

1560 ppm Bor İlave Edilmiş AISI 1020 Çeliğine Isıl İşlem Yöntemlerinin Etkisi

Cemal ÇARBOĞA^{1,*}, Bülent KURT¹, Serkan DAL¹,

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Metalurji ve Malzeme
Mühendisliği Bölümü, Nevşehir

Öz

AISI 1020 çeliği genellikle civata, somun, makine gövdesi ve parçaları, mermi kasası ve konstrüksiyon çeliği olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, AISI 1020 çeliğine 1560 ppm bor ilave edilmiştir. Döküm işlemi sonrası borsuz ve 1560 ppm borlu çelikler haddelenmiştir. Haddelene sonrası 980 °C’de 30 dakika ısıtıldıktan sonra buzlu su, normal su, yağ, oda sıcaklığı ve fırın ortamlarında soğutulmuştur. Isıl işleme tabi tutulan numuneler optik mikroskop ile incelenmiş ve mikrosertlik ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 1020 Çeliği, Bor, Isıl İşlem Metotları.

The Effect of Heat Treatment Methods on 1560 ppm Boron Added AISI 1020

Abstract

AISI 1020 steel is generally used in bolts, nuts, machine bodies and parts, tank tracks, bullet casings and construction steels. In this study, AISI 1020 steel was melted and added 1560 ppm boron. After the casting process, the boron free and boron added steel were rolled and heated for 30 min. at 980 °C then cooled in ice water, normally water, in oil, at room temperature and furnace. Then heat treated specimens were examined by optical microscopy. Also, Microhardness measurements were performed and the results discussed.

Keywords: 1020 Steel, Boron, Heat Treatment Methods

* e-mail: ccarboga@nevsehir.edu.tr

1. Giriş

Yüzlerce farklı kullanım alanına sahip olan bor ve bor türevi ürünlerin endüstriyel anlamda yeni sayılabilecek uygulama alanlarından biri de çelik endüstrisidir [1,2]. Çelik endüstrisinde bor, alaşım elementi olarak katıldığı çeliğe yüksek oranda sertleşme kabiliyeti kazandırdığı belirtilmektedir[3,4]. Borlu çelikler, ısıtılma işlem öncesi nispeten düşük mekanik özelliklere sahiptirler [5].

Bor, genellikle demir esaslı malzemelerde yüzey sertleştirme işlemi yapmak amacıyla kullanılmaktadır[5,6]. Borlu çelikler, hızlı soğutulduğunda tane içinde borun katı eriyik olarak bulunduğu durumlarda sertleşebilirlik üzerine en büyük etkiyi sergilemektedirler [7]. Isıl işlemin borlu çeliklerin akma ve çekme dayanımları önemli seviyede iyileştirdiği görülmektedir [8]. Borlu çeliklerde ısıtılma işlemler sürünme davranışını ve deformasyon özelliklerini iyileştirdiği de gözlenmiştir [9,10].

Bu çalışmada, düşük karbonlu çeliklerden yaygın olarak civata, somun, konstrüksiyonda görev alarak ıslah edilebilir makine parçaları imalatında ve ısıtılma işlem uygulanabilen parçalarda kullanılan AISI 1020 çeliği seçilmiştir. Bu çalışmada, AISI 1020 çeliğine vakumsuz indüksiyon ocağında borsuz (4 ppm) ve yüksek oranda (1560 ppm) bor ilave edilmiştir. Elde edilen borsuz ve 1560 ppm bor içeren 1020 çeliği 2 pasoda haddelenmiş ve ısıtılma işlem için 980 °C de 30 dakika bekletildikten sonra numunelere buzlu suda, normal suda, yağda, oda sıcaklığında ve fırında soğutma işlemi uygulanmıştır. Isıl işlem uygulanan numuneler optik mikroyapı ve mikrosertlik analizine tabi tutulmuştur.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, indüksiyon ocağı kullanılarak 1020 çeliği içerisine 1635 °C'de alüminyum, titanyum ve bor ilave edilmiştir. Döküm işlemi 850 °C'ye kadar ısıtılan 40x40 mm kalınlığındaki kare şekilli seramik kalıplara ergiyik dökülmüş ve havada soğutulmuştur. Elde edilen 40x40 mm ebadındaki kare malzemeler, Avcılar Demir ve Çelik Çekme Sanayi fabrikasında 2 pasoda haddelenerek yaklaşık % 200-300 oranlarında deformasyon uygulanmıştır. Tablo 1. de döküm sonrasında elde edilen numunelerin kimyasal analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 1. Değişik oranlarda B ilave edilen 1020 çeliğinin % ağırlık olarak kimyasal analizleri

