



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOK BATARYALARININ DEVREYE ALINMASI, İŞLETİLMESİ VE
EKONOMİK ÖMRÜNÜN ARAŞTIRILMASI.**

HASAN BASRİ POYRAZ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
ŞUBAT – 2015**



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOK BATARYALARININ DEVREYE ALINMASI, İŞLETİLMESİ VE
EKONOMİK ÖMRÜNÜN ARAŞTIRILMASI.**

HASAN BASRİ POYRAZ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
ŞUBAT – 2015**

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOK BATARYALARININ DEVREYE ALINMASI, İŞLETİLMESİ VE
EKONOMİK ÖMRÜNÜN ARAŞTIRILMASI.

HASAN BASRİ POYRAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KANCA danışmanlığında hazırlanan bu tez 05/02/ 2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KANCA
Başkan

Doç. Dr. Erdoğan ÖZBAY
Üye

Yrd. Doç. Dr. Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI
Üye

Doç. Dr. Okan ŞENER
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Hasan Basri POYRAZ

ÖZET

KOK BATARYALARININ DEVREYE ALINMASI, İŞLETİLMESİ VE EKONOMİK ÖMRÜNÜN ARAŞTIRILMASI

Kok fabrikalarında kullanılan refrakterlerin özenle üretilmesi, korunması ve örülmesi gerekmektedir. Kok Bataryaları bir kez devreye alınabilmekte ve yaklaşık 40 yıl sürekli işletmede kalmaktadırlar. Bu sebepten özellikle devreye alma dönemi (heating up) bataryanın ömrünü direkt etkilemekte ve çok titiz olarak uygulanmalıdır. Devreye alındıktan sonra bataryanın birçok bölgesine müdahale edilememektedir. Refrakter malzemenin kalitesi, örüm kalitesi ve heating up süreçleri hayati önem arz etmektedir. Ayrıca batarya ömrünün uzun tutulabilmesi için işletme şartlarının da büyük bir disiplinle korunması gereklidir.

Bu Çalışmada; kok bataryalarında kullanılan refrakterlerin üretim aşamasından başlayarak, sahaya taşınması, örümün yapılması ve kontrollü bir şekilde ısıtılarak bataryanın devreye alınması çalışmalarının detaylı bir şekilde araştırılmıştır. Kok bataryalarının işletme esnasında yapılan yanlış uygulamalarla refrakter yapının gördüğü zararları ve dolayısıyla kok bataryasının ömrüne etki eden faktörler araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kok Bataryaları, Refrakter, Silika Tuğla, Şamot Tuğla, İzolasyon Tuğlası, Isıtma.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE COKE OVEN BATTERIES HEATING UP, OPERATION AND ECONOMICAL SERVICE LIFE

Refractories which are used in Coke Oven Batteries should be produced carefully and strictly protected and bricklayer. Coke Oven Batteries can be commissioned one time and operated almost 40 years. Therefore Heating Up is an important and complicated technological process before the commissioning of coke oven, its heating up quality has great influence on the service life of coke oven. After commissioning of the Battery, it is not quite possible to reach most places of the battery. More over to extend the service life operation conditions should be kept strictly.

In this thesis; Refractories which are used in Coke Oven Batteries is studied from production of the batteries, transportation and warehousing, brick lining and Heating Up stages. Mistakes during operation of Coke Oven Battery which is damage refractories and affects service life of the Battery have been studied.

Keywords: Coke Oven batteries, Refractory, Silica Brick, Fireclay Brick, Insulating Brick, Heating Up.

TEŞEKKÜR

Kok fabrikalarında kullanılan refrakterlerin üretim aşamasından başlayarak, sahaya taşınması, örümün yapılması ve kontrollü bir şekilde ısıtılarak bataryanın devreye alınması çalışmalarının detaylı bir şekilde aktarılması çalışmamda bana destek ve motivasyon veren, yüksek lisans eğitimim boyunca kıymetli bilgilerini bana aktaran yol gösteren, sıkılmadan desteğini benden esirgemeyen, bu çalışmayı yapmam için büyük bir sabır ve özveri gösteren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KANCA' ya ve Arş. Gör. Mehmet DEMİR'e, kullanılan kaynakları hazırlayan tüm editör, yazar ve adı geçenlere, çalışma arkadaşım Sn. Evren ERSOY'a ve çalışmalarımda manevi desteğini eksik etmeyen çok değerli eşim Sibel POYRAZ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Refrakter Malzemelerin Tanımı ve Tarihçesi	8
3.2. Refrakter Üretim Bilgileri	9
3.2.1. Şamot Tuğla	9
3.2.2. Silika Tuğla	10
3.2.3. İzolasyon Tuğlaları	11
3.3. Refrakter Malzemelerin Genel Özellikleri	12
3.3.1. Kimyasal ve Mineralojik Yapı	12
3.3.2. Genleşme ve Büzüşme	12
3.3.3. Yoğunluk ve Porozite	12
3.3.4. Fırın Sıcaklığında Basınca Direnç	13
3.3.5. Isıl Özellikler	13
3.3.6. Isıl Çatlama ve Parçalanma	13
3.4. Refrakter Malzemelerin Teknik Özellikleri	13
3.4.1. Mukavemet	13

3.4.2.	Isıl İletme Kat Sayısı	14
3.4.3.	Isıl Genleşme Katsayısı	14
3.5.	Kok Bataryalarına Ait Bilgiler	14
3.5.1.	Fırının Yapısı	15
3.5.2.	Fırınlarda Koklaşma Olayı	16
3.5.3.	Koklaşmaya Tesir Eden Faktörler.....	17
3.5.4.	Yanma Kamaraları	17
3.5.5.	Rejeneratör	18
3.5.6.	Fırın Duvarının Isıtılması	19
3.5.7.	Bataryaların Sınıflandırılması	20
3.6.	Kok Bataryalarında Kullanılan Refrakterler	22
3.6.1.	Kok Batarya Refrakterleri Ana özellikleri	22
3.6.2.	Kok Batarya Refrakter Gereklilikleri.....	22
3.7.	Yöntem.....	24
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	25
4.1.	Batarya Gövdesi Yapısı ve Batarya Tipi.....	25
4.1.1.	Batarya Gövde Yapısı	25
4.1.1.1.	Yanma Kamarası ve Koklaşma Kamarası.....	26
4.1.1.2.	Meyilli Yollar (Corbel Zone)	27
4.1.1.3.	Fırın Çatısı.....	27
4.2.	Kok Batarya Refrakter Örümleri Kuralları.....	27
4.2.1.	Genel	28
4.2.2.	Yükleme, Boşaltma, Taşıma ve Depolama	29
4.2.3.	Harç	30
4.2.4.	Ön Montaj	30

4.2.5.	Kok Batarya Temeli ve Kontratuar Duvarları.....	31
4.2.6.	Merkez Çizgisi ve Kontrol Hazırlığı.....	31
4.2.7.	Genel Kurallar	32
4.2.8.	Tuğla Örümünde Kontrol	33
4.2.9.	Isıtma Duvarlarında Refrakter Örümü Kuralları.....	34
4.2.10.	Tuğla Birleşim Yerleri (Derz Bağlantıları)	34
4.2.11.	Tuğla Örümünün Ayarlanması.....	35
4.2.12.	Rejeneratör Bölgesi Örümü	35
4.2.13.	Sole Flue ve Rejeneratör Duvarı Örümü.....	35
4.2.14.	Rejeneratör Duvar Örümü.....	38
4.2.15.	Checker (Delikli) Tuğlaların Harçsız Örülmesi	39
4.2.16.	Corbel Zone (Meyilli Yollar) Örümü.....	40
4.2.17.	Koklaşma Kamarası Örümü.....	42
4.2.18.	Fırın Çatısı Örümü	44
4.2.19.	Isıtma (Heating Up) Öncesi ve Sonrası Yapılacak Örümler.....	44
4.3.	Kok Bataryalarının Devreye Alınması (Heating Up).....	45
4.3.1.	Kurutma Periyodu	46
4.3.2.	Kok Batarya Isıtma Planı	47
4.3.3.	Isıtma Sıcaklık Artış Eğrisi	48
4.3.4.	Isıtma Öncesi Yapılması Gerekenler	48
4.3.4.1.	Zırh.....	48
4.3.4.2.	Kok Batarya Gövdesi	48
4.3.4.3.	Batarya Üstü.....	49
4.3.5.	Isıtma Esnasında Yapılacak İşler	49
4.3.6.	Batarya Isıtma Ekipmanları.....	49

4.3.7.	Ateşleme Öncesi yapılacak İşler	49
4.3.8.	Isıtma Yönetimi (Heating Up Management)	50
4.3.9.	Ateşleme Öncesi Hazırlıklar	50
4.3.10.	Fırınlara Ateşlenmesi	50
4.3.11.	Fırınlara Sıcaklık Yönetimi	51
4.3.12.	Yay Baskılarının Yönetimi	52
4.3.13.	Isıtmada Yapılacak Sıcak Tamir Çalışmaları.....	53
4.3.14.	Batarya Fırınlara Ateşlenmesi	54
4.3.15.	Ateşleme.....	54
4.4.	İşletmede Ortaya Çıkacak Sorunların Giderilmesi ve Sıcak Tamir	55
4.4.1.	Düşük Sıcaklıkta Çalışmanın Zararları	55
4.4.2.	Yüksek Sıcaklıkta Çalışmanın Zararları	56
4.4.3.	Termik Şoklar.....	56
4.4.4.	Sıcak Tamir	56
4.5.	Kok Bataryalarının Ekonomik Ömrü ve Kayıplar	58
4.6.	Sıcak ve Soğuk Tamir Alternatiflerinin Karşılaştırılması.....	60
4.6.1.	Kok Bataryalarında Tamir Uygulamaları.....	60
4.6.2.	Kok Bataryalarının Sıcak Tamir Yapılması Alternatifi	60
4.6.3.	Kok Bataryalarının Soğuk Tamir Yapılması Alternatifi.....	65
4.6.4.	Genel Değerlendirme	67
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	69
	KAYNAKLAR.....	70
	ÖZGEÇMİŞ.....	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Silika ve Şamot Tuğla Genleşme Eğrileri.....	11
Şekil 3.2. Kok Batarya Genel Görünüşü.....	15
Şekil 3.3. Koklaşmış Kömür	17
Şekil 3.4. Kok Batarya Kesit Resmi.....	19
Şekil 3.5. Batarya Tipik Görüntüsü (İtme Taraf).....	21
Şekil 4.1. Batarya Gövde Yapısı	25
Şekil 4.2. Sole Flue Kanalı.....	37
Şekil 4.3. Sole Flue Kanalları (Hava Gaz Kutusu Bağlantısı)	37
Şekil 4.4. Rejeneratör Duvarı örümü	38
Şekil 4.5. Rejeneratör Bölgesi Checker Tuğla Örümü.....	39
Şekil 4.6. Checker Tuğla Örümü (2).....	40
Şekil 4.7. Corbel Zone (Meyilli Yollar) Örümü	41
Şekil 4.8. Meyilli Yol Görüntüsü.....	41
Şekil 4.9. Kok Batarya Refrakter Yapısı.....	43
Şekil 4.10. Koklaşma Kamaraları, Buckstay ve Zırhlar.....	43
Şekil 4.11. Günlere Göre Sıcaklık Artış Grafiği	48
Şekil 4.12. Fırınların Ateşlenmesi.....	51
Şekil 4.13. Hasarlı Fırın Duvarı	57
Şekil 4.14. Hasarlı Fırın Duvarı	58
Şekil 4.15. Sıcak Tamir Uygulama Örneği	58
Şekil 4.16. 1 kg. Kömürün Koklaşması İçin Harcanan ve % Kapanan Fırın Oranı.....	59
Şekil 4.17. Üretilmekte Olan Kok Gazı Miktarı ve % Kapanan Fırın Oranı	60
Şekil 4.18. Sıcak Tamir Uygulaması.....	61
Şekil 4.19. Sıcak Tamirde Yenilenecek Olan Bölge (Turuncu Kısım).....	62
Şekil 4.20. Sıcak Tamir Fırın Çatı Bölgesi Sökümü.....	63
Şekil 4.21. Isıtma Duvarları Sökümü	63
Şekil 4.22. Isıtma Duvarları Örümü.....	64
Şekil 4.23. Sıcak Tamir Sonrası Fırının Isıtılarak Devreye Alınması.....	64
Şekil 4.24. Soğuk Tamirde Yenilenecek olan Bölge (Turuncu ve Mavi Kısım)	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Günlere Göre Sıcaklık ve Genleşme Çizelgesi.....	46
Çizelge 4.2. Günlük Sıcaklık Artışı	47
Çizelge 4.3. Sıcaklık Dalgalanma Toleransları.....	50
Çizelge 4.4. Sıcaklığa Bağlı Yay Baskı Yükleri.....	52

1. GİRİŞ

Türkiye’de 2014 yılı ilk altı ayında ham çelik üretimi 17,3 milyon ton olarak gerçekleştirilmiştir. Bu üretimin elektrik ark ocaklı tesislerdeki miktarı 24.72 milyon ton iken entegre tesislerin ham çelik üretimi 9.93 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.[1]

Yaklaşık 10 milyon ton ham çelik üretimi yapılan tesislerde kok ihtiyacı 5 milyon ton mertebesinde olmaktadır. Pulverized Coal Injection (PCI) tesisi olan fabrikalarda bu oran azaltılabilmektedir. Metalürjik kok, yüksek fırınlarda demir cevheri ile birlikte ana girdi olarak kullanılmaktadır. Sıvı Ham Demir (SHD) üretimi sırasında kokun yüksek fırınlarda, bir başka madde tarafından doldurulamayan bazı temel işlevleri vardır. Bu nedenle çelik üretilen tesislerde, kok bataryaları zorunlu bir halkayı oluşturur. Ayrıca entegre tesislerde çelik üretim prosesi, büyük miktarda enerji gerektiren ve büyük miktarda enerji depolayan bir prosestir. Bu enerjinin bir kısmı kok üretimi sırasında bataryalardan elde edilir.

Kok, yüksek fırında kullanılan evrensel bir yakıttır. İndirgeyici ve ısı sağlayıcı olarak görev alır. Aynı zamanda üretim maliyeti içinde önemli bir yer kaplar. Kömür, kok olarak ve enjeksiyon halinde toz kömürün yüksek fırına yakıt olarak yüklenmesi şeklinde tüketilmektedir. Kok üretimi için satın alınan kömürlerden beklenen özellikler, diğer proseslerde beklenen özelliklerden çok farklıdır. Sadece belirli bir sınıf kömür, yüksek fırında pik üretimi için çok spesifik özellikleri sağlayacak şekilde kaliteli kok üretimine imkan sağlar.

Kokun yüksek fırında beş temel fonksiyonu vardır. Bunlar; ısı kaynağı sağlamak için bir yakıt olarak kullanılması, demir oksitlerin indirgenmesi için CO sağlaması, metal ve metaloid oksitleri, Mn, Si, P gibi indirgemesi, demiri karbürize ederek erime noktasını düşürmesi, kuru ve ıslak bölgelerde geçirgenliği sağlaması ve mekanik destek olmasıdır. Kokun geçirgenliği cevher, sinter ve pelete göre % 60-100 oranında daha fazladır. Kok tüyer seviyesine ininceye kadar erimez ve burada hava tarafından indirgenir.

Metalürjik kok üstün fiziksel özelliklere sahip olması için yüksek sıcaklıklarda üretilir. Koklaşmaya uygun üstün vasıflı bir kömür bile düşük sıcaklıklarda (500-900°C) koklaştırılırsa metalürjik maksatlar için uygun değildir. Genel olarak, en iyi yüksek fırın koku pulverize edilmiş ve harman yapılmış, fazla uçucu madde ve az uçucu madde

ihativa eden kömürlerin karışımından yüksek sıcaklıklarda düzenli bir ısıtma ile elde edilir.

Metalürjik kokta aranan genel özellikler; yüksek fırınlarda kullanılacak kok, sevkiyatta parçalanmayacak, yüksek fırının ağır şatlarının basıncı altında ezilmeyecek kadar sağlam ve dayanıklı olmalıdır. Toz ve ince parçaları ihtiva etmemeli ayrıca istenilen yanma hızı ile yanması için kok parçaları fazla iri olmamalıdır. Bu fiziksel özellikler koklaşmaya uygun iyi bir kömürde koklaşma metodu ile kontrol edilir.

Kömür fırına şarj edilip ısıtıldığında 315-475°C de plastik hale gelir. Bitümlü kömür (taş kömürü) bu sıcaklık aralığına ısıtıldığında uçucu maddeler önce hızlı olarak sonra 950°C a kadar daha yavaş olarak kömürden çıkarlar. Plastik sınırdan sonra yavaş ısıtma kokun sertliğini biraz arttırır. Kok parçalarının ebatları büyük ölçüde şarj edilen kömürün ebadına bağlıdır. İyi bir metalürjik kokun kimyasal bileşiminde çok az uçucu madde ve % 85-90 karbon bulunur. Yüksek fırında izabe esnasında fosforun hemen hepsi ve kükürdün bir kısmı pik demirine geçer. Kül ise cürufa geçer. Kokun yüksek fosfor ve kükürt içermesi arzu edilmez. Genel olarak koktaki fosfor miktarı yüksek değildir ve hemen daima % 0.05'in altındadır. Kükürt ise % 0.6 dan 2 ye kadar olabilir. Fakat pik demirine geçmesi bakımından mümkün olduğu kadar düşük olması arzu edilir.

Koktaki; kül miktarı çok iyi kalitelerde % 6 civarında, düşük kalite koklarda % 14- 16 ve genelde % 8-12 arasındadır.

Koklaşmanın gerçekleştiği fırınlarda hava yoktur. Damıtma için gerekli ısı fırının dışarıdan ısıtılmasıyla sağlanır. Koklaşma sonucu elde edilen gazlar fırının bitişiğindeki bölümlerde yanar ve fırını ısıtırlar. Koklaşma sırasında açığa çıkan uçucu maddeler değişik işlemler uygulanarak gaz ve yan ürün olarak elde edilir. Üretilen gazın %40'ı tekrar kok fırınlarını ısıtmada kullanılır.

Sistem, batarya şeklinde dikdörtgen şekilli odacıklardan oluşmuştur. Odacıkların sayısı 100-200 arasında değişmektedir. Bataryalarda sırası ile bir koklaşma odacığı bir ısıtma odacığı bulunmaktadır. Böylece her koklaşma kamarasının iki yanında birer ısıtma kamarası bulunmaktadır.

Isıtma kamaralarına gaz ile beraber rejeneratif kamaralardan geçerek ısınmış hava verilmektedir. Rejeneratif kamaralar ısıtma ve koklaşma kamaralarının altında olup, ısıtma kamaralarında gazla karışıp yanmayı sağlayan havanın ısıtılması için

kullanılırlar. Kömürlerin koklaşabilmesi için gerekli ısı, ısıtma kamaralardan geldiği için koklaşma yan duvarlardan başlar ve kömür yatağının ortasına doğru ilerler. Koklaşma işlemi tamamlandıktan sonra kok itici makine ile itilerek fırının diğer tarafından vagona alınır. Fırının kok tarafı kokun kolayca boşalabilmesi için itici tarafından 5-10 cm. daha geniştir. Vagona alınan sıcak kok üzerine su püskürtülerek söndürülmektedir. Koklaşma süresince fırının her iki ağzı refrakter astarlı kapılarla sıkıca kapatılır. Uçucu gazların çıkması için fırın tavanında bir uçta veya her iki uçta delikler vardır. Bu deliklerden dışarı alınan gazlar bir boru vasıtasıyla bataryanın gaz toplama ana borusuna gider. Bu gazlara daha sonra değişik işlemler uygulanarak değişik yan ürünler elde edilmektedir.

Sıcak kamaraya doldurulan kömür dıştan içe doğru yavaş yavaş ısınır. Koklaşma anında ilk 200°C ile 400°C arasında kömür tanecikleri tarafından absorbe edilmiş su buharı, CO₂ ve CH₄ (metan) gazları açığa çıkar. Koklaşma sıcaklığı arttıkça metan, etan gibi doymuş, etilen gibi doymamış hidrokarbonlar parçalanmaktadır. Buna karşılık H₂ miktarı artmaktadır. Aynı şekilde sıcaklık arttıkça CO₂, CO 'e dönüşmekte ve CO miktarı artmaktadır. Kömürün koklaşması fırının yanma kamaralarının duvarından başlar, kömür yığınının ortasına doğru ilerler. Koklaşabilir kömür havasız ortamda sıcaklığı 400°C civarında yumuşayarak şişer.

Sıcaklık arttıkça kömür plastik veya yarı plastik hale gelir. Plastik kitle içindeki gazlar, sıcaklığın tesiri ile genişleyerek kömürü şişirir. Kömürün sıcaklığı 500°C'ye ulaştığında kömür büzülerek katılaşır, gözenekli kok şeklini almaya başlar. 600°C civarında koklaşma başlar. Sıcaklık 1000-1100°C'ye kadar çıkartılır ve bu sıcaklıkta 18-22 saat bekletilen kömür, gaz ve buharlaşan maddelerini vererek akkor halinde bir kütle oluşturur. Koklaşma hızı maksimum kapasitede 25,4mm/saat'tir (1inç/saat). Koklaşmanın sonunda fırın içindeki kızgın kok kütesinin ortasında yukarıdan aşağıya bir çizgi oluşur, buna koklaşma çizgisi denir. Bu çizginin belirginliği ve devamlılığı incelenerek kokun kalitesi hakkında yorum yapılır. İyi bir koklaşmada elde edilen kok kütesinde bu çizginin *belirgin ve devamlı olması* gerekmektedir.

Koklaşma işlemi bittikten sonra kamaralarının yan kapıları açılır. Özel bir iletme makinesi ile koklar kamaralardan çıkartılır. Çıkarılan kokun sıcaklığı çok yüksek olduğundan havanın oksijeni ile birleşerek yanar. Bunu önlemek için kok üzerine bol miktarda su püskürtülerek söndürülür. İşlem verimi %80 dolayındadır.

