

# KOK BATARYALARININ DEVREYE ALINMASI, İŞLETİLMESİ VE ASGARİ ÇALIŞMA ŞARTLARININ ARAŞTIRILMASI

\*<sup>1</sup>Hasan Basri POYRAZ, <sup>2</sup>Erdoğan KANCA ve <sup>2</sup>Mehmet DEMİR

\*<sup>1</sup> ERENCO (Erdemir Mühendislik ve Danışmanlık), İsdemir Fabrika Sahası İskenderun/Hatay TÜRKİYE  
<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Makina Müh. Böl. MKÜ Mühendislik Fakültesi 31200 İskenderun/Hatay TÜRKİYE

## ÖZET

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 devreye alma dönemi (heating up) bataryanın ömrünü direk etkilemekte ve çok titiz olarak uygulanmalıdır. Batarya devreye alındıktan sonra birçok bölgesine artık müdahale edilemez duruma gelmektedir. 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.

**Anahtar Kelimeler:** Kok Bataryaları, Refrakter, Batarya Ömrü

## ABSTRACT

Refractories which used in Coke Oven Batteries should be produced carefully and stricly protected and bricklaved. Coke Oven Batteries can be commissioned one time and operated almost 40 years. That's why 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. Quality of refractory, bricklaying and heating up periods are very important. Beside that, to make Battery service life longer operation conditions should be kept stricly.

**Keywords:** Coke Oven Batteries, Refractory, Battery Service Life.

## 1. GİRİŞ

Türkiye'nin 2013 yılında ham çelik üretimi 34.65 milyon tondur. 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. Bunlar, kokun indirgen özelliği, ısı kaynağı ve yüksek fırın içinde iskelet oluşturma gibi özellikleridir. Bu nedenle demir ve çelik üretilen tesislerde kok bataryaları zorunlu bir halkayı oluşturur. Ayrıca entegre tesislerde demir ve çelik üretim prosesi büyük miktarda enerji gerektiren ve büyük miktarda enerji depolayan bir prosestir. Bu enerjinin bir kısmı kok üretimi sırasında bataryalardan üretilir.

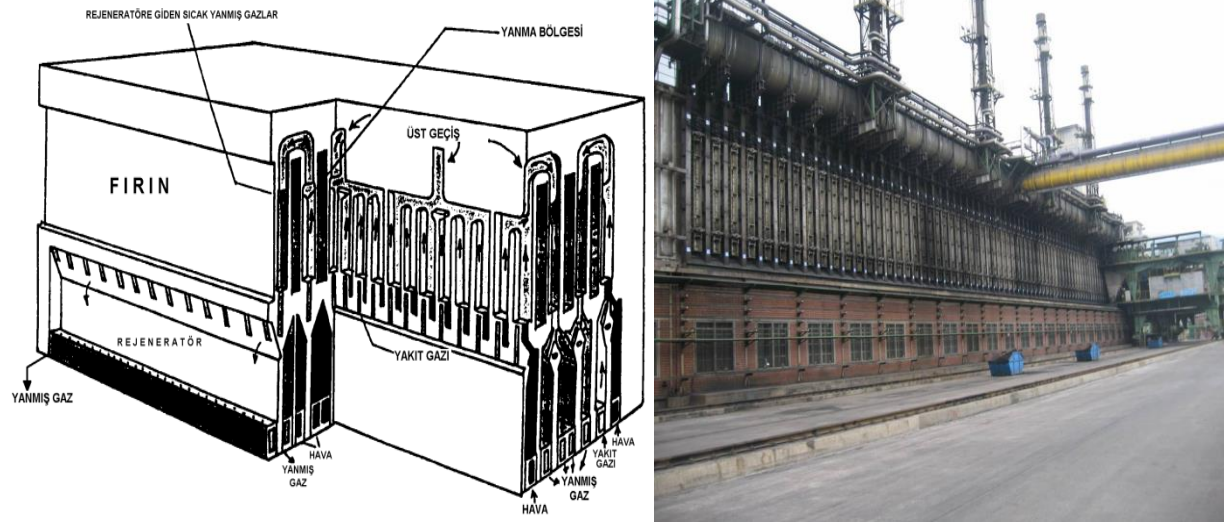
Metalürjik kok üretimi kok fabrikalarında kapalı fırınlar içerisine şarj edilmiş kömürün ısıtılması ile elde edilir. Kok Fabrikalarında koklaşmanın gerçekleştiği fırınlarda hava yoktur. Damıtma için gerekli ısı fırının dışarıdan ısıtılmasıyla sağlanır. Koklaşma sonucu elde edilen gaz fırının bitişiğindeki bölümlerde yanar ve fırınları ısıtır. 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.[2]

