

Torna Tezgâhı ile Delikli Flanş Üretiminde Yüzey Pürüzlülüğü Optimizasyonu

Surface Roughness Optimization of Hole Flange Production with CNC Lathe

Ömer SEÇGİN*

Piri Reis Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul

• Geliş tarihi / Received: 21.09.2019 • Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 02.03.2020 • Kabul tarihi / Accepted: 05.03.2020

Öz

Delikli flanşlara havacılık, otomotiv vb. birçok alanda ihtiyaç duyulmaktadır. Metal sacların üzerine delikli flanş oluşturma işlemi genellikle CNC freze tezgahında yapılmaktadır. Bu çalışmada ise literatürden farklı olarak delikli flanş üretimi CNC torna tezgahında yapılmıştır. Malzeme olarak 1 mm kalınlığındaki DKP 37 sacı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 65 mm çapında delikli flanş başarı ile üretilerek yüzey pürüzlülüğü optimize edilmiştir. Sinyal/Gürültü analizi yapılarak CNC torna tezgahında delikli flanş üretiminde en önemli parametrenin parçanın devir sayısı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Artımlı Şekillendirme, Delikli Flanş, DKP37, Taguchi

Abstract

Aerospace, automotive, etc. many areas are needed hole flanged parts. The production of hole flange on metal sheets is generally done on CNC milling machine. In this study, unlike literature, the production of hole flanges was made on CNC lathe. DKP 37 sheet with thickness of 1 mm was used as material. Within the scope of the study, 65 mm diameter hole flange was successfully produced and surface roughness was optimized. With signal/noise analysis, it is determined that the most important parameter in the production of hole flanges on CNC lathe is the revolution of the part.

Keywords: Incremental Forming, Hole Flanging, DKP37, Taguchi

* Ömer SEÇGİN; osecgin@gmail.com, Tel: (0216) 581 00 50, orcid.org/0000-0001-6158-3164

1. Giriş

Delikli flanş imalatı, sac şekillendirme tekniklerinden biridir ve endüstriyel parçaların imalatında sıklıkla kullanılmaktadır. Flanş oluşturmak için sac üzerinde bulunan ön delik genişletilir. Bu metotta üzerinde ön delik bulunan sac, kenarlarından iş bağlama aparatına tutturulur. Form takımının hareketi ile sac üzerine flanş oluşturulur. Bu işlemde takım hareketi CNC freze tezgâhı veya robot kollarla sağlanır. Bu yöntem prototip üretimi veya küçük adetli seri üretim için geleneksel şekillendirmeye alternatif olarak kullanılabilir (Echrif ve Hrairi, 2011). Artımlı şekillendirme yöntemi ile delikli flanş üretimi otomotiv, havacılık ve biyomedikal sektörlerinde kullanılabilir (Centeno vd., 2012; Malyer ve Müftüoğlu, 2015; Morales-palma vd., 2018).

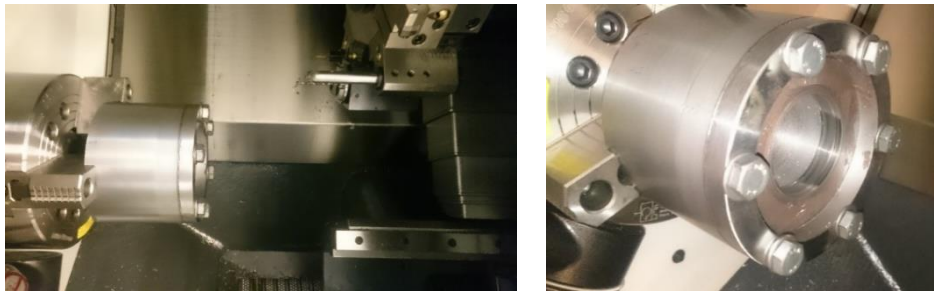
Literatür incelendiğinde delikli flanş üretimi ile ilgili çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Shrivastava ve arkadaşları (Shrivastava vd., 2013) Geliştirilmiş Yüksek Mukavemetli Çelik (AHSS) sac malzeme üzerinde delikli flanş oluşturma işlemi gerçekleştirmişler ve ön delik çapının kenar kalınlığını etkilemediğini belirlemişlerdir. Cui ve Gao kademeli artımlı şekillendirme yöntemini kullanarak delikli flanş üretimini başarı ile gerçekleştirmişlerdir (Cui ve Gao, 2010). Praveen ve arkadaşları derin çekme sacından CNC freze tezgahında delikli flanş üretimini araştırmışlardır (Praveen vd., 2019). 60° açı ile başlayıp 10° açı artımları ile kademeli olarak şekillendirme yaparak 90° açılı delikli flanş üretimini başarılı şekilde gerçekleştirilerek kademe sayısındaki artışın sac ve takım arasındaki sürtünme etkisiyle yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını belirlemişlerdir. Mugendiran ve Gnanavelbabu 1 mm kalınlığındaki alüminyum sacdan (AA5052) CNC freze tezgahında delikli flanş üretimini araştırarak yüzey pürüzlülüğünün tahmininde kullanılabilir ikinci dereceden denklem elde

