

# X 2 CrNi 18 9 / G 20 MALZEMELERİNİN TIG KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRİLMESİ

Sibel DAĞLILAR, Üstün DUMAN, Tanla ABKAN \*

## Özet

Bu çalışmada, TIG ile kaynaklanan parçaların kaynak bölgesindeki mekanik ve mikro yapı özellikleri incelenmiştir. 20 mm kalınlığındaki 100 mm uzunluğundaki dökme demir ve paslanmaz çelik malzemeler kaynak edilmiştir. İşlemdede 15 V voltaj ve 144 A akım uygulanmıştır. Vickers sertlik değerleri ( $HV_{0,5}$ ), makro yapı 4X büyütmede ve 100X, 250X, büyütmelerde mikro yapı fotoğrafları alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Östenitik paslanmaz çelik, TIG kaynağı, dökme demir

## BONDING OF X 2 CrNi 18 9 / G 20 MATERIALS WITH TIG WELDING

## Abstract

Microstructural and mechanical properties of Tungsten Arc welded samples were observed in this study. 20 mm thickness and 100 mm length stainless steel and lamellar graphite cast iron were welded. In process 15 V voltage and 144 A current have been put into practice. Vickers Hardnesses ( $HV_{0,5}$ ), macrostructure photograph in 4X zoom and micrographs in 100X, 250X enlargements have been taken from the weld seams.

**Key Words:** Austenitic stainless steel, TIG, cast iron

---

\* : Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa yerleşim birimi, Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü

## 1. GİRİŞ

AISI 304L kalite östenitik paslanmaz çelik,  $<0,03$  C, %1,5 Mn, %18,5 Cr, %10 Ni ve %0,5 Mo içermektedir. Bu tür paslanmaz çelikler yüksek dayanım değerlerinin yanı sıra yüksek korozyon direncine de sahiptirler. Mo içermesiyle de klorürlü ortamlardaki korozyon dayanımı da iyidir. 304L paslanmaz çeliklerin oda sıcaklığında dengede olduğu yapı östenitik olduğu için, ısı ile sertleştirilemezler [2, 11].

Gri dökme demirlerde, grafitler ile taşıyıcı doku arasında rijit bir bağlantı yoktur. Grafitlerin lamel şeklinde olması ile küresel grafitli yapıya göre dayanım değerleri daha düşüktür. Talaşlı şekillendirme kabiliyetleri iyidir, fakat grafit içerdikleri için kaynak kabiliyetleri iyi değildir; kaynak dikişinde kırılabilirlik oluşturmaktadırlar [8, 11, 16].

900°C'ın altındaki sıcaklıklardan oda sıcaklığına havada soğumada ise tane sınırlarında alaşım karbürlerinin ( $Cr_{23}C_6$ ) çökmesi ile tane sınırı korozyonu oluşur. Bu korozyonun oluşmaması için 400-900°C sıcaklıkları arasında tavlama yapılmamalıdır. Karbürlerin çözüneceği sıcaklıklar olan 1050-1120°C değerleri tercih edilmelidir ve ardından oda sıcaklığına hızlı soğutulmalıdır. Fakat yapılacak ısı işlemlerde şekillendirme sıcaklığı olan 1200°C'ın üzerine çıkılmaması gerekir. Kaynak işlemi sonrasında taneler arası korozyon oluşmaması için, %C oranı 0,03 ü aşmamalıdır ve kaynak dikişine kararlılığı artırıcı alaşım elementleri (Ti, Nb vb.) ilave edilmelidir [1, 2, 7, 9, 11].

Özellikle paslanmaz çeliklerin, dökme demirlerle kaynağında %18–20 Cr, %8–10 Ni içerikli ilave elektrotların kullanımı tercih edilir. Böylece kaynak dikişinde oluşacak ısı genleşmeler kontrol altına alınır ve karbon atomunun difüzyonu geciktirilir. Aynı zamanda kaynak dikişinde oluşacak ferrit miktarının %10'u geçmemesi sağlanmış olur. %10'dan fazla oranda oluşacak ferrit, dikişin soğumasında (650-950°C sıcaklık basamaklarında) sigma fazını oluşturup, yapıyı gevrekleştirir. Paslanmaz çelik elektrot kullanılması durumunda kaynak dikişinde oluşacak yapılar ise Schaeffler diyagramlarından  $\%Ni_{eş}-\%Cr_{eş}$  değerlerine bağlı olarak tespit edilebilir [8].

