

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme (Nitrasyon) Uygulamaları

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Özet

Plazma Nitrüleme, nitrüleme yöntemleri arasında en düşük işlem sıcaklığına sahip olması nedeniyle özel bir yere sahiptir. Bu makalede 1.2379, AISI304, 1.2738, 1.2316, 1.7131 çeliklerinde 400°C ve 450°C sıcaklıklarda 2, 8 ve 24 saat sürelerle nitrülenen yüzeylerde yüzey sertliği ölçümleri ve mikrosertlik taramaları yapılmış, kimi uygulamalarda nitrür yapıları incelenmiştir.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Giriş

Plazma nitrüleme (PN) işlemi çelik malzemelerde uygulanan yüzey sertleştirme ve iyileştirme yöntemlerinden biridir.

350 °C'den başlayan işlem sıcaklığının düşüklüğü, yüzey tabakası özelliklerinin optimum ayarlanabilmesi, nüfuziyet hızının yüksekliği, uygulanan malzemenin yüzey kalitesini bozmaması en önemli avantajları arasındadır.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Giriş

Bu çalışmada ele alınan çelik türleri, uzun yıllardır endüstriyel uygulamalarda sıkça karşılaşılan çelikler arasından seçildi. Kalıpçılık, otomotiv, paslanmaz çelik uygulamaları içinden değişik bileşimlere sahip belirli çelik türlerinde endüstriyel uygulamalara örnek olabilecek şekilde, 400 °C ve 450 °C'de plazma nitrüleme işlemleri 2, 8 ve 24 saat süreyle gerçekleştirildi.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Giriş

Kullanılan işlem sıcaklığının azaltılmasıyla azotun çelik içerisinde yayınma hızı yavaşlar ve istenilen sertlik derinliğine ulaşmak için gerekli olan süre uzamış olur. Bu dezavantajına karşın düşük işlem sıcaklığı kullanılarak plazma nitrüleme uygulamasının gerçekleştirilmesindeki yararları şöyle açıklayabiliriz:

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Giriş

Paslanmaz çeliklerde: Plazma nitrüleme işlemi, iyon bombardımanı vasıtasıyla gerçekleştirdiği yüzey temizliği sayesinde paslanmaz çeliklerin yüzey sertleştirmesinde son derece başarılı bir yöntemdir. Paslanmaz çeliklerin nitrülenmesi için 450 °C ve daha altındaki sıcaklıklarda yapılan plazma nitrüleme işleminin korozyon direncini azaltmadığı daha önceki çalışmalarda tespit edilmiştir [7, 8,9,10].

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrürleme Uygulamaları

Giriş

Soğuk iş takım çeliklerinde: Düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen plazma nitrürleme uygulamaları ile soğuk iş takım çeliklerinde çekirdek sertliğinde meydana gelen düşmeleri azaltarak yüzey sertliği artışının sağlanması mümkün olmaktadır. Çalışmada ülkemizde en yaygın kullanılan soğuk iş takım çeliklerinden 1.2379 çeliği incelenmiştir.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Giriş

Kalıplarda ve düşük alaşımlı çeliklerde: Karmaşık şekilli, talaşlı işleme miktarının yüksek olduğu kalıplarda 500 °C ve üzerinde yapılan nitrüleme işlemlerinin sonunda ölçüsel değişiklik ve deformasyon sorunlarıyla karşılaşılabilir. Otomotiv ve makine imalat sektörlerinde özellikle et kalınlığı ince ve silindirik parçalarda hem ölçüsel hassasiyet hem ovalleşme gibi şekilsel bozulmaların azaltılması açısından nitrüleme işleminde düşük sıcaklıkların kullanılması yararlı olmaktadır [11, 12].

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Deneysel Süreç

1.7131, 1.2316, 1.2738 ve AISI 304 çelikleri piyasaya sürüldükleri haliyle, 1.2379 çeliği ise 1030 °C'den sertleştirilip 59 HRC'ye menevişlenerek kullanıldı.

Tablo1. Malzemelerin kimyasal analiz sonuçları ve PN öncesi sertlikleri.