Demir oksitten ekonomik olarak metalik demir üretmek için en uygun indirgen karbondur. Önceleri bu nedenden dolayı erimeye elverişli karbon içermesi ve uygun özelliklerinden dolayı odunun damıtılmasıyla elde edilen odun kömürü kullanılmıştır. Fakat bugün yüksek fırınlarda demir eldesinde kok kullanılmaktadır. Kok, antrasit ve veya taş kömürün (bitümlü kömür) kuru damıtılmasıyla elde edilir. Kok gözeneklidir. Kokun kimyasal bileşimi gibi fiziksel özellikleri de kullanılan kömüre ve damıtma sıcaklığına bağlıdır. Metalurjik kokun üstün fiziksel özelliklere sahip olması için yüksek sıcaklıklarda (1100–1250 °C) elde edilmesi gerekir. [2]

Ülkemizde İsdemir, Erdemir ve Karabük olmak üzere üç Demir Çelik fabrikasında da kok bataryaları işletilmektedir. Ülkemiz sanayisinin lokomotiflerinden olan entegre Demir Çelik Fabrikalarında kok fabrikası işletmeciliği üretilen çeliğin maliyetleri açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada; kok fabrikalarında kullanılan refrakterlerin üretim aşamasından başlayarak, sahaya taşınması, örümünün yapılması ve kontrollü bir şekilde ısıtılarak bataryanın devreye alınması, kok bataryalarının işletilmesi esnasında yapılan yanlış uygulamalarla refrakter yapının gördüğü zararlar ve dolayısıyla kok bataryasının ömrüne etki eden faktörler araştırılmıştır. Yüksek maliyetlerle kurulan kok fabrikalarında ana girdi olan refrakter malzemesinin yapısının korunması için dikkat edilmesi gereken hususlar, batarya işletmeciliği, koklaşma, ısıtma rejimleri ve sıcak tamir ele alınmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu konu demir çelik sektörü içerisinde çok önemli bir yer tutmasına rağmen, akademik çalışmalarda kendine yer bulamamıştır. Yapılan çalışmalarda işin ticari boyutu (know how) ön planda tutulduğu için yapılan çalışmalar, tecrübe ve bilgiler firmalar tarafından gizli tutulmak istenmiş ve paylaşılmamıştır. Bu bilgiler paylaşılamadığı için yapılan yatırım ve çalışmalarda uzman firmalara bağımlı kalınmıştır. Kok fabrikaları üzerine yapılmış olan çalışmalardan bazıları şunlardır;

Termal kamera ölçümleri ile Erdemir kok fabrikası için enerji dengesi uygulama isimli çalışma Ertem ve Özdebak, tarafından yapılmıştır. Çalışmada kok bataryalarına giren ve çıkan enerji miktarları incelenerek, meydana gelen kayıplar araştırılmıştır. Geri dönüşüme çevrilebilecek ısı miktarı yaklaşık %60 olarak hesaplanmıştır. Rejeneratör duvarlarından ve fırın kapılarından dışarıya atılan ışıma ısısının, ısı izolasyonu yapılarak önlenilebileceği ortaya çıkmıştır. [3]

Kok bataryalarında seramik kaynak uygulamaları hakkında Çifci, Örs ve Pfeiffer tarafından çalışma yapılmıştır. Çalışmada hasarlı refrakter bölgelerinin seramik kaynak uygulaması yapılarak tamir edilmesi konusu anlatılmıştır. Seramik kaynak uygulamasının kılcal çatlakları kapattığı ve iyi bir kaynak uygulamasının 2 yıl boyunca dayanabildiği sonuçları ortaya çıkarılmıştır.[4]

Ereğli demir ve çelik fabrikaları kok fabrikası batarya fırınlarına ekserji analizi uygulaması Uşengül ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada enerji ve ekserji kaybı yönünden analizi yapılmış ve sisteme iyileştirme önerileri yapılarak verimliliğin artırılması ele alınmıştır. Erdemir kok fabrikaları tesisinin enerji ve ekserji kaybı yönünden analizi yapılmış ve sisteme iyileştirme önerileri yapılmıştır. Bu amaçla tesiste yanma ve kok kamaralarına ait tüm noktaların ayrı ayrı ekserjileri ve enerjileri hesaplanmış, ünitelerdeki kayıplar tespit edilmiştir. [5]

Kok fırın gazı prosesleri ve ek tesisleri isimli yüksek lisans çalışması A. M. Çakır ve arkadaşları tarafından ele alınmıştır. Bu çalışmada kok fırın gazının oluşumu, kok gazının rafinasyonu, kok gazından elde edilen ürünler ayrıca kok gazının kullanım alanları anlatılmıştır. Kok fabrikaları yan ürünlerinde bulunan tesisler tanıtılmıştır. Günümüzde kok gazı ile yapılan çalışmalar özetlenmiştir. Geleneksel kok fabrikaları gaz arıtım tesislerinin karlılığı oldukça azdır. Günümüzde gaz arıtım

sistemleri karlılığının yüksek olduğu, katma değeri yüksek ürünlerin üretildiği ikinci kok fabrikası olarak adlandırılan fabrikaların kurulmakta olduğu belirtilmiştir. Gelişen teknolojiye bağlı olarak kok fabrikalarının daha çevreci olmalarının yanı sıra, yalnızca kok ve enerji üretmek amaçlı olacağını göstermiştir. [6]

İsdemir ve Kardemir A.Ş. kok fabrikalarında iş kazaları açısından risk değerlendirmesi isimli çalışma Dike ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada kok fabrikalarının çalışma yapıları incelenerek riskler ortaya konmuştur. Sistem içerisinde meydana gelen kazalar, nedenleri ve istatistiksel dağılımları ele alınmıştır. Yıllık iş kazası dağılımı ile iş günü kaybı dağılımları elde edilmiştir. Daha sonra matris yöntemi kullanılarak risk seviyeleri belirlenmiştir. İsdemir düşük risk sınıfında, Kardemir ise kabul edilemez risk sınıfında yer almıştır. [7]

Kok Bataryalarının uzun yıllar işletildikten sonra üretim kapasitesinin korunabilmesi için yapılabilecek alternatif çalışmalar Reinke, Worberg (UHDE GmbH) tarafından incelenmiştir. Çalışmada rehabilitasyon (sıcak tamir yapılarak arızalı bölümlerin tekrar örülmesi), inşaat temeli üzeri refrakterin sökülerek yeniden örüm yapılması ve yeni batarya yapım alternatifleri incelenmiştir. Kokun dışardan satın alınarak getirilmesinin ekonomik olarak avantajlı olmadığı belirlenmiştir. Alternatif tamir yöntemlerinin orta ve uzun vadeli avantaj ve dezavantajlarına yer verilmiştir. [8]

Koklaşma kamaralarında oluşan basınç ve batarya yaşına bağlı olarak ısıtma duvarının koklaşma prosesi esnasında yer değiştirmesi (kayması) adlı çalışma yapılmıştır. Eski ve yeni tamir edilmiş fırınlarda koklaşma esnasında kok gazı basıncı en yüksek seviyede iken fırın duvarlarının deforme olduğu görülmüştür. Eski fırınlarda kok gazı basıncına bağlı kayma yeni tamir edilmiş duvarlara göre daha fazladır. Eski duvarlarda meydana gelen kaymalar komşu fırının itilmesi esnasında direnç oluşturmaktadır.[9]

Kok bataryalarında, Avrupa Çevre Düzenlemeleri ve Emisyon Kontrol Önlemleri adlı çalışmada NO_x, SO₂ ve toz parçacıklarının kontrol altında tutulması hakkında çıkan son yöntemler belirtilmiştir. Emisyonların azaltılması ve kontrolü önümüzdeki süreçte kok fabrikalarının en önemli görevlerinden olacaktır. Avrupa ülkelerinde yasal emisyon değerlerinin giderek düşürüldüğü bunun sonucu olarak kok bataryaları emisyon değerleri azaltılmakta ve hava kalitesi iyileştirilmektedir. Bu konudaki gelişim ve

yenilikçi mühendislik çözümleri arayışı sürdürülecektir. Çalışmayı Pilarczyk, Sowa, kaiser ve Kern yapmıştır. [10]

Liberti, Notarnicola ve Primerano tarafından Taranto/İtalya’da bulunan kok bataryalarında aromatik hidrokarbon emisyonlarının çevreye olan zararları incelenmiştir. 7 aylık inceleme sonucunda toplam aromatik hidrokarbon (PAH) emisyonlarının çevre yaşam alanlarında büyük oranda artmakta olduğu sonucuna varılmıştır. Bu değerler 14 ayrı noktada bulunan otomatik hava alma istasyonları aracılığı ile yapılmıştır.[11]

Kok bataryalarında refrakter yapı ömrünün, büyük çaplı dökülebilir refrakter kullanılarak artırılması alternatifleri adlı çalışma Parfenyuk ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Bu yöntemde kapı ağızlarında bulunan refrakterin ortakısımlara göre iki kat daha hızlı deforme olduğu istatistiksel yöntemlerle ortaya çıkarılmıştır. Termik şoklar ve mekanik yükler sebebiyle süratle deforme olan fırın ağızlarında büyük çaplı dökülebilir refrakter malzemelerin kullanılması ile fırın ömürlerinin uzatıldığı sonucuna ulaşılmıştır. [12]

Kok fırınlarına şarj edilen nemli kömür şarjının düzensiz koklaşma prosesine olan etkileri laboratuvar ortamında deneysel yöntemlerle Nomura ve Arima tarafından incelenmiştir. Bölgesel karbonlaşma ve düzensiz plastikleşme katmanlarına rastlanmıştır. Koklaşma esnasında ortaya çıkan gazın büyük bir bölümünün buharlaşan kondens suyu olduğu keşfedilmiştir. Ortaya çıkan buharın ısıtma duvarlarını soğuttuğu ve karbonlaşmayı geciktirdiği belirlenmiştir.[13]

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Refrakter Malzemelerin Tanımı ve Tarihçesi

Yüksek sıcaklıklara ve aynı ortamdaki gaz ataklarına karşı koyabilme özellikleri taşıyan malzemelere refrakter denir. Eski tarihlerde insanlar (bilhassa ateşin bulunmasıyla) ateşe ve dolayısıyla yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemelere gereksinim duymuşlardır.

Gelişen uygarlıklara paralel olarak teknolojinin hızla ilerlemesiyle ateşe dayanıklı malzemelerin şekil ve çeşitliliğinde artışlar olmuştur. Önceleri şekilsiz ve pişirilmeden kullanılan malzemeler daha sonraları şekillendirilip pişirildikten sonraki uygulamalarda mukavemeti ve performansı yüksek malzemeler haline dönüştüğü görülmüş ve bundan sonraki uygulamalar bu doğrultuda gelişmeye devam etmiştir. Bu suretle şekilsiz malzemelerin yanında preslenmiş ve pişirilmiş çok yüksek mukavemetli malzemeler elde edilmiştir.

Hızlı bir sanayileşme süreciyle birlikte bu malzemelerin üretimlerini sürekli kılacak “İmalat Sanayileri” doğmuştur. Gelişen teknolojiye bağlı olarak yüksek sıcaklığa maruz kalınan her yerde refrakter malzemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Kömür, fueloil, elektrik vb. yakıt ve enerjiler ile çalışan en küçük fırın sayılabilecek ev veya büro sobalarından en ağır sanayilerde kullanılan çok yüksek sıcaklığa erişebilen fırınlara kadar kullanım alanları çok geniş bir yelpazeyi kapsar.

Refrakter malzemelere duyulan ihtiyacın ateşin bulunuşu ile ortaya çıktığını ve bir anlamda tarihinin uygarlık tarihi kadar eski olduğunu söyleyebiliriz. Değişik kaynakların tespitlerine göre ilk tuğlanın kalıplanması M.Ö. 3200 – 2600 yılları arasında I. Mısır Hanedanlığı zamanında gerçekleştirilmiştir. Bunu Kaldeli’lerin tuğlayı pişirmesi ve M.Ö. 500 yıllarında inşa edilen Darius’un sarayında pişmiş silika tuğla kullanılması izlemektedir. Ortaçağda kimyacılar, kilden imbik, pota ve fırın yaparak kullanmışlar. 18. yüzyılın ortalarına doğru ise çağdaş anlamda şekilli refrakter malzemeler ilk kez inşaat tuğlası üretim yöntemleriyle İngiltere’de gerçekleştirilmiş ve böylece refrakter sanayi doğmuştur.

Çağdaş refrakter sanayinin doğuşundan itibaren geçen yaklaşık 200 yıl içinde en büyük gelişme son 50 yıl içinde olmuştur. Bunda da özellikle, bu malzemelerin en büyük tüketicisi olan demir ve çelik sanayindeki gelişmeler etkili olmuştur.[14]

3.2. Refrakter Üretim Bilgileri

Üretimde, 0,5 ile 5 mm büyüklüğündeki iri tanelerin bağlayıcı madde ile karıştırılarak şekil verilir ve pişirilir. Tuğlalara şekil verilmesi çelik kalıplar içerisinde kuru preslemeyle, heliksel beslemeli presle plastik şekil değiştirmeyle, elle ve ayrıca nadiren alçı kalıplara süspansiyon halinde dökmek suretiyle yapılabilir.

Tuğla üretiminde önce ham tuğlalar kurutularak içindeki kabası alınır ve ardından da daha çok tünel fırınlar kullanılarak pişirme yapılır. Böylece kristal su yada CO₂ gibi uçucu maddeler uzaklaştırılır, daha sonrada sinterleşme gerçekleşir ve tuğla mekanik mukavemet kazanır. [15]

3.2.1. Şamot Tuğla

Şamot tuğlaların ham maddesini ateş toprağı teşkil eder. Özel maksatlar için silimanit, kayanit, andaluzit ve korandum (zımpara taşı) minerallerinden imal edilen, şamot tuğlaları da vardır. Genel olarak şamot tuğlaların imalinde kullanılan ateş toprağı % 33 ila 45 oranında Al₂O₃, % 55 - 62 oranında SiO₂ (silika) ihtiva eder. Yabancı madde olarak en çok % 3 alkaliler, % 2 titan, % 2 Fe₂O₃ ve % 0.05 kireç bulunabilir.

Tuğla yapılacak hammadde öğütölüp harmanlandıktan sonra, kuru %7-8 rutubet ve %10-18 rutubet yaş kalıplama usulünden hangisi uygulanacaksa ona göre su ilave edilerek çamur haline getirilir. Tuğla çamuru kalıplara konarak sıkıştırılır. Sıkıştırma (presleme) esnasında kitle içinde hava kalmaması için ya vakum tatbik edilir, ya da basınç düşürölür. Kurutma ve pişirme işlemi tuğla cinsine göre değişmektedir. Genel olarak hammadde içindeki karbonlu maddelerin tamamen yanması için 1000 °C a kadar yavaş ısıtılır. Son pişme sıcaklığı ise 1400 °C dan fazla olabilir.

Şamot Tuğlanın Özellikleri

Şamot tuğlalar çok çeşitli oldukları için özellikleri hakkında kesin bilgiler vermek çok zordur. Burada sadece genel bazı özelliklerine yer verilmiştir.

Porozite % 18 ila 35 arasında değişir. Porozitesi az olanlar yüke daha fazla mukavemet ederler. Şamot tuğlalar genel olarak 1000 °C a kadar % 0,5 nispetinde bir genleşme gösterirler. Bundan sonraki genleşme ve büzölme tuğlanın hammaddesine ve pişme sıcaklığına göre değişir. Şamot tuğlalar, tuğlanın cinsine göre 4,3 kg / cm² lik basınç altında 1150 °C da deforme olmaya başlarlar. Kırılmalar 1410 °C ila 1700 °C

arasında meydana gelir. Şamot tuğlaların termik şoka mukavemetleri silika tuğlalara nazaran daha fazladır. 300 °C/S lik ısı değişmelerine dayanabilirler. Düşük sıcaklıklarda şamot tuğlaların ısı iletkenliği (370 °C de 528 cal / cm² / h / °C /cm) silika tuğlalarinkine eşit olduğu halde, yüksek sıcaklıklarda silika tuğlaların ısı iletkenliğinden azdır. (1310 °C de 563 cal / cm² / h / °C /cm).

3.2.2. Silika Tuğla

Silika tuğlaları içinde yüksek oranda SiO₂ bulunur. % 93-98 arasındadır. Bu tuğlalar yüksek sıcaklıkta % 3,5 'a varan oranlarda genleşme gösterir. Bunun nedeni tuğla içinde bulunan kuvarsın önce tridimit haline daha sonrada kristobalit haline allotropik dönüşüm yapmasıdır.

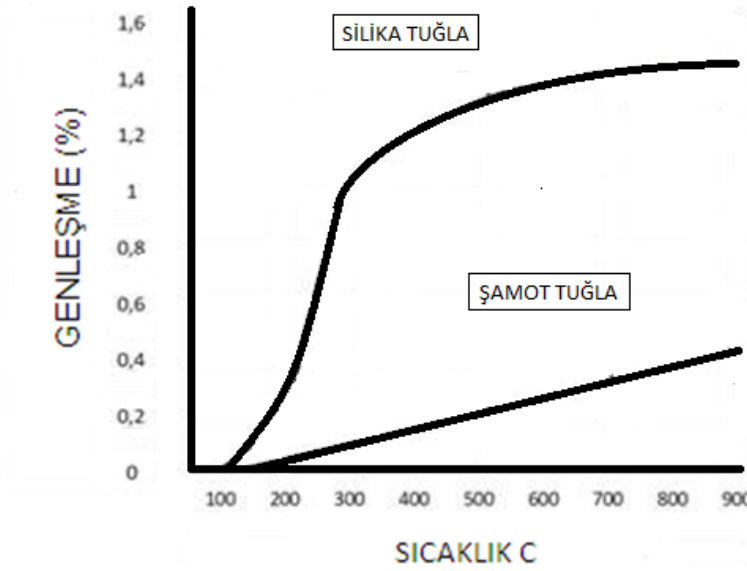
Bu dönüşüm sırasında özgül hacimde önce küçülme sonra büyüme gözlenir. Bu durum silika tuğlaları yüksek sıcaklıkta dayanıksız yapar. Silika tuğlalar kuvarsitten 1470 °C' nin üzerindeki sıcaklıkta üretilir. Tuğla pişirme sırasında % 14,3 hacim artışı yapar. Çok iyi ateşe dayanımları nedeniyle silika tuğlalar bir çok yerde kullanılır. Ancak asidik karakterde oluşları nedeniyle bazik karakterli cüruf ve eriyiklerle kullanılmazlar. Renkleri beyaz ile kahverengi arası lekeli fildişi beyazıdır. Kok fırınlarında tercih edilirler. [16]

Silika Tuğlanın Özellikleri

Porozitesi az olan silika tuğlaların yüke dayanıklılıkları fazladır. Genel olarak silika tuğlaların poroziteleri %17 - 26 arasındadır. Özgül Ağırlık kuvars → kristobolit → tridimit dönüşümünün derecesini göstermesi bakımından önemlidir. İyi fırınlanmış tuğlalarda özgül ağırlık 2,31-2,33 g/cm³ arasındadır. Genleşme 870 °C den sonra iyi fırınlanmış tuğlalarda hemen hemen hiç görülmez. Bu sıcaklığa kadar olan genişleme miktarı ise nadiren % 1,5 dan fazladır. Silika tuğlaların bu özelliği, kullanılma yerlerinin sıcaklığının artması ile deforme olunmasını önler.

Silika tuğlalar, erime noktaları olan 1710 -1730 °C lik sıcaklığın çok yakınlarına kadar 3,4 kg/ cm² lik yüke tahammül edebilirler. Termik şoka mukavemet, silika tuğlalar saatte 50 °C den daha hızlı soğutulur veya ısıtılırsa çatlar. Silika tuğlaların ısı iletkenliği fazladır, sıcaklık yükseldiğinde iletkenlik daha da artar. Örneğin 370 °C de iletkenlik 528 cal / cm² / h / °C / cm iken 1310 °C da 990 cal / cm² / h / °C / cm dir.

Düşük sıcaklıklarda metal oksitlerin silika tuğlalara tesiri yoktur. Fakat sıcaklık artıkça CaO , Fe_2O_3 gibi oksitlerin silika tuğlalara zararlı tesirleri olur. Su buharının yüksek sıcaklıklarda (1600°C) silika tuğlaları yumuşattığı ve hatta erittiği bilinmektedir.



Şekil 3.1. Silika ve Şamot Tuğla Genleşme Eğrileri

Şamot tuğlalar doğrusal ve sınırlı bir genleşme gösterirken, Silika tuğlalar özellikle 300°C ye kadar genleşmelerinin %70-75'ini tamamlamaktadırlar. 870°C ye ulaşıldığında genleşmelerini tamamlarlar. Silika ve şamot tuğlanın genleşme grafiği şekil 3,1'de gösterilmektedir.

3.2.3. İzolasyon Tuğlaları

Fırınlarda ve ısı işlemlerin yapıldığı her türlü tesiste ısı izolasyonu için yüksek gözenekli (% 40 - % 70) izolasyon tuğlaları kullanılır. Ancak bunlar ateşe dayanıklı değildir. Bunların üretiminde ya yanarak boşluk yapan maddeler (odun talaşı, naftalin) yada yüksek gözenekli hammadde (kieselgur) kullanılır.

İzolasyon Tuğlalarının Özellikleri

1200°C ' ye kadar hatta daha yüksek sıcaklıklara kadar kullanılabilen izolasyon tuğlaları hafif ateş tuğlası olarak adlandırılır. Bunlar hafif şamot tuğla, kaolin hafif tuğla ve alüminyum oksit hafif tuğlalardır. İzolasyon tuğlaları soğukta basınç dayanımı

yaklaşık 700 kg/m³ özgül ağırlıkta, 1.5 MPa ve 1100 kg/m³ ham özgül ağırlıkta 5 MPa olarak düşüktür.[17]

3.3. Refrakter Malzemelerin Genel Özellikleri

3.3.1. Kimyasal ve Mineralojik Yapı

Metalurjik işlemlerde kullanılan refrakter malzemeler asidik, bazik ve nötr olmak üzere 3 grup altında toplanır. Bünyesinde bulunan SiO₂' in bazik bileşenlere oranı malzemenin asitlik derecesini belirler. Bazik karakterdeki cüruflar bazik refrakterlere, asidik cüruflarda asidik refrakterlere etki etmezler. Ancak bu kimyasal özellik yanında malzemenin gözenekliliği önemli rol oynar. Daha boşluklu olan refrakter malzemeler çabuk ısınır. Mineralojik yapıya bağlı olarak değişik sıcaklıklardaki farklı kristal bünyeleri oluşur. Bu nedenle refrakter malzeme yoğunluğunda değişimler meydana gelir.

3.3.2. Genleşme ve Büzülme

Şamot ve magnezit tuğlalar üretimleri sırasında büzülme, silika tipi tuğlalar genleşme gösterir. Fazla miktarda hacim değişimi çatlamalara neden olur. Büzülme olayının meydana gelmesi genellikle malzemenin üretim sırasında yeterli derecede pişmemesinden veya refrakter özelliğinin olmayışından ileri gelir. Genleşme nedeni ise malzemenin yapıldığı hammaddenin parça büyüklüğünün yetersiz olmasındandır.

3.3.3. Yoğunluk ve Porozite

Sıcaklığın yükselmesi ile katı hacimde meydana gelen genleşme ile birlikte porozite azalır. Porozitenin azalması ile refrakter malzeme yumuşar. Bu özellik malzemenin karakterini tayin eder. Porozitenin azalmasıyla orantılı olarak yoğunlukta artış görülür. Refrakter malzemenin yoğunluğunun erime sırasında değişimi büyük önem taşır. Erime olayı ile birlikte hacim değişir ve malzemenin fiziksel özelliklerinde büyük sapmalar olur.

3.3.4. Fırın Sıcaklığında Basınç Dayanımı

Refrakter malzeme kullanma sırasında genellikle basınç, gerilme gibi çeşitli kuvvetlerin etkisi altında kalır. Yumuşama sonucu boyut değişikliği olması halinde sakıncalar ortaya çıkar. Bu nedenle normalde yüksek bir basınçta parçalanmış malzeme fırın sıcaklığında bu değerden çok daha düşük sıcaklıkta parçalanabilir.

3.3.5. Isıl Özellikler

Refrakter malzemelerin ısı özellikleri özgül ısı, ısı iletkenlik ve ısı genleşmedir. Malzemenin özgül ısı ve ısı iletkenliği kullanıma yerine göre farklı şekilde değerlendirilir. Bazı halde yüksek, bazen de düşük olması arzu edilir. Oysa ısı genişleme özelliği malzemenin tamamen bünyesinden ileri gelen ısı karşısında genleşmeyi temsil ettiğinden fonksiyonel etkiye sahiptir. Bu nedenle fırın tasarımlarında kullanılan refrakter malzemenin ısı genleşmesi, işletme sırasında bir zarara meydan vermemek için kullanım yerine göre seçilir.

3.3.6. Isıl Çatlama ve Parçalanma

Sıcaklık değişimlerine dayanım ısı şok dayanım olarak tanımlanır. İşletme esnasına ısıtma ve soğutma veya sıcaklık salınımları malzemenin yüzeyi ve merkezi arasında sıcaklık farkları ve bunun sonucu olarak da genleşme gerilmeleri meydana gelir. Bir cisim her tarafından soğutulduğunda yüzey boyunca çekme gerilmeleri ve merkezinde basma gerilmeleri meydana gelir. Böylece oluşan ısı gerilmeleri malzemenin dayanımını aşarsa çatlaklar meydana getirerek malzemenin parçalanmasına neden olur.