Dökme demirlerin kaynağında da benzer bir etki, ITAB'ın kaynak dikişine çok yakın hatlarında oluşan C difüzyonu ile oluşur. Karbon atomunun yayılmasıyla, atom yoğunluğu düşen bölgenin dayanım değerleri de düşecektir. İlave malzeme olarak C-Mn içerikli tel kullanılacaksa, dökme demir ITAB bölgesinin 500-700°C sıcaklıklarında ön ısıtılması veya birleşme yüzeylerinin Ni içerikli ENi-C1 veya ENiFe-C1 malzemeleriyle kaplanabilir [8].

Çizelge 1.1 Malzemelerin mekanik özellikleri [7, 11, 17].

Malzeme	Sertlik [HB 30]	R <sub>0.2</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	Kopma Uzaması [%]	E [MPa]	α [1/°K]	λ [J/s.mm.°K]
G 20	180-220	180	230	2	1,7*10 <sup>5</sup>	12*10 <sup>-6</sup>	0,038
X 2 CrNi 18 9	90-120	170-310	450-620	50	2,08*10 <sup>5</sup>	17*10 <sup>-6</sup>	0,027

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Doğruyol Kaynak Merkezlerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalardaki TIG kaynak makinesi Lincoln Square Wave TIG 255'dir. Kaynak işleminde ergimeyen Tungsten elektrot ile kaynak malzemelerine göre seçilen çıplak ilave elektrot kullanılmıştır. Kaynaklanan malzemelerin kesitlerine ve açılan kaynak ağızlarına (35° lik X kaynak ağızı) göre belirlenen tungsten elektrot ve ilave elektrot çapları 2,5 mm'dir.

### 2.1 Kaynak Parametreleri

İşlem parametreleri ve eşleşmeleri aşağıdaki Çizelge 2.1'de verilmiştir. Kullanılan ilave malzeme yüzde olarak; 19 Cr, 10 Ni, 0,8 Mn, 0,7 Si ve 0,03 C içermektedir [6].

Çizelge 2.1 Kaynak parametreleri

Malzeme Kombinasyonu	Kaynak Elektrodu	İlave Malzeme	Kaynak Akımı [A]	Kaynak Voltajı [V]
304L / DDL 20	Tungsten	E 308L-16 DIN: E 19 9 nCR 23	144	15

### 2.2 Kimyasal Analiz

Malzemelerin Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında Atomik Spektrofotometre ile kimyasal analizleri yapılmış olup, analiz sonuçları Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Deneyde kullanılan malzemelerin kimyasal analizleri

Malzeme	%C	%Si	%Mn	%Cr	%Ni	%S	%P
G 20	3,14	1,83	<b>0,57</b>	<b>0,13</b>	<b>0</b>	0,06	0,024
X 2 CrNi 18 9	0,023	0,49	<b>1,59</b>	<b>18,4</b>	<b>9,13</b>	0,016	0,027

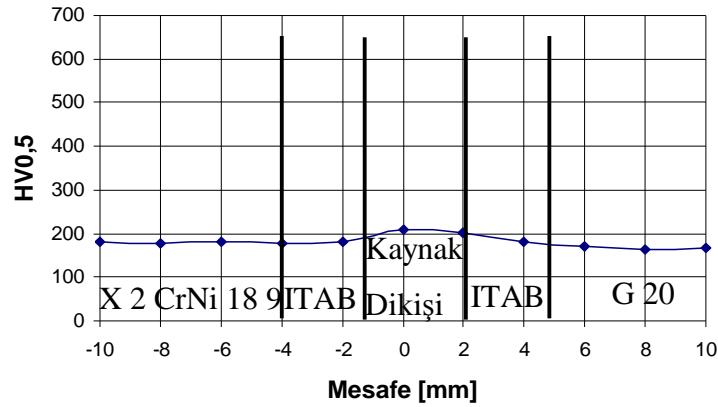
### 2.3 Sertlik ve Mikro Yapı İncelemesi