Malzeme Cinsi	% C	%Si	% Mn	% Cr	% Mo	% Ni	% V	PN öncesi sertlik, HV
1.2379	1,59	0,29	0,28	12,1	0,79	0,12	1,00	690
1.2316	0,41	0,65	0,42	16,8	1,20	0,29	0,21	305
AISI 304	0,04	0,51	1,49	18,3	0,28	8,60	-	300
1.2738	0,35	0,32	1,42	1,89	0,17	0,99	-	310
1.7131	0,18	0,24	1,10	1,00	-	0,20	-	210

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrürleme Uygulamaları

Deneysel Süreç



- Plazma Nitrürleme işlemi, DC puls plazma güç kaynağı, PLC kontrol ünitesi ile 720 mm çap ve 800 mm yüksekliğe sahip soğuk duvarlı fırından oluşan FC75 Plazma Nitrürleme sisteminde yapıldı. 400 °C ve 450 °C'de 2, 8 ve 24 saat sürelerle uygulanan plazma nitrürleme işlemleri ile malzemelerin yüzeysel sertleştirilmeleri sağlanmıştır. Tüm uygulamalarda %25 N₂ + %75 H₂ gaz karışımı kullanılmıştır.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Deneysel Süreç

İşlem gören numunelerin yüzeylerinden HV0,2 sertlik ölçümleri alındı. Numuneler daha sonra kesilerek bakalit kalıplara alındı, zımparalandı ve parlatıldı. Parlatılan numuneler üzerinde Metkon Mikrovikers cihazı kullanılarak 100 g.'lık yük ile mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirildi.

Mikroyapı incelemesi için paslanmaz çelik örneği olarak AISI 304 ve ıslah edilmiş çelik örneği olarak 1.2738 seçildi. Her iki çeliğin 400 °C ve 450 °C'deki 8 saat nitrülenmiş örnekleri görüntüledi. Zeiss Axiotech marka refleksiyon tipi ışık mikroskobu ve Jeol JSM-6060 marka Tarama Elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak yapılan mikroyapı incelemeleri Kocaeli Üniv. Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirildi. Dağlama ayracı olarak 1.2738 için %3'lük Nital, AISI 304 için ise Vilella dağlayıcısı kullanıldı.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrürleme Uygulamaları

Bulgular ve tartışma

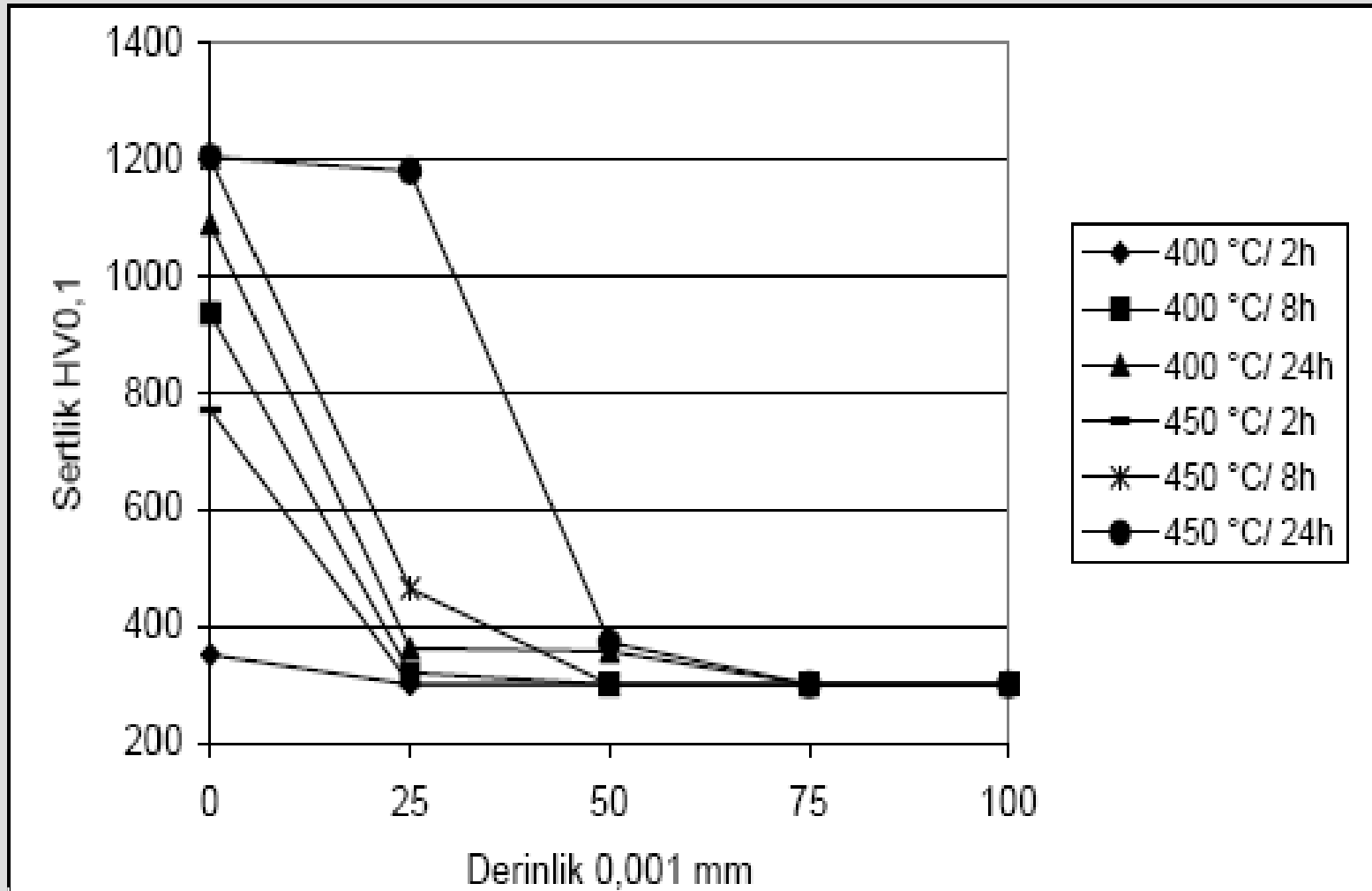
Tablo 2. Tüm malzemeler için deney koşullarında elde edilen yüzey