3.4. Refrakter Malzemelerin Teknik Özellikleri

3.4.1. Mukavemet

Refrakter malzemelerin en önemli özelliği yük altında şekil değiştirmeye karşı göstermiş oldukları dirençtir. Refrakter malzemelerin soğukta basınç dayanımına malzemenin yapısı ve özellikle gözenek miktarı oldukça fazla etki edebilir. Kural olarak cam fazının miktarının yükselmesiyle dayanım artar. Fırın içerisinde kullanım için bu yeterlidir. Taşıma esnasında kayıpları önlemek için en azından 3MPa dayanım

gereklidir. Mekanik dayanım ve aşınma direnci yaklaşık 1000 °C' ye kadar durumunu muhafaza eder. Daha yüksek sıcaklıklarda cam fazının artmasıyla birlikte aşınma dayanımı azalır.

3.4.2. Isıl İletkenlik Kat Sayısı

Çoğu zaman refrakter malzemenin görevi yüksek sıcaklıklı reaksiyon ortamını dıştan perdelemek yada kok fırınlarda aksine olarak sıcak ortamdaki ısıyı fırın içerisine taşımak olabilir.

Yapısal düzenlerinden dolayı camların ısı iletme katsayıları özgül ısıya göre değişir ve ısı iletme kabiliyeti sıcaklık yükseldikçe artar. Bu karakteristik özellik cam fazlı ateşe dayanıklı malzemelerde az yada çok etkili olur. Hafif tuğlada olduğu gibi çok büyük gözeneklere sahip malzemelerde gözenek cidarları radyasyon alışverişine iştirak ettiklerinden dolayı ısı iletme kabiliyetlerinde yükselme gösterirler.

3.4.3. Isıl Genleşme Katsayısı

Refrakter malzemelerin ısı genleşmesi fırın yapımında büyük önem taşır. Duvarların genleşmeyle uzaması genleşme boşluklarıyla karşılanmalı ve böylece yüksek gerilmeler sonucu tahribat meydana gelmesi önlenmelidir. Genellikle ısı genleşme tersinirdir ve düzenlidir. Ancak silika tuğlada olduğu gibi kuvars içeren malzemeler bir ayrıcalık oluşturur.

Isıl şok dayanımı refrakter malzemelerin önemli özelliğidir. İşletme esnasında ısıtma ve soğutma veya sıcaklık salınımları malzemenin yüzeyi ve merkezi arasında sıcaklık farkları ve bunun sonucu olarak ısı genleşme gerilmeleri meydana getirir. Isıl gerilmeler malzemenin dayanımını aşarsa çatlaklar yada kopmalar meydana getirerek malzemeyi tahrip eder.[18]

3.5. Kok Bataryalarına Ait Bilgiler

Kok fırınlarının dizilerek bir araya gelmesiyle oluşan yapıya Batarya denir. Bataryalar pinyon wall olarak adlandırılan izolasyon duvarı ile başlar ve yine izolasyon duvarı ile biter. Bu iki ısı izolasyon duvarı arasında kalan kısım ise bir yanma kamarası, bir fırın, bir yanma kamarası şeklinde bataryanın yapısını oluşturur.

Bataryalar alttan ısıtılmalıdır. Kok bataryalarına ait genel görünüm şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Fırınlara şarj edilen koklaşabilir kömür karışımının havasız ortamda endirekt olarak ısı ile koklaştırılması işlemi; yakıt gazların yanma kamarasında yakılarak elde edilen ısının fırın duvarlarına iletilmesiyle gerçekleştirilir.



Şekil 3.2. Kok Batarya Genel Görünüşü

Yanma kamaraları ve fırın yan duvarlarından oluşan fırının; hemen hemen tamamı SiO_2 (silika) ihtiva eden refrakterlerle örülüdür. Fırın kapı ağızları, şarj delikleri çevresi ile fırınların alt kısmında bulunan gazların geçişini sağlayan rejeneratörün dış izolasyon duvarları da şamot tuğlalar ile örülmüştür. Fırın üstü, ateş tuğlalardan meydana gelmiştir.

3.5.1. Fırının Yapısı

Koklaştırma fırınları silika tuğlalarla inşa edilmiş dar ve uzun fırınlardır. Bu fırınlara doldurulan kömür, fırınların iki yanında bulunan yanma kamaralarında yanan

gazın verdiği ısı ile koklaşır. Kömürden çıkan uçucu maddeler ile ısıtma gazının yanmasından meydana gelen baca gazı birbirine karışmaz. Yer ve ısı tasarrufu sağlamak için fırınlar batarya şeklinde inşa edilmiştir.

Bataryalar, her fırının iki yanındaki ve batarya başlarındaki putrellerle 2 inch kalınlığındaki demir çubuklarla (tie-rod) karşıdan karşıya ve boydan boya hem batarya altından hem de batarya üstünden bağlanmıştır. Bu çubukların görevi, fırın tuğlalarında meydana gelen genleşme ve büzülme, tuğla yapılarında meydana gelebilecek deformasyonu önlemektir. Bu tie-rodlar ön taraflardaki yaylarla batarya refrakter yapıyı, belli basınçta sarabilecek şekilde sıkıştırılmışlardır.

3.5.2. Fırınlarda Koklaşma Olayı

Kömür, fırın üzerindeki şarj deliklerinden şarj arabası helezon besleyicileri vasıtası ile doldurulur. Kömürlerin koklaşabilmeleri için gerekli ısı yanma kamaralarından geldiğinden koklaşma yan duvarlarda başlar, kömürün ortasına doğru yürür. Havasız ortamda koklaşmaya başlayan kömür yumuşamaya başlar.

İlk önce kömürün içindeki su buharlaşır ve daha sonra kömür plastik hale gelirken içindeki uçucu madde kömürün bünyesinden ayrılır. Böylece koklaşma süresince kömürün bünyesinden ayrılan uçucu madde, dikey baca, deve boynundan geçerek ana toplama borusuna ham gaz olarak gelir. Genellikle koklaşmaya müsait kömürler 400 °C de yumuşar. Sıcaklık arttıkça kömür eriyerek plastik bir kitle halini alır. Plastik kitle içersinde hapsedilen gaz zerrecikleri sıcaklığın tesiriyle genişleyerek kömür kitlesini şişirir.

Kömür ısıtılmaya devam ettikçe gaz çıkışı durur ve sonunda plastikleşen kömür sertleşerek bildiğimiz kok şeklini alır. Plastikliğin kaybolması 500 °C’ de olur. Hacim genişlemesi fırın duvar yüzeyine dik vaziyette olur. Fırının her iki duvarından başlayan plastik bölge fırının içine doğru hareket ederek ortada birleşir. Bu birleşme zonu koklaşmanın sonunda itilen fırında bir çizgi şeklinde görülür. Kok fırınlarından itilmiş sıcak kok şekil 3.3 de gösterilmektedir. [19]



Şekil 3.3. Koklaşmış Kömür

3.5.3. Koklaşmaya Tesir Eden Faktörler

Koklaşma sıcaklığı; yanma kamarası fırın sıcaklığı koklaşmaya ve koklaşma süresine birinci derece etki etmektedir. Kömür rutubeti; fırın içerisine şarj edilen kömürün nem oranı koklaşma süresini ve harcanan enerjiyi etkilemektedir. Fırın duvar kalınlığı ısı transferinin yapılabilmesi için, fırın yüksekliği homojen ısı dağılımının yapılabilmesi için önemlidir.

3.5.4. Yanma Kamaraları

Kok fırın duvarlarının ana fonksiyonu olan koklaşmanın gerçekleşmesi için gerekli ısıyı fırına, astar yüzeylerden iletir. Bataryalarda yanma kamaraları, malzeme olarak silika tuğladan örülmüştür. Fırınların sağ ve sol tarafında bulunurlar. Birbirine bitişik 28-32 adet dikdörtgen prizma şeklinde yanma odacıklarından ibarettir. Bunlar “*bek*” adı altında isimlendirilmiştir.

Fırınlardan çıkan ham gazın sıcaklığı 800-900 °C olup, bu gaza, amonyaklı su püskürtülerek 90–100 °C ye kadar düşürülür. Ana toplama borusunda en altta katran, üstte amonyaklı su ile ham kok gazı emiş borularından ayrıştırma (down comer) hunisine gelir. Emiş borularındaki ana toplama borusunu basınç altında tutan regülatörlere ham gaz askanyaları (actuator) denilmektedir. Görevi ana toplama borusundaki basıncı sabit tutarak fırınların ana toplama borusunun dış atmosferden hava almasını engellemektir. Deve boynu içindeki kapaklar ise koklaşma müddeti süresince açık, itme anında kapalı tutularak hava girmesi önlenmiş olur.

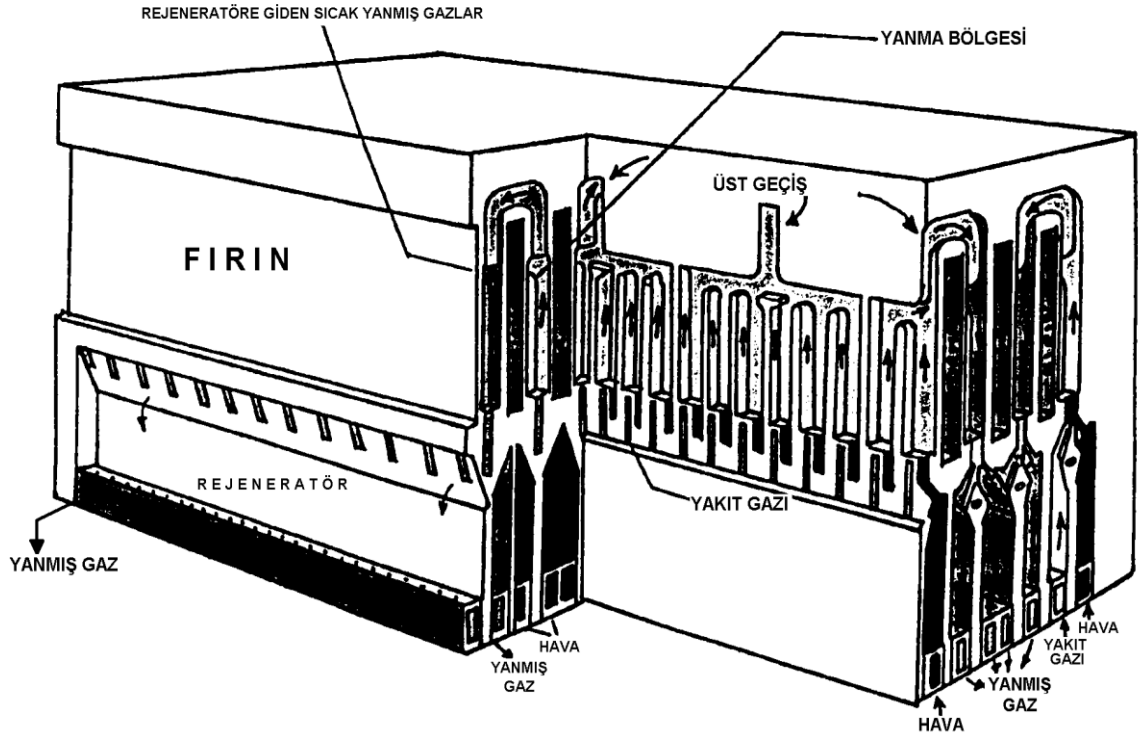
3.5.5. Rejeneratör

Bataryaların bir bölümü olan rejeneratör; yanma kamaralarında gazın hava ile birleşerek en iyi şekilde yanması neticesinde, laminar akışla gaz ve havanın akış basıncı ve hızı sabit ve düzgün olarak yanma kamarasına geçer.

Rejeneratörlerin ikinci bir görevi de ısıtma sistemi ürünlerindeki atık gazdaki ısı ile gelen hava ve/veya yüksek fırın gazını önceden ısıtmaktır. Gazın ve havanın sıcaklığı 800-900 °C ye kadar çıkabilir. Rejeneratörler, batarya altındaki sole flue kanalları üzerinden yanma kamaraları başlangıcına kadar olan kısımdır.

Gaz ve hava kanalları (sole flue) büyük delikli taban tuğlaları ile irtibatlıdır. Tabandan yanma kamarasına kadar olan boşluk, delikli tuğla ile delikler üst üste gelecek şekilde doldurulmuş, en uç kısmında üçgen şeklinde boşluk bırakılmıştır. Bu kısımda kullanılan tuğlalar yüksek ısıya dayanıklı silika tuğlalardır.

Rejeneratörlerin dış muhafaza kısmı ısı kaybını önlemek için izole (hafif şamot) tuğla ile örülmüştür. Gaz ve hava kanalları (sole flue kanalları) rejeneratörlerin alt kısmındadır. Görevi gaz ve hava kutularından gelen hava ve gazın rejeneratörlere geçmesini sağlamaktır. Bataryaların eni boyunca uzanmaktadır. Yapısı silika tuğladır. Şekil 3.4 de kok batarya kesit resmi gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Kok Batarya Kesit Resmi

3.5.6. Fırın Duvarının Isıtılması

İki fırın arasında bulunan rejeneratörün üstündeki dikdörtgen prizma şeklindeki 28-32 adet dikine yanma kamaralarında, gazların yanması ile fırın yan duvarları ısıtılır. Bir fırının iki yanında yanma kamarası bulunur. Kok üretim planına veya şartlara göre bataryalara ait yanma kamaralarında kok gazı, yüksek fırın gazı ve/veya bu gazların karışımı olan karışık gaz yakılır.

Kömürlerin koklaştırılması için gerekli olan ısı, yanma kamaralarında gazları yakarak elde edilir. Isıtmada zengin gaz kullanıldığında, bataryaların itme tarafında bulunan hava ve gaz kutularından gaz ve hava ayrı ayrı girer. Rejeneratörden geçerken ısınırlar. Yanma kamarasında gaz hava ile birleştiğinde yanmaya başlar. Yanan gazlar cross over sistemi ile yada twin flue sistemi ile rejeneratöre oradan da bacaya gider. Yanmış gaz rejeneratörden geçerken buradaki tuğlaları ısıtır ve nihayet 200-250 °C de bacadan atmosfere atılır.

Her 20-25 dakikada bir otomatik olarak çevirme vinci vasıtası ile yanma beklerindeki yanmalar değiştirilir. Yani yanma olan bekler bacaya, bacaya çalışan

beklerde yanmaya çalışmaya başlar. Bu şekilde duvarlarda dengeli ısınma sağlanmış olur.

Fırınlarda kok gazı ile ısıtılırken gaz rejeneratörlerden geçirilmez ancak kok gazı hacmini sabit tutabilmek için gaz ısıtıcıdan geçirilerek 60 °C ye kadar ısıtılır. Daha sonra kok gazı dağıtım boruları ile yanma kamaralarına gönderilir.

Kok gazında çalışılırken zengin gaz, gaz kutularından geçmez, bunlar değişimli olarak hava ve yanmış gazla çalışır. Hava kutularından giren hava rejeneratörlerden geçerken ısınır, yanma kamarasında gazla birleşerek yanar. Kok gazı ile fırınlarda daha düzgün bir ısıtma temin edebilmek için resirkülasyon sistemi ile kok gazı içerisine yanmış gaz karıştırılarak alev boyu uzatılır. Bu sistemde kok gazı hazneden geçerek yükselirken jet prensibine göre bir vakum oluşturur. Her hazne sirkülasyon kanalları ile birbirine irtibatlı olduğundan yanma olan haznelere bacaya çalışan serinin haznelerinden bir miktar yanmış gaz gider.[20]

3.5.7. Bataryaların Sınıflandırılması

Bataryaların sınıflandırılması için bir çok kriter vardır, şarj moduna göre, ısıtma gazına göre, hava/gaz besleme tipine göre, ısıtma bekleri tipine göre yada alev boyu moduna göre sınıflandırılabilir. Bataryalar dış görünüşleri itibariyle çok benzerdirler, tipik bir görüntü şekil 3.5 de verilmiştir.

Bataryalar şarj tipine göre üst (top) şarj yada taraf (side) şarj olarak sınıflandırılır. Taraf şarj stamp şarj olarak da adlandırılır. Bu tip kömür şarjı itme taraftan itme arabası ile yapılır. Üst şarj batarya üstünde şarj arabası ile şarj deliklerinden yapılır. Gaz tipine göre ise compound gaz yada tek gaz ısıtmalı bataryalardır. Compound tip bataryalarda düşük kalorili gazlar (Yüksek Fırın Gazı/Karışık Gaz gibi) yada zengin gazlar (Kok Gazı gibi) yakılarak ısıtma yapılabilir. Bu tip bataryalar entegre demir çelik tesislerinde kullanılır. Tek gaz sistemleri tek yüksek fırın gazı yada tek zengin gaz ısıtma sistemi olarak çalışırlar.

Besleme Tipine Göre; Under jet ve Gunning tip olarak sınıflandırılır. Gunning tip de zengin gaz itme ve kok taraf boyunca bulunan kollektör borularından alınır. Hava ve zayıf karışım gaz ise itme ve kok taraf hava/gaz kutularından alınır. Under jet tip bataryalarda gaz yada hava batarya altından dikey olarak alınır. Gaz ayar moduna göre

ise üst ayarlı yada alt ayarlı bataryalar olarak sınıflandırılır. Üst taraftan ayar yapılan bataryalarda hava ve gaz girişleri muz tuğlalar ile üstten yapılır. Alttan yapılan ayarlarda ise hava ve gaz ayarı sole flue üzerinde bulunan muz tuğlalar ile yapılır.

Alev boyu moduna göre çok bölümlü (multi stage) kok bataryalar, yüksek yada düşük yakıcı kok bataryalar, atık gaz sirkülasyonlu bataryalardır. Çok bölümlü kok bataryarda hava ve karışık gaz fırınlara farklı noktalardan giriş yaptırılır ki alev boyu istenilen seviyede olsun. Yüksek yada düşük yakıcı kok bataryalarda farklı yüksekliklerde gaz yakışları, yanma yüksekliğini ayarlamak için (beklerde) bulunur ki dikey ısıtma düzenli olsun. Atık gaz sirkülasyonlu kok bataryalarında ise atık gaz bek içerisinde sirkülasyon yapar, bu sayede yanmada oluşan alev boyu arttırılarak dikey ısıtma kalitesi iyileştirilir.



Şekil 3.5. Batarya Tipik Görüntüsü (İtme Taraf)

3.6.Kok Bataryalarında Kullanılan Refrakterler

3.6.1. Kok Batarya Refrakterleri Ana özellikleri

Kok bataryaları büyük ölçekli, endüstriyel bir tuğla harmanlarıdır ve fırınlar kesintisiz olarak üretim yapmaktadırlar. Bir kok bataryası onlarca yıl sürekli üretim yapar. Bataryalarda kullanılan refrakterin büyük bir kısmı silika, ateş tuğla (şamot), izolasyon ve yüksek alimunalı tuğlalardan ibarettir. Batarya tuğlalarının refrakterlik özelliği 1580 °C üzerindedir. Proses ihtiyacına ve işletme gereklerine göre, bataryanın farklı yerlerinde kullanılan refrakterler farklılık gösterir.

3.6.2. Kok Batarya Refrakter Gereklilikleri

Yüksek sıcaklık altındaki kok üretiminde refrakterlerin belirli basınç ve mekanik yüke dayanabilmesi, hacminde ve yapısında deformasyon olmaması gerekir. Yüksek sıcaklıklarda iletkenlik daha iyi olmalıdır. Üretim şartlarında hasarlanmadan, sıcaklık değişimlerine uyum sağlamalıdır. Cüruf korozyonuna ve yüksek sıcaklık karbonizasyonunda kömürün kimyasal korozyonuna dayanıklı olmalıdır. Belli bir aşınma mukavemeti olmalıdır.

1. Silika Tuğla

Asit korozyonu dayanımları yüksektir. Isı iletkenliği iyidir ve yük altında yüksek yumuşama sıcaklığına sahiptir. Bu sıcaklık 1620 °C ve üstüdür. Sadece 70-80 °C refrakterlik özelliğinden daha düşüktür. Çalışma sıcaklığının artması ile ısı iletkenliği artar. Yüksek sıcaklıklarda hacim değişimleri yoktur. Devreye alma esnasında silika tuğlaların hacmi sıcaklıkla birlikte artar. Bu sebeplerden silika refrakterler kok bataryaları için ideal refrakterlerdir. Bataryaların büyük bir bölümünde (yanma kamaraları, meyilli yollar ve rejeneratör duvarlarında) silika tuğla kullanılır.

Isıtma esnasında maksimum genişleme 100-300 °C arasında meydana gelir. 300 °C öncesi genişleme tüm genişlemenin %70-75'i kadardır. Bunun sebebi SiO₂ nin dört noktada kristal dönüşümüdür. 117, 163,180-270 ve 573 °C sıcaklıktadır. 180-270 °C arasında kristabolit sebebiyle oluşan hacim genişlemesi maksimumdur. Gerçek yoğunluk kuvars dönüşümü için iyi bir göstergedir. Silika tuğlada, tridimit kristal

gerçek yoğunluğu azdır, doğrusal genleşme oranı azdır. Termal stabilite kristabolitten ve kuvarsdan daha iyidir. Kuvars biçiminde cüruf korozyonu daha güçlüdür. İyi ısı iletkenliği, yük altındaki yumuşama sıcaklığıdır. İyi pişirilmiş silikalarda kristabolit oranı en yüksektir, %50-80. Tridimit %10-30 ve kuvars miktarı %5-15 arasında olmalıdır.

600-700 °C çalışma sıcaklığında silika tuğla hacim değişimi büyüktür, termal şok dayanımı zayıftır. Termal stabilite iyi değildir. Eğer batarya bu sıcaklıklarda uzun süre çalıştırılırsa refrakter yapıda çatlaklar ve hasarlar meydana gelir.

2. Şamot Tuğla(Ateş Tuğla)

Şamot tuğla içeriğinde %30-40 Al_2O_3 barındırır. Şamot tuğlalar %50 yumuşak tuğla çamuru ve %50 sert tuğla çamuru yapılacak ölçüye göre karıştırılır. Presleme ve kurutmanın ardından 1300-1400 °C de pişirilir. Pişirme esnasında kaolinit nemini kaybeder ve mullit kristale ($3 Al_2O_3, 2 SiO_2$) dönüşür. SiO_2 ve Al_2O_3 pişirme esnasında birlikte biçimlenir. Şamot tuğlanın termal özellikleri ve termik şok dayanımları iyidir. Şamot ve silikanın refrakterlik özellikleri hemen hemen aynıdır, 1690-1730 °C . Fakat yük altında yumuşama sıcaklığı 200 °C dir. Muallit kristal yapıdan dolayı silikadan çok düşüktür. 0-1000 °C arasında şamot tuğla eşit bir şekilde genleşir. Doğrusal genleşme eğrisi düz bir çizgidir. Genleşme oranı max %0.6-0.7 silikanın yarısı kadardır. Sıcaklık 1200 °C ye ulaştıktan sonra sıcaklık artarsa hacim genleşmesinin en çok olduğu noktadan küçülmeye başlar. Yüzey geriliminin artmasıyla parçacıklar birbirine kaynar ve hacim küçülür. Isı iletkenliği silikaya göre %15-20 daha azdır. Mekanik dayanım silikadan daha azdır. Bu yüzden kok batarya gövdesinde ikincil yapılarda kullanılır. Mesela, rejeneratör bölüm duvarları, sole flue, checker (delikli) tuğlalar, kapılarda, batarya çatısında ve dikey baca içerisinde şamot tuğlanın gaz korozyonu iyi olduğu için kullanılır.

