Editör

Prof. Dr. Naci Genç

EĞİTİM yayınevi

Mühendislik Alanında Uluslararası Araştırmalar VIII

Kasım-Aralık 2022

Editör:
Prof. Dr. Naci Genç

Mühendislik

Alanında Uluslararası Araştırmalar VIII

EĞİTİM
yayınevi

MÜHENDİSLİK ALANINDA ULUSLARARASI ARAŞTIRMALAR VIII

Editör: Prof. Dr. Naci Genç

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)
Genel Yayın Koordinatörü: Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)
Sayfa Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi
Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı
Yayıncı Sertifika No: 47830

ISBN: 978-625-6382-17-6
1. Baskı, Kasım-Aralık 2022

Baskı Cilt
Bulut Dijital Matbaa Sanayi Ticaret Limited Şirketi
Musalla Bağları Mah. İnciköy Sok. 1/A Selçuklu / KONYA
Matbaa Sertifika No: 48120

Kütüphane Kimlik Kartı

MÜHENDİSLİK ALANINDA ULUSLARARASI ARAŞTIRMALAR VIII
Editör: Prof. Dr. Naci Genç
56 s., 165x240 mm
Kaynakça var, dizin yok.
ISBN: 978-625-6382-17-6

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

EĞİTİM
yayınevi
Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah. Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42, 0 332 502 50 42
bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Egitim Publishing Group, Inc.
P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America
americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye
+90 332 499 90 00
bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr
+90 537 512 43 00
bilgi@kitapmatik.com.tr

ilk okuyan siz olun
kitapmatik
internetteki kitapçınız

İÇİNDEKİLER

ANFIS VE REGRESYON YÖNTEMLERİ İLE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ANALİZİ 5
Hakan DİLİPAK, Ömer ASAL, Yunus KAYIR

KANSER HASTALIĞI TEŞHİSİNDE ÖLÜM OYUNU OPTİMİZASYON ALGORİTMASININ ETKİSİ 15
Safa DÖRTERLER

KODSUZ YAZILIM GELİŞTİRME VE ÖTESİ..... 31
Fatih YÜCALAR, Akın ÖZÇİFT

SERAMİK ATÖLYESİNDE ÇALIŞANLARIN ÇALIŞMA DURUŞLARININ REBA YÖNTEMİ İLE ANALİZİ 45
Seda DİLAY, Sümeyye ERDEM

ANFIS VE REGRESYON YÖNTEMLERİ İLE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ANALİZİ

Hakan DİLİPAK[1], Ömer ASAL[2], Yunus KAYIR[3]

GİRİŞ

Günümüz teknolojisinde imalatın önemi gittikçe artmaktadır. Parçaların imal edilmesinde ise en çok kullanılan tekniklerden bir tanesi tornalama operasyonlarıdır. İmal edilen parçaların gerek ölçü hassasiyeti gerekse de yüzey hassasiyetinin istenilen değerlerde olması, talaş kaldırma işleminin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Yüzey pürüzlülüğü, birbiri ile temas halinde olan iki parçanın hassas bir şekilde görevlerini yerine getirmesinde etkili olan bir kriterdir. Yüzey pürüzlülüğünün istenilen değer aralığında olması malzemenin yorulma dayanımı ve korozyon dayanımını üzerinde olumlu etkileri olmaktadır (Sangwan vd., 2015:305). Ayrıca talaş kaldırılarak gerçekleştirilen imalatlarda yüzey pürüzlülüğü önemli bir süreç çıktısıdır ve talaşlı imalattan çıkan parçaların yüzey pürüzlülüğü, parçanın kullanılacağı yerdeki fonksiyonel özellikleri de etkilemektedir (Hecker ve Liang, 2003:755). İmal edilen parçaların yüzey hassasiyetinin belirlenmesinde en önemli etkiler kesme parametreleridir. Arzu edilen yüzey pürüzlülük değerlerine göre kesme parametrelerinin belirlenmesi birçok akademik çalışmaya konu olmuştur ve olmaya da devam etmektedir. Yüzey prüzlülüğüne etkili olan kesme parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Varyans analizi bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler tarafından açıklanmasıdır. Deneylerden elde edilen veriler üzerinde gerçekleştirilen varyans analizleri ile çıktı parametresi üzerinde, kesme parametrelerinin etkileri belirlenmektedir.

