

Fe₇₄Al₂₆ Alaşımının Borlanması

Boronizing of Fe₇₄Al_M Alloy

N.Ö. Körpe, E.Körpe,

Osmangazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Metalürji ve Malzeme Müh. Böl., Batı Meşelik, 26480, Eskişehir

B. Baksan, İ. Çelikyürek, R. Gürler

Osmangazi Üniversitesi, Metalürji Enstitüsü, Batı Meşelik, 26480, Eskişehir

ÖZET: Bu çalışmada Eskişehir Kırka Boraks Tesisleri'nden temin edilen boraks kullanılarak, sıvı ortamda borlama işlemi ile Fe₇₄Al₂₆ alaşımının borlanabilirliği çalışılmıştır. Borlama işlemleri 1000°C'de 8,10,12,15 saatlik süreler için uygulanmıştır. Borlama banyosunda redükleyici madde olarak SiC kullanılmıştır. Yapılan X-isini analizlerinde Fe₇₄Al₂₆ alaşımının yüzeyindeki tabakada Fe₂B + FeB fazları elde edilmiştir. Mikroyapılarda ise dişli yapıya sahip kompakt bir borür tabakası görülmüştür. Borlanmış numunelerde 1400-1800 HV aralığında mikrosertlik değerleri ölçülmüştür. Yapılan bu çalışma sonucunda borlamanın Fe₃Al (Fe₇₄Al₂₆) alaşımına uygulanabilirliği görülmüştür.

ABSTRACT: In this study, Borax obtained from Kırka Borax Plant was used for boronizing of Fe₇₄Al₂₆ alloy. Boronizing process is applied at 1000°C for 8,10,12 and 15 hours. SiC is used as the reducing agent. Results of X-ray analysis showed that Fe₂B+FeB phases were formed on the surface layer of Fe⁷⁴Al²⁶ alloy. Tooth-shaped and compact boride layers are observed on microstructures. The microhardness values obtained in boronized specimen are in the range of 1400HV-1800 HV. As a result of this study it is seen that boronizing can be applied to Fe₃Al (Fe₇₄Al₂₆) alloy.

1. GİRİŞ

Borlama; bor atomlarının metalik malzemelerin yüzeyine metallerarası fazlar oluşturmak üzere difüze olduğu difüzyon işlemidir[Matuscka,1980]. Uygun malzemeye uygulandığında borlama, sinterlenmiş karbürlerle karşılaştırılabilecek derecede iyi aşınma direnci sağlar. Teknolojik gelişmelerle birlikte plazma borlama, akışkan yataklı fırında borlama, süperplastik borlama gibi yeni teknikler de kullanılmaktadır. Ayrıca PVD (fiziksel buhar biriktirme), CVD(kimyasal buhar biriktirme), iyon biriktirme, plazma sprey yöntemleri de borlama amacıyla kullanılan yöntemlerdir.

Borlama ile; amorf bor, B₄C, Na₂B₄O₇, B₂H₆ gibi bor verici bileşikler; alkali metaller, amonyum boroflorürler, KBF₃ gibi aktifleyiciler ve SiC, Al₂O₃, v.b. dolgu maddeleriyle hazırlanan borlayıcı ortamlarda; 800-1050 °C sıcaklıklar arasında, 1-8

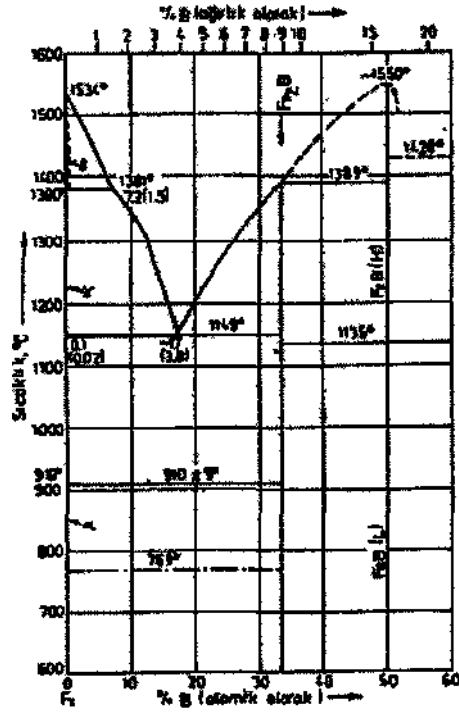
saatlik işlem sürelerinde iş parçası yüzeyinde sert, aşınmaya, oksitlenmeye ve özellikle de asitlere ve bazı metallerin ergiyik banyolarındaki korozyona karşı dirençli, iyi elektrik iletkenliğine sahip borür tabakası ve/veya tabakaları elde edilir. Elde edilen tabakalar, kullanılan yöntem, ortamın bor potansiyeline, borlanacak malzemeye, işlem sıcaklığı ve süresine bağlıdır [Matuscka,1980]. Borlama işleminde, borun yüzeye yayılması sonucu parçanın en üst yüzeyinde bileşik tabaka adı verilen borlu bölge, onun altında yayınma (difüzyon) bölgesi ve en iç kısımda ise çekirdek bölgesi yer alır.

