

## KESME PARAMETRELERİNİN FREZELEMEDE OLUŞAN KESME KUVVETLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

İhsan KORKUT\*, Mehmet Ali DÖNERTAŞ\*\*

\*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü  
06500 Teknikokullar, ANKARA

\*\* Ankara Üniversitesi, Çankırı M.Y.O.

### ÖZET

Bu çalışmada, frezelemede oluşan kesme kuvvetlerindeki değişimler üç boyutlu olarak ölçülmüştür. Araştırma kapsamında, kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deneylerde, Ç1020 ve Ç1040 malzemeler kullanılmıştır. Değerlendirmeler, kesme hızı, ilerleme ve talaş derinliğine göre yapılmıştır. Kesme kuvvetlerinin ölçülmesinde strain gage esaslı bir dinamometre kullanılmıştır. Belirli bir periyotta kesme parametrelerinin artması ile kesme kuvvetleri de artmıştır. Yapılan çalışmada, düşük ve orta kesme hızlarında kesici kenarda yığılma (BUE) oluşumunun arttığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kesme kuvvetleri, Kesme hızı, İlerleme, Talaş derinliği.

### THE EFFECTS OF CUTTING PARAMETERS ON CUTTING FORCES WHEN MILLING

#### ABSTRACT

In this study, the change of three dimensional cutting forces have been measured face milling. The effects of cutting parameters on the cutting forces were investigated. In tests, AISI 1020 and AISI 1040 materials were used. Assessment was carried out according to cutting speed, feed rate and depth of cut. Strain gage based dynamometer was used to measure cutting forces. For a certain period, cutting forces were rised with increasing cutting parameters. It was also observed that built up edge formation on the cutting edge increased with low and medium cuttint speeds.

**Key words:** Cutting forces, Cutting speed, Feed rate, Depth of cut.

### 1.GİRİŞ

Talaşlı üretimdeki takım tezgahlarının, kenarlarından beklenen fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için, tasarımının ve imalatının amaca uygun olarak yapılması gerekir. Tezgahın mekanik yapısı, üzerinde bulunan takım ve aparatları, tezgahın rijitliğini bozmadan taşıyabilmelidir. Daha da önemlisi ise, tezgah çalışırken kesici takıma gelen kesme kuvvetlerinin etkisiyle tezgah parçaları rijitliğini koruyabilmeli ve istenilmeyen şekilde deforme olmamalıdır. Tezgahın uzun ömürlü olabilmesi için özellikle hareketli parçaların çalışma yüzeylerinin aşınması önlenmelidir. Talaş kaldırmadan dolayı meydana gelen kesme kuvvetlerinin güvenle karşılanabilmesi için kesici takımın dayanım özellikleri çok iyi araştırılmalıdır.

Tezgahların uzun ömürlü olabilmesi, tezgahın hassasiyetini uzun süre koruyabilmesi ve üretimin kalitesini artırabilmek için tezgahı etkileyen yük, kuvvet ve zorlanmaların etkisiyle meydana gelen gerilmelerin iyi etüt edilmesi gerekmektedir. Bu etüt ve değerlendirmelere göre, tezgahın tasarımı ve boyutları belirlenebilmektedir. Bu amaçla kuvvetlerin ölçülmesine ihtiyaç duyulur. Bu etüt ve değerlendirmeler teorik olarak yapılabilmekte ve bu teorik hesaplamalara göre

tezgah tasarlanabilmektedir. Malzemelerin maruz kaldığı iç ve dış gerilme ölçümleri, basınç ve yükün sebep olduğu kuvvet ölçümleri, tasarımda büyük önem taşır. Bütün parça ve sistemlerin dayanım hesaplarının teorik olarak yapılması her zaman kolay olmayabilir. Hesaba katılmayan ve belirlenemeyen kuvvetler olumsuz sonuçlara neden olabilirler. Bu sebeple, mühendislik faaliyetlerinin sürdürüldüğü bütün alanlarda emniyetli bir çalışma ortamının gerçekleşmesi, üretilecek ürün ve sistemlerin uzun ömürlü, kaliteli, emniyetli ve ekonomik olabilmesi için, takım ve tezgahı etkileyen tüm kuvvetlerin doğru ve hassas olarak ölçülmesi gerekir.

