KROM-NİKEL ESASLI ÇELİKLERİN FREZELEME YÖNTEMİ İLE İŞLENEBİLİRLİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Muhittin DİLSİZ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KROM-NİKEL ESASLI ÇELİKLERİN FREZELEME YÖNTEMİ İLE İŞLENEBİLİRLİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Muhittin DİLSİZ
502110009

Prof. Dr. Yahya IŞIK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

DÜZENLEME YAPILACAK.

TEZ ONAYI

Aaaaaaa AAAAAAAAAAA tarafından hazırlanan "AAAAAAAAA AAAAAAAAA AAAAAAAA AAAAAAAAA AAAAAAAAAAAA" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Aaaaaaaaaa Aaaaaaaaaaaaaa Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAAAAA

Başkan	**:**	Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA 000-000-000-000 Aaaaaaaaa Üniversitesi, Aaaaaaaaaaa Fakültesi, Aaaaaaaa Aaaaaaaaaa Anabilim Dalı	İmza
Üye	**:**	Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA 000-000-000-000 Aaaaaaaaa Üniversitesi, Aaaaaaaaaaa Fakültesi, Aaaaaaaa Aaaaaaaaaa Anabilim Dalı	İmza
Üye	**:**	Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA 000-000-000-000 Aaaaaaaaa Üniversitesi, Aaaaaaaaaaa Fakültesi, Aaaaaaaa Aaaaaaaaaa Anabilim Dalı	İmza
Üye	**:**	Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA 000-000-000-000 Aaaaaaaaa Üniversitesi, Aaaaaaaaaaa Fakültesi, Aaaaaaaa Aaaaaaaaaa Anabilim Dalı	İmza
Üye	**:**	Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA 000-000-000-000 Aaaaaaaaa Üniversitesi, Aaaaaaaaaaa Fakültesi, Aaaaaaaa Aaaaaaaaaa Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali KARA
Enstitü Müdürü
../../….

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

…/…/……

Muhittin DİLSİZ

TEZ YAYINLANMA
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı Tarih	Öğrencinin Adı-Soyadı Tarih
İmza Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.	İmza Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KROM-NİKEL ESASLI ÇELİKLERİN FREZELEME YÖNTEMİ İLE İŞLENEBİLİRLİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Muhittin DİLSİZ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yahya IŞIK

Tez çalışmasında Krom-Nikel esaslı çeliklerden olan 1.2316 çeliğinin Cnc freze tezgahında yüzey frezeleme operasyonunda farklı kesme hızı, ilerleme , talaş derinliği parametreleri ile sulu ve kuru kesme olarak Taguchi metodu kullanılarak L_9 deney tasarımı ile işlenmiştir. 1.2316 çeliğinin işlenmesi sonrası parametreler kıyaslanarak yüzey pürüzlülükleri ölçülmüş ve ANOVA ile sinyal gürültü oranları analiz edilmiştir. Kuru kesme işlemi sırasında alına kesme yolu boyunca geçen süre zarfında kesici uçta oluşan ısıda ısı dedektörü ile ölçülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sulu ve kuru kesme işlemelerinde farklı parametreler ile yapılan çalışmalar sonrası meydana gelen talaş tipleri ile kesici uç yüzeyinde meydana gelen serbest yüzey aşınması da mikroskop altında incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Krom-Nikel esaslı çelikler, frezeleme, işlenebilirlik, Taguchi, deney tasarımı , yüzey pürüzlülüğü ,

2024, vii + 54 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE MACHINABILITY OF CHROME NICKEL BASED STEELS BY MILLING METHOD

Muhittin DİLSİZ

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Yahya IŞIK

In the thesis, 1.2316 steel, which is one of the Chromium Nickel based steels, was processed with L_9 experimental design using the Taguchi method as wet and dry cutting with different cutting speed, feed, chip depth parameters in the surface milling operation on the CNC milling machine. After the machining of 1.2316 steel, the parameters were compared and the surface roughness was measured and the signal-to-noise ratios were analyzed with ANOVA. The heat generated at the insert during the cutting path taken during the dry cutting process was measured with a heat detector and the results were compared. The types of chips that occur after the studies carried out with different parameters in wet and dry cutting processes and the free surface wear on the insert surface were also examined and interpreted under the microscope.

Key words: Chromium Nickel based steels, milling, machinability, Taguchi, experimental design, surface roughness, cutting tool, 1.2316 steel.

2015, vii + 54 pages.

ÖNSÖZ ve/veya TEŞEKKÜR

Krom-Nikel esaslı çeliklerin frezeleme yöntemi ile işlenebilirliklerinin deneysel olarak incelenmesi konusunda tezimi belirlerken ve tez hazırlama süreci boyunca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, tezimin bilimsel bir yapı kazanmasında bilgi ve tecrübesinden yararlandığım tez danışmanım Prof. Dr. Yahya IŞIK 'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecinde, işlenecek numunelerin temin edilmesi, işlenmesi ve laboratuvarda incelenmesi konusunda baştan sona kadar maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Metkon Endüstriyel A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanımız Serdar YAVUZ Bey 'e, Genel Müdürümüz Ali BİLGEN Bey'e, Üretim Müdürümüz Ahmet YERTÜRK Bey'e ve Laboratuvar Yöneticimiz Yüksek Malzeme ve Metalürji Mühendisi Emin İrfan KARAALİ Bey 'e teşekkürlerimi sunarım.

