



**CNC TORNA TEZGAHI İÇİN HASSAS
AÇISAL KONUM AYARLI VİDA AÇMA
TAKIMI TASARIM, İMALAT VE BAŞARIM
TESTLERİ**

Cihan ASLAN

**2021
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SUR**

**CNC TORNA TEZGAHI İÇİN HASSAS AÇISAL KONUM AYARLI VİDA
AÇMA TAKIMI TASARIM, İMALAT VE BAŞARIM TESTLERİ**

Cihan ASLAN

**Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SUR**

**KARABÜK
Nisan 2021**

Cihan ASLAN tarafından hazırlanan “CNC TORNA TEZGAHI İÇİN HASSAS AÇISAL KONUM AYARLI VİDA AÇMA TAKIMI TASARIM, İMALAT VE BAŞARIM TESTLERİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SUR

.....

Tez Danışmanı, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 29/04/2021

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Hakan Gürün (GÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SUR (KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Abdullah UĞUR (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Cihan ASLAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

CNC TORNA TEZGAHI İÇİN HASSAS AÇISAL KONUM AYARLI VİDA AÇMA TAKIMI TASARIM, İMALAT VE BAŞARIM TESTLERİ

Cihan ASLAN

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SUR

Nisan 2021, 86 sayfa

Çalışma konusu CNC torna tezgahlarında kullanılmak üzere hassas açısal konumu ayarlı bir vida açma takımının tasarlanması, imalatı ve başarımlarının gerçekleştirilmesidir. Başarımlar testi kapsamında standart altlıkla eğim açısı ayarlı takım (Takım A) ile geliştirilen takımın (Takım B), AISI 1050 malzeme üzerinde vida açma performansları kıyaslanmıştır. Bu testler kapsamında her iki takım için adım (2 mm), besleme açısı (29° ve 30°), her pasonun kesim alanı, kesme hızları (100, 125, 150, 175 m/dak) aynı olup kuru işleme şartlarında vida açma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Takım performanslarının karşılaştırılmasında vida açma sürecinde oluşan kesme kuvvetleri kullanılmıştır. Deneyler esnasında piezoelektrikle kuvvet ölçen dinamometre (Kistler 9257B) ile eş zamanlı vida açma kuvvet bileşenleri (Fx, Fy, Fz) ölçülmüştür. Bu kuvvet bileşenleri her bir kesme pasosunun başlangıcından bitimine kadar oluşan kuvvet büyüklüğünün ortalama değeri olarak dynoware yazılımında belirlenmiştir. Tespit edilen kuvvet değerleri grafiklere

dönüştürülerek, değişken parametreler olan besleme açısı, kesme hızı ve takım tipinin etkilerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Deney sonuçları, vida açma deneylerinde kuvvet oluşumunun en büyük değerden en küçüğe doğru; F_z (F_c), F_y (F_r) ve F_x (F_f) şeklinde sıralandığını göstermiştir. Vida açma işleminde ilk pasodan en son pasoya ortalama esas kesme kuvveti ve bileşke kesme kuvveti dikkate alınarak kesici takımların performansları kıyaslandığında, Takım-B, Takım-A'ya kıyasla daha düşük kuvvetle vida açma işlemini gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. En düşük bileşke kuvvetin oluştuğu deney şartı Takım-B kullanılarak 29° besleme açısında 175 m/dak kesme hızında 443 N olarak ölçülmüştür.

Anahtar Sözcükler : Vida açma, Besleme Açısı, Kesme kuvveti, Tornalama

Bilim Kodu : 91438

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

PRECISION ANGULAR POSITION ADJUSTED THREADING TOOL, DESIGN, MANUFACTURING AND PERFORMANCE TESTS FOR CNC LATHE

Cihan ASLAN

Karabük University

Institute of Graduate Programs

Department of Mechanical Engineering

Thesis Advisor:

Assoc. Prof. Dr. Gökhan SUR

April 2021, 86 pages

The subject of work is the design of a screw cutting tool with precise angular position adjustment, manufacturing and performing performance tests for use on CNC lathes. Within the scope of the performance tests, the screwing performances of the tool (Tool B) developed with the tool (Tool A) with an inclination angle adjustment with the standard substrate were compared on AISI 1050 material. In these tests, pitch for both sets (2 mm), feed angle (29° and 30°), the cutting area of each pass, cutting speeds (100, 125, 150, 175 m/min) for each, threading experiments were carried out under dry machining conditions. Cutting forces which formed in the process of screwing, were used to compare tool performances. During the experiments, the threading force components (F_x , F_y , F_z) were measured simultaneously with the dynamometer (Kistler 9257B), which measures the force of the piezoelectric. By using Dynoware software, the magnitudes of each cutting pass were determined by using average values from the beginning to the end. By

converting the detected force values into graphics, it was used to determine the effects of the variable parameters of pass direction, cutting speed and tool type. Experiment results showed that it was listed as force generation from the largest value to the smallest; F_z (F_c), F_y (F_R) and F_x (F_f) in threading experiments. In the screw opening process from first to last pass, taking into account the average fundamental cutting force and resultant cutting force comparing the performance of cutting tools, it has been determined that Tool-B performs the screwing process with a lower force compared to Tool-A. The test condition in which the lowest resultant force occurred was measured as 443 N at a cutting speed of 175 m/min at 29° feed angle using Tool-B.

Keywords: Threading, Feed Angle, Cutting Force, Turning

Science Code: 91438

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SUR'a en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım. Bu çalıőmaya verdikleri destekten dolayı Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakóltesi İmalat Mühendisliği öğretim üyeleri ve çalıőanlarına teşekkür ve őükranlarımı sunarım. Üzerimde emeği bulunan tüm öğretimlerimi temsilen, ilk öğretimim Nurettin YAKUT'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük emeği olan sevgili annem ve babama tez çalıőmam boyunca desteklerini esirgemedikleri için sonsuz sevgi ve őükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	4
TALAŞLI İMALATLA VİDA AÇMA İŞLEMİ VE TERMİNOLOJİSİ.....	4
2.1. VIDALAR İÇİN KULLANILAN TEKNİK KAVRAMLAR	4
2.2. VİDA ÇEŞİTLERİ.....	8
2.2.1. Diş Biçimlerine Göre Vidalar.....	8
2.2.2. Ölçü Sistemlerine Göre Vıda Çeşitleri	9
2.2.2.1. Metrik Vidalar.....	9
2.2.2.2. Whitworth (Parmak) Vidalar	10
2.2.3. Vıda Açarken Dikkat Edilecek Hususlar	10
2.3. VİDA KESME AÇILARI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	11
2.3.1. Radyal Boşluk Açısı	12
2.3.2. Serbest Yüzey Boşluk Açısı	13
2.3.3. Eğim Açısı	13
2.4. VİDA İŞLEMEDE KULLANILAN KESİCİ UÇ FORMLARI	15
2.5. KESİCİ UÇ KALİTE VE KESME FORMU SEÇİMİ	15
2.5.1. Kesici Uç Formunun Belirlenmesi	16

Sayfa

2.5.2 Vida Profiline Uygun Kesici Uç Seçimi.....	17
2.6. VİDA İŞLEMEDE KESME DERİNLİĞİNİN VERİLME YÖNTEMLERİ.	17
2.6.1. Kesme Derinliğini Radyal Doğrultulu Hatta Vererek Vida İşleme.....	18
2.6.2. Vida Yan Kenar Eğiminde Kesme Derinliği Vererek Vida İşleme.....	19
2.6.2.1. Kesme Derinliklerini Vida Profili Sağ Yan Kenarına Teğet Hatta Verme	20
2.6.2.2. Kesme Derinliklerini Vida Profili Sol Yan Kenarına Teğet Hatta Verme	20
2.6.2.3. Kesme Derinliklerinin Vida Profili Sağ Yan Kenarına, 1~5° İlave Açı Yapan Hatta Verilmesi.....	21
2.6.2.4. Kesme Derinliklerinin Vida Profili Sol Yan Kenarına, 1~5° İlave Açı Yapan Hatta Verilmesi	22
2.6.3. Değişken (Zikzak) Kademeli Kesme Derinliği Vererek Vida İşleme	23
2.7. VİDA AÇMADA HER PASODA KESME DERİNLİĞİ	23
2.7.1. Eşit Kesme Derinlikli Kaba Pasolarla İşleme.....	24
2.7.2. Eşit Kesme Yüzeyi Alanlı Pasolarla İşleme	25
2.7.3. Bitirme İşleme Ve Tekrar Pasosu	25
BÖLÜM 3	27
LİTERATÜR TARAMASI.....	27
3.1. GİRİŞ.....	27
3.2. LİTERATÜRÜN GENEL DEĞERLENDİRMESİ	30
BÖLÜM 4	32
MATERYAL VE METOT	32
4.1. DENEY MALZEMESİ	32
4.2. İŞLEME TEZGAHI VE ÖZELLİKLERİ	34
4.3. KESME KUVVETİ ÖLÇÜM CİHAZI VE DENEY DÜZENEGİ.....	34
4.4. KESİCİ TAKIMLAR	36
4.4.1. Tasarım Doğrulama	38
4.4.2. Eğim Açısının Ayarlanması.....	40
4.5. KESİCİ UÇ VE ÖZELLİKLERİ	42

	<u>Sayfa</u>
4.6. VİDA FORMU VE ÖZELLİKLERİ.....	43
4.7. VİDA AÇMA TEKNİĞİ.....	44
4.8. DENEY ŞABLONU.....	52
4.9. KESME KUVVETİ DENEY VERİLERİNİN BELİRLENMESİ	52
BÖLÜM 5	54
DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	54
5.1. HER BİR KESME PASOSUNDA KESİT ALANI VE TEMAS UZUNLUĞUNUN TESPİTİ.....	54
5.2. KUVVET ÖLÇÜM SONUÇLARI	56
5.2.1 Her Bir Kesme Pasosunda Kesme Kuvveti Bileşenleri.....	58
5.2.2. Ortalama Esas Kesme Kuvveti	76
5.2.3 Ortalama Bileşke Kuvvet.....	77
5.3. TALAŞ FORMLARI İLE İLGİLİ BULGULAR.....	79
BÖLÜM 6	82
SONUÇ VE ÖNERİLER	82
6.1. SONUÇLAR	82
6.2. ÖNERİLER	83
KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	86

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Vida formu ile ilgili terimler.....	4
Şekil 2.2. Vida kesiti terimleri.	5
Şekil 2.3. İç vida terimleri.....	5
Şekil 2.4. Vida helis yönüne göre isimlendirme.	7
Şekil 2.6. Diş biçimlerine göre vidalar.	8
Şekil 2.7. Metrik vida terimleri.	9
Şekil 2.8. Whitworth vida terimleri.	10
Şekil 2.9. Vida işlemede kesme açıları.	12
Şekil 2.10. Radyal boşluk açısının takım gövdesi ile verilmesi.....	12
Şekil 2.11. Dış ve iç vida işlemede, kesici uç ölçüsüne bağlı uygun radyal boşluk açıları.....	13
Şekil 2.12. Eğim açısı ve serbest yüzey boşluk açılarının altlıklarla verilme şekli.....	14
Şekil 2.13. Vida işleme bölgesine uygun takım tutucu ve kesici uç seçimi.	17
Şekil 2.14. Kesme derinliğini radyal doğrulu hatta vererek vida işleme.	18
Şekil 2. 15. Radyal doğrultuda kesme derinliği vererek vida işlemede gerçek talaş oluşumu.	19
Şekil 2.16. Kesme derinliklerini vida profili sağ yan kenarına teğet hatta verme.	20
Şekil 2.17. Kesme derinliklerini vida profili sol yan kenarına teğet hatta verme.	20
Şekil 2.18. Kesme derinliklerinin vida profili sağ yan kenarına, 1~5° ilave açı yapan hatta verilmesi.	21
Şekil 2.19. Kesme derinliklerinin vida profili sol yan kenarına, 1~5 ilave açı yapan hatta verilmesi.	22
Şekil 2.20. Değişken (Zikzak) kademeli kesme derinliği vererek vida işleme.	23
Şekil 2.21. Eşit kesme derinlikli kaba pasolarla işleme.	24
Şekil 2.22. Eşit kesme yüzeyi alanlı pasolarla işleme.....	25
Şekil 3.1. Akyıldız ve Livatyalı numune görselleri; a) Vida geometrili b) Çentikli	29
Şekil 4.1. Deney malzemesi teknik resmi.	33
Şekil 4.2. Deney numunesi görseli.....	34

Şekil 4.3.	Kistler 9257B tip dinamometre.....	35
Şekil 4.4.	Vida açma deney düzeneği şematik gösterimi.....	36
Şekil 4.5.	Deney düzeneği görseli.....	36
Şekil 4.6.	Standart takım tutucu, altlıklar ve kesici uç.....	37
Şekil 4.7.	Tez kapsamında geliştirilen takım tutucu ve kesici uç	37
Şekil 4.8.	Tez kapsamında geliştirilen takım tutucu bileşenleri	38
Şekil 4.9.	Analiz mesh ve kuvvet görseli.....	39
Şekil 4.10.	Von mises gerilmelerine ait analiz görseli.....	39
Şekil 4.11.	Yer değiştirme miktarı ile ilgili analiz görseli	40
Şekil 4.12.	Standart vida takımları eğim açısı ve altlıklar ile ilgili görseller.....	41
Şekil 4.13.	Takım B referans yüzey sıfırlama işlemi	42
Şekil 4.14.	Vida eğim açısına ayarlı Takım B'nin tezgah üzerinde dinamometreye bağlanmış görseli	42
Şekil 4.15.	Tam profilli kesici uç form detayı	43
Şekil 4.16.	Kesici uç radyal ve serbest yüzey boşluk açısı	43
Şekil 4.17.	ISO M standardı vida form geometrisi ve diğer yaygın kullanılan üçgen diş formları	44
Şekil 4.18.	Vida açma deneyi kesme pasosu verilme doğrultuları, a) 30°, b) 29°	45
Şekil 4.19.	Dinamometre ile tüm vida açma sürecinde elde edilen kuvvet bileşenleri genel görüntüsü.	53
Şekil 4.20.	Her bir kesme pasosu için kuvvet bileşenlerinin ortalama değerlerinin belirlenmesi.	53
Şekil 5.1.	29°'lik besleme açısında 1. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı, Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	58
Şekil 5.2.	29°'lik besleme açısında 2. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	59
Şekil 5.3.	29°'lik besleme açısında 3. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	60
Şekil 5.4.	29°'lik besleme açısında 4. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	61
Şekil 5.5.	29°'lik besleme açısında 5. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	62
Şekil 5.6.	29°'lik besleme açısında 6. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	63
Şekil 5.7.	29°'lik besleme açısında 7. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	64

Şekil 5.8.	29°'lik besleme açısında 8. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	65
Şekil 5.9.	29°'lik besleme açısında 9. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	66
Şekil 5.10.	30°'lik besleme açısında 1. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	67
Şekil 5.11.	30°'lik besleme açısında 2. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	68
Şekil 5.12.	30°'lik besleme açısında 3. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	69
Şekil 5.13.	30°'lik besleme açısında 4. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	70
Şekil 5.14.	30°'lik besleme açısında 5. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	71
Şekil 5.15.	30°'lik besleme açısında 6. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	72
Şekil 5.16.	30°'lik besleme açısında 7. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	73
Şekil 5.17.	30°'lik besleme açısında 8. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	74
Şekil 5.18.	30°'lik besleme açısında 9. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.	75
Şekil 5.19.	29°'lik besleme açısında toplam vida açma sürecinde oluşan ortalama esas kesme kuvveti büyüklüğünün kıyaslanması.....	76
Şekil 5.20.	30°'lik besleme açısında toplam vida açma sürecinde oluşan ortalama esas kesme kuvveti büyüklüğünün kıyaslanması.....	77
Şekil 5.21.	29°'lik besleme açısında toplam vida açma sürecinde bileşke kuvvete ait ortalama değer.....	78
Şekil 5.22.	30°'lik besleme açısında toplam vida açma sürecinde bileşke kuvvete ait ortalama değer.....	78
Şekil 5.23.	Talaş kaldırma esnasında toplanan talaşlar.....	80

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Kesici uç altlığı seçim grafiği.	14
Çizelge 2.2. Standart kesici uç kaliteleri ve özellikleri.	16
Çizelge 4.1. Deney malzemesi (AISI 1050) kimyasal bileşimi.	32
Çizelge 4.2. Deney malzemesi fiziksel ve mekanik özellikleri.	33
Çizelge 4.3. CNC torna tezgahı özellikleri	34
Çizelge 4.4. Deneylerde kullanılan takımlar için M30x2 mm ölçülerinde vida geometrisine uygun altlık ve eğim açıları.....	41
Çizelge 4.5. “ISO M” standardı “M30x2” ölçüsünde vida formu geometric unsurlarına ait değerler	44
Çizelge 4.6. Vida açma pasolarının belirlendiği çizelge.....	47
Çizelge 4.7. Adım 2 mm için kesme derinliğinin 29° açıyla verilmesi durumunda kaldırılan talaş kesiti ve takım – iş malzemesi çizgisel temas uzunluk değerleri.....	48
Çizelge 4.8. Adım 2 mm için kesme derinliğinin 30° açıyla verilmesi durumunda kaldırılan talaş kesiti ve takım – iş malzemesi çizgisel temas uzunluk değerleri.....	48
Çizelge 4.9. M30x2 mm ebatlı vida için, kesme derinliklerinin 29° doğrultulu olarak verilerek açılması için yazılmış işleme programı.	50
Çizelge 4.10. M30x2 mm ebatlı vida için, kesme derinliklerinin 30° doğrultulu olarak verilerek açılması için yazılmış işleme programı.	51
Çizelge 4.11. Tez çalışması kapsamında kullanılan deney şablonu sabit ve değişken parametreler	52
Çizelge 5.1. 29 ° besleme açısında her bir pasoda kaldırılan talaş kesitinin alanı ve takım-iş parçası temas uzunluğu	55
Çizelge 5.2. 30° besleme açısında her bir pasoda kaldırılan talaş kesitinin alanı ve takım-iş parçası temas uzunluğu	55
Çizelge 5.3. 29° besleme açısında her bir kesme pasosunda oluşan kesme kuvveti bileşenlerine ait değerler.....	56
Çizelge 5.4. 30° besleme açısında her bir kesme pasosunda oluşan kesme kuvveti bileşenlerine ait değerler.....	57
Çizelge 5.5. Deney şablonu.....	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

- N : newton
F : vida adımı
P : diş yüksekliği
Di : diş dibi çapı
Dd : diş üstü çapı
Db : bölüm dairesi (böğür) çapı
 λ : helis eğim açısı
 d_2 : vida anma çapı
kW : kilowatt
 β : eğim açısı
 Δa_{p_n} : seçilen kesme pasosunda toplam kesme derinliği
 Σa_p : toplam diş derinliği
 n : : kesme pasosu numarası,
 n_{a_p} : toplam paso sayısı
Y: : kesme derinliği hesaplama katsayısı

KISALTMALAR

AISI : American Iron and Steel Institute (Amerika Demir ve Çelik Enstitüsü)

CNC : Computer Numerical Control (Bilgisayar Sayısal Kontrolü)

ISO : International Organization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)

PVD : Physical Vapor Deposition (Fiziksel Buhar Biriktirme)

SAE : Society of Automobile Engineers (Otomobil Mühendisleri Derneği)

TS : Türk Standardı

TSE : Türk Standardları Enstitüsü

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Talaşlı imalat operasyonlarından biri de dış açma işlemidir. Vidalar makine parçalarının, eşyaların birleştirilmesinde ya da hareket veya kuvvet iletiminde kullanılmak üzere silindirik iç/dış yüzeylerde oluşturulmuş çeşitli formlardaki (üçgen, trapez, kare, yuvarlak, testere dişi, vb.) helisel oluklardır. Bunların dışındaki yağlama kanalları, dekoratif helisel oluklar vb. vida olarak adlandırılmazlar. Vida açma işlemi silindirik iç ve dış yüzeylere, talaş kaldırarak ya da talaş kaldırmadan (ovalama) uygulanabilmektedir. Talaş kaldırarak vida açma işlemi, ovalama yöntemine kıyasla daha zor ve mekanik özellikler bakımından dezavantajlı bir yöntemdir. Fakat üretim esnekliği ve maliyet avantajlarından dolayı talaşlı imalatla vida açma işlemi yaygın kullanım alanına sahiptir.

Talaşlı imalatla vida açma yöntemleri iki gruba ayrılmaktadır. Bu yöntemler; pafta ve kılavuz kesici takımlar kullanılarak elle ya da makinada vida açma, diğeri ise uygun formlu kesici takımlarla talaşlı imalat makinalarıyla talaş kaldırarak vida açma işlemidir.

Pafta ve kılavuzlarla genelde standart ölçülerdeki bağlantı vidalarının (civata/somun) açılma işlemleri gerek elle gerekse uygun makinalarda gerçekleştirilmektedir. CNC torna ve freze tezgahlarında da yardımcı ekipmanlar kullanılarak ya da tezgahın özel yazılımı ile makina paftası ve kılavuzları kullanılarak vida açılabilir.

CNC torna tezgahlarında çeşitli vida formları (üçgen, trapez, kare, yuvarlak, testere dişi, vb.), uygun kesici takımlarla, iş parçası silindirik dış ve iç yüzeylerine farklı komutlar kullanılarak rahatlıkla açılabilir. Fakat açılacak vidalar için bazı tezgahlarda üreticileri tarafından açılacak vida adımının en üst sınırı belirli bir

değerle sınırlandırılabilir. Bu üst sınıra kadar vida adım değeri 0,001 mm ölçü hassasiyetinde ayarlanarak açılabilir.

Tornalama tekniği ile talaş kaldırarak vida açma işlemlerinde vida profil kalitesinin (Vida formunun boyut ve geometrik tolerans değerlerinin iyileştirilmesi, vida duvarlarının yüzey kalitesinin iyileştirilmesi ve kalıcı gerilme oluşumunun minimize edilmesi) iyileştirilmesi, kesici takım ömrünün arttırılabilmesi için aşağıdaki işleme koşullarının dikkate alınması gerekir. Bunlar:

- Doğru kesici takım geometrisinin kullanılması
- Talaş kaldırma işleminin doğru teknikle gerçekleştirilmesi
- Talaş kaldırma işleminin en ideal kesme hızı değerinde gerçekleştirilmesi
- Kesici takım yüzeyinin karakteristik özelliklerinin iyi bilinmesi
- Kesmeye yardımcı ilave ekipmanların kullanımının etkili hale getirilmesi
- Vida açma işleminde kullanılan tezgah, kesici takım ve iş parçası bağlama sistemlerinin rijitliği ve bunların doğal titreşim frekansları

şeklinde sıralanır.

Talaşlı imalatla vida açma işlemlerinde, hali hazırda altlıklar ile açılmal konumu ayarlanan kesici takımlar kullanılmaktadır. Bu altlıklar, sabit açılmal değeri olup ayarlama aralığı 1°'dir. Bu altlıklarda yer alan eğim açısı, takım kesme hattının çizgisel temasının kusursuz sağlanmasında etkili olan serbest yan yüzeylerinde boşluk açılarının değeri üzerinde belirleyicidir. Takım kesme performansı serbest yüzeylerin boşluk açıları eşit olduğunda en iyidir. Kesici takım serbest yüzeyinde eşit olmayan boşluk açılı talaş kaldırma işlemlerinde kesici uç üzerinde oluşan kesme kuvvetleri ve yönleri, sürtünme alanının miktarı ile takım ömrü üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Çalışmadaki temel amaç, talaş kaldırarak vida açma işlemlerinde kullanılacak yeni bir takım tasarlayıp, takım ömrü, ürün kalitesi ve birim maliyetler ile ilgili teknolojik ve ekonomik kaygıların çözümüne katkı sağlamaktır.

Bu çalışmada, CNC torna tezgahı bünyesinde tek kesme formlu takımlarla talaş kaldırarak vida açma işlemlerinin daha hassas gerçekleştirilebilmesi için benzeri olmayan bir vida işleme takımının tasarım, üretim ve başarımlarının testlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Tez kapsamındaki çalışmalar ile geliştirilecek bu takım tutucu ile aşağıdaki kazanımların elde edilmesi planlanmıştır. Bunlar:

- Kesici takımların kesme performanslarının iyileştirilmesi (Kesme kuvvetinin azaltılması, takım ömrünün iyileştirilmesi),
- Farklı ebatlı vida geometrilerinin açılma işlemlerinde altlık değiştirme gereksiniminin ortadan kaldırılması,
- Vida formunun boyut ve geometrik tolerans değerlerinin iyileştirilmesi,
- Vida duvarlarının yüzey kalitesinin iyileştirilmesi ve kalıcı gerilme oluşumunun minimize edilmesi,
- Sert tornalama ile vida açma işlemlerine ve vida form toleransı dar aralıklı vidaların açılmasına olanak sağlanması,

şeklindedir.

BÖLÜM 2

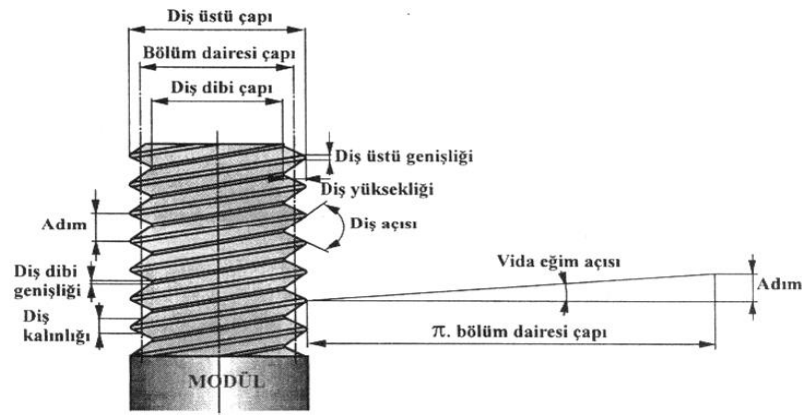
TALAŞLI İMALATLA VIDA AÇMA İŞLEMİ VE TERMİNOLOJİSİ

Vida, bağlantı/montaj, hareket ya da kuvvet iletiminde kullanılmak üzere, silindirik iç ve dış yüzeylerde, eşit ya da değişken adımlı çeşitli formlarda (üçgen, kare, trapez, yuvarlak, testere dişi, vb.) açılmış tek ya da çoklu helisel oluklardır [1].

Talaşlı imalat, kesici takımlar yardımıyla iş parçası üzerinden talaş kaldırarak, iş parçasının istenilen şekil ve boyuta getirilmesidir. Dış açma işlemi talaşlı imalatta önemli bir yere sahiptir. Gerçekleştirilen vida açma operasyonlarının çoğu, klasik torna tezgahlarının yeterince esnek olmayışı nedeniyle (kesme hızının sınırlı olması, kesme derinliğinin pasolara bölünmesi, ilerlemenin adıma bağlı olması) CNC tezgahlarda gerçekleştirilmektedir [2-4].

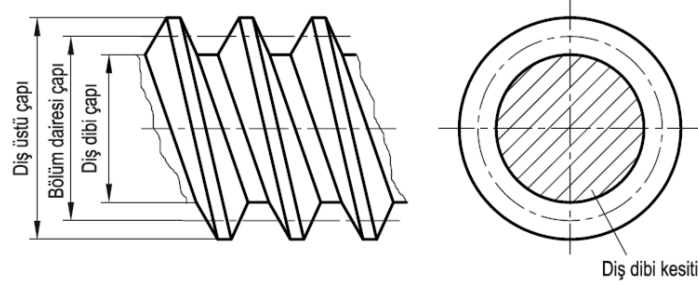
2.1. VIDALAR İÇİN KULLANILAN TEKNİK KAVRAMLAR

Vidaların kısım ve geometrik unsurları ile ilgili temel kavramlar Şekil 2.1’de dış bir vida üzerinde gösterilmiştir.



