol açmıştır (Anonim,2008).

Çin'deki gelişmelere paralel olarak hız kazanan global çelik sektöründeki konsolidasyon çalışmaları da, demir çelik sektörümüzü yakından ilgilendirmektedir. 2004 yılı Kasım ayında, LNM, ISPAT ve ISG gruplarının Mittal Steel şemsiyesi altında birleşmelerinin ardından, 2005 yılında 63 milyon ton üretimle dünyanın en büyük çelik üreticisi konumuna gelen Mittal Steel, dünyanın en büyük ikinci çelik üreticisi konumundaki Arcelor hisselerinin de satın alınması ile 2006 yılını, 110 milyon ton üretim ile ikinci sıradaki Nippon Steel'den yaklaşık 4 misli daha yüksek üretim yapar konumda kapatma durumuna gelmiş bulunmaktadır.(Çizelge 4.2) Söz konusu birleşmenin, küresel çelik endüstrisindeki satınalma ve birleşme faaliyetlerine ve konsolidasyon çalışmalarına hız kazandıracacağı değerlendirilmektedir. Çin'in, 2006 yılı içerisinde açıkladığı Çelik Sektöründe Gelişme Planı'nda, birleşmeler teşvik edilmekte ve önümüzdeki yıllarda Çin çelik endüstrisinin parçalı yapısının ve kapasite fazlalığının

konsolidasyonla çözüme kavuşturulması planlanmaktadır. Bu paralelde, toplam 21 milyon ton civarında üretime sahip Çin'de yerleşik Jinan Steel ile Laiwu Steel'in birleşme kararı almaları, Çin'de konsolidasyonun başladığını ve önümüzdeki yıllarda daha da hız kazanacağını göstermektedir. 1995 yılında % 20,4 olan dünyanın en büyük 10 çelik üreticisinin, toplam dünya çelik üretimindeki payı, son 10 yıl içerisinde düzenli bir şekilde artış göstererek, 2005 yılında % 26,4 seviyesine ulaşmış bulunmaktadır(Anonim,2008). Sözkonusu birleşme ve bu birleşmelerin tetikleyeceği diğer birleşmeler ile 2010 yılına kadar ilk 10 çelik üreticisinin Dünya çelik üretimindeki payını % 30'un üzerine çıkaracağı ve bu durumun çelik sektöründe istikrarın tesisine önemli ölçüde katkıda bulunacağı değerlendirilmektedir. Konsolidasyonun, yaratacağı sinerji ile, en azından orta vadede, üretimde etkinliğin sağlanmasına ve arz talep dengelerindeki hızlı değişimden kaynaklanan dalgalanmaların asgariye indirilmesine, bu yönüyle, nisbeten küçük ve orta büyüklükte sayılabilecek kuruluşların nefes almasına imkân sağlayacağı tahmin edilmektedir. Buna karşılık, başta Mittal Steel ve Arcelor olmak üzere, son yıllarda konsolidasyon istikametinde adım atmakta olan kuruluşların, aynı zamanda dikey birleşmeler yolu ile, girdi piyasalarında da hakimiyet kurma yönündeki girişimlerinin, benzeri türden bütünleşmeye gidemeyen kuruluşlar karşısında avantajlı konuma geçmelerine imkân sağlayarak, haksız rekâbete yol açmasından endişe duyulmaktadır..

Günümüzde demir ve çelik sanayi değişim ve dönüşüm sürecini sürdürmektedir. Demir ve çelik sanayinin gelecekte de temel sanayi olma konumunu koruması beklenmektedir. Bu bağlamda büyük entegre çelik üreticisi kuruluşlar bir taraftan artan küreselleşme eğilimi ve yerel mini çelik tesislerinin baskısı ile daha esnek bir üretim anlayışına yönelmiş; diğer taraftan geleneksel emek yoğun bir ticaret sanayinden modern yüksek teknolojiye sahip sermaye yoğun, bilgi işlem teknolojisine dayalı bir sanayi haline dönüşmüştür. Teknolojik gelişmeler ile proseslerin iyileştirilmesi ve rasyonelizasyon sonucu optimizasyon giderek daha önem kazanacaktır. Çeliğin diğer malzemeler ile rekabeti giderek artacaktır. Hafif metaller ve plastikler ile kompozit malzemeler alanında çeliğe ikame malzemeler geliştirilecektir. Ürünün fiyatı, işlenebilirliği ve hizmet özellikleri kullanımında belirleyici faktörler olmaya devam edecektir. Kaynakların ve çevrenin korunması çelik ürünlerinin üretiminden kullanım dışına çıkışına kadar geçen süredeki ömründe en önemli faktörler olarak kalmaya

