



**Cihangir Tefvik Sezgin**

**Ünal Kaya**

**Mehmet Akkaş**

Kastamonu University, ctsezgin@kastamonu.edu.tr,  
ukaya@kastamonu.edu.tr, mehmetakkas@kastamonu.edu.tr, Kastamonu-  
Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.11.4.2A0103>

**GTA YÖNTEMİ KULLANILARAK ÜRETİLEN SiC<sub>(P)</sub> ESASLI KAPLANAN ÇELİKLERİNİN  
AŞINMA MİKTARLARININ YAPAY SINIR AĞLARI (YSA) YÖNTEMİ İLE TAHMİN  
EDİLMESİ**

**ÖZ**

Bu çalışmada 45Mn5 çeliğinin yüzeyine SiC tozu kaplanması yapılırken 20 Newtonluk kuvvet altında 150 metre mesafede meydana gelen aşınma miktarı Yapay Sinir Ağları (YSA) modeliyle tahmin edilmiştir. Kaplama tekniği olarak gaz tungsten ark (GTA) tekniği kullanılmıştır. YSA'nın giriş parametreleri olarak sertlik değerleri giriş, aşınma değerleri çıkış olarak alınmıştır. Buna göre tahmin edilen değer ile gerçek değer kıyas edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** YSA, GTA, SiC, Kaplama, Aşınma

**ESTIMATING WEARING RATE OF STEEL COATING SiC<sub>(P)</sub> BY USING TIG METHOD  
WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

**ABSTRACT**

In this study, wearing amount of 45Mn5 steel which 20 Newton forced on surface 150 meter along was estimated with Artificial neural network (ANN). Gas tungsten arc method (GTA) was used for coating. Input datas of ANN were hardness, output datas were wearing amounts. Real datas and ANN datas were compared.

**Keywords:** ANN, GTA, SiC, Soating, Wear

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Metal yüzeylerin, dış ortamlardaki korozyon, sürtünme, aşınma ve yorulmalardan dolayı kaynaklanan malzeme kaybını engellemek için kaplama yapılması her geçen gün önemi arttıran bir mevzudur. Bir çok metotla metal malzemeler kaplanmaktadır. Bunlardan bazıları PVD, CVD, iyon kaplama, sementasyon, ergitme esaslı kaplamalar vb. Dir [11 ve 14]. GTA(gaz tungsten ark) metodu bir çok metoda göre hem ulaşılabilmesinin kolay olması hem de ucuz bir kaplama metodu olması bakımıyla önemli bir kaplama aracıdır. Genel olarak sulu ortamda kaplama malzemesi sulandırılarak macunumsu bir hale getirilir. Daha sonra GTA metoduyla bu karışım malzemenin üzerinde ergitilir. Böylece ana malzeme ile kaplama malzeme arasında metalurjik birbağ kurulur ve yüzey kaplanır [15 ve 17].

Lazer kaynak metodu kullanılarak malzeme kaplamasının literatürde örneği çok olmakla beraber, GTA metoduyla yapılan çalışma pek fazla yoktur. Kaynak yöntemleri ile malzeme yüzeyinde yüksek enerji yoğunluğu oluşturulup hızlı katılaşma olduğu için alaşımlanmış bölgede ince mikroyapılar elde edilir. Bu sayede malzemenin aşınma direnci ve sertliği de artmış olur [1 ve 2]. Bu çalışmada, önceden GTA modeli ile değişik miktarlarda SiC kaplanmış ve sertlik değerleri bulunmuş olan 45Mn5 çeliğinin aşınma miktarları, Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli ile tahminleri yapılarak gerçek değerleri ile mukayese edilmiştir. GTA metodu kullanılarak SiC kaplanan 45Mn5 çeliğinin pin on disk metodu ile aşınma miktarı hesap edilmiştir [3]. Aşınma oluşması için 20 newtonluk yük uygulanmıştır.Yapılan gerçek çalışmada sertlik değeri Vickers olarak ölçülmüştür.