Talaşlı imalat sürecinde kullanılan ekipmanlar için destekte bulunan EFC Teknik'ten Furkan AŞLAK Bey'e, Özer Kesici Takım firmasından Turgay GÜNEY Bey'e ve KUTLUK Döküm firmasına teşekkür ederim.

Numune parçaların Mekanik Sistemler bölümünde işlenmesi konusunda destek olan değerli çalışma arkadaşlarım Doğan ÖZUSLU ve İzzet TORAMAN 'a teşekkür ederim.

Desteğini hiçbir zaman esirgemeyen annem, babam ve kıymetli eşim Tuğba ATABAY DİLSİZ 'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Muhittin DİLSİZ
19/02/2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET....vi
ABSTRACT....vii
ÖNSÖZ ve/veya TEŞEKKÜR....viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ....xi
ŞEKİLLER DİZİNİ....xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ....xiv
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI....3
2.1. Talaşlı İmalat....6
2.1.1.Frezeleme....8
2.2. Talaşlı İmalatta Kullanılan Kesici Takımlar....9
2.2.1. Kesici Takım Malzemeleri....10
2.3. Talaş Oluşumu....11
2.3.1. Talaş Kaldırma İşlemine Etki Eden Faktörler....12
2.3.1.1. Takım Geometrisinin Talaşlı İşlenebilirliğe Etkisi....13
2.3.1.2. Kesme Hızı, Talaş Derinliği ve İlerleme Hızının İşlenebilirliğe Etkisi....14
2.3.1.3. Titreşimin Talaşlı İşlenebilirliğe Etkisi....14
2.3.1.4. Kesme Sıvısının Talaşlı İşlenebilirliğe Etkisi....15
2.4. Talaş Tipleri....15
2.4.1. Sıvanmalı Sürekli Talaş Türü....16
2.4.2 Sürekli Talaş Türü....17
2.4.3. Kesikli Talaş Türü....17
2.5. Yüzey Pürüzlülüğü....18
2.5.1. Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler....19
2.5.2. Yüzey Pürüzlülük Parametreleri....20
2.6. Taguchi Metodu....20
3. MATERYAL VE YÖNTEM....22
3.1. İşleme Parametrelerinin Belirlenmesi ve Deney Şartlarının Oluşturulması....22
3.2. Ekipman....24
3.3.Kesici Uç ve Takım Tutucu....26
3.4. İş Parçası....30
3.5. Deneylerde Kullanılan Kesme Sıvısı....31
3.6. Takım Serbest Yüzey Aşınması ve Talaş Tiplerinin incelenmesi....32
3.7. Yüzey Pürüzlülük Ölçümü....33
3.8. Kuru Kesme İşleminde Kesici Uçtaki Sıcaklığın Ölçülmesi....35
4. BULGULAR....36
4.1. Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi....36
4.1.1. Yüzey Pürüzlülük Deneylerin Sonuçları....37
4.1.2. Yüzey Pürüzlülüğü için S/N Oranları ve Yanıt Tablosu....37

4.1.3. Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizi (ANOVA).....39
4.1.4. Sulu/Kuru İşleme Yönteminin Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkisi .40
4.1.5. İlerleme Hızının Yüzey Pürüzlülük Üzerindeki Etkisi 41
4.1.6. Kesme Hızının Yüzey Pürüzlülük Üzerindeki Etkisi.....42
4.1.7. Talaş Derinliğinin Yüzey Pürüzlülük Üzerindeki Etkisi 43
4.2. Kesici Uç ile İş Parçası Arayüzünde Oluşan Isının İncelenmesi 45
4.2.1. Kesme Parametreleri Sıcaklık S / N Yanıt Tablosu.....45
4.3. Kesici Uçta Meydana Gelen Serbest Yüzey Aşınmasının İncelenmesi.....46
4.4. Sulu ve Kuru Kesme İşlemlerinde Oluşan Talaşların İncelenmesi.....47
5. SONUÇ (TARTIŞMA ve SONUÇ).....48
KAYNAKLAR 50
EKLER.....52
ÖZGEÇMİŞ 53

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
E	Young Modülü
Ni	Nikel
mm	Milimetre
m/dk	Metre/Dakika
mm/dev	Milimetre/Devir
Fc	Kesme Kuvveti
Ra	Değerlendirilen Profilin Aritmetik Ortalama Sapması (μm)
S	Kükürt
Ca	Kalsiyum
Bi	Bizmut
Vc	Kesme Hızı
d	Talaş Derinliği
f	İlerleme Miktarı
μm	Mikrometre
M	Ortalama Çizgisi
Rq	Ortalama Karekök (RMS) pürüzlülüğü
Rz	Profilin En Büyük Yüksekliği Değerleri Ortalaması
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
KW	Kilovat
r	Kesici uç radyüsü
KAPR	Takım Yanaşma Açısı

Kısaltmalar	Açıklama
PVD	Physical Vapor Deposition (Fiziksel buhar biriktirme)
CNC	Computer Numerical Control
AISI	Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü
WC	Tungsten Karbür
TiN	Titanyum Nitrür
CVD	Chemical Vapor Deposition (Kimyasal buhar biriktirme)
CBN	Kübik bor nitrür
PCBN	Polikristalin Kübik Bor Nitrür
DT	Deney Tasarımı
TM	Taguchi Metodu
PVC	Polivinil Klorür
S/N	Sinyal gürültü oranı