3. Yüksek Alüminli Tuğla

%48 oranında alimüna silikat yada aliminum oksit içeren tuğlalar yüksek alimünalı tuğla olarak adlandırılır. Refrakterlik ve yük altında refrakterlik özellikleri şamottan daha iyidir. Asit dayanımı daha iyidir. Termal stabilite şamot kadar iyi

değildir. Yoğunluğu daha yüksek az gözenekli, yüksek mekanik dayanımlıdır. Yanma kamarası kafaları ve batarya son kısım duvarları bu tuğladandır.

4. İzolasyon Malzemeleri:

Isı iletkenliği 0.8 kj./m.h. °C izolasyon malzemesi olarak adlandırılır. Gözenekli bir yapıdadır, düşük mekanik dayanımlıdır, küçük hacim yoğunluğu vardır.

Düşük sıcaklık izolasyon malzemesi 900 °C altıdır. Diatomit, asbest, mineral yünü gibi. Orta sıcaklık izolasyon malzemesi 900-1200 °C arasındadır. Diatomit, hafif şamot gibi. Yüksek sıcaklık izolasyon malzemesi 1200 °C üzerindedir. High alimuna, hafif izolasyon tuğla, hafif silika, floating gibi.[21]

3.7. Yöntem

İskenderun Demir Çelik Fabrikalarında geçtiğimiz 10 Yıl içerisinde gerçekleştirilmiş olan modernizasyon ve dönüşüm yatırımları çerçevesinde ilk olarak 5 & 6 nolu kok bataryaları projesi 2007 Kasım ve 2008 Şubat aylarında hayata geçirilmiştir. İkinci olarak ise 4 nolu kok batarya modernizasyonu Projesi ilk üretimini 23 Haziran 2012 tarihinde gerçekleştirmiş ve ticari işletme çalışmaları sürmektedir. Bunun yanı sıra 1&2 nolu kok bataryaları sıcak tamirinde bir çok yabancı firma ile çalışma imkanı bulunmuştur.

İSDEMİR fabrikasında kurulmuş olan yeni kok fabrikalarının tüm aşamalarında, çeşitli çalışma ve tecrübeler elde edilmiştir. Bu süreç içerisinde Sinosteel-Acre/ÇİN ve Concord-Giprokoks/UKRAYNA firmaları ile yeni batarya yapımında ayrıca mevcut bataryaların sıcak tamirinde Thpromexport/RUSYA firmaları ile yakın çalışma imkanları bulunmuştur. Diğer taraftan İsdemir içerisinde mevcut olan eski kok bataryalarının durumları ve yapılmış olan hatalar neticesinde gelmiş oldukları durumlar incelenmiştir.

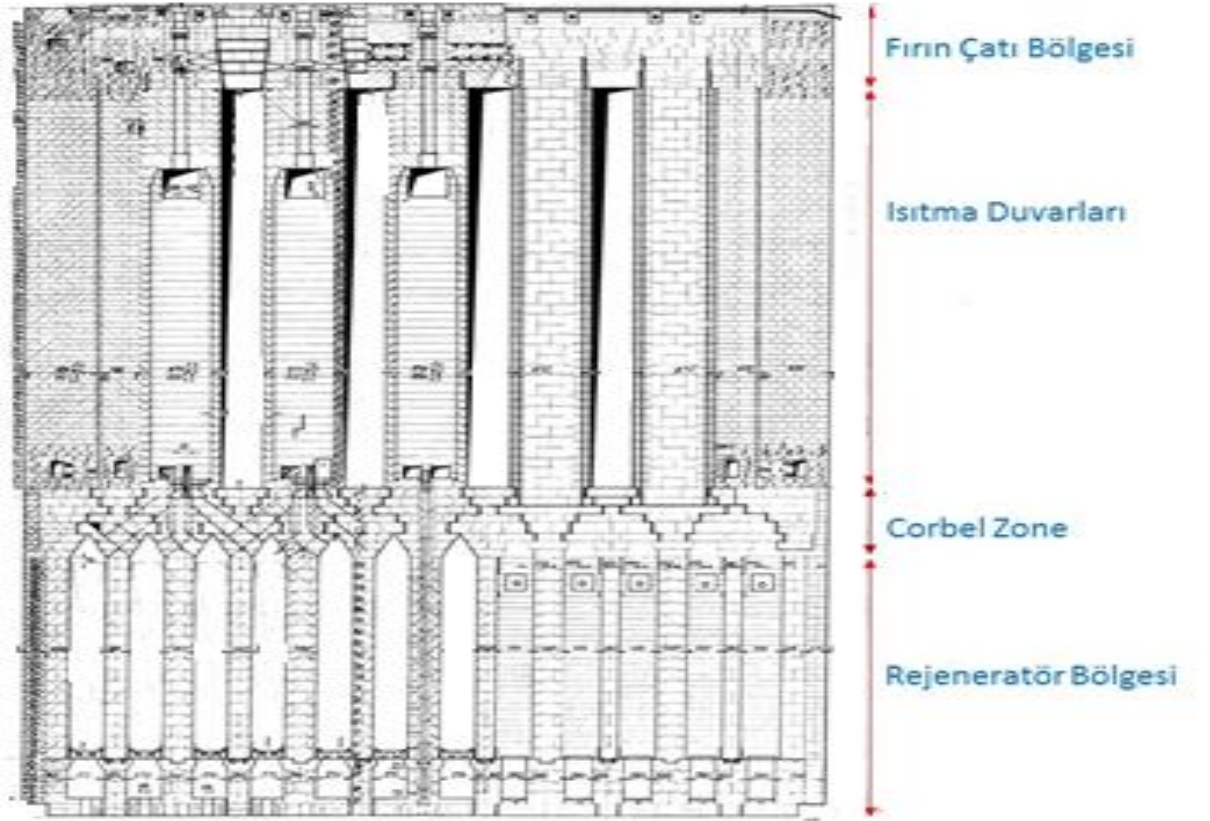
Tez çalışması; bu yatırımlar sırasında edinilmiş tecrübeler, firmaların sağlamış olduğu teknik doküman ve eğitim notları, ünite içi eğitimler, yurt dışında alınmış olan eğitimler ve mevcut kok bataryalarının incelenmesi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Batarya Gövdesi Yapısı ve Batarya Tipi

4.1.1. Batarya Gövde Yapısı

Kok batarya gövdesinde bulunan, koklaşma kamarası ve yanma kamarası sıralı bir şekilde fırın çatısı altında yer alır. Corbel zone (meyilli yollar) rejeneratör ile yanma kamarasının bağlantısını sağlar ve fırınların altında yer almaktadır. Sole flue (Şekil 7-8 de gösterilmiştir) her bir rejeneratör bölgesi altındadır ve hava/gaz kutusu vasıtasıyla baca kanallarına bağlantıyı sağlamaktadır. Batarya ana bölümleri Şekil 4.1 de gösterilmiştir. Baca kanalları batarya temelini her iki tarafında yer alır, baca kanalları bir ucunda bacaya bağlıdır.



Şekil 4.1. Batarya Gövde Yapısı

4.1.1.1. Yanma Kamarası ve Koklaşma Kamarası

Yanma kamarası gazın yandığı yerdir. Isı koklaşma kamarasına her iki tarafında bulunan duvarlardan ısı transferi ile koklaşma bölgesine iletilir. Şarj edilen kömür yüksek sıcaklıkta karbonlaşarak kok halini alır.

Yanma kamarası yüzey sıcaklığı 1300-1400 °C iken koklaşma kamarası yüzey sıcaklığı 1000-1150°C dir. İtme ve şarj arasında kamara sıcaklığı dramatik olarak değişmektedir. Kömürde bulunan tuz fırın duvarlarını aşındırır. Kok bataryalarında fırın duvarları silika tuğladan yapılmıştır. Silika tuğlaların yük altında refrakterlik özelliği, asit dayanımı güçlüdür. Yüksek sıcaklıklarda termal stabilitesi iyidir ve çekme yapmazlar. Fırın duvarlarında kullanılan silikanın tırnaklı ve geçmeli bir yapıdadır (groove and tounge). Bunun sebebi hem kok gazı kaçaklarını minimize etmek hem de güçlü bir yapı oluşturmaktır.

Yanma kamaralarında birden çok bek (vertical flue) vardır. Beklerin biçimleri bataryanın tipine göre değişmektedir. Bekler iki kısımdan oluşur, bekin kendisi ve tepe kısmıdır. Gaz beklerin içinde yanar. Bu bekler çift olarak çalışırlar. Yanma olan taraftan yanmış gaz bek tepesindeki geçiş kısmından yan beke geçerek bacaya gider. Bu geçiş bölgesinin ölçüleri çok önemlidir. Eğer bu ölçü küçükse, fırın çatısı sıcaklığı çok artar ve karbonlaşma olur. Eğer çatı kalınlığı çok az ise koklaşmada üst kısımlar yeterince iyi ısıtılmadığı için koklaşma bozulur. Ayrıca çatı sıcaklığının az yada fazla olması yan ürünler gaz kalitesinde dalgalanmalara sebep olur.

Rejeneratör bölgesi yanmış gazların bacaya atılması sırasındaki sıcaklıklarını alarak, havanın yada yüksek fırın gazının ısıtılarak yanmaya gitmesini sağlar. Bataryanın alt kısmında yer alır. Modern kok bataryalarında rejeneratör bölgesi bölümlere ayrılmıştır. Koklaşma kamarasına paralel bir eksen çizgisi vardır. Ayrı bölümler sayesinde ısıtma kontrolü ve emiş ayarlarını yapmak daha kolaydır. Rejeneratör duvarları silika tuğla ile örülmüştür. Delikli (Checker) tuğlalar rejeneratör içine yerleştirilerek sıcaklık dönüşümünü sağlar. Checker tuğlalar sıcaklık değişimi ile sık sık termal şoka maruz kalırlar. Bu nedenle bu bölgeler şamot tuğladan imal edilir. Delikli tuğlalar ince bir yapıda imal edilir, dolayısıyla yüzey alan arttırılarak verim arttırılmış olur.

Sole flue denilen bölüm vardır, bunun görevi yanmış gazı baca kanalına atmak yada temiz havayı/yüksek fırın gazını rejeneratöre taşımaktır. Yanmış gazın dışarı

atılması ve soğuk hava yada gazın içeri alınmasında büyük sıcaklık farkları olduğu için, termal şoklara dayanabilecek ve gazın meydana getirdiği korozyona dayanabilecek şamot tuğlalar kullanılır.

4.1.1.2. Meyilli Yollar (Corbel Zone)

Koklaşma kamarası ile rejeneratör arasında bulunan kanallardır. Batarya tipine göre corbel zone bölgesinde değişim gösterir. Bu bölgeden geçen birçok kanal vardır, meyilli yollar ve dikey gaz dağıtım yolları birbirine çok yakındır. Ayrıca yukarı yönlü akış ile aşağı yönlü akış arasında büyük bir basınç farkı vardır. Çok kolay sızıntı olabilir. Bu sebeplerden corbel zone tasarımı orantısız olmalıdır ki gövde daha sağlam olsun. Bataryanın boyuna genişlemesinde, corbel zone genişlemesini absorbe edebilmek için her bir sıra arasına genişleme boşluğu bırakılır. Genişleme boşlukları arasına daha kolay kayma olabilmesi için yağlı kağıtlar (bitümlü kağıt) konur. Corbel zone bölgesi bataryanın üst kısım ağırlığına dayanmalı ve ayrıca yüksek sıcaklıklarda 1100-1300 °C çalışabilmelidir. Bu nedenlerle silika tuğladan yapılmıştır.

4.1.1.3. Fırın Çatısı

Bu bölgede gözetleme delikleri, şarj delikleri, dikey bacalar (ham kok gazını ana gaza taşır) bulunmaktadır. Çatı kısmının en alt sırası (kamara üstü) aynı genişlemenin buradada oluşması için silika tuğlalardan örülmüştür. Çatı kısmında ısı kaybını önlemek için sonrasında şamot ve izolasyon tuğlalarla örülür. Batarya çatı üstü genellikle klinker tuğla ile örülür ki aşınma dayanımı artsın. Yağmur sularının tahliye edilebilmesi için çatı meyilli olarak örülür. Çatı kısmının kalınlığı gövdenin dayanım değerine göre ve fırın üstü sıcaklığına göre değişir. Genellikle 1000-1700 mm arasında olmaktadır.

4.2.Kok Batarya Refrakter Örümü Kuralları

İsdemir 5&6 nolu Kok Bataryaları örümü için kullanılan kurallar baz alınmıştır. Kurallar uluslararası standartlardan ve kok batarya inşası tecrübelerinden derlenmiştir. Kurallar önce ya da sonra montajı yapılan buckstay (Şekil 15) bataryalar için geçerlidir.

Kok batarya örümü esnasından, kok batarya örüm kalite kontrol grubu oluşturularak, kalite kontrollerin yapılması ve günlük kabullerin adım adım yapılmasını

sağlamaktadır. Refrakter örümü kaliteli olarak sürdürülemiyorsa, çalışma devam ettirilmemelidir.

4.2.1. Genel

Kurallar büyük ve orta ölçekli underjet tip kok bataryalara uygulanabilir. Kok batarya refrakter örümü projelere harfiyen uygulanarak yürütülmelidir. Farklı kısımlarda kullanılan refrakterlerde, tasarım şartlarına ve mevcut malzemeler birbirine uymalıdır. Eğer malzeme ikamesi gerekirse, önemli olan kalite problemlerin çözülmesi ve tasarımın revize edilerek kok batarya örümünün yapılmasıdır. Kok batarya örümü tasarım ve ünite yetkilileri aynı fikirde ise ve tutanak atına alınmışsa devam edebilir.

Silika tuğlalar aynı kok bataryada kullanılacaksa aynı refrakter fabrikasında üretilmelidir. Eğer farklı yerlerde üretilcekse, tasarım ünitesi önceden bilgilendirilmelidir. İki grup aynı numune refrakter, farklı bölge refrakterlerinden (yanma kamarasını bağlantı kanalları ve rejeneratör) alınarak ısıtma eğrisi belirlenmelidir. Bir grup numune refrakter sıcaklık genleşme eğrisi ölçmek için, diğer grup ise yedek deney için saklanmalıdır. Numune refrakter ölçümü ısıtma (heating up) başlangıcından 1 ay önce tamamlanmalıdır.

Refrakter örümü geçici çatı içinde yürütülmelidir. Çatının alanı sadece batarya sınırları ile kalmamalı, bununla birlikte, kaldırma ve montaj operasyon platformu, batarya zırhı montajını sağlamalıdır. Nem ve donma koruma ölçümleri batarya gövdesinde ısıtma öncesi yapılmalıdır.

Refrakter tuğlalar ve yardımcı malzemeler, sahaya geldikten sonra silika, şamot ve yüksek alumina refrakterlerin dış ölçüleri tek tek kontrol edilmelidir. Refrakterler örüm sırası ve bölgesine göre kapalı ambar içerisinde depolanmalıdır. Farklı bölgenin refrakterleri ve yardımcı malzemeleri de zamanında sahaya sevk edilmeli, kontrol edilerek kabul edilmelidir.

Kok batarya temeli, kontratuar duvarı ve atık gaz kanalları kalite kontrolleri yapılarak, kabul sertifikası imzalanmalıdır. Geçici çatı, ısıtma, aydınlatma yangından korunma birimleri oluşturulmalı, malzeme ve tesisler, refrakter ve harç sevkiyatı sırasında hazır çalışır durumda olmalıdır.

Ön hat, boyuna merkezi hat, yatay merkezi hat ve yükseklikler ölçülmeli, refrakter tuğla kontrolü ve ölçüm, kazık merkez hattı kalibresi için tamamlanmış ve ölçüm aparatları hazır bulunmalıdır.

Rejeneratör bölgesi, bağlantı kanalı, koklaşma kamarası ve komplike bölgeler, ön örüm yapılmalı, tuğlalar gerekli ise makinede işlenmelidir. Emniyet tedbirleri alınmalı, refrakter örümü esnasında tüm kurallara uyulmalıdır.

4.2.2. Yükleme, Boşaltma, Taşıma ve Depolama

Refrakter tuğlalar ve malzemeler ilgili mevcut standartlara ve teknik duruma göre depolanmalı ve taşınmalıdır. Standart olmayan biçimli silika ve şamot refrakterler tek tek kontrol edilerek kabul edilmelidir. Rejeneratör bölgesinde kullanılacak olan standart refrakterlerde tek tek kontrol edilmelidir. Taşımayı yapan tırlar ve gemiler temiz ve yağmur korumalı olmalıdır. Kesinlikle yağmur altında ve su altında kalmamalıdır.

Şekilli refrakterler taşıyıcı içerisine sarılmış olarak, kare refrakterler paket içerisinde ve aralarına hasır konularak ayrılmalıdır. Yükleme ve boşaltmanın çok titiz olarak yapılması gereklidir. Farklı şekil ve numaralardaki refrakterler açık olarak işaretlenmeli ve karıştırılmamalıdır. Konteynır kullanımı taşımada daha güvenli olacaktır. Sahaya alınmış malzeme ve tuğlalar üretim ve test laboratuvarı sertifikalı olmalıdır.

Silika, izolasyon, alümina silika tuğlalar ve refrakter harçları rafli ambarlarda muhafaza edilmelidir. Şamot tuğlalar açık alanda depolanabilir. Ancak üzerlerine su geçirmeyen branda ya da su koruma önlemi alınmalıdır. Depolama alanı, kuru, zemin düzgün ve sert olmalıdır. Refrakterle temas edecek yüzey kumla yastıklama yapılmalı ya da bir sıra çakıl serilmelidir. Depo alanı etrafında su gider kanalları olmalıdır. Refrakter tuğlalar, örüm sırasına göre düzenlenmelidir. Tuğla depolama, tuğla numaralarına ve toleransına göre olmalıdır. Paket yığınların arası 50-60 cm ve yüksekliği en fazla 3 m olmalıdır. Tuğlaların ambardan sahaya taşınması uygulama planı ve birbiriyle kullanım ilişkisine göre olmalıdır. Karışık kullanıma izin verilmemelidir. Refrakter harcı ve ince malzemeler çeşidine ve sınıfına göre yerleştirilmeli, ayrı ayrı yerleştirme harfiyen yapılmalıdır. Refrakter harcı depolaması, bir sıra kırmızı tuğla üzerine, kuru ve temiz olarak yapılmalıdır. Çatı ve yan duvarlar sert malzemeden hava geçirmez olmalıdır. Rüzgâr, toz, yağmur ve kar girmesi

engellenmelidir. Diğer ince malzemeler ve gres farklı bir alanda depolanmalıdır. Depo ve saha arası yollar düzgün olmalıdır.

4.2.3. Harç

Sahada harç karıştırma birimi ilgili ünitelerin izin vereceği, örüm alanına yakın bir yerde olmalıdır. Refrakter harcı sıkı bir şekilde tektik edilmeli ve standartlar sağlanmalıdır. Kok batarya refrakter örümünden önce, yoğunluk ve su ekleme miktarları test edilerek örüm bölgesine göre ölçülmelidir. Uygun görüldükten sonra ne su nede başka bir katkı eklenmemelidir. Yapışma süresi refrakter tuğlanın ölçüsüne göre değişmekle beraber yaklaşık 1-1.5 dakikadır. Harç karışımı hazırlanırken, tartımların doğru olması ve homojen karıştırılması önemlidir. Uygulamalarda, bozulmanın kontrol edilmesi, tortulaşma ve ayrışmaya dikkat edilmesi gerekir. Eğer harç uzun bir süre beklerse, tekrar karıştırılmalı ve topaklanmanın önüne geçilmelidir. Farklı karışımlar aynı anda hazırlanırsa mikserlerin yıkanmadan kullanılması uygun değildir. Mikserin yıkanarak temizlenmesinden sonra farklı bir harç hazırlanabilir. Çimentoyla ya da cam suyu (sodyum silikat) ile karıştırılan harçlar kullanımdan hemen önce hazırlanmalıdır. Pıhtılaşmış olan harçlar kullanılmamalıdır.

4.2.4. Ön Montaj

Batarya refrakter örümünden önce, batarya ana bölümlerinin ön örümü yapılmalıdır. Ön montajda şunlara dikkat edilmelidir; tasarım ve refrakter şekillerinin hataları varsa tespit edilmelidir. Değişik tip refrakterlerin uygunluğu kontrol edilmelidir. Revize edilecek refrakter miktarının belirlenmesi gerekir. Değişik tip harçların çalışabilirliği görülmelidir. Yapı özelliklerini, kalite noktaları ve yapı metodu öğrenilmelidir.

Tasarım, malzeme ve örüm sorunları denenerek görülmelidir. Refrakter örümünde kullanılacak olan harç, el aletleri ve refrakterler ön montajda da aynı şekilde kullanılmalıdır. Refrakter ve harçlar farklı tiplerle karıştırılmamalıdır. Cam suyu ve çimento katılmamalıdır. İşaretleme ve merkezlemeler batarya refrakter örümü ile aynı olmalıdır. Ön örümde, üretim ünitesi, tasarım ünitesi ve örüm ünitesi birlikte olmalıdır. Ön örüm açık alanda, toprak yada ağaç temel üzerinde yapılmamalıdır. Ön montaj yapılması gereken ana bölümler; Sole flue, rejeneratör, bağlantı kanalları, bekler ve fırın çatısıdır.

Ön örüm esnasında, eğer bir tuğla yeterince yoksa başka bir tuğladan kesilerek yapılabilir. Fakat bu kayıt edilmeli ve ön örüm sonrası kontrol edilmelidir. Örüm sonuçları detaylıca kayıt edilmelidir. Harcın çalışabilirliği, refrakterlerin dış ölçüleri ve örümün kalitesine olan etkileri, kesilecek ya da işlenecek refrakterlerin numara ve sayısının hesaplanması, refrakter yapı hatalarının tespit edilmesi, el aletlerinin, işaretleme aletlerinin uygulama sonuçları raporlanmalıdır. Örüm sonunda refrakterler dikkatlice toparlanmalı, kapalı alanda muhafaza edilerek, batarya örümünde kullanılmalıdır. Batarya örümüne başlamadan 1 ay önce, ön montajın yapılması gereklidir.

4.2.5. Kok Batarya Temeli ve Kontratuar Duvarları

Refrakter örümünden önce temel beton yüzeyi (Top Slab) çentiklenmeli ve su ile yıkanmalıdır. Sonra çimento harcı ile tasarım koduna kadar sıvanmalıdır. Çimento harcı ile sıvandıktan sonra en az 3 gün beklenilmeli ve sıva yüzeyi ile beton arası boşluk olup olmadığı vurma testi ile anlaşılmalıdır. Boşluk sesi var ise katman kaldırılmalı ve tekrar betonlanmalıdır.

Beton yüzeyin kod ölçümleri yapılmalıdır, yüzey düz ve eşit olmalı tolerans bir metre içerisinde ± 5 mm yi geçmemelidir. Ölçümler 2 m uzunluğunda ağaç masterla yapılabilir, master ile yüzey arası 7 mm'yi geçmemelidir.

Kontratuar duvarı yan yüzeyi çimento harcı ile düzleştirilmelidir. Tabliye ve kontratuar duvarları betonu dökülmeden önce ölçümlerin yapılması için röper (Stationary Gauge Mark) noktaları gömülü olarak hazırlanmalıdır.

4.2.6. Merkez Çizgisi ve Kontrol Hazırlığı

Tabliye betonu dökülmeden önce, kalıcı röper noktaları bataryanın dört tarafına konmalıdır. Derinliği 0.5 m den daha az olmamalıdır. Refrakter örümüne başlamadan önce, koklaşma kamarası merkez çizgisi ve tüm duvarların genişlik çizgileri itme ve kok taraf seviye kılavuz tahtasına işaretlenmelidir. Ve her bir refrakter sırasının kodu dikey kılavuz tahtasına işaretlenmelidir. Boyuna çelik tel, merkez çizgisi ve ön çelik teller itme ve kok taraf olarak kontratuar duvarına asılmalıdır. Eğer tavan vinci tarafından zarar verebiliyorsa, ön çizgiler (itme ve kok) ve merkez çizgi, lineate metodu ile duvar bölümleri olarak yapılabilir. Çizgilerin doğruluk oranı ± 1 mm olmalıdır.