Sertlikler İşlem	Yüzey Sertliği (HV0,2)						PN öncesi sertlik, HV
	400°C / 2h	400°C / 8h	400°C/24h	450°C /2h	450°C /8h	450°C/24h	
Malzeme							
1.2379	769	1213	1332	1231	1248	1224	690
1.2316	573	1364	1286	1048	1232	1187	305
AISI 304	351	936	1090	771	1202	1204	300
1.2738	718	854	846	789	798	830	310
1.7131	708	799	839	781	783	786	210

Malzemelerin tümünde, bu çalışmada kullanılan işlem süreleri ve sıcaklıklarında yapılan plazma nitrürleme uygulaması sonucunda yüzey sertliklerinde artış sağlanmıştır. Nitrürleme işlemi için son derece düşük bir sıcaklık olan 400 °C'de bile elde edilen yüzey sertliği artışları plazma nitrürleme teknolojisinin önemli üstünlüklerinden birisidir.

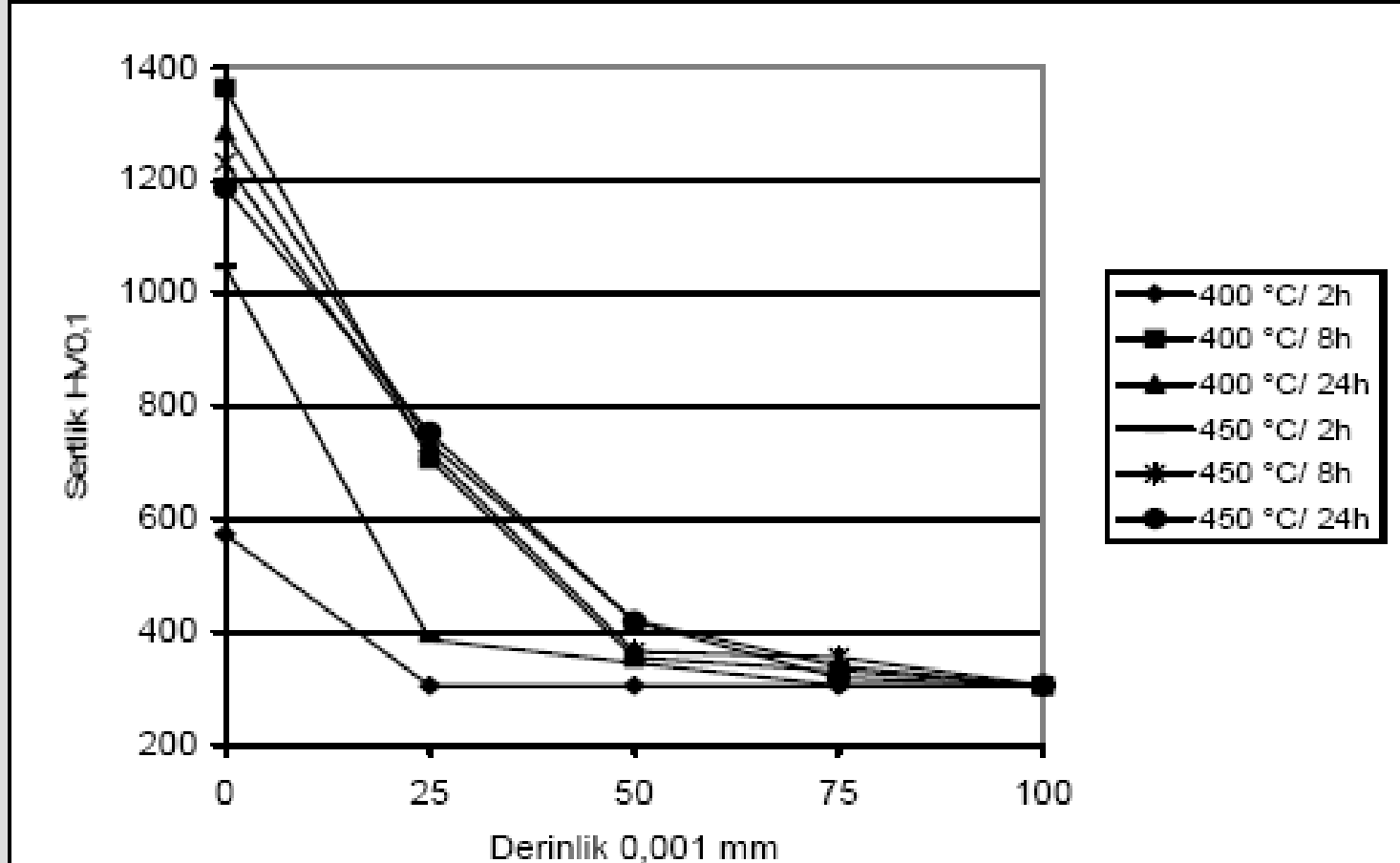
Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Bulgular ve tartışma: AISI 304



