

HSS Torna Kalemindeki Talaş Açısının Kesme Kuvvetlerine Etkisi

Abdullah DURAN, Adem ACIR
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü,
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, torna kalemlerindeki talaş açısı ve talaş derinliğinin kesme kuvvetlerine etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deneylerde 3°, 7° ve 12°'lik farklı talaş açılarında bilenmiş HSS torna kalemleri ile AISI 1040 çelik malzeme kullanılmıştır. Kesme işlemleri için; 40m/min kesme hızı (Vc), 0.2 mm/dev ilerleme (s) ile talaş derinliği her talaş açısına bağlı olarak 1mm, 1.5mm ve 2mm alınmıştır. Kesme işlemi sonucunda oluşan kuvvetler; F_c (esas kesme kuvveti), F_f (ilerleme kuvveti) ve F_p (radyal kuvvet) piezoelektrik KISTLER 9257B üç bileşenli dinamometre yardımıyla ölçülmüştür. Deney sınırları içerisinde en küçük esas kesme kuvveti olan 486.6 N değeri 12°'lik talaş açısı ve 1mm talaş derinliğinde, en yüksek esas kesme kuvveti olan 1042.98 N değeri ise 3°'lik talaş açısı ve 2mm talaş derinliğinde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : İşlenebilirlik, Talaş Açısı, Kesme Kuvveti

The Effect of Rake Angle on Cutting Forces in HSS Lathe Cutting Tool

ABSTRACT

In this study, the effects of rake angle of the lathe cutting tool on the cutting and feed force were experimentally investigated. In cutting experiment, HSS cutting tools grinded in three different rake angles (e.g. 3°, 7° and 12°) and AISI 1040 steel materials were used. For each cutting process, cutting velocity and feed were set to 40 m/min and 0.2 mm/cycle, respectively. Meanwhile, the depths of cut were taken as 1 mm, 1.5 mm and 2 mm depending on each rake angles. In experiments, the tangential (F_c), feed (F_f) and radial (F_p) forces were measured by using a Kistler 9257B type three component piezoelectric dynamometer. It is obtained that in the limits of the experiment the lowest main cutting force of 486.6 N was at a rake angle of 12° and a depth of cut 1 mm while the highest main cutting force of 1042 N was at an angle of 3° and a depth of cut 2 mm.

Key Words : Machining, Rake Angle, Cutting Force

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiye bağlı olarak imalat sanayinde de hızlı bir gelişme gözlenmektedir. Bu gelişmeler üretim maliyeti ve kaliteli üretimi ön plana çıkarmıştır. Talaş kaldırma işlemlerinde parça üretim maliyetinin belirlenebilmesi için; kesme hızı, ilerleme, talaş derinliği ve talaş açısı gibi faktörlerin kesme kuvveti üzerine etkisinin bilinmesi gerekir. Ayrıca, bunlara bağlı olarak talaş kaldırma işlemleri sonucu meydana gelen kesme kuvvetlerinin kesici takım üzerinde yarattığı gerilmelerinde incelenmesi gerekmektedir. Üretimin kalitesinin artırabilmesi, tezgahların uzun ömürlü olabilmesi ve tezgah hassasiyetini uzun süre koruyabilmesi için tezgahı etkileyen yük, kuvvet ve zorlanmaların etkisiyle meydana gelen gerilmeler iyi analiz edilmelidir (1-5).

Yapılan bu çalışmada, universal torna tezgahında talaş kaldırma esnasında talaş açısının ve talaş derinliğinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi incelenerek, deneysel ölçümlerle elde edilen esas kesme kuvveti ve ilerleme kuvveti'nin talaş açısı ve talaş derinliğine bağlı olarak nasıl değiştiği araştırılmıştır.

2. TALAŞ AÇISININ KESME KUVVETİNE ETKİSİ

Talaş kaldırma işlemlerinde, kesme kuvvetlerine birden çok parametreler etki etmektedir. Kesici takım üzerine etki eden kesme kuvvetleri, talaş kaldırmanın önemli bir safhasını oluşturur. Kesme kuvvetleri; takım tezgahlarının titreşimsiz ve rijit olması ile birlikte talaş derinliği, talaş açısı, kesme hızı, ilerleme, iş parçasının malzemesi vb. faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Takım tasarımının optimizasyon işleminin yapılabilmesi için de kesme kuvvetlerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Kesme kuvvetlerine etki eden talaş açısı takım tasarımının optimize edilmesinde büyük önem taşımaktadır.

