MakineTeknolojileri Elektronik Dergisi
Cilt: 8, No: 1, 2011 (37-46)

Electronic Journal of Machine Technologies
Vol: 8, No: 1, 2011 (37-46)

TEKNOLOJİK ARAŞTIRMALAR

www.teknolojikarastirmalar.com
e-ISSN:1304-4141

Makale
(Article)

AISI 1050 Malzemenin Delinmesinde Delme Parametrelerinin Delik Kalitesi Üzerindeki Etkisinin Çoklu Regresyon Metoduyla Modellenmesi

Güven MERAL*, Hakan DİLİPAK, Murat SARIKAYA*****
* Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 06500 Ankara, TÜRKİYE
** Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Müh. Böl., 06500 Ankara, TÜRKİYE
*** Sinop Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu, 57000 Sinop, TÜRKİYE
msarikaya@sinop.edu.tr
Geliş Tarihi:28.01.2011 Kabul Tarihi: 21.04.2011

Özet

Bu çalışmada, delme işlemlerinde önemli yere sahip olan delik çapındaki değişim, dairesellikten sapma ve silindiriklikten sapma, deneysel olarak araştırılmış ve delme parametrelerinin delik kalitesi üzerindeki etkisi çoklu regresyon metoduyla ortaya konulmuştur. Deneylerde 6, 8, 10 mm çaplarında kaplamasız ve PVD metodu ile TiAlN kaplanmış kaplamalı HSS matkaplar kullanılmıştır. Deneyler üç farklı kesme hızı (20, 30, 40 m/dak) ve üç farklı ilerleme (0,05, 0,1, 0,15 mm/dev) değerlerinde kuru delme şartlarında CNC dik işleme merkezinde yapılmıştır. Deney sonuçları ikinci dereceden çoklu regresyon analizi ile SPSS 15 yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak hc (çaptan sapma), hd (dairesellikten sapma) ve hs (silindirlikten sapma) için en küçük kareler yöntemi kullanılarak elde edilen korelasyon katsayısının karesi (R^2) değerleri sırasıyla %95,2, %88,3, %76 bulunmuştur. Delik kalitesine etki eden parametrelerin belirlenerek, matematiksel bir formül elde edilmesi ve tahmin sonuçlarının ortaya konulmasında, ikinci dereceden çoklu regresyon modelinin uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, delik kalitesi parametreleri içerisinden delik çapındaki değişimin regresyon modeliyle hesaplanmasında, en yüksek R^2 değerinin elde edildiği ve en iyi tahmin sonuçlarının bu modelde oluştuğu görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Delme, delik kalitesi, regresyon analizi, kesme parametreleri

The Modeling of Drilling Parameters Effect On The Hole Quality in Drilling of AISI 1050 Material Via Multiple Regression Method

Abstract

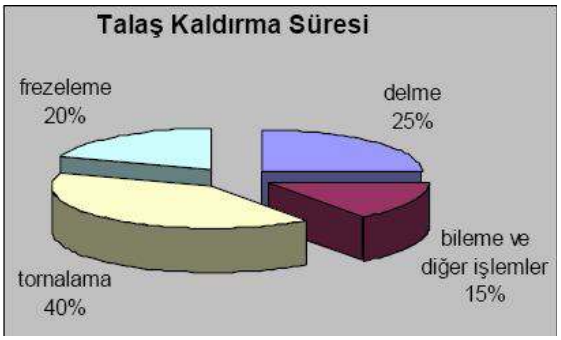
In this study the important parameters, in drilling operations like changing on the hole diameter, deflection of circularly and deflection of cylindrically have been researched as experimentally and the effect of drilling parameters on hole quality has been appeared with multiple regression methods. In the experiments have been used uncoated drill which diameters of 6, 8, 10 mm and TiA1N coated HSS drills with PVD method. The experiments have been made three different cutting speeds (20, 30, 40 m/min) and three different feed rate (0,05, 0,1, 0,15 mm/min) on the CNC milling machine with dry drilling conditions. Later, the experimental results have been analyzed with SPSS 15.0 programmed using two degrees multiple regression method. As a result,hc(diameterdeviation), hd(circularitydeviation) andhs(cylindersdeviation) obtainedusingthemethodof leastsquarestothesquare ofcorrelationcoefficient(R^2) respectively95,2%, 88,3%, 76%. As Result, has been showed that in order to obtaining a mathematical formula with through to determine hole quality influence parameters and in the exhibit of estimate results is applicable of two degree multiple regression model. Moreover, it has been appeared that the maximum value is obtained at R^2 and best estimate results make for calculation with regression model change of hole diameter in the hole quality parameters.
Keywords: Drill, hole quality, regression analysis, cutting parameters