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninden esinlenerek gerçekleştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar aracılığıyla birbirine bağlanan ve her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapılarıdır [4]. İnsanın doğayı araştırma ve taklit etme çabalarının en son ürünlerinden bir tanesi YSA' lar beyindeki sinirlerin çalışmasını taklit ederek sistemlere öğrenme, genelleme yapma, hatırlama gibi yetenekler kazandırmayı amaçlayan bilgi işleme sistemidir [5]. YSA'lar İnsan beyninin temel işlem elemanı olan nöronu şekilsel ve işlevsel olarak taklit eden YSA' lar, bu yolla biyolojik sinir sisteminin basit bir simülasyonu için oluşturulan programlardır [6]. Basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şeklini simule ederek modelleme ve tahmin amacıyla kullanılan bir algoritmadır. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Diğer bir ifadeyle, YSA, normalde bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir. [7].

Bilimsel araştırmalara bakıldığı zaman YSA'ların tahmin tekniği birçok araştırmada kullanıldığı görülmektedir. Örneğin Eva G. Romera YSA ile aylık elektrik talebi tahmini yapmış ve gerçeğe yakın değerleri gözlemlemiştir [5]. Bir başka çalışmada ise Caydaş ve Hascalık AWJ üretim sürecinde yüzey pürüzlülüğünün tahmini için YSA kullanmış ve oldukça başarılı veriler elde etmiştir [8]. Literatürde 100'den fazla YSA modeli vardır. Bazı bilim adamları, beynimizin güçlü düşünme, hatırlama ve problem çözme yeteneklerini bilgisayara aktarmaya çalışmışlardır. Bazı araştırmacılar ise, beynin fonksiyonlarını kısmen yerine getiren birçok modelleri oluşturmaya çalışmışlardır [9]. YSA da özellikle eksik, belirsiz, karmaşık ve bulanık bilgileri işlemekteki başarıları nedeniyle, birçok endüstriyel probleme uygulanabilmektedir. Yapılardaki paralellikten dolayı çok hızlı çalışabilmeleri, onların özellikle gerçek zamanlı olaylarda çalışmalarını sağlamaktadır [10].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Genel olarak malzeme ile alakalı bir çok test yapılarak malzemelerin mekanik özellikleri bulunmaya çalışılmaktadır. Bu ise hem zaman gerektiren hem de maddi olarak imkan gerektiren bir süreçtir. YSA metodu sayesinde hem zaman hem de maddi olarak bir avantaj elde edilirken yapılacak olan deneysel çalışmalar için bir öngörü elde edileceği düşünülmüştür.


## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Yapılmış olan gerçek çalışmadaki aşınma değerlerinin bulunması için kaplama sertlikleri, eğitim girdisi olarak verildi ve çıktı olarak 30, 60, 90, 120 ve 150 metre boyunca aşınma kaybı miligram (mg) cinsinden alındı. Bu eğitim girdi ve çıktıları arasında 5 adet numunenin gerçek verileri kullanıldı. YSA modeli tasarımı ve eğitimi için Matlab nntool arayüzü kullanılmıştır. Tablo 1 de numunlerin sertlik değerleri verilmiştir. Eğitim aşamasında öğrenme algoritması olarak ise adaptif öğrenme oranlı hatanın geriye yayılarak azaltılması (Gradient Descent Backpropagation with Adaptive Learning Rate) seçilmiştir. Tablo 2 de YSA için girilen gerçek eğitim verileri ve bunların gerçek çıktıları gösterilmiştir. Yapılan eğitimde durma kriteri olarak "1000" iterasyon, "0" hata  $1e-5$  gradient değeri ve "1000" doğrulama (validation) hata sayısı kullanılmıştır. Eğitimi 3 sn sürede 718 iterasyona ulaşarak durmuştur. Dividerand fonksiyonu ise eğitim verilerini randomize şekilde %70, %15 ve %15 olarak kendi içinde eğitim doğrulama ve test olarak ayırmıştır. Performans fonksiyonu olarak ortalama karesel hata "MSE" kullanılmıştır. Kullanılan Matlab YSA arayüzü ve eğitim verileri toplu olarak Şekil 1' de gösterilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSION)