Dikey ve yatay kılavuz tahtaları iki defa düzenlenmelidir. Kayar katman üzerine ilk olarak ve zırh üzerine ikinci olarak. Dikey işaretlemeler her iki yanma kamarasında bir ve yatay kılavuz tahtaları sürekli olarak boylu boyuna uzatılmalıdır.

Merkez çizgi ve refrakter örüm çizgileri yatay kılavuz tahta üzerinde işaretlendikten ve dikey işaretleme mevkii ikinci olarak işaretlendikten sonra koklaşma kamarası örümüne başlanabilir. İşaretleme mevkii ve kılavuz tahtaların bağlantıları sağlam olmalı ve örüm süresince kontrol edilmelidir. Boyuna merkez çizgilerinin kalıcı kontrol noktalarından ön çizgiler, boyuna merkezi çizgi, fırınların merkezi çizgileri ve refrakter örüm kodları, refrakter örümü sırasında kalibre edilmelidir.

Örüm esnasında, refrakter örüm kodlamalarını tabliye yüzeyinde, regenerater duvar üst yüzeyinde, yatay hava kanalı alt refrakter yüzeyinde, koklaşma kamarası alt yüzeyi, koklaşma kamarası üst yüzeyi ve batarya üstü yüzeyinde yapılmalıdır.

4.2.7. Genel Kurallar

Kirli yada yağlı refrakter tuğlalar örümde kullanılmamalıdır. Geçici olarak bitmiş olan duvar yüzeyleri bir gece bekledikten sonra temizlenmeli ve hafifçe ıslatılmalıdır. Yeni örüm öncesi fazla su ile ıslatılmamalıdır.

Kok batarya temeline gelen stresi eşit olarak dağıtmak için, tuğla örümü tüm tabliyede eşit ve dengeli olarak sürdürülmelidir. İki komşu duvar arasında 1.2 metreden fazla yükseklik olmamalıdır. Genelde ise, en yüksek yer ile en düşük yer arası fark 2.4 metreden fazla olmamalıdır.

Refrakterler son platformdan ara platforma kadar sırayla dizilmelidir. Rejeneratör ve yanma kamarası örümlerinde bir defada 5-6 sıradan fazla örüm yapılmamalıdır. İlk sıra örümünde refrakter kuru olmalıdır ki bağlantı sağlanabilsin. Refrakter örümü şu sıra ile yapılarak kontrol edilmelidir; refrakter bağlantısının işaretlenmesi, refrakterlerin projeye göre konulması, örülmesi, derzlerin düzeltilmesi, temizlik ve kontrolü. Elle düzeltilmesi gereken refrakterler duvar üzerinde düzeltilmemelidir. Kış ayları refrakter örümünde çevre sıcaklığı +5 °C den az olmamalıdır. Refrakterler + sıcaklıkta tutulmalıdır. Harç sıcaklığı +5 °C az olmamalıdır. Sıcaklık kayıtları (çevre sıcaklığı, hava sıcaklığı gibi) ve hangi bölgenin örüldüğü özel olarak kayıt altına alınmalıdır. Sıcaklık ölçümleri 4 saatte bir alınmalıdır.

Bir sonraki sıra örümü yapılırken, örülmüş olan sıra temizlenmelidir. Diagonal adımlar dış yada çıkıntı sağlamak için ayrılmalıdır. Refrakterler projesine uygun olarak aralarında 1.5-2 mm boşluk bırakarak dizilmeli, gözle kontrol yapılarak kok taraf ve itme taraf merkez aynı ekseninde tutulmalıdır. Refrakterler mekanik olarak şekil verilebilir ancak dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Girinti ve çıkıntılı refrakterler elle kontrol edilerek kullanılabilir. Refrakter şekillendirilmesi örüm sahasında yapılmalıdır, koklaşma kamarası tarafına gelen yüzey hiçbir şekilde kesilmemelidir.

Örüm yapılan duvarla iskele arasında 60 mm boşluk bırakılmalıdır. Bu sayede duvar yüzeyi düzgünlüğü master yardımı ile ölçülebilir. Örüm esnasında duvarlar krika ile bir birine desteklenmelidir.

Örümde ağaç yada kauçuk çekiçler kullanılmalıdır. El aletlerinin örüm esnasında ulaşamayacak kısımlara düşmesi engellenmelidir. Harcı kurumuş duvarlarda düzeltme yapılmamalı, sökülerek yeniden örülmelidir.

4.2.8. Tuğla Örümünde Kontrol

Sahada örüme başlamadan önce kapalı bir alan içerisinde ön montaj yapılmalı ve refrakterlerin ölçüleri kontrol edilmelidir. Örüm için beklemekte olan tuğlalar mutlaka kapalı bir ambarda bulundurulmalıdır, tuğlaların yağmur ve su altında kalması kesinlikle önlenmelidir. İsdemir 4 nolu kok batarya örümü esnasında (1985 yılında devreye alınmıştır) refrakter malzemeler yağmur ve sel sularının altında kalmıştır. Son olarak devreye alınan batarya olmasına rağmen en sorunlu ve hasarlı olarak işletilmiş ve ilk olarak kapatılmıştır. Isıtma esnasında oluşacak olan genleşmeleri alarak deformasyonu önleyecek genleşme boşlukları konulmalıdır. Bu boşluklar oluklu mukavva veya strafor ile konulabilir. Kullanılmakta olan silika tuğlalar aynı fabrikadan hatta mümkünse aynı harmandan üretilmelidir. Böylelikle kimyasal yapıları birbirine çok yakın olacak ve genleşme kontrolleri daha sağlıklı yapılabilecektir.

Deformasyon, çatlama, aşınma, pışme, dökülme, parçalanma, kopmaların varlığı, kok fırınlarının taban ve tavan durumu, çerçeve zırhı ile tuğla örümü arasındaki sıkıştırmanın durumu, kamaralardan rejeneratöre ısıtma gazı, ham kok gazı sızıntısının olup olmadığı, şarj deliğinin yerinden oynaması, fırınların üstünün durumu, dikey gaz çıkış borularının sıkıştırma durumu iyi kontrol edilmelidir. Batarya devreye alındıktan

sonra ortaya çıkabilecek olan gaz ve toz kaçakları verimin düşmesine, çevre kirliliğine ve bataryanın servis ömrünün kısılmasına neden olacaktır.

4.2.9. Isıtma Duvarlarında Refrakter Örümü Kuralları

Isıtma duvarları refrakter örümünde, üst sıranın örümüne en az 3 saat sonra izin verilir. Tuğlalar vinç yardımı ile duvar üzerine konmalıdır, tuğlaların düşmesi engellenmeli, düşme olayı yaşanır ve duvar hasarlanırsa yeniden örülmelidir.

4.2.10. Tuğla Birleşim Yerleri (Derz Bağlantıları)

Derz aralarında bulunan harçlar tam dolu ve sıkı olmalıdır. Tüm dik yüzeyler her iki taraftan harç kaplı olmalıdır. Yatay yüzeyler tek taraftan harç kaplanmalıdır. Eşit bir şekilde dağıtılmalı ve sıkıştırılmalıdır.

Duvarlarda oluşan derz boşlukları sonraki vardiyada öncelikli olarak doldurulmalıdır. Derz yüzeyleri tuğla yüzeyi ile eşit olmalıdır. Rejeneratör ve ısıtma duvarlarındaki derzler son temizlikten sonra kontrol edilmeli, boşlukları olan derzler doldurulmalıdır.

Derz kalınlıkları feeler çakısı ile ölçülmelidir. 15 mm boşluk ideal olanıdır ancak 20 mm ye kadar kabul edilebilir. Tüm derz boşlukları düz ve temiz olmalıdır. 6 mm den büyük derzlerde kılavuz kullanılmalıdır. Kılavuzlar birleşim yerine konarak örüm yapılmalıdır. Kılavuz alındıktan sonra çekiçlemek yasaktır. 6 mm altı derzlerde önceden hazırlanmış paketleme malzemesi kullanılabilir.

Derzlerde kullanılan kılavuzlar derz boşluklarından 1 mm'den az olmalıdır. Uzunluğu 800 mm civarında olabilir. Genleşme boşluklarına oluklu mukavva konmadan önce vakumla yada basınçlı hava ile temizlenmelidir. Derzlere zarar verilmemelidir.

Genleşme boşluklarına tasarıma göre asfalt dökülecekse ortam sıcaklığına göre seçilmelidir. Genellikle 65-85 °C asfalt dökülürken çok sıcak olmalıdır. Asfalt kalınlığı 10-20 mm olmalıdır. Üst yüzey tuğla üst yüzeyi ile aynı olmalıdır. Dökülmüş asfalt damlaları temizlenmelidir.

Genleşme derzlerinde kullanılan yağlı kağıtlar projesine uygun olarak hazırlanmalı ve tüm kayma yüzeyini kaplayacak şekilde kaplanmalıdır. Kağıtların kalınlıkları tasarıma göre önceden hazırlanmalıdır.

Polyester foam board (strafor) 6 mm den fazla olan boşluklarda kullanılmalıdır. Bataryanın ön tarafında genleşme boşlukları, seramik iple kapatılmalıdır. Derinlik 10-20 mm olmalıdır.

4.2.11. Tuğla Örümünün Ayarlanması

Ağaç yada kauçuk çekiçler tuğlanın yerine yerleştirilmesi için kullanılmalıdır. İki yada daha fazla sıra çekiçleme yapılarak düzeltilmemelidir. Sıralarda sapmalar yada tolerans dışı standartlar varsa sökülerek yeniden örülmelidir. Bu durumlarda çekiçle düzeltme yapılamaz. Söküm yapılan yerler özenle yapılmalı ve diğer tuğlalara zarar vermemelidir. Bir sıradan fazla söküm gerektiğinde üst sıralar tamamen sökülmalıdır. Komşu tuğlalar çek içlenerek derz boşlukları azaltılmamalı yada yüzey tadilatı yapılmamalıdır.

4.2.12. Rejeneratör Bölgesi Örümü

Rejeneratör bölgesi altına kayar tabakayı yerleştirmeden önce temel tabliye ve kontratuar duvar yüzeyleri düzeltilmelidir. Dere kumu eşit bir şekilde dağıtılmalı ve aynı kalınlıkta serilerek kayar tabaka oluşturulmalıdır. Asfalt tabaka dere kumu ve refrakter arasına serilmelidir. Sonra üzerine harç serilmelidir.

Galvanizli sac (teneke) kullanılması durumunda ise aşağıdakiler yapılmalıdır. Galvanizli teneke yüzeye tamamen serilmelidir. Refrakter örümünden önce tenekenin altı tamamen gres ile kaplanmalıdır. Çelik sac kaplandıktan sonra onay için kontrol edilir. Sac yüzeyi sırası ile gres yağı, asfalt ve harç ile kaplanır. Gres yağı ile karışmış harçlar kesinlikle kullanılmamalıdır.

4.2.13. Sole Flue ve Rejeneratör Duvarı Örümü

Sole flue örümü yapılmadan önce, her bir yanma kamarasının merkezi dışarda bulunan kılavuz tahta üzerinde işaretlenmelidir. Kodlar dikey olarak işaretlenmelidir. Boyuna eksenler ve itme ve kok taraf eksenleri çekilerek işaretlenmelidir. Örüm çalışması çekilen hatların kontrol edilmesinden sonra başlayabilir. Refrakterlerin ilk sıra örümünden önce birleşim yerleri kontrol edilmelidir. Ana duvar sonu sole flue yapımı kılavuz tahta çizgisine yapılmalıdır.

Fırın duvarlarında sapmaları önlemek için, itme ve kok taraf arsına çekilen hat üzerinden şakül sarkıtılmalıdır. Bu hizaya göre örüm yapılmalıdır. Örümdeki yükselmeye göre işaret çizgileri titizce taşınmalıdır. Son tuğlanın yeri ön hat ve merkez hatlara göre kontrol edilmelidir. Bu hatlar yeni vardiya öncesinde değiştirilmelidir. Duvarların düzlüğü örüm yapılırken kontrol edilmelidir. Sole flue örümünden sonra duvar kodları kontrol edilmelidir. ± 5 mm fark bulunan yerler sonraki sırada tolere edilmelidir.

Refrakter örümü ortadan başlayarak iki yana doğru gider. Büyük boy oluklu mukavva, örümü yapılan tuğla ile kamara duvarı arasında kullanılır. Örülen kısımlar ölçüde kalması için bağlanmalıdır.

Sole flue tabanı ve duvar yüzeyleri örüm sonrası temizlenmeli ve sonra talaşla (10-15 mm) kaplanmalıdır. Sole flue port tuğlalar ortadan kenara doğru oturtulmalıdır. Harç yerleştirme esnasında temizlenmelidir.(sole flue port brick) ortası delik tuğlaların delik çapları örüm öncesi kontrol edilmelidir. Bu tuğlalar arası boşluk 5 mm den fazla olmamalı ve üst yüzey düzlükleri 2 metrelik masterla kontrol edilmelidir.

Genleşme derzleri temizlenmeli ve delik tuğlalar üzeri tahata plaka ile kapatılmalıdır. Tahta plaka ile duvar arası 15 mm den fazla olmamalıdır. Sole flue kısmı Şekil 4.2 ve 4.3 de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Sole Flue Kanalı



Şekil 4.3. Sole Flue Kanalları (Hava Gaz Kutusu Bağlantısı)

4.2.14. Rejeneratör Duvar Örümü

Bu kısımda projelerine göre harç değiştirilmeli ve el aletleri harçlardan temizlenmelidir. İlk tuğlalar fırın sonlarına ve ortaya konularak, kod işaretine göre ip çekilerek kontrol edilmelidir. Merkez mesafesi kılavuz tahta ile ayarlanmalıdır.

Kılavuz tahtanın boyu batarya boyundan yarım boy fazla olmalıdır. Boyuna merkez eksen, ön eksen hatlarının tuğlaların merkezlerine olan mesafesi her iki sırada bir kontrol edilmelidir.

Kok gazı hattı tuğlası örümünde, birleşim harçları tam olarak dolmalıdır. İç kısımda taşan harç derhal çıkarılmalıdır. Tüm kok gazı hattı tamamen açık olmalıdır. Kok gazı hattı tuğlaları düz ve doğru olarak örülmelidir. Bu tuğlalar rejeneratör duvarına uydurmak için kaydırılmamalıdır. 2 metrelik masterla ara duvar ve komşu duvarların kod farkları kontrol edilmelidir. Rejeneratör duvarı örümü şekil 4.4 de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Rejeneratör Duvarı örümü

4.2.15. Checker (Delikli) Tuğlaların Harçsız Örülmesi

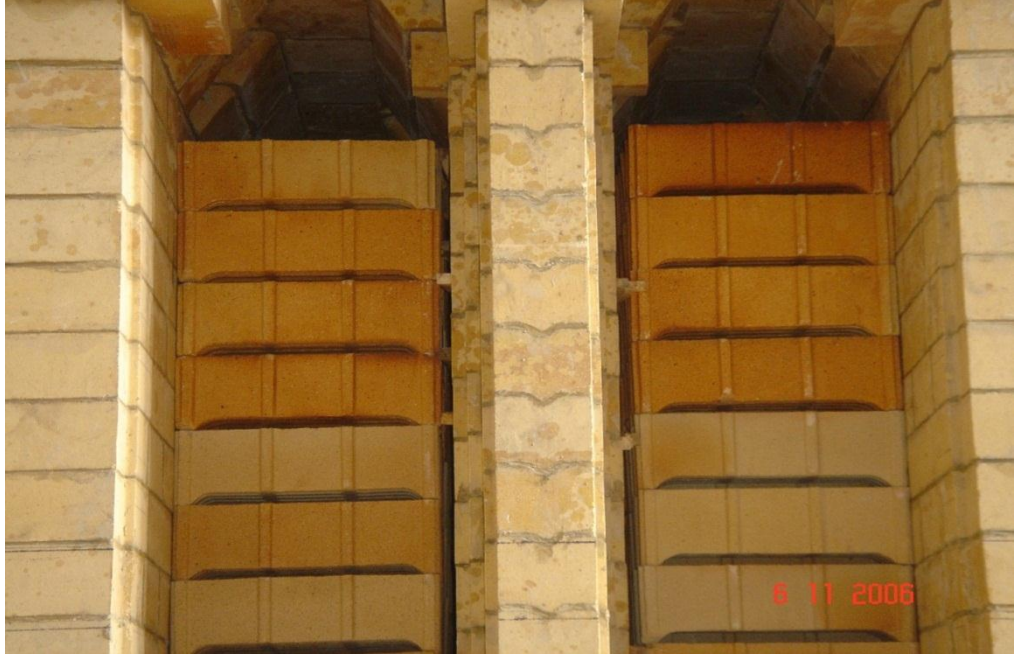
Checker tuğlalar bataryanın tüm örümü bitmeden konulmalıdır. Vakumlarla temizlik yapılmalıdır. Kuru örüm öncesi checker tuğlalar basınçlı hava ile temizlenmelidir. Checker tuğlaların ilk sırası projesine göre konulmalı ve ikinci sıra örümü öncesi kontrol edilmelidir. Ortadan kenarlara doğru merdiven şeklinde tüm sıralar konularak gelinmelidir. Checker tuğla delikleri açık ve temiz olmalıdır. Bunlar masterlarla kontrol edilmelidir.

Checker tuğla ve rejeneratör duvarı arasındaki boşluklar oluklu mukavva ile kapatılmalıdır. Yanmaz malzeme kullanılmamalıdır. Delikli tuğlalar her bir rejeneratör bölgesine kuru konulmasından sonra kontrol edilerek kapama duvarları derhal kapatılmalıdır.

Alternatif olarak da kapama duvarları örümü yapıldıktan sonra, harç ve pislikler titizlikle temizlenir ve checker tuğla örümü kuru olarak yapılır. Sonrasında iyice temizlenerek üst tarafı koruma plakası ile kapatılır. Bu sayede rejeneratör duvarı örümünde harç dökülmesinden korunmuş olur. Checker tuğla örümü şekil 4.5 ve 4.6 da gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Rejeneratör Bölgesi Checker Tuğla Örümü



Şekil 4.6. Checker Tuğla Örümü

4.2.16. Corbel Zone (Meyilli Yollar) Örümü

Corbel zone ilk sırası örülmeden önce, topoğraf yardımı ile bataryanın boyuna merkez çizgisi her bir corbel bölgesi için rejeneratör duvarı üzerine işaretlenmelidir. İlk sıra örümü tuğlaları harçsız dizilerek, her bir tuğlanın yeri rejeneratör üzerine işaretlenmelidir. Örüm esnasında, itme ve kok taraf arasına ip çekilerek örüm yapılmalıdır.

Her bir sıra temizlenip kontrol edildikten sonra diğer sıraya geçilmelidir. Corbel zone bölgeleri arası mesafe sürekli kontrol edilmelidir. Meyilli yolların iç yüzeyleri düz olmalı, çıkıntı ve tırnak yapmamalıdır. Rejeneratör üstü örüm duvarlarında, refrakter harçlarında dökülmeler olmamalı, olanlar tamir edilmelidir. Corbel zone örümünde seviyenin eşit bir şekilde yükselmesi için 2 m. master ve eksen ipi sık sık kullanılmalıdır.

Genleşme boşlukları temizliğinde önce parçalar alınmalı sonrasında basınçlı hava tutulmalıdır. Corbel zone ilk sıra örümünden sonra, ikinci sıra yanal kılavuz tahtası ve dikey ölçü direği derhal dikilmelidir. Corbel zone kesit ölçülerinden emin olmak için kılavuz cetvel yada master sık sık kullanılmalıdır.

Corbel zone her sıra pervaz tuğla örümünde, şakül her iki sırada bir kullanılmalı, fırın orta ekseninin yanma kamarası orta eksenine göre ölçüsünden emin olunmalıdır. Meyilli yollar ve dikey gaz (kok gazı) hattı örümünde temizliğe dikkat edilmelidir. Kanallar ve yollar temiz olmalıdır. Şekil 4.7 de corbel zone örümü ve şekil 4.8 de meyilli yol örümü gözükmemektedir.



Şekil 4.7. Corbel Zone (Meyilli Yollar) Örümü



Şekil 4.8. Meyilli Yol Görüntüsü

4.2.17. Koklaşma Kamarası Örümü

Bu bölge örümüne başlamadan önce, taban seviyesi ve düzlüğü kontrol edilmelidir. Örüm öncesi, yanma kamarası duvarı tuğla üzerine çizilmelidir. Örüm esnasında tuğla alt köşesi buna göre yerleştirilmelidir.

İlk sıra örümde, birleşim yerleri öncelikli olarak incelenmelidir. Sonra uygun görülürse örüm yapılmalıdır. Birkaç sıra örüldükten sonra, ölçü toleransları iyi kontrol edilmelidir. Bu kısım duvar için temel görevi yapacaktır. Son fırın yanma kamarası örülürken, itme ve kok taraf arasına çekilen ipten işaretli kısım ölçülmelidir. Sirkülasyon delikleri örüldükten sonra aşağıda işlemler yapılır ve üst sıra örümüne geçilir. Meyilli yollar ve gaz çıkış kanalları tamamen temizlenmelidir.

Gaz çıkış delikleri temizlendikten sonra tamamen kapatılmalıdır. Bu iş için asfalt keçe ve üzerine temiz talaş atılmalıdır. 15 mm zift de talaş üzerine serilir. Eğer gaz çıkış deliği yüzeyden yüksekse, içine kağıt konulur ve üzerine asfalt serilir (15 mm). Koklaşma kamarası tabanına ağaç plaka (sunta) serilir. Şakul kullanarak diklik kontrolü yapılır. Mastar ve cetvel ise duvar düzgünlüğünü ve kalınlığını kontrol için kullanılır. Her 1.2 metre örüm sonrası, ısıtma duvarı merkezi ve sonu şakül yardımı ile birlikte kontrol edilmelidir.

Kılavuz direk refrakter seviyesinin kontrolü için kullanılır. Kafa tuğlalar duvarda kolaylıkla zarar göre bileceği için çok dikkatli olmak gerekir. Eksen ipi itme ve kok taraf arasına çekilmelidir. Koklaşma kamarası duvarı örülürken, tuğlanın üst köşesi çekilen ipe göre alt köşesi alt sıra tuğlasına göre ayarlanmalıdır. Fırın duvarları yüzeyi düzgün olmalı, duvarda ve tabanda itme yönü tersine çıkıntı olmamalıdır. 2m lik mastar yardımı ile yüzey düzgünlüğü, şakül yardımı ile ise diklik kontrolü sıklıkla yapılmalıdır. İskele üzerinde örüm yapılırken, iskele cıvataları sıkılmalıdır.

Harç kalıntıları beklerin iç kısmından tamamen sıyrılıp alınmalıdır. Bek içerisinde bulunan sac plaka (mangal diye tabir edilir) dışarı alınarak temizlik yapılmalıdır. Örüm esnasında yan duvar seviyesine dikkat edilmelidir. Aralarındaki mesafe 1.2 metreyi aşmamalıdır.

Gözetleme delikleri ve dikey baca delikleri fırın eksenine göre ayarlanmalıdır. Duvarların tüm yüzey düzgünlüğü ölçüm ve kontrolleri kapamalardan önce yapılmalıdır. Şekil 4.9 ve 4.10 da örüm sonrası koklaşma kamaraları gözükmemektedir.