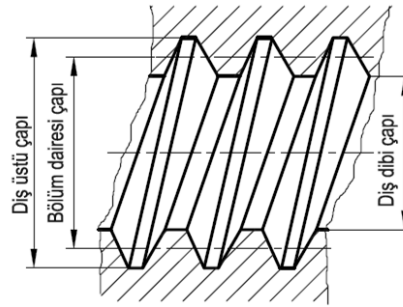
Şekil 2.1. Vida formu ile ilgili terimler.

Dış (Erkek) Vida: Çeşitli geometrik formlarda (üçgen, kare, trapez, yuvarlak, testere dişli, vb.) silindirik dış yüzeylerde açılmış vidalı mil (Şekil 2.2) [1].



Şekil 2.2. Vida kesiti terimleri.

İç (Dişi) Vida: Çeşitli geometrik formlarda (üçgen, kare, trapez, yuvarlak, testere dişli, vb.) silindirik iç yüzeylerde açılmış vidalı delik (Şekil 2.3) [1].



Şekil 2.3. İç vida terimleri.

Vida adımı (F): Vidanın bir diş dolusu ile bir diş boşluğu arasındaki mesafedir. Diğer bir deyişle, vida dişi üzerinde yer alan hayali bir noktanın, vida helisini takip ederek harekete başladığı hizaya geldiğinde kat ettiği boy mesafesidir. Başka bir deyişle vida üzerinde bir turda aksenal kat edilen mesafedir [1].

Diş yüksekliği (P): Vidanın diş üstü çapı ile diş dibi çapı arasındaki farkın yarısına eşittir. Bir başka deyişle, vida bir tarafındaki diş derinliğidir [1].

Diş dibi çapı (Di): Vida diş üstü çapından, iki diş yüksekliği çıkartılarak elde edilen çaptır. Diğer bir deyişle, diş dibinde ölçülen çaptır [1].

Diş üstü çapı (Dd): Vida anma ölçüsünün karşılığıdır. Erkek vidalarda ölçülen en büyük çap değeridir [1].

Örnek: M20 x 1,25 ölçüsünde diş üstü çapı 20 mm'dir.

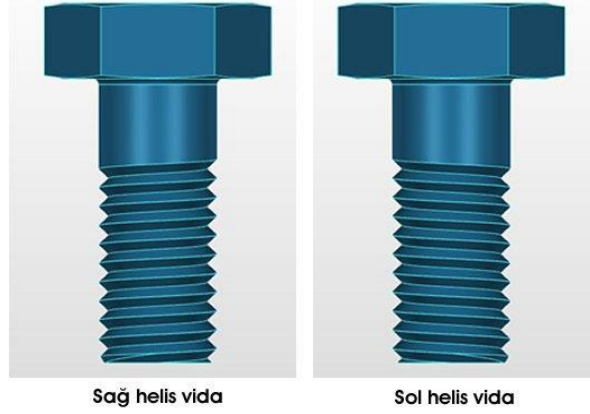
Bölüm dairesi (bögür) çapı (Db): Diş dibi çapı ile diş üstü çapı arasında kalan vida diş dolusu alanlarını eşit olarak ikiye ayırdığı varsayılan yüzeyin çapıdır. Vida diş yüzeyi ile bölüm dairesi çapının kesiştiği hat, vida kavrama hattı olarak kabul edilir. Ayrıca ovalama yöntemi ile vida açma işlemlerinde ilk basamakta ürün, bölüm dairesi çapında işlenir [1].

Sağ helisli vida: Vida helis girişi vida boşluğunda, vida formundaki hayali bir nesnenin, vida gövdesi sağa döndürüldüğünde, vida eksenine paralel vida bitimine doğru ilerlemesi vidanın sağ helisli olduğunu gösterir (Şekil 2.4) [1,4].

Vida helis yönünün kolayca anlaşılması için vida açılmış silindirik iç ya da dış vida eksenine, yere dik konuma gelecek şekilde tutulur ve bize yakın kısmında helisin yükselme yönü sağımıza doğruysa, vida sağ vidadır.

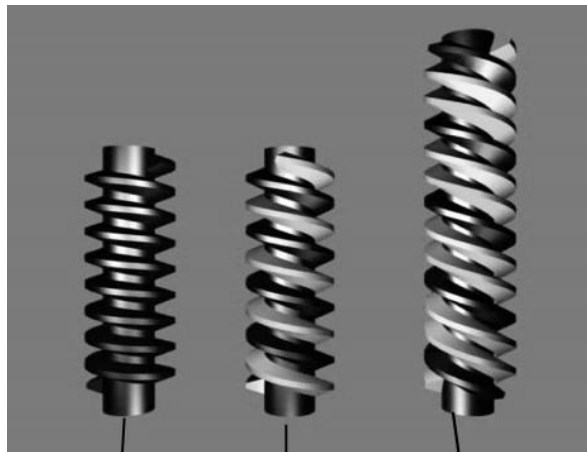
Sol helisli vida: Vida helis girişi vida boşluğunda, vida formundaki hayali bir nesnenin, vida gövdesi sola döndürüldüğünde, vida eksenine paralel vida bitimine doğru ilerlemesi vidanın sol helisli olduğunu gösterir (Şekil 2.4) [1,4].

Vida helis yönünün kolayca anlaşılması için vida açılmış silindirik iç ya da dış vida eksenine, yere dik konuma gelecek şekilde tutulur ve bize yakın kısmındaki helisin yükselme yönü solumuza doğruysa, vida sol vidadır.



Şekil 2.4. Vida helis yönüne göre isimlendirme.

Çok ağızlı vida: Silindirik dış ya da iç yüzeylerde, aynı geometri ve ölçülerde birbirini takip eden helisel oluklardan oluşan vidalardır (Şekil 2.5). Vida ağız sayısı, vida giriş sayısını belirler. Örneğin vida 3 ağızlı ise vida giriş çemberi üzerinde eşit açılı üç ayrı helisel oluk girişi yer almaktadır. Genellikle et kalınlığı az parçalar üzerinde, büyük adımlı vidaların üretilebilmesi amacıyla kullanılır. Vidanın bir görünen bir de gerçek adımı vardır. Dış tarağı ile ölçülen vida adımı görünen vida adımı değerini gösterirken, bu değer ağız sayısı ile çarpımıyla elde edilen değer de vida gerçek adımını gösterir. Vidanın dış yüksekliği ve dış dibi çapı görünen adım değerine göre hesaplanırken, vidanın helis açısı ve işlemede kullanılacak adım değeri ise gerçek adım değeri kullanılarak belirlenir [4].



Şekil 2. 5. Vida ağız sayısına göre isimlendirme. a) Tek ağızlı vida, b) İki ağızlı vida, c) Üç ağızlı vida

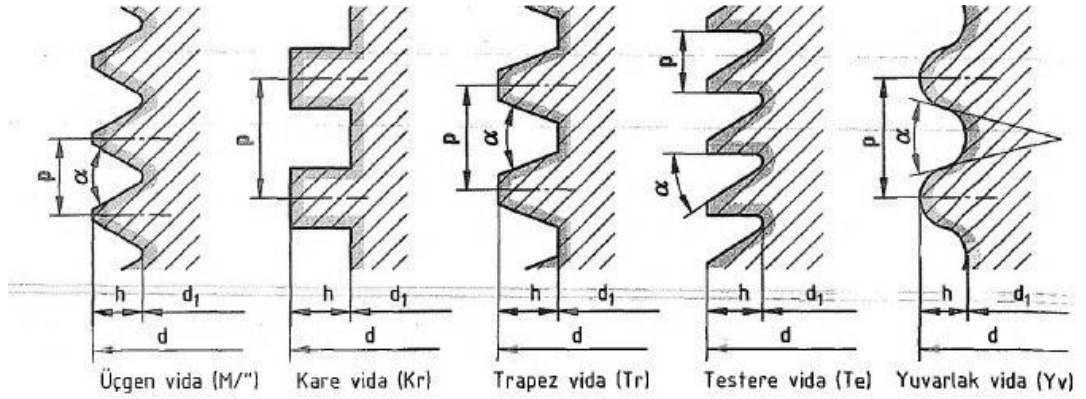
2.2. VIDA ÇEŞİTLERİ

2.2.1. Diş Biçimlerine Göre Vidalar

Vidalar bilhassa bağlantı elemanlarının dişli kısımlarını oluşturan bölümler olarak her alanda günlük hayata girmiş makine elemanlarıdır. Vidalar gördükleri işlevin önemi bakımından çeşitli profillerde yapılmaktadır. Profillerine yani diş biçimlerine göre vidalar;

- Üçgen Vidalar
- Trapez Vidalar
- Kare Vidalar
- Testere Vidalar
- Yuvarlak Vidalar

olmak üzere 5 gruba ayrılır (Şekil 2.1.). Bunların dışında bir de değişik profillerde ağaç ve saç vidaları vardır. Ancak bu civatalar elle yapılmayıp özel makinelerde otomatik olarak üretilmektedir [1,5].



Şekil 2.5. Diş biçimlerine göre vidalar.

Üçgen vidalar: Diş profili üçgen biçimindedir . Üçgen vidanın diş açısı büyük; helis adımı küçüktür. Belirtilen özellikler, üçgen vidanın sıkma görevini iyi yapmasını sağlar. Bu nedenle üçgen vidalar, bağlama vidası olarak kullanılır.

Kare vidalar: Diş profili kare biçimindedir. Kare vida; hareket vidası olarak takım tezgâhlarının ana millerinde, preslerde vb. yerlerde kuvvet iletimi amacıyla kullanılır.

Trapez vidalar: Diş profili 30° açılı eş kenar trapez biçimindedir. Trapez vida; hareket vidası olarak takım tezgâhlarının ana millerinde, sonsuz vidalarda vb. yerlerde kullanılır.

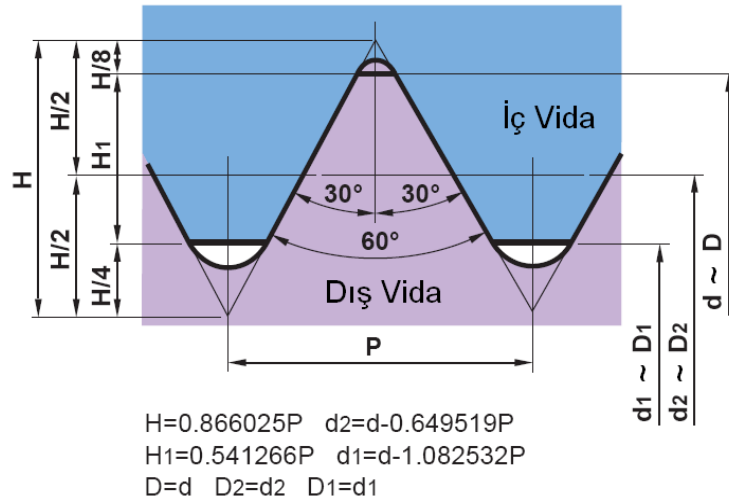
Testere vidalar: Diş profili 30° açılı ve tek yönlü eğiktir. Testere vida; tek yönlü kuvvetleri taşımak için hareket vidası olarak vinçlerde, krikolarda vb. yerlerde kullanılır.

Yuvarlak vidalar: Diş profili 30° açılı ve yuvarlaktır. Vida profilinin yuvarlaklığı (kaytanlığı); tozlu, kumlu, nemli yerlerde kullanılmasını sağlar [5].

2.2.2. Ölçü Sistemlerine Göre Vida Çeşitleri

2.2.2.1. Metrik Vidalar

Metrik normal diş, metrik ince diş ve metrik boru diş olmak üzere üç tipi vardır. Diş tepe açısı whitworth vidalarda 55° iken metrik vidalarda 60° dir. Genel birleştirme elemanlarında kullanılır (Şekil 2.7) [4].

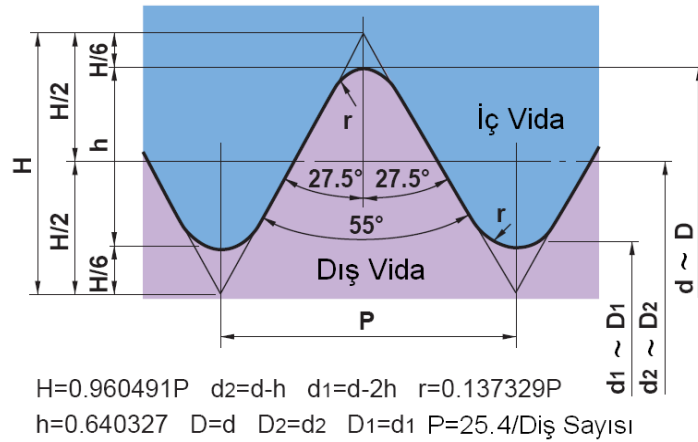


Şekil 2.6. Metrik vida terimleri.

2.2.2.2. Whitworth (Parmak) Vidalar

Whitworth normal diş, whitworth ince diş ve whitworth boru diş olarak üç tipi vardır. Diş tepe açısı metrik vidalardan farklı olarak 55° dir. Whitworth vidalarda dişleri oluşturan üçgenin tepeleri üçgenin teorik yüksekliğinin $1/6'$ sı kadar kesilerek yuvarlatılmıştır (Şekil 2.8) [4].

Vidanın somunu da aynı ölçüde yapılmıştır. Somun dişleri ile vidanın dişleri arasında bir boşluk yoktur. Bu sebeple whitworth vidalar sızdırmazlık sağlayan vidalardır. Metrik vidalarda somunun dişleri ile vida dişleri birbirini kavradıkları zaman diş diplerinde küçük boşluklar oluşur. Dolayısı ile dişler birbirini sadece yanaklardan kavrar. Halbuki whitworth vidalarda somun dişleri ile civata dişleri birbirini tamamen kavrar. Bu özelliklerden dolayı daha çok sızdırmazlık isteyen boru bağlantılarında whitworth vidalar kullanılır. Metrik vidalar ise sadece bağlantı vidası olarak kullanılır [1].



Şekil 2.7. Whitworth vida terimleri.

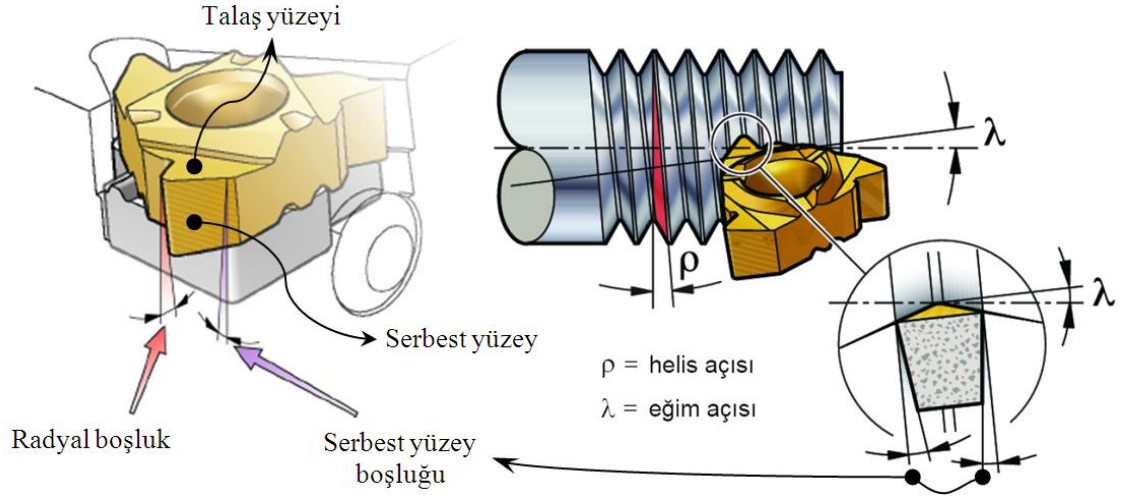
2.2.3. Vida Açarken Dikkat Edilecek Hususlar

Açılacak vida ile ilgili tanımlamalar, teknik resim üzerinden alınarak parça programı yazılacak ise teknik resimde yer alan değerler doğru okunmalı ve gerekli hesaplamalar ile işleme kodlarının hazırlanmasında kullanılacak değerler, uygun tespit edilmelidir. Eğer vidanın kullanım alanına bağlı olarak yeni bir boyutlandırma işlemi yapılacaksa vidalarla ilgili teknik detaylar incelenmelidir [1].

- Kullanılacak kesici takım/takımlar, vida form özellikleri ve işlenecek malzeme cinsi dikkate alınarak seçilmelidir.
- İşleme parametreleri kataloglar vasıtasıyla uygun değerlerde tespit edilmelidir.
- Kesme ortam şartları (kesme sıvısı kullanılacaksa cinsi ve tatbiki) uygun seçilmelidir.
- Vida formuna bağlı olarak işleme yönleri (sağ helisli ya da sol helisli vida işleme yönleri), işleme motifleri (kesme kademelerinin verilme formatı, sayısı, derinlikleri ve kesme metodu) uygun tasarlanmalıdır.
- Vida helis yönüne bağlı iş parçası dönüş yönü ve işleme yönü doğru tespit edilmelidir.
- Vida açma işleminde kesici takımın kesme işlemine başlama noktası ile vida sonu bitim noktasının yeri ve burada kesicinin uzaklaşma formatı (pahlı ya da dik çıkış) doğru tespit edilmelidir.
- Vida form düzgünlüğü ve ölçü tamlığı için bitirme işleme motifi ve şekli doğru seçilmelidir [1].

2.3. VIDA KESME AÇILARI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

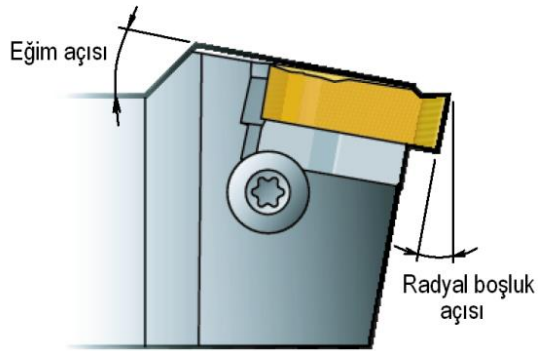
Vida işlemede kesme işlemi ideal şartlarda gerçekleştirmek ve kesici takım ömrünü arttırmak amacıyla, takım ucu-iş parçası temas açılarının ideal değerlerde ayarlanması gerekmektedir. Vida işleme de ideal kesme şartlarının sağlanabilmesi amacıyla, kesici ucun kendisine, altlık ve takım gövdesine çeşitli açılar verilmektedir. Bu açılar radyal boşluk açısı, serbest yüzey boşluk açısı ve eğim açısıdır. Ayrıca tek yönlü kesme yapan kesici uçlara ilave talaş açısı da verilmektedir. Vida işlemede kullanılan kesici uçlar genelde tek yönlü (negatif) uçlardır. Bu nedenle kesme ortamında olması gereken açılar, takım gövdesi ve altlıklarla sağlanır. Şekil 2.9.'da vida işleme takımlarına verilen açılar görülmektedir [1,6].



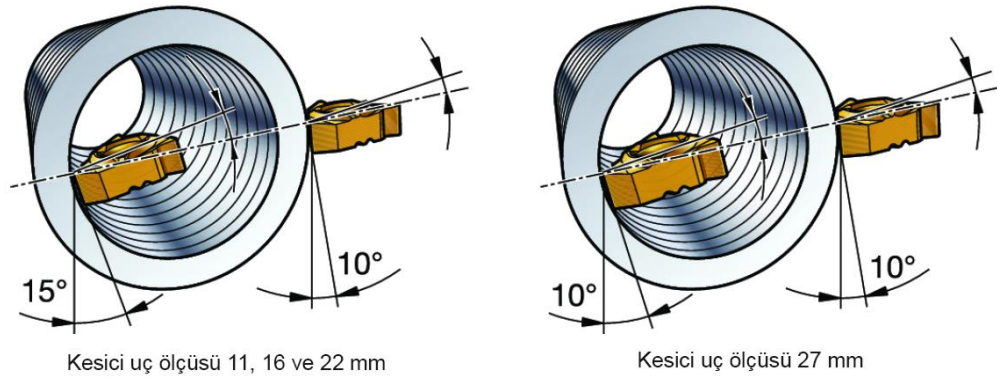
Şekil 2.8. Vida işlemede kesme açıları.

2.3.1. Radyal Boşluk Açısı

Radyal boşluk açısı, dış ve iç vida işlemede takım ucu kesme hattının, iş parçasıyla teğet çizgi şeklinde temasını sağlamak amacıyla, kesici takım gövdesine 10° ve 15° açı değerlerinde verilen eğimle sağlanır (Şekil 2.10.). Dış ve iç vida işlemede kesici uç ölçüsüne bağlı, olması gerekli radyal boşluk açıları Şekil 2.11.'de gösterilmiştir [1,6].



Şekil 2.9. Radyal boşluk açısının takım gövdesi ile verilmesi.



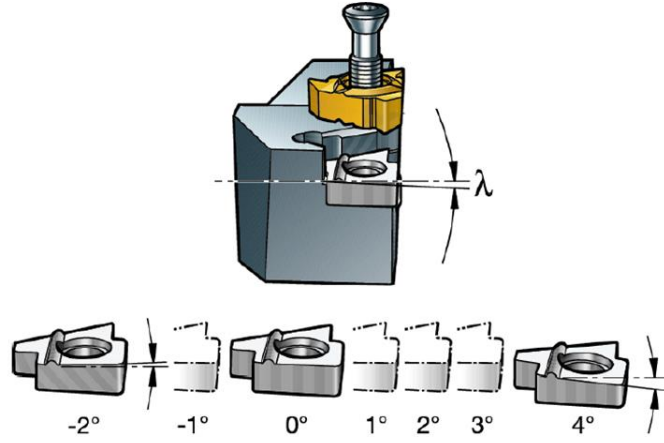
Şekil 2.10. Dış ve iç vida işlemede, kesici uç ölçüsüne bağlı uygun radyal boşluk açıları.

2.3.2. Serbest Yüzey Boşluk Açısı

Diş çekmede, kesici uç kesme kenarları serbest yüzeyleri ve diş kenarları arasında bir kesme boşluğu olması gereklidir. Uzun takım ömrü ve üretim güvenliği için kesme kenarında aşınmanın her iki serbest yüzeyde de eşit oluşması istenir. Bunu başarmak için kesici uç, serbest yüzeylerde en iyi simetrik boşluğu oluşturmak için uygun değerde eğimle kullanılmalıdır [1,6].

2.3.3. Eğim Açısı

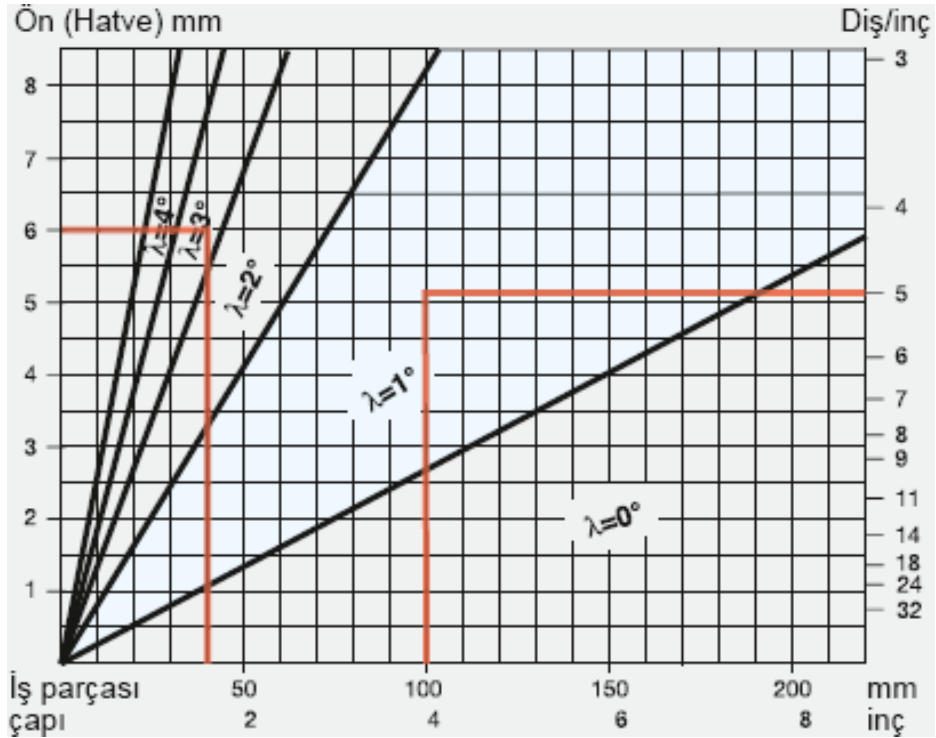
Eğim açısı, vida açma işleminin yapılacağı iş parçası çapı ve vida adımına bağlı olarak oluşan vida helis açısına eşdeğer değerde kesici uca eğim verilmesi amacıyla, çeşitli açı değerlerinde üretilmiş altlıklarla verilir. Doğru ayarlandığında vida helis yüzeyleri ile kesici uç sağ ve sol serbest kenarlarına eşit miktarlarda boşluk açılarının oluşması sağlanır. Bu da kesici takım sağ ve sol kesme kenarlarında, benzer ve eşit miktarda aşınmalarının oluşması açısından önemlidir. Eğim açısı ve serbest yüzey boşluk açısının, altlıklarla verilmesi Şekil 2.12.'de gösterilmiştir [1,6].



Şekil 2.11. Eğim açısı ve serbest yüzey boşluk açılarının altlıklarla verilme şekli.

Doğru altlık seçimi iki yöntemle gerçekleştirilir. İlki çizelgeden seçmektir (Çizelge 2.1). Diğeri ise vida helis açısını belirlemede kullanılan formülü kullanarak hesaplama şeklindedir (Eşitlik 2.1) [1,6].

Çizelge 2.1. Kesici uç altlığı seçim grafiği.



$$\tan \lambda = F / (\pi \times d_2) \quad (2.1)$$

Eşitlik 2.1’de; λ : Eğim açısı, F: Vida adımı d_2 : Vida anma çapını ifade etmektedir.





2.4. VIDA İŞLEMEDE KULLANILAN KESİCİ UÇ FORMLARI

CNC torna tezgahlarında vidaların son kullanım formunun elde edilmesinde, vida standartları, vida ölçü, şekil ve konum toleransları ve vidanın açılmasında kullanılacak kesme işlemesinin şekline (kaba ve bitirme işleme aynı takım ile ya da farklı kesici takımlarla) bağlı olarak farklı kesici uçlar kullanılmaktadır. Vida şekil ve konum toleransları ve vida formu ile ilgili standarda uygun formda vidanın açılmasında standart vida formları ile vidanın ölçü-şekil ve konum toleransları kesici takımın uç formunun seçiminde etkilidir. Örneğin; PF, G ve Rp simgeleriyle adlandırılan bir paralel boru vidasının açılmasında tam formulu kesici uç kullanılması gerekirken, UNJ veya MJ kodlu Amerikan vidasının işlenmesinde ise kısmi formulu vida ucunun kullanılması yeterlidir. Vidanın açılmasında kullanılan kesme işlemleri de kaba ve bitirme işleme olarak ikiye ayrılmaktadır. Kaba kesme ve bitirme işleme vida formuna bağlı olarak tek bir kesici takım ile ya da kaba kesme ayrı bitirme işleme ayrı takım ile yapılabilir. Genelde adımlı büyük vidaların işlenmesinde her iki işlemin ayrı kesici takımlarla yapılması daha uygundur. Fakat bu işlemin, her iki kesici takımında aynı vida helisi girişinden başlayarak işlemesinin zor olması nedeniyle, kullanımı oldukça karmaşıktır. Bunun yerine kesici takım firmalarının geliştirdiği, birden fazla ağızlı uç formulu kesiciler kullanılmaktadır [1,6].

2.5. KESİCİ UÇ KALİTE VE KESME FORMU SEÇİMİ

İşlenecek malzemenin cinsi ve adedine bağlı, vida formu da dikkate alınarak, kesici uç kalitesi ve kesme formu detaylandırılır. İlk etapta üretici firmaların önerileri dikkate alınarak, malzeme cinsine bağlı, standart kesici uç kalite grubu belirlenir. Malzeme cinsine bağlı standart uç kaliteleri renk, harf ve rakamlarla üretici firmalar tarafından kodlanmıştır. Standart uç kaliteleri ve özellikleri Çizelge 2.2'de görülmektedir [1,4].