1 Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, 0000-0003-3796-8181, hdilipak@gazi.edu.tr
2 Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, 0000-0002-6339-9202, omerasal@gazi.edu.tr
3 Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, 0000-0001-6793-7103, ykayir@gazi.edu.tr

Regresyon analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan analiz yöntemidir. Deneysel sonuçlar üzerinde gerçekleştirilen analiz neticesinde matematiksel formül elde edilmektedir. Bu formüller ile bağımlı değişkenin tahmini mümkün olmaktadır.

Uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (Adaptive-Network Based Fuzzy Inference Systems - ANFIS), genelde melez öğrenme algoritmasını kullanarak modeller oluşturmaktadır. ANFIS, hem sinir ağlarını hem de bulanık mantık çıkarım yöntemlerini entegre ettiği için bu yapıların her ikisinden de faydalanmaktadır.

Yüzey pürüzlülüğünün önemi, kesme parametrelerinin etkisi, tahminine yönelik olarak birçok akademik çalışma yapılmıştır. Çalışmalarda, varyans analizi ile bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkileri belirlenmiş ve elde edilen modeller ile bağımlı değişkenin tahminine yönelik modeller oluşturulmuştur. Bu kapsam dâhilinde yapılan çalışmalardan, Özay ve Küçük, tornalama-frezeleme yöntemleri ile talaş kaldırmada, kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini incelemiştir (Özay ve Küçük, 2020:1081). Dere ve Filiz, yüzey pürüzlüğünün iş parçası boyutuna (çap ve çıkıntı uzunluğu) bağlı olarak nasıl etkilendiğini deneysel olarak araştırmış ve ANFIS ile kesme parametrelerine göre yüzey pürüzlülüğünü tahmin eden bir model oluşturmuşlardır (Dere ve Filiz, 2019:675). Tornalama operasyonlarında yüzey pürüzlülüğünü etkileyen parametrelerin araştırıldığı çalışmalarda, Varyans analizi neticesinde en etkin parametrenin ilerleme hızı olduğu belirtilmektedir (Yalçın vd. 2017; Akgün vd., 2018; Özlü vd., 2019; Özlü vd., 2017; Yılmaz ve Güllü, 2020; Özbek vd., 2019; Gürün vd., 2021). Yüzey pürüzlülüğünün önemi ve tahmini frezeleme ve delik delme gibi talaş kaldırma operasyonlarına da araştırma konusu olmuştur (Asal vd., 2021; Yıldız ve Dilipak, 2019; Erbaş ve Güllü, 2019; Meral vd., 2019). Kayır ve arkadaşları AISI 316Ti paslanmaz malzemesinden torna tezgâhında talaş kaldırmışlardır. Kesici uç yarıçapı, kesici uç formu ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırmışlardır. Yüzey pürüzlülüğüne en etkili parametrelerin ilerleme ve kesici uç yarıçapı olduğu tespit edilmiştir. Deney tasarımını Taguchi yöntemi ile yapmışlar ve deney sonuçlarını varyans analizi ile yorumlamışlardır (Kayır vd., 2013:363). Başak ve Baday orta karbonlu çelik üzerinden torna tezgâhında talaş kaldırmışlardır. Deneylerde, kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği, ısıl işlem sıcaklığı ve süresi parametrelerinin esas kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülük değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Varyans analizi ile kesme parametrelerinin etkileri araştırılmıştır. Analizler sonucunda yüzey pürüzlülüğü üzerinde, ilerleme hızı, talaş derinliği ve kesme hızının etkili olduğu belirtilmiştir (Başak ve Baday, 2016:253).

Gerçekleştirilen bu çalışmada ise, AISI 1040 malzemesinden torna tezgâhında talaş kaldırılmasında, yüzey pürüzlülüğünün tahmini için matematiksel modellerin oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla kesme hızı, talaş derinliği ve ilerleme hızı parametreleri belirlenmiştir. Deneylerden elde edilen veriler ile ANFIS ve

Regresyon yöntemleri ile matematiksel modeller elde edilmiştir. Son olarak elde edilen bu modellerin, yüzey pürüzlülüğünün tahminindeki etkileri kıyaslanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneylerde AISI 4140 çeliği kullanılmıştır. AISI 4140, kimyasal bileşimleri karbon miktarı bakımından sertleştirilmeye elverişli olan ve ıslah işlemi sonunda belirli yükler altında yüksek tokluk özelliği gösteren alaşımlı yapı çelikleridir. Otomobil ve uçak yapımında, krank mili, aks mili ve kovanı, yivli mil ve benzeri sünekliliği yüksek parçalar, ayrıca dişli ve çark yapımında kullanılır.