Dinamik frezelemede kesme kuvveti ve yüzey teşekkülünün mekanizması kesme kuvvetleri ile belirlenebilmektedir. Ayrıca, kesme kuvvetleri ile takım aşınması arasında bir bağ kurabilmek için kesme kuvvetlerinin ölçülmesi gerekir. Özellikle de kesme parametrelerine göre kuvvet değişimlerinin gözlenmesi isteniyorsa, kuvvetlerin hassas bir sistem tarafından ölçülmesi gerekir (1,2,10,11).

Takım tezgahlarından daha iyi yararlanmak için, işlenen yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti salınımının kontrol altında tutulması gerekir (3,4,5).

## 2. ALIN FREZELEME İÇİN KESME MEKANİĞİ

Frezelemede, talaş kaldırma sırasında ortaya çıkan kesme kuvvetleri değişkendir. Bundan dolayı, pratikte hesapları kolaylaştırmak için ortalama talaş kesimine karşılık gelen ortalama kesme kuvvetleri dikkate alınır.

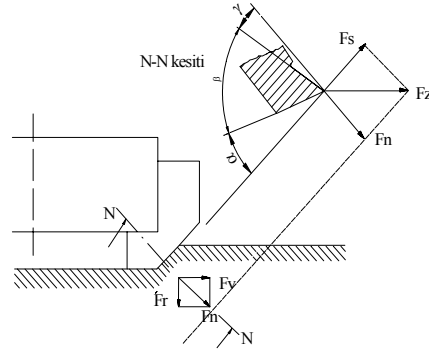
Frezelemede genellikle aynı anda birden fazla kesici uç talaş kaldırır. Dolayısıyla kuvvetler; bir kesici uca karşılık gelen ortalama talaş kaldırma kuvveti ( $F_{zz}$ ) ve onun bileşenleri olan; ortalama kesme kuvveti ( $F_{sz}$ ), ortalama radyal kuvvet ( $F_{rz}$ ) ve ortalama ilerleme kuvveti ( $F_{vz}$ ) olarak ifade edilirler.

Aynı anda parçadan talaş kaldıran kesici uç sayısı ( $Z_e$ );

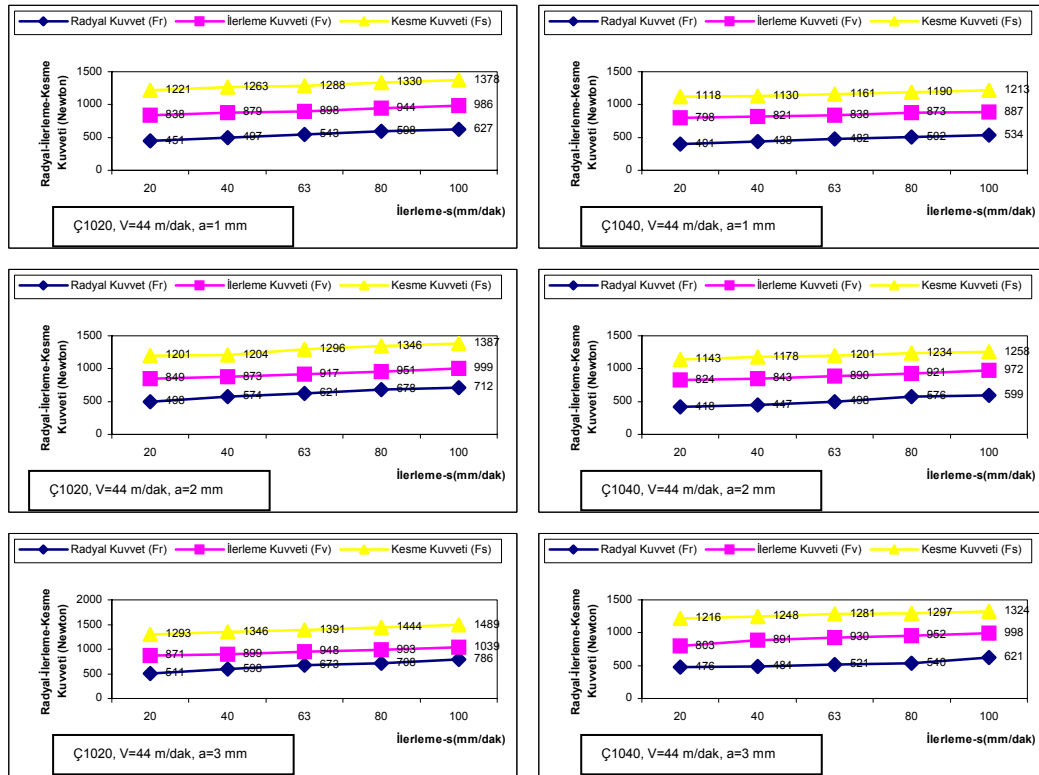
$$Z_e = Z \cdot \frac{\Phi_s}{360} \quad (1)$$