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Yatay ve Düşey Freze Tezgahları.....	8
Şekil 2.2.	Çevresel ve Alın Frezeleme.....	8
Şekil 2.3.	Gerçek Talaş Oluşumu.....	11
Şekil 2.4.	Sıvanmalı Sürekli Talaş.....	15
Şekil 2.5.	Sürekli Talaş.....	16
Şekil 2.6.	Kesikli Talaş ……	16
Şekil 3.1.	DAHLIH / DL-MCV720 3 Eksen Cnc Freze Tezgahı.....	24
Şekil 3.2.	Fanuc Ünite Program Sayfası.....	24
Şekil 3.3.	Tungaloy ONGU0507ANEN-MJ AH3135 Elmas Uç…….	25
Şekil 3.4.	Kesici Uç Geometrisi - 2B……...	26
Şekil 3.5.	Kesici Uç Geometrisi - 3B……...	26
Şekil 3.6.	Ø80 – Yüzey Tarama Kafa Takım Görseli……..	27
Şekil 3.7.	Eroğlu BT40 - 405.11.22.40 Kodlu Alın Kamalı Tutucu……	27
Şekil 3.8.	Takım Tutucu ile Kafa Takımın Tezgah Üstündeki Konumu..	28
Şekil 3.9.	İş Parçası olan 1.2316 Çeliğinin İşlemeden Önceki Ham Hali	29
Şekil 3.10.	İş Parçasının Deney Çalışmasına Hazırlanması……...	29
Şekil 3.11.	METKON PST – 901 Markalı Mikroskop……..	31
Şekil 3.12.	Mitutoyo SJ-201P Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı……...	31
Şekil 3.13.	MESTEK IR01A Isı Dedektörü……..	33
Şekil 3.14.	Isı Dedektörü ile Sıcaklığın Ölçülmesi……	34
Şekil 4.1.	Kesme Parametrelerinin S/N Oranları……..	39
Şekil 4.2.	Sulu/Kuru Kesme Şartlarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi….	40
Şekil 4.3.	İlerleme Miktarının Sulu/Kuru Kesme Şartları Altında……... Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi…….	41
Şekil 4.4.	İlerleme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi…….	42
Şekil 4.5.	Kesme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi……	43
Şekil 4.6.	Talaş Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi……...	44
Şekil 4.7.	Talaş Derinliğinin İlerleme Miktarına Göre Yüzey Pürüzlülüğüne (µm) Etkisi…….	44
Şekil 4.8.	Kullanılmamış Uç ve Kullanılıp Deforme Olan Uç……	46
Şekil 4.9.	Kesici Uçta Meydana Gelen Serbest Yüzey Aşınması……	47
Şekil 4.10.	V:100 m/dk , f:400 mm/dk , ap:1,5 mm , Sulu Kesme Şartları Altında Ortaya Çıkan Talaş…….	47
Şekil 4.11.	V:100 m/dk , f:400 mm/dk , ap:1,5 mm , Sulu Kesme Şartları Altında Ortaya Çıkan Talaş……	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 3.1.	İşleme Parametreleri…….....	25
Çizelge 3.2.	Dummy Seviyeli L9 Ortogonal Dizisi.....	26
Çizelge 3.3.	L_9 (3^3 x 2^1) Dizisi.....	26
Çizelge 3.4.	Taguchi L_9 Deney Tasarımı.....	27
Çizelge 3.5.	DAHLIH DL-MCV720 Model Tezgahın Teknik Özellikleri..	27
Çizelge 3.6.	Ø80 –5 Ağızlı Yüzey Tarama Kafa Takımı Ölçüsel Değerleri	31
Çizelge 3.7.	1.2316 Çeliğin Kimyasal Bileşeni ……..……	32
Çizelge 3.8.	1.2316 Çeliğin Isıl İletkenlik Değerleri……	32
Çizelge 3.9.	1.2316 Çeliğin Isıl İşlem Verileri ……..…….	32
Çizelge 3.10.	PETROFER EMULCUT S 05 Kesme Sıvısının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri……...	34
Çizelge 3.11.	Mitutoyo SJ -201P Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı Teknik Özellikleri……	36
Çizelge 4.1.	Deneylerin Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerleri……..	37
Çizelge 4.2.	Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Sonuçları ve S/N Oranları……..	37
Çizelge 4.3.	Yüzey Pürüzlülük S/N oranı Yanıt Tablosu…….	38
Çizelge 4.4.	Yüzey Pürüzlülük Ortalamalar için Yanıt Tablosu……..	38
Çizelge 4.5.	Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analiz Sonuçları…….	39
Çizelge 4.6.	Arayüzeyde Oluşan Kesme Sıcaklıkları……...	45
Çizelge 4.7.	Kesme Parametreleri Sıcaklık S / N Yanıt Tablosu…….	45

1. GİRİŞ

Günümüz endüstrisinin gelişmesi ile beraber çeliklerin kullanım alanları ve işleme metotları geliştirilerek giderek artmaktadır. Özellikle kimya, petro-kimya, gıda, uçak - savunma sanayi projelerinde ve ilaç endüstrisinde kullanılan depolama tankları, basınçlı kaplar ve paslanmaz boruların üretiminde çok sayıda çelik türü kullanılmaktadır. Krom ve nikel esaslı çelikler ise esas olarak çok iyi bir korozyon direncine sahip olduklarından dolayı tercih edilmektedirler. Kromun oksijen ile etkileşiminden dolayı malzeme yüzeyinde ince bir koruyucu krom oksit tabakası meydana gelir ve bu tabaka çeliği korozyona karşı korur. İçerisinde bulunan krom oranın artması ile çeliğin Young Modülü E'nin arttığı söylenebilir. [Anonim 2023 – İlhan Ercan 2020] [1, 2].