etmişlerdir (Mugendiran ve Gnanavelbabu, 2018). Borrego ve arkadaşları ise 1,6 mm kalınlığındaki alüminyum sacdan (AA7075-O) delikli flanş üretimini araştırmışlardır (Borrego vd., 2016). Bu araştırmacılar da çalışmalarını CNC freze tezgahında yaparak deneyler esnasında form takımını belirli devirlerle dönmesini sağlamışlardır. Devir sayısının artması ile daha iyi yüzey pürüzlülüğü elde edildiğini belirlemişlerdir.

Mevcut literatürde delikli sacların şekillendirilmesi CNC freze tezgâhı veya robot kollar kullanılarak, uygun bağlama kalıpları yardımıyla yapıldığı belirlenmiştir (Cao vd., 2016; Cristino vd., 2015; Petek ve Kuzman, 2012; Wen vd., 2016). Yapılan çalışmalar flanşın geometrik doğruluğunun ve büyütülen delik kenarlarındaki incelleme noktalarının iyileştirilmesine yöneliktir. Geometrik doğruluğa sahip olmayan parçaların yerine monte edilmesinde sorunlar ile karşılaşmakta fazladan işlem gerektirmektedir. Kenar kalınlığında incelleme olan parçalar ise bu noktalardan aşınmakta ve hasara uğramaktadır. Bu çalışmada mevcut literatürden farklı olarak CNC torna tezgahında delikli flanş üretimi gerçekleştirilmiş ve üst üste çalışan makine elemanlarında önemli bir parametre olan yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) incelenmiştir. Belirlenen parametreler ile gerçekleştirilen deneysel çalışmaların sonuçlarına göre yüzey pürüzlülük değeri üzerindeki etkin parametrelerin belirlenmesi sağlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada, DKP37 sacının artımlı flanş şekillendirme operasyonu sonrası oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) için şekillendirme parametrelerinin optimizasyonu yapılmıştır. Deneylerde kullanılan sacın kalınlığı 1 mm'dir. Üretilen flanşın oluşturulan delik çapı ise 65 mm'dir. Deneyler GoodWay GLS200 CNC torna tezgahında yapılmıştır (Şekil 1).



A

B

Şekil 1. İş bağlama aparatı A: Deney düzeneği. B: Şekillendirme sonrası CNC tezgâhtan görünüm.

Devir (dev/dak), artım miktarı (mm), ilerleme (mm/dak) ve şekillendirme oranı olmak üzere dört farklı deney parametresi seçilmiştir. Bu faktörlerin her biri için üç farklı seviye belirlenmiştir. Deneylerde kullanılan parametreler ve seviyeleri Tablo 1’de verilmiştir. Devir, aynanın bir dakikadaki dönme sayısıdır. Artım miktarı, form takımının her bir pasoda yarı çapta (X ekseninde) hareket miktarıdır. İlerleme ise form takımının delik boyunca (Z ekseninde) bir hareket hızıdır.

Tablo 1. Deney parametreleri ve seviyeleri.

Kontrol Faktörü	Birimi	Seviyeler		
		Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Devir	dev/dak	10	20	30
Artım miktarı	mm	2.5	5	7.5
İlerleme	mm/dak	0.2	0.5	1
Şekillendirme Oranı	-	1.8	2	2.2

Deney parametreleri ve seviyeleri belirlendikten sonra Taguchi metodu ile deney tasarımı yapılmıştır. Deney tasarımı için Minitab 18 programı kullanılmıştır. Deney tasarımında, Taguchi yönteminin L9 ortogonal dizini kullanılmıştır. Tasarım sonucu oluşan deney seti Tablo 2’de verilmiştir.