Kok fabrikaları üzerine yapılmış olan çalışmalardan bazıları şunlardır: Termal Kamera ölçümleri ile Erdemir kok fabrikası için enerji dengesi uygulama isimli çalışma M.E. Ertem, A. Ozdabak, tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada kok bataryalarına giren ve çıkan enerji miktarları incelenerek kayıplar araştırılmıştır.[3] Kok Bataryalarında Seramik Kaynak Uygulamaları hakkında O.Çifci, H.Örs, M. Pfeiffer tarafından çalışma yapılmıştır. Hasarlı bölgelerin seramik kaynak uygulaması yapılarak tamir edilmesi konusu anlatılmıştır.[4] Ereğli demir ve çelik fabrikaları kok fabrikası batarya fırınlarına ekserji analizi uygulaması E.Uşengül tarafından gerçekleştirilmiştir, bu çalışmada enerji ve ekserji kaybı yönünden analizi yapılmış ve sisteme iyileştirme önerileri yapılarak verimliliğin artırılması ele alınmıştır.[5] Kok fırın gazı prosesleri ve ek tesisleri A.M.Çakır tarafından ele alınmış, kok fırın gazının oluşumu, kok gazının rafinasyonu, kok gazından elde edilen ürünler ayrıca kok gazının kullanım alanları ve kok fabrikaların ek tesisleri tanıtılmıştır.[6] İsdemir A.Ş. ve Kardemir A.Ş. Kok Fabrikalarında iş kazaları açısından risk değerlendirmesi isimli çalışma İ.Dike tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada kok fabrikaları çalışma yapıları incelenerek sistem içerisinde meydana gelen kazalanmalar, nedenleri ve istatistiksel dağılımları ele alınmıştır.[7] Kok Bataryalarının uzun yıllar işletildikten sonra kapasitesinin korunabilmesi için yapılabilecek opsiyonlar M. Reinke, R. Worberg (UHDE GmbH) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada rehabilitasyon (sıcak tamir yapılarak arızalı bölümlerin tekrar örülmesi), inşaat temeli üzeri refrakterin sökülerek yeniden örüm yapılması ve yeni batarya yapımı şartları incelenmiştir. [8] Koklaşma kamaralarında oluşan basınca ve batarya yaşına bağlı olarak ısıtma duvarının yer değiştirmesi adlı makale ISIJ International, Vol. 51 (2011), No. 3, pp. 359–364 de yayınlanmıştır.[9] Kok Bataryalarında, Avrupa Çevre Düzenlemeleri ve Emisyon Kontrol Önlemleri adlı çalışmada NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> ve toz parçacıklarının kontrol altında tutulması hakkında çıkan son yöntemler belirtilmiştir. 3 July 2013 Indian Institute of Metals [10]. Taranto, Italy kok bataryalarında aromatik hidrokarbon emisyonlarının çevreye olan zararları incelenmiştir[11]. Kok bataryalarında refrakter yapı ömrünün, büyük çaplı dökülebilir refrakter kullanılarak artırılması olanakları Refractories and Industrial Ceramics Vol. 39, Nos. 11-12, 1998 tarihinde yayınlanmıştır.[12]

Ülkemizde İsdemir, Erdemir ve Karabük olmak üzere üç yerleşke de kok bataryaları işletilmektedir. Ülkemiz sanayisinin lokomotiflerinde 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, örümün yapılması ve kontrollü bir şekilde ısıtılarak bataryanın devreye alınması, kok bataryalarının işletme esnasında yapılan yanlış uygulamalarla refrakter yapının gördüğü zararları ve dolayısıyla Kok Bataryasının ömrüne etki eden faktörler araştırılmıştır. Yüksek maliyetlerle kurulan kok fabrikalarında ana girdi olan refrakter malzemenin yapısının korunması için dikkat edilmesi gerekenler, batarya işletmeciliği, koklaşma ve ısıtma rejimleri ele alınmıştır.