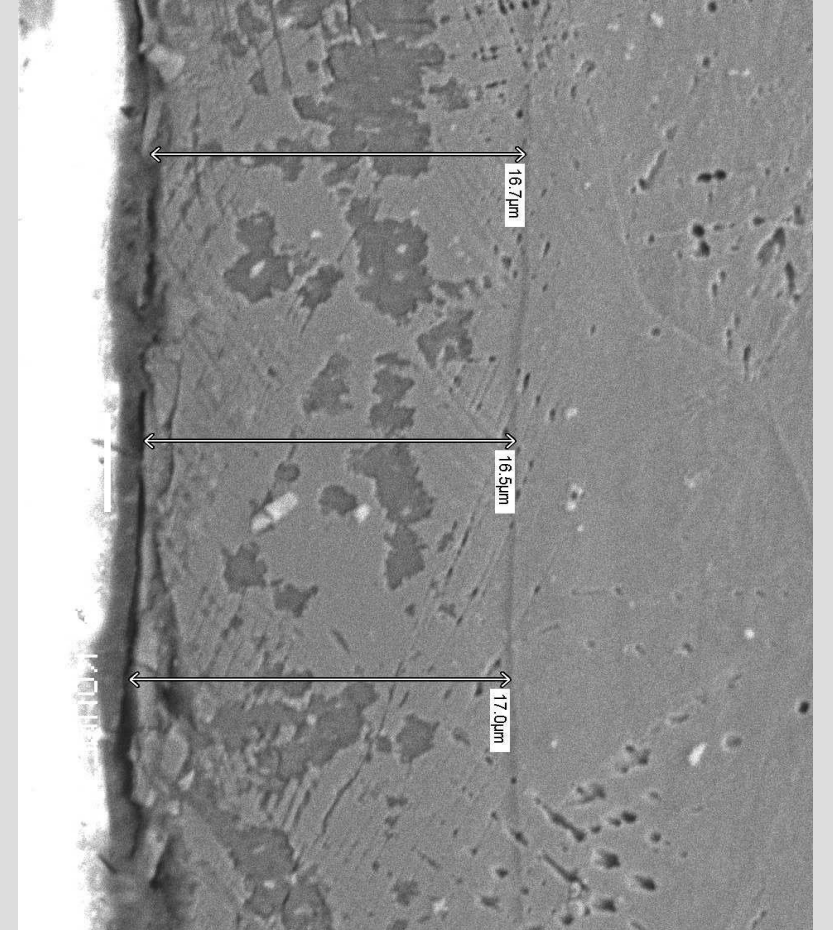
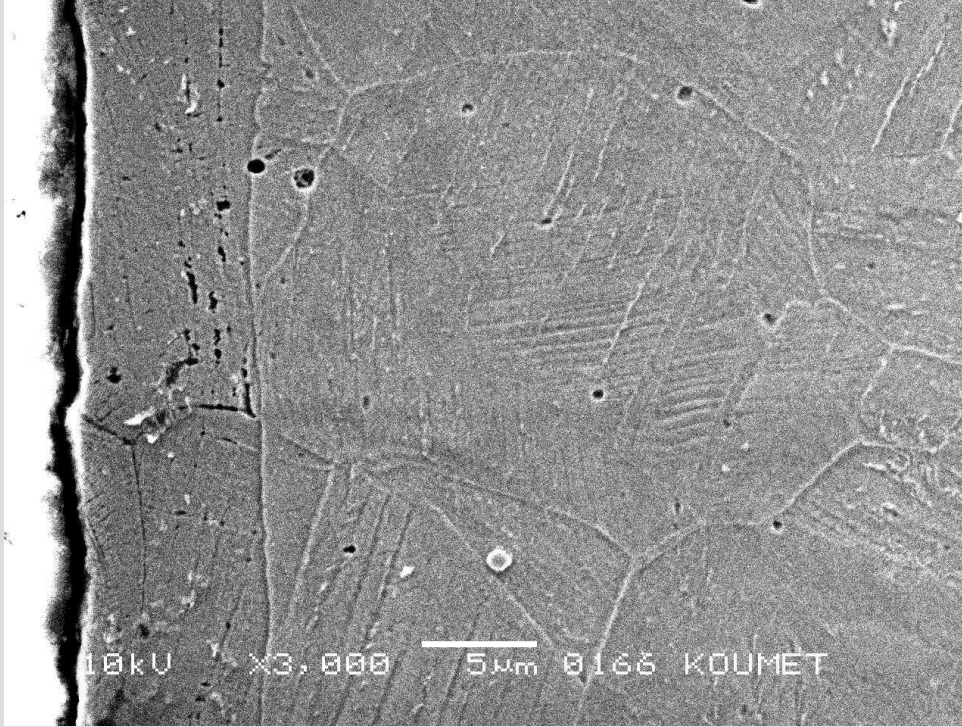
Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Bulgular ve tartışma: 1.2316



Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Bulgular ve tartışma: AISI 304