Freze çıkışına ait ortalama kesme kuvvet-

bağıntılarından bulunur ( $z$  parametresi bir tek kesici ucu ifade etmektedir). Alın frezelemede kesme kuvvetlerinin durumu Şekil 1'de görülmektedir. Kesici ağıza dik olarak alınan N-N kesitindeki ortalama talaş kaldırma kuvvetinin ( $F_z$ ) bileşenleri, kesme kuvveti ( $F_s$ ) ve normal kuvvettir ( $F_n$ ).  $F_n$  normal kuvvetin bileşenleri ise ilerleme kuvveti ( $F_v$ ) ve radyal kuvvettir ( $F_r$ ) (6,7).



Şekil 1. Alın frezelemede talaş kaldırma kuvvetleri



Şekil 2. Ç1020 ve Ç1040 için ilerleme-kesme kuvvetleri ilişkisi.

leri (Kesme kuvveti  $F_s$ , İlerleme kuvveti  $F_v$  ve Radyal kuvvet  $F_r$  ile ifade edilmiştir);

$$F_s = Z_e \cdot F_{sz} \quad (2)$$

$$F_v = Z_e \cdot F_{vz} \quad (3)$$

$$F_r = Z_e \cdot F_{rz} \quad (4)$$

## 3. MATERYAL VE METOD

Alın frezeleme deneylerinde, Ç 1020 ve Ç 1040 sade karbonlu çelik malzemeler kullanılmıştır. Kesici takım olarak, Böhler SB40, SBF, TPKN 16 03 PPR sert maden uçlar