Eğitim, doğrulama ve test verilerine ait eğitim aşamasındaki performans fonksiyonunun değişimleri Şekil 2' de, gradyent değeri, doğrulama hatası ve öğrenme oranı değişimleri ise Şekil 3 'te verilmiştir. Doğrulama hatasının yüksek seçilmesi modelde ezberlemeye yol açmasına neden olmaktadır. Modelleme performansının gösterilmesi için gerçekte olması gereken çıkış ile YSA 'nın çıkışının karşılaştırması ise eğitim, doğrulama ve test verilerinin ve tüm datanın sonuçlarına ait regresyon analizlerinde tüm veriler için regresyon 1 'e yakın çıkmış yani YSA model çıkışı gerçek verilere çok yakın değerler almıştır. Tablo 3 de gerçek numunelerin yüzey sertliği ve pin on disk aşınma yöntemiyle yapılan deneylerdeki 30, 60, 90, 120 ve 150 metre boyunca yaşanan aşınma kayıpları görülmektedir. Tablo 4 de ise verilen eğitim girdileri sayesinde YSA ile yapılan modellemeden elde edilen çıktılar görülmektedir. 7 numaralı numunenin YSA modellemesi haricindeki diğer numunelerin gerçek aşınma kayıplarıyla tahmini aşınma kayıpları arasında oldukça az bir fark olduğu, neredeyse aynı olduğu görülmektedir. Şekil 4 de bu dört numunenin YSA ile modellenmesi ile gerçek değerleri arasındaki farkı gösteren grafik görülmektedir. Grafikte de görüleceği üzere 7 numaralı numune haricindeki gerçek aşınma değerleri ile YSA ile yapılan modellemeden elde edilen aşınma değerleri birbiriyle örtüşmektedir.

**Neural Network**



**Algorithms**

Training: Gradient Descent Backpropagation with Adaptive Learning Rate. (traingd)  
Performance: Mean Squared Error (mse)  
Data Division: Random (dividerand)

**Progress**

|                    |       |                |          |
|--------------------|-------|----------------|----------|
| Epoch:             | 0     | 718 iterations | 1000     |
| Time:              |       | 0:00:03        |          |
| Performance:       | 0.480 | 0.0672         | 0.00     |
| Gradient:          | 1.00  | 9.59e-06       | 1.00e-05 |
| Validation Checks: | 0     | 552            | 1000     |

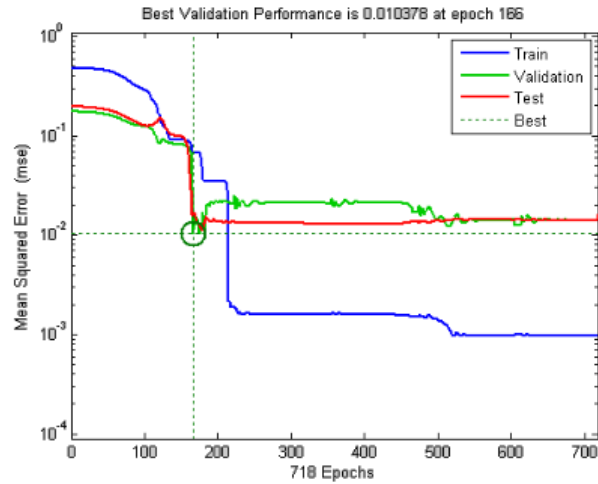
**Plots**

Performance (plotperform)  
Training State (plottrainstate)  
Regression (plotregression)