Kesici takımlar; pozitif, sıfır ya da negatif talaş açılı (γ) olarak düzenlenir. HSS torna kalemleri ile verimli talaş kaldırabilmek için en ideal olan tasarım pozitif talaş açılı kesici takımlardır. Bu durum takım talaş ara yüzeyinde meydana gelecek sürtünmeyi azaltır. Pozitif talaş açısının artmasıyla birlikte birinci deformasyon bölgesinde meydana gelen kesme açısı da Şekil.1'de gösterildiği gibi artmakta ve böylece kesme

kuvvetleri azalmaktadır. Bu durum talaşın takım-talaş ara yüzeyi boyunca serbestçe akmasını sağlar ve talaş takım ara yüzeyindeki temas uzunluğu azalır. Negatif talaş açılı kesici takımlarda ise aynı kesme koşulları için pozitif takımlardan daha yüksek kuvvet meydana gelmektedir. Çünkü negatif talaş açılı takımlarda kesme açısı azalmakta ve böylece takım talaş ara yüzeyindeki sürtünme artmaktadır. Talaş kesme açısının azalması daha kalın bir talaşın, kesici ucun talaş yüzeyi üzerinde akmasına neden olmaktadır (5, 9, 10). Bunun sonucunda da iş parçasında yapısal değişiklik ve deformasyon sertleşmesi görülmektedir. Deformasyon sertleşmesi kesme kuvvetini artırır. Deformasyon miktarı takımdaki talaş açısının büyüklüğüne bağlıdır. Kesme açısı küçük ise kesme kuvveti büyüktür. Talaş açısına bağlı olarak değişen, kesme açısının büyüklüğü ve kesme düzleminin alanı talaş kaldırma işleminin performansını da etkilemektedir (5, 11).

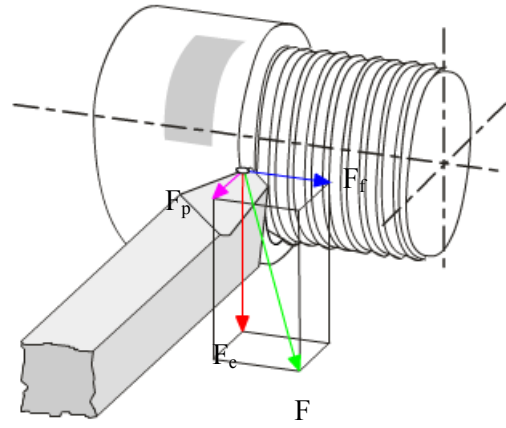


Şekil.1 Talaş kaldırma geometrisi

Tornalama esnasında meydana gelen kuvvetler Şekil 2'de gösterilmiştir. Burada; F_c esas kesme kuvvetini, F_f ilerleme kuvvetini ve F_p 'de radyal kuvveti ifade etmektedir. F_p kuvvetinin değeri dik kesme işleminde düşük olarak görüldüğünden normal tornalama işlemlerinde ihmal edilebilmektedir (4).

3. MATERYAL METOT

Deney malzemesi olarak seçilen AISI 1040 çelik malzemenin spektrum analizi KOSGEB'te yaptırılarak kimyasal bileşimi Çizelge 1'de verilmiştir.