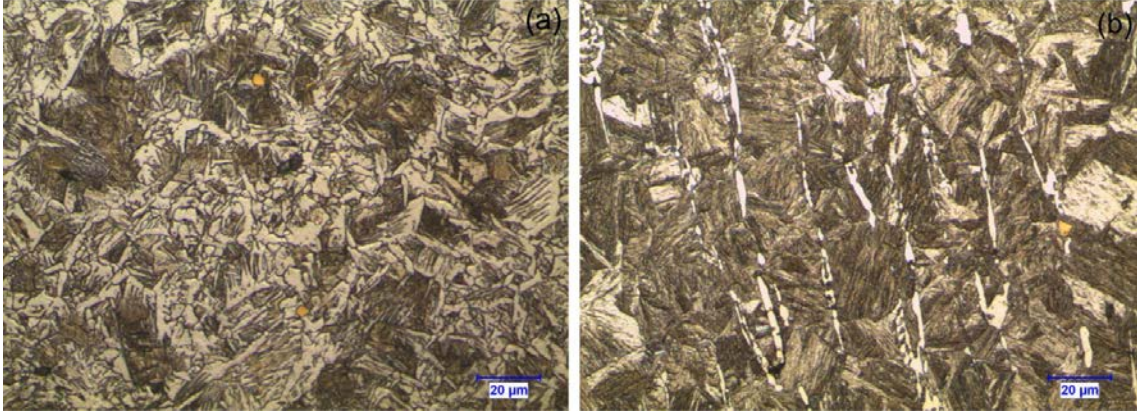
Numune No	% Bileşim						
	C	Mn	Si	B (ppm)	Al	Ti	P ve S
1	0,23	0,60	0,35	4	0,035	0,038	0,012-0,007
2	0,27	0,62	0,34	1560	0,080	0,020	0,013-0,006

Haddeleme işlemi sonrasında kesilen numuneler Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Metalürji ve Malzeme Müh. Bölümü Laboratuvarları'nda fırında 980 °C de 30 dakika bekletildikten sonra buzlu suda, normal suda, yağda, oda sıcaklığında ve fırında sürekli soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Metalografik olarak hazırlanan numuneler Nikon MA 100 mikroskopu ve Clemex görüntü analiz sistemi kullanılarak mikroyapı incelenmiş ve Future-Tech FM 700 mikrosertlik cihazı kullanılarak mikrosertlik analizine tabi tutulmuştur.

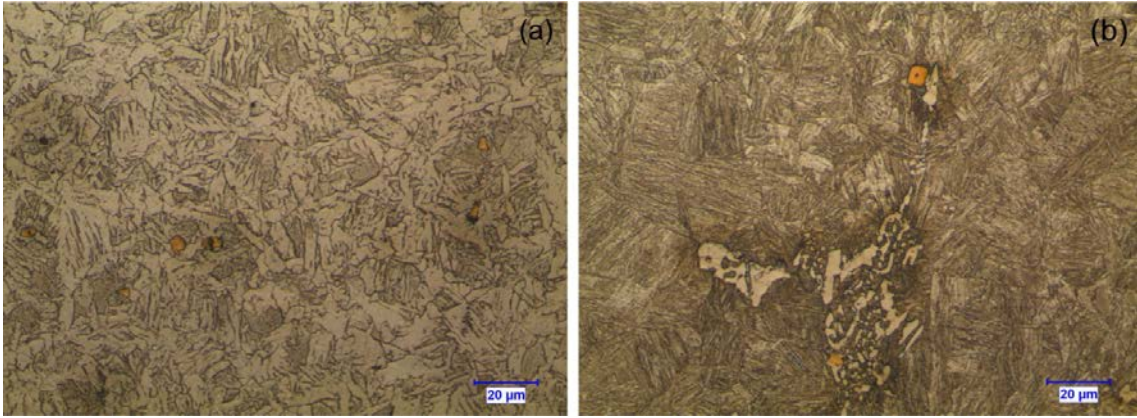
3. Bulgular

Şekil 1, 2 ve 3'te görüldüğü gibi ısıtılma işlem sonrasında elde edilen optik mikroyapı fotoğraflarından, buzlu suda, yağ ve suda soğutulan tüm numunelerde nispeten yüksek soğuma hızından