Bu makaleye atıf yapmak için
Meral G., Dilipak H., Sarıkaya M. "AISI 1050 Malzemenin Delinmesinde Delme Parametrelerinin Delik Kalitesi Üzerindeki Etkisinin Çoklu Regresyon Metoduyla Modellenmesi, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2011, (8) 37-46
How tocitethisarticle
Meral G., Dilipak H., Sarıkaya M. "The Modeling Of Drilling Parameters Effect On The Hole Quality In Drilling Of AISI 1050 Material Via Multiple Regression Method" Electronic Journal of Machine Technologies, 2011, (8) 37-46

1. GİRİŞ

Talaş kaldırma işlemi; elastik ve plastik şekil değişikliğine dayanım, sürtünme ve ısı oluşumu, talaş oluşumu ve talaş kırılması, iş malzemesi yüzeyinin sertleştirilmesi, kesici takım ucunun aşınması ve kırılması gibi olayların meydana geldiği karmaşık bir fiziksel olaydır [1]. Delik delme en önemli talaş kaldırma işlemlerinden biridir ve talaş kaldırma işlemlerinin yaklaşık %33'ünü içermektedir (Şekil 1.1). Yine kesici takımlarla yapılan talaş kaldırma işlemlerinde harcanan zamanın %25'i delik delme işlemi olarak tezgâhta geçirilmektedir (Şekil 1.2) [2].

Şekil 1. İşlem sayısına göre delme işleminin diğer talaş kaldırma işlemleriyle karşılaştırılması [2].



Şekil 2. Talaş kaldırma süresine göre delme işleminin diğer talaş kaldırma işlemleriyle karşılaştırılması [2].

Delik delme işlemlerinin diğer talaşlı imalat işlemleri arasında bu kadar önemli paya sahip olması, delik delme esnasında karşılaşılan problemlerin çözümüne yönelik atılacak adımların önemini daha da arttırmaktadır. Üretimin hedefi; işleme görevinin teknik ve ekonomik yönden en az maliyet, işçi açısından ise en yüksek emniyetle yerine getirilmesidir [3].

Metal kesme operasyonlarında bazı parametreler, son işlem yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Son işlem yüzey pürüzlülüğü iki bağımsız etkinin toplamı olarak düşünülebilir. Birinci bağımsız etki; ideal yüzey pürüzlülüğü, takım geometrisi, ilerleme hızı ve kesme derinliğidir. Diğer etki ise, doğal yüzey pürüzlülüğü, kesme operasyonlarının düzensizlikleridir. Kesme hızı, kesme derinliği ve ilerleme hızı parametreleri kontrol edilen parametrelerdir. Buna karşın takım geometrisi, takım aşınması, talaş yükleri ve talaş oluşumu veya takım iş parçası malzeme özellikleri gibi faktörler kontrol edilememektedir. Makine takımlarının titreşimi, iş malzemelerinin yapılarındaki hatalar, takım aşınması veya düzensiz talaş oluşumu işleme süresince yüzey hasarlarına sebebiyet vermektedir. Kontrol edilebilen parametreler ile; istenilen yüzey pürüzlülüğü ve üretim kalitesini arttırmak oldukça önemlidir. Kesme hızı ve ilerleme oranı gibi işleme parametrelerinin uygunluğunu değerlendirmek için,talaş kaldırma işlemi yapılmadan

önce, ürünün yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmek için teknikler geliştirilmektedir. Tahmin tekniğinde önemli olan hususlar; hassasiyeti, güvenilirliği ve maliyetidir [4-7].
Delik delme işlemiyle üretilen ürünlerde önemli olan etkenler, delik kalitesi, malzeme maliyeti, aşınma direnci, yorulma mukavemeti, sürtünme katsayısı, yağlama ve korozyon direnci, vb. dir. Bu yüzden birbirleriyle çalışan yüzeylerin kalitelerinin değerlendirilmesi için,delik çapındaki değişim, dairesellikten sapma ve silindiriklikten sapma değerlerinin ölçülmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Sadece operatörün tecrübesine dayalı yapılan delme işlemlerinde, istenen delik kalitesinin elde edilmesi oldukça zordur. Bu yüzden istenen yüksek kaliteli iş parçalarına ulaşabilmek, tecrübenin yanında uygun kesme koşullarının sağlanmasıyla mümkündür. Bu amaçla, günümüzde imalat sanayi üretimden sonra ortaya çıkacak ürünlerin, üretimden önce yüzey değerlerini tahmin etmek için yoğun çaba sarf etmektedirler.