Saclar CNC torna aynasına bağlı olan iş bağlama aparatına tutturularak şekillendirilmiştir. Sac, 6 tane M8 civata kullanılarak flanş ile iş bağlama aparatı arasına sıkılmıştır. Parçalar önce punta matkabı ile, sonra da 12 mm’lik matkapla delinmiştir. Daha sonra da saclar ön delik çapına ulaşılan kadar delik içi kalemi ile tormalanmıştır. Flanşın delik çapının bu ilk çapa oranına şekillendirme oranı denilmektedir. Bu durumda şekillendirme oranının 1.8 olduğu deneylerde sac 36.1 mm’ye tormalanmıştır. Şekillendirme oranının 2 olduğu deneylerde sac 32.5 mm’ye tormalanmıştır. Şekillendirme oranının 2.2 olduğu deneylerde ise sac 29.5 mm’ye tormalanmıştır. Delik tormalama işleminden sonra sac aparattan sökülmeden şekillendirilmiştir. CNC torna tezgahında şekillendirme işlemi için kodlar oluşturulurken G71 boyuna delik tormalama çevrimi kullanılmıştır. Bu çevrimde takım delik iç çapından başlayarak artım miktarı kadar yarı çapta hareket ettikten sonra delik boyunca tanımlanmış olan ilerleme hızı ile hareket ederek flanş oluşturulmaya başlanmıştır. Daha sonra form takımı parça dışına çıkıp istenilen çapa ulaşıp ulaşılmadığını kontrol edilmiştir, istenilen çapa ulaşılmadı ise tekrar yarıçapta artım miktarı kadar

yukarı çıkılarak flanş tekrar işlenmiştir. İstenilen flanş çapına ulaşıldığında G71 boyuna delik tormalama çevrimi sonlanmıştır. Daha sonra üretilmiş olan delikli flanşlı parça iş bağlama aparatından sökülüştür. Tüm deneylerde çapı 16 mm olan küre uçlu form takımı kullanılmıştır. Şekil 2’de şekillendirilen parçalardan bir örnek verilmiştir.



Şekil 2. Şekillendirilen parçalardan bir örnek.

Deneyler neticesinde elde edilen parçaların yüzey pürüzlülükleri form takımının temas ettiği yüzeylerinden MarSurf PS1 yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülüğü ölçümü Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Yüzey pürüzlülüğü ölçümü.

Yüzey pürüzlülükleri ölçüldükten sonra en küçük en iyi formülü kullanılarak sinyal/gürültü (S/N) analizi yapılmıştır. S/N analizi ile deney parametrelerinin optimum seviyeleri belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün küçük

olması istendiğinden Eşitlik 1’de gösterilen daha küçük daha iyi denklemini kullanılmıştır. Bu denkleminde γ performans karakteristiğinin gözlem değeri, n ise tekrar sayısıdır (Özek ve Taşdemir, 2009).

$$\frac{S}{N} = -10 \left(\log \left(\sum \frac{\gamma^2}{n} \right) \right) \quad (1)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Deneysel çalışmalar sonucunda, elde edilen parçaların yüzey pürüzlülükleri (Ra değerleri) için hesaplanan S/N oranları, Tablo 2’te verilmiştir. Tabloya göre en küçük yüzey pürüzlülüğü 3 numaralı deneyde oluşmuştur (2.06 μm).

Tablo 2. Deney seviyeleri ve S/N analiz sonuçları.

Deney No	Devir (dev/dak)	Deney parametreleri			Sonuçlar	
		Artım Miktarı (mm)	İlerleme (mm/dak)	Şekillendirme Oranı	Ra (μm)	S/N_Ra (db)
1	10	2.5	0.2	1.8	2.41	-7.64
2	10	5	0.5	2	3.91	-11.84
3	10	7.5	1	2.2	2.06	-6.29
4	20	2.5	0.5	2.2	2.35	-7.42
5	20	5	1	1.8	2.82	-9.01
6	20	7.5	0.2	2	5.04	-14.04
7	30	2.5	1	2	3.58	-11.07
8	30	5	0.2	2.2	7.37	-17.35
9	30	7.5	0.5	1.8	4.81	-13.64

