

Elektrokimyasal Borlanmış AISI H13 Sıcak İş Kalıp Çeliğinin Korozyon ve Tribokorozyon Davranışı

Ümmet Ayyıldız^{1,2}, Harun Mindivan²

¹Prometal Ar-Ge Merkezi, Prometal Hafif Metaller Döküm San. ve Tic. Ltd. Şti., Bursa, Türkiye
(ummetayyildiz@prometaltr.com)

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bilecik, Türkiye (harun.mindivan@bilecik.edu.tr)

GİRİŞ

Yüksek tokluk, temperleme ve ısı direnci nedeniyle en popüler sıcak iş kalıp çeliklerinden biri olan AISI H13 çeliği, ağırlıklı olarak agresif ortamlarda çalışan endüstriyel işlemlerde tercih edilmektedir. Örneğin, bu çelik poli(vinil klorür) (PVC) ekstrüzyonunda kullanılan zımbalama kalıpları, tel çekme kalıpları, eğme kalıpları, sıcak şekillendirme ve enjeksiyon kalıpları, dövme kalıpları, kalıp döküm, ekstrüzyon kalıpları, kabartma kalıpları, derin çekme ve darbeli ekstrüzyon gibi metal şekillendirme kalıplarında kullanılmaktadır. Özellikle PVC içeren malzemelerin yüksek sıcaklıkta işlenmesi sırasında korozyon ve aşınma hızını önemli oranda artıran C-Cl bağlarının kopmasından kaynaklanan ihmal edilemez serbest klorür türleri sebep olmaktadır [1]. Bu durum kalıpların kullanım ömrünün kısaltmakta ve üretim maliyetini ise artırmaktadır.

Bu çalışmada AISI H13 çeliğinin düşük korozyon ve aşınma direnci gibi zayıf yüzey özelliklerini iyileştirmek için, elektrokimyasal borlama ile homojen ve endüstriyel talepleri karşılayan borür tabakası oluşumu hedeflenmiştir. Kaplanmış numunelerin sertlik değerleri kesit boyunca ölçülmüş ve numunelerin korozyon ve tribokorozyon aşınma deneyi ise % 3,5 NaCl çözelti ortamında gerçekleştirilmiştir.

METOTLAR

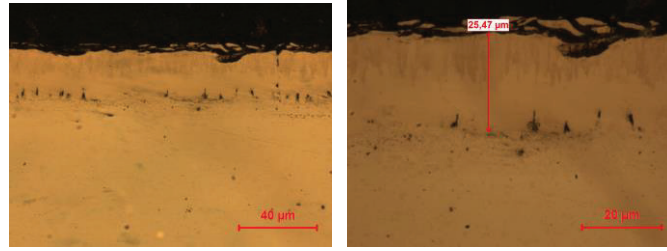
Altlık malzeme olarak AISI H13 kalite çelik kullanılmıştır. Elektroliz deneyleri elektrik direnç fırınında anot olarak bağlanmış olan grafit pota içerisinde elektrolit olarak çevresel ve geri dönüşüm olanakları dikkate alınarak optimize edilmiş % 90 boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) ve % 10 sodyum karbonat (Na_2CO_3) bileşimi kullanılmış ve AISI H13 çeliği de katot olarak polarize edilmiştir. FeB + Fe₂B katmanlı borür tabakasını yüzeyde elde etmek için elektrokimyasal borlama (EB) işlemi 15 dakika, 200 mA/cm² akım yoğunluğunda, 950 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Daha sonra akım kesilerek (katot-anot polarizasyonu durdurulması) ve borlanmış AISI H13 çeliğe 950 °C sıcaklıktaki aynı elektrolitte 45 dakika bekletilmiştir.