Metalik bir element olan Krom'un atom numarası 24, atom ağırlığı 51.996 , erime noktası 1907 °C , kaynama noktası 2671 °C, yoğunluğu: 7.19 g·cm-3'dır. Gümüş gibi parlak, mavimsi beyaz, kolay kırılan sert bir maden olan krom havaya karşı çok dayanıklıdır, nemli havada bozulmaz, yani paslanmaz. Bu niteliğinden dolayı, paslanma olasılığı büyük olan madenlerden birçoğu ince bir krom tabakası ile kaplanır. Krom en başta demiri sertleştirmekte kullanılır. Krom-demir alaşımı çok sert olduğundan eğe gibi aşındırıcı âletlerin yapımında işe yarar. Krom-nikel alaşımının katıldığı demir ise çok dayanıklı ve esnek bir çelik verir. Bunlardan çeşitli makine parçaları, zırhlar, köprüler, elektrik dirençleri yapılır.

Çeliğin sertleştirilmesinde, paslanmaz çelik üretiminde ve diğer metallerin dayanıklılık özelliğini artıracak alaşımların elde edilmesinde kullanılır. Özellikle otomobil parçalarında ve kesici aletlerde korozyon önleyici kaplama olarak kullanımı da yaygındır. Yüksek erime sıcaklığı nedeniyle, tuğla ve kalıp yapımında da rağbet görmektedir. Krom konsantresi Metal ve Çelik sanayisinin vazgeçilmez bir parçasıdır.

Krom konsantresi Çinli üreticiler tarafından Ferro-Krom üretiminde kullanılmaktadır. Ferro-krom demir madeni ile beraber çeliğin ve birçok sanayide kullanılan metallerin hammaddesidir. Çeliğe sağlamlık, dayanıklılık, paslanmazlık ve parlaklık özelliğini veren kromun oranı yükseldikçe çeliğin ve diğer metallerin kalitesi artmaktadır. Krom ile güçlendirilen birçok ürün, inşaat, silah, imalat, sağlık ve dekorasyon sanayilerinde sıkça kullanılmaktadır. [Koyunoğlu Madencilik – 2023]

Simgesi "Ni" olan nikelin atom numarası 28, atom kütlesi 58,69, atom yarıçapı 135 pm'dir. 1455 derecede erir. Oldukça sert ve katıdır. Periyodik cetvelde geçiş metalleri arasında yer alır. Parlak, altın rengini andıran, karışık metalik ve gümüş-beyaz rengi olan alaşım bir metaldir. Bakır, krom, alüminyum, kurşun, kobalt, altın ve gümüş gibi metallerle oluşturulan birçok alaşımda kullanılır. Kristal yapısı yüzey merkezli kübiktir. Pentlandit içinde demir ve kükürtle ile; milerit içinde kükürt ile; nikelinin içinde arsenik ile birlikte bulunur. Manyetik alan içinde negatif yönde bir miktar boyut değiştirir.

Nikelin yeryüzüne, gökyüzünden düşen meteor taşlarından geldiği varsayılıyor. Doğada saf nikel bulunmaz, genelde kobalt ile birlikte oluşur. Dünya çekirdeğinde yoğun olarak nikel bulunduğu tahmin edilmektedir. Derin katmanlarda yüksek oranda nikel bulunur; ancak bu katmanlara ulaşılamadığı için yeryüzüne daha yakın katmanlarda bulunan nikelin silikat ve sülfatlı bileşikleri olan garnierit, pyrrotin ve nikelin adlı bileşiklerden nikel üretilmektedir. İki tür maden yataklarından elde edilir. Bunlardan birincisi; temel mineralleri limonit ve garnierit olan lateritik yataklardır. İkincisi ise; ana minerali pentlandit olan magmatik sülfit yataklarıdır. Nikel rezervlerinin yüzde 60'i lateritik yataklarından; yüzde 40'si ise pentlandit, sülfit ve kükürt bileşiklerinden elde edilir.

Kimya endüstrisinde nikel alaşımları olarak metal korozyona maruz kalan yerler, kostik solüsyonların korunması, petrol ürünleri başlıca kullanım alanlarıdır. Mekanik ve fiziksel özellikleri oldukça iyidir. Bu sebeple kaplama olarak da önemli bir metaldir. Nikel kaplama malzemeleri korozyon ve paslanmayı önler. Nikel kaplamaların diğer metalleri koruyucu özelliği vardır. Bu sebeple özellikle elektrolize kaplamaların üretiminde nikelin önemli bir payı bulunuyor. Nikelin süper alaşımları; uçak ve gemi endüstrisinde yüksek sıcaklıklarda basınç ve korozyona maruz kalan gaz türbinleri, jet motorları, uçakların bazı alanlarındaki kaplamalarda, uçaklarda elektrolizle yapılan kaplamalarında, gemilerde tuz korozyonuna maruz kalan alanlardaki kaplamalarda; nikel levhalar elektrikli kaplama işlemlerinde anot, toz nikel de hidrojenleme işlemlerinde katalizör olarak, nikel kaplama banyosunda elektrolit olarak kullanılıyor.