Plot Interval: 1 epochs

✓ Opening Performance Plot

Şekil 1. Kullanılan Matlab YSA arayüzü ve eğitim verileri  
(Figure 1. Used Matlab ANN interface and training datas)



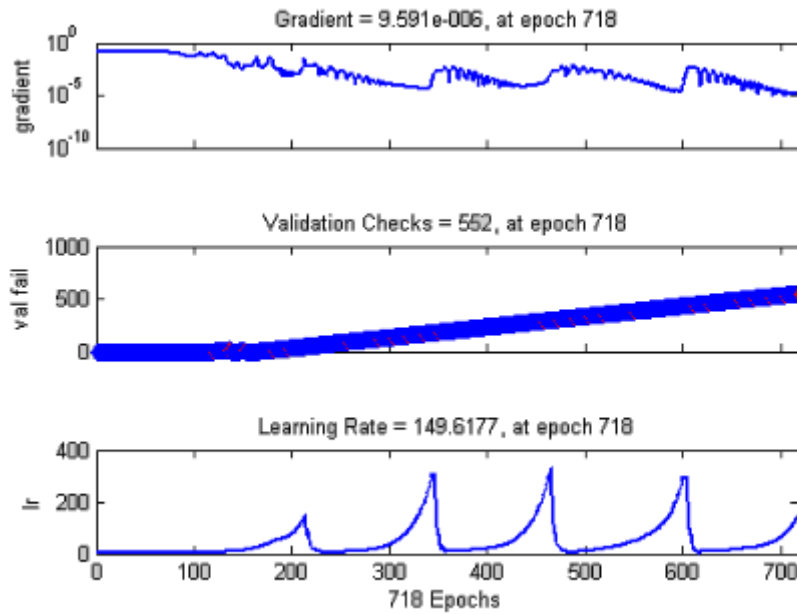
Şekil 2. Eğitim, doğrulama ve test verilerine ait eğitim aşamasındaki performans fonksiyonunun değişimleri  
(Figure 2. Performance function changes in training process (Training, validation and test dates))

Tablo 1. Numunelerin kaplama sertlikleri  
(Table 1. Hardness of samples coating)

| Numune No                             | S0  | S1  | S2  | S3   | S4  | S5  | S6  | S7  | S8  |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Kaplama sertliği (HV <sub>0.2</sub> ) | 250 | 698 | 654 | 1250 | 632 | 514 | 720 | 508 | 762 |

Tablo 2. YSA modeli için eğitim verileri (Giriş ve çıkışlar)  
(Table 2. Training data for YSA (input and output))

| Kaplama sertliği (HV <sub>0.2</sub> ) |      | 20 NEWTON |        |        |        |        |
|---------------------------------------|------|-----------|--------|--------|--------|--------|
|                                       |      | 30 M      | 60 M   | 90 M   | 120 M  | 150 M  |
| S0                                    | 250  | 210,54    | 387,56 | 455,76 | 505,65 | 535,35 |
| S1                                    | 698  | 55,34     | 172,34 | 175,35 | 180,56 | 185,65 |
| S2                                    | 654  | 55,62     | 152,25 | 170,5  | 175,45 | 180,65 |
| S3                                    | 1250 | 45,34     | 115,43 | 125,45 | 130,75 | 140,56 |
| S4                                    | 632  | 60,67     | 193,45 | 195,6  | 200,5  | 205,54 |