Literatürde,ölçüsel değerlerin tahmin edilmesi ve sonuçlara etkiyen parametrelerin belirlenmesi için kullanılan en yaygın beş yöntem şunlardır [8].

- Çoklu regresyon analizi,
- Matematiksel modelleme,
- Bulanık küme tabanlı teknikler,
- YSA (Yapay Sinir Ağları) modellemesi.
- Yüzey cevap metodu

Bir deneysel çalışmanın yapılabilmesi için öncelikle deney şartlarının sağlanması gerekmektedir. Bunun için oldukça fazla zamana ve maliyete gereksinim vardır. Regresyon yöntemleri özellikle ikinci dereceden çoklu regresyon analizi, çıktı parametresine etki eden faktörlerin kısa zamanda bulunması ve matematiksel bir modelin oluşturulmasında oldukça faydalı olmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, AISI 1050 çelik malzemenin kaplamalı ve kaplamasız HSS matkaplarla delinmesi sonucunda, delik üzerinde oluşan çap da ki değişim (hc), dairesellikten sapma (hd) ve silindiriklikten sapma değerleri (hs) deneysel olarak araştırılmıştır.Daha sonra, delme parametrelerinin delik kalitesi üzerindeki etkisi çoklu regresyon metoduyla ortaya konulmuştur.

2. YÖNTEM

2.1 Deneysel Çalışma

Kimyasal bileşim Tablo 1'da verilen AISI 1050 imalat çeliği üzerinde yapılan delme deneyleriyle delik parametrelerinin araştırıldığı bu çalışmada, üç farklı kesme hızı (20, 30 ve 40 m/dak) ve üç farklı ilerleme miktarı (0,05; 0,1 ve 0,15 mm/dev) kesme parametreleri olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. AISI 1050 Çelik Malzemenin Kimyasal Bileşimi

SAE / AISI	C	MN	SI	P	S
1050	0,45 – 0,54	0,60 – 0,90	0,10 – 0,30	0,04 en çok	0,05 en çok

Deneylerde; kaplamasız ve TiAlN kaplamalı olmak üzere iki farklı tipte ve üç değişik çapta (ø6, ø8 ve ø10) HSS helisel matkap kullanılmıştır. Takım geometrisi çelik malzemeler için tavsiye edildiği şekilde seçilmiş olup uç açısı 118º'dir [9]. Delme işlemlerinde kullanılan takımlara ait özellikler ve deneylerde kullanılan kesme parametreleri, Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Delme işlemlerinde kullanılan takım özellikleri ve kesme parametreleri

Kesicinin Cinsi	**Kaplamalı ve kaplamasız HSS, uç açısı 118º, çap toleransı h8, sağ kesme yönlü**
Standart	DIN 338
Kesici Geometrisi	Ø6-8-10 mm, uç açısı 118º, helis açısı 30º

Kesme Hızları	20, 30, 40 m/dk
İlerleme Miktarları	0,05; 0,1; 0,15 mm/dev

Deneyler Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü,Talaşlı Üretim Anabilim Dalı, CNC atölyesinde mevcut JOHNFORD VMC–550CNC freze tezgâhı kullanılmıştır. CNC tezgahı; üç eksende lineer ve daireselenterpolasyon yapabilen, metrik ve inç birimlerinde ISO formatlı programlanabilirFANUC kontrol üniteli bir Dik İşleme Merkezidir. Bu tezgâhın teknik özellikleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. CNC freze tezgâhının özellikleri

Tezgâh gücü	5 KW
Maksimum devir sayısı	8000 rpm/min
Sırasıyla x, y, z	600, 500, 600 mm
Ölçü hassasiyeti	0,001 mm
İşletim sistemi	Fanuc

Yapılan deneylerden sonra elde edilen deliklerde, delik çapı ve dairesellikten sapma ölçümleri içinkoordinat ölçüm cihazı (CMM) kullanılmıştır. Tablo 2'deki girdiler referans alınarak ve her deney için yeni bir matkap kullanmak suretiyletoplam 54 (elli dört) adet deneyin sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Delme deneylerinde girdilere bağlı olarak elde edilen sonuçlar