Şekil 4.9. Kok Batarya Refrakter Yapısı



Şekil 4.10. Koklaşma Kamaraları, Buckstay ve Zırhlar

4.2.18. Fırın Çatısı Örümü

Dikey kılavuz levhası (90x20 mm) fırın çatısı örülmeden konulmalı, gözetleme delikleri eksenleri, kontratuar duvarları eksenleri ve fırın üst kodu işaretlenmelidir.

Koklaşma kamarası örümünden önce, şarj delikleri ve dikey baca eksenleri ile çapları kontratuar duvarları üzerinden işaretlenerek boyuna hat çekilmelidir.

Fırın üst kapama tuğlaları kontrol edilmeli, çatlak olmamalıdır. Bu kısım tuğlalarda kesme işlemleri yapılamaz. Kapama tuğlaları zırhlara yada kapı kasalarına (-) tolerans ile yerleştirilmelidir. Kapama tuğlaları üzerinde bulunan dikey baca ve şarj delikleri her biri, bir defada örülerek tamamlanmalıdır. Gözetleme delikleri yerleştirilirken, yanal kılavuz tahtası kullanılmalıdır.

Tuğla örümünden sonra bekler dikkatlice temizlenmelidir. Sonrasında bek içerisine ayar tuğlası konulmalıdır. Bu çalışma kontrol edilip onaylandıktan sonra üst taraf tuğla örümü yapılır. Ayar tuğlası ile bek duvarı arası proje değerinden küçük olmamalıdır. Taban düz olmalı ve kolayca hareket etmelidir. Gözetleme deliği çerçevesi son sıra örümünden önce yerleştirilmelidir. Gözetleme deliği örülürken, eski bez parçaları ile kapatılarak harç ve tuğla kırıntılarının dökülmesi önlenmelidir. Şamot tuğla örümü tasarımına göre bir defada örülmelidir. Şarj delikleri eksenini merkez hattı çekilmeli ve çizilmelidir. Bu hat base olarak ölçü alınmalıdır. Fırın çatısı tuğlaları birer birer örülmeli, ek yerleri tamamen doldurulmalıdır. Grouting metodu ile yapılmamalıdır.

Isıtma duvarında bulunan kurutma delikleri önceden kontrol edilmeli, delikle plug arasında 2-3 mm boşluk olmalıdır. Kontrol edilen delik ve pluglar numaralandırılmalıdır. Fırın üstü tamamen düz olmalıdır.

4.2.19. Isıtma Öncesi ve Sonrası Yapılacak Örümler

Batarya üstü örüm tamamlandıktan sonra, gövdenin iç kısımları tepeden tırnağa basınçlı hava ile temizlenir. Havanın basıncı kontrol edilmeli ve derz aralarında bulunan harçlar zarar görmemelidir. Hasarlı kısımlar ısıtma öncesi tamir edilmelidir. Tamiri mümkün değil ise kayıt altına alınmalıdır. Temizlik tamamlandıktan sonra muz tuğla yerine konmalıdır. Hava basıncı 1.5 kg/cm² den fazla olmamalıdır.

Batarya gövdesi örümünden sonra aşağıda belirtilen kısımlarda derzler gözden geçirilmelidir. Koklaşma kamarası duvarı ve kapama tuğlaları, ısıtma duvarları, fırın

üstü kok ve itme taraf açıklıkları, şarj deliği ve dikey baca açıklıkları, rejeneratör duvarları ve corbel zone yüzeyleri. [22]

4.3.Kok Bataryalarının Devreye Alınması (Heating Up)

İsdemir 5&6 kok bataryaları devreye alınmasında Sinosteel/Acre firması tarafından hazırlanarak uygulanmış ısıtma programı örnek olarak alınmıştır.

İsdemir 5&6 kok bataryaları 6 M yüksekliğinde 2X65 fırından oluşmaktadır. Sistem twin flue (çift bek) atık gaz sirkülasyonlu, under jet tip bataryalardır.

Bataryaların ısıtılarak devreye alınması çok karmaşık ve çok önemli bir prosestir. İlk ısıtma kalitesi ve kontrolü batarya servis ömrünü etkileyecek olan çok önemli bir faktördür. Bu yüzden, ısıtmada yapılacak olan işler çok önemlidir. Kok batarya sıcaklık artırma yönteminde, ısıtma hesabında belirlenmiş olan plana sıkıca uyulmalıdır.

Yeni örülmüş bir kok fabrikası bünyesinde tonlarca su nemi barındırır, bu nemin ısıtmanın başında, kuruma fazında buharlaştırılması gerekir, bu yüzden sıcaklık artışı çok yavaş olmalıdır.

Pratik tecrübelerle göre, bataryanın kurutma periyodu ($<100^{\circ}\text{C}$) 12 gün olarak belirtilmektedir. Sıcaklık artışının hesabı, silika tuğlanın genleşme miktarına göre, günlük maksimum %0,035 olacak şekilde planlanır. Sıcaklığın yaklaşık 800°C ye ulaşması 53 günde olabilir. Kurutma süresi ile birlikte (12+53) toplam 65 günde 800°C ye ulaşılabilir. Kok batarya normal (alttan) ısıtmaya geçtikten sonra bataryanın devreye alma çalışmaları (start up) ilk itme gerçekleşene kadar yapılır. Isıtma kullanılması planlanan gaz kok gazıdır. Fırın kapılarının alt kısımları ısıtma delikleri olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu yöntemde kapı ağızlarına kapama duvarı yada harici soba örülmez.

Isıtma kok gazı brülörünün ısıtma deliklerinden kok kamarasına geçirilir. Böylece ısıtma için gerekli ısı verilmiş olur. Otomatik sıcaklık ölçme sistemi batarya ısıtmasında kullanılır, termokapılar sayesinde bir çok bağımsız bölümden gelen sıcaklık bilgileri her 5 dakikada bir alınır. Gaz basıncı ayarı ile manuel olarak sıcaklık kontrolü yapılır. Çok sıcak yada çok soğuk fırın fenomeninin önüne geçilir. Bu şekilde sıcaklık kontrolü plandaki gibi yapılır.

Fırın sıcaklıkları ne zaman 800°C ye ulaşırsa, otomatik sıcaklık ölçme termo couple ları yerlerinden çıkarılır. Kok batarya normal ısıtmaya döner, böylece fırın sıcaklıkları pyrometre ile ölçülmeye başlanır.

4.3.1. Kurutma Periyodu

Tecrübelerle göre kurutma süresi 12 gün olarak tanımlanır. Gaz alevi düzgünce arttırılarak bataryada bulunan nem dışarı atılmalıdır. Günlük maksimum genleşme miktarı %0,035 olmalıdır. Başlangıçta gaz yanmasındaki hava faktörü kontrol altında tutularak dikey sıcaklık artışları orantılı olarak sağlanır. Kurutma periyodu sn erdikten sonra, acele etmeden batarya sıcaklığı 250 °C ye ulaştığında batarya üzerindeki geçici çatı sökülür. Batarya normal ısıtmaya dönmeden önce, sole flue bölgesi sıcaklığı 450 °C den fazla olmamalıdır. Günlük bölgesel sıcaklık artışı çizelge 4.1 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Günlere Göre Sıcaklık ve Genleşme Çizelgesi

Isıtma Günlerinin Planlanması				Günlük Maksimum Genleşme : % 0,035					
Planlanan Sıcaklık (°C)				Maksimum Genleşme Oranı (%)				Hesap	Uygul.
No	Yanma Kamarası	Rejeneratör Üstü	Sole Flue Tuğlası	Yanma Kamarası	Rejeneratör Üstü	Sole Flue Tuğlası	Maks. Değer	Gün	Gün
	Norm. Sıcaklık-	Norm. Sıcaklık -	Norm. Sıcaklık -						
1	100	90	70	0.15	0.14	0.09	0.15	4.3	12
2	100-125	90-115	70-94	0.17	0.13	0.05	0.17	5	5
3	125-150	115-143	94-120	0.16	0.15	0.16	0.16	4.6	5
4	150-175	143-166	120-144	0.12	0.11	0.14	0.14	4.1	4
5	175-200	166-184	144-150	0.14	0.09	0.04	0.14	4.0	4
6	200-225	184-203	150-158	0.17	0.10	0.04	0.17	4.9	5
7	225-250	203-225	158-163	0.11	0.14	0.03	0.14	4.0	4
8	250-300	225-264	163-180	0.08	0.13	0.08	0.13	3.8	6
9	300-400	264-340	180-240	0.12	0.12	0.21	0.21	6.0	6
10	400-500	340-425	240-275	0.09	0.10	0.11	0.11	3.2	5
11	500-600	425-510	275-300	0.07	0.07	0.05	0.07	2.0	3
12	600-700	510-595	300-350	0.04	0.06	0.07	0.07	2.0	3
13	700-800	595-680	350-360	0.05	0.04	0.01	0.05	1.4	3
								Toplam	65

4.3.2. Kok Batarya Isıtma Planı

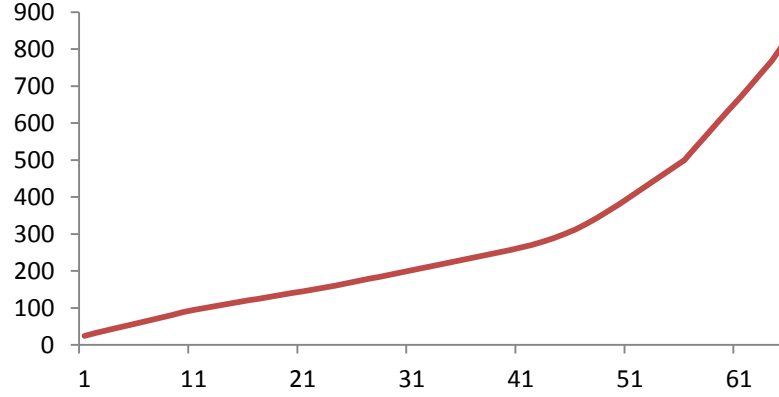
Kok batarya ısıtma planı Çizelge 4.2 de gün bazında verilmiştir.

Çizelge 4.2. Günlük Sıcaklık Artışı

Günler	Sıcaklık (C)	Sıcaklık Farkı (C)	Günler	Sıcaklık (C)	Sıcaklık Farkı (C)	Günler	Sıcaklık (C)	Sıcaklık Farkı (C)
1	24	0	23	155	5	45	300	12
2	32	8	24	160	5	46	312	12
3	39	7	25	166	6	47	327	15
4	46	7	26	172	6	48	344	17
5	53	7	27	178	6	49	362	18
6	60	7	28	184	6	50	380	18
7	67	7	29	190	6	51	400	20
8	74	7	30	196	6	52	420	20
9	81	7	31	202	6	53	440	20
10	88	7	32	208	6	54	460	20
11	94	6	33	214	6	55	480	20
12	100	6	34	220	6	56	500	20
13	105	5	35	226	6	57	533	33
14	110	5	36	232	6	58	566	33
15	115	5	37	238	6	59	600	34
16	120	5	38	244	6	60	633	33
17	125	5	39	250	6	61	666	33
18	130	5	40	256	6	62	700	34
19	135	5	41	263	7	63	734	34
20	140	5	42	270	7	64	768	34
21	145	5	43	279	9	65	810	42
22	150	5	44	288	9			

4.3.3. Isıtma Sıcaklık Artış Eğrisi

Günlere göre sıcaklık artış eğrisi Şekil 4.11 de verilmiştir.



Şekil 4.11. Günlere Göre Sıcaklık Artış Grafiği

4.3.4. Isıtma Öncesi Yapılması Gerekenler

İtme ve Kok taraf yürüme platformları tamamlanmalıdır. Buckstayler yerinde olmalı, ayarı yapılmalı ve kayıt tutulmalıdır. Geçici platformlar tie rod yaylarını sıkılamak için monte edilmelidir. Zırh ve buckstay in birbirine sıkıca temas etmesi gerekir. Ölçüm yapabilmek için işaretlemeler yapılmalıdır. Boyuna tie rodlar altına ağaç takozla besleme yapılarak düz tutulmalıdır. Boyuna tie rod ayar aleti yerine konmalı ve istenilen yükseklikte ayarlanmalıdır.

4.3.4.1.Zırh

Zırh ana gövdesi ayarı tam ve yerinde olmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Zırhın tepesi ile cıvata arası mesafe ölçülmelidir. Batarya arası ve zırh arası özel bir harç ile doldurulmalıdır. Kapı kasası pozisyonu ve ayarı yapılarak kayıt altına alınmalıdır.

4.3.4.2.Kok Batarya Gövdesi

Temizliğin yapılarak her yerin tamamlanmış olması gerekir ve genleşme boşlukları seramik iple doldurulmalıdır.30 mm seramik ip batarya son duvar genleşme boşluklarına konulmalıdır. Isıtma duvarı içerisinde bulunan kurutma deliklerinin kontrolü ve temizliği yapılmalıdır.

4.3.4.3.Batarya Üstü

Batarya üstü ısıtmadan 10 gün önce tamamen temizlenmelidir. Şarj kapakları harçla sıvanmalıdır. Gözetleme delikleri kapakları gresle kapanmalıdır. Otomatik sıcaklık ölçüm sistemi yardımcı ekipmanları (termo couple, kablosu, kablo kanalı) ısıtmadan 10 gün önce hazırlanmalıdır.

4.3.5. Isıtma Esnasında Yapılacak İşler

Ana gaz toplama yerine oturtulmalıdır. Dikey bacalar yerlerine oturtularak, geçici olarak pozisyonlarında seramik bez ile kapatılarak izole edilmelidir. Deve boynu su izolasyon boruları monte edilmelidir. Baca kanalı atık gaz damperlerinin montajı (ana damper ve taraf damperler) tamamlanmalıdır. Baca kanalı genişleme derzlerinin temizliği yapılmalıdır. Basınç ve sıcaklık ölçümlerinin yapılabilmesi için gömülü parçaların atık gaz kanalına yerleştirilmesi. Basınç ve sıcaklık ölçüm noktalarının belirlenmesi. Damperlerin yatakları greslenmeli, kolayca hareket etmelidir. Baca kanalındaki maddeler ve atık sular temizlenmelidir. Hava/gaz kutuları tasarımına göre yerinde olmalıdır. Sole flue ve hava/gaz kutuları bağlantıları seramik ip ile izole edilmelidir.

4.3.6. Batarya Isıtma Ekipmanları

Fırınlarda alev yataklarının örülmesi, son duvarda ise harici soba örümü yapılması. Fırınlara ve bacanın ısıtılması için gaz hatlarının çekilmesi. Ölçüm yapmak için gerekli geçici platform montajının yapılması. Termo couple, termometre ve U tip basınç ölçer hazır olmalıdır. Kontrol odasının hazır tutulması. Isıtma için gerekli malzeme ve aparatların hazırlanması. İSG hazırlıklarının tamamlanması, sağlık güvenlik planının ve risk analizlerinin çıkarılması. Isıtma tablosunun hazırlanması gereklidir.

4.3.7. Ateşleme Öncesi yapılacak İşler

Ölçüm yerleri işaretlerinin tamamlanması. Batarya boyu, batarya yükseklik ve yayların ölçüm için işaretlenmesi. Yay yüklerinin ön değerlere getirilmesi. Buckstay üstündeki civataların aynı boya getirilmesi. Fırınlara numaralandırılması. Isıtma ve işletme personelinin eğitilmesi.

4.3.8. Isıtma Yönetimi (Heating Up Management)

Sıcaklık kontrolü; ısıtma sırasında beklerin ortalama sıcaklığı, kontrol sıcaklığıyla aynı olmalıdır. İzin verilebilecek dalgalanma tablosu çizelge 4.3 de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Sıcaklık Dalgalanma Toleransları

Sıcaklık Aralığı (oC)	İzin Verilen Sıcık. Dalgalanması	Not
0-300	± 1	%95 gerçekleştiğinde mükemmel kabul edilir
300-500	± 2	
500-800	± 3	

Isıtma sırasında alt ve üst sıcaklık oranı, sole flue sıcaklığı, ısıtmanın son evresinde 450 °C yi geçmemelidir. Pul değişimleri hariç gaz alevi söndürülmemelidir. Eğer alev sönerse, ısı izolasyonları yapılarak, ısıtmanın tekrar başlaması sağlanmalıdır.

4.3.9. Ateşleme Öncesi Hazırlıklar

Isıtma öncesi baca 3-5 gün ısıtılmalıdır. Baca kanalında emiş 200 Pa. ulaştığı zaman, batarya ateşlenebilir. Hava/gaz kutusu hava giriş diski köşebent vasıtasıyla açık tutulur.

4.3.10. Fırınlrın Ateşlenmesi

Baca kanalı emişleri 60-70 Pa. ayarlanır. Ateşleme itme ve kok taraftan ters yönlü olarak başlamalıdır. İtme tarafta tek sayılar, kok tarafta çift sayılar ateşlenir. Fırın sıcaklığı 70-80 °C ye ulaştığında diğer taraflar ve son duvar sobaları ateşlenmelidir. İlk ateşleme fotoğrafı şekil 4.12 de gösterilmektedir.



Şekil 4.12. Fırınlrnrn Ateşlenmesi

4.3.11. Fırınlrnrn Sıcaklık Yönetimi

Bilgisayarlı otomatik sıcaklık ölçüm sistemi kurulur ve sıcaklık sinyalleri her 5 dakikada bir alınır ve gösterilir. Günlük sıcaklık planı gündüz vardiyasında ulaşılabacak olan sıcaklığı gösterir.

Her vardiyada planlanmış sıcaklık hedefi, vardiya sonundan 1 saat önce ulaşılabmalıdır. İzlenmekte olan sıcaklıklar vardiya içerisinde her 4 saatte bir raporlanmalıdır. Fırın ısıtma sıcaklıkları manuel olarak gaz basıncı ile ayarlanır. İtme ve kok taraf hat basınçları belli bir değere geldiğinde sıcaklığı arttırmak zordur, bu durumda pulları değiştirmek gerekir.

Sıcaklık yükselişi plana göre çok dikkatli yapılmalıdır. Bunun yanı sıra genleşme kontrolleri yapan ekiple yakın çalışarak sıcaklık ve genleşme miktarları karşılaştırılmalıdır. Beklerin sıcaklıkları boylu boyunca mümkün olduğunca aynı olması sağlanmalıdır.

Eğer sıcaklık planlanandan az ise, kısa sürede plan sıcaklığını yakalamak çok yanlıştır. Yavaşça arttırarak istenilen değere yakalanmalıdır. Eğer sıcaklık planlanandan fazla ise, izolasyon sağlanarak sıcaklık korunmalıdır. Sıcaklığı düşürmeye çalışmak kesinlikle yasaktır.

Isıtma başlangıcında yaklaşık 150 °C ye kadar, batarya neminin atılması için baca emişi yüksek tutulmalıdır. Isıtma sonunda da emişlerin kontrolü önemlidir, çünkü sole

flue bölgesinde sıcaklık artışı istenmez. Rüzgar ve yağmur gibi sıcaklık artışını etkileyebilecek doğa olaylarına dikkat edilmelidir.

4.3.12. Yay Baskılarının Yönetimi

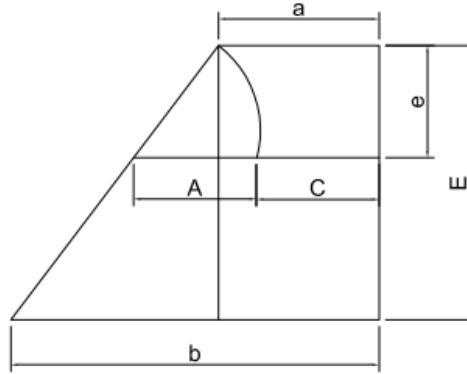
Bataryada sıcaklık artışına bağlı olarak buckstay yaylarına uygulanacak baskı değerleri çizelge 4.4 de verilmektedir.

Çizelge 4.4. Sıcaklığa Bağlı Yay Baskı Yükleri

Sıcaklık Aralığı (oC)	Yukarı Büyük Yay (10 kN)	Aşağı Büyük Yay (10 kN)
0-300	9	8
300-500	10,5	9
500-700	12	10
700 den sonra	13	10,5

İlk piyano teli kapı üstü açma/kapama mekanizması hizasına, ikincisi alt mekanizma hizasına, 3. Tel sole flue kısmına çekilmelidir.

Çelik kolon eğimi: ölçüm 3 tel metodu ile yapılır.



Hesap Formülü: $A=a-c+(b-a)*e/E$

A: Buckstay Eğimi

a: Buckstay yüzeyi ile üst piyano teli arası

b: Buckstay yüzeyi ile alt piyano teli arası

c: Buckstay yüzeyi ile orta piyano teli arası

e: Üst tel ile orta tel arası mesafe

E: Üst tel ile alt tel arası mesafe

Not: Batarya boyunun ölçülmesi ve eğimi için çelik cetvel kullanılır. Çelik cetvelin bükülmemesi ve ölçümü etkilememesi için, çelik cetvel köşebent üzerine sabitlenmelidir. Batarya boyu ölçülürken, tüm okumalar telin dış tarafından yapılmalıdır.

Fırın yükseklik genişlemesi: ölçme noktaları, gözetleme delikleri tuğlasına göre işaretlenir, merkez ve kok taraf standart ısıtma duvarları. Ölçümler topoğraf ekibi ile ateşleme öncesi ölçülür.

Side bench platform kolonları dikliği, üst ve alt taraf saport kolonları dikliği şakül yardımı ile boya ile işaretlenir. Kontratuar diklikleri: ölçüm noktası soğuk durumda işaretlenir, sıcaklık arttıkça işaret yerine göre ölçüm yapılır. Zırhların dikliği: ikili piyano teli yardımı ile ölçülür.

4.3.13. Isıtmada Yapılacak Sıcak Tamir Çalışmaları

Isıtma esnasında genleşme değişimleri batarya gövdesinde kontrol edilmelidir. Problem görüldüğünde giderilmelidir. Rejeneratör duvarları sıkı olmalı, tuğlalar arası birleşim olmamalıdır. Fırın üstü yüzey çatlakları seramik ipe doldurularak kapatılmalıdır. Ana baca kanalı ve taraf baca kanalları çatlak ve boşluklar çimento ve şamot harcı ile karıştırılıp tamir edilir. Açıklık bulunmamalıdır.

Baca ateşlenmesinde dikkat edilecek hususlar;

Ana baca kanalı ve taraf baca kanalları tamamı kapalı olmalıdır. Damperlerin dönüşleri tamamen esnek ve rahat olmalıdır. Açık ve kapalı işaretleri doğru yapılmalıdır. Hava/Gaz kutusu atık gaz diskleri kapalı pozisyonunda olmalıdır.

Ateşleme İşlemi

Bacanın ısıtılması için kullanılacak gaz kok gazıdır. Ateşleme için önce ateşleyici tutuşturulur sonra gaz verilerek brülör ateşlenir. Bunun tersi yapılmamalıdır, patlamaya sebep olabilir. Alev sönerse öncelikle vana kapatılmalı, sonra bir süre beklenmeli ve ateşleme tekrar yapılmalıdır. En az 2 kişi ateşleme için hazır bulunmalıdır. Görevliler gaz alevinin olduğunu sürekli kontrol etmelidir. Eğer yanma sorunu yada sönme olursa,

sebeup araştırılmalı ve sorun giderilmelidir. Gaz hattındaki kondens suları her vardiya 2 defa boşaltılmalıdır. Gazlı bölgelerde asla sigara içilmemelidir.

4.3.14. Batarya Fırınlarının Ateşlenmesi

Gaz hattı basınç testi yapılır. Hat üzerindeki vanalar, kondensler, temizlikler ve blöfler kontrol edilir ve kapalı tutulur.