Fe-B denge diyagramına göre(şekill); ağırlık olarak %8.83 bor oranında Fe₂B ve %16.23 bor oranında FeB olmak üzere iki tür borür ve ergime noktaları 1149°C olan %3.8 bor oranında bir ötektik oluşmaktadır [Matuscka,1980].

Borlama işleminde kullanılan malzemenin bileşimine bağlı olarak borir tabakasında Fe₂B ve FeB+ Fe₂B fazları oluşmaktadır. FeB fazı, Fe₂B fazından daha gevrek ve dolayısıyla uygulamada tek faz Fe₂B yapısı tercih edilir. Tek FeB fazı çift fazlı yapıdan (FeB+Fe[^]B) çok daha yüksek aşınma direnci ve mekanik özellikler gösterir.

Yüksek sıcaklıkta gerçekleşen borlamanın difüzyon kontrollü işlem olduğu iyi bilinmektedir. Bu, istenen borir tabakası kalınlığını ve sertliğini elde etmek üzere borlama kinetiğini etkileyen işlem parametrelerini seçmek için önemlidir [Matuscka, 1980].

Fe₃Al ve FeAl demir alüminatları düşük maliyet, düşük yoğunluk, iyi aşınma dirençleri, kolay üretimleri ve oksitlenme, korozyon dirençleri nedeniyle geniş olarak çalışılmış metallerarası bileşikler arasında yer almışlardır.



Şekil 1. Fe-B denge diyagramı(Matuscka,1980)

Bu avantajları sayesinde ısıtma elemanları, fırın ekipmanları, ısı değiştirici çubukları, sinterlenmiş poröz yapıya gaz metal filtreleri, otomobil ve diğer

endüstriyel valf bileşenleri, katalitik dönüştürücü elemanları ve erimiş tuz uygulamaları için bileşenleri kapsayan birçok potansiyel kullanım alanları bulunmuştur. Demir alüminatları günümüzde de ticari kullanımını geciktirmeye devam eden bazı önemli maddeleri, düşük sıcaklıklarda düşük süneklik ve çarpma direnci ve yüksek sıcaklıklarda uygun olmayan sürünme direnci özelliklerini içerir [Stollof,1998].

2 DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Deneylerde Kullanılan Malzemeler

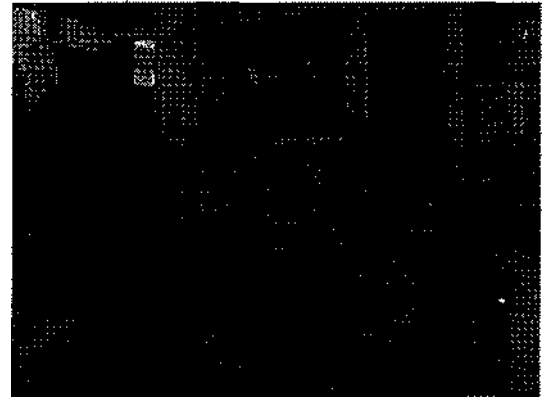
Çalışmamızda kullandığımız Fe₃Al (Fe₇₄Al₂₆) metallerarası bileşiği, TÜBİTAK- Gebze'de üretilmiştir. Kullanılan bileşiğin atomik yüzdesi aşağıdaki gibidir;

At.%74Fe-%26Al

Sıvı ortamda gerçekleştirilen borlama işleminde Eskişehir-Kırka boraks işletmesinden temin edilen boraks (Na₂B₄O₇) bor sağlayıcı olarak, SiC redükleyici madde olarak kullanılmıştır. Kullanılan boraks öğütülerek 100 mesh altı boyutuna getirilmiştir.

2.2. Deney Düzenliği

Borlama işlemi, 1200 °C kapasiteli, 2.3 KW güce sahip elektrik direnci ile ısıtılan bir fırında gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de gösterilen işlem fırınında sıcaklık ölçümü üst taraftan fırının çalışma haznesine daldırılan bir termokupol ile yapılmaktadır. Deneylerde grafit potansiyel kullanılmıştır.