Deney numunelerinin sertlik değerleri 90,7 HRB olarak ölçülmüş olup, daha sonra geleneksel torna tezgâhında çapı Ø80 mm'ye tornalanmıştır. Numunelerin iki alnı torna edildikten sonra punta delikleri açılarak deneylere hazır hale getirilmiştir. AISI 4140 ıslah çeliğinin kimyasal bileşimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. AISI 4140 Çeliğin Kimyasal Bileşimi (Ağırlıkça% oranı)

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	Al	Fe
0,42	0,26	0,8	1,08	0,16	0,07	0,08	0,042	kalan

Talaş kaldırma deneyleri, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan Johnford TC35 marka sanayi tipi CNC torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir. Tezgâh gücü 10 KW, devir sayısı maksimum 6000 dev/dak olup, kademesiz olarak devir kontrolü yapılmaktadır.

Yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçümünde MAHR-Perthometer M1 cihazı kullanılmıştır. Her deney boyuna tornalama işlemi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Talaş kaldırılan yüzeyler üzerinde yapılan yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, iş parçası eksenine paralel olacak şekilde ve iş parçası kendi ekseni etrafında yaklaşık 120˚ döndürülerek her yüzeyde 3 ölçüm değeri alınarak yapılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için kesme uzunluğu 0,8 mm ve örnekleme uzunluğu 5,6 mm olarak seçilmiştir.

İş parçasının sertliği ölçümleri, işlenmemiş alın yüzeyinden kesilen AISI 4140 çeliği numunesini üzerinde, iş parçası kendi ekseni etrafında yaklaşık 120˚ döndürülerek merkeze yakın ve yanal yüzeye yakın olmak üzere toplamda 6 ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Sertlik ölçümü sırasında HB sertlik değeri seçilmiş ve 100 HB sertliğinde bir numune ile kalibresi test edilmiştir. Ortalama sertlik değeri 90.7 HB olarak elde edilmiştir.

Deneylerde, Walter firması tarafından üretilen, 1,2 mm uç radyüsüne sahip kaplamalı karbür uçlar kullanılmıştır. Her deney yeni bir uç ile gerçekleştirilmiştir. AISI 4140 çeliğinin tornalanmasında kesme parametreleri olarak 3 farklı kesme hızı (100 m/dak, 150 m/dak ve 200 m/dak), 3 farklı ilerleme hızı (0,125 mm/dev, 0,25 mm/dev ve 0,375 mm/dev) ve 3 farklı kesme derinliği (1 mm, 2 mm, 3 mm) seçilmiştir. Toplam 27 adet deney parametresi belirlenmiştir. Ancak matematiksel modelin

oluşturulması için 18 adet deney yapılmıştır. Diğer 9 deney ise ANFIS ve regresyon ile elde edilen modellerin doğruluğunu kontrol etmek için gerçekleştirilmiştir.

DENEY SONUÇLARI

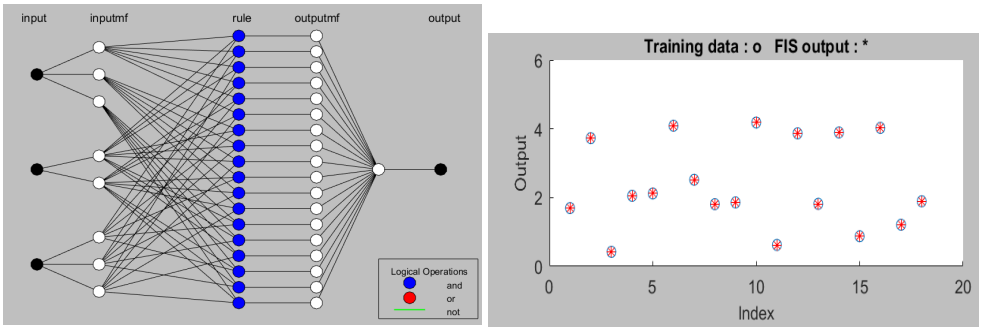
Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerden elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deney Verileri ve Yüzey Pürüzlülük Değerleri