## 2. KOK BATARYALARINA AİT GENEL BİLGİLER

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.( Şekil 1)



Şekil 1: Kok Batarya Isıtma Duvarları ve Yanma Kamaraları

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. 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 2-3" 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 büzülmelede, tuğla yapılarında meydana gelebilecek deformasyonu önlemektir. Bu tie-rodlar ön taraflardaki yaylarla batarya refrakter yapıyı, belli basınçta sarabilecek şekilde sıkıştırılmışlardır.

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 suyu buharlaştırır sonra kömür plastik hale gelirken içindeki uçucu madde kömürün bünyesinden ayrılır. Böylece koklaşma süresince kömürün bünyesinden ayrılan

uçucu madde, dikey baca, deveboynundan geçerek ana toplama borusuna ham gazı olarak gelir. Genellikle koklaşmaya müsait kömürler 400°C de yumuşar. Sıcaklık arttıkça kömür eriyerek plastik bir kitle halini alır. Plastik kitle içersin de 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 duvarında başlayan plastik bölge fırının içine doğru hareket ederek ortada birleşir. Bu birleşme zonu koklaşmanın sonunda itilen fırında bir çizgi şeklinde görülür.[13] (Şekil 2)



Şekil 2 : Koklaşmış Fırın (Birleşme Zonu)

### 3. KOK BATARYALARINDA KULLANILAN REFRAKTERLER

#### 3.1.Şamot Tuğla

Batarya örümünde değişik özellikler arz eden şamot tuğlalar kullanılmaktadır. Şamot tuğlalar yüksek sıcaklık olan fakat yüksek basınca maruz kalmayan ve ani sıcaklık değişimi olan yerlerde kullanılmaktadır. Rejeneratörlerdeki (delikli) ızgara tuğlalar ve rejeneratör alt kanallarında, yanma kamaraları üst kanalından sonraki örümde, batarya üstünde, fırın kapılarında kullanılır. Şamot tuğlaların ham maddesini ateş toprağı teşkil eder. Genel olarak şamot tuğlaların imalinde kullanılan ateş toprağı % 33- 45 oranında  $Al_2O_3$ , % 55-62 oranında  $SiO_2$  (silika) ihtiva eder.

Kullanılan şamot tuğlalarının poroziteleri % 18 ila 35 arasında değişiklik gösterir. Porozitesi az olanlar yüke daha fazla mukavemet gösterir. Şamot tuğlalar genel olarak 1000°C e kadar %0,5 nispetinde bir genişleme gösterirler. Bundan sonraki genişleme ve büzülme tuğlanın hammaddesine ve pişme sıcaklığına göre değişebilir. Tuğlanın cinsine göre 4,3 kg/cm<sup>2</sup> lik basınç altında 1150°C de deforme olmaya başlarlar. Şamot tuğlaların termik şoka mukavemetleri silika tuğlalara nazaran çok daha fazladır. Saatte 300°C lık ısı değişmelerine dayanabilirler. Düşük

sıcaklıklarda şamot tuğlaların ısı iletkenliği silika tuğlalarinkine eşit olduğu halde, yüksek sıcaklıklarında silika tuğlaların ısı iletkenliğinden azdır.

### 3.2. Silika Tuğla

Silika tuğlalarında %93 - %98 gibi yüksek oranda SiO<sub>2</sub> bulunur. Silikanın kuvars, tridimit, ve kristobalit olmak üzere üç ana kristalin çeşidi vardır. Bu tuğlalar yüksek sıcaklıkta %1,5'a varan oranlarda genişleme gösterir. Bunun nedeni tuğla içinde bulunan kuvars 870°C den sonra tridimit haline daha sonrada sıcaklığı 1470°C ye varınca kristobalit haline allotropik dönüşüm yapmasıdır.