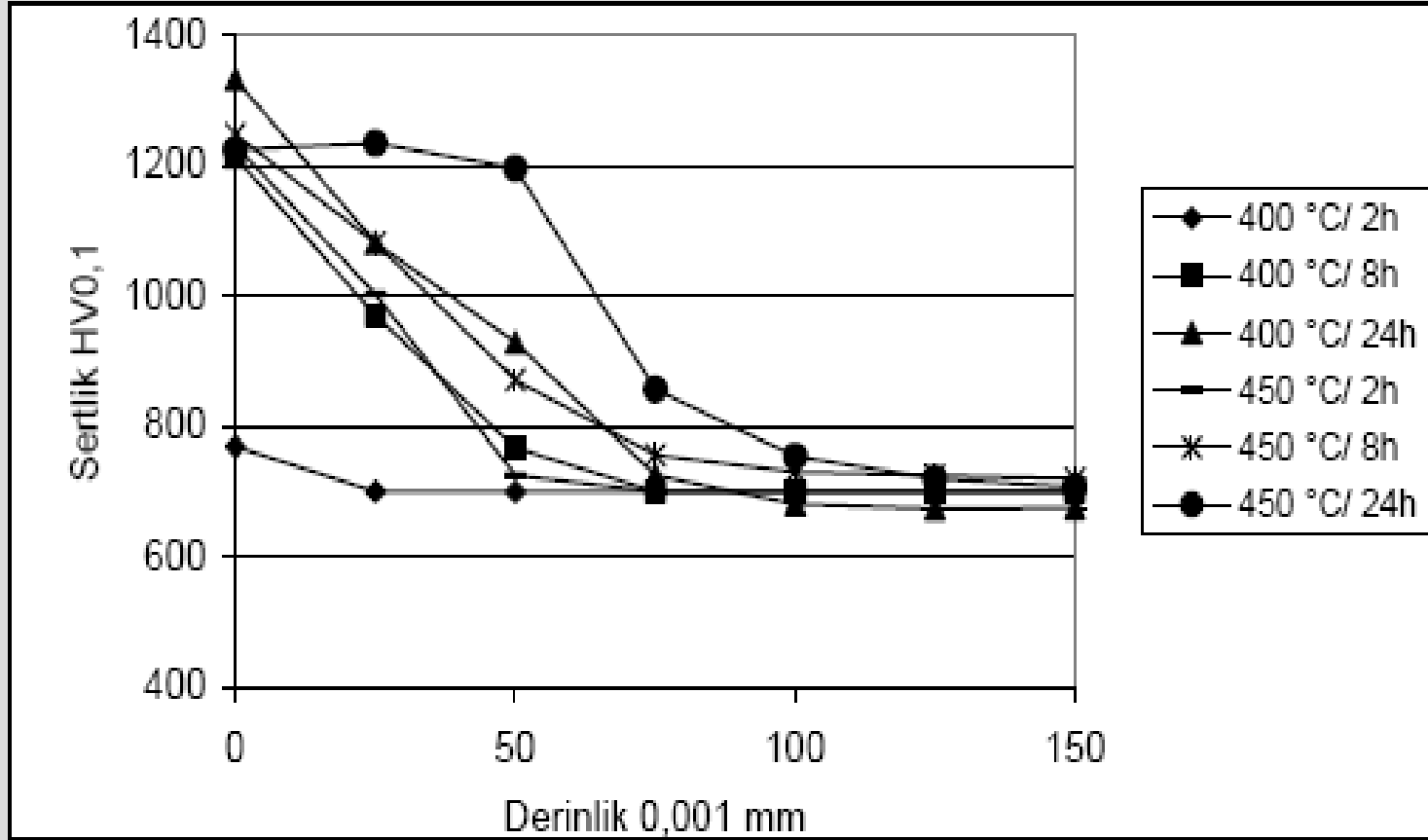


Şekil 4. AISI 304 iç yapısı; a. 400 °C'de 8 saat nitrüleme, nitrüleme

b. 450 °C'de 8 saat

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

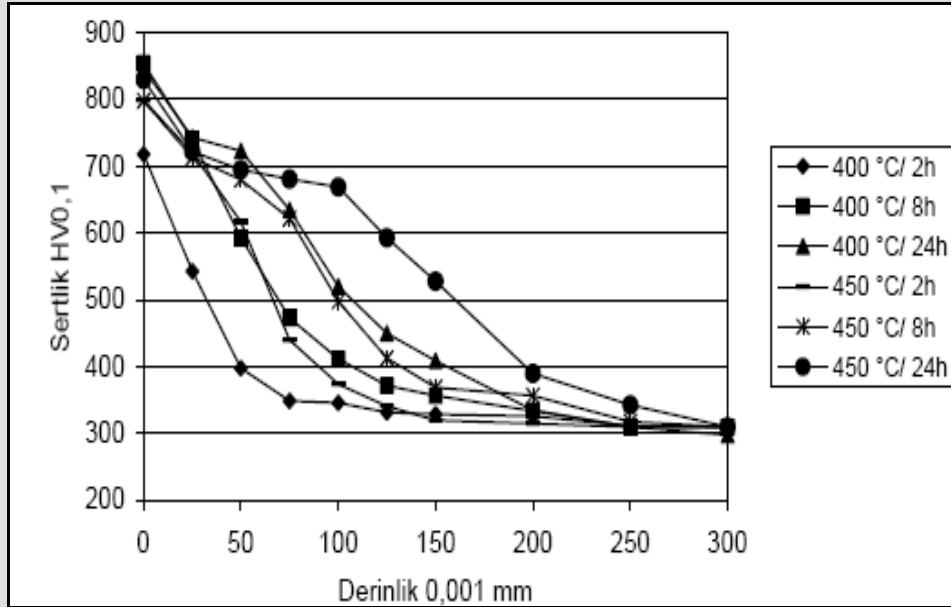
Bulgular ve tartışma: 1.2379



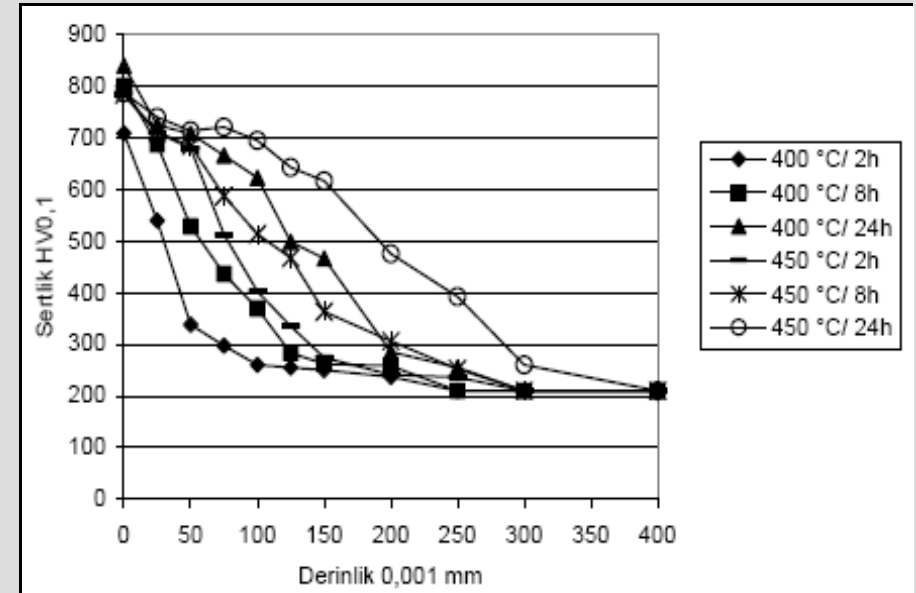
Şekil 5. 1.2379 çeliğinde plazma nitrüleme sonucu elde edilen sertlik profili.