Mikroyapı incelemeleri için kaplamanın kesiti standart metalografik yöntemle hazırlanmıştır. Kaplamaya ait mikroyapısal görünümeler Nikon marka Eclipse LV150 model optik metal mikroskobundan (OM) elde edilmiştir. Borlanan AISI H13 çeliğin yüzeyine dik yönde kesit boyunca kesilip metalografik işlemlerle hazırlandıktan sonra Shimadzu HVM mikrosertlik cihazında ASTM E384 standardına göre Vickers batıcı uç kullanılarak 50 gram yük altında mikrosertlik ölçümü yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

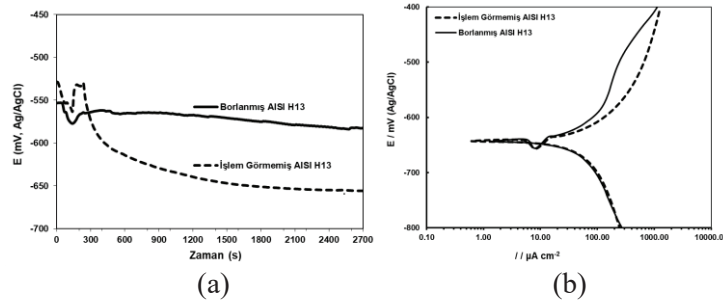
Elektrokimyasal borlanmış AISI H13 çeliğin yüzeyinde oluşan iki fazlı FeB + Fe₂B tabakasının mikroyapısı Şekil 1'de verilmiştir. Elde edilen iki fazlı kaplamanın kesit mikroyapı incelemelerinde, üst koyu renkli katmanın FeB fazı, daha açık renkli alt katmanın

ise Fe₂B fazından oluştuğu ve FeB tabakasının kalınlığı hemen hemen Fe₂B tabakasının kalınlığına eşit olduğu görülmüştür.



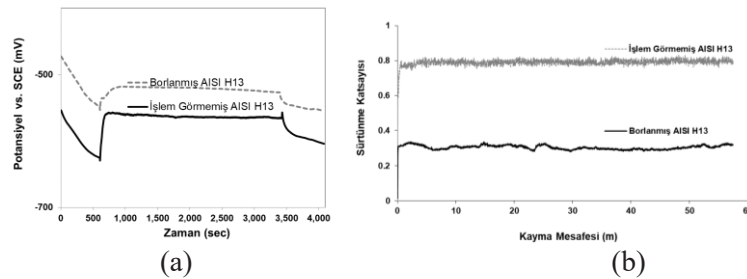
Şekil 1: Elektrokimyasal borlama (15 dakika EB ve 45 dakika bekleme) sonunda elde edilen kaplamanın düşük ve yüksek büyütme OM kesit görüntüleri.

İşlem görmeyen ve borlanmış AISI H13 çeliklerin OCP ve potansiyodinamik polarizasyon eğrileri Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3: İşlem görmemiş ve borlanmış AISI H13 çeliğe ait (a) OCP ve (b) potansiyodinamik polarizasyon eğrileri.

İşlem görmemiş ve borlanmış AISI H13 çeliğe ait OCP ölçümü ile aynı anda yapılan aşınma deneylerinden elde edilen OCP değişimleri ve sürtünme katsayıları Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4: İşlem görmemiş ve borlanmış AISI H13 çeliğin aşınma esnasındaki (a) OCP ve (b) sürtünme katsayısı eğrileri.

VARILAN SONUÇLAR

- Kesit mikroskop görüntüleri ve sertlik ölçümleri sonuçlarına göre, 950 °C’de bir saatte yüzeyde 1805 HV_{0,05} sergileyen ~25 µm kalınlığında iki fazlı FeB + Fe₂B tabakasının oluştuğu tespit edilmiştir.
- Korozyon ve tribokorozyon deneylerinde borlanmış AISI H13 çeliğin korozyon direnci ve sertliğindeki artışa paralel olarak, işlem görmemiş AISI H13 çeliğe göre tribokorozyon performansı önemli ölçüde iyileşti.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2022-01.BŞEÜ.03-01 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

REFERANSLAR

[1] Basso R.L.O, Pastore H.O., Schmidt V., Baumvol I.J.R., Abarca S.A.C., Souza F.S., Spinelli A., Figueroa C.A., Giacomelli C., Microstructure and corrosion behaviour of pulsed plasma-nitrided AISI H13 tool steel, Corros. Sci. 52 3133–3139, 2010.