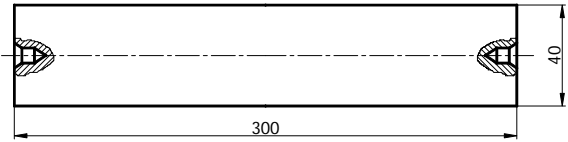


Şekil.2 Tornalama işlemi sırasında oluşan kesme kuvvetleri

Çizelge 1. Deney numunelerinin kimyasal özellikleri

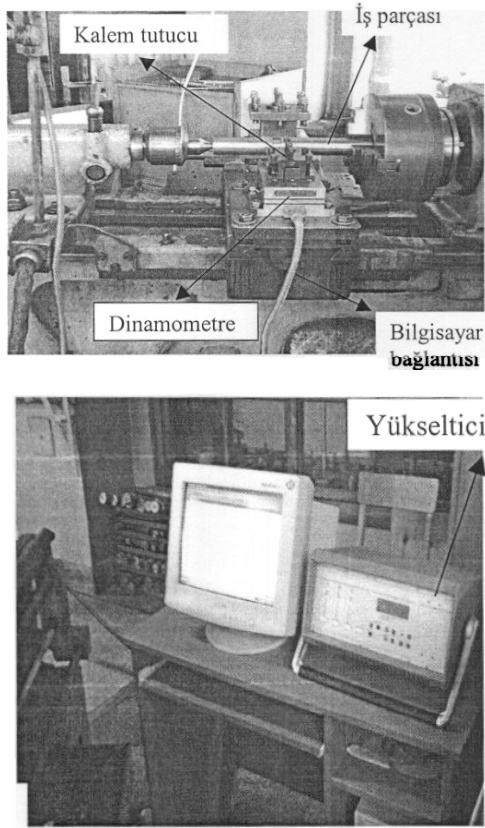
% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Al
0,329	0,220	0,693	0,00913	0,0710	0,0186
%Cr	%Mo	%Cu	%Co	%Ni	%Fe
0,0367	0,0263	0,205	0,0235	0,0121	98,07

Bu malzemenin yüzeyindeki haddeleme ve/veya korozyondan meydana gelen yapısal dengesizliğin giderilebilmesi için parça üzerinden 2mm'lik talaş kaldırılarak Şekil.3'de gösterildiği gibi çapı Ø40mm ve boyu da 300mm olacak şekilde iki punta arasında universal torna tezgahında işlenerek hazırlanmıştır.



Şekil.3 AISI 1040 deney numunesi

Deneylerde kullanılan torna kalemleri; talaş açılı; +3°, +7° ve +12° olacak şekilde alet bileme tezgahında bilenerik hazırlanmıştır. İlerleme 0.2mm/ dev, kesme hızı 40m/min ve talaş derinlikleri de 1mm, 1.5mm ve 2mm olarak alınmıştır. Deney esnasında, numuneler üzerinden en az 10 sn talaş kaldırmak suretiyle elde edilen veriler Şekil.4'deki bilgisayar ortamına kayıt edilmiştir. Deneylerin tümünde aynı şartları oluşturabilmek için, her deneyde yeni ve farklı talaş açılına sahip HSS torna kalemi kullanılmıştır.

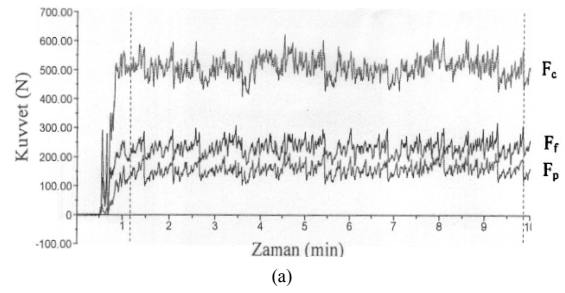


Şekil.4 Deneysel düzeneğin tezgah üzerindeki konumu

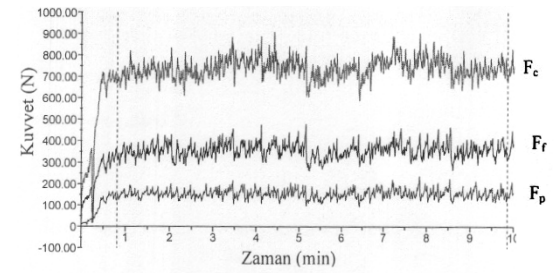
Deneysel çalışmalarda üç eksenli kesme kuvvetlerini (F_c , F_f , F_p) ölçebilen piezoelektrik esaslı KISTLER 9257B tipi dinamometre kullanılmıştır. Talaş kaldırma işlemi süresince zamana bağlı olarak elde edilen kesme kuvvetleri bilgisayar ortamına Şekil 3’de görüldüğü gibi aktarılmış ve bu verilerin ortalama değerleri alınmıştır.