D.No	a (mm)	V (m/dak)	f (mm/dev)	Ra (µm)	D.No	a (mm)	V (m/dak)	f (mm/dev)	Ra (µm)
1	1	100	0,125	1,695	10	2	150	0,375	4,182
2	1	100	0,375	3,729	11	2	200	0,125	0,622
3	1	150	0,125	0,422	12	2	200	0,375	3,868
4	1	150	0,25	2,051	13	3	100	0,25	1,818
5	1	200	0,25	2,119	14	3	100	0,375	3,894
6	1	200	0,375	4,089	15	3	150	0,125	0,875
7	2	100	0,125	2,519	16	3	150	0,375	4,028
8	2	100	0,25	1,808	17	3	200	0,125	1,21
9	2	150	0,25	1,859	18	3	200	0,25	1,892

ANFIS Modeli

Deneylerden elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri Matlab programının ANFIS yapısı kullanılarak, modellenmiştir. Bu sayede kesme hızı, ilerleme hızı ve kesme derinliği parametreleri ve bu parametreler ile elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri sistem tarafından öğrenilerek model oluşturulmuştur. ANFIS tarafından oluşturulan bu modelin yapısı Şekil 1.a'da gösterilmiştir. Şekil 1.b'de ise deneysel sonuçlar ile ANFIS tarafından oluşturulan modelin elde ettiği sonuçlar gösterilmektedir.

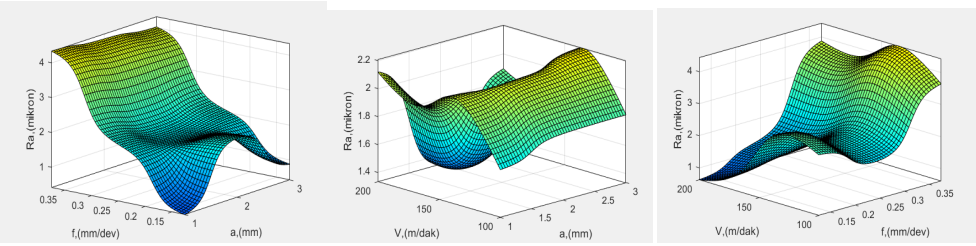


a) ANFIS Model Yapısı b) Deneysel Sonuçlar ve Tahmin Değerleri

Şekil 1. ANFIS Model Yapısı, Deneysel Sonuçlar ve Tahmin Değerleri

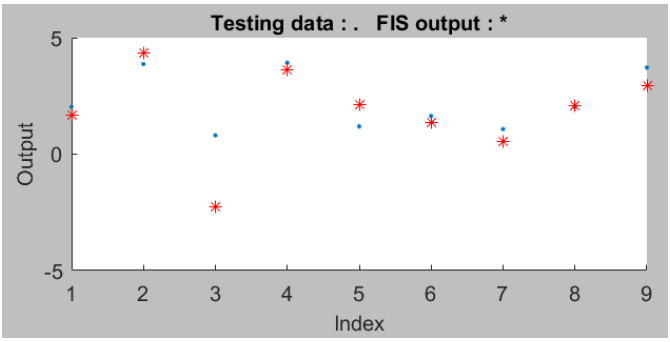
Şekil 1.a' da ANFIS tarafından oluşturulan modelin yapısı görülmektedir. Şekil 1.b'de daireler deneysel verileri, dairelerin içerisindeki noktalar ise model tarafından elde edilen tahmini sonuçları göstermektedir. Görüldüğü üzere deneysel sonuçlar ile tahmini değerler %100 uyumludur.

Şekil 2'de 18 deney sonucunda elde edilen yüzey grafikleri verilmiştir.



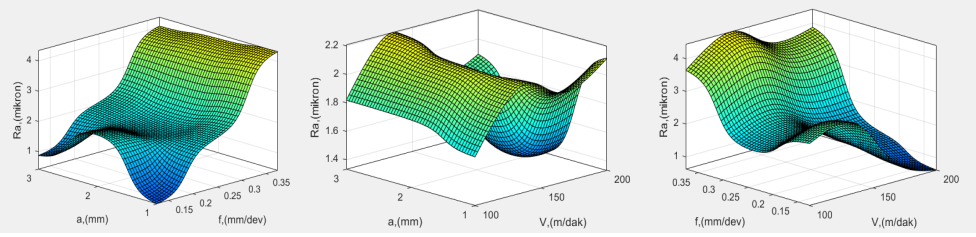
Şekil 2. Deneysel Sonuçlara Ait Yüzey Pürüzlülüğü 3B Yüzey Grafiği