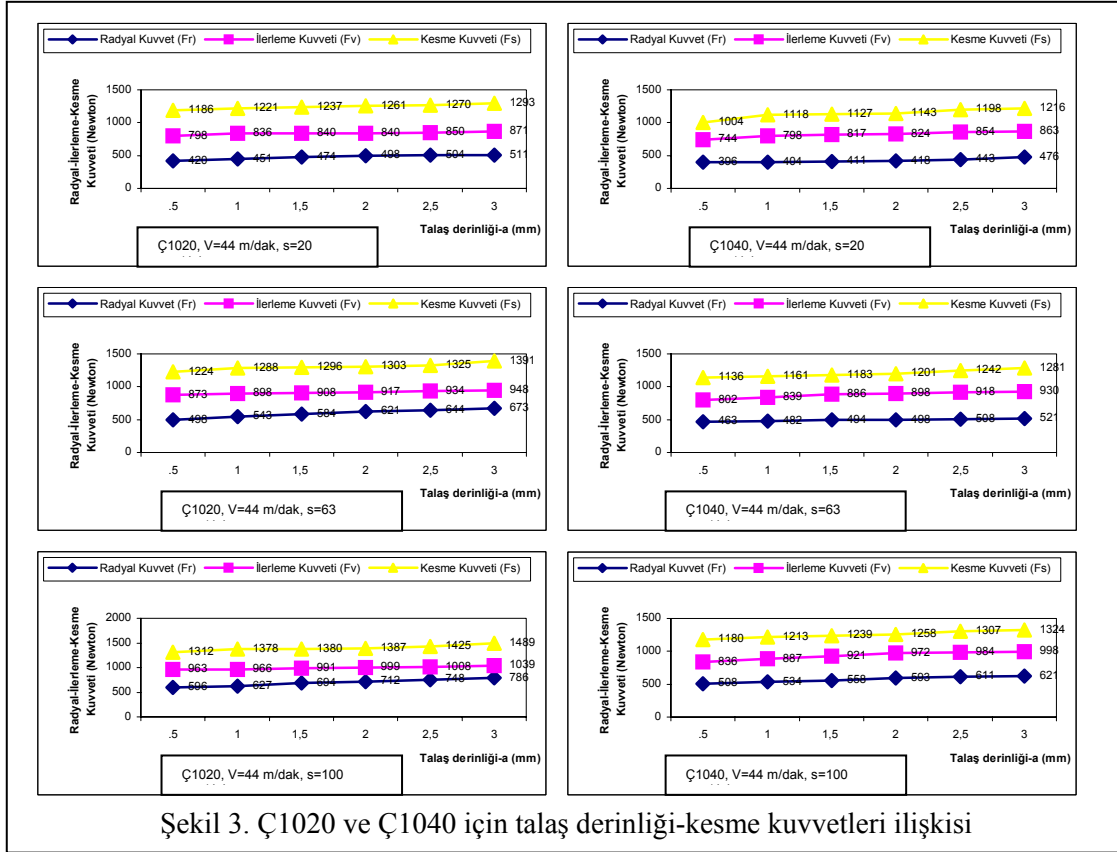
kullanılmıştır. Toplam 300 adet deney sonucu Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te sunulmuştur. Deney şartları ISO 3685 ve TSE 10329'a göre hazırlanmıştır.

#### 4. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Ç 1020 ve Ç 1040 malzeme kullanılarak yapılan deney sonuçları grafiklerle ifade edilerek literatür ile mukayese edilmiştir (Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4).

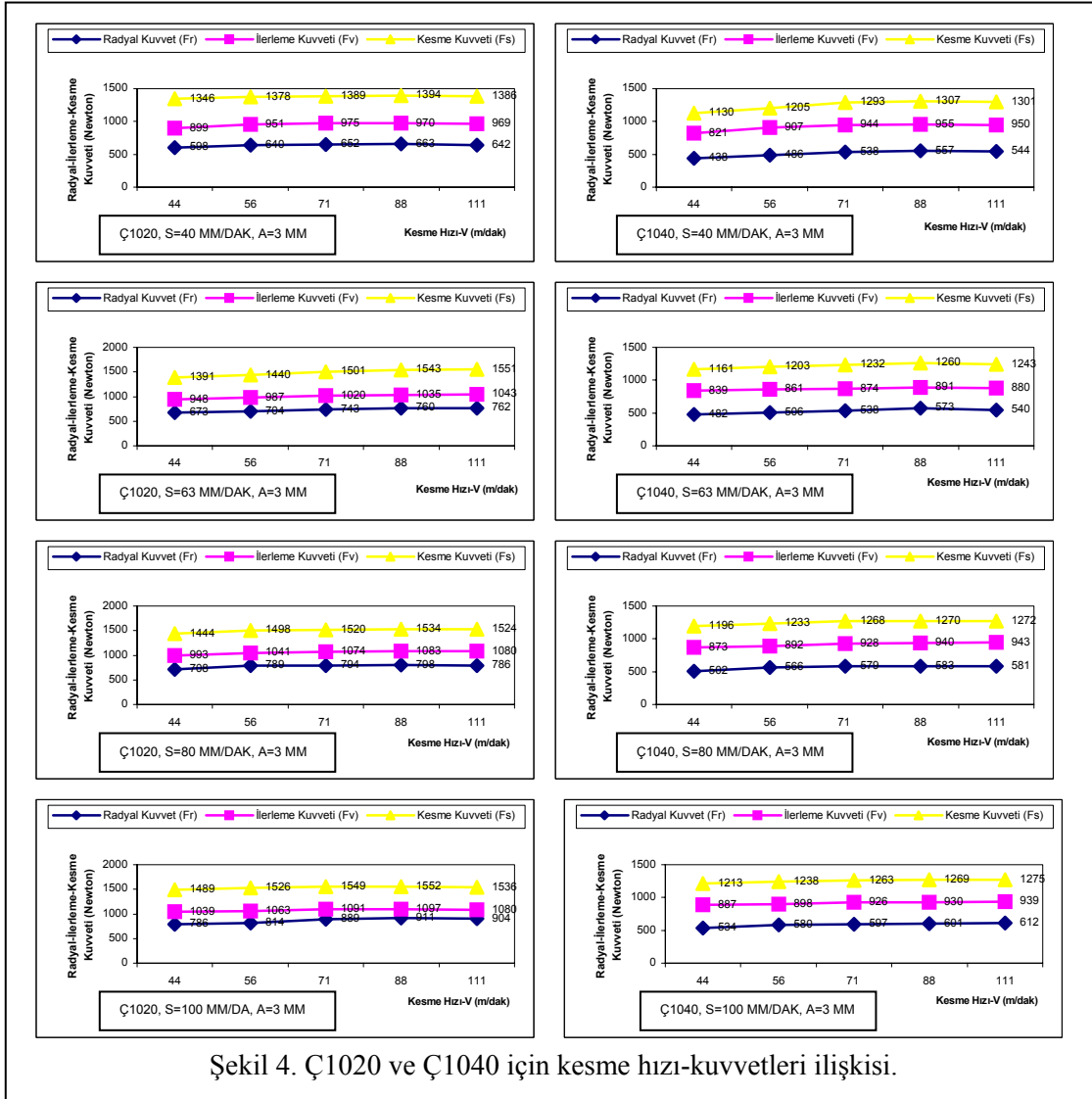
İlerleme ve talaş derinliği tarafından oluşturulan talaş kesit alanı, kesme kuvvetlerini belirleyen en önemli faktördür. Şekil 2 ve Şekil 3'den de anlaşılacağı gibi, talaş derinliği ve ilerleme değeri arttıkça kesme kuvvetleri de artmaktadır. Bunun sebebi olarak, ilerleme ve talaş derinliğine bağlı talaş kesitindeki artış