Numuneler kesildikten sonra, sırasıyla 60, 120, 180, 240, 320, 400, 600 ve 800 mesh'lik SiC zımparalarla hazırlanmıştır. Kaba parlatma olarak Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve ince parlatmalar için ise elmas aşındırıcılar kullanılmıştır. Paslanmaz çelik kral suyu, dökme demir ise Nital 4 ile 10-200 sn. arası değişen sürelerle dağlanmıştır.

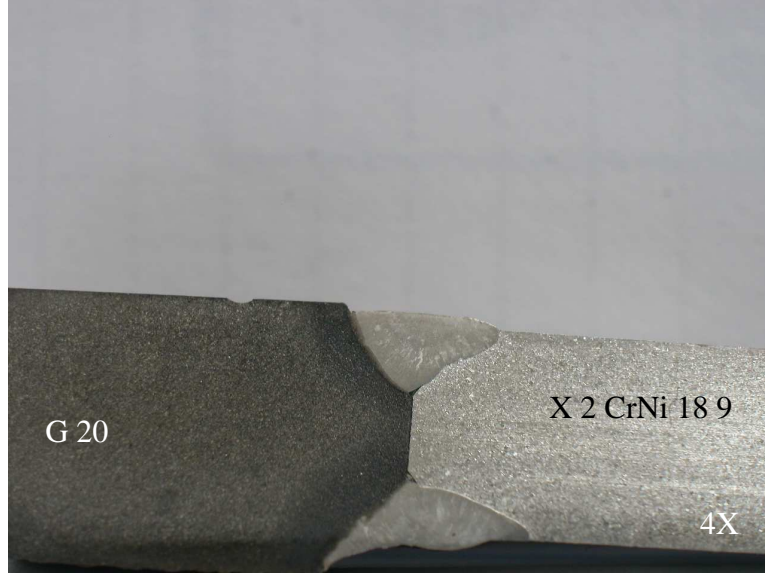
Metalografik olarak hazırlanan malzemelerin, ana malzeme-ITAB-kaynak dikişi-ITAB-ana malzeme sertlik geçişleri EN 288-3 standardına göre Vickers Mikro sertlik yöntemi ile yapılmıştır. Elde edilen HV sertlik değerleri ile mekanik özelliklerin incelemesi yapılmıştır. Sonuçlar, aşağıdaki Sertlik [HV<sub>0,5</sub>] - Mesafe [mm] eğrisinde verilmiştir.

Leica ve Nikon Coolpix 5000 marka ışık metal mikroskobu ve fotoğraf makinesi ile 100X, 250X, 400X ve 600X büyütmelerde çekilen mikro yapı görüntüleri aşağıda verilmiştir.

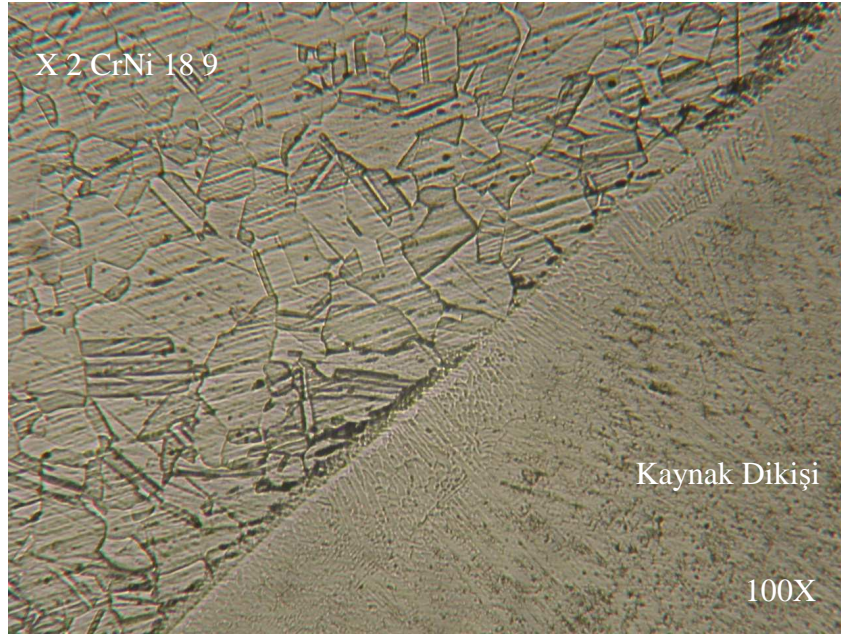
Kaynaklanan parçanın Kral suyu ve Nital 4 ile daha uzun süre dağlanmasından sonra 4X büyütmede Nikon Coolpix 5000 fotoğraf makinesi ile makro görüntüsü alınmıştır.