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Bulgular ve tartışma: 1.2738 ve 1.7131 (16MnCr5)



Şekil 6. 1.2738 çeliğinde plazma nitrüleme sonucu elde edilen sertlik profili.



Şekil 7. 1.7131 (16MnCr5) çeliğinde plazma nitrüleme sonucu elde edilen sertlik profili.

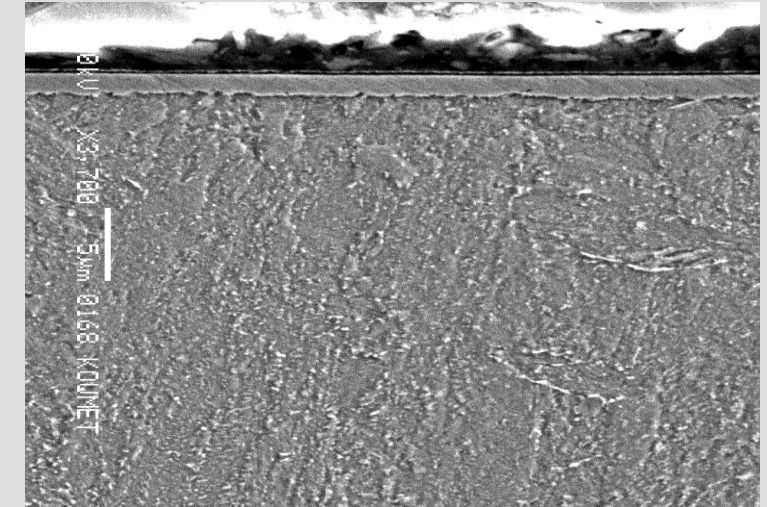
Düşük Sıcaklık Plazma Nitrürleme Uygulamaları