18 ana deneyden elde edilen sonuçlar ile model oluşturulmuş olup, bu sonuçlara göre elde edilen grafikler Şekil 2'de gösterilmektedir. Daha sonra, kontrol amacıyla gerçekleştirilen 9 adet deneyden elde edilen sonuçlar, bu model üzerinde kontrol edilmiştir. Kontrol neticesinde deneysel sonuçlar ile modelin tahmini neticesinde elde edilen sonuçlar Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Kontrol Deney Sonuçları İle Modelin Elde Ettiği Sonuçlar

Şekil 3'te de görüldüğü üzere deney sonuçları ile tahmin değerleri arasına farklılıklar vardır. Kontrol deneyi yüzey pürüzlülük değerlerine göre oluşturulan 3B yüzey grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Kontrol Deneyleri Sonuçlarına Ait Yüzey Pürüzlülüğü 3B Grafiği

Regresyon Analizi

Ana deneyleri oluşturan 18 tane yüzey pürüzlülük değeri Minitab programına aktarılmış regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz neticesinde elde edilen veriler, Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde deneylerde kullanılan parametrelerin yüzey pürüzlülüğünün oluşmasındaki etkisinin %78,87 oranında olduğu görülmektedir. Yine deney parametrelerinin sonuçları tahmin etmedeki etkisinin ise %71,63 olduğu belirlenmiştir. Bunların yanı sıra varyans analizi değerleri incelendiğinde, deneylerin gerçekleştirildiği bu üç parametrelerden kesme hızı ve talaş derinliğinin yüzey pürüzlülüğü üzerinde ciddi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Yüzey pürüzlülüğünün oluşmasında tek etkili parametrenin ilerleme hızı olduğu ve bunun etki oranının da %81,72 olduğu Tablo 3'teki verilerden anlaşılmaktadır.

Tablo 3. Regresyon Analizi Sonuç Tablosu

Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	%Contrubution
Regression	3	22,785	7,595	22,16	0	%82,60
a	1	0,0125	0,0125	0,04	0,851	%0,05
V	1	0,2305	0,2305	0,67	0,426	%0,84
f	1	22,542	22,542	65,76	0	%81,72
Error	14	4,7993	0,3428			%17,40
Total	17	27,5843				%100

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,5855	%82,60	%78,87	%71,63

Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0,11	0,71	0,16	0,879	
a	-0,032	0,169	-0,19	0,851	1
V	-0,0028	0,00338	-0,82	0,426	1
f	10,96	1,35	8,11	0	1

Regression Equation
Ra = 0,110 - 0,032 a - 0,00277 V + 10,96 f

Yüzey Pürüzlülüğü İçin ANFIS İle Regresyon Analizinin Kıyaslanması

Tablo 4'te deneylerden elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri, ANFIS modeli ile elde edilen ve regresyon analizi elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri verilmiştir. Aynı zamanda ANFIS ile Regresyon analizi ile gerçekleştirilen tahmini yüzey pürüzlülük değerlerinin deneysel sonuçlardan elde edilen değerlere göre % olarak sapma değerleri de verilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde Şekil 1.b'de de net bir şekilde görüldüğü gibi, deneysel sonuçlar ile ANFIS modeli ile elde edilen sonuçların %100 uyumlu olduğu ve herhangi bir sapmanın olmadığı görülmektedir. Ancak Regresyon analizi neticesinde

elde edilen modelde, en az sapma değeri %1,207 olurken en büyük sapma değeri %144,668 olmuştur.

Tablo 4. Ana Deneyler İçin Deney Sonuçları, ANFIS ve Regresyon Analizi Tahmini ve Hata Yüzdeleri