olması sebebiyle kesme düzlemi boyunca oluşan yoğun plastik deformasyon etkisi ve süneklikleri arasında aşırı farklılık bulunan ferrit-perlit fazları ara yüzeylerinde mikro çatlak oluşma eğiliminin daha fazla olması ile açıklanabilir (8,9). Bu bölgede oluşan mikro çatlaklar daha kolay talaş kaldırmayı sağladığından kesme kuvvetlerinde de azalma görülmektedir. Yumuşak ferrit fazından dolayı takım-talaş arasındaki temas uzunluğu çok fazladır. Bu bölgede artan temas uzunluğu kesme düzlemi açısını düşürürken, kayma gerilmesini artırmaktadır. Ayrıca uzun temas uzunluğu takım-talaş yüzeyindeki sürtünme kuvvetini artırarak kesme kuvvetlerinin artışına sebep olmaktadır. Çelik malzemelerde karbon oranı arttıkça artan sert ikincil faz sebebiyle malzemenin akma mukavemetinde artış olmasına rağmen, kesme kuvvetlerinde azalma görülmektedir (Şekil 2 ve



gösterilebilir. Ç 1020 malzemesinde Ç 1040'a göre daha büyük kesme kuvvetlerinin ölçüldüğü görülmektedir. Bunun sebebi ise Ç 1040 çelikteki perlit miktarının Ç 1020 çeliğe göre, daha fazla

Şekil 3). Çünkü, takım-talaş temas uzunluğunun kısılması ve kesme düzlemi açısının artması, kesme kuvvetlerini azaltmaktadır.