Ayrıca sıvı ve katı yağlarda hidrojenasyonu sağlamak için kullanılırken, batarya ve yakıt hücrelerinde, seramik malzemelerde, emaye ile demir arasında bağlayıcı madde olarak; cama yeşil rengi vermek için; korozyona dirençli alaşımlarda; deniz suyundan tatlı su üretimi yapılan arıtma ve dönüştürme tesislerinde; araçlarda kullanılan zırhların alaşımlarında nikel ve alaşımlarından faydalanılıyor. [Anonim – 2023]

Bu çalışmanın konusu Krom-Nikel esaslı çeliklerin frezeleme yöntemi ile işlenebilirliklerinin deneysel olarak incelenmesidir. Deney malzemesi olarak 1.2316 çelik seçilmiştir. 235*135*20 mm ölçülerinde malzemeler kestirilerek, farklı kesme parametreleri ve 16 köşe yüzey frezeleme kesici uçlar ile sulu/kuru kesme şartlarında, yüzey pürüzlülük değerlerine olan etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Deneylerde kesici takım PVD kaplı Tungaloy marka ONGU0507ANEN-MJ AH3135 – 6735445 kodlu elmas uç kullanılmıştır.

Cnc freze makinesinde kuru ve sulu kesme şartlarında, PVD kaplı elmas uçlar ile yapılan denemeler Taguchi metodu ile belirlenmiştir. Taguchi L_9 deney tasarımına göre CNC freze tezgahında yapılan kesme deneyleri sonucunda yüzey pürüzlülükleri , takım aşınması ve sulu/kuru kesme ile elde edilen talaşlar incelenmiştir. Ayrıca infrared termometre kullanılarak yapılan sıcaklık ölçümü ile kesme sırasında çıkan sıcaklıkların takım ömrüne olan etkisinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Korkut ve arkadaşları yüksek mukavemet, yüksek süneklik ve düşük ısı iletkenliğine sahip olmasından dolayı işlenebilirliği zor olan AISI 304 östenitik paslanmaz çeliklerin işlenebilirliği üzerine çalışmalar yapmışlardır. Sementit karbür kesici takımlar kullanarak yaptıkları tornalama çalışmasında optimum kesme hızını belirlemek istemişler ve kesme hızının takım aşınması ile yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini incelemişlerdir. 120 m/dak, 150m/dak, 180 m/dak kesme hızlarında, 0,24 mm/dev ilerleme hızında ve 2,5 mm kesme derinliğinde işlem yapmışlardır. Belirlenen kesme parametrelerinde yüzey pürüzlülüğü ve talaş oluşumu arasında kolerasyon yapmışlardır. Kesme hızının artması ile takım aşınmasında bir azalma ve yüzey pürüzlülüğünde azalma gözlemlediklerini belirtmişlerdir.

Günay çalışmasında AISI 316L östenitik paslanmaz çeliğinin işlenmesinde oluşan Fc ve Ra için kesici takım radyüsü ve kesme parametrelerinin (değişkenler) optimizasyonu yapmıştır. Yüzey kalitesi ve ölçü tamlığı, temas halinde çalışan makine parçalarının dayanımını ve performansını önemli miktarda etkilemektedir. Bununla birlikte, talaşlı imalatta kullanılan kesici takım geometrisi ve kesme parametreleri; kesme kuvveti, yüzey pürüzlülüğü ve işleme verimliliğini etkileyen en önemli faktörlerdir. Yapılan çalışma ile amaçla Taguchi'nin L9 dikey dizini kullanılarak işlenebilirlik deneyleri gerçekleştirilmiştir. İşleme deneyleri sırasında ölçülen Fc ve Ra değerleri üzerinde değişkenlerin etkilerini ve önem seviyelerini belirlemek için varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. S/N oranları kullanılarak tespit edilen değişkenlerin optimum değerleri, Fc ve Ra için farklı seviyelerde bulunmuştur. ANOVA sonuçlarına göre, kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli değişken ilerleme miktarı olarak belirlenmiştir.

Nalbant ve Korkut Ç1030 ve Ç1060 malzemeleri üzerine işlenebilirlik çalışmaları yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada, Ç1030 ve Ç1060 malzemeleri normalizasyon işlemine tabi tutmuşlar ve kesme kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sabit ilerleme hızında yapmış oldukları deneylerde kesme hızı, kesici takım, iş parçası malzemesini değişken olarak kullanmışlar ve bu değişkenlerin işlenen yüzeyin pürüzlülük değerine etkilerini incelemişlerdir.

Altınkaya ve Güllü AISI 316 paslanmaz çeliğin frezelenmesi esnasında kesme parametrelerinin ve kesici takım geometrisinin yüzey pürüzlülüğü ve takımda oluşan aşınmaya etkilerini incelemek amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalarında kesme derinliğini sabit tutarak 180 m/dak, 225 m/dak, 270 m/dak kesme hızlarında ve üç farklı talaş kırıcı forma sahip kesici takım kullanmışlardır. Yapmış oldukları deneysel çalışmalarda optimum yüzey pürüzlülüğü ile aşınma davranışı sergileyen kesici takımı önermişlerdir.