Silika tuğlalar kuvarsitten 1470°C' nin üzerindeki sıcaklıkta üretilir. Tuğla pişirme sırasında %14,3 hacim artışı yapar. Çok iyi ateşe dayanımları nedeniyle silika tuğlalar birçok yerde kullanılır. Renkleri beyaz ile kahverengi arası lekeli fildişi beyazıdır. Kok fırınlarında tercih edilirler. Kok Bataryalarında silika tuğlalar yüksek sıcaklık ve yüksek basınca maruz kalan bölgelerde kullanılmıştır. Fırınlar ile ısıtma duvarını ve yanma kamaralarını ayırmada, meyilli yollar bölgesinde (Corbel Zone), rejeneratörler bölmelerini ayırmada kullanılır.

Kullanılan silika tuğlanın porozitesi %17-%26 ve yüke dayanıklılığı fazladır. 870°C den sonra iyi fırınlanmış tuğlalarda hemen hemen hiçbir genişleme görülmez. Bu sıcaklığa kadar olan genişleme miktarı ise nadiren %1,5 civarındadır. Silika tuğlaların bu özelliği, kullanılma yerlerinin sıcaklığın artması ile deforme olmasını önler. Erime noktaları olan 1710 -1730°C olan silika tuğlalar bu sıcaklığın çok yakınlarına kadar 3,4 kg/ cm<sup>2</sup> lik yüke tahammül edebilirler. Sıcaklık yükseldiğinde iletkenlik daha da artar. Örneğin, 370°C de iletkenlik 528 cal/cm h°C iken 1310 °C da 990 cal/cm h°C dir. Şamot tuğlalar doğrusal ve sınırlı bir genişleme gösterirken, Silika tuğlalar özellikle 300°C ye kadar genişlemelerinin büyük bir kısmını tamamlamaktadırlar.

### 3.3. 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. Kullanıldığı yerler, alt kanalların tabanında (2-3 sıra), rejeneratörlerin İtme Taraf (İT) ve Kok Taraf (KT) ön duvarlarında (2 sıra), kok fırınları üstünde dolgudan sonra, rejeneratör yüksekliği boyunca batarya baş kısımlarında. 1200°C' ye kadar hatta daha yüksek sıcaklıklara kadar kullanılabilen izolasyon tuğlaları hafif ateş tuğlası olarak adlandırılır. Bunlar şamot hafif tuğla, kaolin hafif tuğla ve alüminyum oksit hafif tuğlalardır. İzolasyon tuğlaları soğukta basma dayanımı yaklaşık 700kg/m<sup>3</sup> özgül ağırlıkta 1,5 MPa ve 1100 kg/m<sup>3</sup> ham özgül ağırlıkta 5 MPa olarak düşüktür.[14]

## 4. KOK BATARYALARININ DEVREYE ALINMASINDA VE İŞLETİLMESİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Kok bataryasının sağlam ve sürekli çalışmasını sağlamak için tuğla örümü, ankraj kolanları ve gerdirme çubukları, ana gaz toplama borusu, dikey gaz çıkışı boruları, deveboyunları ve hava-gaz kutuları sık sık kontrol edilmeli, tespit edilen arızaların büyümesini önleyecek tedbirler alınmalıdır. Kok fabrikalarında kullanılan refrakterlerin örümünün yapılması, kontrollü bir şekilde ısıtılarak bataryanın devreye alınması, kok bataryalarının işletme esnasında yapılan yanlış

uygulamalarla refrakter yapının gördüğü zararları ve dolayısıyla kok bataryasının ömrüne etki eden faktörlere aşağıda sırasıyla değinilecektir.