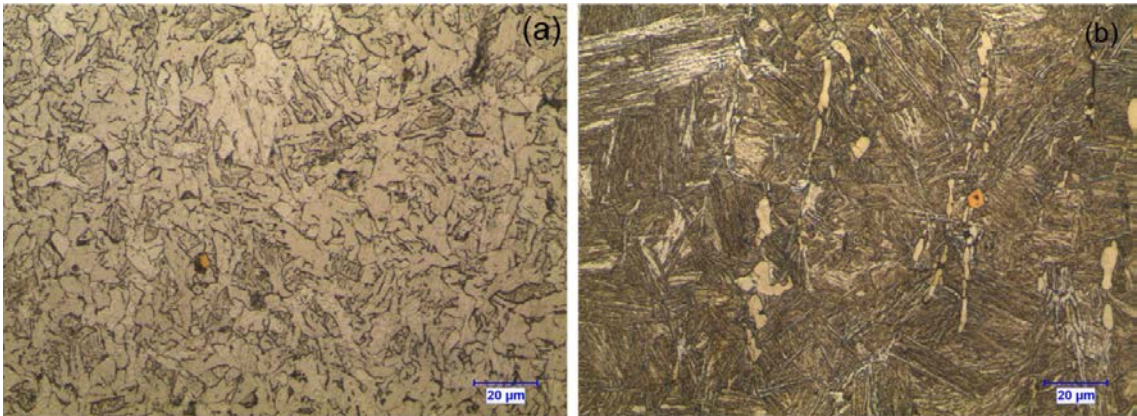
dolayı karbon atomlarının difüzyonu yavaşlamış ve yapıdaki sementit lamellerinin sürekliliğini kaybederek küçük sementit partikülleri şeklinde bir dağılım sergilemiştir.



Şekil 1. a)Borsuz (4 ppm) ve b)1560 ppm bor içeren numunenin buzlu suda soğutulması sonrası mikroyapı fotoğrafları.



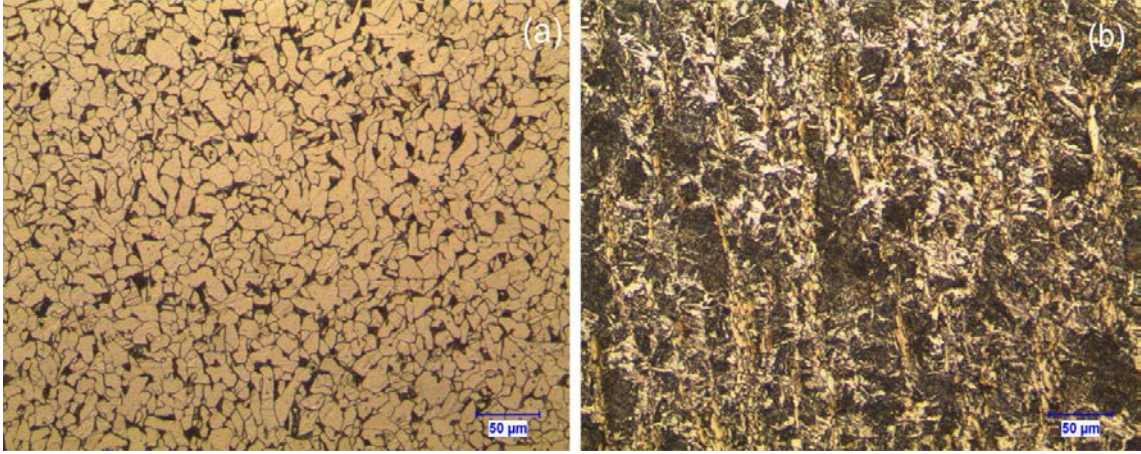
Şekil 2. a)Borsuz (4 ppm) ve b)1560 ppm bor içeren numunenin suda soğutulma sonrası mikroyapı fotoğrafları.



Şekil 3. a) Borsuz (4 ppm) ve b) 1560 ppm bor içeren numunenin yağda soğutulma sonrası mikroyapı fotoğrafları.