Maranhão ve Paulo Davim, AISI 316 paslanmaz çeliğinin talaşlı imalat ile işlenmesi esnasında termo mekanik davranışın modellenmesi ve takım-talaş ara yüzündeki sürtünme katsayısının kesme kuvveti ve ilerleme kuvvetleri, kesme sıcaklığı ve plastik şekil değiştirme, plastik gerilme oranı, maksimum kayma gerilmesi üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Sonlu elemanlar yöntemi ile modelleme yaparak elde etmiş oldukları sayısal verileri, deneysel veriler ile doğrulama yapmışlardır. Takımtalaş ara yüzeyindeki sürtünme modellenmesinin nihai sonuçlar üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Gennari ve arkadaşları, AISI 316 paslanmaz çeliğinin tornalanması esnasında soğutma sıvısının etkilerini karşılaştırmak amacıyla deneysel çalışmalar yapmışlardır. Bu yöntemde geleneksel sıvı uygulaması (150 lt/saat) ile neredeyse kuru işleme (60 ml/saat) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Deneysel çalışmalar sonucunda ise geleneksel sıvı uygulaması birkaç ağır ısıl şartlarda daha iyi takım ömrü sunduğunu, incelenen koşulların çoğu için ise püskürterek sıvı uygulamasında takım-talaş ara yüzeyini yağlama ve yeterli soğutma gerçekleştirmesi bakımından daha iyi performans sergilediğini ve takım ömrünü mükemmel bir seviyede iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Ranganathan ve arkadaşları, AISI 316 paslanmaz çeliğinin WC kesici uçlar ile sert tornalanmasında kesme parametrelerinin etkilerini incelemek amacıyla matematiksel modelleme yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemde yüzey pürüzlülüğünü ve takım aşınmasını tahmin etmek için regresyon analizi ve ANOVA kullanmışlardır. AISI 316 paslanmaz çeliğini parçasını farklı işleme parametrelerinde tungsten karbür kesici takımlar ile işleyerek kesme parametrelerinin etkileşimlerini belirlemişlerdir.
Korelasyon katsayısı hesaplayarak geliştirmiş oldukları modelin yeteneklerini doğrulayarak, tungsten karbür uçlardaki aşınmayı ve iş parçası yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmek için etkin olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Akasawa ve arkadaşları katkı maddelerinin östenitik paslanmaz çeliğin işlenebilirliği üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla deneysel çalışmalar yapmışlardır. Deney malzemeleri olarak SUS303, SUS303Cu, SUS316 kullanmışlar ve S, Ca ve Bi gibi katkı maddeleri ile malzemelerin bileşimini değiştirmişlerdir. İşlenebilirlik deneylerini kesme sıvısı kullanarak K10 karbür kesici takımlar ile CNC torna tezgahında yapmışlardır. Kesme parametreleri olarak 0,05-0,1 mm/dev ilerleme hızı ve 12,5-100 m/dak kesme hızı kullanmışlardır. İşlenmiş yüzeyden mikro sertlik ölçümü ve gerilmeye bağlı martensitik dönüşüm ölçmüşlerdir.

Lin paslanmaz çeliğin yüksek hızda işlenmesi üzerine deneysel çalışmalar gerçekleştirmiştir. TiN kaplamalı karbür kesici takımlar ile yüksek hızda delme işlemi gerçekleştirerek takım ömrü, yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması ve çapak oluşumunu araştırmıştır. Deneysel çalışmaları sonucunda yüzey pürüzlülüğü ve çapak yüksekliği

bakımından en uygun kesme hızını belirlemiştir. Helisel kanallardaki aşınma ve dış köşe aşınması matkapta görülen en etkin aşınma olduğunu belirtmiştir.

Ay ve arkadaşları Ç1040, Ç1045 ve Ç1050 malzemelerinin frezelemesinde yüzey pürüzlülüğüne etki eden faktörleri belirlemek amacıyla deneysel çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Kesme işlemi esnasında meydana gelen titreşim ve kuvvetleri ölçmüşlerdir. Deneysel çalışmalar neticesinde sonuç olarak kesme derinliğinin artması ile yüzey kalitesinin kötüleştiğini ve kesme kuvvetlerinin arttığını gözlemlemişlerdir.
Yüksek kesme hızı ve düşük ilerleme miktarlarında ise yüzey kalitesini iyileştiğini belirtmişlerdir.

Boy ve arkadaşları Vanadis10 soğuk iş takım çeliğinin tornalanmasında kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini araştırmak amacıyla deneysel çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Deneyleri sekiz farklı kesme hızı, beş farklı ilerleme hızı ve sabit kesme derinliğinde ve CVD kaplı iki çeşit sementit karbür kesici takım kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Deneysel çalışmalar neticesinde kesme hızının artması ile yüzey pürüzlülük değerinin azaldığını belirtmişlerdir fakat takımda oluşan aşınmaya bağlı olarak yüksek kesme hızlarında pürüzlülük değerinin arttığını belirmişlerdir.

Fedai ve arkadaşları paslanmaz çeliklerden 316L paslanmaz çeliğinin frezeleme operasyonunda yüzey pürüzlülüklerini incelemişlerdir. Paslanmaz çelikler, mükemmel korozyon direnci, düşük ve yüksek sıcaklıklarda kullanılabilmesi, kolay şekillendirilebilmesi ve iyi estetik görünüme sahip olmasından dolayı birçok alanda kullanılabilen bir malzemedir. Bu çalışmada, 316L paslanmaz çeliğin yüzey pürüzlülüğü kesme parametrelerine bağlı olarak adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFIS) yaklaşımı kullanılarak bir model geliştirilmiştir. Kesme parametreleri olarak kesme hızı, ilerleme, kesme derinliği ve kesme genişliği seçilmiştir. Matlab 8.5 programının ANFIS editörü kullanılarak ANFIS modellemesi gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen ANFIS modelinin tahmin sonuçları ile deneysel sonuçlar karşılaştırıldığında en büyük yüzde hata değerinin 9,58 ve ortalama yüzde hata değerinin 5,25 olduğu tespit edilmiştir. ANFIS modelinin korelasyon katsayısı 0,997 olarak bulunmuştur. Sonuçlar, ANFIS modelinin 316L paslanmaz çeliğin frezeleme işleminde yüzey pürüzlülüğün tahmin edilmesinde etkin bir yöntem olabileceğini göstermiştir.