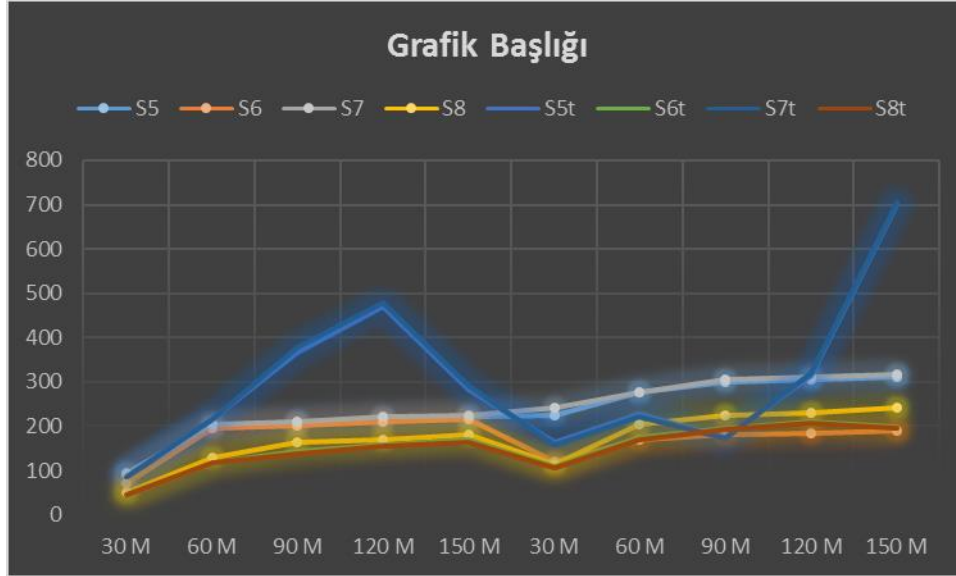
Şekil 3. Gradyent değeri, doğrulama hatası ve öğrenme oranı değişimleri  
(Figure 3. Gradient value, validation error and learning rate changes)

Tablo 3. Malzeme aşınmasındaki gerçek veriler (miligram)  
(Table 3. Real wearing datas (miligram))

| Numune No | 30 M  | 60 M   | 90 M   | 120 M  | 150 M  |
|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|
| S5        | 90,65 | 202,36 | 208,95 | 216,55 | 220,56 |
| S6        | 70,54 | 195,64 | 201,65 | 210,67 | 215,55 |
| S7        | 95,64 | 205,15 | 210,15 | 220,55 | 225,67 |
| S8        | 51,98 | 130,45 | 165,01 | 170,55 | 180,55 |

Tablo 4. YSA modelinin tahmini çıkış verileri (miligram)  
(Table 4. Estimated output datas of YSA(miligram))

| Numune No | 30 M     | 60 M     | 90 M     | 120 M    | 150 M    |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| S5t       | 85,65985 | 217,1309 | 366,0946 | 471,6151 | 281,9904 |
| S6t       | 45,94088 | 117,3372 | 142,3777 | 158,704  | 169,9055 |
| S7t       | 87,13234 | 216,3663 | 376,9357 | 480,1568 | 291,0842 |
| S8t       | 45,66833 | 116,3149 | 137,1575 | 154,3822 | 162,7245 |



Şekil 4. Aşınma değerlerini gerçek değeri ile YSA'nın tahminini gösteren grafik  
(Figure 4. Comparing diagram between YSA and real wearing datas)

#### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmadaki temel amaç gerçek bir çalışmada yapılan kaplama sertliği ve buna bağlı olarak pin on disk metoduyla ölçülen aşınma kayıpları ile YSA'ya girilen bilgiler ışığında olabilecek aşınma değerleri karşılaştırılmasıdır. Şekillerde ve grafiklerde görüleceği üzere 5,6 ve 8 nolu numunelerde gerçek değerlere oldukça yakın birer tahmin elde edilirken 7 nolu numunelerde gerçek değerlere fazla yaklaşılammıştır. Bu sonuçtan yola çıkılarak YSA modeli tasarlanarak bazı deneylerin MATLAB üzerinden yapılabileceği ortaya çıkmaktadır.