D.No	a	V	f	Ra	ANFIS	ANFIS Hata yüzdesi (%)	Regresyon	Regresyon Hata yüzdesi (%)
1	1	100	0,125	1,695	1,695	0	1,171	30,914
2	1	100	0,375	3,729	3,729	0	3,911	4,881
3	1	150	0,125	0,422	0,422	0	1,033	144,668
4	1	150	0,25	2,051	2,051	0	2,403	17,138
5	1	200	0,25	2,119	2,119	0	2,264	6,843
6	1	200	0,375	4,089	4,089	0	3,634	11,127
7	2	100	0,125	2,519	2,519	0	1,139	54,784
8	2	100	0,25	1,808	1,808	0	2,509	38,772
9	2	150	0,25	1,859	1,859	0	2,371	27,515
10	2	150	0,375	4,182	4,182	0	3,741	10,557
11	2	200	0,125	0,622	0,622	0	0,862	38,585
12	2	200	0,375	3,868	3,868	0	3,602	6,877
13	3	100	0,25	1,818	1,818	0	2,477	36,249
14	3	100	0,375	3,894	3,894	0	3,847	1,207
15	3	150	0,125	0,875	0,875	0	0,969	10,686
16	3	150	0,375	4,028	4,028	0	3,709	7,932
17	3	200	0,125	1,210	1,210	0	0,830	31,405
18	3	200	0,25	1,892	1,892	0	2,200	16,279

Gerçekleştirilen deneylerden sonra elde edilen modellerin kontrolü için 9 adet kontrol deneyleri gerçekleştirilmiştir. Ana deney sonuçları ile elde edilen ANFIS modeli ve Regresyon modeli bu 9 adet deneyler üzerinde uygulanmış olup elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Kontrol Deney Sonuçları, ANFIS ve Regresyon Analizi Tahmini ve Hata Yüzdeleri

D.No	a	V	f	Ra	ANFIS	ANFIS Hata yüzdesi (%)	Regresyon	Regresyon Hata yüzdesi (%)
1	1	100	0,25	2,031	1,675	17,516	2,541	25,111
2	1	150	0,375	3,869	4,330	11,914	3,773	2,494
3	1	200	0,125	0,808	-2,264	380,236	0,894	10,644
4	2	100	0,375	3,926	3,642	7,225	3,879	1,197
5	2	150	0,125	1,193	2,122	77,887	1,001	16,136
6	2	200	0,25	1,635	1,342	17,933	2,232	36,514
7	3	100	0,125	1,073	0,562	47,646	1,107	3,169
8	3	150	0,25	2,016	2,073	2,810	2,339	15,997
9	3	200	0,375	3,718	2,955	20,514	3,570	3,981

Tablo 5'e göre, ANFIS modelinde en az %2,810, en fazla %380,236 oranında bir hata ile sonucu tahmin edebilmektedir. Regresyon analizinden elde edilen modelde ise en az %1,197, en fazla %36,514'lük bir hata ile yüzey pürüzlülüğünü tahmin edebilmektedir.

SONUÇ

Çalışma kapsamında boyuna tornalama yöntemi ile 18 adet deney gerçekleştirilmiştir. Deney parametreleri kesme hızı, talaş derinliği ve ilerleme hızıdır. Deneylerden elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ile MATLAB'da ANFIS ile ve MİNİTAB'da da regresyon analizi ile matematiksel modeller oluşturulmuştur. Daha sonra 9 adet kontrol deneyi yapılarak elde edilen iki modelin yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmedeki doğruluğu kıyaslanmıştır. Aynı zamanda MİNİTAB'da varyans analizi yapılarak, deney parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri de belirlenmiştir. Bu analizlere göre tespit edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- 18 tane yapılan deneylerde kullanılan kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi %82,60 olarak belirlenmiştir.
- 18 tane deney sonucunda yüzey pürüzlülüğü üzerindeki en önemli parametre %81,72 oranı ile ilerleme hızı olmuştur.
- Kesme hızı ve kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğünün oluşmasında önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.
- ANFIS ile elde edilen model, modelin oluşmasında kullanılan verileri tahmin etmede %100 oranında başarılı olmuştur.
- Regresyon analizi ile elde edilen model deneysel verileri tahmin etmede %71,63 oranında başarılı olmuştur.
- Kontrol deney sonuçlarını tahmin etmede, ANFIS ile elde edilen model, en iyi %2,218 Regresyon analizi ise %1,107 oranında yüzey pürüzlülüğünü tahmin edebilmiştir.

- Kontrol deney sonuçlarını tahmin etmede, ANFIS ile elde edilen model, en kötü %380,236 Regresyon analizi ise %36,514 oranında yüzey pürüzlülüğünü tahmin edebilmiştir.
- ANFIS ile elde edilen modelin, modelin belirlenmesinde kullanılan verileri tahmin etmede çok başarılı olduğu ancak deneysel veriler haricindeki verileri tahmin etmede iyi sonuç vermediği belirlenmiştir.
- Regresyon analizi ile elde edilen modelin, modelin oluşturulmasında kullanılan ve harici değerlerin tahmininde aynı seviyede başarı gösterdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Sangwan, K. S. , Saxena, S., and Kant, G., (2015), Optimization of Machining Parameters to Minimize Surface Roughness using Integrated ANN-GA Approach, *Procedia CIRP*, 29, 305-310.