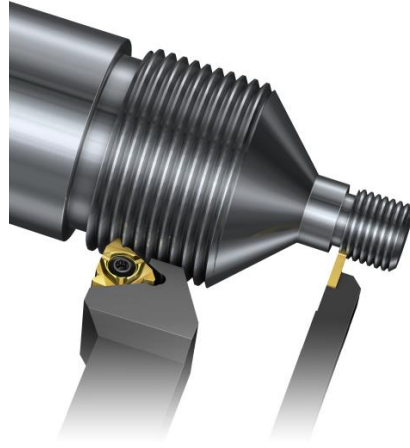
Çizelge 2.2. Standart kesici uç kaliteleri ve özellikleri.

ISO Kodu ve Rengi	Kötü  İyİ 	Tokluk  Aşınma direnci 	Genel Kullanım Alanı
P Mavi	P01 P10 P20 P30 P40		Çelikler
M Sarı	M01 M10 M20 M30 M40		Paslanmaz çelikler
K Kırmızı	K01 K10 K20 K30 K40		Dökme demir
N Yeşil	N01 N10 N20 N30 N40		Demir içermeyen metaller
S Turuncu	S01 S10 S20 S30 S40		Isı dirençli alaşımlar, titanyum
H Gri	H01 H10 H20 H30 H40		Sertleştirilmiş çelikler

Malzeme cinsi ve özelliklerine bağlı kesici uç kalitesinin belirlenmesinden sonra açılacak vida formu özellikleri (diş formu, adım, diş yüksekliği, helis yönü, helis açısı, ağız sayısı, vb.) ve işleme yöntemi (ön işleme, kaba ve bitirme işleme, kesme derinliğinin verilme hattının özellikleri, vb.) dikkate alınarak kesici uç geometrisi (üçgen, trapez, vb., kesme kenarı boyutu, kesme yüzeyi; kesme formu, düz veya talaş kırıcılı), kaplama durumu ve kesme sıvısı kullanımı belirlenmelidir [1,4].

2.5.1. Kesici Uç Formunun Belirlenmesi

Kesici uç formu ilk olarak vida profiline uygun seçilmelidir. Sonrasında geometrik özellikleri (kesici kenar iç teğet çember çapı, plaket kalınlığı) ve kesme yüzeyi özellikleri (talaş kırıcı formu, özel kesme geometrisi, yüzey kaplaması, kesme hattı kenar kavisli, vb.), vida adımı ve işleme metoduna bağlı olarak detaylandırılmalıdır. Kesici uç kesme yüzeyi form ve özellikleri üretici firmalara göre farklılık göstermektedir. Üreticiler; kaplama yöntemi, katman sayısı ve özellikleri ya da kesici uç kesme yüzeyi formu bakımından birbirinden farklı şekillerde kesici uçlar üretmektedirler. Bu nedenle Sandvik firmasının üretmiş olduğu plaket uçlar üzerinde konunun anlaşılması bakımından açıklama yapılmıştır [1].



Şekil 2.12. Vida işleme bölgesine uygun takım tutucu ve kesici uç seçimi.

Şekil 2.13. 'de görüldüğü üzere özellikle ayna-punta arası işlemlerde, vida işleme çapının küçük olması ayrıca da punta uç koniğinin takım gövdesinin iş parçasına yaklaşmasını engellediği durumlarda mikro kesici uçlar ve uygun takım gövdeleri ile birlikte gerekli ise aynadan punta ucuna doğru işleme motifleri kullanılarak işlenmek zorundadır [1,6].

2.5.2 Vida Profiline Uygun Kesici Uç Seçimi

Kesici uç geometrisi ve kesme kenarı iç teğet çemberi çapının seçiminde, vida geometrik formu, vida helis yönü, vida açılacak yer ve özellikleri etkilidir [1].

2.6. VIDA İŞLEMEDE KESME DERİNLİĞİNİN VERİLME YÖNTEMLERİ

Kesici uç iş parçasına farklı yöntemlerle, kesme derinlikleri verilerek kesme yaptırılabilir. Uygulanan tüm yöntemler aynı vida profilinin elde edilmesini sağlar, ancak kesimler farklı yöntemlerle yapılır, bu da talaş oluşumu, takım aşınması ve diş kalitesini etkiler. Takım tezgahı, iş parçası malzemesi, kesici uç geometrisi, vida helis yönü ve açısı ile diş adımı kesme derinliklerinin verilme şeklini belirler.

Vida işlemede kesme derinliklerinin verilme yöntemleri iki ana kapsamda değerlendirilmiştir. Bunlardan ilki kesme derinliklerinin verildiği hatla ilgilidir ve üç ana grupta toplanabilir. Bunlar;

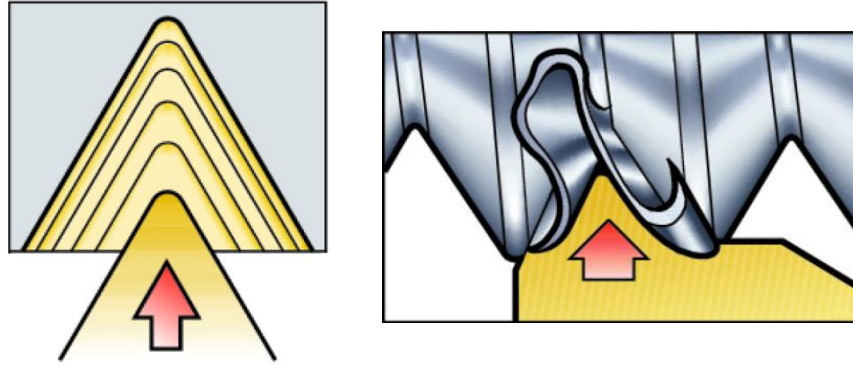
- A. Radyal doğrultuda kesme derinliği vererek vida işleme,
B. Vida yan kenar eğimi doğrultusunda veya $1\sim 5^\circ$ modifiye edilmiş doğrultuda kesme derinliği vererek vida işleme,
a) Vida profili sağ yan kenarına teğet hattı kullanma,
b) Vida profili sol yan kenarına teğet hattı kullanma,
c) Vida profili sağ yan kenarına, $1\sim 5^\circ$ ilave açı yapan hattı kullanma
d) Vida profili sol yan kenarına, $1\sim 5^\circ$ ilave açı yapan hattı kullanma
C. Değişken (zikzak) kademeli kesme derinliği vererek vida işleme.
şeklindedir.

Diğeri ise her kesme kademesinde kaldırılan talaş kesiti ile alakalıdır. Bunlar da;

- A. Eşit kesme derinlikli pasolarla işleme,
B. Eşit yüzey alanlı kesme pasolarıyla işlemedir [1,6].

2.6.1. Kesme Derinliğini Radyal Doğrultulu Hattla Vererek Vida İşleme

Kesme derinliği iş parçası dönme eksenine dik doğrultuda verilir (Şekil 2.14).



Şekil 2.13. Kesme derinliğini radyal doğrulu hatta vererek vida işleme.

Avantajları;

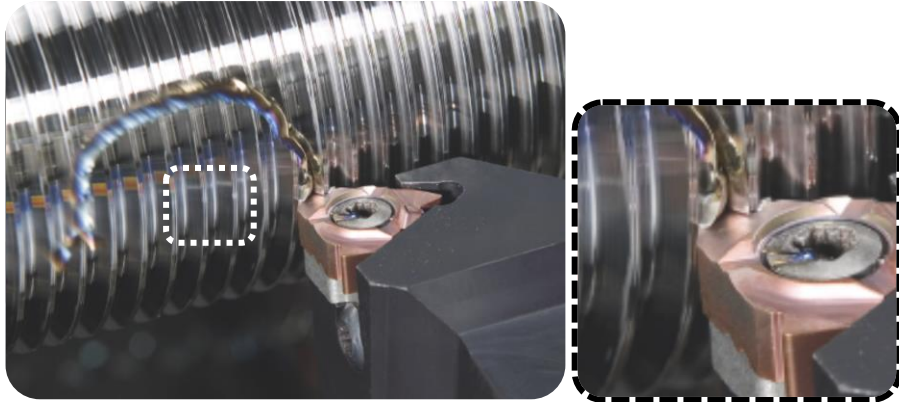
- Kullanımı kolaydır. (Tüm vida işleme komutlarıyla programlanabilir)
- Kesici uç her iki kesme kenarıyla da kesme yapar.
- Östenitik paslanmaz çelikler gibi plastik deformasyonla (işlendikçe) sertleşen (pekleşen) malzemelere vida işlemede tercih edilir.

- Kesici takım ucunun, sağ ve sol kenarında benzer aşınmalar meydana gelir.
- İnce adımlı vidalar için uygundur.
- Geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Dezavantajları;

- Büyük adımlı vidaların işlenmesinde titreşim ve talaş akış kontrolü zordur.
- Kesme kuvveti diğer işleme motiflerine kıyasla yüksektir.
- Talaş ikizleşmesi meydana gelir.

Son dezavantaj maddesinin vidanın işlenmesinde kesme kuvvetlerinin artmasına neden olduğu bilinmektedir. Şekil 2.15.'de radyal doğrultuda kesme derinliği vererek vida işlemede gerçek talaş oluşumu görülmektedir [1,6].



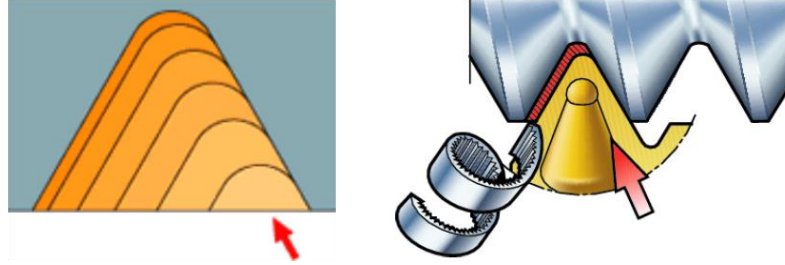
Şekil 2. 14. Radyal doğrultuda kesme derinliği vererek vida işlemede gerçek talaş oluşumu.

2.6.2. Vida Yan Kenar Eğiminde Kesme Derinliği Vererek Vida İşleme

Kesme derinlikleri, genelde iş parçası dönme eksenine göre vida form açısı kadar açı yapan hatta verilir. Vida kenar eğimiyle aynı açıya ya da bu açıya 1~5° ilave düzeltme değeri verilerek kullanılmaktadır. Eğik doğrultulu kesme hattı, vida sağ ya da sol kenarına, teğet ya da açılı kullanılabilir. Rastgele kullanım söz konusu değildir. Hangi kenarın kullanılacağı, vida helis açısı, işleme yönü ve kesici kenar eğim açısıyla ilgilidir [1,6].

2.6.2.1. Kesme Derinliklerini Vida Profili Sağ Yan Kenarına Teğet Hatta Verme

Kesici takım ucu sol kesme kenarı ve burun kavisiyle kesme yapar (Şekil 2.16).

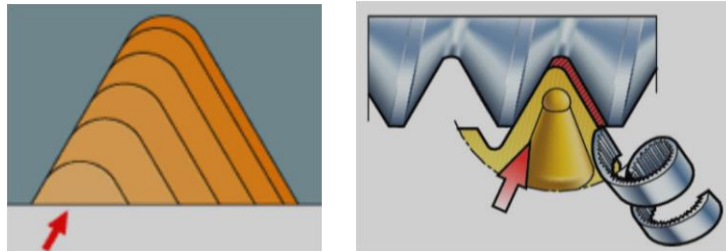


Şekil 2.15. Kesme derinliklerini vida profili sağ yan kenarına teğet hatta verme.

Bu metot kesici ile aynaya doğru kesme yaparak sağ helisli vidaların işlenmesinde kullanılır. Vida işleme çevrimi (G76) ile kolaylıkla programlanabilir. İsteğe bağlı döngü ya da tek defalık kesme yapan vida işleme komutlarıyla çizim programları kullanılarak programlanabilir. Kesici uç vida helis açısında eğim yapmalıdır. Bu nedenle pozitif açılı altlıkla kullanılmalıdır. Kesici uç bir kenarı kesme yaparken diğer kenar işlenen yüzeye sürekli temas halindedir. Buda ısı artışına neden olur. Kesici takım ucu iyi ayarlanmamış kesme derinlikleri nedeniyle titreşime maruz kalırsa kesici takım ömrü azalır. Kesici takım bir kesme kenarı ve burun kavisinde aşınma meydana gelir. Vida yüzey kalitesi işleme şartları uygun sağlandığında tatminkardır [1,6].

2.6.2.2. Kesme Derinliklerini Vida Profili Sol Yan Kenarına Teğet Hatta Verme

Dış ve iç sol helisli vidaların işlenmesinde en genel kullanımlı yöntemlerden biridir (Şekil 2.17).

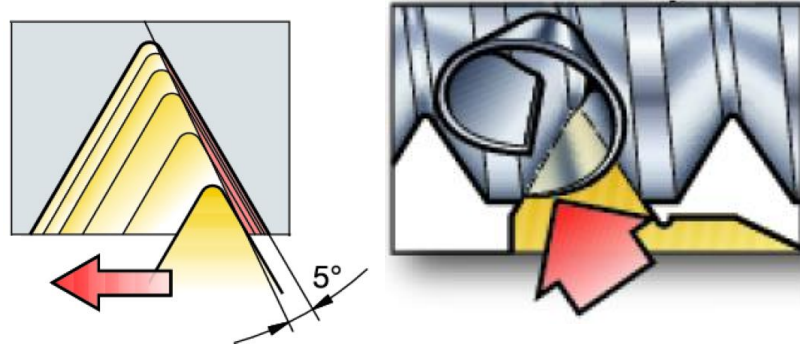


Şekil 2.16. Kesme derinliklerini vida profili sol yan kenarına teğet hatta verme.

Özellikle iç vidaların işlenmesinde, aynadan gezer puntaya doğru kesme yönteminde, talaşın akış yönünün parça boş ucuna doğru olması avantaj sağlar. Kesici takım ucu sağ kesme kenarı ve burun kavisiyle kesme yapar. Aynaya doğru kesme yaparak kullanılması için negatif altlıklar kullanılmalıdır. Vida işleme çevrimi (G76) ile kolaylıkla programlanabilir. İsteğe bağlı döngü ya da tek defalık kesme yapan vida işleme komutlarıyla çizim programları kullanılarak programlanabilir. Kesici uç vida helis açısında eğim yapmalıdır. Bu nedenle uygun yönde altlıkla kullanılmalıdır. Kesici uç bir kenarı kesme yaparken diğer kenar işlenen yüzeye sürekli temas halindedir. Buda ısı artışına neden olur. Kesici takım ucu iyi ayarlanmamış kesme derinlikleri nedeniyle titreşime maruz kalırsa kesici takım ömrü azalır. Kesici takım bir kesme kenarı ve burun kavisinde aşınma meydana gelir. Vida yüzey kalitesi işleme şartları uygun sağlandığında tatminkardır [1,6].

2.6.2.3. Kesme Derinliklerinin Vida Profili Sağ Yan Kenarına, 1~5° İlave Açı Yapan Hatta Verilmesi

Kesme derinlikleri vida profili sağ yan kenarına, 1~5° ilave açı yapan doğrultuda verilir (Şekil 2.18).



Şekil 2.17. Kesme derinliklerinin vida profili sağ yan kenarına, 1~5° ilave açı yapan hatta verilmesi.

Avantajlar:

- Kesme kenarı sağ tarafındaki aşınma miktarını azaltır.
- Kesme kuvvetleri düşer.
- Büyük adımli vida işlemlerinde kullanışlıdır.

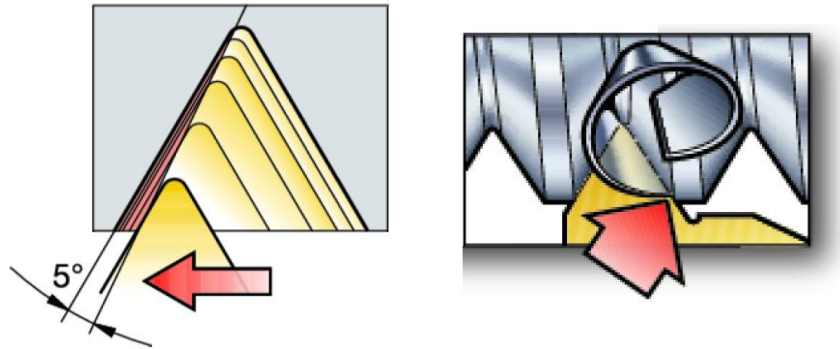
- Talaş akışı kolay ve kontrollüdür.

Dezavantajlar:

- İşleme programının yazılması karmaşıktır.
- Hazır paket çevrimlerle kullanılamaz.
- Kesme derinliklerinin değiştirilmesi yeniden programlama gerektirir [1,6].

2.6.2.4. Kesme Derinliklerinin Vida Profili Sol Yan Kenarına, 1~5° İlave Açı Yapan Hatta Verilmesi

Kesme derinliklerinin vida profili sol yan kenarına, 1~5° ilave açı yapan hatta verilir (Şekil 2.19).



Şekil 2.18. Kesme derinliklerinin vida profili sol yan kenarına, 1~5 ilave açı yapan hatta verilmesi.

Avantajlar:

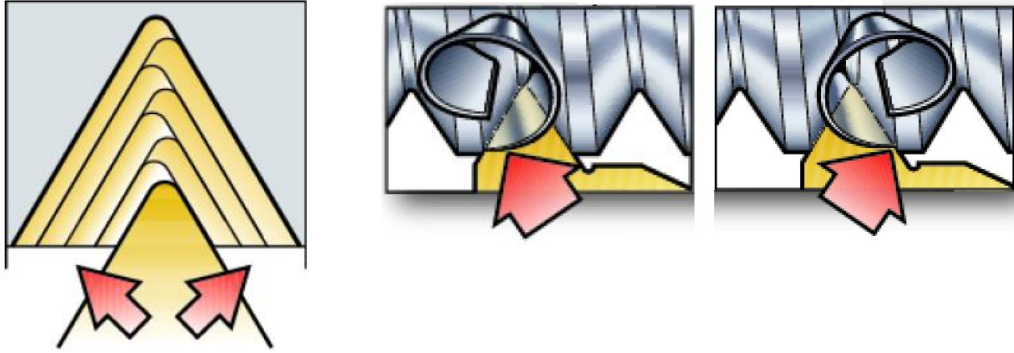
- Kesme kenarı sağ tarafındaki aşınma miktarını azaltır.
- Kesme kuvvetleri düşer.
- Büyük adımlı vida işlemlerinde kullanışlıdır.
- Talaş akışı kolay ve kontrollüdür.

Dezavantajlar:

- İşleme programının yazılması karmaşıktır.
- Hazır paket çevrimlerle kullanılamaz.
- Kesme derinliklerinin değiştirilmesi yeniden programlama gerektirir [1,6].

2.6.3. Değişken (Zikzak) Kademeli Kesme Derinliği Vererek Vida İşleme

Büyük adımlı vidaların işlenmesinde en uygun yöntemdir (Şekil 2.20). Kesme pasosunun değişimiyle, kesme işlemini gerçekleştiren kesme kenarı da değiştirilir. Böylece her iki kesici ağızda kesme yapmış olur. Kesici takım yüksek kesme kuvvetlerine maruz kalmaz.



Şekil 2.19. Değişken (Zikzak) kademeli kesme derinliği vererek vida işleme.

Avantajlar:

- Kesici uç her iki kesme kenarında da benzer ve düzgün takım aşınması meydana gelir.
- Kesme kuvvetleri düşer.
- Büyük adımlı vida işlemlerinde kullanışlıdır.
- Talaş akışı kolay ve kontrollüdür.

Dezavantajlar:

- İşleme programının yazılması karmaşıktır.
- Hazır paket çevrimlerle kullanılamaz.
- Kesme derinliklerinin değiştirilmesi yeniden programlama gerektirir [1,6].

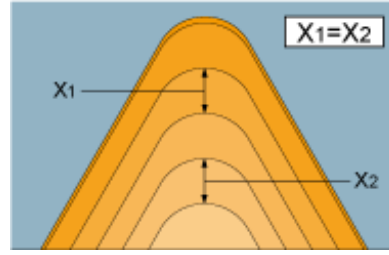
2.7. VIDA AÇMADA HER PASODA KESME DERİNLİĞİ

Her pasodaki kesme derinliği, kesme derinliğinin verildiği hattın seçiminden bağımsız olarak iki farklı kaba ve bir bitirme işleme pasosu ile tekrar pasosu şeklinde verilebilir. Bunlar;

- A. Eşit kesme derinlikli kaba pasolarla işleme,
- B. Eşit kesme yüzeyi alanlı kaba pasolarla işlemedir.
- C. Bitirme işleme (son paso) ve tekrar pasosu [1,6].

2.7.1. Eşit Kesme Derinlikli Kaba Pasolarla İşleme

Bitirme işleme payı dışında kalan toplam diş derinliği eşit kesme derinliklerine sahip pasolarla işlenir (Şekil 2.21). Eşit kesme derinliğine sahip paso sayısı CNC tezgahı bünyesinde yer alan parametre ayarlarıyla çevrim format satırında tanımlanır ya da programcı tarafından hesaplanan paso koordinat değerleri döngü veya tek seferlik vida işleme komutlarıyla programlanabilir.



Şekil 2.20. Eşit kesme derinlikli kaba pasolarla işleme.

Avantajlar:

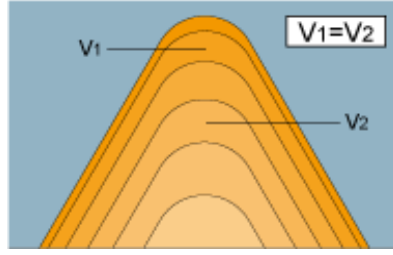
- Kesici uç burun kavisi üzerinde toplam kesme mesafesinin yarısına kadar kesme kuvvetleri daha az ekilidir.
- Talaş form kontrolü kolaydır. (Talaş kesit kalınlığı kontrol altındadır.)
- Kesme pasosu sayısı değiştiğinde kesme derinliklerinin hesaplanması kolaydır.
- Talaş akış kontrolü iyidir.

Dezavantajlar:

- Kesme pasolarının ileri kademelerinde titreşim artar. (Kesme kuvveti değerleri artar)
- Bazı durumlarda NC programın değiştirilmesi gerekebilir [1,6].

2.7.2. Eşit Kesme Yüzeyi Alanlı Pasolarla İşleme

Bitirme işleme payı dışında kalan toplam diş derinliği eşit talaş yüzeyi hacimli pasolarla işlenir (Şekil 2.22). Paso derinlikleri tezgah işletim sisteminde yer alan formülle direkt hesaplanabilir. Tezgahın böyle bir özelliği yok ise aşağıdaki formülle hesaplanmalıdır.



Şekil 2.21. Eşit kesme yüzeyi alanlı pasolarla işleme.

Avantajlar:

- Kullanımı kolaydır (Vida işleme standart programlarında kullanılabilir.)
- Titreşim direnci yüksektir. (Kesme kuvveti değerleri her kademe için benzerdir.)
- Kesici takım kuvvet etkisiyle kırılmaya karşı korunabilir.

Dezavantajlar:

- Özellikle son kesme pasosunda uzun talaş oluşumu meydana gelir.
- Kesme derinliklerinin çevrim dışında programcı tarafından belirlenmesi zordur.
- Kesme derinliği sayısının değiştirilmesi istenildiğinde kesme mesafesinin hesaplanması karmaşıklaşır [1,6].

2.7.3. Bitirme İşleme Ve Tekrar Pasosu

Genelde talaş kaldırılarak yapılan son vida işleme pasosuna bitirme işleme pasosu denir. Tekrar pasosuysa aynı çap değerinde kesme derinliği verilmeden gerçekleştirilen vida yüzeyi temizleme pasosudur. Bu tekrar pasosuyla vida

unsurlarında, titreşimler ve iş parçasında meydana gelen geri tepmelerden oluşmuş düzensizliklerin giderilmesi sağlanır. En az bir en çok üç defa tekrar ettirilmesinde fayda vardır. Böylelikle vida yüzey kalitesi iyileşir, ölçü ve konum toleranslarının yakalanması sağlanır [1,6].

BÖLÜM 3

LİTERATÜR TARAMASI

3.1. GİRİŞ

Bu bölümde silindirik iç ve dış yüzeylerde vida geometrisinin oluşturulmasına yönelik literatürde yer alan geçmiş araştırmalarla ilgili özet bilgiler sunulmuştur.

Gelişen teknoloji ile birlikte artan rekabet ortamı ekonomik kaygıları da beraberinde getirmiştir. Rekabet edebilmek için ürün kalitesini düşürmeden maliyeti azaltmak amaçlı sürekli yeni çalışmalar yapılmaktadır. Farklı kesici takımların kullanımı ve alternatif işleme metodu arayışları, işleme parametrelerini iyileştirmek için yapılan çalışmalar arasında dikkat çekmektedir [7,8].

Cus ve Mursec, Microsoft Visual Basic paket programıyla, en düşük işleme maliyetini ve talaş kaldırma işleminin sınırlarını göz önünde bulundurarak, en iyi kesme koşullarını seçmeye yardımcı bir yazılım geliştirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada, takım yönetim sistemiyle teknolojik veri tabanları birbirine entegre edilmiştir. En iyi kesme koşulları; operasyon tipi, iş parçası malzemesi, tezgah, iş parçasının geometrisi ve parça bağlama sistemi dikkate alınarak tavsiye edilmiştir [9,10].

Takım ömrü, verimlilik artışı nedeniyle en önemli ekonomik faktörlerinden birisidir [11]. İş parçasının üretimi aşamasında istenen işlevsel toleransların optimum şartlarda gerçekleştirilmesi istenir. Kesici takım, takım tezgahı ve iş parçası arasındaki ilişki doğru kurulduğu takdirde bu şartların gerçekleşmesi mümkündür. Doğru tercih edilmeyen parametreler ve vibrasyonlar, işlevsel toleransları engelleyerek ölçü ve yüzey kalitesinin bozulmasına neden olur. Bu nedenle optimum şartlarda talaş kaldırma operasyonunun en önemli ilkesi takım ömrü ve minimum güç

sarfıyatı olarak düşünebiliriz [12].

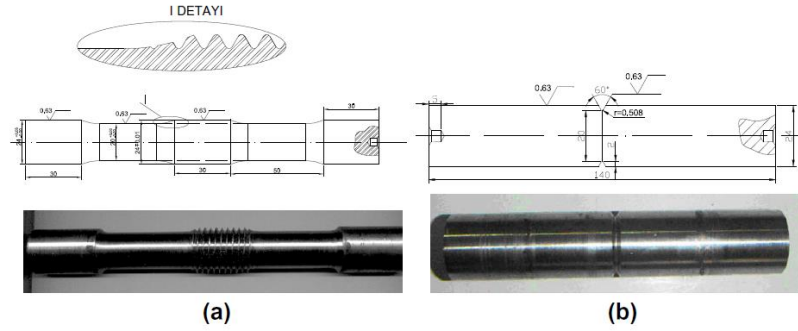
Silindirik dış/iç yüzeylerde vida geometrilerinin oluşturulmasında plastik deformasyonla şekillendirme veya talaş kaldırma yöntemleri kullanılmaktadır. Ayrıca döküm ve enjeksiyon kalıplama tekniği kullanılarak da vida geometrilerinin oluşturulduğu bilinmektedir. Endüstriyel makine bileşenlerinde vida geometrisinin oluşturulmasında en fazla kullanılan teknik talaş kaldırma yöntemidir. Talaşlı imalatla vida açma, karmaşık geometriye sahip iş parçaları üzerinde vida açmayı mümkün kılmakta ve diğer tekniklere kıyasla işleminin düşük maliyetle gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. İşleme, işlenmiş parçaların yüzeyinde üç önemli etkiye neden olur; artık gerilmeler, yüzey sertleşmesi (veya nadiren yumuşama) ve yüzey pürüzlülüğü. Bu nedenle, talaşlı imalatla şekillendirme, iş parçasının yorulma performansı üzerindeki etkilerini de belirleyecektir [13].