Parametre seviyelerinin S/N oranları Tablo 3’te verilmiştir. Tablonun “Delta” satırında her bir parametre seviyesi için en büyük ve en küçük S/N oranı arasındaki fark verilmiştir. Delta satırındaki değeri en büyük olan parametre bu işlem için en

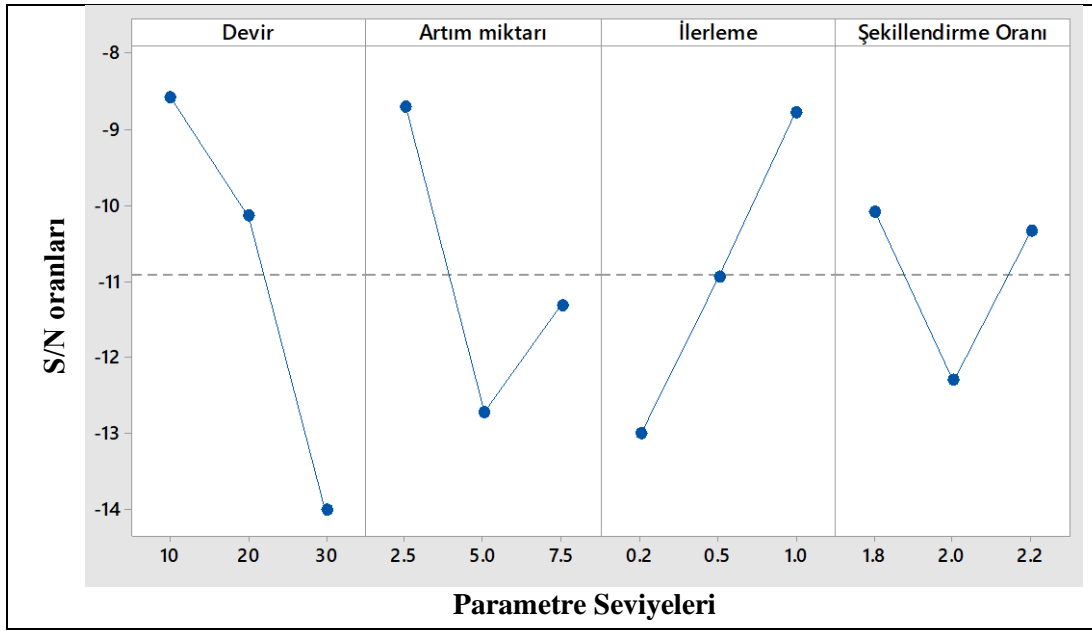
önemli parametreyi göstermektedir (Kayir vd., 2013). Tablonun en alt satırında parametrelerin önem sırası verilmiştir. Tabloya göre en önemli parametre “Devir”dir.

Tablo 3. Yüzey pürüzlülüğü için parametre seviyelerinin S/N oranları.

Seviye	Devir	Artım Miktarı	İlerleme	Şekillendirme Oranı
1	-8.589	-8.707	-13.011	-10.096
2	-10.157	-12.735	-10.963	-12.315
3	-14.018	-11.323	-8.791	-10.354
Delta	5.429	4.028	4.220	2.219
Sıra	1	3	2	4

Şekil 4’te S/N oranları grafiği verilmiştir. Bu grafikte her bir parametrenin en büyük S/N oranı optimum seviyeyi göstermektedir. Buna göre optimum seviyeler devir için 10 dev/dak, artım miktarı için 2.5 mm, ilerleme için 1 mm/dak, şekillendirme oranı için ise 1.8’dir. Şekil 4 ve Tablo 2 birlikte incelendiğinde büyük çevresel hızların yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilediği

anlaşılmaktadır. Şekil 4’ten elde edilen optimum seviyeler kullanılarak yapılan doğrulama deneyi ile üretilen parçanın yüzey pürüzlülüğü 1.89 μm ’dir. Bu da optimizasyon çalışmasının etkili bir sonuç verdiğini göstermektedir. Düşük devir sayısının daha iyi yüzey pürüzlülüğü sağladığı Şekil 4’te görülebilmektedir.



Şekil 4. Sinyal/Gürültü oranı.