Bulgular ve tartışma: 1.2738



Şekil 8. 400 °C / 8h.; a. Işık Mikroskobu görüntüsü, 100 x, 6000X

b. SEM görüntüsü,



Şekil 9. 450 °C / 8h. ; a. Işık Mikroskobu görüntüsü, 100 x, 3700X

b. SEM görüntüsü,

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Sonuçlar

1. AISI 304, 1.2316, 1.2379, 1.2738 ve 1.7131 çeliklerinde 400 °C sıcaklıkta plazma nitrüleme işlemleri başarıyla gerçekleştirilebilmekte ve yüksek yüzey sertliklerine ulaşılabilmektedir.
2. AISI 304, 1.2316 ve 1.2379 için 400°C'de en az 8 saatlik uygulama gerekli olmakta, 450 °C'de ise 2 saatlik işlem yeterli olmaktadır.
3. AISI 304 çeliğinde 400 °C'de 8 saatlik işlem sonucunda elde edilen mikroyapı, korozyon direncinin düşmediği bir mikroyapıdır. 450 °C'de 8 saatlik işlem sonucunda ise korozyon direncini düşürdüğü bilinen CrN oluşumunun yüzeyin hemen altında başladığı gözlenmektedir. Paslanmaz çeliklerde korozyon direncini düşürmemek için 450 °C'den daha yüksek nitrüleme sıcaklıklarından kaçınılması gereklidir.
4. Düşük alaşımlı çelikler olan 1.2738 ve 1.7131'de kullanılan en düşük işlem sıcaklığı olan 400 °C ve en kısa işlem süresi olan 2 saatte bile yüzey sertliği artışı sağlanabilmektedir. İşlem sıcaklığı ve süresinin artırılmasıyla difüzyon derinliği ve dolayısıyla sertlik derinliği artmaktadır.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme Uygulamaları

Kaynakça:

1. B. Edenhofer, Production Ionitriding, Metal Progress,1976.
2. D. Pye, Pulsed Plasma Ion Nitriding and Control of the Compound Zone (or White Layer), Proceedings of the Second International Conference on Carburizing and Nitriding with Atmospheres, 1995.
3. T. S. Keneş, Plazma Nitrüleme ve Endüstriyel Uygulamaları, Metalurji, 1995.
4. G. F. Bason, A New Method of Nitrogen Case Hardening, Transactions of ASST, 1928.
5. D. Pye, Practical Nitriding and Ferritik Nitrocarburizing, ASM Internationals, 2003.
6. A. Çelik, S. Karadeniz, İyon Nitrürasyonda Gaz Karışım Oranının ve Sıcaklığın İç Yapıya Etkisinin İncelenmesi, 5. Denizli Malzeme Sempozyumu, 1993.
7. T. Bell, X. Li, H. Dong, Low Temperature Plasma Nitriding and Carburising of Austenitic Stainless Steel for Combined Wear, Corrosion and Fatigue Properties, 3rd International Conference on Surface Engineering, 2002.
8. Linda Gil, Rafael Guevara vd., Corrosion Performance of the Plasma Nitrided 316 L Stainless Steel, Surface and Coating Technology, 2006.
9. Xi Yun-tao, Liu Dao-xin, Han Dong, Improvement of Erosion and Erosion-Corrosion Resistance of AISI 420 Stainless Steel by Low Temperature Plasma Nitriding, Applied Surface Science, 2008.
10. A. F. Yetim, F. Yıldız, A. Alsarar, A. Çelik, Surface Modification of 316L Stainless Steel with Plasma Nitriding, Kovove Materialy, 2008.
11. S. Karaoğlu, S. Karadeniz, 16MnCr5 Çeliğinin İyon-Nitrürasyon Davranışının İncelenmesi, 7.Denizli Malzeme Sempozyumu, 1997.
12. J. Vetter, G. Barbezat, J. Ctummenauer, J. Avissar, Surface Treatment Selections for Automotive Applications, Surface Coatings and Technology, 2005.

Düşük Sıcaklık Plazma Nitrüleme (Nitrasyon) Uygulamaları

T. Soydan KENEŞ,
İstanbul Isıl İşlem San. Ve Tic. A.Ş.

Levent KENEŞ,
İstanbul Isıl İşlem San. Ve Tic. A.Ş.

Fulya Kahrıman,
Kocaeli Üniv. Metalurji ve Malzeme Müh. Böl.