Parça yüzeyinde, artık çekme gerilmelerinin varlığının numunelerin yorulma ömrünü azalttığı iyi bilinmektedir. Talaşlı imalatın neden olduğu yüzey tabakası artık gerilmeleri, kesme işlemi sırasındaki mekanik ve termal etkilerden kaynaklanır. Genel olarak, termal etkilerin çekme gerilmelerine neden olduğu iddia edilirken, mekanik etkiler genellikle parça yüzeyinde basma yönünde artık gerilmelere yol açar [14-17]. Takım aşınmasının termal etkileri önemli ölçüde artırdığı ve böylece artık çekme gerilmeleri oluşturduğu bildirilmektedir [18,19].

Kesici takım keskin olduğunda, artık gerilmelerin ana nedeni plastik deformasyondur ve termal değişimlerin etkisi nispeten önemsizdir. Bununla birlikte, kesici takım yanak aşınmasıyla termal etkilerin arttığı ve giderek daha önemli hale geldiği bilinmektedir. Ortogonal işlemede, azalan serbest yüzey aşınmasıyla mekanik etkiler baskın hale gelir ve bunun sonucunda parçanın yüzey katmanında basma yönünde kalıntı gerilmeler oluşur [15,20].

Akyıldız ve Livatyalı yaptıkları çalışmada, SAE 4340 çelik numune üzerinde vida açma parametrelerinin yorulma mukavemeti üzerindeki etkilerini deneysel ve istatistiki analizlerle araştırmışlardır. Hassas işlenmiş vida formu numunelerin, işleme parametrelerinin yorulma dayanımı üzerindeki etkileri, aynı profile sahip

çevresel çentikli numunelerin dayanıklılık değerleri ile karşılaştırarak incelemiştir (Şekil 3.1). Deneyle dört noktalı döner eğilme yorulma test makinesi kullanılmıştır. Deneyle numunelerini, derin kuyu sondaj boruları için kullanılan SAE 4340 çeliğinden işlemiştir. Deneyle sonuçlarının, vida diş geometrili numunelerin yorulma dayanımlarının, çevresel olarak çentikli numunelere kıyasla işleme koşullarına bağlı olarak geniş bir aralıkta olduğunu gösterdiğini tespit etmiştir. Vida geometrili numunelerin yorulma mukavemeti üzerindeki en etkili faktörlerin; takım aşınması ve kesme hızı olduğunu belirtmiştir. Vida geometrisinin oluşturulma yöntemi ve radyal ilerlemenin etkileri ise daha az önemli olduğunu bildirilmiştir [21].



Şekil 3.1. Akyıldız ve Livatyalı numune görselleri; a) Vida geometrili b) Çentikli

Günay yapmış olduğu çalışmada CNC torna tezgahında AISI 1040 malzeme üzerine vida açma işleminde, kesme pasolarının verilme doğrultusu olarak bilinen besleme açısının değişimine bağlı kesme kuvvetlerinin oluşumunu incelemiştir. Vida açma işlemini G76 vida açma çevrimini kullanarak gerçekleştirmiştir. Besleme açısının, $30 / 27,5 / 15 / 14,5 / 0^\circ$ de her bir vida pasosunda oluşturduğu kesme kuvveti bileşenlerinden esas kesme kuvvetini kıyaslamada kullanmıştır. Metrik vida açma işlemlerinde en düşük kesme kuvveti değeri 30° besleme açısında olduğunu tespit etmiştir [22].

Khoshdarregi ve Altintas, tornalama ile vida açmada kullanılan çok kesme ağızlı kesici uçların, kesme pasolarındaki kesme derinliği ve kesme doğrultusuna bağlı olarak her bir diş üzerinde oluşan kesme yüklerini tahmin edebilmek için matematik formüllerinin geliştirilmesine yönelik çalışma yapmışlardır. Matematiksel modeller

deneysel çalışmalarla doğrulama testleri yapılarak güvenilirlikleri belirlenmiştir. Geliştirilen mekanik modeller çok noktalı kesme ağızlarının her biri için talaş ve kesme yüklerinin dağılımını tahmin etmek için kullanılabileceği belirtilmiştir. Geliştirilen model denklemlerin, kesici uç tasarım ve vida açma operasyonlarının işlem planlanmasında kullanılabileceği de vurgulanmıştır [23].

Kaçal ve Turgut yaptıkları çalışmada, özellikle orta ve büyük adımlı vidaların açılma işlemlerinde alternatif yaklaşımla bir kesici takımını incelemiştirlerdir. Maliyet açısından daha avantajlı olan TNMG uçlarını vida açmada, vida uçlarına alternatif olarak kullanılabilişliğini araştırmışlardır. Deney malzemesi olarak AISI 4340 çeliği kullanılmıştır. 60° uç açısına sahip TNMG uçlar ve vida uçları kullanılarak yapılan deneylerde yanak aşınmaları ve diş profillerini kıyaslamışlardır. Deney sonuçlarında TNMG uçlarının, vida uçlarına kıyasla aşınmaya karşı daha dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir. Vidaların kullanılacağı ortamlarda sızdırmazlık hassasiyeti gerektirmediği takdirde TNMG uçlarının kullanılabileceğini belirtmişlerdir. TNMG uçları kullanımının birim parça maliyetleri ve takım maliyetleri açısından önemli ölçüde avantajlı olduğunu da vurgulamışlardır [3].

3.2. LİTERATÜRÜN GENEL DEĞERLENDİRMESİ

Talaşlı imalatla vida açma işlemleri kapsamında tek kesme ağızlı takımlarla kesme pasolarının besleme açısının değişimine bağlı kesme kuvvetleri üzerindeki etkilerin detaylı bir şekilde incelenmediği görülmüştür.

Nalbant ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarda nispeten besleme açısının vida açma işlemi esnasında kesme kuvveti oluşumunu inceledikleri görülmüştür. Fakat bu çalışmalarda standart takım tutucu ve altlıklar kullanılarak, sabit kesme derinliğinde G76 vida açma çevrimi kullanılarak deneylerin gerçekleştirildiği tespit edilmiştir [24].

Literatürde eğim açısı helis açısına uygun hassas bir şekilde ayarlanabilen özellikte bir takım tutucunun kullanılmadığı tespit edilmiştir. Tez çalışması bu kapsamda ilk çalışma olup özgündür. Ayrıca eşit alanlı vida kesme derinlikleri kullanılarak kesme

pasolarının dizayn edilmediği de tespit edilmiştir. Tez çalışmasında nispeten eşit kesme alanlı vida kesim pasolarının ayarlanmasına yönelik hesaplama ve işleme programının hazırlanmasına yönelik sistematik bir yaklaşım kazandırılmıştır.

BÖLÜM 4

MATERYAL VE METOT

Tez çalışması kapsamında, hali hazırda tek kesme geometrili kesici takımlarla vida açma işlemlerinde kullanılan standart takım tutuculara alternatif, yeni bir takım tutucu geliştirilmiştir. Yeni takım tutucunun hali hazırda kullanılan standart takımlara kıyasla performansının belirlenmesine yönelik bir dizi sistematik, deney ağırlıklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda kullanılan materyaller ve takip edilen yöntemler ile ilgili bilgiler aşağıda izah edilmiştir.

4.1. DENEY MALZEMESİ

Geliştirilen vida açma takımının, hali hazırdaki standart takım tutuculara kıyasla, vida açma performansının belirlenmesinde “AISI 1050” çeliği kullanılmıştır. “ISO 3685” ve “TSE 10369” standartlarında işlenebilirlik testlerinde, “AISI 1040” ve “AISI 1050” çelikleri referans malzeme olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, “AISI 1050” çeliği kullanım alanının yaygınlığı da dikkate alınarak deney malzemesi olarak belirlenmiştir. Deney malzemesinin kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

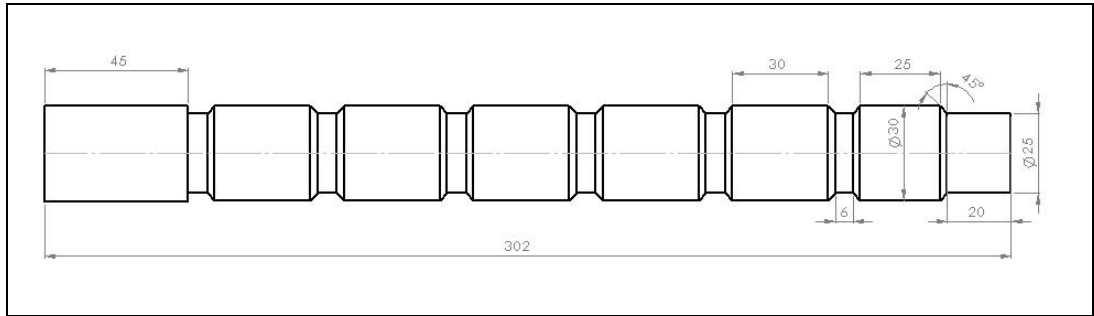
Çizelge 4.1. Deney malzemesi (AISI 1050) kimyasal bileşimi.

Element	C	Mn	P	S	Fe
% Ağırlık	0.48-0.55	0.60-0.90	0.04 <	0.05 <	Arta kalan

Çizelge 4.2. Deney malzemesi fiziksel ve mekanik özellikleri.

Özellikler ve Değerler		Koşullar	
		T (°C)	Isıl İşlem Durumu
Yoğunluk, $\times 1000 \text{ kg/m}^3$	7,7-8,03	25	–
Poison Oranı	0,27-0,30	25	–
Elastik Modül, GPa	190-210	25	–
Kopma Dayanımı, MPa	636,0	25	Isıl işlem uygulanmış (790°C ve üzeri)
Akma Dayanımı, MPa	365,4		
Uzama Miktarı, %	23,7		
Sertlik Değeri, HB	187	25	Isıl işlem uygulanmış (790°C ve üzeri)
Darbe Dayanımı, J (<i>Izod</i>)	16,9	25	Isıl işlem uygulanmış (790°C ve üzeri)

Vida açma deneylerinde kullanılan deney malzemesinin geometrik özelliklerini gösteren teknik resim detayı Şekil 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Deney malzemesi teknik resmi.

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere her bir deney için bağımsız bölgeler oluşturulmuştur. Vida açma bölgelerinin başlangıç ve bitimlerine 45 pah oluşturulmuştur. Deney parçasının teknik resmine uygun imal edilmiş şekli ile ilgili görsel Şekil 4.2’de sunulmuştur.



Şekil 4.2. Deney numunesi görseli

4.2. İŞLEME TEZGAHI VE ÖZELLİKLERİ

Vida açma deneyleri, Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, bünyesinde yer alan “Johnford TC35” marka, bilgisayar sayısal denetimli (CNC) torna tezgahında yapılmıştır. CNC torna tezgahının teknik özellikleri Çizelge 4.3’te sunulmuştur.

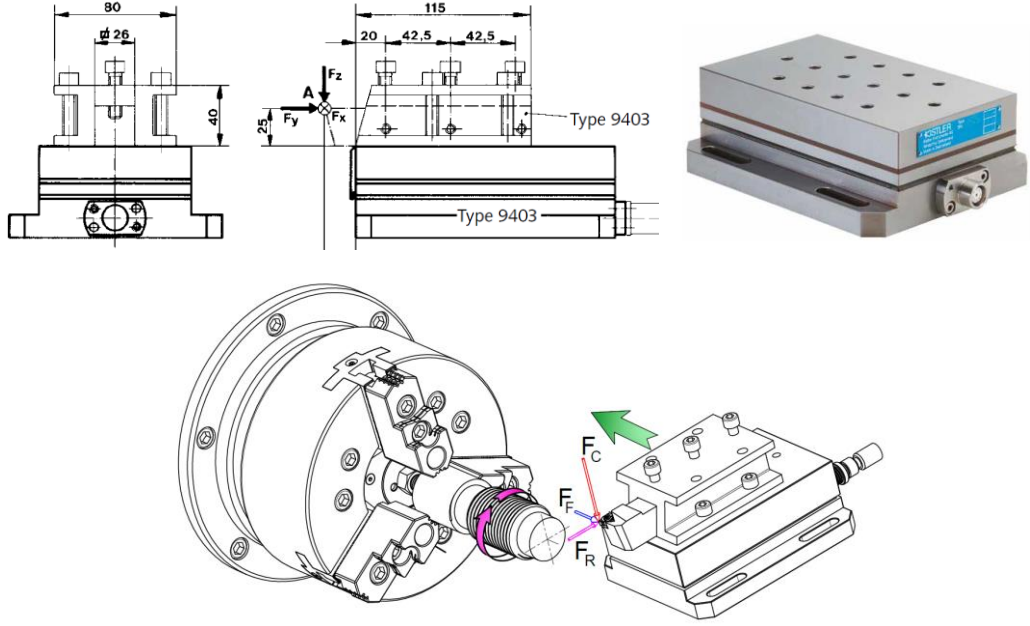
Çizelge 4.3. CNC torna tezgahı özellikleri

Marka:	Johnford TC35
İş mili döndürme çapı:	450 mm
En büyük parça bağlama boyu:	1200 mm
Sürekli dönme devir sayıları:	10-3500 dev/dak
Kesici bağlama hane sayısı:	12 Adet
İş mili gücü:	12 kW
İşletim sistemi:	Fanuc OT

4.3. KESME KUVVETİ ÖLÇÜM CİHAZI VE DENEY DÜZENEĞİ

Deney malzemesi üzerinde vida açma işleminde her kesme pasosunda oluşan talaş kaldırma kuvvetine ait bileşenler (F_x , F_y ve F_z), kesme anında “KISTLER 9257B”

tipi piezoelektrik dinamometre ile ölçülmüştür (Şekil 4.3). Ölçülen talaş kaldırma kuvveti bileşenleri, dinamometre ölçüm yönlerinde “Z”; esas kesme kuvveti (F_C), “X”; ilerleme kuvveti (F_F) ve “Y” radyal kuvvet (F_R) ile eşleşmektedir.

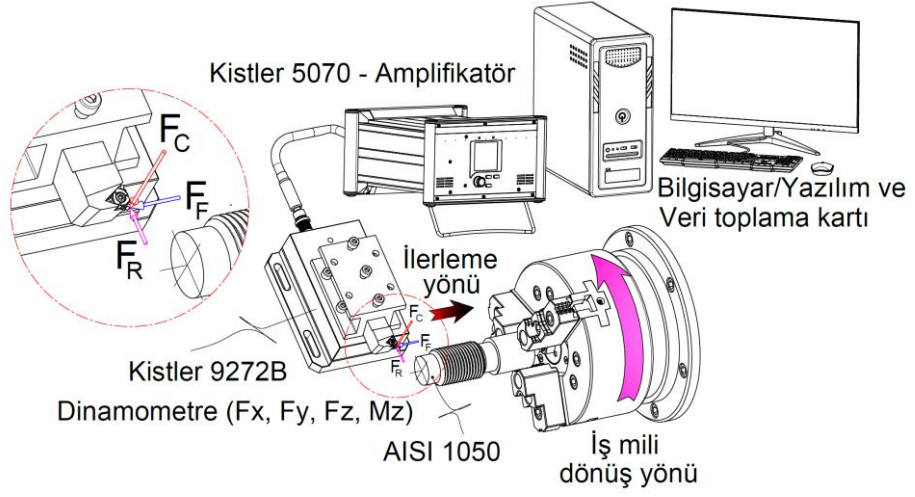


Şekil 4.3. Kistler 9257B tip dinamometre.

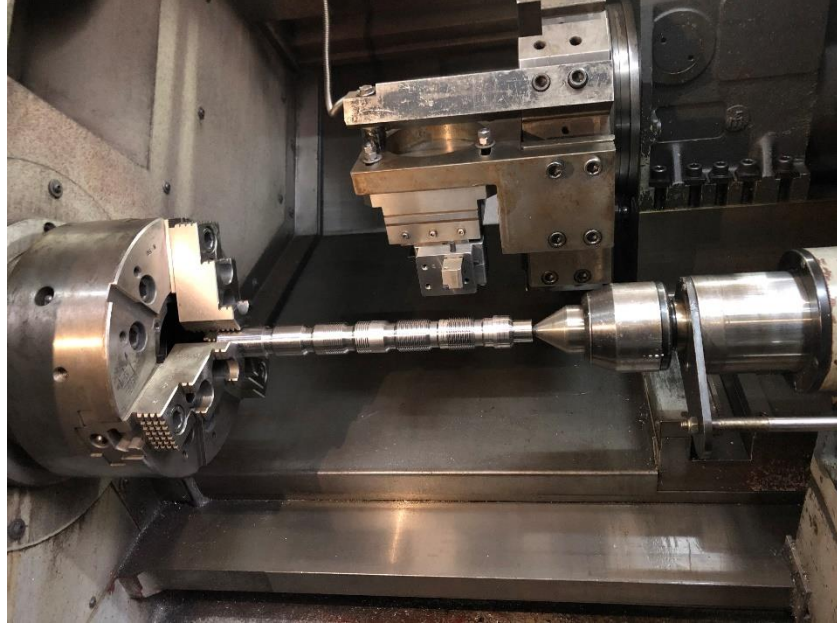
Vida açma deneylerinde her bir pasodaki kesme kuvveti bileşenlerine (F_x/F_F , F_y/F_R , F_z/F_C) ait kuvvet değerlerinin ölçülmesi için kullanılan deney düzeneği;

- Üç eksen yönünde kuvvet bileşenlerini aynı anda ölçebilen piezoelektrik dinamometre,
- Dört kanallı amplifikatör,
- Kesici takım bağlama aparatı,
- Veri toplama kartı,
- Bilgisayar ve yazılım (Dynoware),

oluşmaktadır. Deney düzeneği şematik olarak Şekil 4.4’de deney esnasında alınan bir görüntüde Şekil 4.5’de sunulmuştur.



Şekil 4.4. Vida açma deney düzeneği şematik gösterimi

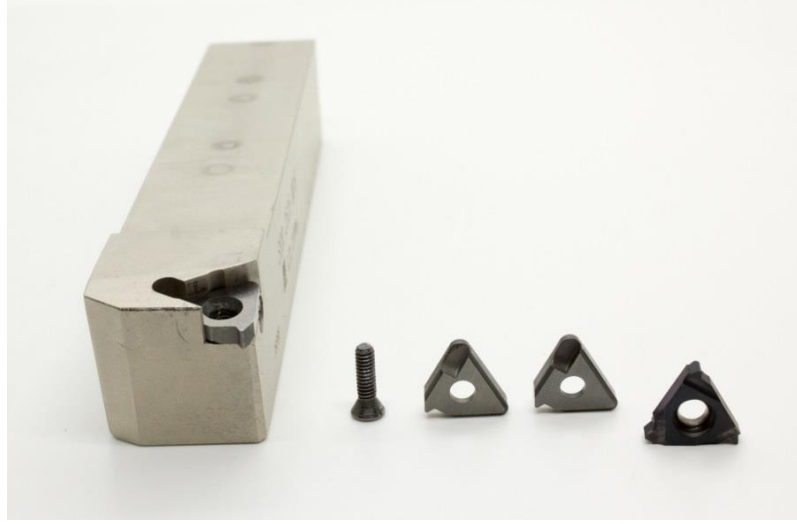


Şekil 4.5. Deney düzeneği görseli

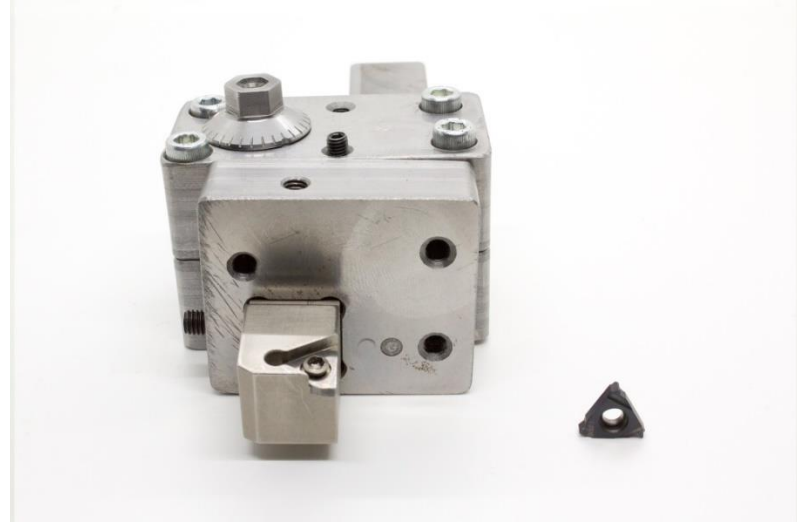
4.4. KESİCİ TAKIMLAR

Çalışmada iki farklı kesici takım kullanılmıştır. Bunlardan ilki standart özellikteki kesici takım tutucudur. Bu takım “İscar A.Ş.” firmasının “SER 2525 M16” kodlu standart altlık kullanılarak vida helis eğim açısının ayarlanabildiği takım tutucudur. Diğer takım ise tez kapsamında geliştirilmiş olup, literatürde benzeri olmayan, vida helisine uygun kesici uç eğim açısı 0.1 hassasiyetle ayarlanabilir takım tutucudur. Bu

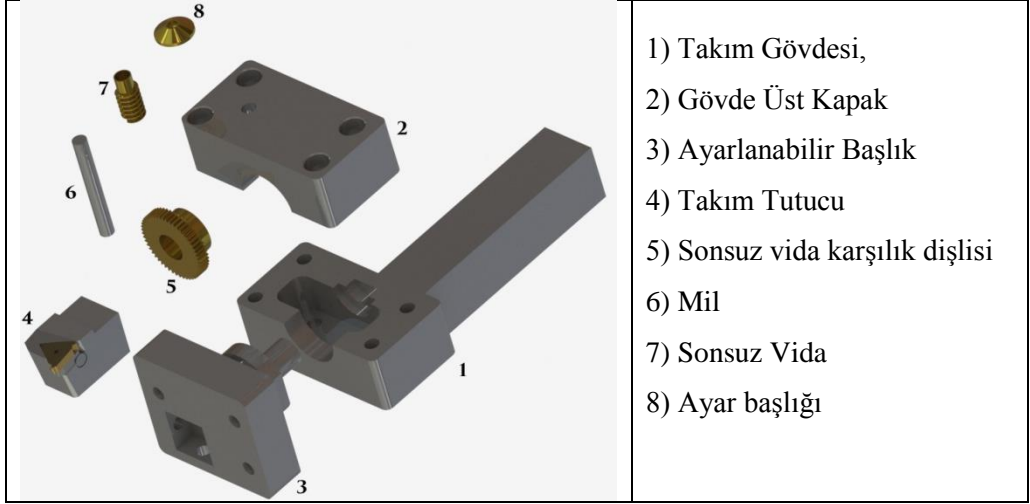
takımlar ile ilgili görseller, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de sunulmuştur. Tez kapsamında geliştirilen takım tutucu bileşenlerinin detayları Şekil.4.8’de sunulmuştur.



Şekil 4.6. Standart takım tutucu, altlıklar ve kesici uç



Şekil 4.7. Tez kapsamında geliştirilen takım tutucu ve kesici uç

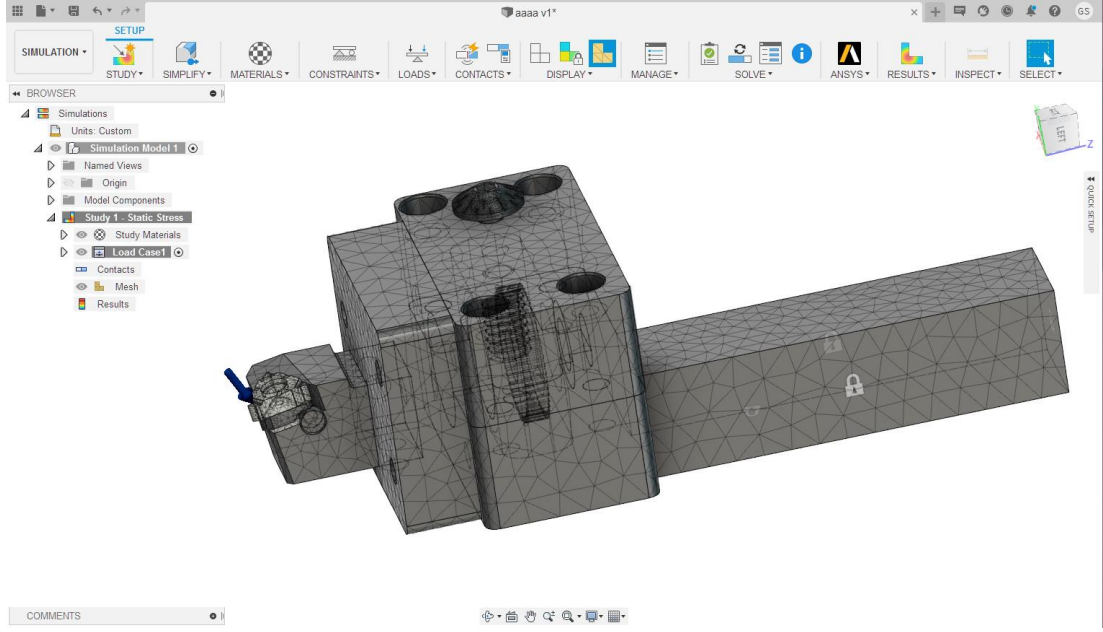


Şekil 4.8. Tez kapsamında geliştirilen takım tutucu bileşenleri

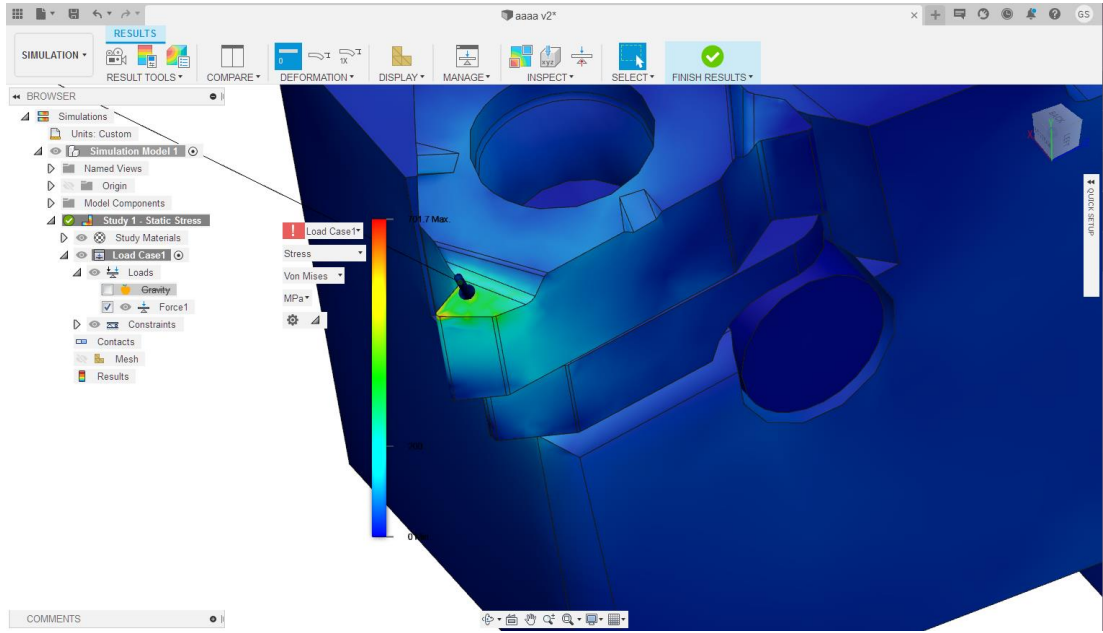
Takım tutucu AISI 2080 soğuk iş takım çeliğinden üretilmiştir. Aşınma direncinin ve mukavemetinin yüksek olması nedeniyle tercih edilmiştir. Takım tutucunun istenilen eğim açısı hassasiyetine sahip olabilmesi için, kesici ucun kesme merkezi değişmeyecek şekilde döndürülebilmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için takım tutucunun kesme hattı tam merkezden geçecek şekilde ayarlanabilir bir başlığa yerleştirilmiştir. Bu başlığa dönme hareketini hassas bir şekilde verebilmek için 1/60 oranında redüksiyon edilmiş bir sonsuz vida ve karşılık dişlisi çifti kullanılmıştır. Sonsuz vidayı hareket ettiren ayar başlığı üzerinde bulunan 60 adet çentik ile takımımızın 0.1° hassasiyetle dönme hareketini gerçekleştirmesi sağlanmıştır.