#### KAYNAKLAR (REFERANCES)

1. Kim, H.J., Yoon, B.H., Lee, C.H., (2001). Wear Performance of the Fe Based Alloy Coatings Produced by Plasma Transferred Arc Weld-Surfacing Process, *Wear*, 249, 846-852.
2. Wu, X. and Chen, G., (1999). Nonequilibrium Microstructures and Their Evolution in a Fe-Cr-W-Ni-C Laser Clad Coating, *Materials Science and Engineering*, 1999, 270, 183-189.
3. Islak, S. ve Yıldırım, M.M., (2009). GTA Yöntemi Kullanılarak Üretilen SiC Esaslı Kaplamaların Aşınma Davranışlarının İncelenmesi, *Journal of New World Sciences Academy*, Volume:4, Number:2, 1A0023.
4. Elmas, Ç., (2011). *Yapay Zeka Uygulamaları*. Seçkin Yayınevi, Ankara,
5. Bahadır, E. ve Özdemir, A.Ş., (2016). *Akademik Başarı Tahmininde Yapay Sinir Ağları*, Burç Yayınevi, Konya.
6. Yurtoğlu, H., (2005) *Yapay Sinir Ağları Metodolojisi İle Öngörü Modellenmesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği*, Uzmanlık Tezi, Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü
7. Sağıroğlu, Ş., (2001). *Yapay Sinir Ağları ve Mühendislik Uygulamaları* semineri, Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği. Erciyes, 2001.
8. Caydas, U. and Hascalik, A., (2008). A study on Surface Roughness in Abrasive Waterjet Machining Process Using



- 
- Artificial Neural Networks and Regression Analysis Method.  
*Journal Of Materials Processing Technology*, 202 574-582
9. Elmas, Ç., (2003). *Yapay Sinir Ağları*, Seçkin Yayınevi, Ankara.
  10. Bayır, R., (2008). *Yapay Zeka Teknikleri Dersi Ders Notları*.  
Karabük Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi bölümü.
  11. Spanos, P.D., Chevallier, A.M., PolitisandM, N.P., and Payne, L.  
(2001). *Surface Engineering for Corrosion and wear resistance*.  
ASM Int, Metal Park.
  12. Islak, S., Eski, O., Buytoz, S., and Stokes, J., (2012).  
*Microstructure and Microhardness Characterization of Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-SiC  
Coatings Produced Using the Plasma Transferred Arc Method*, MP-  
*Materials Testing-Materials and Components Technology and  
Application*, 54 (11-12), pp:793-799.
  13. Islak, S., (2013). *Effect of Alumina Addition on the  
Microstructure Properties of Plasma-Sprayed Zirconia-Alumina  
Coatings*, *Optoelectronics and Advanced Materials-Rapid  
Communications*, Vol:7, No:7-8, July-August 2013, pp:585-589.
  14. Buytoz, S., Ulutan, M., Kurt, B., Islak, S., and Somunkıran, İ.,  
(2010). *Microstructural Characteristic of WC-Ni-B<sub>4</sub>C Reinforced  
Composite Coatings on AISI 304 Stainless Steel by Plasma  
Transferred Arc Weld Surfacing*, *e-Journal of New World Sciences  
Academy*, E-Journal with International Referee 5-1, 35-47.
  15. Islak, S. and Buytoz, S., (2013). *Microstructure Properties Of  
HVOF-Sprayed NiCrBSi/WCCo-Based Composite Coatings On AISI 1040  
Steel*, *Optoelectronics and Advanced Materials-Rapid  
Communications*, Vol:7, No:11-12, November-December 2013, pp:900-  
903.
  16. Islak, S., Eski, O., and Buytoz, S., (2011). *Microstructural and  
Wear Properties of FeW-SiC Based Composite Coatings Produced by  
Tungsten Inert Gas (TIG) Surfacing Process*, *Optoelectronics and  
Advanced Materials-Rapid Communications*, Volume:5, No:6, pp:65-  
72.
  17. Islak, S., Buytoz S., and Karagöz, M., (2012). *Microstructural  
Development on AISI 1060 Steel by FeW/B<sub>4</sub>C Composite Coating  
Produced by Using Tungsten Inert Gas (TIG) Process*, *Indian  
Journal of Engineering & Materials Sciences*, Vol:19, 253-259.