devam edeceklerdir. Yüksek işgücü maliyetlerinin olduğu çelik kuruluşları geniş uygulama alanına sahip yüksek kaliteli ve yüksek katma değerli malzemeler üreterek gelecekteki yaşam şanslarını koruyabileceklerdir. Ürün kalite gerekleri, üniform ürün özellikleri, sıfır hatalı ürün üretme gibi hedeflere ulaşma ihtiyacı giderek artacaktır. Sürekli bir maliyet düşürme ihtiyacı gündemde kalmaya devam edecektir. Ancak, prosesler ve üretim sıraları kitle halinde üretim esnasında küçük miktarlarda üretim yapabilecek esnekliğe müşteri tarafından belirlenen teslim süresi içinde sahip olacaklardır. Bu hızlı değişim sürecinden dolayı gelecekte gerek çelik sanayi, gerekse diğer sanayi dalları açısından artık geçerli olan büyüklük değil esneklik; miktar değil kalite; ölçek ekonomisi değil çeşitlilik; randıman değil produktive; işe göre adam değil adama göre iş; yönetimin organizasyonu değil işin organizasyonu; teknoloji odaklılık değil müşteri odaklılık ve teknolojinin müşteri talepleri doğrultusunda yönlendirilmesi; hepsinden önemlisi çalışanların özgür bir ortamda sergileyebilecekleri yaratıcılıkları; insanın, eğitilmiş işgücünün önemi ve bunlara değer verilmesi; tüm bunların gerçekleşebilmesi için eğitimin yeniden organizasyonu ile yaratıcı düşüncenin herşeyden üstün tutulması önemli yer tutacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2006. **Uluslararası Metalürji Kongresi Demir Çelik Sektör Raporları**, Metalürji Mühendisleri Odası, Ankara.
- Anonim, 1975. **Sinter Fabrikası Teknik Arşiv**, İskenderun
- Arısoy, C.F., Mumcu, A., Sesen, M.K.,2001. **Sinter üretiminde bazik oksijen fırını (BOF) cürufunun kullanılmasının etkileri**. Metalürji Dergisi, (133), 60-66s.
- Kılık, R., 2001. **Malzeme Bilgisi Ders Notları**, Erciyes Üniversitesi.
- Pengelly, A.E.S.,1993. "**Strong Future for Steel in the 21st Century**", Steel Times International
- Rothery H. W., 1981.**The structure of Alloys of Iron**, Metal Progress.
- Ward R. G.,1989. **An Introduction to the Physical Chemistry of Iron and Steel Making.**
- Weimer, Hans-Eike,1993. "**Development Trends in Oxygen Steel Making**",Germany
- Yıldırım, M, Cemal, 1989. "**The Restructuring Policies in Steel Industry in EC; A Case Study for Turkish Steel Industry**", London.
- Yıldırım, M. C. ,2005. **Demir Çelik Sanayimizin Görünümü1'**, Metalürji Dergisi, Metalürji Mühendisleri Odası.

TEŞEKKÜR

Beni yüksek lisans öğrencisi olarak kabul eden, bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesinde bana destek olan, bilgi ve tavsiyelerini benimle paylaşan danışmanım Sayın Prof. Dr. Gürel ÇAM'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca bilgisini esirgemeyen, değerli görüş ve katkılarıyla beni yönlendiren İSDEMİR A.Ş. Sinter ve Hammadde Manipulasyon Müdürü Sayın Hüseyin KIŞLALI ve yardımlarını esirgemeyen teknik arşiv çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında maddi-manevi desteğim annem, babam ve sevgili eşime en içten minnet ve şükran duygularıyla teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

15.07.1980 tarihinde Konya'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Hatay'da tamamladım. 1998 yılında Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimime başladım ve 2005 yılında mezun oldum. 2005 yılında İskenderun Demir Çelik Fabrikası'nda mekanik bakım mühendisi olarak çalışmaya başladım ve bu görevime devam etmekteyim.