Şekil 2 Borlama işleminin uygulandığı fırın

2.3. Deneylerin Yapılışı

9.3x3.8x7.5 mm boyutlarında metalografik olarak da hazırlanan numuneler için %35 oranında SiC ve %65 oranında boraks katılarak oluşturulan banyo karışımından 60 gr'lık karışım kullanılmıştır.

Hazırlanan numunelere, finn sıcaklığının 1000°C'ye ulaştığı süre başlangıç olarak kabul edilerek, istenilen işlem sürelerinde borlama işlemleri uygulanmıştır. Borlanmış numuneler metalografik olarak hazırlandıktan sonra sertlikleri, 50gr'lık yük ve piramit, elmas uç kullanılarak Shimadzu HMV 2000 mikrosertlik cihazında Vickers sertlik değeri kullanılarak ölçülmüştür, %5'lik nital çözeltisinde 2-4 dk dağıtılan numunelerin optik mikroyapıları, Olympus PMG3 Entegre Leco 2001 görüntüleme analizörü kullanılarak görüntülenmişlerdir. Numunelerin borür tabakalan kalınlıkları da yine bu görüntüleme analizöründe ölçülmüştür.

Her bir numune için tabaka üzerinde aynı hizada 10 adet ölçüm yapılarak, bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Kalınlıkların tespitinde de her numune için 10 adet ölçümün ortalaması alınmıştır. Numuneler NaOH çözeltisi içinde yüzeyleri temizleninceye kadar kaynatıldıktan sonra numune yüzeyinde oluşan kaplama tabakasındaki mevcut fazların analizi, Rigaku 2200-D/Max 2200H X-ışınları difraktometresinde, CuK α , ışın demeti kullanılarak 28 açısı 20°-100° arasında tarama yapılarak gerçekleştirilmiştir.

3. DENEY SONUÇLARI

3.1. Mikroyapı ve Faz Analizi

Borlanmış Fe₇₄Al₂₆ alaşımı numunelerinden 8 ve 15 saat borlanmış numunelerin mikroyapıları aşağıda verilmiştir.

3.2. Borür Tabakası Sertliği ve Kalınlığı

Yapılan X-ışınları difraksiyon analizlerinde Fe₇₄Al₂₆ alaşımının yüzeyinde Fe₃B ve FeB fazlarının oluştuğu görülmüştür (Şekil 5). Fe₇₄Al₂₆ alaşımının mikrosertlik değerlerinin ortalamaları Çizelge 1'de, mikrosertlik - süre diyagramı Şekil 6'da gösterilmiştir.



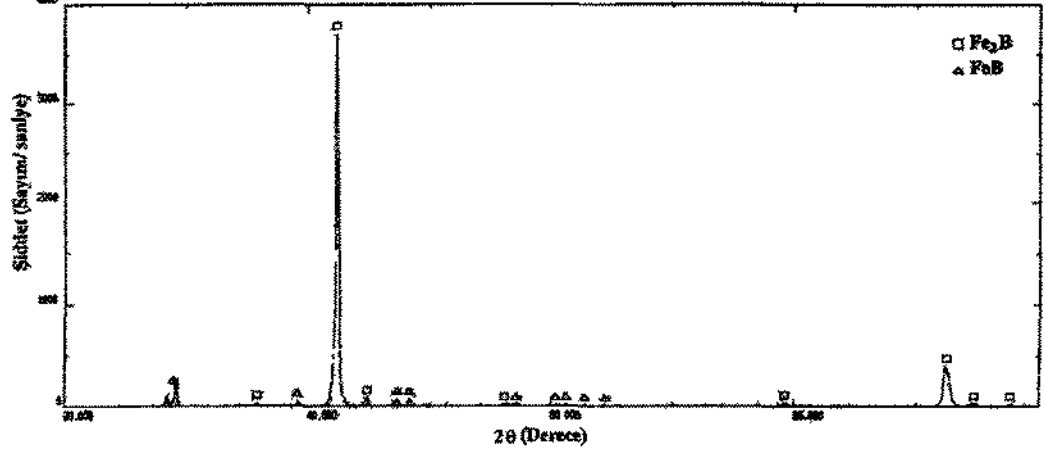
Şekil 3. 1000°C'de 8 saat boyunca borlama işlemi uygulanan Fe₇₄Al₂₆ alaşımının mikroyapısı