4. SONUÇLAR

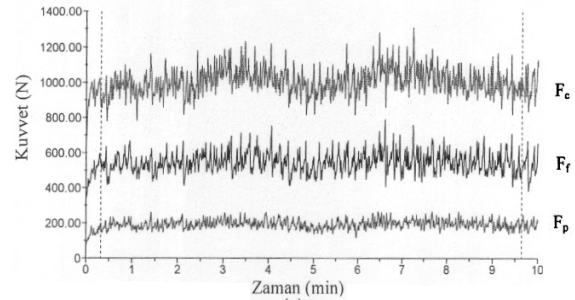
Bu çalışmada; kesici takım geometrisine bağlı olarak kesme kuvvetlerindeki değişimi görebilmek amacıyla; (40 m/min) kesme hızı, (0,20 mm/dev) ilerleme ve her talaş açılı ($+3^\circ$, $+7^\circ$ ve $+12^\circ$) torna kalem için üç farklı talaş derinliği (1mm, 1.5mm ve 2mm), verilmek suretiyle talaş kaldırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Negatif talaş açılı kesici takımlara göre, pozitif talaş açılı kesici takımların kesme kuvvetleri ve verimli talaş kaldırma işlemi üzerindeki olumlu etkisinden dolayı farklı pozitif talaş açılarında HSS torna kalemleri kullanılarak hem talaş derinliğine hem de talaş açısına göre kesme için optimum analizi yapılmıştır.



(a)



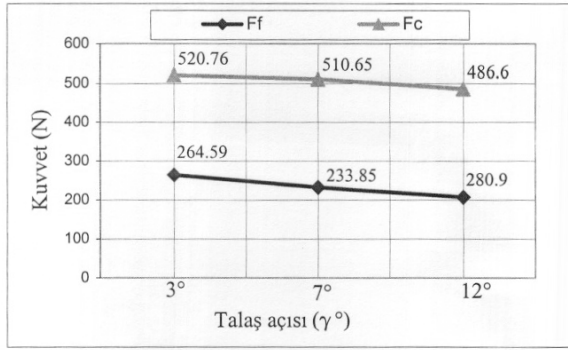
(b)



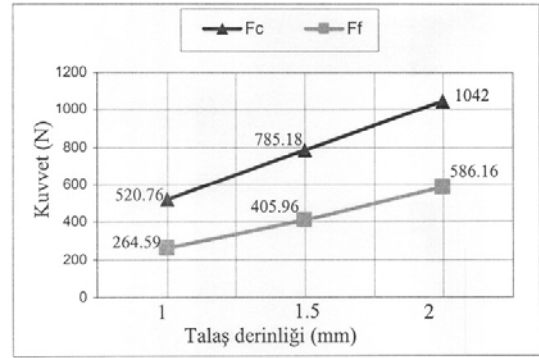
(c)

Şekil.5 7° lik talaş açısı ve farklı talaş derinliklerinde (a=1mm, b=1.5mm ve c=2mm) ölçülen esas kesme kuvveti (F_c) ve ilerleme kuvveti (F_f) grafikleri

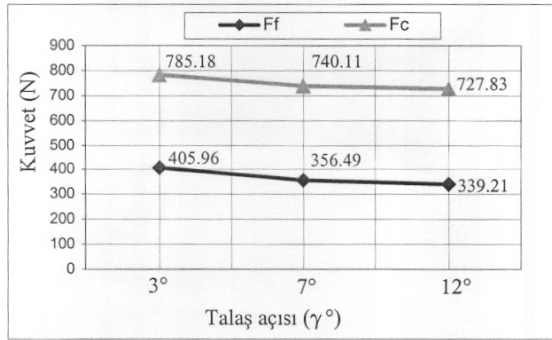
Şekil.6’deki grafiklerde de görüldüğü gibi sabit kesme hızında ve ilerlemede, talaş açısının pozitif yönde artırılmasıyla esas kesme kuvveti (F_c) ve ilerleme kuvveti (F_f)’de bir azalma görülmektedir. Talaş açısı 3° ’den 12° ’ye çıkarıldığında 1mm talaş derinliği için esas kesme kuvveti 520.76 N’den 486.6 N’a azalmış ve azalma %7 olmuştur. Aynı şartlarda; ilerleme kuvveti 264.59 N’den 208.9 N’a azalarak azalma % 21 olmuştur. Buna bağlı olarak talaşın takım-talaş temas yüzeyi boyunca serbestçe akmasının temas yüzeyinin azalmasına bağlı olduğu da ifade edilebilir. Yapılan deneysel çalışma sonunda talaş açısının artışına bağlı olarak elde edilen F_c ve F_f kuvvetlerinin değerleri ile literatürde belirtilen değerlerin paralellik arz ettiği de görülmüştür (3,5,8-11).