Deney No	Kesici Takım	İlerleme mm/dev	Kesme Hızı m/dk	Çaptan Sapma (mm)	Dairesellikten sapma (mm)	Silindirlikten sapma (mm)
1	Kaplamasız, ø6,118º	0,05	20	0,098	0,0356	0,06025
2			30	0,10635	0,0796	0,0854
3			40	0,11545	0,1184	0,10875
4		0,1	20	0,10675	0,0424	0,0217
5			30	0,10945	0,0613	0,0328
6			40	0,1185	0,0763	0,0388
7		0,15	20	0,1127	0,0651	0,03715
8			30	0,14575	0,1192	0,0624
9			40	0,15335	0,128	0,064
10	Kaplamalı, ø6, 118º	0,05	20	0,03645	0,0265	0,0278
11			30	0,03835	0,0453	0,0362
12			40	0,06525	0,0923	0,0467
13		0,1	20	0,03945	0,0698	0,03715
14			30	0,04175	0,0825	0,04168
15			40	0,0947	0,1137	0,0629
16		0,15	20	0,0496	0,0829	0,0493
17			30	0,0926	0,0986	0,0555
18			40	0,1148	0,1215	0,0652
19	Kaplamasız, ø8, 118º	0,05	20	0,10305	0,0467	0,0625
20			30	0,12437	0,0652	0,0933
21			40	0,16233	0,0921	0,10312
22		0,1	20	0,11534	0,0674	0,0484
23			30	0,14022	0,0843	0,04965
24			40	0,18105	0,10645	0,06304
25		0,15	20	0,11744	0,0678	0,0567
26			30	0,17423	0,10486	0,08374
27			40	0,1922	0,11345	0,0898
28	Kaplamalı, ø8, 118º	0,05	20	0,0454	0,0346	0,0479
29			30	0,0723	0,0527	0,0524
30			40	0,0945	0,0712	0,0595
31		0,1	20	0,0486	0,046	0,03944
32			30	0,0537	0,063	0,0446

33			40	0,0976	0,0885	0,06102
34		0,15	20	0,0638	0,0544	0,05105
35			30	0,0842	0,08505	0,0587
36			40	0,1126	0,10104	0,0719
37	Kaplamasız, ø10, 118º	0,05	20	0,1122	0,0515	0,07585
38			30	0,1575	0,0802	0,07495
39			40	0,1992	0,1413	0,07946
40		0,1	20	0,10805	0,0712	0,0425
41			30	0,1481	0,1011	0,0572
42			40	0,1902	0,1384	0,0706
43		0,15	20	0,10475	0,09025	0,0642
44			30	0,15365	0,1169	0,0852
45			40	0,2032	0,1515	0,0861
46	Kaplamalı, ø10, 118º	0,05	20	0,0656	0,04732	0,06942
47			30	0,09225	0,07572	0,07061
48			40	0,1008	0,1332	0,07101
49		0,1	20	0,0515	0,0522	0,0402
50			30	0,0672	0,08213	0,0495
51			40	0,0953	0,1102	0,05541
52		0,15	20	0,05184	0,0722	0,0582
53			30	0,10472	0,0975	0,0763
54			40	0,1519	0,1228	0,07282

2.2 Çoklu Regresyon Analizi

Matkap türü, matkap çapı ve kesme parametrelerinin "girdi" parametreleri olarak değerlendirildiği deneysel çalışmalar neticesinde, "çıktı" parametreleri olarak; delik çapındaki değişim, dairesellikten sapma ve silindiriklikten sapma değerleri ortaya konulmuştur. İkinci dereceden çoklu regresyon analizi ve varyans analizi için, SPSS 15.0 paket programı kullanılmıştır. Genelde regresyon analizi; bağımlı değişkendeki değişimi açıklayabilmek; diğer faktörlerin etkisi olmaksızın, bağımlı değişkene etkilerinin tahminini yapabilmek; bağımlı değişkene ilişkin ortalama değerlerin bulunması amacıyla kullanılmaktadır [10]. Böyle bir regresyon modelinde bağımlı değişkendeki değişim, bağımsız değişkenler ile açıklanılmaya çalışılır. Korelâsyon katsayısının karesi (R^2) olarak bilinen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama oranı ise, regresyon modelindeki açıklama miktarının açıklanmayan miktara olan oranıdır. Regresyon katsayısı ise, ilgili bağımsız değişkendeki bir birimlik artışın değişkende oluşturacağı değişim miktarıdır. Bu bilgiler sonucunda, ikinci dereceden çoklu regresyon analizi, kesme hızı, ilerleme miktarı, matkap türü ve matkap çapı gibi kesme parametreleri değişkenleri ile delik çapındaki değişim, dairesellikten sapma ve silindirlikten sapma değerlerini tahmin etmeyi sağlamaktadır.
Tablo 2'de verilen deney sonuçlarına, ikinci dereceden çoklu regresyon analizi uygulanırken bu analizde bağımlı değişkenler çaptan sapma (hc), dairesellikten sapma (hd), silindirlikten sapma (hs) olarak alınırken; bağımsız değişkenler ise, kesme hızı (*Vc*), ilerleme hızı (*f*), matkap türü (*q*) ve matkap çapı (*d*) olarak alınmıştır.