Her bir fırın branşmanları başlangıç pulları takılarak monte edilir. U tipi basınçölçer tüplerin montajı itme ve kok taraf gaz hattına yapılır. İtme ve kok taraf ateşleme için kullanılacak hortum branşman hazırlanır. Gaz hattından üç defa numune alınır ve yanma testi yapılır. Fırınlarda 1. Ve 2. Hava girişleri tam açılır. Batarya gövdesine hava girebilecek yerler, batarya altından tamamen kapatılmalıdır. Küllükler ve kok gazı girişleri gibi. Tüm şarj ve gözetleme delikleri tamamen kapatılmalıdır.

4.3.15. Ateşleme

2-3 saat önce, hava/gaz kutusunda bulunan atık gaz diskleri (30X30) köşebent ile desteklenerek aynı seviyede olmalıdır. İtme ve kok taraf baca kanalı emişleri 60-70 Pa ayarlanır. İtme ve kok taraf gaz basınçları 1500 Pa ayarlanır. Ateşleme sonrası gaz manifold basınçları 2500 Pa. tutulur.

Ateşleme sırası: itme taraf tek fırınları, kok taraf çift fırınlar ateşler, end wall küçük soba geçici olarak ateşlenmez. Isıtma esnasında beklenmedik birim durum olursa, yetersiz gaz, gaz manifoldlarının donması gibi durumlarda ısıtma durdurulur. Alev planlı olarak söndüğünde; Gaz vanasını kapatılır, ana baca klepesi kapatılır, hava girişi kapatılır ve atık gaz diski aşağı indirilir. Alev plansız olarak sönerse; acilen ana gaz vanası kapatılır, gaz branşman vanaları kapatılır ve sızdırmazlık sağlanır. Ana baca klepesi (damper) ve K.T/İ.T baca klepeleri kapatılır. Uzun süreli alev sönmelerinde hava/Gaz kutusu hava girişi ve atık gaz diskleri kapatılır.

Yeniden ateşleme; hava giriş ve gaz diskleri başlangıç yerlerine getirilir. Gaz açıldıktan sonra, numune alınarak yakma testi yapılır, sonrasında ateşleme yapılır. Blöf hatları kapalı tutularak gerekli basınç sağlanır. Fırın sobalarında vana açıklığı kontrol edilir ve ateşlenir. Enstrümanların doğruluğu kontrol edilir. [23]

100-120°C sıcaklığa kadar kurutma işlemi devam edeceği için sıcaklık yükselmesi muntazam ve yavaş olur. Kurutma sırasında buharlaşan suyun alt kısımlarda tekrar

yoğunlaşmasını önlemek için hava mümkün olduğu kadar fazla verilmelidir. Burada hava fazlası ısı taşıyıcı rolünü oynar. Alt kanalda sıcaklık 90-100°C ye ulaştığında kurutma işlemi biter ve bundan sonra ısıtma başlar. Tuğlaların genleşmesinin büyük bir kısmı 100°C ila 300°C arasında olduğundan 300°C ye kadar ki ısıtma çok yavaş olmalıdır. Günlük genleşme %0,035'i geçmemelidir. Sıcaklıkların düzenli bir şekilde arttırılması, herhangi bir soğumaya izin verilmemesi gerekir. 300-500 °C arasında günlük sıcaklık yükselmesi ortalama 200C arttırılır. 500-800 °C arasında ise günlük sıcaklık yükselmesi ortalama 300C attırılabilir. Genleşmeden dolayı ankraj kollarına gelen yükler ölçülmeli ve gerekli ayarlamalar yapılmalıdır. Bataryanın kurutma periyodu ve ısıtılarak 800°C'ye ulaşması yaklaşık 65 gün sürmektedir. Tuğla örümündeki sıcaklık gazın alev alacağı dereceye geldiğinde bataryalar alttan gaz verilerek ısıtılmaya alınır. Silika tuğlalar düşük sıcaklıklarda (<800°C) sıcaklık dalgalanmalarından oldukça etkilenir ve malzemede çatlamalar olur. Bu durumu kendisini tuğla dökülmesi olarak gösterir. Yüksek sıcaklıklarda ise bahsettiğimiz gibi yüksek özelliklere sahiptir.

ısıtma sırasında ısı kaynağının sürekli olarak devam etmesi, kesintiye uğramaması gerekir. Isı kaynağının kesilerek bataryanın soğumaya geçmesi özellikle silika tuğlalarda deformasyon meydana getirecektir. Tüm bataryanın homojen bir şekilde ısıtılarak genleşmelerin tie-rod lar vasıtasıyla kontrol altına alınması ve kontrollü genleşmenin sağlanması gereklidir.

4.4.İşletmede Ortaya Çıkacak Sorunların Giderilmesi ve Sıcak Tamir

4.4.1. Düşük Sıcaklıkta Çalışmanın Zararları

Düşük sıcaklıkta koklaşma iyi olmayacağından fırın duvarlarına yapışma olur. Kokun itilmesi zor olur. Fırın itilmeye zorlanırsa duvarların yıkılma ve aşınma tehlikesi vardır. Dolayısıyla düşük sıcaklı çalışmalarda refrakter yüzey hasar görmektedir. Tam koklaşmada fırın içindeki koka bakıldığında fırın tuğla civarında ayrılmış olduğu görülür.

4.4.2. Yüksek Sıcaklıkta Çalışmanın Zararları

Tuğlalarda yumuşama ve hatta erime başlar, kömür külü eriyerek tuğlalara yapışabilir, kömür külü içindeki metal oksitler bilhassa Fe_2O_3 silika tuğla ile reaksiyona girip aşınmaya sebep olur. Kok ufak olacağından itmede zorluklar çıkar ve itme esnasında fırın duvarlarına zarar verir.

4.4.3. Termik Şoklar

Fırın tuğlalarına uzun vadede en çok zararlı olan faktör termik şoklardır. Termik şoklar ne kadar az olursa bataryanın ömrü o kadar uzun olur. Termik şokları azaltmak için; ısıtma rejimi düzenli yapılmalı, sıcaklık dalgalanmaları asgari seviyede olmalı, itme programı sık sık değiştirilmemelidir. Şayet değiştirme yapılmışsa sıcaklık ayarı muntazam ve yavaş olmalıdır. Yüksek sıcaklıkta çalışıldığında değiştirme vinci daha kısa bir sürede değiştirme yaparak yanma olan ve bacaya çalışan kamaralar arasındaki ısı farkı minimuma indirilmelidir. Fırın kapılarını fazla açık tutup duvarların soğumasına müsaade edilmemelidir. Bunun için fırın kapılarının temizliği kok itilmeden yapılmalıdır. Silika tuğlalar 800–1450°C’lerde çok yüksek stabiliteye sahiptirler ve genelde kok fırın duvarlarında kullanılırlar. Silika tuğlalar monte edildikten sonra 800°C’ye ısıtılır ve 10 haftadan fazla bu sıcaklıkta beklenir. Eğer bundan sonra bu refrakterler devamlı surette 800°C’in üzerinde tutulurlarsa. 25 yıl kadar kullanılabilirler. Silika tuğlaların açık gözeneklerine ince akışkan eriyikler kolayca nüfuz edebilir. İlave çekme görülmediğinden ve duvarlar çatlaksız ve gaz geçirgenliği olmayacak şekilde inşa edilmesi gerektiğinden dolayı, kok fırınlarının kamara duvarları da silika tuğladan yapılır.

Batarya üstündeki ve kapı tuğlalarının ömrüne tesir eden en önemli faktör termik şoklardır. Rejeneratörlerde termik şoklar ehemmiyetsizdir. Ancak buradaki şamot tuğla deliklerinde toz ve grafit birikmesi neticesinde tıkanma söz konusu olur. Rejeneratörlere herhangi bir gaz kaçağının olması ve bu gazın yanması şamot tuğlalarda deformasyon başlatır.

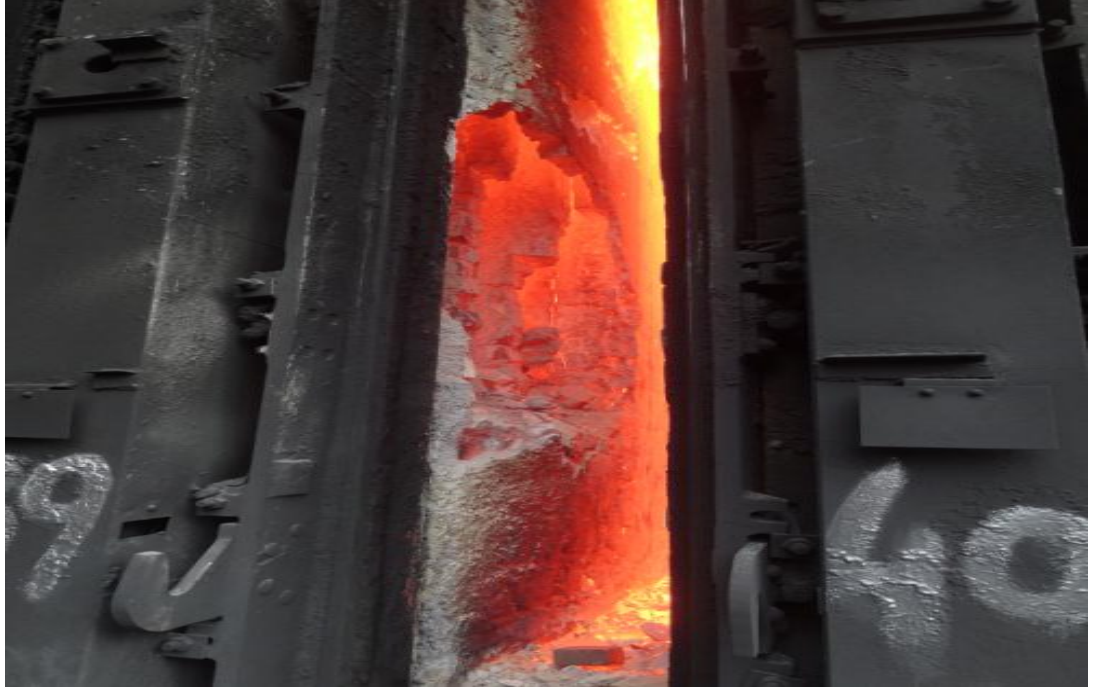
4.4.4. Sıcak Tamir

Fırınların zaman içerisinde hasarlanarak üretim kayıplarının oluşmasından sonra, kok bataryalarında kapatılmış yada eksik şarj yapılarak çalıştırılan fırınlarda sıcak tamir

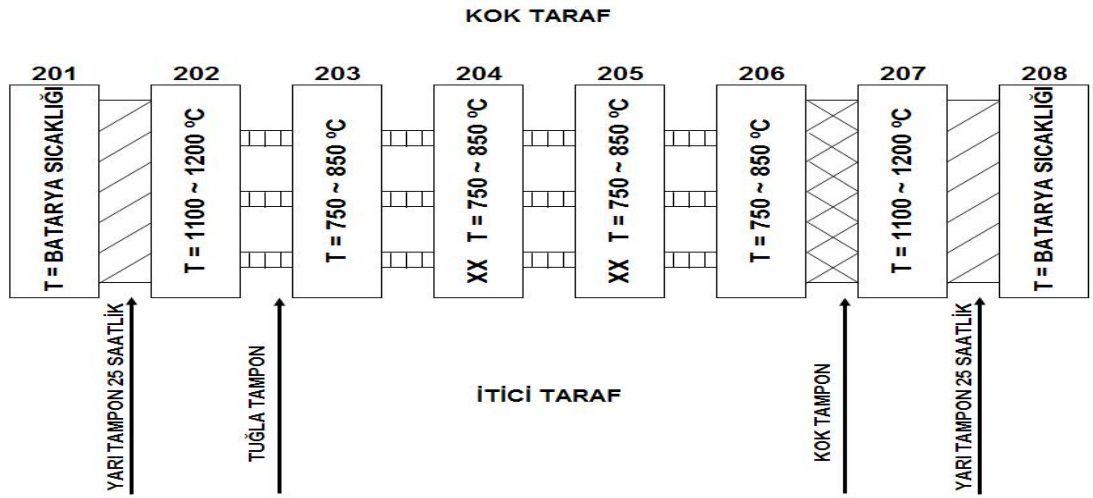
yapılarak fırınlar yenilene bilmektedir.(Şekil 4.13 ve 4.14) Bu çalışma bataryada üretim devam ederken çok zor şartlar altında yapılabilmektedir. Bir fırının tamir edilebilmesi için iki ısıtma duvarı yeniden örülmeli ve bunu yapabilmek için ise 5 fırında üretimi durdurmak gerekmektedir (Şekil 4.15). Bir fırında yapılan sıcak tamir en az 45 gün sürmektedir. Bu süre zarfında oluşan üretim kayıpları (Koklaşma Süresi: 18 saat, Günlük Üretilen Kok/Fırın: 19,94 ton, 5 Fırındaki 45 günlük toplam üretim kaybı 4486,5 ton) olarak hesaplanmaktadır. Sadece kaybedilen kok üretiminin maliyeti bile milyon dolar seviyesine gelmektedir.



Şekil 4.13. Hasarlı Fırın Duvarı



Şekil 4.14. Hasarlı Fırın Duvarı

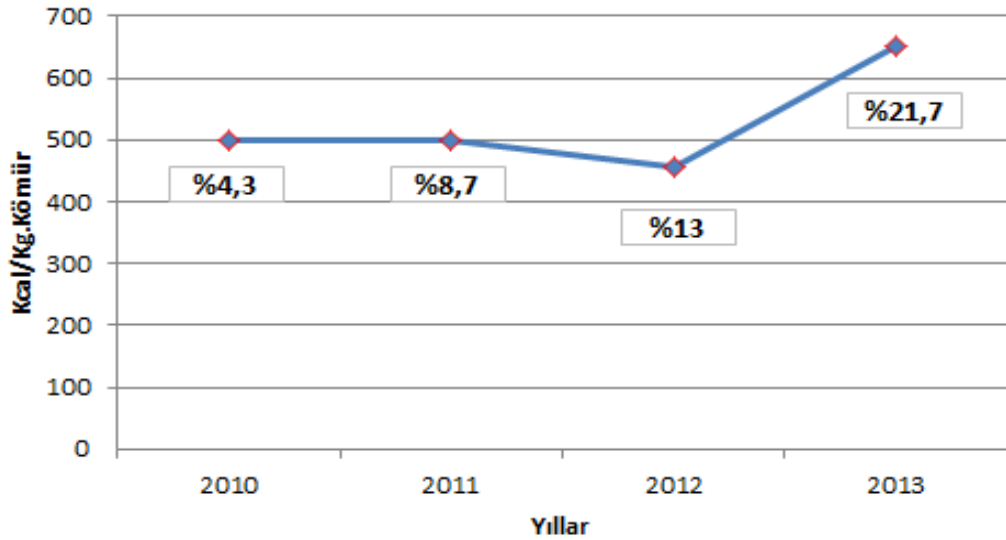


Şekil 4.15. Sıcak Tamir Uygulama Örneği

4.5.Kok Bataryalarının Ekonomik Ömrü ve Kayıplar

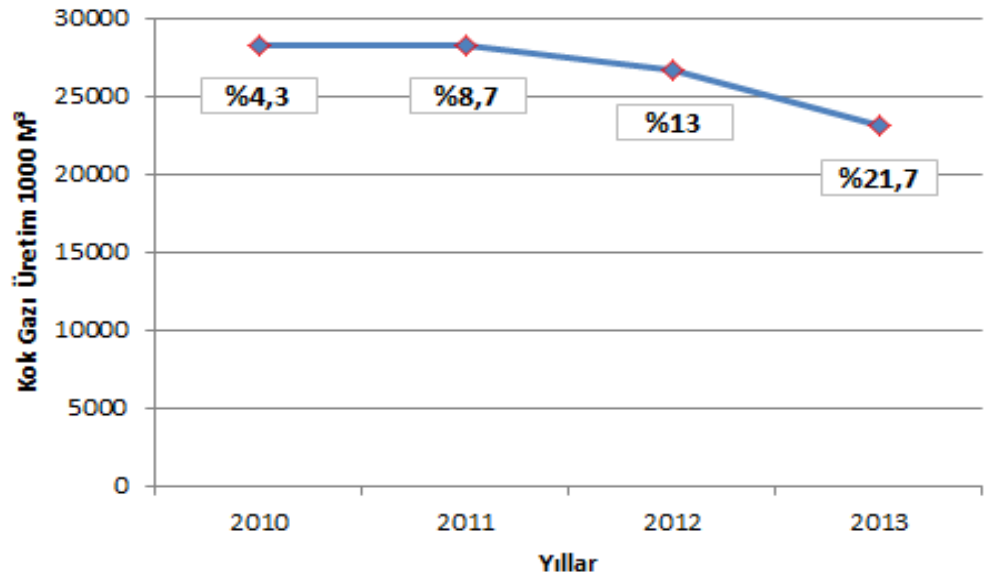
Şekil 4.16 deki grafik İsdemir 1&2 nolu Kok Bataryalarında 1 kg kömürün koklaşması için harcanan enerji miktarının fırınların kapatılma oranına bağlı olarak yaptığı artışı göstermektedir. Batarya işletme şartlarına bağlı olarak (koklaşma süresi,

şarj edilen kömür miktarı, kömür harmanı, nem oranı v.s.) grafikte dalgalanma gözükse de genel olarak kg. kömürün koklaşması için gerekli enerji (kcal.) miktarında fırınların kapatılmasına bağlı olarak artış gözlenmektedir. 2010-2011 yıllarında 500 kcal. mertebesinde olan enerji sarfiyatı fırınların kapalılık oranı %22'ye ulaştığında 650 kcal. ye ulaşmıştır.



Şekil 4.16. 1 kg. Kömürün Koklaşması İçin Harcanan ve % Kapanan Fırın Oranı

Şekil 4.17 deki grafikte ise kapatılan fırın sayılarına bağlı olarak üretilmekte olan kok gazı miktarındaki düşüşler gözlenmektedir. Fırınların kapatılarak üretim kayıplarını incelediğimizde sadece kok gazı üretiminde meydana gelen kayıplar dahi yüksek meblağlara çıkmaktadır. Örneğin: 2010-2011 yıllarında 28.000.000 m³/Ay kok gazı üretimi yapılırken, fırınların kapalılık oranı %22'ye ulaştığında kok gazı üretimi 23.000.000 m³/Ay olarak gerçekleşmektedir. 5.000.000 m³/Ay*86 \$/1000 m³=430.000 USD aylık üretim kaybı olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.17. Üretilmekte Olan Kok Gazı Miktarı ve % Kapanan Fırın Oranı

4.6. Sıcak ve Soğuk Tamir Alternatiflerinin Karşılaştırılması

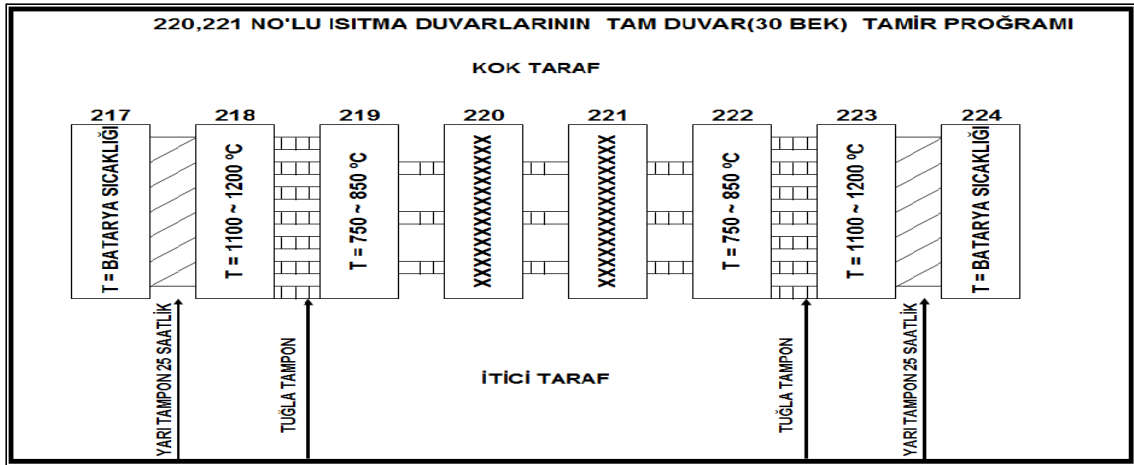
4.6.1. Kok Bataryalarında Tamir Uygulamaları

Zaman içerisinde üretim yapmakta olan kok bataryalarında duvarlar hasarlanmakta, fırınlar birer birer kapatılmakta yada eksik şarj yapılarak üretim düşürülmektedir. Kok fırınları ısıtma duvarlarının tamirinde temelde iki farklı tamir yöntemi uygulanmaktadır. Sıcak tamir uygulaması yaygın bir tamir yöntemi olarak kullanılmaktadır. Soğuk tamir yöntemi ise yaygın bir tamir uygulaması olmamasına rağmen bazı danışman firmalarca önerilmektedir.