4.4.1. Tasarım Doğrulama

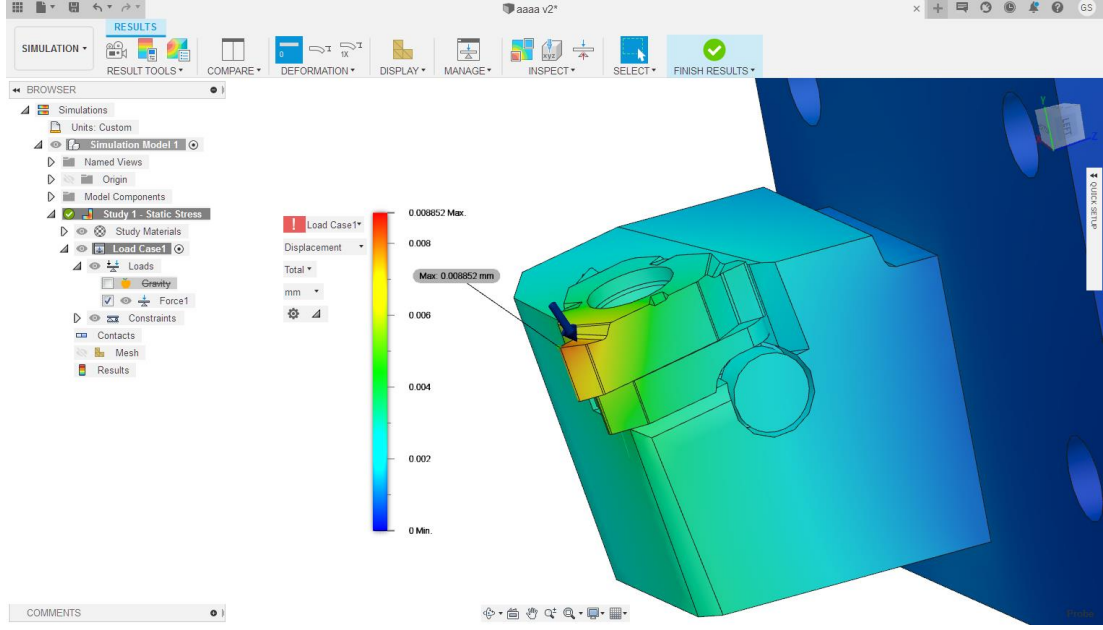
Autodesk Fusion 360 eğitim lisanslı programda, geliştirilmiş takımın statik analizleri simülasyon ortamında test edilmiştir. Test sonuçları Şekil 4.9 ile Şekil 4.11 arasında sunulmuştur.



Şekil 4.9. Analiz mesh ve kuvvet görseli



Şekil 4.10. Von mises gerilmelerine ait analiz görseli

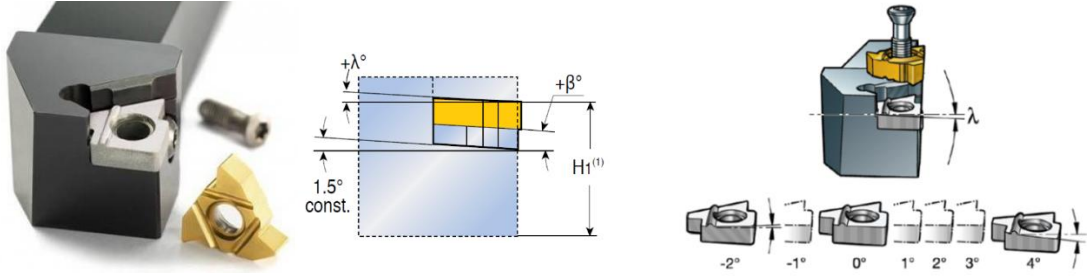


Şekil 4.11. Yer değıştirme miktarı ile ilgili analiz görseli

Analiz esnasında kesici uç kesme yüzeyi üzerine X,Y ve Z yönlerinde kuvvet uygulanmıştır. Uygulanan bu kuvvetler en yüksek kesme kuvveti bileşenleridir. Kuvvetler etkisi ile kesici takım ucunda “Von mises” gerilim yığılmalarının varlığı gözlemlenmiştir. Yer değıştirme miktarı incelendiğinde (0.008 mm) en fazla yer değıştiren noktanın kesici uç köşesi olduğu tespit edilmiştir.

4.4.2. Eğim Açısının Ayarlanması

CNC torna tezgahlarında dış/iç çap vida işleme takımlarında her vida ölçüsü için uygun değerde eğim açısına sahip altlıklar kullanılır. Bu altlıklar, vida ucunun serbest yüzeylerinde yer alan boşluk açılarının nispeten eşitlenmesi amacıyla kullanılır. Kesici takım üreticileri vida uçlarının standart eğim açısında kullanımını göz önünde bulundurarak takım gövdesine eğim açısını vererek (1,5°) üretimi gerçekleştirir. Bu nedenle standart altlık sıfır ($\beta=0^\circ$) eğim açısındadır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Standart vida takımları eğim açısı ve altlıklar ile ilgili görseller

Tez çalışması kapsamında M30x2 ölçülerinde vida açma deneylerinde, geliştirilen kesici takım için gerekli eğim açısı ve standart vida açma takımı için uygun altlık açısının belirlenmesi için Çizelge 2.1 ve Eşitlik 2.1 kullanılmıştır.

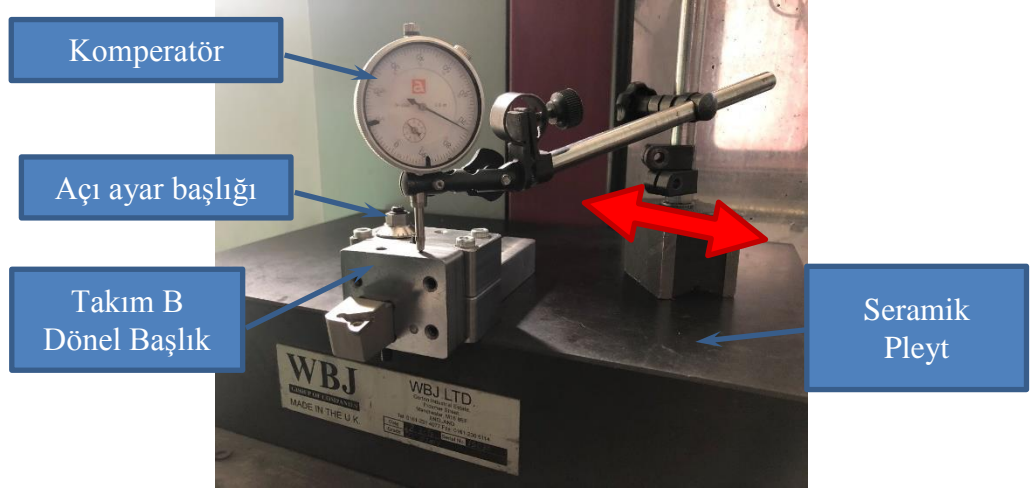
M30x2 mm ebatlı vida geometrisinin işlenmesinde deneylerde kullanılan takımlar için vida helis açısına (λ) uygun takım talaş yüzeyi eğim/konum açısı Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Deneylerde kullanılan takımlar için M30x2 mm ölçülerinde vida geometrisine uygun altlık ve eğim açıları

Standart Takım Tutucu (Takım A)	$\lambda = 1,82^\circ$ değeri için; $1,5^\circ$ Standart altlık
Özel Takım Tutucu (Takım B)	$\lambda = 1,82^\circ$ değeri için; $1,5^\circ$ Standart altlık + $0,3^\circ$

Çizelge 4.4'te tespit edilen eğim açısına sahip altlık Takım A bünyesine bağlanmıştır. Takım B için öncelikle standart altlık takım gövdesine bağlanmış sonrasında da aşağıdaki işlem sırasında gerekli eğim açısının ayarlama süreçleri takip edilmiştir. Bunlar;

- 1) Takım B bağlama sapı alt yüzeyi seramik pleyt üzerine yerleştirilerek, komperatör saati ile dönel kafa üst yüzeyinin paralel konumu sonsuz vida ayar vidası ile ayarlanmıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Takım B referans yüzey sıfırlama işlemi

- 2) Standart altlık açısına ilave döndürme değerine ($+0,1^\circ$) uygun ayar vidası üzerindeki konum çizilerine uygun döndürme işlemi gerçekleştirilmiştir.

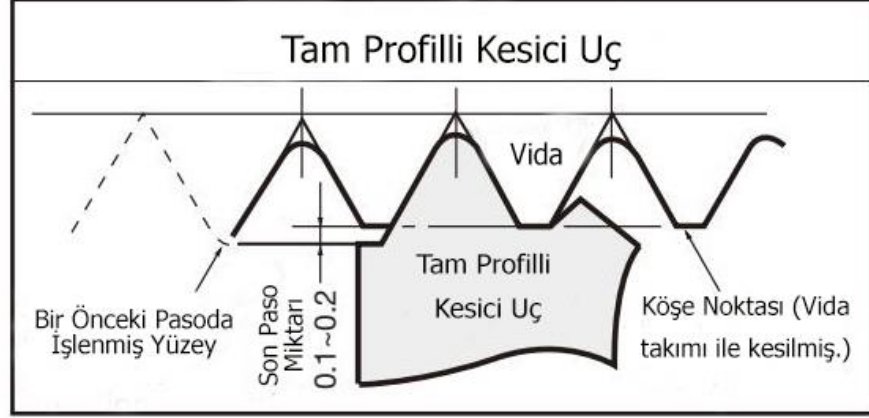


Şekil 4.14. Vida eğim açısına ayarlı Takım B'nin tezgah üzerinde dinamometreye bağlanmış görseli

4.5. KESİCİ UÇ VE ÖZELLİKLERİ

Vida açma deneyleri, “SYSRIUS” firması tarafından üretilmiş “ISO 16 ER” kodlu PVD kaplamalı kesici uç ile gerçekleştirilmiştir. Kesici uç tam form geometrisine sahiptir (Şekil 4.15). Standart takım tutucu ile gerçekleştirilen vida açma deneylerinde kesici uç uygun eğim açısına sahip altlıkla birlikte takım tutucuya sabitlenmiştir. Altlık eğim açısının belirlenmesinde Çizelge 2.1 veya formüller

kullanılmıştır. M30x2 ölçüsünde erkek vida geometrisini açmak için altlık eğim açısı 1,5° olarak tespit edilmiştir. Altlıkla ilgili görsel Şekil 4.6’da sunulmuştur.



Şekil 4.15. Tam profilli kesici uç form detayı

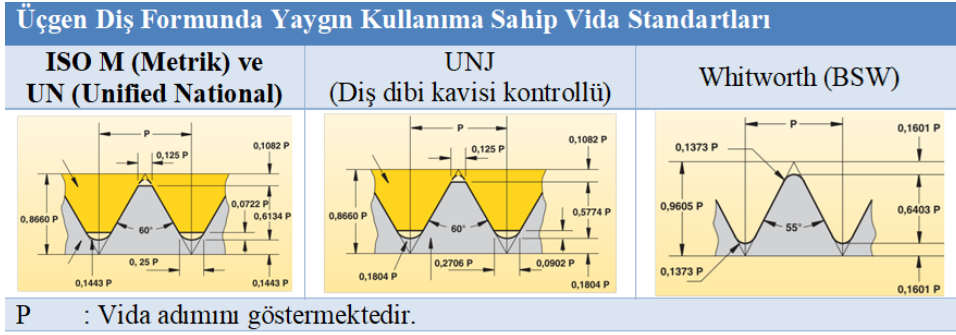
Radyal boşluk açısı 10° (takım gövdesi ile ayarlanmış) serbest yüzey boşluk açısı ise 5° kesici uç kullanılmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Kesici uç radyal ve serbest yüzey boşluk açısı

4.6. VIDA FORMU VE ÖZELLİKLERİ

Deneylerde, ISO Metrik vida formuna sahip, “M30x2” ölçüsünde dış/erkek vida geometrisinin imaline yönelik süreçler yönetilmiştir. Şekil 4.17’de “ISO M” sınıfı ve yaygın kullanıma sahip üçgen formu vida formları sunulmuştur.



Şekil 4.17. ISO M standardı vida form geometrisi ve diğer yaygın kullanılan üçgen diş formları

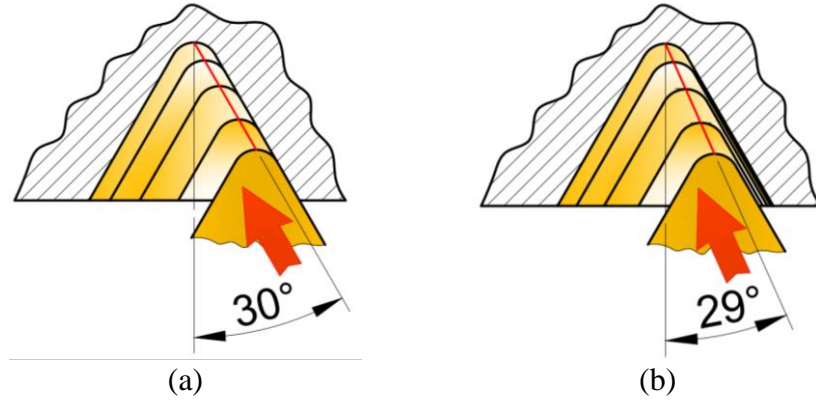
Deneylerde vida geometrisinin ebatları “ISO M” standardına uygun formüller ile hesaplanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. “ISO M” standardı “M30x2” ölçüsünde vida formu geometric unsurlarına ait değerler

Geometrik Unsur	Değer
Vida Anma Ölçüsü, mm	30
Vida form açısı, °	60
Vida adımı, mm	2
Vida diş yüksekliği, mm	1,2268
Vida diş dibi çapı, mm	27,546
Diş dibi kavis yarıçapı, mm	0,2886

4.7. VIDA AÇMA TEKNİĞİ

CNC torna tezgahında, AISI 1050 çelik malzemeye “M30x2” ebatlarında erkek vida formunun açılmasında, vida yan kenar yüzeyi eğimi doğrultusunda kesme derinliği vererek vida işleme tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte, kesme pasoları vida yüzeylerinden birine teğet veya belirli bir boşluk açısındaki çizgisel doğrultu takip ederek verilir. Deneylerde kullanılan vida açma doğrultuları ile ilgili görsellerle Şekil 4.18’de sunulmuştur.



Şekil 4.18. Vida açma deneyi kesme pasosu verilme doğrultuları, a) 30°, b) 29°

CNC torna tezgahlarında kesme derinlikleri iki farklı metot ile verilir. Bunlar eşit kesme derinlikli ve eşit kesme alanlı talaş kaldırma işlemleridir. Tez çalışması kapsamında AISI 1050 çelik malzemeye en uygun yöntem olan eşit kesme alanlı kesme pasoları kullanılmıştır. Bu teknik azalan kesme derinlikleri ile nispeten eşitlenen kesme alanıyla, talaş kaldırma esnasında oluşan kuvvet etkilerinin sürtünme etkileri göz ardı edildiğinde, kesici uç kesme kenarı üzerinde ani kuvvet artışlarına neden olmayıp, kabul edilebilir bir yükseliş seyrinde kuvvet artışına neden olur. CNC torna tezgahlarında eşit kesme alanlı kesme pasolarını programlamak için hazır bir döngü veya çevrim bulunmamaktadır. Bu nedenle vida açma programı her vida formu için kapsamlı bir hesaplama yapmayı gerektirir. Hesaplama işleminde nispeten eşit alanlı kesme pasolarının elde edilebildiği Eşitlik 6.1’de sunulan formül kullanılır.

$$\Delta a_{p_n} = \frac{\sum a_p}{\sqrt{n_{a_p} - 1}} \times \sqrt{Y} \quad (4.1)$$

Eşitlik 4.1’de yer alan semboller;

Δa_{p_n} : Seçilen kesme pasosunda toplam kesme derinliği, mm

$\sum a_p$: Toplam diş derinliği, mm

Metrik dış vida için; Diş Derinliği (P = 0,6134xADIM)

n : Kesme pasosu numarası, (1 – n),

n_{a_p} : Toplam paso sayısı, adet

Y : Kesme derinliği hesaplama katsayısı

1. Paso için Y=0.3,

2. Paso için Y=1
3. Paso ve sonraki pasolar için Y = (n – 1)

ifade etmektedir. Örnek bir hesaplama yapılacak olursa;

<p>Vida ölçüsü: M30x2 mm</p> <p>Kesme derinliği doğrultusu: 30°</p> <p>Diş Yüksekliği (P = 0,6134xADİM): (Σa_p): 1,2268 mm</p> <p>Uygun paso sayısı (n_{a_p}) : 8</p>	<p>Hesaplama formülü:</p> $\Delta a_{p_n} = \frac{\Sigma a_p}{\sqrt{n_{a_p} - 1}} \times \sqrt{Y}$
<p>1. Paso için derinlik hesabı (Y=0,3):</p> $\Delta a_{p_n} = \frac{1.2268}{\sqrt{8-1}} \times \sqrt{0,3} = \mathbf{0,254 \text{ mm}}$	
<p>2. Paso için toplam derinlik hesabı (Y=1):</p> $\Delta a_{p_n} = \frac{1.2268}{\sqrt{8-1}} \times \sqrt{1} = 0,465 \text{ mm}$ <p>Kesme pasosunun miktarı yeni bulunan değerden (0,465), bir önceki paso toplam derinliği çıkartılarak tespit edilir. Bu durumda;</p> <p>2. Pasoda kesme derinliği (0,465 – 0,254) “0,211 mm” olacaktır.</p>	
<p>3. Paso için toplam derinlik hesabı (Y=3 – 1=2):</p> $\Delta a_{p_n} = \frac{1.2268}{\sqrt{8-1}} \times \sqrt{2} = 0,656 \text{ mm}$ <p>3. Paso kesme derinliği (0,656–0,465) “0,191 mm”</p>	

Yukarıda yer alan bu hesaplamalar birçok kesici takım üreticisi tarafından internet sitesi veya kataloglarında çizelge şeklinde sunulmaktadır. Deneylerde “Kennemetal” kesici takım firmasının internet ve kesici takım katalogunda sunduğu çizelgeden, adım 2 (iki) mm için kesme pasosu derinlikleri kullanılmıştır (Çizelge 4.6). Vida açma deneyi 8 (sekiz) adet kaba ve 1 (bir) adet bitirme pasosu ile toplam 9 (dokuz) kesme pasosu şeklinde dizayn edilmiştir.

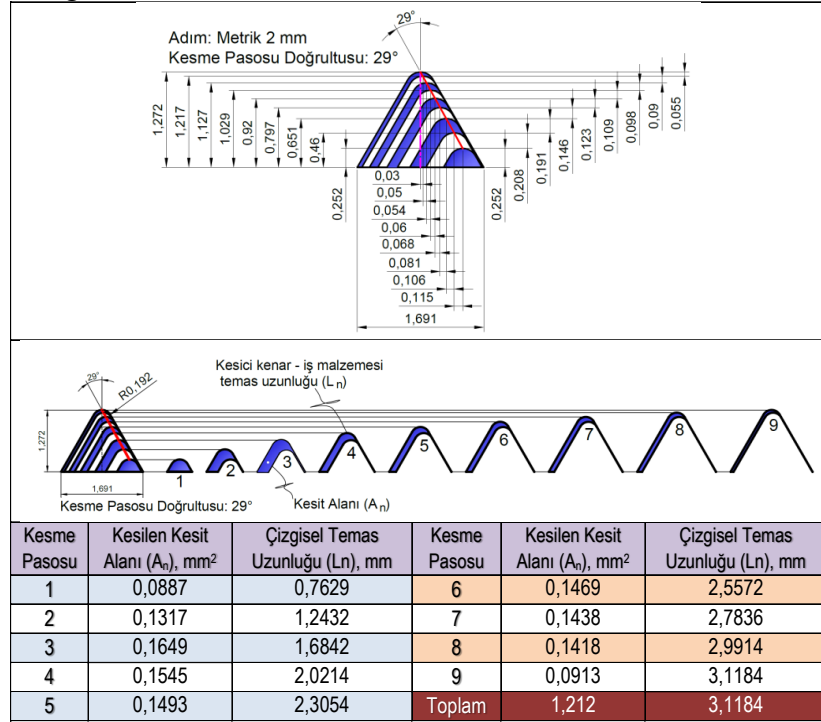
Çizelge 4.6. Vida açma pasolarının belirlendiği çizelge

Metric ISO, External Thread Cutting													
thread pitch P (mm)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
T Ap (mm)	0,305	0,457	0,610	0,762	0,914	1,067	1,219	1,524	1,829	2,159	2,464	2,769	3,073
N Ap	4	4	5	6	6	8	8	10	12	14	15	15	16
values for flank infeed (X/Z)													
order of passes	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z	X/Z
1	0,096	0,145	0,167	0,187	0,224	0,221	0,252	0,278	0,302	0,328	0,361	0,405	0,435
2	0,080	0,119	0,138	0,154	0,185	0,182	0,208	0,230	0,249	0,271	0,298	0,335	0,359
3	0,073	0,109	0,126	0,141	0,169	0,167	0,191	0,210	0,228	0,248	0,273	0,306	0,329
4	0,056	0,084	0,097	0,108	0,130	0,128	0,146	0,161	0,175	0,190	0,209	0,235	0,252
5			0,082	0,091	0,110	0,108	0,123	0,136	0,148	0,160	0,176	0,198	0,213
6				0,080	0,097	0,095	0,109	0,120	0,130	0,141	0,155	0,175	0,187
7						0,086	0,098	0,108	0,118	0,128	0,141	0,158	0,169
8						0,079	0,090	0,100	0,108	0,118	0,129	0,145	0,156
9								0,093	0,101	0,109	0,120	0,135	0,145
10								0,087	0,095	0,103	0,113	0,127	0,136
11									0,089	0,097	0,107	0,120	0,129
12									0,085	0,092	0,102	0,114	0,122
13										0,088	0,097	0,109	0,117
14										0,085	0,093	0,105	0,112
15											0,090	0,101	0,108
16													0,104
T Ap (mm)	0,305	0,457	0,610	0,762	0,914	1,067	1,219	1,524	1,829	2,159	2,464	2,769	3,073

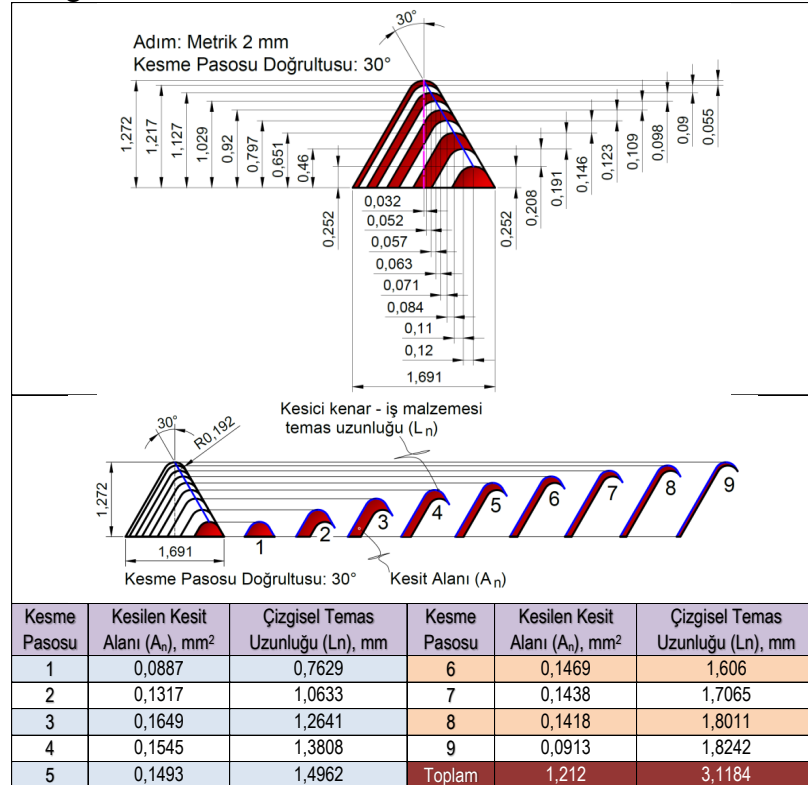
NOTE: Always allow 0,08–0,13mm extra stock for full profile inserts.

İşleme deneyleri için her bir kesme pasosunda kaldırılacak kesme derinlikleri ve kesici takım geometrik formu kullanılarak, her bir kesme kademesinde kaldırılacak kesme alanının büyüklüğü ve kesici takım – iş malzemesi çizgisel temas uzunlukları her iki vida açma tekniği için de AutoCAD programında modellenerek hesaplanmıştır. İlgili çizimler ve elde edilen değerler Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Adım 2 mm için kesme derinliğinin 29° açıyla verilmesi durumunda kaldırılan talaş kesiti ve takım – iş malzemesi çizgisel temas uzunluk değerleri.



Çizelge 4.8. Adım 2 mm için kesme derinliğinin 30° açıyla verilmesi durumunda kaldırılan talaş kesiti ve takım – iş malzemesi çizgisel temas uzunluk değerleri

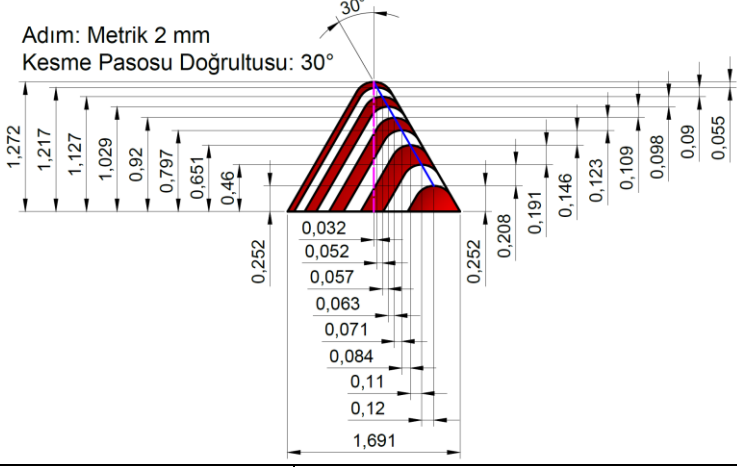


Formül veya çizelge değerleri kullanılarak belirlenen paso miktarlarına bağlı oluşan, her bir pasonun kesit alanlarının nispeten eşit oldukları tespit edilmiştir. Kesit alanlarının eşitlenmesi için formül geliştirmeye veya çizim programlarında uzun süren çizim ve hesaplama işlemlerine ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Tez kapsamında geliştirilen vida açma takımının performansını rakip takıma kıyasla karşılaştırmalı olarak belirlemede, aynı kesitle ve aynı temas uzunluğunda talaş kaldırılacağı dikkate alınarak, yukarıdaki çizelgelerde belirtilen ebatlardaki kesme alanları ile vida açma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Vida açma deneylerinin gerçekleştirilmesi için yine çizelgelerde yer alan kesme derinliklerine bağlı çap değerleri ve her bir pasonun birbirine kıyasla kaydırma miktarları belirlenmiştir. Bu değerler CNC işletim sisteminde vida açma programının hazırlanmasında kullanılmıştır. Tezgah hafızasına girilen iki adet programla ilgili detaylar Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da sunulmuştur.

Çizelge 4.9. M30x2 mm ebatlı vida için, kesme derinliklerinin 29° doğrultulu olarak verilerek açılması için yazılmış işleme programı.