İkinci dereceden çoklu regresyon modelinde elde edilen denklem formları denklem (1) deki gibidir [7,10].

$$hd, hç, hs = k_0 + k_1 V_c + k_2 f + k_3 q + k_4 d + k_5 V_c^{\,2} + k_6 f^2 + k_7 q^2 + k_8 d^2 + k_9 V_c f + k_{10} V_c q + k_{11} V_c d + k_{12} fq + k_{13} fd + k_{14} qd \quad (1)$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 5'de görüldüğü üzere çaptan sapma, dairesellikten sapma ve silindirlikten sapma değerleri için elde edilen regresyon modelinde bağımsız değişkelerin bağımlı değişkeni açıklama oranları sırasıyla R^2=

95,2% ve düzeltilmiş R^2_d=93,7%, R^2= 88,3% ve düzeltilmiş R^2_d=84,5%, R^2= 76,1% ve düzeltilmiş R^2_d =68,4% bulunmuştur.

Tablo 5. Model özeti

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini hata
hc	0,976	0,952	0,937	0,01128466
hd	0,940	0,883	0,845	0,01193528
hs	0,872	0,761	0,684	0,01056159

Tablo 6'nın son sütununda da görüldüğü gibi üç modelinde anlamlı olduğugözlemlenmektedir.

Tablo 6. Anova tablosu

Model		K.T	S.D	K.O	F	P
hc	Regression	,102	13	,008	61,399	,000(a)
	Residual	,005	40	,000		
	Total	,107	53			
hd	Regression	,043	13	,003	23,158	,000(a)
	Residual	,006	40	,000		
	Total	,049	53			
hs	Regression	,014	13	,001	9,807	,000(a)
	Residual	,004	40	,000		
	Total	,019	53			

Tablo 7'de gösterilen ve matematiksel modelde kullanılacak olan katsayılar incelendiğinde, elde edilen bu katsayılar içerisinde, anlamlılık değeri 0,05 den düşük yani %95 güven aralığında olanlar modeller için etkin parametrelerdir.

Tablo 7. Katsayılar

Model		Model Katsayıları		Standart Katsayılar	t	P
		B	Hata	Beta		
hc	(Sabit)	,067	,075		,885	,381
	q	-,035	,020	-,393	-1,704	,096
	d	,023	,014	,842	1,638	,109
	f	-,460	,368	-,422	-1,250	,218
	Vc	-,003	,002	-,500	-1,191	,241
	d^2	-,001	,001	-,690	-1,438	,158
	f^2	3,975	1,303	,738	3,051	,004
	Vc^2	1,67E-005	,000	,185	,512	,611
	q*d	-,003	,002	-,305	-1,512	,138
	q*f	,040	,075	,074	,537	,594

	q*Vc	,000	,000	-,153	-,916	,365
	d*f	-,069	,023	-,579	-3,011	,004
	d*Vc	,000	,000	,882	4,116	,000
	f*Vc	,013	,005	,427	2,733	,009
hd	(Sabit)	,122	,080		1,529	,134
	q	,033	,022	,543	1,503	,141
	d	-,047	,015	-2,563	-3,181	,003
	f	,458	,389	,623	1,177	,246
	Vc	,002	,002	,487	,740	,464
	d²	,004	,001	3,063	4,072	,000
	f²	1,875	1,378	,516	1,360	,181
	Vc²	1,50E-005	,000	,246	,434	,666
	q*d	-,004	,002	-,689	-2,182	,035
	q*f	,012	,080	,032	,149	,882
	q*Vc	,000	,000	-,218	-,830	,412
	d*f	-,040	,024	-,493	-1,637	,110
	d*Vc	,000	,000	,487	1,451	,155
	f*Vc	-,008	,005	-,422	-1,721	,093
hs	(Sabit)	,005	,071		,070	,945
	q	-,022	,019	-,597	-1,159	,254
	d	,021	,013	1,885	1,640	,109
	f	-2,027	,344	-4,449	-5,892	,000
	Vc	,004	,002	1,696	1,804	,079
	d²	-,001	,001	-1,372	-1,278	,208
	f²	7,780	1,220	3,451	6,379	,000
	Vc²	-1,68E-005	,000	-,444	-,550	,585
	q*d	,000	,002	,115	,256	,799
	q*f	,213	,070	,935	3,025	,004
	q*Vc	,000	,000	-,523	-1,395	,171
	d*f	,014	,022	,275	,639	,526
	d*Vc	,000	,000	-,630	-1,314	,196
	f*Vc	,001	,004	,057	,162	,872