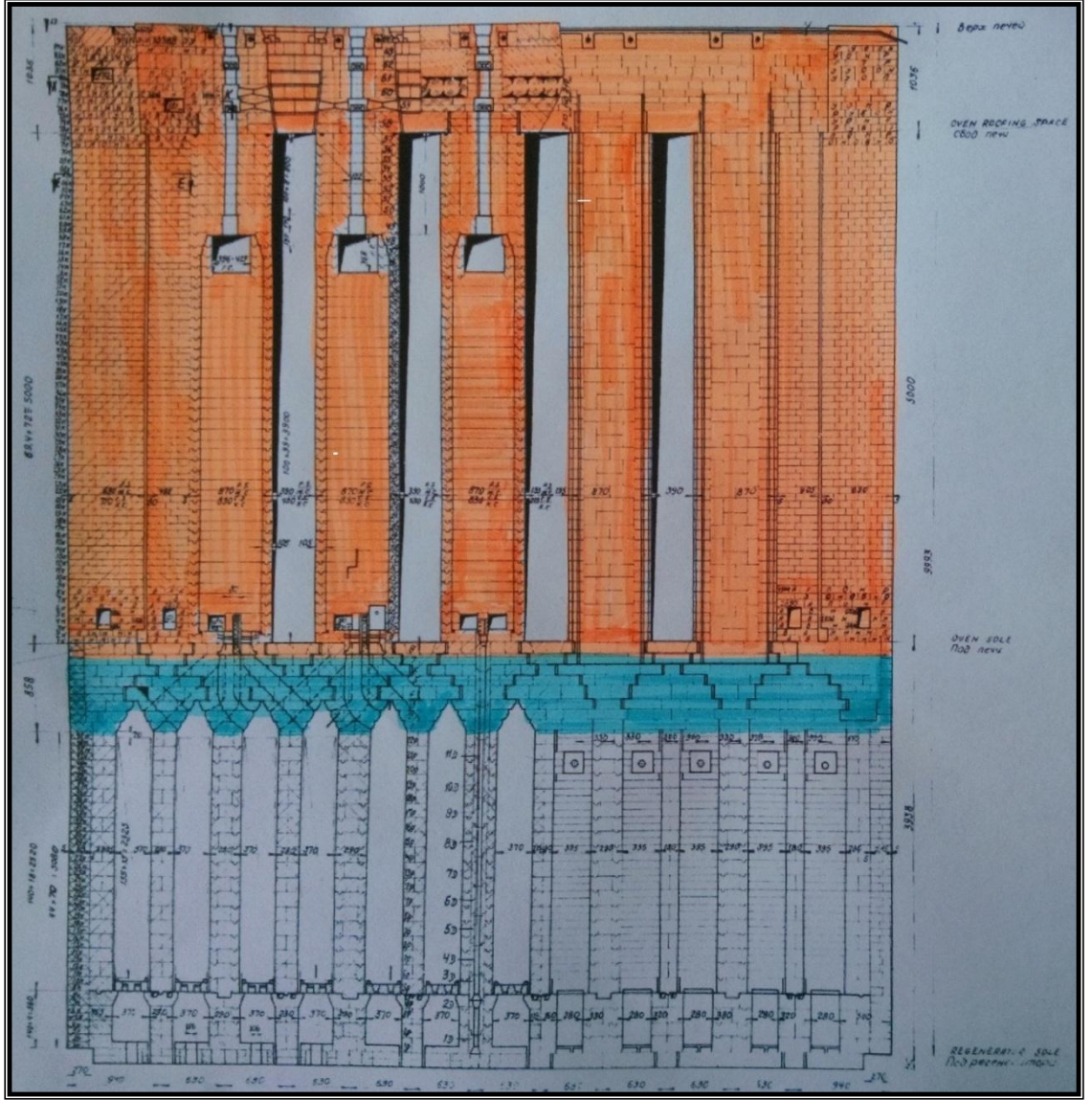
4.6.2. Kok Bataryalarının Sıcak Tamir Yapılması Alternatifi

Bu yöntemde bataryada üretim devam ederken tamir programına göre fırınların sırasıyla işletmeden alınarak tamir edilmesini kapsamaktadır. Sıcak tamir yönteminde iki ısıtma duvarının sökülerek yeniden örülüp devreye alınması minimum 45-50 gün sürmektedir. Sıcak tamir uygulama örneği şekil 4.18 de gösterilmektedir. Sıcak tamir yönteminde amaç üretim dışı kalan fırınların üretime kazandırılması ve hasarlı fırınların ömrünün uzatılmasıdır. Bu kapsamda;

- Batarya gövdesi Refrakter yapısı içerisinde fırın duvarları, fırın üst kapamaları ve fırın çatı kısmının sökülerek yeniden örülmesi yapılacaktır. Şekil 4.19 üzerinde turuncu boyalı kısım belirtilmiştir. Şekil 4.20,4.21,4.22,4.23 de sıcak tamir çalışmaları ve örümü tamamlanmış fırın duvarı gösterilmektedir.
- Batarya üretime devam etmekte olduğu için meyilli yollar ve rejeneratör bölgesinde bir tamirat yapılamayacaktır.
- Batarya gövdesi üzerinde bulunan çelik yapı buckstayler, zırhlar, kapı kasaları ve boyuna gergi çubukları değiştirilmeyecektir.
- Batarya gövdesinde fırın kapıları, tie rod lar, stand pipe (dikey bacalar), şarj kapakları, gözetleme kapakları ve yaylar değiştirilecektir.
- Batarya altı tünel bölgesinde ısıtma gazı kollektör boruları, ısıtma gazı revers ve stoper vanaları, hava/gaz kutuları, ön ısıtıcı ve diğer ekipmanlar değiştirilmeyecektir.
- Batarya altında sadece stoper vana üzerinde bulunan küçük çaplı borular değiştirilebilecektir.
- Batarya üst bölgesinde bulunan itme ve kok taraf ana gaz borularını değiştirmek bu yöntemde mümkün olmayacaktır.
- Sıcak tamir kapsamında şarj ve itme emisyonlarını önleyecek toz toplama sistemleri bulunmayacaktır.



Şekil 4.18. Sıcak Tamir Uygulaması



Şekil 4.19. Sıcak Tamirde Yenilenecek Olan Bölge (Turuncu Kısım)



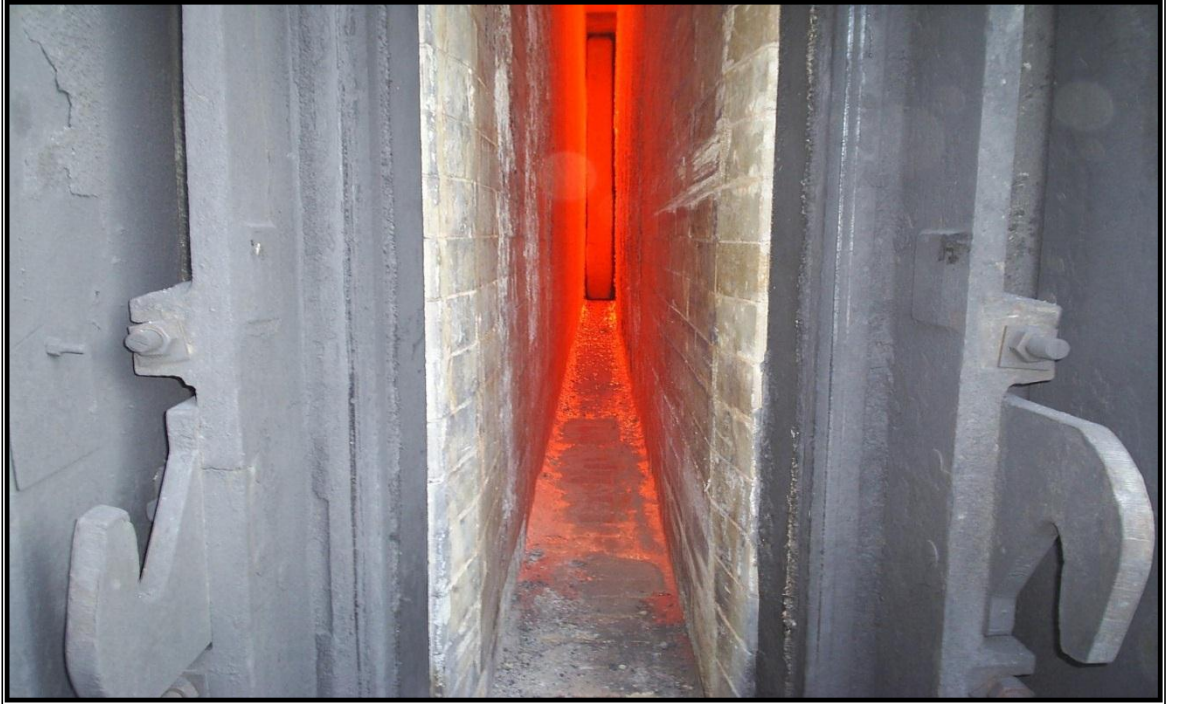
Şekil 4.20. Sıcak Tamir Fırın Çatı Bölgesi Sökümü



Şekil 4.21. Isıtma Duvarları Sökümü



Şekil 4.22. Isıtma Duvarları Örümü



Şekil 4.23. Sıcak Tamir Sonrası Fırının Isıtılarak Devreye Alınması

Sıcak tamir yöntemi ile ısıtma duvarları yenilenmekte olduğu için koklaşma kamaralarından yanma kamaralarına geçiş önlenemez ve çevre kirliliğini önlemede bir miktar etkili olacaktır. Corbel zone ve rejeneratör bölgelerine müdahale edilemediği için çevre kirliliği %100 önlenemeyecektir. Bu bölgelerde meydana gelecek kaçaklar ya ısıtma gazının bacadan atılmasına ya da yanmış gazın tekrar yanma kamarasına geçmesine yol açacaktır. Bu da ısıtma rejiminin sürekli bozulmasına ve koklaşmaların zamanında ve homojen olarak tamamlanmamasına sebep olacaktır. Bu durumda itme esnasında daha çok gaz ve toz açığa çıkmakta ve kok kalitesi düşmektedir.

Corbel zone ve rejeneratör bölgesi hasarlarının devam etmesi sebebiyle karışık gaza (BFG+COG) geçiş mümkün olmayacaktır. Bu durumda sadece kok gazı ile çalışmak zorunda kalınacak ve bacadan SO₂ salınımı devam edecektir.

Batarya gövdesi çelik yapı sıcak tamir kapsamında büyük oranda değiştirilmeyeceği için bu bölgelerde hasarlanmalara bağlı olası emisyonlar önlenemeyecektir.

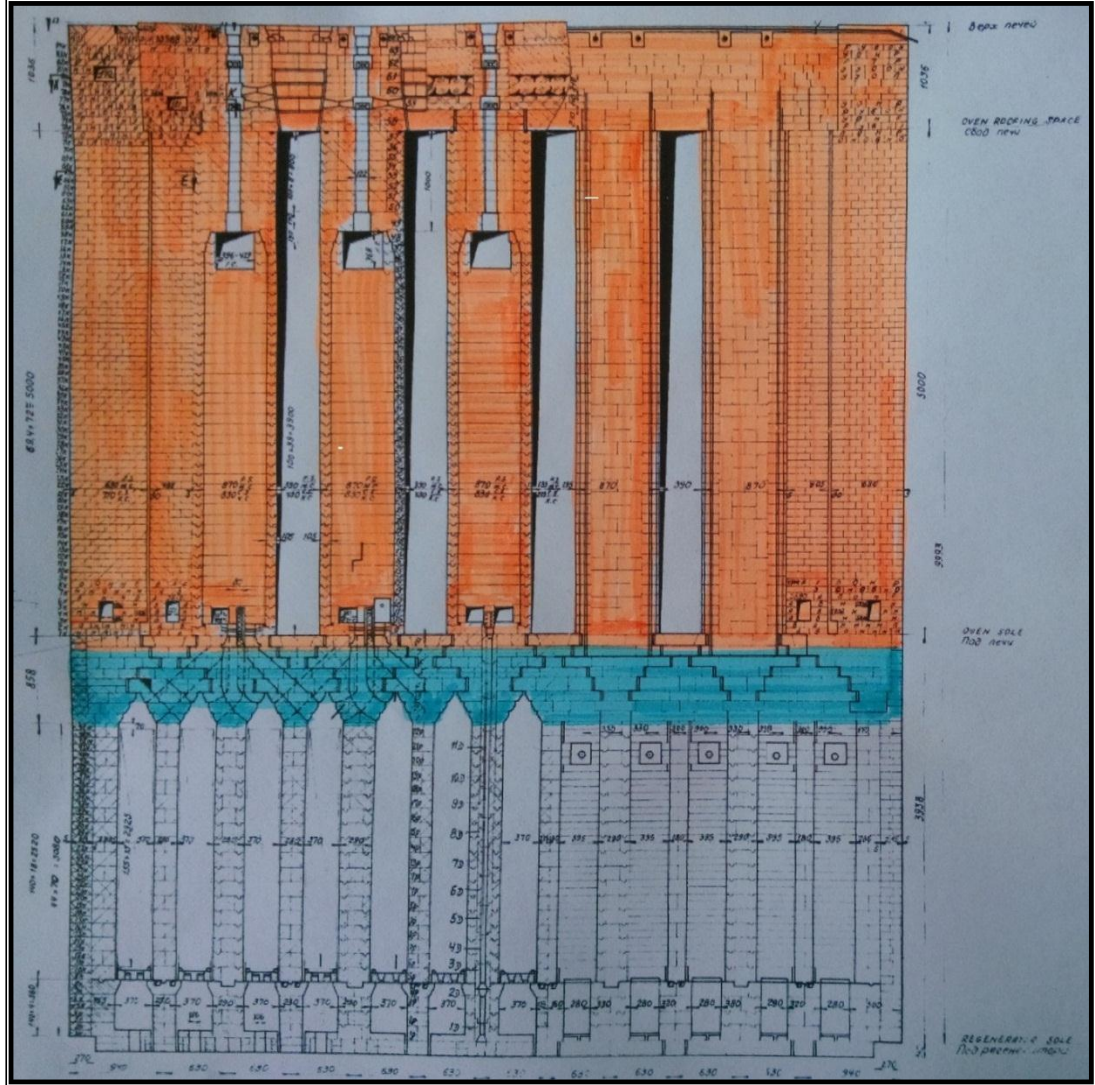
Kok bataryalarında sıcak tamir yönteminde sistem değişikliği yapılamayacağı için itme ve şarj emisyonlarını önleyecek toz toplama sistemleri (yoksa)kurulamayacaktır. Batarya bacasından çıkan gaza ilave olarak şarj ve itme esnasında çevreye gaz ve toz yayılacaktır.

4.6.3. Kok Bataryalarının Soğuk Tamir Yapılması Alternatifi

Bu yöntemde, kok bataryaları tamamen durdurularak, üretim yapılmayacak ve soğutulacaktır. Soğutmanın kontrollü bir şekilde yapılarak özellikle rejeneratör bölgesi silika tuğlalarına daha fazla zarar verilmemesi önemlidir. Bu kapsamda;

- Soğumanın ardından, batarya gövdesi refrakter yapı içerisinde bulunan corbel zone, fırın duvarları ve çatı kapamalar özenle sökülecektir. Söküm esnasında değişimi yapılmayacak olan rejeneratör bölgesine zarar verilmemelidir. Rejeneratör bölgesi tamirati yapıldıktan sonra sökülmüş olan kısımlar tekrar örülecektir. Söküm yapılacak bölge şekil 4.24 de turuncu ve mavi boyalı alanlardır.
- Batarya gövdesinde bulunan tüm çelik yapı sökülerek yenilenecektir.
- Batarya üzerinde bulunan ana gaz toplamalar ve ekipmanları sökülerek yenilenecektir.
- Batarya altı tünel bölgesi ısıtma boru ve aksesuarları yenilenebilecektir.

- Batarya sistemi değiştirilebilecek, yüksek basınçlı amonyak sistemi, tek ana gaz ve toz toplama sistemleri adapte edilebilecektir.



şekil 4.24. Soğuk Tamirde Yenilenecek olan Bölge (Turuncu ve Mavi Kısım)

elik yapının demontajı ve refrakter yapımının sökümünden sonra rejeneratör bölgesinde bulunan checker tuğlalar kontrol edilerek hasarlı olanlar yenilenecektir. Rejeneratör perde duvarlarında bulunan hasarlı ve çatlak yüzeyler püskürtme yöntemi ile tamir edilecektir. Bu uygulamada bataryada bulunan toplam refrakterin %20 si kadarının değiştirilmemesi beklenmektedir. Bu oran söküm sırasında verilebilecek olan hasara göre değişebilecektir.

Soğuk tamirat uygulaması ile uzun yıllardır kullanılmakta olan hasarlı ve eski refrakterler üzerine yeni corbel zone ve yeni fırın duvarları örülecektir. Bataryada rejeneratör bölgesinin yenilenmemesi ve eski yapı üzerine yeni yapının kurulması ileriki dönemde batarya işletmeciliği ve çevre açısından risk yaratabilecektir.

Soğuk tamir sonrasında karışık gaz kullanımı mümkün gözükmekle birlikte iler ki yıllarda yapılmış olan dolgular dökülecek ve batarya işletmede olacağı için tamiri mümkün olmayacaktır. Bu durumda karışık gaz ile çalışmak çok riskli olacaktır. Kok gazı kullanılması durumunda ise bacadan SO₂ salınımı devam edebilecektir. Bu durumda çevreye duyarlı bir alternatif oluşturmamaktadır.

4.6.4. Genel Değerlendirme

Sıcak tamir yöntemi ile sadece ısıtma duvarları yenilenmektedir. Koklaşma kamaralarından yanma kamaralarına geçiş önlenemez ve çevre kirliliğini önlemede bir miktar etkili olacaktır. Corbel zone ve Rejeneratör bölgelerine müdahale edilemediği için çevre kirliliği % 100 oranında önlenemeyecektir. Bu bölgelerde meydana gelecek kaçaklar ya ısıtma gazının bacadan atılmasına ya da yanmış gazın tekrar yanma kamarasına geçmesine yol açmaktadır. Bunun yanı sıra, Corbel Zone ve Rejeneratör bölgesi hasarlarının devam etmesi sebebiyle karışık gaza (BFG+COG) geçiş mümkün olmayacaktır. Bu durumda sadece kok gazı ile çalışmak zorunda kalınacak ve bacadan SO₂ salınımı devam edecektir.

Batarya gövdesi çelik yapı sıcak tamir kapsamında büyük oranda değiştirilmeyeceği için bu bölgelerde hasarlanmalara bağlı mevcut emisyonlar önlenemeyecektir.

Soğuk tamir sonrasında ise sıcak tamirde olduğu gibi koklaşma kamaralarından yanma kamaralarına geçiş önlenemez ve çevre kirliliğini önlemede bir miktar etki sağlanacaktır. Rejeneratör bölgesinde eski refrakter yapı tamir edilerek kullanılacağı için karışık gaz kullanımı mümkün gözükmekle birlikte ileriki yıllarda yapılmış olan dolguların döküleceği ve batarya işletmede olacağı için tamirinin mümkün olmayacağı öngörülmektedir. Bu durumda karışık gaz ile çalışmak çok riskli olacaktır. Kok gazı kullanılması durumunda ise bacadan SO₂ salınımı devam edecektir. Tüm bunlar değerlendirildiğinde soğuk tamir yönteminin çevreye duyarlı bir alternatif oluşturmayacağı öngörülmektedir.

Her iki tamir yönteminde de nozul deck (Top Slab) kısmına da müdahale edilmeyecektir. Top slab içerisinde gömülü bulunan kok gazı boruları birçok bölgede korozyondan ötürü delinmiştir. Bunların yenilenmesi mümkün olmayacaktır. Ayrıca kontratuar duvarlarına da müdahale edilemeyeceği için bu yöntemlerle yapılacak tamir, bataryaların 40-50 yıl gibi uzun ömürlü çalışmasını risk altına alacaktır. Kok bataryalarında, sıcak ve soğuk tamir yapılması alternatiflerinin, çevresel yönüyle ve kullanım ömrü bakımından uygun olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kok Bataryalarında kullanılmakta olan refrakterler, bataryaların uzun ömürlü, çevre dostu ve sağlıklı bir şekilde işletilebilmesi için dikkat edilmesi gereken en önemli malzemedirler. Refrakter yapının bozulmadan korunması ısı kayıplarının önlenmesini ve üretim maliyetlerini doğrudan etkilediği gibi, batarya bacasından atılmakta olan gazların çevreye zarar vermesini de önlemektedir.

Bataryaların devreye alınmasından sonra tekrar durdurulma olasılığı olmamasından dolayı, kok bataryaları işletmesinde refrakter yapının korunması birinci öncelikli olmalıdır. Refrakter yapının tamirata ve değişimi çok zor ve maliyetli olmaktadır. Bu işlerin yapılması çok zor şartlarda ve uzun sürelerde gerçekleştirilebilmektedir. Bu süre zarfında ciddi üretim kayıpları yaşanmaktadır.

Entegre demir çelik tesislerinin ana ünitelerinden olan kok fabrikaları esas ürün olarak, yüksek fırınların sıvı ham demir üretebilmesi için ihtiyacı olan metalürjik kok üretimini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra yan ürün olarak üretilmekte olan kok gazı tesiste değişik ünitelerde ve kok fabrikasında enerji kaynağı olarak kullanılmakta, diğer yan ürünler ise (katran, benzol, gübre v.s.) piyasaya satılarak gelir elde edilmektedir. Bu tesisler yatırım maliyetleri yüksek olmasına karşın karlılığı yüksek olan tesislerdir. Tesisin üretime devam edebilmesi ve üretim maliyetlerinin optimum seviyede tutulabilmesi için batarya refrakter yapısının uzun yıllar korunması gereklidir.

Ayrıca refrakter yapısı bozulmuş bataryalarda üretilen kok başına harcanan enerji miktarında artış oluşmaktadır. Buda bataryalarının daha yüksek maliyetlerde işletilmesine aynı zamanda enerjinin boşa harcanarak çevrenin dolaylı olarak etkilenmesine yol açmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Demir Çelik Üreticileri Derneği**,(22.01.2014)
- [2] **Demir Çelik Metalurjisi**, Doç.Dr.Kenan YILDIZ
- [3] **Termal Kamera ölçümleri ile Erdemir kok fabrikası için enerji dengesi uygulaması** M.E. Ertem, A. Ozdabak
- [4] **Kok Bataryalarında Seramik Kaynak Uygulamaları** O.Çifci, H.Örs, M. Pfeiffer
- [5] **Ereğli demir ve çelik fabrikaları kok fabrikası batarya fırınlarına ekserji analizi uygulaması** E.Uşengül
- [6] **Kok fırın gazı prosesleri ve ek tesisleri** A.M.Çakır
- [7] **İsdemir A.Ş. ve Kardemir A.Ş. Kok Fabrikalarında iş kazaları açısından risk değerlendirmesi** İ.Dike
- [8] Kok Bataryalarının uzun yıllar işletildikten sonra kapasitesinin korunabilmesi için yapılabilecek opsiyonlar M. Reinke, R. Worberg (UHDE GmbH) **International Steelmaking Conference** (Paris, December 9-10, 2004, Session 5)
- [9] **Influence of Coking Pressure and Oven Age on Chamber Wall Displacement and Coke Pushing Force** Tomoyuki NAKAGAWA,1) Yukihiro KUBOTA,1) Takashi ARIMA,1) Koichi FUKUDA,1) Kenji KATO,1) Yasuhiko AWA,1) Masato SUGIURA,1) Kenji MITSUGI,2) Kazuya OKANISHI2) and Isao SUGIYAMA2)
- [10] Emissions at Coke Plants: European Environmental Regulations and Measures for Emission Control, 3 July 2013 **Indian Institute of Metals**. E. Pilarczyk, F.Sowa, M.Kaiser ve W.Kern.
- [11] Air Pollution from a Large Steel Factory: Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Emissions from Coke-Oven Batteries, March 2006 tarihinde **Journal of the Air & Waste Management Association**. L.Liberti, M.Notarnicola, R.Primerano.
- [12] Possibilities Of Increasing The Life Of Large Structures Of Coke-Oven Batteries Made Of A Castable Refractory, **Refractories and Industrial Ceramics** Vol. 39, Nos. 11-12, 1998. A.S.Parfenyuk
- [13] Seiji Nomura ve Takashi Arima,Nippon Steel Corporation, **Environment and Process Technology Center**, 20-1, Shintomi, Futtsu, Chiba 293-8511, Japan.
- [14] 9. Kalkınma Planı, Şubat 2006, ANKARA, Sayfa 7,8
- [15] **Yapı Malzemesi Ders Notları** Yrd. Doç. Dr. Osman ÜNAL, Sayfa 2
- [16] **Yapı Malzemesi Ders Notları** Yrd. Doç. Dr. Osman ÜNAL, Sayfa 3

- [17] **Yapı Malzemesi Ders Notları** Yrd. Doç. Dr. Osman ÜNAL, Sayfa 4
- [18] **Technical Requirements of Refractory Materials** ACRE/ CHINA, Doc No: 408EL13039, Sayfa 3-5,6-9,26-28
- [19] **ERDEMİR Ünite İçi Eğitim Kitabı**, Sayfa 9-11
- [20] **ERDEMİR Ünite İçi Eğitim Kitabı**, Sayfa 12-17
- [21] **Turkish Coke Oven Heating-up Training Teaching Material** ACRE/CHINA, Mr. Gao Xingsuo, Mr. He Yongji, Mr. Ma Xingyi, September 2006,
- [22] **Coke Oven Bricklaying regulations** ACRE/China, DWG No: 13B243, Sayfa 3-64
- [23] **Heating Up Proposal For Turkish Coke Oven**, Mr. Gao Xingsuo, Mr. He Yongji, Mr. Ma Xingyi, August 2006, Sayfa1-28

ÖZGEÇMİŞ

1996 yılında Gaziantep Üniversitesi Makine Mühendisliğinden mezun oldu. Mezuniyetinin ardından askerliğini yaptı ve bir yıl ÇEAŞ da işletme ve bakım mühendisi olarak çalıştı. 1998-2005 yılları arasında yurt dışında yaşamını sürdürdü.

ERDEMİR gurubu mühendislik şirketinde (ERENCO) 2005 yılında Proje Mühendisi olarak çalışmaya başladı, yine aynı firmada Proje Koordinatörü olarak çalışmaya devam etmektedir. 2015 yılı Şubat ayında yüksek lisans eğitimini tamamladı.

İyi derece İngilizce bilmekte, evli ve iki çocuk babasıdır.