<p>Adım: Metrik 2 mm Kesme Pasosu Doğrultusu: 29°</p>	
G54 G21;	
T0101;	
G00 X150. Z5.;	
G97 SXXXX M03;	100, 125, 150 ve 175 m/dak kesme hızı değerleri için sırasıyla; SXXX değerleri:1062, 1327, 1592 ve 1858 dev/dak
G00 X33. Z5.;	Vida ilk pasosunun başlangıç Z değeri diğer işleme pasolarında artışlı koordinatla uygun değer ve yönde kaydırılmıştır.
G92 X29.496 W-43. R0. F2.;	1. Paso:0,252 (Ø 29.496)
G00 W-0.116;	
G92 X29.08 W-43. R0. F2.;	2. Paso: 0,208 (Ø 29.08)
G00 W-0.106;	
G92 X28.698 W-40. R0. F3.;	3. Paso: 0,191(Ø 28.698)
G00 W-0.081;	
G92 X28.406 W-43. R0. F2.;	4. Paso: 0,191 (Ø 28.406)
G00 W-0.068;	
G92 X28.16 W-43. R0. F2.;	5. Paso: 0,148 (Ø 28.16)
G00 W-0.061;	
G92 X27.942 W-43. R0. F2.;	6. Paso: 0,13 (Ø 27.942)
G00 W-0.054;	
G92 X27.746 W-43. R0. F2.;	7. Paso: 0,118 (Ø 27.746)
G00 W-0.05;	
G92 X27.566 W-43. R0. F2.;	8. Paso: 0,108 (Ø 27.566)
G00 W-0.03;	
G92 X27.456 W-43. R0. F2.;	9. Paso: 0,101 (Ø 27.456)
G00 X150. Z5.;	
M30;	

Çizelge 4.10. M30x2 mm ebatlı vida için, kesme derinliklerinin 30° doğrultulu olarak verilerek açılması için yazılmış işleme programı

 <p>Adım: Metrik 2 mm Kesme Pasosu Doğrultusu: 30°</p>	
G54 G21;	
T0101;	
G00 X150. Z5.;	
G97 SXXX M03;	100, 125, 150 ve 175 m/dak kesme hızı değerleri için sırasıyla; SXXX değerleri:1062, 1327, 1592 ve 1858 dev/dak
G00 X33. Z5.;	Vida ilk pasosunun başlangıç Z değeri diğer işleme pasolarında artışlı koordinatla uygun değer ve yönde kaydırılmıştır.
G92 X29.496 W-43. R0. F2.;	1. Paso:0,252 (Ø 29.496)
G00 W-0.12;	
G92 X29.08 W-43. R0. F2.;	2. Paso: 0,208 (Ø 29.08)
G00 W-0.11;	
G92 X28.698 W-40. R0. F3.;	3. Paso: 0,191(Ø 28.698)
G00 W-0.084;	
G92 X28.406 W-43. R0. F2.;	4. Paso: 0,191 (Ø 28.406)
G00 W-0.071;	
G92 X28.16 W-43. R0. F2.;	5. Paso: 0,148 (Ø 28.16)
G00 W-0.063;	
G92 X27.942 W-43. R0. F2.;	6. Paso: 0,13 (Ø 27.942)
G00 W-0.057;	
G92 X27.746 W-43. R0. F2.;	7. Paso: 0,118 (Ø 27.746)
G00 W-0.052;	
G92 X27.566 W-43. R0. F2.;	8. Paso: 0,108 (Ø 27.566)
G00 W-0.032;	
G92 X27.456 W-43. R0. F2.;	9. Paso: 0,101 (Ø 27.456)
G00 X150. Z5.;	
M30;	

4.8. DENEY ŞABLONU

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilecek deneylere ait sabit ve değişken parametreler Çizelge 4.11’de sunulmuştur.

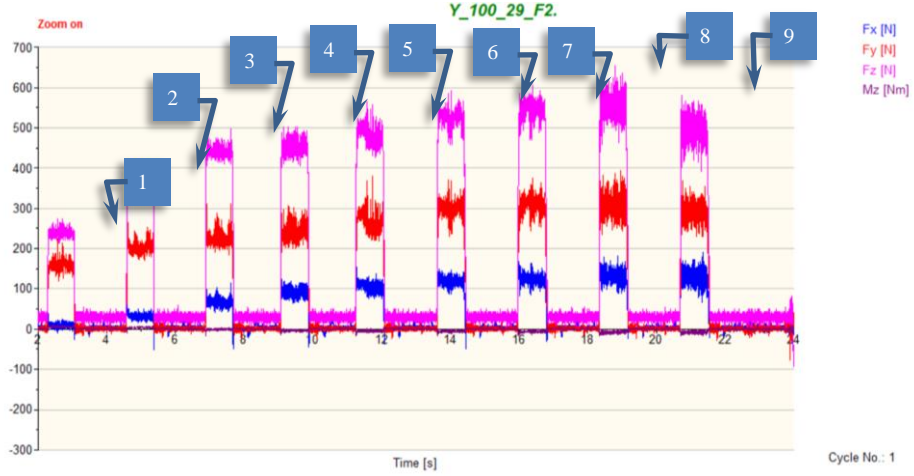
Çizelge 4.11. Tez çalışması kapsamında kullanılan deney şablonu sabit ve değişken parametreler

Sabit parametreler				
İş parçası malzemesi	<i>AISI 1050</i>			
Vida Ölçüsü ve standardı	<i>M30 / ISO M</i>			
Vida adımı (F), mm	<i>2</i>			
Kesici uç marka ve form özelliği	<i>Tam form SYRIUS</i>			
İşleme ortamı	<i>Kuru</i>			
Değişken Parametreler				
Değişkenler	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4
Kesici takım tipi	<i>Takım A</i>	<i>Takım B</i>		
İşleme yöntemi (Kesme derinliği verilme doğrultusu), °	<i>29</i>	<i>30</i>		
Kesme Hızı (Vc), m/dak	<i>100</i>	<i>125</i>	<i>150</i>	<i>175</i>

Çizelge 4.11’de yer alan sabit ve değişken deney parametreleri kullanılarak toplam 16 (on altı) adet vida açma deneyi gerçekleştirilmiştir. Her bir deney yeni bir kesme ucu kullanılarak kuru işleme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonrasında takım performansının belirlenmesinde kesme kuvveti bileşenlerine ait deney verileri kullanılmıştır. Elde edilen kuvvet değerleri çizelge ve grafiğe dönüştürülerek değişken parametrelerin etkileri irdelenmiştir.

4.9. KESME KUVVETİ DENEY VERİLERİNİN BELİRLENMESİ

İşleme deneyleri esnasında her bir kesme pasosunda dinamometre tarafından ölçülen kuvvet bileşenlerine ait verilerin analizi Dynoware yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kuvvet bileşenlerinin (Fx, Fy, Fz) belirlenmesinde kullanılan süreçle ilgili görsel Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de sunulmuştur.



Şekil 4.19. Dinamometre ile tüm vida açma sürecinde elde edilen kuvvet bileşenleri genel görüntüsü.

Şekil 4.19’da yer alan grafik üzerinde her bir kesme pasosuna ait kuvvet değerlerinin doğru belirlenebilmesi için 3~4 kesme pasosunun analiz edilmesi amacıyla program “zoom” komutu kullanılmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Her bir kesme pasosu için kuvvet bileşenlerinin ortalama değerlerinin belirlenmesi.

Şekil 4.20’de gösterildiği üzere her bir kesme pasosuna ait kuvvet bileşenlerinin ortalama değerleri alınmıştır. Tespit edilen veriler Microsoft-Excel programında çizelge ve grafiklerin hazırlanmasında kullanılmıştır.

BÖLÜM 5

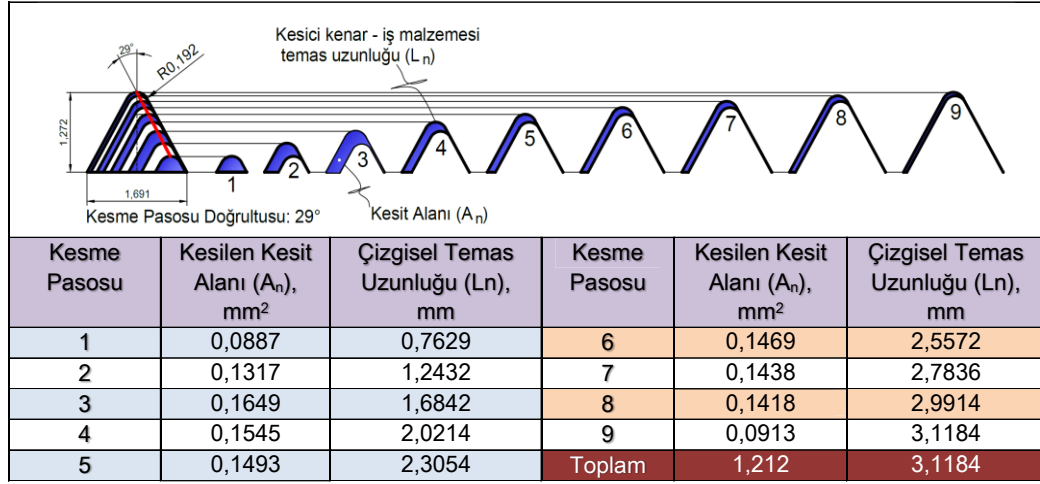
DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında tasarım ve üretim süreci tamamlanan vida açma takımı (Takım B) ile iscar firmasına ait vida açma takım tutucusu (Takım A) kesme performanslarının kıyaslanması amaçlanmıştır. Bu amaçla M30x2 ebatlı vida geometrisinin CNC torna tezgahında AISI 1050 malzeme üzerine açılması esnasında oluşan kesme kuvvetleri dikkate alınmıştır. Gerçekleştirilen deneyler sonrasında elde edilen veriler kullanılarak grafikler elde edilmiş ve bu grafikler ile takımların performans değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Performans değerlendirme işlemleri 29° ve 30° besleme açısı ile her bir kesme pasosunda oluşan kuvvet bileşenlerinin kıyaslanması ile değerlendirilmiştir. Ayrıca esas kesme kuvveti ve bileşke kesme kuvveti de değerlendirmede kullanılmıştır.

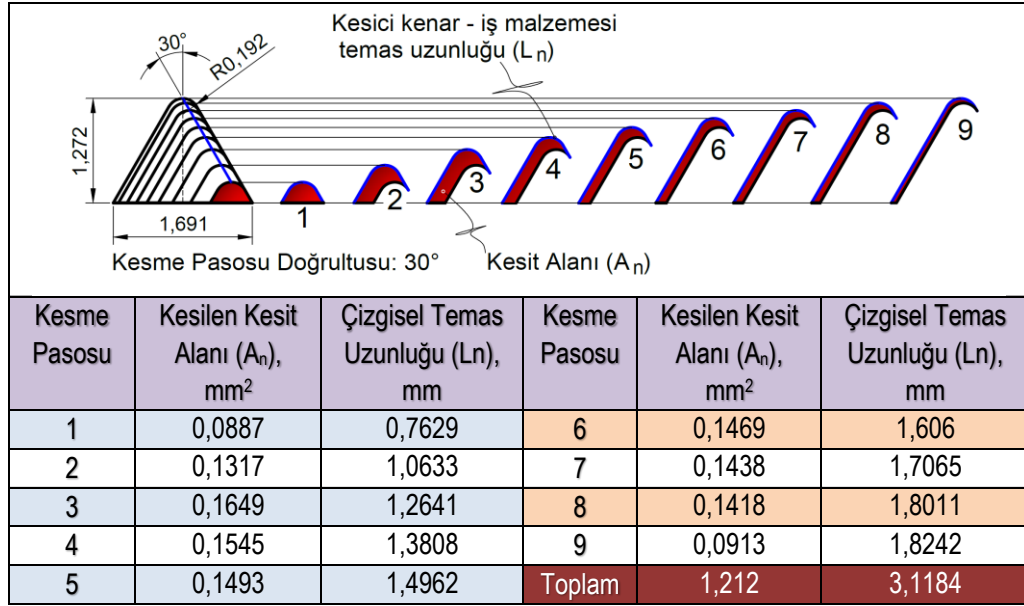
5.1. HER BİR KESME PASOSUNDA KESİT ALANI VE TEMAS UZUNLUĞUNUN TESPİTİ

Tez çalışması kapsamında toplam 16 adet deney gerçekleştirilmiştir. Her bir vida açma deneyi bünyesinde (8) adet kaba kesme pasosu ve bir adet bitirme kesme pasosundan oluşmaktadır. Besleme açısı (29°-30°) ve her bir kesme kademesinin derinliği, (kenna metal kataloğundan eşit alanlı kesme derinliklerine ait çizelge verileri dikkate alınarak) her bir pasoda kaldırılan talaş kesitinin alanı ve takım-iş parçası temas uzunluğu ile ilgili değerler autocad çizim programı kullanılarak tespit edilmiştir. Tespit edilen değerler kesit alanını gösteren teknik çizim ile birlikte Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2' de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. 29 ° besleme açısında her bir pasoda kaldırılan talaş kesitinin alanı ve takım-iş parçası temas uzunluğu



Çizelge 5.2. 30° besleme açısında her bir pasoda kaldırılan talaş kesitinin alanı ve takım-iş parçası temas uzunluğu



Çizelge 5.1 ve 5.2'deki bu değerler kesme kuvvetleri bileşenlerine ait vida açma esnasındaki kuvvet dağılımının ve büyüklüğünün yorumlanmasında kullanılmıştır.

5.2. KUVVET ÖLÇÜM SONUÇLARI

Vida işleme deneylerinde eş zamanlı olarak dinamometre ile her bir kesme pasosunda oluşan kesme kuvveti bileşenlerine ait değerler ölçülmüştür. Dynoware yazılımı ile her bir kesme pasosunda kesme kuvveti bileşenlerine ait ortalama büyüklük değeri belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4’de sunulmuştur.

Çizelge 5.3. 29° besleme açısında her bir kesme pasosunda oluşan kesme kuvveti bileşenlerine ait değerler.

Vida Adımı, mm	Besleme Açısı, °	Paso	Kuvvet Bileşenleri, N	Kesme Hız (Vc), m/dak							
				100		125		150		175	
				TAKIM A	TAKIM B	TAKIM A	TAKIM B	TAKIM A	TAKIM B	TAKIM A	TAKIM B
2	29	1	Fx	11,56	9,22	12,20	9,04	10,19	8,23	12,17	8,20
			Fy	188,17	160,20	172,92	155,85	160,12	130,13	160,07	129,86
			Fz	367,45	239,21	371,75	245,62	354,95	233,61	379,98	218,87
		2	Fx	44,71	31,91	45,95	32,64	37,42	26,12	40,61	26,67
			Fy	214,96	201,90	189,90	188,95	179,45	161,67	175,59	163,54
			Fz	460,63	370,49	445,60	366,07	431,88	361,93	440,32	343,12
		3	Fx	80,09	67,15	80,84	67,52	66,19	65,39	72,85	59,49
			Fy	240,67	226,02	216,70	212,10	208,26	184,73	201,56	178,44
			Fz	529,94	441,67	511,25	432,45	506,14	423,78	500,57	402,14
		4	Fx	99,93	91,67	98,39	91,37	85,17	84,10	91,36	83,46
			Fy	248,82	241,07	228,18	220,90	220,21	192,87	213,11	189,71
			Fz	516,55	451,68	493,55	433,78	489,81	417,31	480,39	399,51
		5	Fx	113,40	106,07	113,13	108,19	98,94	99,91	104,42	100,19
			Fy	257,96	266,60	238,06	238,57	225,88	198,21	212,79	200,72
			Fz	514,68	481,84	494,00	451,13	486,89	432,09	475,05	408,66
		6	Fx	129,75	118,79	125,90	119,88	114,40	114,45	119,15	110,66
			Fy	263,72	299,89	242,80	255,71	237,75	218,71	226,79	221,82
			Fz	516,03	524,63	500,08	472,26	492,26	446,62	481,75	422,95
		7	Fx	160,89	122,77	158,85	127,29	135,76	122,69	142,01	120,60
			Fy	312,07	306,23	288,13	271,55	266,10	252,03	261,02	228,01
			Fz	541,41	542,85	526,61	495,48	508,89	482,10	507,21	443,94
		8	Fx	189,60	131,79	182,62	135,09	160,34	127,27	160,71	125,89
			Fy	356,76	307,66	325,40	286,93	300,97	272,74	294,03	235,17
			Fz	591,19	553,76	567,51	516,96	546,63	493,21	551,50	453,83
		9	Fx	112,20	130,51	123,02	130,72	112,33	122,23	106,89	118,98
			Fy	246,73	290,84	259,44	280,22	257,21	239,33	246,67	218,56
			Fz	452,30	497,38	445,27	469,37	438,81	413,64	427,15	390,04

Çizelge 5.4. 30° besleme açısında her bir kesme pasosunda oluşan kesme kuvveti bileşenlerine ait değerler.

Vida Adımı, mm	Besleme Açısı, °	Paso	Kuvvet Bileşenleri, N	Kesme Hızı (Vc) m/dak							
				100		125		150		175	
				TAKIM A	TAKIM B	TAKIM A	TAKIM B	TAKIM A	TAKIM B	TAKIM A	TAKIM B
2	30	1	Fx	11,62	9,98	11,74	9,09	11,72	9,36	11,12	8,64
			Fy	228,25	203,22	208,17	178,82	198,37	158,34	183,86	160,17
			Fz	346,08	312,00	334,47	289,32	334,20	269,14	325,30	288,87
		2	Fx	40,14	37,06	39,14	36,58	39,41	33,21	36,20	32,61
			Fy	230,07	214,30	212,15	192,37	197,11	176,78	190,24	172,81
			Fz	414,48	398,96	400,28	376,78	387,72	361,45	386,05	365,88
		3	Fx	79,97	76,68	76,54	73,78	75,15	70,11	72,35	67,81
			Fy	254,58	233,44	228,91	214,07	216,57	194,88	208,58	187,94
			Fz	475,70	460,56	456,23	436,41	446,04	417,96	439,02	417,65
		4	Fx	102,74	98,60	100,83	93,50	95,89	88,77	94,40	89,64
			Fy	266,14	248,34	241,55	221,06	226,66	201,83	216,47	192,85
			Fz	475,67	468,43	447,53	433,80	436,35	412,43	427,70	408,83
		5	Fx	120,14	117,26	115,76	109,43	113,75	105,54	112,30	106,48
			Fy	290,78	280,77	252,39	234,37	243,22	211,97	238,26	217,50
			Fz	497,60	503,25	459,03	449,22	443,36	422,05	430,56	426,18
		6	Fx	130,99	125,54	131,01	121,67	126,52	122,04	127,23	118,75
			Fy	312,88	302,78	271,53	260,40	252,61	234,43	242,57	230,86
			Fz	525,14	535,54	477,23	480,08	456,40	449,61	444,46	444,37
		7	Fx	138,26	125,25	142,59	130,73	141,39	127,96	137,38	128,29
			Fy	319,75	307,25	297,27	280,37	268,76	246,96	252,20	241,88
			Fz	544,13	557,31	507,62	503,85	475,18	464,56	459,09	457,17
		8	Fx	164,37	155,17	160,42	144,84	160,38	142,00	156,71	146,23
			Fy	382,53	372,84	354,97	317,86	323,97	278,23	305,69	281,96
			Fz	614,50	620,31	572,95	550,92	538,46	499,77	516,56	504,32
		9	Fx	129,63	137,60	128,83	139,68	127,51	143,53	123,88	136,44
			Fy	325,07	335,00	308,21	306,70	275,41	291,34	258,86	275,18
			Fz	508,04	538,43	480,99	499,76	438,03	472,63	414,56	448,22

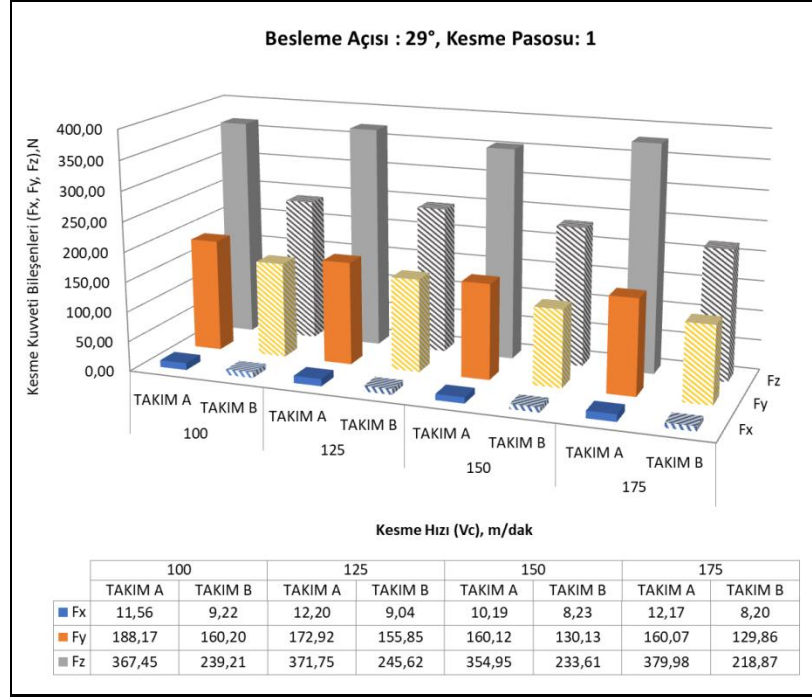
Yukarıdaki grafikler kullanılarak kesici takımların vida açma performansının belirlenme sürecinde;

1. Her bir pasodaki kesme kuvveti bileşenlerinin kıyaslanması,
2. Toplam vida açma sürecinde oluşan ortalama esas kesme kuvveti büyüklüğünün kıyaslanması,
3. Toplam vida açma süreci bileşke kuvvete ait ortalama değer büyüklüğünün kıyaslanması,

şeklinde bir yol izlenmiştir.

5.2.1 Her Bir Kesme Pasosunda Kesme Kuvveti Bileşenleri

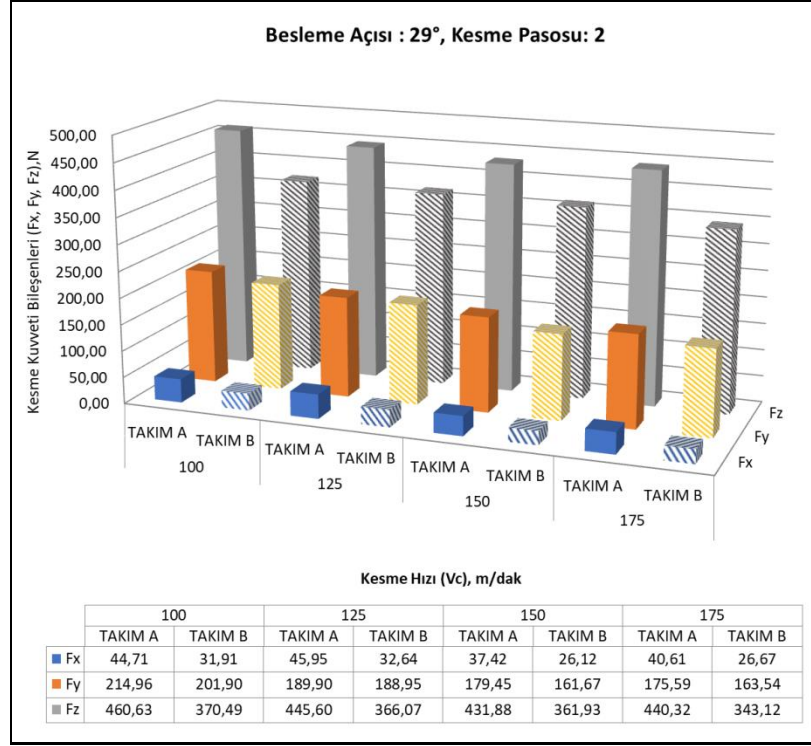
Çizelge 5.3. kullanılarak 29° besleme açısına ait kesme kuvveti bileşenleri Şekil 5.1 ile Şekil 5.9 arasında sunulmuştur. Her bir grafiğin altında takım performanslarının değerlendirilmesi ile ilgili yorumlar tartışılmıştır.