Şekil 2.1 X 2 CrNi 18 9 / G 20 sertlik dağılımı

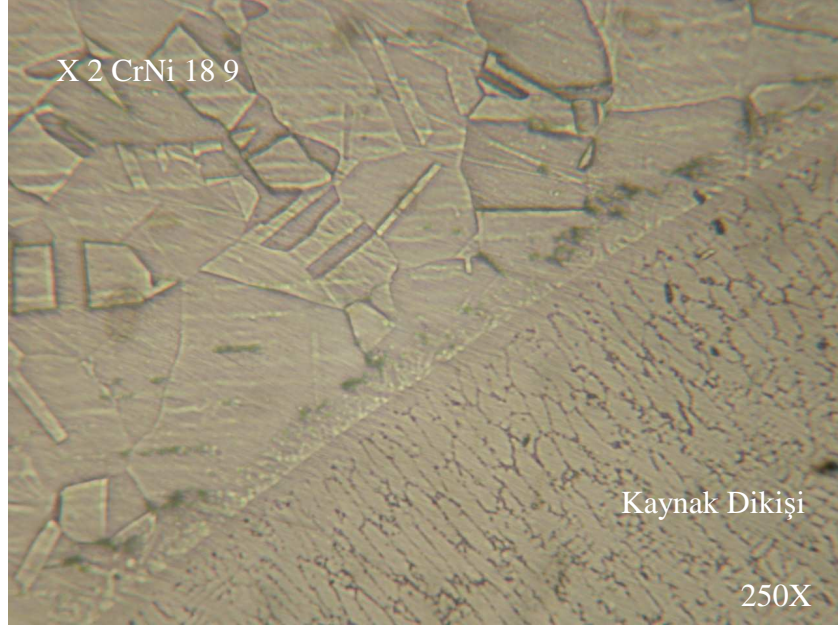


Şekil 2.2 X 2 CrNi 18 9 / G 20 makro yapı görüntüsü

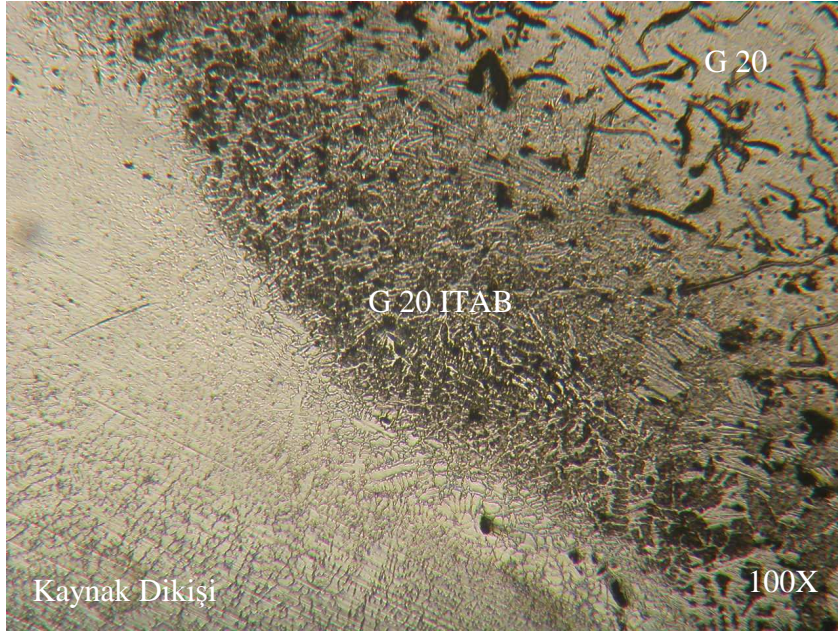


Şekil 2.3 X 2 CrNi 18 9 / G 20 malzeme çiftinin ITAB mikro yapısı

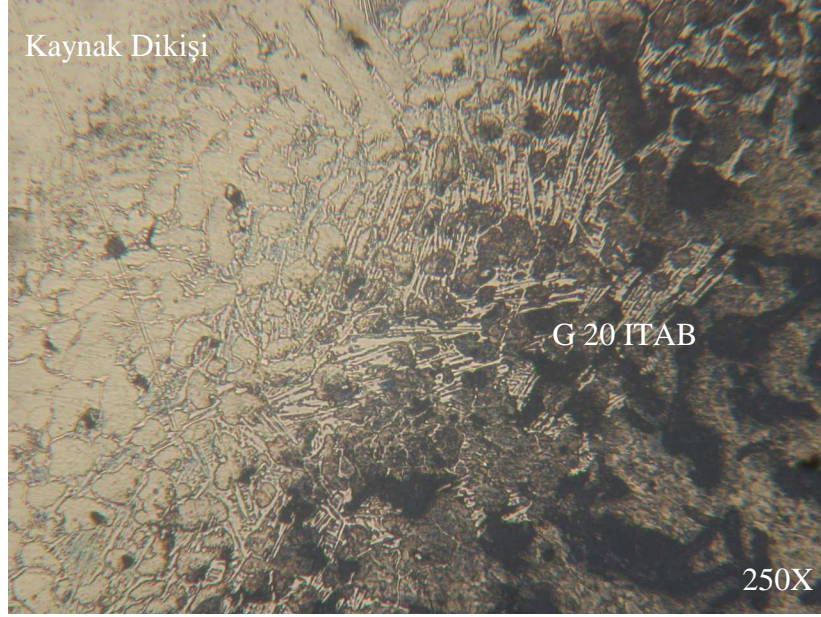




Şekil 2.4 X 2 CrNi 18 9 / G 20 malzeme çiftinin ITAB mikro yapısı



Şekil 2.5 X 2 CrNi 18 9 / G 20 malzeme çiftinin ITAB mikro yapısı



Şekil 2.6 X 2 CrNi 18 9 / G 20 malzeme çiftinin ITAB mikro yapısı

### 3. TEŞEKKÜR

Bu çalışmadaki malzemelerin TIG kaynağı ile birleştirilmesi “Doğruyol Kaynak Merkezleri (DKM)”de gerçekleştirilmiştir. Sayın Sabri Doğruyol ve Sayın Kenan Doğruyol’a yardımlarından dolayı teşekkürü borç biliriz.

### 4. SONUÇLAR

Kaynak işlemleri, malzemelerin özelliklerine bağlı olarak seçilen parametrelerle gerçekleştirilmiştir. Kaynak sıcaklığı ile kaynak sonrası durgun havadaki soğuma hızı, malzemelerin ITAB’da doku değişimlerine yol açmıştır. Kullanılan ilave elektrot bileşimine bağlı olarak kaynak dikişlerinde de ana malzemelerden daha farklı özellikler oluşmuştur. Yüksek sıcaklıklardan hızlı soğuma gerçekleştiği için martenzitik ve küçük taneli yapılar oluşmuştur.

G 20 / X 2 CrNi 18 9 çiftinde elde edilen sertlik değerleri, ITAB ve kaynak dikişinde yapı dönüşümünün etkili olmadığını göstermektedir. Sementit oluşumuyla çok az oranda G 20 ITAB’ında sertlik artmıştır. Birleşme bölgesi çok iyi yapışma göstermiştir. X 2 CrNi 18 9 çeliğinin ITAB’ında ise kaynak akımının ideal olmasına bağlı olarak, hızlı soğuma görülmemiş ve mekanik değerler etkilenmemiştir.