#### **4.1. Tuğla Örümün de Kontrol**

Sahada örümeye 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 olarak 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, karıncalanma (aşınma), pişme dökülme, parçalanma ve kopmaların varlığı kok fırınlarının taban ve tavan durumu, çerçeve zırhı ile tuğla örümü arasındaki sıkıştırmanın durumu, kamaralardan rejeneratörlerle ısıtma gazı ve ham kok gazı sızıntısının olup olmadığı, şarj deliğinin yerinden oynaması ve 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 kılmasına neden olacaktır.[15]

#### **4.2. İlk Isıtma - Heating Up**

100-120<sup>0</sup>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<sup>0</sup>C ye ulaştığında kurutma işlemi biter ve bundan sonra ısıtma başlar. Tuğlaların genleşmesinin büyük bir kısmı 100<sup>0</sup>C ila 300<sup>0</sup>C arasında olduğundan 300<sup>0</sup>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 <sup>0</sup>C arasında günlük sıcaklık yükselmesi ortalama 20<sup>0</sup>C arttırılır. 500-800 <sup>0</sup>C arasında ise günlük sıcaklık yükselmesi ortalama 30<sup>0</sup>C atırılabilir. Genleşmeden dolayı ankraj kolanlarına gelen yükler ölçülmeli ve gerekli ayarlamalar yapılmalıdır. Bataryanın kurutma periyodu ve ısıtılarak 800<sup>0</sup>C'ye ulaşması yaklaşık 65 gün sürmektedir.[15]Tuğla örümündeki sıcaklık gazın alev alacağı dereceye geldiğinde bataryalar alttan gaz verilerek ısıtılmaya alınır. Silika tuğlalar düşük sıcaklıklarda (<800<sup>0</sup>C ) sıcaklık dalgalanmalarından oldukça etkilenir ve malzemede çatlamlar olur. Bu durumu kendisini tuğla dökülmesi olarak gösterir. Yüksek sıcaklıklarda ise bahsettiğimiz gibi yüksek özelliklere sahiptir. [16]

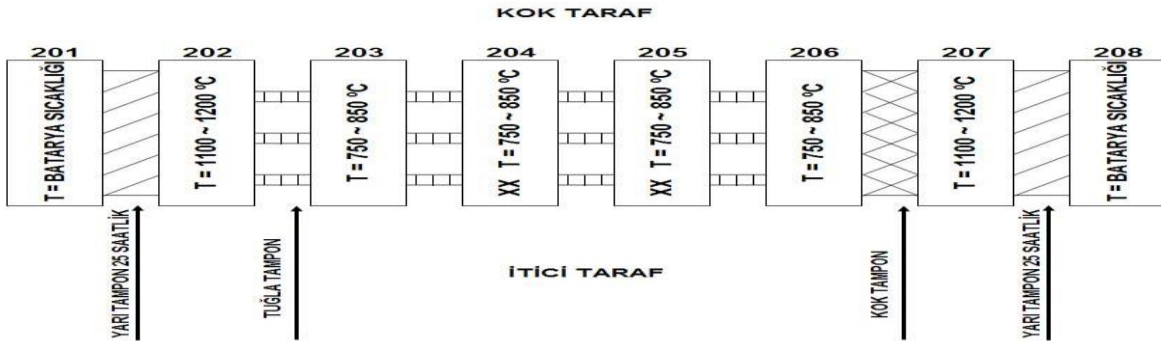
Heating up sırasında ısı kaynağının sürekli olarak devam etmesi, kesintiye uğramaması gerekir. Isı kaynağının kesilerek bataryanın soğumaya geçmesi özellikle silika tuğlalarda deformasyon meydana getirecektir. Tüm bataryanın homojen bir şekilde ısıtılarak genleşmelerin tie-rod lar vasıtasıyla kontrol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

### 4.3.İşletmede Ortaya Çıkacak Sorunların Giderilmesi (Sıcak Tamir)

Fırınlarda zaman içerisinde hasarlanarak üretim kayıplarının oluşmasından sonra, kok bataryalarında kapatılmış yada eksik şarj yapılarak çalıştırılan fırınlarda sıcak tamir yapılarak fırınlar yenilene bilmektedir.(Şekil 3) 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). 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 3: Hasarlı Fırın Duvarları



Şekil 4: Sıcak Tamir Uygulama Örneği

### 4.4.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 sıcaklıklarda çalışmada refrakter yüzey hasar görmektedir. Tam koklaşmada fırın içindeki koka bakıldığında fırın tuğla civarında ayrılmış olduğu görülür.