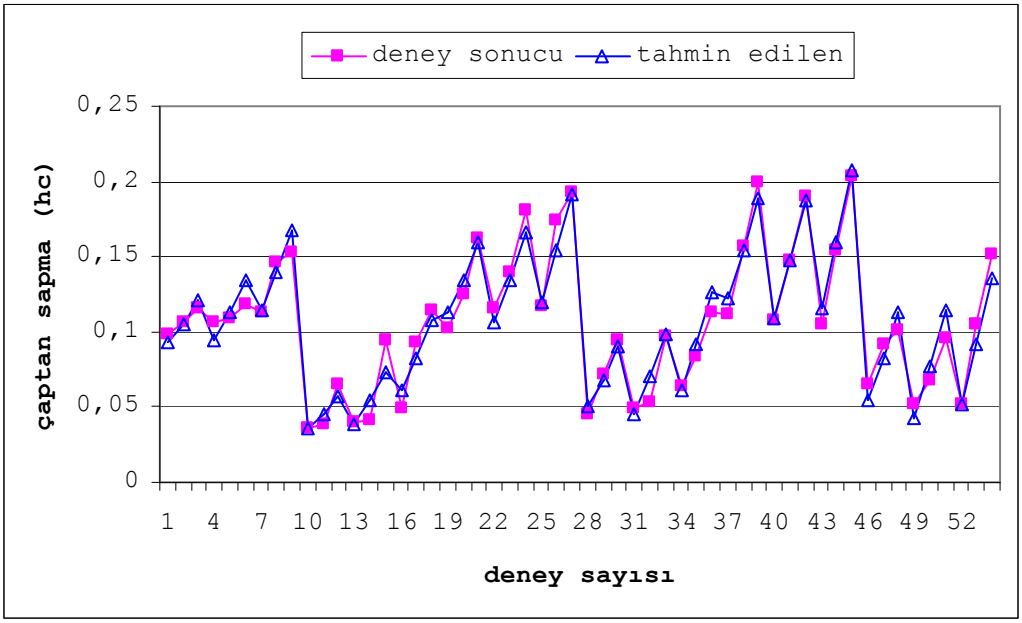
SPSS paket programı vasıtasıyla elde edilen ikinci dereceden çoklu regresyon modeli denklemleri denklem (2), (3) ve (4) de verilmiştir.

$$hc = 0.067 - 0.003\,V_c - 0.46\,f - 0.035\,q + 0.023\,d + 0.00067\,V_c^{\,2} + 3.975\,f^2 - 0.001\,d^2 + 0.013\,V_c f + 0.04\,fq - 0.069\,fd - 0.003\,qd \quad (2)$$

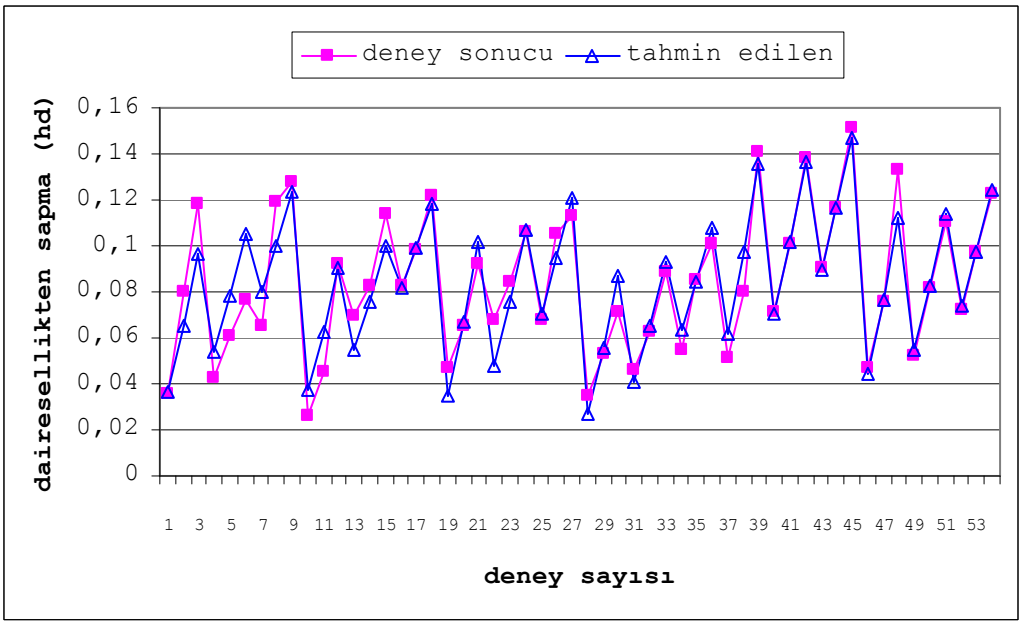
$$hd = 0.122 + 0.002V_c + 0.458f + 0.033q - 0.047d + 0.00015V_c^{\,2} + 1.875f^2 + 0.004d^2 - 0.008V_c f + 0.012\,fq - 0.04\,fd - 0.004qd \quad (3)$$