Makro alınan görüntüler, malzeme çiftlerinin EN 26520 kaynak hataları standardına göre incelenmiştir. Numuneler incelendiğinde kaynak ağızı doldurulması çok iyi olarak gözlenmiştir. Malzemelerin ısıl duyarlılıkları düşük olduğu için ITAB bölgeleri belirgin değildir. Parça kalınlıklarının farklı olmasına bağlı olarak, kaynak dikişlerinden biri yeterince elektrotla doldurulamamıştır. Ana malzemelere doğru olan dikiş bölgelerinde çekme oluşmuştur.



## 5. KAYNAKLAR

- 1- Akçasoy, B. (1980), Paslanmaz Çeliklerde Yeniden Kristalleşme, Bitirme Tezi, İTÜ, İstanbul
- 2- Alkan, M. (1997), Östenitik Paslanmaz Çelikte Nb ve Mo Elementinin Kaynak Bölgesindeki Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- 3- Anık, S. (1993), 1000 Soruda Kaynak Teknolojisi El Kitabı, İTÜ Yayınevi, İstanbul
- 4- Anık, S., Vural, M. (2001), Kaynak Teknolojisi Kurs Notları, Ford Otosan, İstanbul
- 5- Asana, K., Nishimura, S., Saito, Y., Sakamoto, H., Yamada, Y., Kato, T., Hashimoto, T. (1999), "Weldability of Neutron Irradiated Austenitic Stainless Steels", Journal of Nuclear Materials, vol. 264
- 6- AS Kaynak Elektrodları Kaynak Tekniği Sanayii ve Ticaret A. Ş. (1982), AS Kaynak Elektrodları Kataloğu, İstanbul
- 7- ASM Handbook (1988), ASM International Handbook Committee, Materials Park, vol. 1, 6, 11, 15
- 8- Baştuğ, K. (2001), Farklı Malzemelerin Kaynağı, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir
- 9- Deelee, C., Senajuk, S., Tiemtat, S. (1996), "The effect of heat treating with microstructure and mechanical property in type SUS 304 austenitic stainless steel weld metal", Welding Technology Project, North Bangkok
- 10- Durgutlu, A. (2004), "Experimental Investigation of The Effect of Hydrogen In Argon As a Shielding Gas on TIG Welding of Austenitic Stainless Steel", Materials and Design, vol. 25
- 11- Erdoğan, M. (2000), Mühendislik Alaşımlarının Yapı ve Özellikleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara
- 12- Junboonmee, N., Koomwan, P., Daychomai, S. (2001), "The Effect of Heat Treating in Stainless Steel by Process TIG,PAW", Mechanical (Welding Technology) Project, North Bangkok
- 13- Lothongkum, G., Chaumbai, P., Bhandhubanyong, P. (1999), "TIG Pulse Welding Of 304L Austenitic Stainless Steel In Flat, Vertical And Overhead Positions, Journal of Materials Processing Technology", vol. 89-90
- 14- Lothongkum, G., Viyanit, E., Bhandhubanyong, P. (2001), "Study on The Effects of Pulsed TIG Welding Parameters On Delte-Ferrite Content, Shape Factor and Bead Quality

In Orbital Welding of AISI 316L Stainless Steel Plate”, Journal of Materials Processing Technology, vol. 110

- 15- Numlarp, P., Petchtong, N., Kasamsookphisan, D. (1996), “Influence of shielding gases for structure and properties mechanical of weld joint on austenitic stainless steel”, Welding Technology, North Bangkok
- 16- Oğuz, B. (1974), Dökme Demirin Kaynağı El Kitabı:1, Oerlikon Kaynak Elektrodları ve Sanayii A.Ş. Yayınları, İstanbul
- 17- Peckner, D., Bernstein, I., M. (1997), Stainless Steel – Handbooks, Manuals, USA
- 18- Prangtong, T., Khlaikhrua, P. (2001), “The Study of Chromium Carbide Precipitation In Weld Metal Austenitic Stainless Steel AISI 304”, Mechanical (Welding Technology) Project, North Bangkok