### 4.5. 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.

#### **4.6. 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.

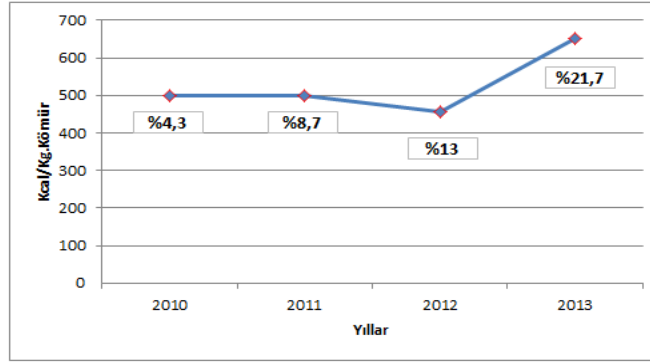
#### **4.7.Şamot Tuğlalarda Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar**

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 kaçığının olması ve bu gazın yanması şamot tuğlalarda deformasyon başlatır.

### **5. ASGARİ İŞLETME ŞARTLARI VE KAYIPLAR**

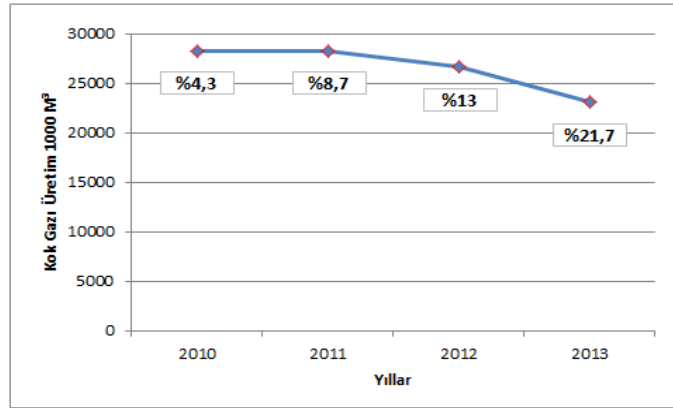
Şekil 5 deki grafik İsdemir 1&2 nolu Kok Bataryalarında 1 kg kömürün koklaşması için harcanan enerji miktarının fırınların kapatılma oranına bağlı olarak yaptığı artışı göstermektedir. Batarya işletme şartlarına bağlı olarak (koklaşma süresi, şarj edilen kömür miktarı, kömür harmanı, nem oranı v.s.) 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 5. 1 kg. kömürün koklaşması için harcanan enerji miktarı ve % kapanan fırın oranı

Şekil 6 daki 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 m<sup>3</sup>/Ay kok gazı üretimi yapılırken, fırınların kapalılık oranı %22'ye ulaştığında kok gazı üretimi 23.000.000 m<sup>3</sup>/Ay olarak gerçekleşmektedir. 5.000.000 m<sup>3</sup>/Ay\*86 \$/1000 m<sup>3</sup>=430.000 USD aylık üretim kaybı olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 6. Üretilmekte olan kok gazı miktarı ve % kapanan fırın oranı

## 6.SONUÇLAR

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.

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 önlenmesi ve üretim maliyetlerini doğrudan etkilediği gibi, batarya bacasından atılmakta olan gazların çevreye zarar vermesini de önlemektedir. Refrakter yapısı bozulmuş bataryalarda baca gazlarının ve tozlarının çevre bakanlığı limitlerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir. 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. Bataryaların devreye alınmasından sonra tekrar durdurulma olasılığı olmamasından dolayı, kok bataryalarının işletilmesinde refrakter yapının korunması birinci öncelik 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.

## 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 uygulama 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
- [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
- [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
- [13] ERDEMİR Fırınları Isıtma Ve DCS Kullanım Eğitimi El Kitabı
- [14] Bataryalar Genel Isıtma Bilgisi El Kitabı İSDEMİR
- [15] Heating Up Proposal For Turkish Coke Oven- ACRE Coking & Refractory Engineering
- [16] Turkish Coke Oven Heating Up Training Teaching Material- ACRE Coking & Refractory Engineering