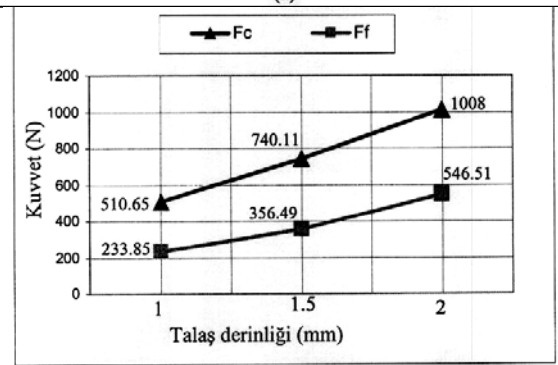
(a)



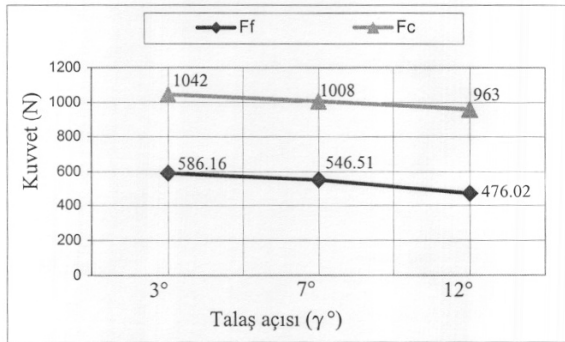
(a)



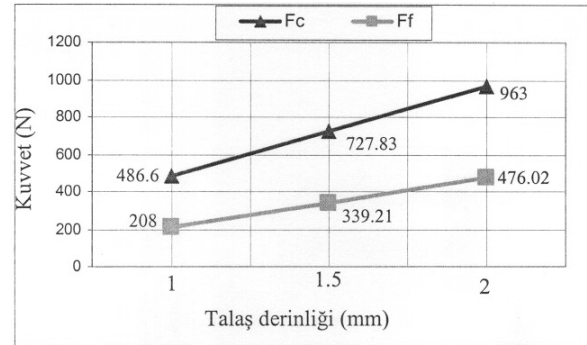
(b)



(b)



(c)



(c)

Şekil.6 Esas kesme kuvveti (F_c) ve ilerleme kuvveti F_f 'nin talaş açısı (γ)'na bağlı olarak değişimi

Farklı talaş derinliklerine göre, esas kesme kuvveti (F_c) ve ilerleme kuvveti (F_f)'nin değişimi değerlendirilecek olursa; Şekil.7'de görüleceği gibi, talaş derinliğinin artmasına bağlı olarak kesme kuvvetleri de artmaktadır. 3° talaş açısındaki kalemle tornalama yapıldığında esas kesme kuvveti 1mm talaş derinliği için 520.76 N iken 2mm talaş derinliğine çıkarıldığında 1042.98 N olmuş ve %100 artmıştır. Aynı şartlarda; ilerleme kuvveti ise 1mm talaş derinliği için 264.59 N iken 2mm talaş derinliğine çıkarıldığında 586.16 N olmuş ve %121 artmıştır.

Şekil.7 Farklı talaş derinliklerinde esas kesme kuvveti (F_c) ve ilerleme kuvveti (F_f)'nin talaş açısına [a) 3°, b) 7° ve c) 12°] bağlı olarak değişimi

Sabit talaş açısında, talaş derinliği arttıkça esas kesme kuvveti ve ilerleme kuvvetinin arttığı gözlenmiştir. Bunun tersine ise sabit talaş derinliğinde talaş açısı arttıkça kesme kuvveti azalmaktadır. Ayrıca, F_f/F_c oranının talaş derinliğine bağlı olarak arttığı da gözlenmiştir.