Safa Bodur çalışmasında birçok uygulama alanına sahip AISI -304 paslanmaz çeliğin soğutma sıvısı kullanıldığı şartlar altında tornalanması esnasında ilerleme miktarı (F), kesme hızı (Vc) ve paso miktarının (d) yüzey pürüzlülüğü ve güç tüketimi açısından farklı seviyelerdeki etkisi istatistiksel analizler kullanılarak incelenmiştir. Aynı zamanda matematiksel modeller oluşturularak deneysel veriler ile sonuçlar kıyaslanmıştır. Yürütülen deneysel ve istatiksel yaklaşımlar bize ilerleme miktarının yüzey kalitesi açısından çok etkili olduğunu ve güç tüketimi açısından ise her üç parametrenin de önemli olduğunu göstermiştir. Çalışmada AISI 304 paslanmaz çeliğinin tornalama işlemi

sırasında farklı parametre ve seviyelerin yüzey pürüzlülüğü ve güç tüketimi üzerindeki etkileri istatistiksel analizlerle analiz edilmiştir. İstatistiksel analiz çalışmaları ile toplam 27 farklı yüzeyin işlenmesiyle elde edilen veriler kolaylıkla değerlendirilebildiği anlaşılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar ve ANOVA analizleri sayesinde parametrelerin yüzey pürüzlülüğü ve enerji tüketimi üzerinde farklı etkileri olduğunu anlamayı mümkün kılmıştır. Paso miktarı ve kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığı ve ilerleme miktarının %98'lik baskın bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Buna karşılık, her üç parametrenin de enerji tüketimi için etkili olduğu çalışma neticesinde anlaşılmıştır. Bu anlamda sırasıyla paso miktarının %44, kesme hızının %24 ve ilerleme miktarının %19 katkı oranlarında güç tüketimi üzerinde etkileri olduğu anlaşılmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü açısından ideal parametre değerleri 0.12 mm/dev. İlerleme miktarı, 125 m/dk. Kesme hızı ve 1 mm paso miktarı olarak bulunmuştur. Güç tüketimi açısından ise 0.12 mm/dev ilerleme miktarı, 100 m/dk. Kesme hızı ve 1 mm paso miktarının ideal parametre değerleri olduğu anlaşılmıştır. Sonuç olarak AISI 304 paslanmaz çeliklerin tornalanmasında düşük güç tüketimi ile iyi bir yüzey kalitesi elde etmek amacıyla küçük ilerleme miktarı, düşük kesme hızı ve paso miktarlarında çalışılması gerektiği çalışma sonunda tavsiye edilmektedir.

Tekaslan ve arkadaşları çalışmalarında AISI 304 Östenitik paslanmaz çeliğin CNC torna tezgahında işlenmesi sırasında en ideal yüzey pürüzlülüğünün elde edilebilmesi için optimum işleme parametrelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Kullanım alanlarına göre istenen mekanik ve kimyasal özelliklerin sağlanması için paslanmaz çeliklerin bileşimlerinde yapılan değişiklikler, paslanmaz çeliklerin işlenebilirliğini etkilemektedir. İşlenebilirliğe bağlı olarak da yüzey kalitesi değişmektedir. Deneyler CNC torna tezgahında, 61 mm çapında ve 250 mm boyunda hazırlanan 30 adet deney numunesi üzerinde değişik kesme parametreleri uygulanarak yapılmıştır. Daha sonra deney numunelerin yüzey pürüzlülükleri, "Mahr" marka perthometer M1 tipi, masa üstü, yazılı çıktı verebilen pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüş ve pürüzlülüğün, kesme hızı, ilerleme ve talaş derinliğine göre değişimi değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmaya göre kesme hızı artırıldığında yüzey pürüzlülüğünün iyileştiği, ilerlemenin artırılması ile yüzey pürüzlülüğünün kötüleştiği görülmüştür.

2.1. Talaşlı İmalat

Talaş kaldırma, önceden geometrisi, ölçüleri ve yüzey kalitesi belli olan parçaların kesici takım kullanılarak fiziksel temas ile veya belli enerjileri (mekanik, ısı veya kimyasal) kullanılarak parça üzerinden malzeme kaldırması ve şekillendirmesi olarak tanımlanabilir. Bu yöntemler temas durumlarına, kesme şekillerine ve kullanım alanlarına göre belli sınıflara ayrılmaktadır. Geleneksel imalat yöntemleri ve modern imalat yöntemleri olarak iki gruba ayrılır. [Özay 2009]

Talaş kaldırma işlemi, sert malzemeden imal edilmiş, iş parçasından malzeme koparılmasını sağlayan kesici takımlar ile yapılmaktadır. Bu işlemin gerçekleşmesi, hareketin ve gücün sağlanabilmesi için de takım tezgâhları ile gerçekleşmektedir. Yani talaşlı imalatın olmazsa olmaz üçlüsü "Kesici Takım, takım tezgâhı ve iş parçası malzemesidir." İyi bir talaş kaldırma süreci, doğru malzeme ve takımların seçilmesiyle beraber, uygun kesme parametrelerin tanımlanması ile gerçekleştirilmektedir
[Groover 2010]