$$hs = 0.005 + 0.004V_c - 2.027\,f - 0.022q + 0.021d - 0.00017V_c^{\,2} + 7.78f^2 - 0.001d^2 + 0.001V_c f + 0.213\,fq + 0.014\,fd \quad (4)$$

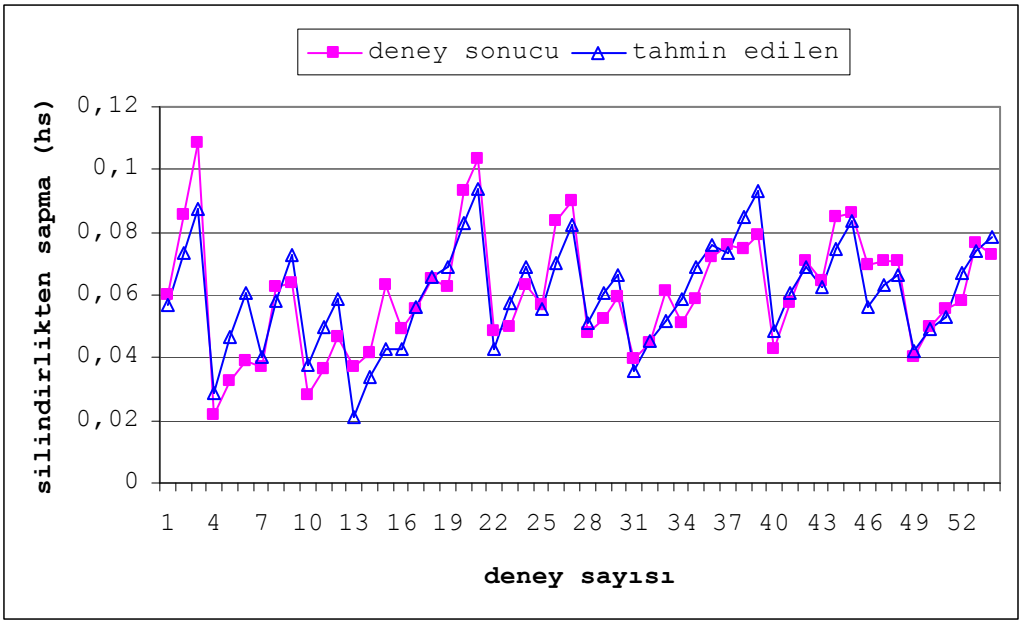
Deneylerden elde edilen sonuçlar ile ikinci dereceden çoklu regresyon analizi ile tahmin edilen sonuçların karşılaştırmalı grafikleri Şekil 3,4 ve 5 de görülmektedir.



Şekil 3. Çoklu regresyon modeli ile tahmin edilen çaptan sapma grafiği



Şekil 4. Çoklu regresyon modeli ile tahmin edilen dairesellikten sapma grafiği



Şekil 5. Çoklu regresyon modeli ile tahmin edilen silindirlikten sapma grafiği

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, delme işlemlerinde önemli yere sahip olan delik çapındaki değişim, dairesellikten sapma ve silindiriklikten sapma değerleri deneysel olarak araştırılmış ve delme parametrelerinin delik kalitesi üzerindeki etkisi, ikinci çoklu regresyon metoduyla ortaya konulmuştur.

Delik kalitesine etki eden parametrelerin belirlenerek, matematiksel bir formül elde edilmesi ve tahmin sonuçlarının ortaya konulmasında, ikinci dereceden çoklu regresyon modelinin uygulanabilir olduğu görülmüştür. Çaptan sapma, dairesellikten sapma ve silindirlikten sapma değerleri için elde edilen regresyon modelinde, bağımsız değişkelerin bağımlı değişkeni açıklama oranı olan R^2 değerleri sırasıyla %95,2, %88,3, %76,1 olarak bulunmuştur. Her üç çıktı parametresi için elde edilen formüller ve bu formüllerden yola çıkılarak tahmin sonuçları oluşturulduğunda, en iyi tahmin sonuçlarının (Şekil 3'de görüldüğü üzere), çapta sapmalardaki değişimlerin tahmin edilmesindeki sonuçlar olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonra ise en iyi tahmin sonuçlarının,Şekil 4 ve Şekil 5'den de anlaşılacağı gibi dairesellikten sapma ve silindirlikten sapma değerleri olmuştur.