Hecker, R. L., and Liang, S. Y., (2003), Predictive Modeling of Surface Roughness in Grinding, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43(8), 755-761.

Özay, Ç., ve Küçük, Z., (2020), AISI 1040 Çeliğinin Tornalama-Frezeleme ile İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Genetik Algoritma Yöntemi ile Optimizasyonu, *Dicle University Journal of Engineering (DUJE),* 11(3), 1081-1091.

Dere, M., ve Filiz, İ. H., (2019), Otomat Çeliğinin Tornalama İşleminde İş Parçası Çapı Ve Çıkıntı Uzunluğunun Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin Deneysel İncelenmesi Ve Yüzey Pürüzlülüğünün ANFIS İle Modellenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 34(2), 675-686.

Yalçın, N., Kayır, Y., ve Erkal, S., (2017), AA2024 Alüminyum Alaşımına Uygulanan Yaşlandırma Yöntemlerinin İşlenebilirliğe Etkisinin Taguchi Ve Anova İle Araştırılması, *Politeknik Dergisi,* 20(4), 743-751.

Akgün M., Demir H., ve Çiftçi İ., (2018), Mg2Si Partikül Takviyeli Magnezyum Alaşımlarının Tornalanmasında Yüzey Pürüzlülüğünün Optimizasyonu, *Politeknik Dergisi*, 21(3), 645-650.

Özlü, B., Akgün, M., ve Demir, H., (2019), AA6061 Alaşımının Tornalanmasında Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisinin Analizi ve Optimizasyonu, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 5(2), 151-158.

Özlü, B., Akgün, M., Ulaş, H. B., ve Demir, H., (2017), 1.2344 Sıcak İş Takım Çeliğinin Tornalanmasında Yüzey Pürüzlülüğünün Optimizasyonu, Turgut Özseven, 1. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar ve Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu, Tokat, 2-4 Kasım 2017.

Yılmaz, B., ve Güllü A., (2020), AISI 1050 Çeliğin Tornalanmasında Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Talaş Oluşumu Üzerine Etkilerinin Araştırılması, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 26(4), 628-633.

Özbek, O., Özbek, N. A., ve Kara F., (2019), AISI H11 Çeliğinin Tornalanmasında Kesici Takım Kaplama Yönteminin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkilerinin Deneysel Ve İstatistiksel Olarak Araştırılması, Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, 2019.

Gürün, H., Dilipak, H., Asal, Ö. ve Ay, E., (2018), Investigation of The Effects of Cutting Parameters on The Surface Roughness in The Turning of AISI 1050 Steel, IV International Conference On Engineering And Natural Sciences (ICENS), Kiev, Ukrayna, 02-06 Mayıs 2018.

Asal, Ö., Dilipak, H., Yalçınkaya, A. Ve Ünal, Ş., (2021), Modeling With Anfis Of Surface Roughness Using Minimum Quantity Lubrication Technique In Milling Process, *International Journal of Innovative Engineering Applications,* 5(2), 162-170.

Yıldız, T., ve Dilipak, H., (2019), Paslanmaz Çeliklerin Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin Kesme Kuvveti Ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin Araştirilması, 3. International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, Ankara, 19-21 Nisan 2019.

Erbaş, M. ve Güllü, A., (2019), 34CrNiMo6 Çeliğinin Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin Titreşim Ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin İncelenmesi, *Politeknik Dergisi*, 22(3), 633-639.

Meral, G., Sarıkaya, M., Mia, M., Dilipak, H., Şeker, U. and Gupta, M. K., (2019), Multi-objective optimization of surface roughness, thrust force, and torque produced by novel drill geometries using Taguchi-based GRA, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,* 101, 1595-1610.

Kayır, Y., Aslan, S. ve Aytürk, A., (2013), AISI 316Ti Paslanmaz Çeliğin Tornalanmasında Kesici Uç Etkisinin Taguchi Yöntemi İle Analizi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 28(2), 363-372.

Başak, H. ve Baday, Ş., (2016), Küreselleştirilmiş orta karbonlu bir çeliğin işlenmesinde, kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin regresyon analizi ile modellenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(4), 253-258.