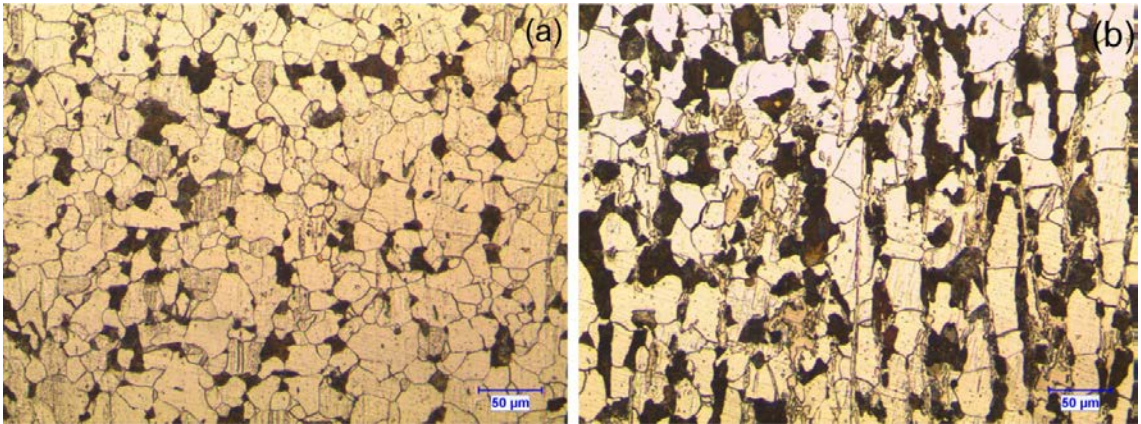
Normal su, yağ ve buzlu su ortamlarında yapılan soğutmalarda tüm numunelerde yapının bey nitik yapıya dönüştüğü ve bu durumun artan mikroalaşım bor katkısıyla arttığı görülmektedir. Bor içermeyen numunede normal su ve buzlu su ortamlarında yapılan soğutmalarda widmanstatten ferrit ve bey nitik yapı ile birlikte ferrit bölgeleri gözlemlenmiştir. Mikroalaşım bor içerikli numunelerin hızlı soğutma sonrası elde edilen mikroyapılarında widmansatten ferrite rastlanmamıştır (Şekil 1.-2.-3). Aynı

zamanda bor içeriksiz numuneye kıyasla daha az ferrit fazının mevcut olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, mikroalaşım bor katkısının düşük karbonlu çeliklerde hızlı soğutma şartlarında daha fazla beyrit oluşumuna yol açtığını göstermiştir.



Şekil 4. a)Borsuz (4 ppm) ve b)1560 ppm bor içeren numunenin oda sıcaklığında soğutulma sonrası mikroyapı fotoğrafları.

Şekil 4. ve 5'te gösterilen ısıtma işlem sonrasında elde edilen optik mikroyapı fotoğraflarından, fırında ve oda sıcaklığında soğutmalarda ferritik ve perlitik yapı açık bir şekilde görülmektedir. Artan soğutma hızı ile birlikte mikroyapıdaki değişim de açıkça tüm numunelerde görülmüştür.

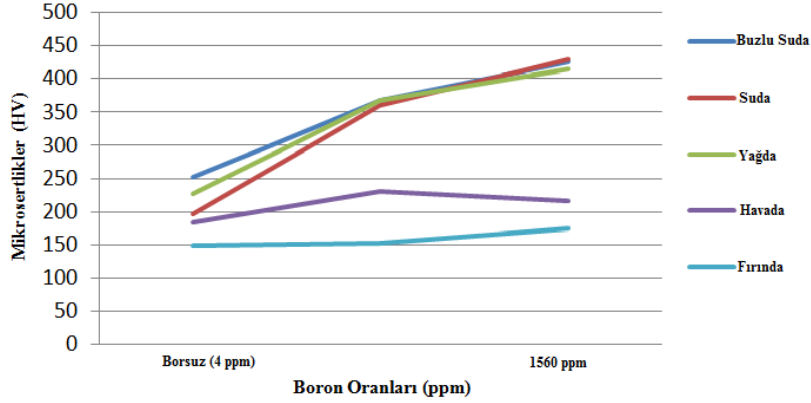


Şekil 5. a)Borsuz (4 ppm) ve b)1560 ppm bor içeren numunenin fırında soğutulma sonrası mikroyapı fotoğrafları.

Bor içerikli numunelerde oda sıcaklığında (havada) yapılan soğutmalarda Şekil 4. (a) bor içermeyen numuneye kıyasla daha küçük tane boyutu elde edilmiştir. Bu durum mikroalaşım bor katkısının tane boyutuna bağlı olarak mekanik özelliklerde bir iyileşmeye yol açacağı kanaatini güçlendirmektedir. Çelik malzemelerde borun farklı amaçlarla kullanıldığı birkaç çalışmada, alaşım elementi olarak kullanılan borun çeliklerde ısıtma işlemleri ile sürünme davranışını ve deformasyon özelliklerini iyileştirdiği bildirilmektedir [10,11].