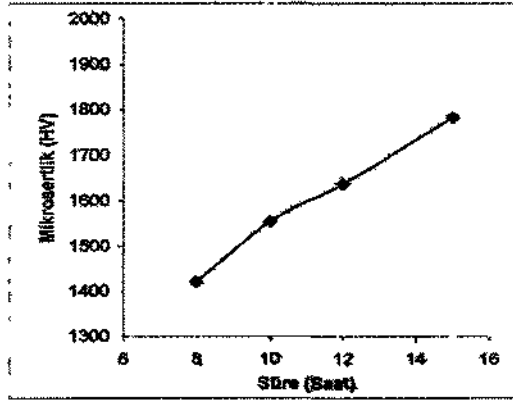
Şekil 4. 1000°C'de 15 saat boyunca borlama işlemi uygulanan Fe₇₄Al₂₆ alaşımının mikroyapısı

Çizelge 1. Fe₇₄Al₂₆ alaşımının 8-10-12-15 saatlik borlama işlemleri sonucu mikrosertlik değerlerinin ortalamaları

İ Süre(Saat)	Mikrosertlik (HV)
8	1420
10	1556
12	1638
15	1783



Şekil 5. 1000°C'de 15 saat boyunca borlama işlemi uygulanan Fe₇₄Al₂₆ alaşımının X-ışını difraksiyon paterni (Fe₂B+FeB fazları pikleri elde edilmiştir)

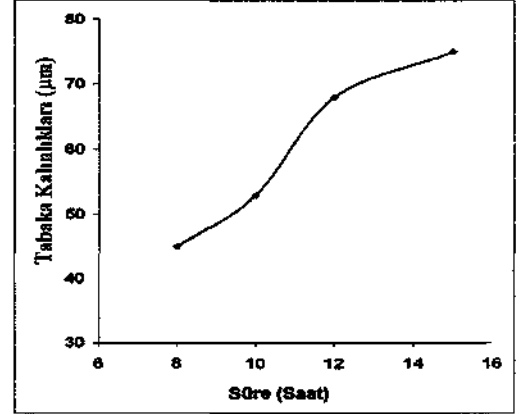


Şekil 6. Fe₇₄Al₂₆ alaşımının mikrosertlik değerleri ortalamalarının süreye göre dağılımı

Fe₇₄Al₂₆ alaşımının tabaka kalınlığı değerlerinin ortalamaları çizelge 2'de, tabaka kalınlığı-süre diyagramı şekil 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Fe₇₄Al₂₆ alaşımının borür tabakalarının kalınlık ortalamaları

Süre (Saat)	Tabaka Kalınlığı (µm)
8	45
10	53
12	68
15	75



Şekil 7. Fe₇₄Al₂₆ alaşımının borür tabakaları kalınlık ortalamalarının süreye göre dağılımı

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada sıvı ortamda kimyasal reaksiyonların daha hızlı olmasından kaynaklanan yüksek aktivite nedeniyle sıvı ortamda borlama tercih edilmiştir.

Malzemelerin aşınması sonucu ekonomik kayıpların engellenmesi çerçevesinde geliştiren borlama yüzey işleminin Fe₇₄Al₂₆ alaşımına uygulanabilirliği araştırılmıştır. Malzemelerin

abrazif aşınma dirençlerinin sertlikleriyle doğru orantılı olduğu bilinmektedir.

Nitrürasyon, karbürizasyon vb. yüzey sertleştirme işlemlerinde 600-1100 HV'lık bir yüzey sertliği elde edilirken Fe₄Al₂₆ alaşımına uygulanan borlama işleminde 1400-1800 HV değerlerinde yüksek yüzey sertlikleri elde edilebilmiştir.

Yapılan deneylerde uygulanan borlama işleminin süresi arttıkça borür tabakasının sertlik değerleri ve tabaka kalınlıkları artmıştır. 8 saatlik numunede 1420 HV, 10 saatlik numunede 1556 HV, 12 saatlik numunede 1638 HV, 15 saatlik numunede 1783 HV sertlik değerleri elde edilmiştir. 1000°C'de, 8,10,12,15 saatlik borlama uygulanan bu numunelerde oldukça kalın borür tabakaları gözlemlenmiştir (45µm-75µm).

Yapılan metalografik incelemeler ve X-ışını analizi, borlanmış Fe₇₄Al₂₆ alaşımı numunelerinde Fe₂B+FeB fazlarının bulunduğu borür tabakasının, oldukça düz, dış görünüşlü bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

Matuschka, A.G., *Boronizing*, Carl Hanser Verlag, München Wien,100p,1980.

StoUof, N.S., *Iron aluminides: present status and future prospects*, Materials Science and Engineering, A258pp, 1-14,1998.