Şekil 5.1. 29° 'lik besleme açısında 1. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı, Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.1'de kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 1. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin $0,0887 \text{ mm}^2$ olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise $0,7629 \text{ mm}$ 'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 36 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya

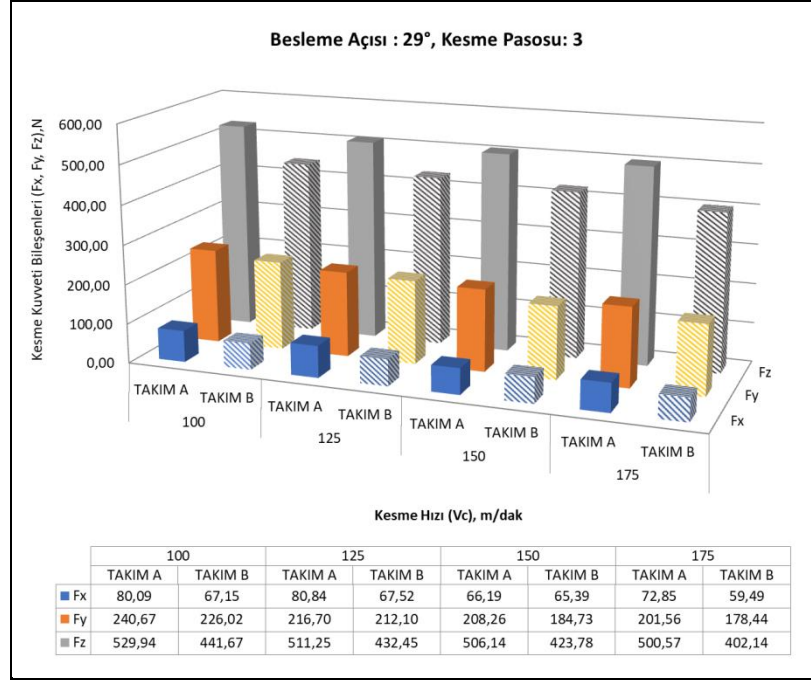
göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğitim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



Şekil 5.2. 29°'lik besleme açısında 2. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

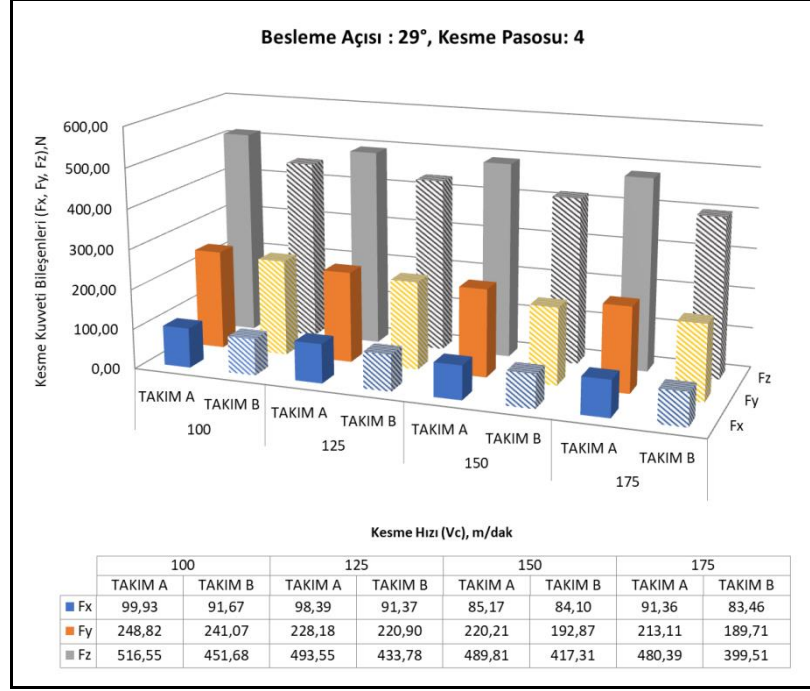
Şekil 5.2'de kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 2. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1317 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın temas uzunluğu ise 1,0633 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. İstisnai olarak Takım A'nın 175 m/dak hıza çıktığında Fz kuvvetinin 150 m/dak hıza göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında, Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 19 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans

sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



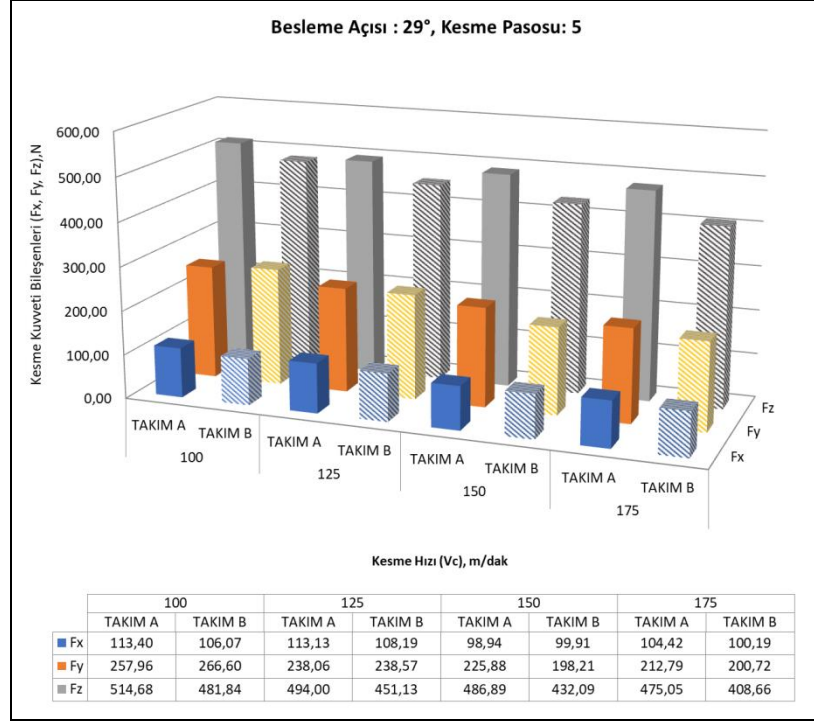
Şekil 5.3. 29°'lik besleme açısında 3. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.3'de kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 3. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1649 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,2641 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 18 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



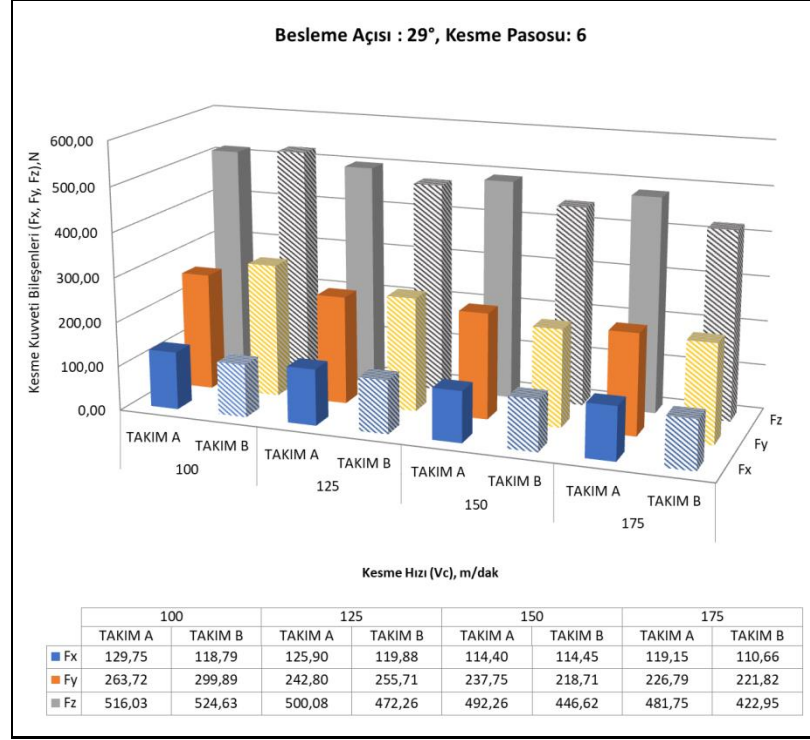
Şekil 5.4. 29°'lik besleme açısında 4. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.4'de kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 4. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1545 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 2,0214 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 14 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



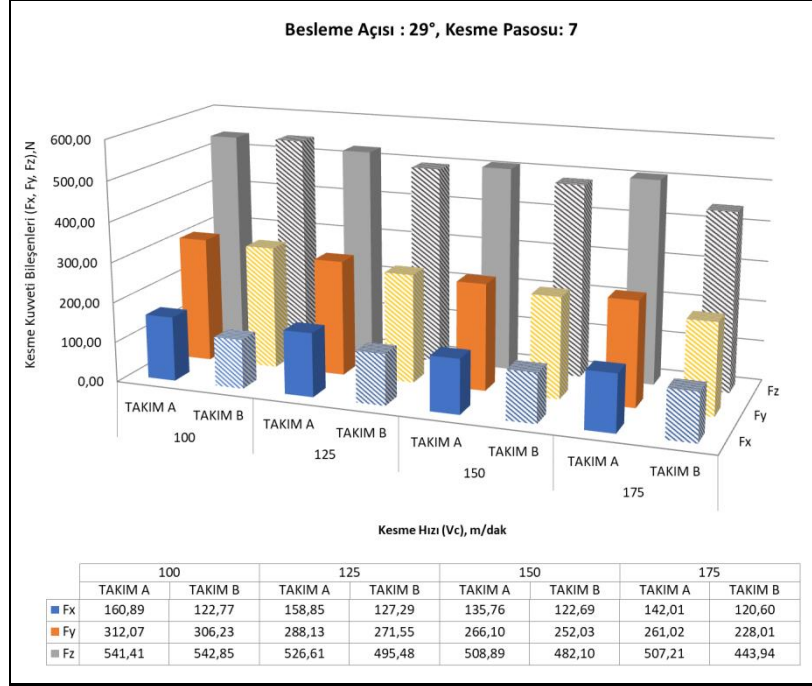
Şekil 5.5. 29°'lik besleme açısında 5. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.5'de kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 5. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin $0,1493 \text{ mm}^2$ olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise $2,3054 \text{ mm}$ 'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin genel manada tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 10 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



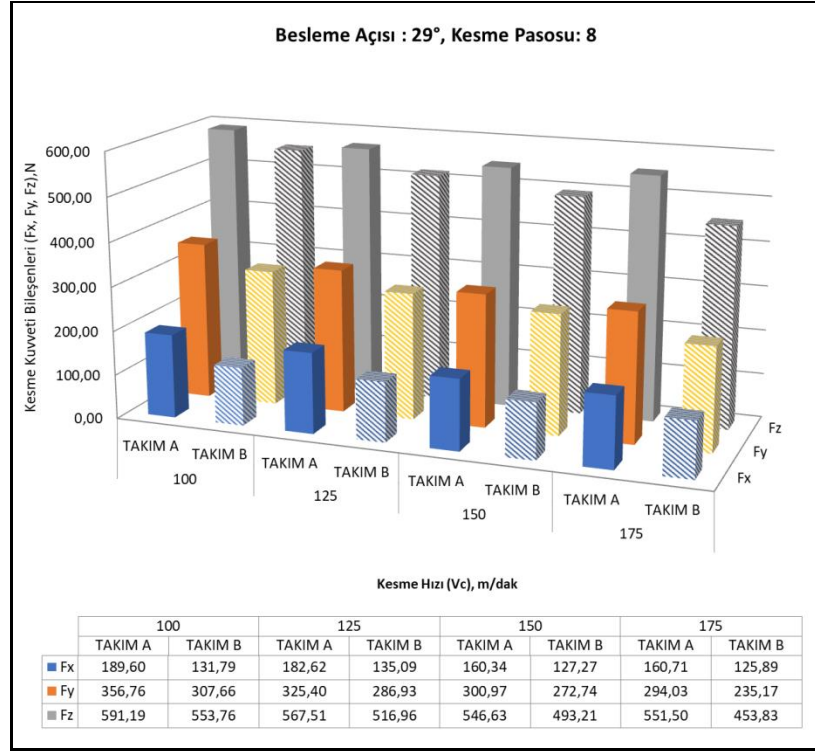
Şekil 5. 6. 29°'lik besleme açısında 6. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.6'da kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 6. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin $0,1469 \text{ mm}^2$ olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise $2,5572 \text{ mm}$ 'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 6 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



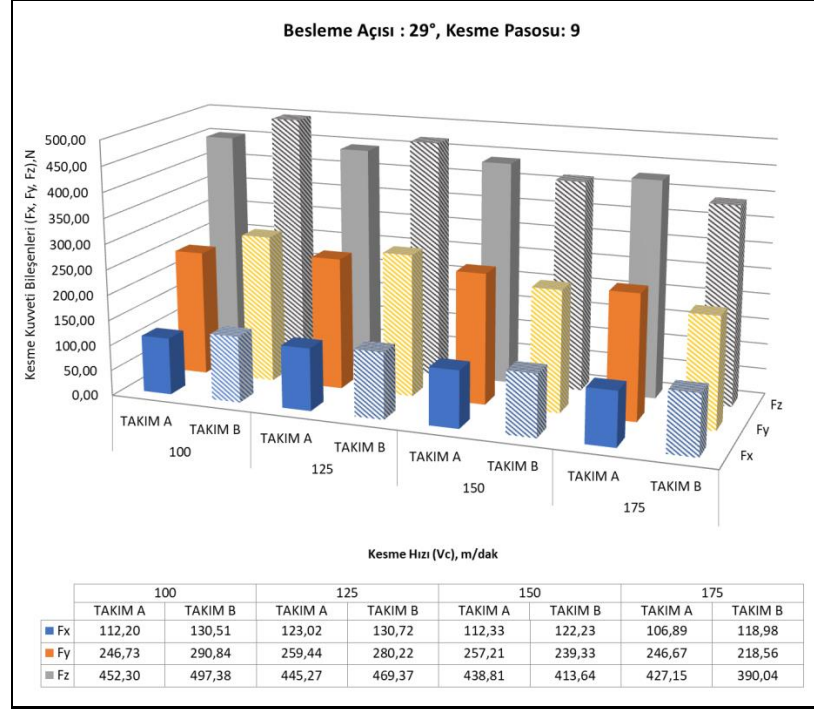
Şekil 5.7. 29°'lik besleme açısında 7. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.7'de kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 7. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1438 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 2,7836 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin genel manada tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 6 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



Şekil 5.8. 29°'lik besleme açısında 8. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

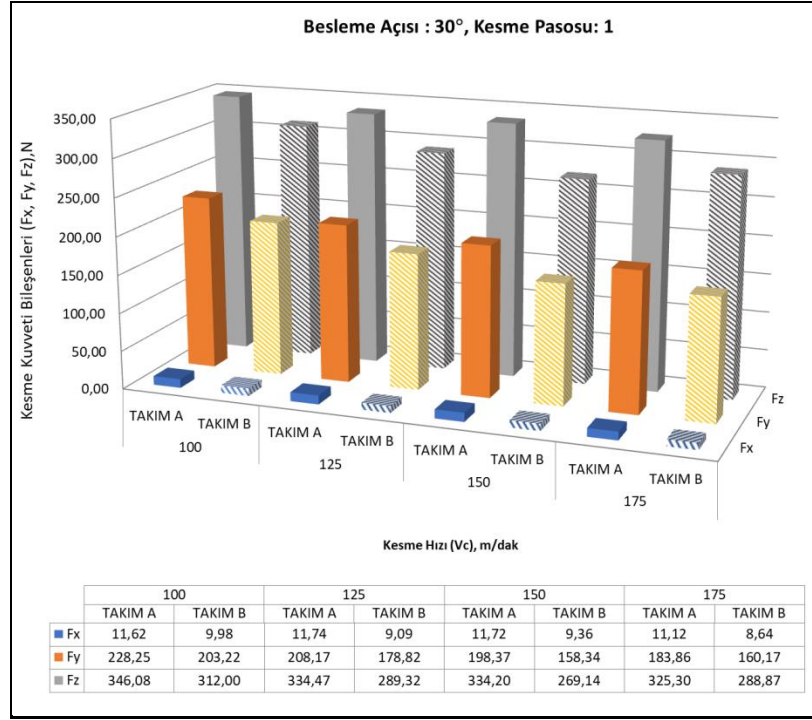
Şekil 5.8'de kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 8. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1418 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 2,9914 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 11 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



Şekil 5.9. 29°'lik besleme açısında 9. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.9'da kesme derinlikleri 29° besleme açısında verildiği durumda 9. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin $0,0913 \text{ mm}^2$ olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 3,1184 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım A'nın, Takım B'ye kıyasla ortalama % 0,4 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda takımlar birbirlerine yakın performans sergilemişlerdir.

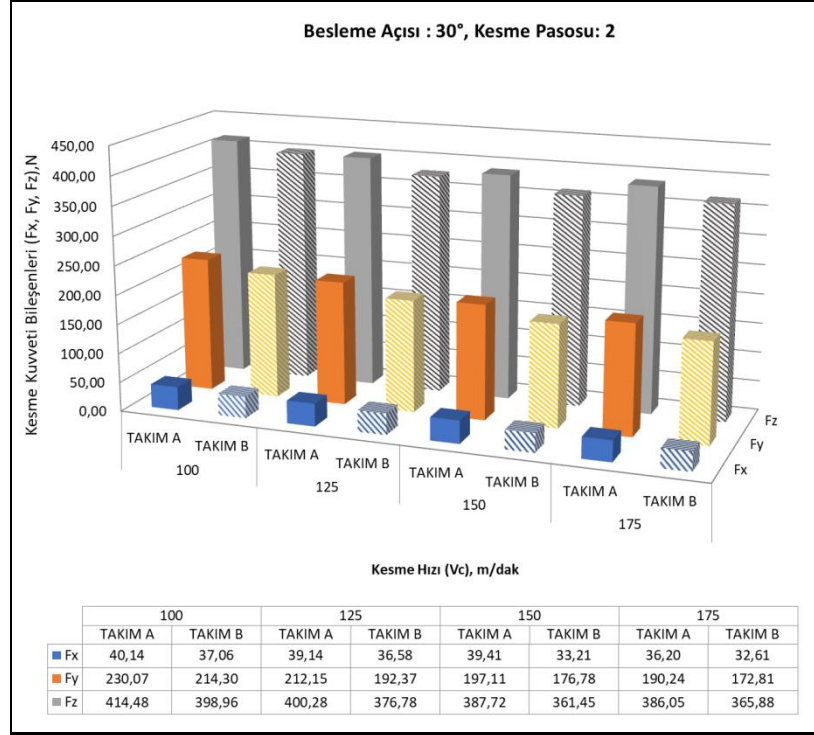
Çizelge 5.4. kullanılarak şekil 30°'lik kesme hattına ait kesme kuvveti bileşenleri Şekil 5.10 ile Şekil 5.18 arasında sunulmuştur. Her bir grafiğin altında takım performanslarının değerlendirilmesi ile ilgili yorumlar tartışılmıştır.



Şekil 5.10. 30°'lik besleme açısında 1. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

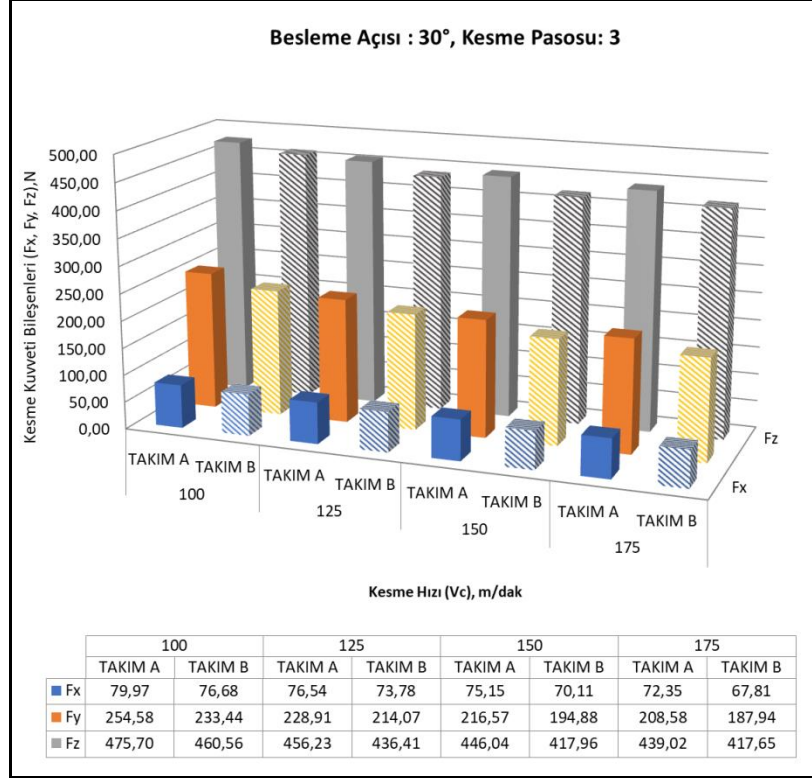
Şekil 5.10'da kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 1. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,0887 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 0,7629 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 13 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya

göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



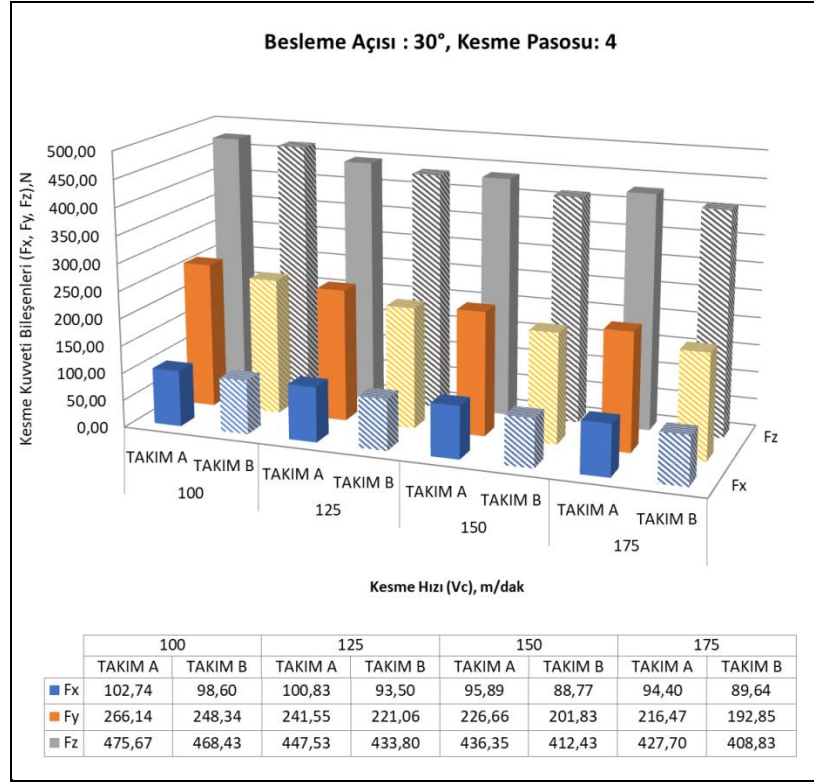
Şekil 5.11. 30°'lik besleme açısında 2. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.11'de kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 2. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1317 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,0633 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin Takım A'ya kıyasla ortalama % 5 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



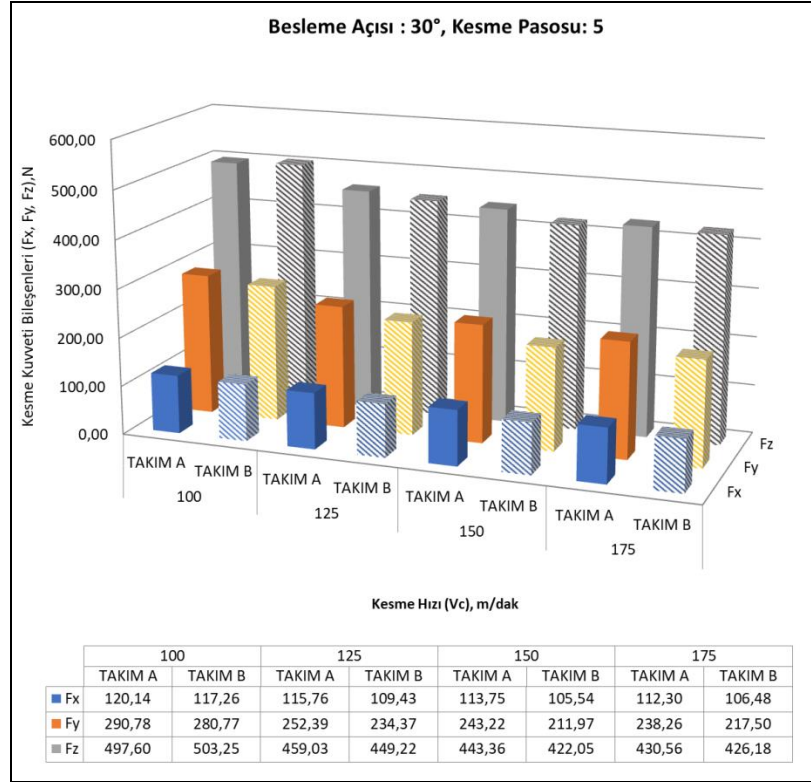
Şekil 5.12. 30°'lik besleme açısında 3. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.12'de kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 3. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1649 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,2641 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 5 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



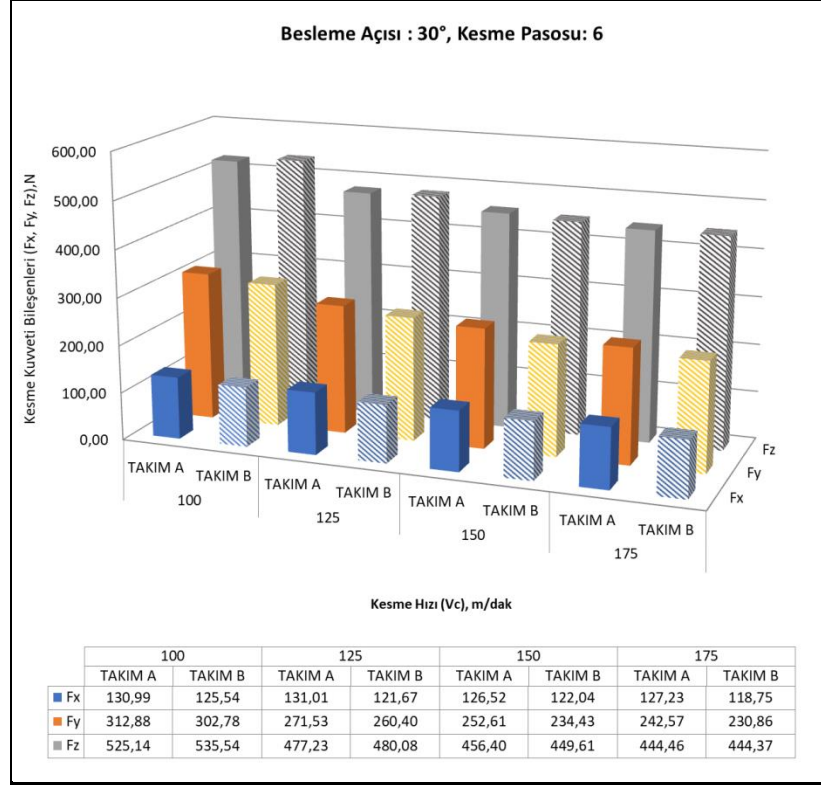
Şekil 5.13. 30°'lik besleme açısında 4. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.13'de kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 4. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1545 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,3808 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 4 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



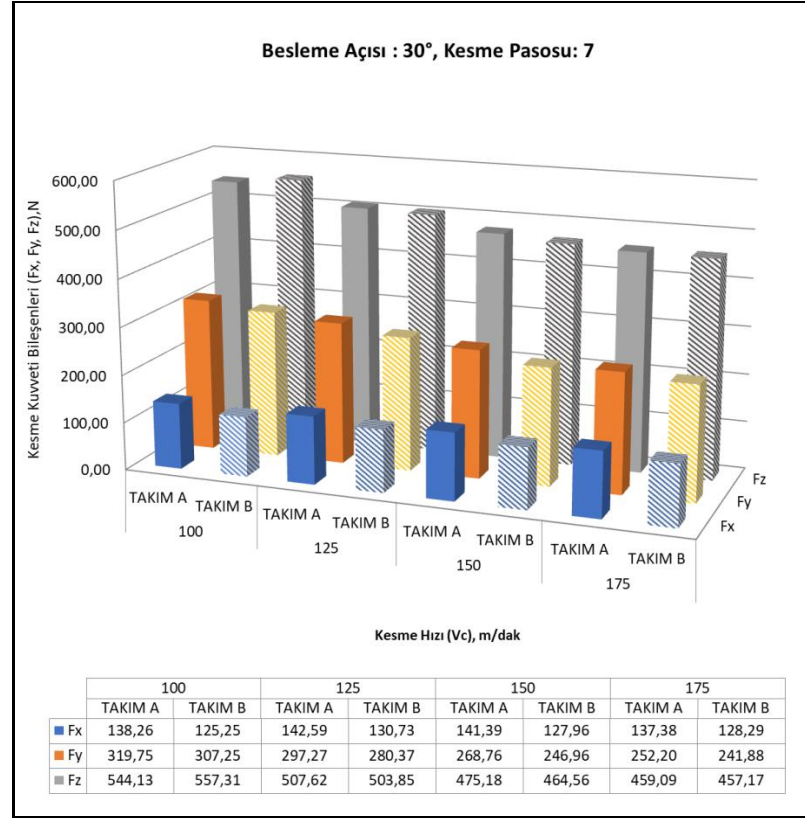
Şekil 5.14. 30°'lik besleme açısında 5. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.14'de kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 5. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1493 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,4962 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 2 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.



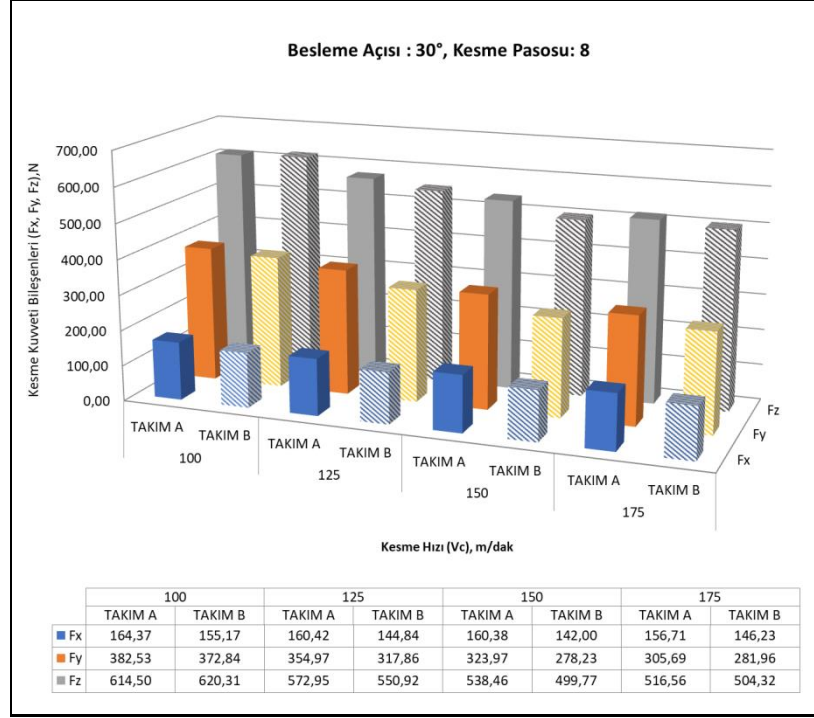
Şekil 5.15. 30°'lik besleme açısında 6. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.15'de kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 6. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin $0,1469 \text{ mm}^2$ olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,606 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım A'nın, Takım B'ye kıyasla ortalama % 0,3 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda takımlar birbirlerine yakın performans sergilemişlerdir.