4. Sonuç

Sac metal parçalardan üretilmiş olan delikli flanşlar farklı endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada CNC torna tezgahında artımlı şekillendirme yöntemi ile delikli flanş üretimi yapılarak deney parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri incelenmiştir. Sinyal/Gürültü analizi yapılarak parametrelerin optimum seviyeleri belirlenmiş daha sonra doğrulama deneyi ile bu seviyeler doğrulanmıştır. Literatürden farklı olarak CNC torna tezgahının kullanıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- CNC torna tezgahında delikli flanş üretimi başarılı şekilde yapılabilmektedir.
- Devir sayısının büyümesi yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilemektedir.
- Yüzey pürüzlülüğü için optimum parametre seviyeleri
 - Devir: 10 dev/dak,
 - Artım miktarı: 2.5 mm,
 - İlerleme: 1 mm/dak,
 - Şekillendirme oranı: 1.8

Kaynaklar

Borrego, M., Morales-Palma, D., Martínez-Donaire, A. J., Centeno, G., ve Vallellano, C., 2016. Experimental Study of Hole-Flanging by Single-Stage Incremental Sheet Forming. *Journal of Materials Processing Technology*, 237, 320–330. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2016.06.026

Cao, T., Lu, B., Ou, H., Long, H., ve Chen, J., 2016. Investigation on a New Hole-Flanging Approach by Incremental Sheet Forming Through a Featured Tool. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 110, 1–17. doi: 10.1016/j.ijmactools.2016.08.003

Centeno, G., Silva, M. B., Cristino, V. A. M., Vallellano, C., ve Martins, P. A. F., 2012. Hole-flanging by Incremental Sheet Forming. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 59, 46–54. doi: 10.1016/j.ijmactools.2012.03.007

Cristino, V. A. M., Silva, M. B., Wong, P. K., Tam, L. M., ve Martins, P. A. F., 2015. Hole-Flanging of Metals and Polymers Produced by Single Point Incremental Forming. *Int. J. Materials and Product Technology*, 50(1), 37–48. doi:10.1504/IJMP.2015.066865

Cui, Z., ve Gao, L., 2010. Studies on Hole-Flanging Process Using Multistage Incremental Forming. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(2), 124–128. doi: 10.1016/j.cirpj.2010.02.001

Echraf, S. B. M., ve Hrairi, M., 2011. Research and Progress in Incremental Sheet Forming Processes. *Materials and Manufacturing Processes*, 26, 1404–1414. doi:10.1080/10426914.2010.544817

Kayir, Y., Aslan, S., ve Aytürk, A., 2013. AISI 316ti Paslanmaz Çeliğin Tornalanmasında Kesici Uç Etkisinin Taguchi Yöntemi İle Analizi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 28(2), 363–372.

- Malyer, E., ve Müftüoğlu, H. S., 2015. The Influence of Friction Conditions on Formability of DC01 Steels by ISF. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 12(3), 134–138. doi:10.9790/1684-1231134138
- Morales-Palma, D., Borrego, M., Martínez-Donaire, A. J., Centeno, G., ve Vallellano, C., 2018. Optimization of Hole-Flanging by Single Point Incremental Forming in Two Stages. *Materials*, 11, 1–15. doi:10.3390/ma11002029
- Mugendiran, V., ve Gnanavelbabu, A., 2018. Analysis of Hole Flanging on AA5052 Alloy by Single Point Incremental Forming Process. *Materials Today: Proceedings*, 5 (April), 8596–8603. doi: 10.1016/j.matpr.2017.11.557
- Özek, C., ve Taşdemir, V., 2009. Modelling of Surface Roughness with Variance Analysis in Turning of AISI 304 Austenitic Stainless Steel. *Technological Applied Sciences*, 4(3), 305–314.
- Petek, A., ve Kuzman, K., 2012. Backward Hole-Flanging Technology Using an Incremental Approach. *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 58(2), 73–80. doi:10.5545/sv-jme.2011.194
- Praveen, G., Reddy, R. T., ve Suresh, K., 2019. Experimental Studies on Incremental Hole Flanging of Steel Sheets. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 5(3), 418–428. doi:10.1080/2374068X.2019.1622296
- Shrivastava, P., Singh, P. K., ve Panthi, S. K., 2013. Finite Element Simulation of Hole Flanging Process of Advanced High Strength Steel. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 3(1), 27–32.
- Wen, T., Zhang, S., Zheng, J., Huang, Q., ve Liu, Q., 2016. Bi-Directional Dieless Incremental Flanging of Sheet Metals Using a Bar Tool with Tapered Shoulders. *Journal of Materials Processing Technology*, 229, 795–803. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2015.11.005