Tablo 2. Farklı oranda bor içeren 1020 çeliğinin mikrosertlik değerleri tablosu.

Bor Miktarları (ppm)	Sertlik Değerleri (HV)	
	Borsuz	1560 ppm
Buzlu Suda	252	427
Suda	197	430
Yağda	228	416
Havada	185	231
Fırında	150	176



Şekil 6. Farklı oranda bor içeren 1020 çeliğinin mikrosertlik değerleri grafiği.

Mikroalaşım bor katkılı numunelerde ısıtma işlemi sonrasında alınan mikrosertlik analizleri sonucunda artan soğuma hızı ile birlikte tüm numunelerde mikrosertlik değerlerinin arttığı görülmüştür (Tablo 2). Buzlu suda, suda, yağda, oda sıcaklığında ve fırında yapılan soğutmalarda artan bor içeriği ile birlikte sertliğin arttığı görülmüştür. Literatürde belirtilen optimum değerler olan 15-25 ppm değerlerinde % 5-10 arasında artış olduğu bilinmektedir. Soğuma metoduna göre mikrosertlik değerlerin artması normaldir. Bor karbon gibi davranarak malzemeyi gevrekletirmiş ve sertliğin artışına neden olduğu düşünülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Farklı oranda bor ilave edilmiş 1020 çeliğine ısıtma işlemleri sonrasında;

- Isıtma işlem metodlarının hepsinde 1560 ppm de mikrosertlik değerleri artmıştır.
- Tüm numunelerde fırında ve açık havada soğutmalarda ferritik ve perlitik yapı açık bir şekilde görülmektedir.
- Oda sıcaklığında soğutulan mikroalaşım bor içerikli numunelerde borsuz numuneye kıyasla daha küçük tane boyutu elde edilmiştir.
- Bor içermeyen numunede widmanstätten ferrit oluşumuna rastlanmamıştır.
- Artan mikroalaşım bor miktarı artan soğuma hızı ile birlikte beyrit fazı dönüşümünü hızlandırmıştır.

5. Kaynaklar

- [1] Carboga C., “Düşük karbonlu çeliklere bor ilavesinin mikroyapı ve mekanik özellikler üzerine etkisi”, Gazi Üniversitesi, *FBE*, 1-210, 2010.
- [2] Er Ü., Gaşan H., “Bazı borlu çeliklerin toprak işleme aletlerinin uç demirlerinde kullanımının laboratuvar koşullarında incelenmesi”, *23. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi Bildiriler Kitabı*, 232-230, 2006.
- [3] Ertürkmen M., “Borlu çelikler”, Marmara Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 15-42, 1987.
- [4] Hayashi Y., Sugeno T., “Nature of Boron in Iron”, *Acta Metalurgica*, 18, 693-697, 1970.
- [5] Koyama R., Tsukamoto T., “Boron-Added Steel”, *Simitomo Metals*, 48, 195-197, 1996.
- [6] Ünlü B. S., Yılmaz S. S., “Bor ve Borlamanın Kullanım Alanları”, Cilt:47 Sayı:552, 48-54.
- [7] Çarboğa C., “Türk Çelik Sektöründe Alaşım Elementi Olarak Borun Kullanımı”, *International Iron & Steel Symposium*, 02-04 Nisan 2012, Karabük, Türkiye.
- [8] Çarboğa C., İnem B., İmer C. S., “The Effect of Hardening Heat Treatment on AISI 1022 Steel Containing 15 and 26 ppm Boron”, *Technology*, Vol. 4, No 3, 139-145, 2010, Karabük.
- [9] Naderi M., Ketabchi M., Abbasi M., Bleck W., “Analysis of microstructure and mechanical properties of different boron and non-boron alloyed steels after being hot stamped”, *Procedia Engineering* 10, 460–465(2011).
- [10] Huai-zhou C., Wei-qing C., “Effect of Boron on Morphology of Inclusions in Tire Cord Steel”, *Journal Of Iron And Steel Research*, International., 19(4): 22-27(2012).
- [11] Ma B., Zhao Y., Ma J., Guo H., Yang Q., “Formation of local nanocrystalline structure in a boron steel induced by electropulsing”, *Journal of Alloys and Compounds* 549 77–81(2013).