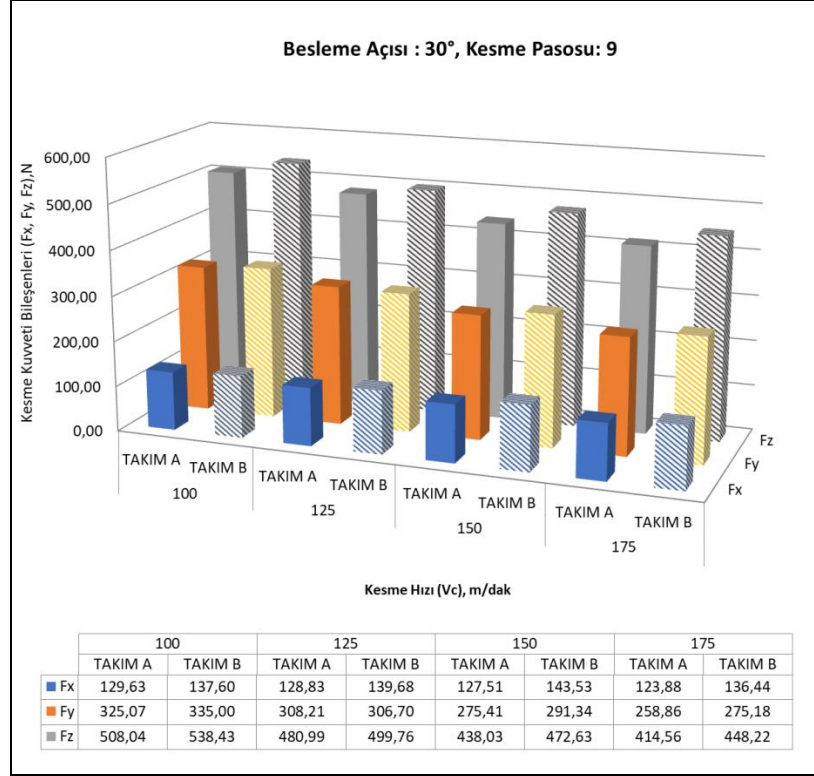
Şekil 5.16. 30°'lik besleme açısında 7. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.16'da kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 7. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin $0,1438 \text{ mm}^2$ olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,7065 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 0,2 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda takımlar birbirlerine yakın performans sergilemişlerdir.



Şekil 5.17. 30°'lik besleme açısında 8. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

Şekil 5.17'de kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 8. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,1418 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,8011 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda iki takım birbiri ile kıyaslandığında genel manada Takım B'nin tüm kuvvet bileşenlerinde Takım A'ya kıyasla daha düşük kuvvet oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla ortalama % 3 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım B, Takım A'ya göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun nedeni takım eğim açısının ideal değerlere en yakın konumda olmasına bağlanmıştır.

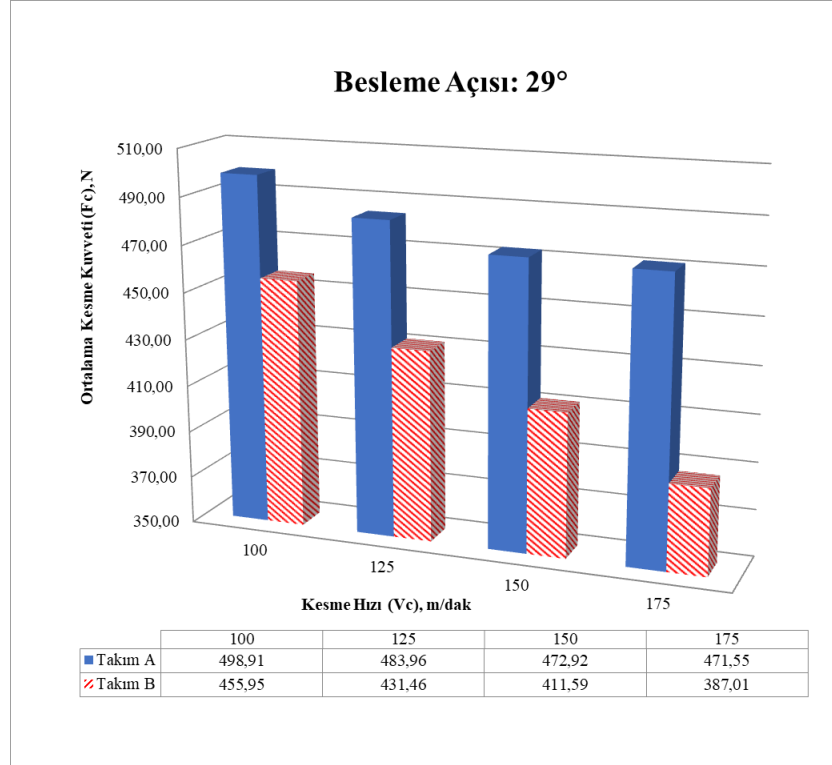


Şekil 5.18. 30°'lik besleme açısında 9. kesme pasosunda kesme hızı değişimine bağlı olarak Takım A ve Takım B performansı veri grafiği.

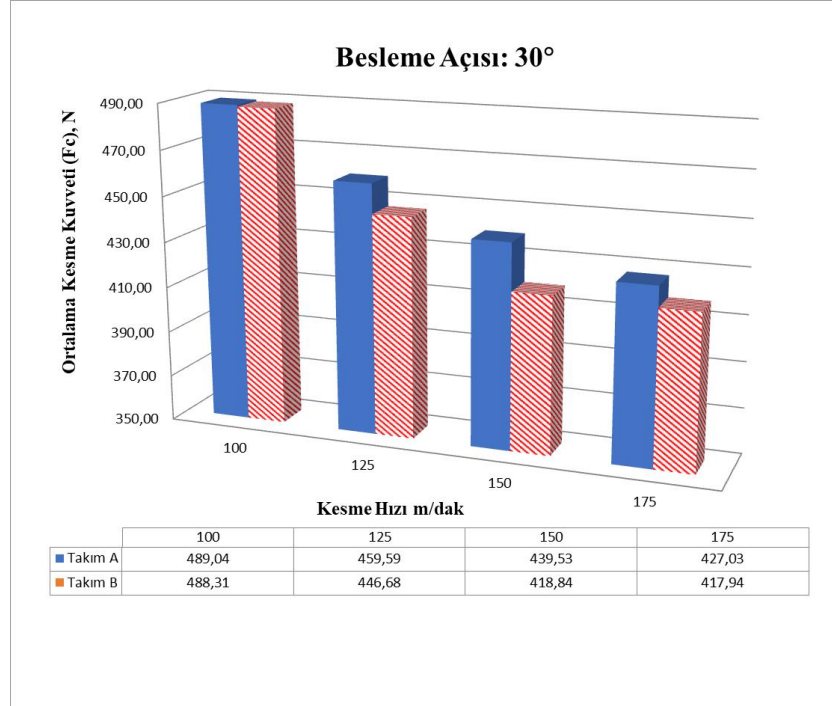
Şekil 5.18'de kesme derinlikleri 30° besleme açısında verildiği durumda 9. kesme pasosuna ait Takım A ve Takım B için dört farklı (100,125,150,175 m/dak) kesme hızında ölçülen kesme kuvvetine ait kuvvet bileşenleri görülmektedir. Buradaki talaş kesitinin 0,0913 mm² olduğu bilinmektedir. Takımın çizgisel temas uzunluğu ise 1,8242 mm'dir. Grafik incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir. Genel manada kesme hızının artmasına bağlı olarak tüm kesme kuvveti bileşenlerinde her iki takım için de azalma olduğu tespit edilmiştir. En büyük kuvvet olan esas kesme kuvveti dikkate alındığında Takım A'nın, Takım B'ye kıyasla ortalama % 6 oranında daha az kesme kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kesme pasosunda Takım A, Takım B'ye göre daha iyi performans sergilemiştir.

5.2.2. Ortalama Esas Kesme Kuvveti

Toplam vida açma sürecinde oluşan ortalama esas kesme kuvveti büyüklüğünün kıyaslanması ile ilgili grafikler Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de gösterilmiştir.



Şekil 5.19. 29°’lik besleme açısında toplam vida açma sürecinde oluşan ortalama esas kesme kuvveti büyüklüğünün kıyaslanması.

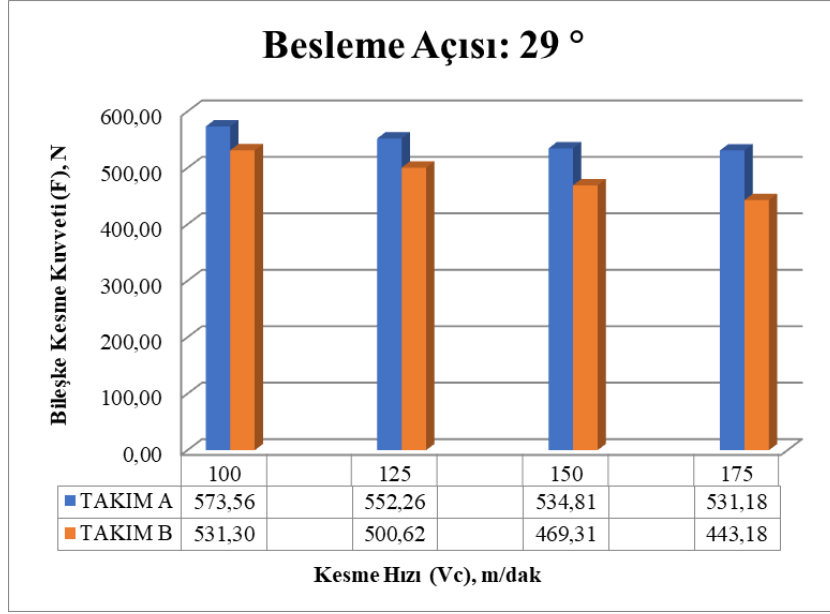


Şekil 5.20. 30°'lik besleme açısında toplam vida açma sürecinde oluşan ortalama esas kesme kuvveti büyüklüğünün kıyaslanması.

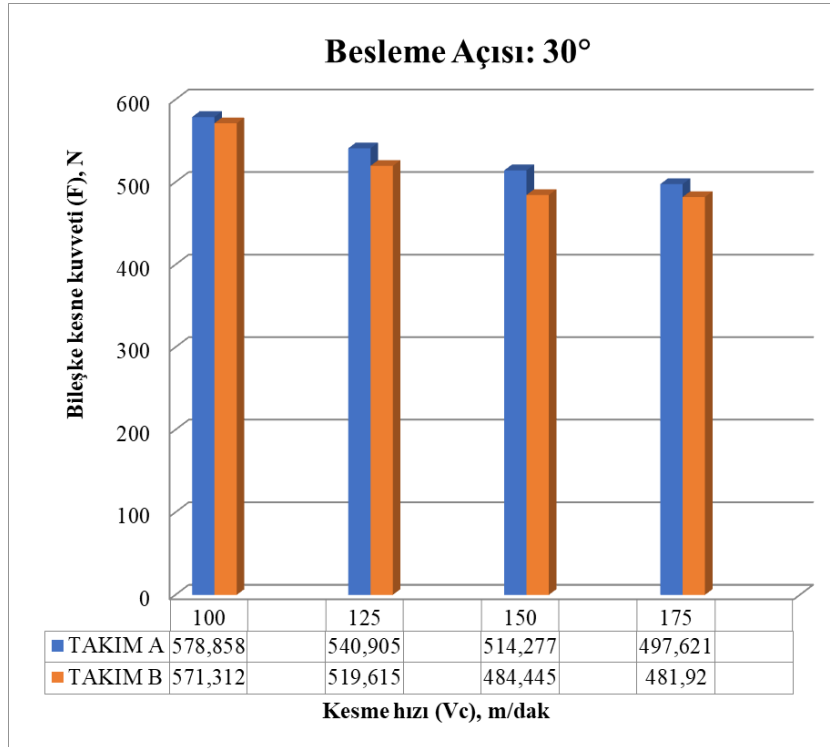
Ortalama esas kesme kuvveti büyüklüğü Takım A ve Takım B için incelendiğinde her iki takım için kesme hızının artmasına bağlı esas kesme kuvvetinin azaldığı görülmüştür. Bu durum artan kesme hızına bağlı talaş oluşum mekanizmasında plastik deformasyon bölgesinde ısının artmasıyla birlikte talaş akışının kolaylaşmasıyla ilişkilendirilmiştir. Grafik incelendiğinde tüm kesme hızlarında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla daha düşük kesme kuvveti oluşturduğu ve daha iyi performans sergilediği tespit edilmiştir. Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla kesme kuvvetindeki azalma miktarı ile ilgili en iyi sonuç 29°'lik besleme açısında 175 m/dak hızda 84 N, 30°'lik besleme açısında 150 m/dak kesme hızında 21 N olarak ölçülmüştür.

5.2.3 Ortalama Bileşke Kuvvet

Toplam vida açma sürecinde oluşan bileşke kuvvet büyüklüğünün kıyaslanması ile ilgili grafikler Şekil 5.21 ve Şekil 5.22'de gösterilmiştir.



Şekil 5.21. 29°'lik besleme açısında toplam vida açma sürecinde bileşke kuvvete ait ortalama değer



Şekil 5.22. 30°'lik besleme açısında toplam vida açma sürecinde bileşke kuvvete ait ortalama değer

Bileşke kesme kuvveti büyüklüğü Takım A ve Takım B için incelendiğinde her iki takım için kesme hızının artmasına bağlı bileşke kuvvetin azaldığı görülmüştür. Bu durum, artan kesme hızına bağlı talaş oluşum mekanizmasında plastik deformasyon

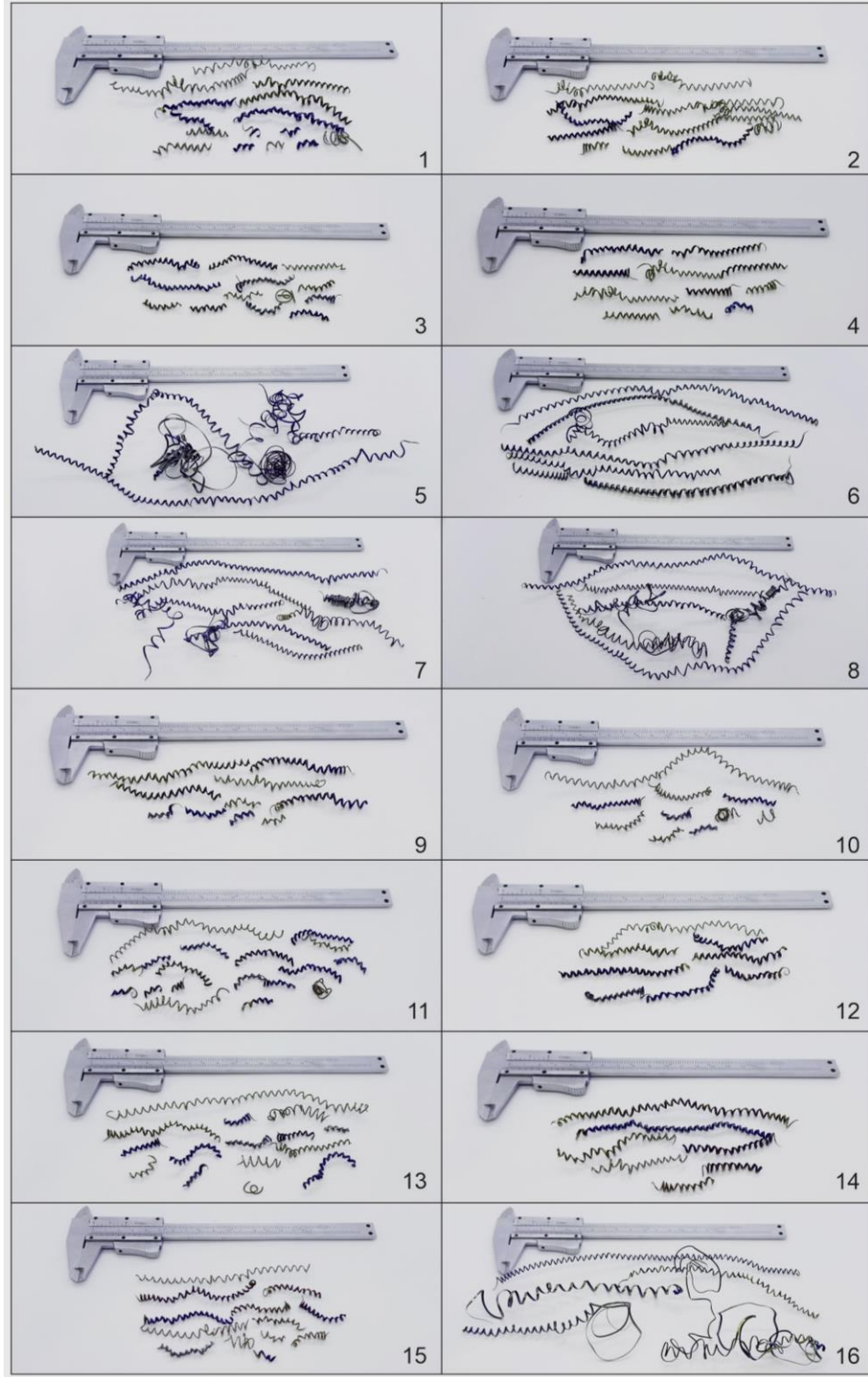
bölgesinde ısının artmasıyla birlikte talaş akışının kolaylaşmasıyla ilişkilendirilmiştir. Grafik incelendiğinde tüm kesme hızlarında Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla daha düşük kesme kuvveti oluşturarak daha iyi performans sergilediği tespit edilmiştir. Takım B'nin, Takım A'ya kıyasla kesme kuvvetindeki azalma miktarı ile ilgili en iyi sonuç 29°'lik besleme açısında 175 m/dak hızda 88N, 30°'lik besleme açısında 150 m/dak kesme hızında 30 N olarak ölçülmüştür.

5.3. TALAŞ FORMLARI İLE İLGİLİ BULGULAR

Vida açma deneylerinde her iki takım için toplam 16 deney gerçekleştirilmiştir. Deney şablonu Çizelge 5.5'de gösterilmiştir. Deneylerde talaş kaldırma esnasında oluşan talaşlarla ilgili görseller Şekil 5.23' de sunulmuştur.

Çizelge 5.5. Deney şablonu

Deney No	Kesici Takım	İşleme Yöntemi	Vida Adımı	Kesme Hızı Vc, m/dak	Deney No	Kesici Takım	İşleme Yöntemi	Vida Adımı	Kesme Hızı Vc, m/dak		
1	Takım A	29	2	100	9	Takım B	29	2	100		
2				125	10				125		
3				150	11				150		
4				175	12				175		
5		30			100		13		30		100
6					125		14				125
7					150		15				150
8					175		16				175



Şekil 5.23. Talaş kaldırma esnasında toplanan talaşlar

Literatür incelendiğinde radyal doğrultu kullanılarak vida açma deneylerinde talaş ikizleşmesinin gözlemlendiği ve vida talaş spiral çapının daha büyük olduğu bilinmektedir. Modifiye edilmiş vida açma tekniğinde ise talaş spiral çapının küçüldüğü bilinmektedir. Literatüre benzer olarak küçük yarıçaplı spirallerden

oluşan talaşlar gözlemlenmiştir. Yüksek kesme hızlarında meneviş sıcaklığına çıkıp talaşların yandığı ve rengini değiştirdiği gözlemlenmiştir. Yüksek kesim hızlarında takımın talaş akışını kontrol edemediği görülmüştür.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. SONUÇLAR

CNC torna tezgahları için tek kesme ağızlı takımlarla talaş kaldırarak vida açma işlemlerinde kullanılmak üzere geliştirilen hasas açısal konum ayarlı kesici takım tasarım üretim ve başarımlarının yapıldığı çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Bunlar;

- 1) Kesici takım tasarım ve üretim süreçleri izlenerek açısal konum ayarı 0,1 hassasiyetle ayarlanabilir bir takım geliştirilmiştir. Geliştirilen takımın CNC torna tezgahlarında adım 3 mm'ye kadar başarılı bir şekilde vida açma işlemlerinde kullanılabilirdiği tespit edilmiştir.
- 2) Geliştirilen takım, hali hazırda vida açma işlemlerinde kullanılan altlıkla eğim açısı ayarlı takımla M30x2 ölçüsünde vida açma deneylerinde her bir pasoda kesme kuvveti oluşumu ile ilgili deneylerde daha iyi performans sergilemiştir.
- 3) Vida açma işlemlerinde besleme açısı da performans kriteri olarak değerlendirilmiştir. Vida açma operasyonlarında besleme açısının değişimine bağlı her bir pasodaki kuvvet oluşumu yönünden incelendiğinde 29° besleme açısının en iyi sonucu verdiği görülmüştür.
- 4) Kesme pasolarının derinlik hesaplamalarında kullanılan formüller ile nispeten eşit kesme alanına sahip pasolar elde edilmiştir. Bu formüllerin nispeten eşit yüzey alanına sahip kesme pasolarını belirlemede kullanılabileceği tespit edilmiştir.

- 5) Vida açma işlemlerinde en yüksek kesme kuvveti bileşeninin Fz ardından Fy ve Fx şeklinde sıralandığı görülmektedir.
- 6) Test kapsamında geliştirilen vida açma takımını (Takım B) besleme açısı 29°, kesme hızı 175 m/dak koşullarında 443 N bileşke kuvvet ile en iyi performansı sergilemiştir.
- 7) Tez kapsamında standart takım olarak kullanılan takım ise (Takım A) besleme açısı 30°, kesme hızı 175 m/dak koşullarında 497,6 N bileşke kuvvet ile en iyi performansı sergilemiştir.
- 8) En iyi performanslar kıyaslandığında Takım B, Takım A'ya kıyasla % 11 oranında daha az kesme kuvveti oluşturarak daha iyi performans sergilemiştir.

6.2. ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında tasarım ve üretim süreci tamamlanan vida açma takımının (Takım B), performans testlerinin gerçekleştirildiği bu deneysel çalışmada deneylerin yapılması ve sonuçların değerlendirilmesi aşamasında elde edilen bu veriler esas alınarak, bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından aşağıdaki öneriler dikkate alınabilir. Bunlar;

- 1) Takıma daha kompakt yapı kazandırılabilir.
- 2) Bağlantı elemanları azaltılabilir.
- 3) Farklı besleme açıları ile takımın kesme performansları incelenebilir.
- 4) Farklı malzemeler üzerine vida açma işlemlerinde denenebilir.
- 5) Takımın benzer formatı delik içi operasyonlar kullanılmak için geliştirilebilir.

şeklinde öngörülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Sur, G., “İmal Usulleri Ders Notları”, *Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü*, Karabük (2015).
2. Kayır, Y., Güneş, S., Demirer, E., “Vidaların açılmasında kesici uç seçimi yapan bir uzman sistem”, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 2018, 4(3): 176-182.
3. Kaçal, A., Turgut, Y., “Metrik vida açmada alternatif kesici uç yaklaşımı”, *Journal of Polytechnic* 2008 11 (1) :37-41.
4. Çakır, M. C., “Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri”, *VİPAŞ, Bursa*, 2000.
5. Çoban, D., Ünlü, B.S., “Cıvata ve somunların çeşitleri ve üretimi”, *CBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi* 2015, 20: 41-42.
6. İnternet: Mitsubishi Carbide “Teknik Bilgi/Kesim Formülü”, http://www.mitsubishicarbide.com/EU/West/product/pdf/c_nother/c004eg_t_hreading.pdf (2021).
7. Ezugwu, E.O., Okeke, C.I., Machado, A. R., “HighSpeed Threading of Inclusion-Modified Steels with Coated Carbide Tools”, *Journal of Materials ProcessingTechnology* , 86, 216–225, 1999.
8. De Chiffre, L., Andreasen, J., L., Lagerberg, S., Thesken, I., B., “Performance Testing of Cryogenic CO2 as Cutting Fluid in Parting/Grooving and Threading Austenitic Stainless Steel”, *Annals of the Crp*, Vol 2007, 101-104.
9. Cus, F., Mursec, B., “Databases for technological information systems”, *J. Mater. Process. Technol*, 2000.
10. Ensarioğlu, C., “Talaşlı imalat işlemlerinde kesme parametrelerinin belirlenmesi için bir uzman sistem yaklaşımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 2 (2007).
11. Gill, S. S., Singh, R., Singh, H., Singh, J., “Wear behaviour of cryogenically treated tungsten carbide inserts under dry and wet turning conditions”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 2009, 49, 256–260.
12. Kurt, A., Bakır, S., “Kesici uç genişliğinin kanal açma sırasındaki kesme kuvvetlerine etkisi”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part:C, Tasarım Ve Teknoloji GU J Sci Part:C* 2014, 2(2):221-228.

13. Akyıldız, H.K., Fetullayev, E., Livatyalı, H., “Talaş kaldırmada imal faktörleri ve takım aşınmasının vidalı parçanın yorulma dayanımına etkisi”, *İtü Dergisi* 2006 5 (2) :145-156.
14. Alexandre MA, Aspinwall DK., “The surface integrity of turned and ground hardened bearing steel”, *Wear* 1996; 196:279–84.
15. Saoubi MR, Outeiro JC, Changeux B, Lebrun JL, Morão Dias A., “Residual stress analysis in orthogonal machining of standard and resulfurized AISI 316L steels”, *J Mater Process Technol* 1999;96:225–33.
16. Kurt Jacobus, Devor RE, Kapoor SG., “Machining induced residual stress: experimentation and modeling”, *Trans ASME, J Manuf Sci Eng* 2000;122:20–31.
17. Shaik J, Bailey JA., “Residual stress distribution in machining annealed 18 percent nickel maraging steel”, *J Eng Mater Technol* 1986;108:93–8.
18. Salah RA, Liu CR., “Experimental study on the performance of super-finish hard turned surfaces in rolling contact”, *Wear* (2000) ;244:52–9.
19. Edoardo C, Piermaria D, Gianluca B, Alessandro B., “Residual stresses and surface roughness in turning”, *J Eng Mater Technol* 1999;121:346–51.
20. Akyildiz, H. K., “Evaluating of cutting forces in thread machining”, *Int J Adv Manuf Technology* (2013), 68:1601–1612.
21. Akyildiz, H.K., Livatyali, H., “Effects of machining parameters on fatigue behavior of machined threaded test specimens”, *Materials and Design*, 31 (2010), 1015–1022.
22. Günay, M., “Investigation of the Effects on Screw Thread of Infeed Angle during External Threading”, *Gazi University Journal of Science*, (2011), 24(1):153-160.
23. Khoshdarregi, M. R., Altintas, Y., “Generalized modeling of chip geometry and cutting forces in multi-point threadturning”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* (2015), 98: 21–32.
24. Nalbant, M., Günay, M., Yıldız, Y., “Modelling of the effect of different infeed angles and cutting areas on the cutting forces in external threading”, *Turkish J. Eng. Env. Sci.* (2008) 32: 153-161.

ÖZGEÇMİŞ

Cihan ASLAN,

İlk ve orta öğrenimini Polisan İlköğretim Okulunda bitiren Aslan, Darıca Ülkün Yalçın Anadolu Lisesinden mezun olmuştur. 2016 yılında Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini tamamladı. 2015-2016 yıllarında Yalova'da bulunan bir tersanede üretim mühendisi olarak çalıştı. 2020 yılında Karabük Üniversitesi Safranbolu Meslek Yüksek Okulu Radyo ve Televizyon Programcılığı bölümünde önlisans eğitimini tamamladı. 2012-2020 yılları arasında bir çok ilkokulda ve KBÜ Çocuk Üniversitesinde drama eğitmenliği yapan Aslan'ın, senaristliğini ve yönetmenliğini üstlendiği 13 tiyatro oyunu 5 kısa filmi ve 2 belgeseli bulunmaktadır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : 100. Yıl Mah. 1071. Sokak, Kampüs

City Evleri B Blok Kat:2 Daire:11

Merkez/ KARABÜK

Tel : (533) 917 8893

E-posta : ccihanaslann@gmail.com