Şekil 4'de verilen grafiklerden de anlaşılacağı gibi, kesme hızlarındaki artış ile kesme kuvvetleri de artmaktadır. Çünkü, sünek malzemelerin, düşük ve orta kesme hızlarında işlenmesi sırasında talaş yığılması [Built up edge (BUE)] eğilimi oldukça yüksektir. Bu sonuç literatür ile aynı doğrultudadır (8,9). BUE eğilimini engellemenin en kolay yolu, kesme hızını makul oranlarda artırarak kesici takım ile talaş arasında bir akma bölgesi (flow zone) oluşturmaktır. Ayrıca, kesme hızındaki artışla beraber BUE oluşma eğiliminde bir azalma olurken, dengesiz bir BUE yapısı oluşmaktadır. Dengesiz BUE parçacıkları uzaklaşırken beraberinde bir miktar takım malzemesini de uzaklaştırmaktadır. Artan kesme hızları ile birlikte BUE oluşma eğilimi ortadan kalkmaktadır.

Ç 1020 ve Ç 1040 malzemelerde, kesme hızının azalması ile kesme kuvvetlerinin de azalmasının nedeni düşük kesme hızlarındaki yüksek BUE oluşma eğilimine ve bunun sonucu olarak kesici uç ve işlenen malzeme arasındaki temas uzunluğunun azalmasına atfedilebilir. BUE oluşma eğilimi Ç 1020 malzemede daha fazla gözlenmektedir. Çünkü BUE, sınırlandırılmış temas uzunluğuna sahip bir takım gibi davranmakta ve etkin bir şekilde, takım ve talaş ara yüzeyindeki teması azalmaktadır. 44 m/dak'lık kesme hızlarında, kesme kuvvetlerinin 111 m/dak'lık kesme hızına göre daha düşük çıkması 44 m/dak'lık kesme hızlarındaki yüksek BUE oluşma eğilimi ile açıklanabilir.

**KAYNAKLAR**

1. Montgomery, D. ve Altıntaş, Y., 1991, Mechanism of cutting force and surface generation in dynamic milling, Journal of Engineering for Industry, Vol.113.
2. Ippolito, Micheletti and Vilenchich, 1992, Experimental analysis of the correlation between cutting forces variation with time and cutting data, Politecnico di Torino, Istituto di Tecnologia Meccanica, Torino, Italy.
3. Liang, S.Y. and Perry, S.A., 1994, In-process compensation for milling cutter runout via chip load manipulation, Journal of Engineering for Industry, Vol.116.
4. Bayoumi, A.E., Yücesan, G. And Kendall, L.A., 1994, An analytic mechanistic cutting force model for milling operations: A theory and methodology, Journal of Engineering for Industry, Vol.116.
5. Bayoumi, A.E., Yücesan, G. and Kendall, L.A., 1994, An analytic mechanistic cutting force model for milling operations: A case study of helical milling operations, Journal of Engineering for Industry, Vol.116.
6. Akkurt, M., 1992, Talaş kaldırma yöntemleri ve takım tezgahları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
7. Akkurt, M., Mestçi, H. ve Sevinç, A., 1993, Talaş kaldırma olayında takım aşınması, takım ömrü ve kesme hızı faktörlerinin incelenmesi, 6.Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu, Trabzon.
8. Güral, A., Korkut, İ., Erdoğan, M. ve Şeker, U., 1998, Çift fazlı çeliklerde martensit hacim oranı ve morfolojinin işlenebilirlik parametrelerinden yüzey kalitesi üzerindeki etkilerinin deneysel olarak incelenmesi, 8.Uluslar Arası Makine Tasarımı Ve İmalat Kongresi, ODTÜ, Ankara-Türkiye.
9. Mehmet ERDOĞAN, Ahmet GÜRDAL, İhsan KORKUT, Ulvi ŞEKER, 1999, Çift fazlı çeliklerde martensit hacim oranı ve morfolojinin işlenebilirlik parametrelerinden kesme kuvvetleri üzerine etkisi, G.Ü., Teknik Eğitim Fakültesi, Politeknik Dergisi, Cilt 2, Sayı 1, Sayfa 11-24, Mart 1999.
10. Özfiliz, C., 1988, Strain gage tipi freze tezgahı dinamometresinin tasarımı, Y. Lisans Tezi, Selçuk Ü., Fen Bil. Enstitüsü, Konya.
11. Trent, E.M., 1983, Metal cutting, Second edition, Department of Metallurgy and Materials, University of Birmingham.