Analiz sonucuna göre delik çapındaki sapmayı etkileyen en önemli parametre olarak matkap türü (kaplamalı – kaplamasız) olmuştur. Delik çapındaki ölçüsel sapma, kaplamasız matkaplara göre kaplamalı matkaplarda daha az olduğu görülmüştür. Delik çapındaki sapmayı etkileyen diğer parametreler ise kesme hızı, matkap çapı ve ilerleme hızı olmuştur. Delik çapındaki minimum sapma ø6 mm' lik kaplamalı matkap ile 0.05 mm/dev ilerleme ve 20 m/dak' lık kesme hızı şartlarında elde edilmiştir.

Deliğin dairesellikten sapmasını etkileyen parametrelerin başında ise, kesme hızı değeri gelmiştir. Kesme hızındaki artış ile beraber dairesellikten sapma değerleri de bu artışa paralel olarak artmıştır. Dairesellikten sapmayı etkileyen diğer parametreler ise sırasıyla, matkap çapı ve matkap türü olmuştur. Dairesellikten sapma kesme hızı ve matkap çapı artışı ile beraber doğru orantılı olarak artarken, matkap kalitesinin artmasıyla ters orantılı olarak azalmıştır. Delikteki minimum dairesellikten sapma değeri ø6 mm' lik kaplamalı matkap ile 0.05 mm/dev ilerleme ve 20 m/dak' lık kesme hızı şartlarında elde edilmiştir.

Deliğin silindirlikten sapmasını etkileyen parametrelerin başında ise kesme hızı, matkap çapı ve matkap kalitesi gelmiştir. Silindirlikten sapma değeri kesme hızı ve matkap çapı ile beraber doğru orantılı olarak artarken, matkap kalitesinin artmasıyla (kaplamalı) ise ters orantılı olarak azalmıştır. İlerleme hızının silindirlikten sapma değerine etkisinin çok fazla olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca delikteki minimum silindirlikten sapma değeri ø6 mm' lik kaplamasız matkap ile 0.1 mm/dev ilerleme ve 20 m/dak' lık kesme hızı şartlarında elde edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Yalçın, B., 2002,"Yüksek Hız Çeliği Kesici Takım Üzerine Yapılan Titanyum Nitrür Kaplamanın Kesici Takım Performansına Etkilerinin İncelenmesi". Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*

2. Tonshoff, H.L., Spintig, W., Konig, W., Neises, A., 1994, "Machining Of Holes Developments İn Drilling Techonolgy", *Annals Of The CIRP*, 43 (2): 551-560.

3. Şeker, U.,2006, "Talaş Kaldırma Prensipleri Ders Notları"*Ankara*.

4. Mike, S., L., Joseoh, C., Caleb M., 1998,"Surface Roughness Prediction Technique For CNC End-Milling",Journal Of Industry Technology, 15, 1, 1-1-6.

5. Kadirgama, K., Naar, M., M., Zuki, M., M., Rahman, M., M., Rejab, M., R., M., Daud, R., Hessein, A.,2008,"Optimization Of Surface Roughness An End-Milling On Mound Aluminium Alloys (AA6061-T6) Using Response Surface Method And Radian Basis Function Network",Jordan Of Mechanical And Industrial Engineering, 2, 4, 209-214.

6. Lahidi, B., 1997,"Determining Deflection For Metal Turning Operations",Journal Of Industrial Technology, 13, 2, 21-33.

7. Çakır, C.M., 2009, "Mathematical Modeling Of Surface Roughness For Evaluating The Effects Of Cutting Parametres And Coating Material", Journal Of Materials Processing Technology, 209, 102-109.

8. Taşdemir, Ş., Neşeli, S., Sarıtaş, İ., Yaldız, S., 2008,"Prediction Of Surface Roughness Using Artificial Neural Network İn Lathe", Compsystech'08, Gabrovo, Bulgaristan.

9. Akkurt, M., 1998,"Talaş Kaldırma Yöntemleri Ve Takım Tezgahları", *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 23-90.

10. Şıklar, E.,2000, "Regresyon Analizine Giriş", Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.