Talaş derinliğine bağlı olarak en yüksek F_f/F_c oranı artışı 2mm talaş derinliğinde meydana gelmektedir. Talaş derinliğine bağlı olarak ilerleme kuvveti (F_f) ile esas kesme kuvveti (F_c)'nin yaklaşık %50-55 arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 2'de belirtildiği gibi talaş kaldırma işlemlerinde 1mm, 1.5mm ve 2mm'lik talaş derinliklerinin hepsinde de esas kesme kuvveti (F_c) ve ilerleme kuvveti (F_f)'deki en büyük artış 3° 'lik talaş açısına sahip kesicide meydana gelmektedir. Burada, talaş derinliğinin artışıyla elde edilen esas kesme ve ilerleme kuvvetindeki yükselme, talaş açısıyla ters orantılıdır. Yani talaş derinliği arttıkça esas kesme ve ilerleme kuvveti artmakta, kesici takım talaş açısı arttıkça esas kesme ve ilerleme kuvveti azalmaktadır.

Çizelge 2. İlerleme ve esas kesme kuvveti oranları (F_f/F_c)

Talaş açısı (γ°)	F_f/F_c kuvvet oranları		
	Talaş derinliği (mm)		
	1	1.5	2
3°	%51	%52	%56
7°	%46	%48	%54
12°	%43	%47	%49

Literatürlerde, (F_f) ilerleme kuvveti ile (F_c) esas kesme kuvvetinin yaklaşık %55'e kadar çıkabildiği belirtilmiştir (3-7). Yapılan bu deneysel çalışmada elde edilen F_f/F_c oranı yaklaşık olarak literatürde belirtilen değerle örtüşmektedir.

Deneysel elde edilen sonuçlar özetlenecek olursa;

- Pozitif talaş açısı arttıkça esas kesme kuvveti ve ilerleme kesme kuvvetinin azaldığı,
- Talaş derinliği arttıkça esas kesme kuvveti ve ilerleme kuvvetinin arttığı,
- Talaş açısı arttıkça ilerleme kuvvetinin esas kesme kuvvetine oranının azaldığı,
- Talaş derinliği arttıkça ilerleme kuvvetinin esas kesme kuvvetine oranının arttığı söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğünce 07/2003-46 Nolu proje kapsamında bu çalışmaya

verilen destekten dolayı Gazi Üniversitesi Rektörlüğü'ne teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

1. Duran A., Kesmede Kesme Kenar Ayar Açısının Kesmeye Olan Etkisinin Sonlu Elemanlarla Analizi G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara, 1998.
2. Korkut, İ., Dönertaş, M.A., "Kesme Parametrelerinin Frezelemede Oluşan Kesme Kuvvetleri Üzerindeki Etkileri" Politeknik Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 1, s. 385-389, 2003.
3. Günay M., "Talaş Kaldırma İşlemlerinde Kesici Takım Talaş Açısının Kesme Kuvvetlerine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
4. Şeker, U., "Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı", G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları, Ankara, 2000.
5. Altıntaş, Y., Mechanics of Metal Cutting, Manufacturing Automation, Cambridge University Press, USA, 2000.
6. Çakır C.M., Modern Talaşlı İmalatın Esasları, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 1999.
7. Modern Metal Cutting, A Practical Handbook, Sandvik Coroman, Sweden, 1994.
8. Huaizhong, L., Simech Technical Report (AT/02/010/MECH) "Study Of Cutting Force Variation in On-Line Tool Condition Monitoring of End Milling Inconel 718 With Coated Carbide Inserts" Singapore Institute of Manufacturing Technology, 2002.
9. Lo, S.P., "An Analysis of Cutting Under Different Rake Angles Using The Finite Element Method" "Journal of Materials Processing Technology vol. 105, pp. 143-151, 2000.
10. Shih, A.J., "Finite Element Analysis of the Rake Angle Effects in Orthogonal Metal Machining", International Journal of Mechanical Sciences Vol. 38, pp. 1-17, 1996..
11. Shaw, M. C., "Mechanics of Orthogonal Cutting", Metal Cutting Principles, Oxford University Press, London, 1984.