Takım tezgâhına bağlanan, belli bir geometriye sahip kesici takım yardımıyla istenilen ölçü ve biçimde parça üretilmesi veya iş parçasından fazla malzemelerin talaş şeklinde kaldırılma işlemi, özellikle iş parçası metal ise "Talaş kaldırma" işlemi olarak adlandırılır. Gerek kaba işleme gerekse hassas yüzey işleme aşamasında, gerekli toleransta, yüksek oranda üretim gerçekleştirilir. Bu nedenle talaş kaldırma işlemi, imalat sanayinde kullanılan temel üretim işlemlerinin en önemlisidir. [Akkurt, 2004]

Çok kısa bir zamanda gerçekleşmesine rağmen, talaşsız imalat yöntemleri, yüzey, boyut ve şekil kalitesi bakımından, parçada istenilen kaliteyi sağlayamamaktadır. Bu nedenle bu şekilde imal edilen parçaların yüzeylerinin bir kısmı veya tamamı, talaşlı imalat yöntemleri ile işlenmektedir. [Akkurt, 2004]

Aşağıdaki sebepler dikkate alındığında talaşlı imalat işleminin en önemli imalat yöntemlerinden biri olduğu anlaşılır:

1. Çok çeşitli malzemeler talaşlı imalat yöntemiyle şekillendirilebilir. Gerçekte bütün katı malzemeler işlenebilir. Polimer ve polimer esaslı kompozitler de talaşlı imalat yöntemleriyle işlenebilir.
2. Talaşlı imalat işlemiyle düz ve dairesel yüzeyler gibi düzenli geometriler oluşturulabilir. Birkaç talaşlı imalat işlemi sırayla uygulanarak hemen hemen bütün karmaşık geometriler elde edilebilir.
3. Talaşlı imalat işlemiyle iş parçası, ölçü olarak çok yakın toleranslarda ve çok iyi yüzey kalitesiyle üretilebilir. [Groover, 2007].

Talaşlı üretimde her biri çok farklı amaca sahip, çok çeşitli talaş kaldırma yöntemleri vardır. Üretilen parçanın kullanılacağı yere göre ya da imalat resminde belirtilen boyut ve yüzey kalitelerine göre; uygun talaş kaldırma yöntemi seçilir. Genel olarak talaş kaldırma yöntemleri; tornalama, frezeleme, taşlama, delik delme, lepleme, honlama, vargel ve planyalama olarak sayılabilir.

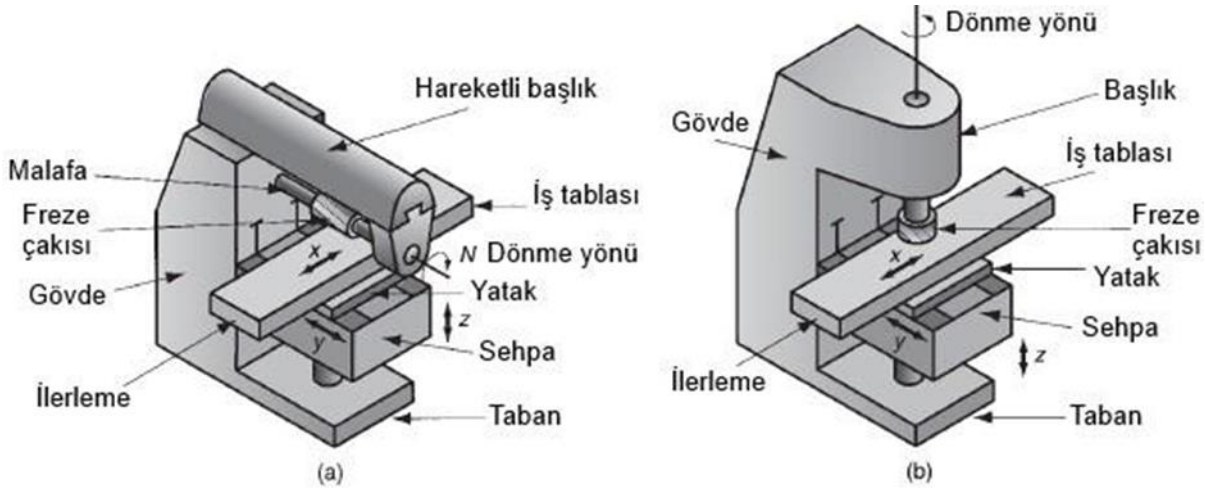
2.1.1.Frezeleme

Kendi ekseni etrafında dönen takımın kesme hareketi ve parçanın ilerleme hareketi ile talaş kaldırma işlemidir.

Frezeleme işleminin yapıldığı makinalara da freze tezgâhı veya freze denir. Frezeleme işleminde, takım ucunun düşey, iş parçanın ise yatay doğrultudaki hareketi ile talaş kaldırılır.

Freze tezgâhları genel olarak; kontrol-tahrik ünitesi, ana gövde, takımın tutturulduğu ana mil(malafa),parçanın bağlandığı iş tablası ve ayar kollarından oluşmaktadır. Endüstride talaşlı imalatın yapılabilmesi için çeşitli takım tezgâhları ve kesici takımlar kullanılmaktadır. Talaş kaldırma yöntemlerinden frezeleme işlemi, talaşlı imalatta geniş uygulama alanına sahiptir.

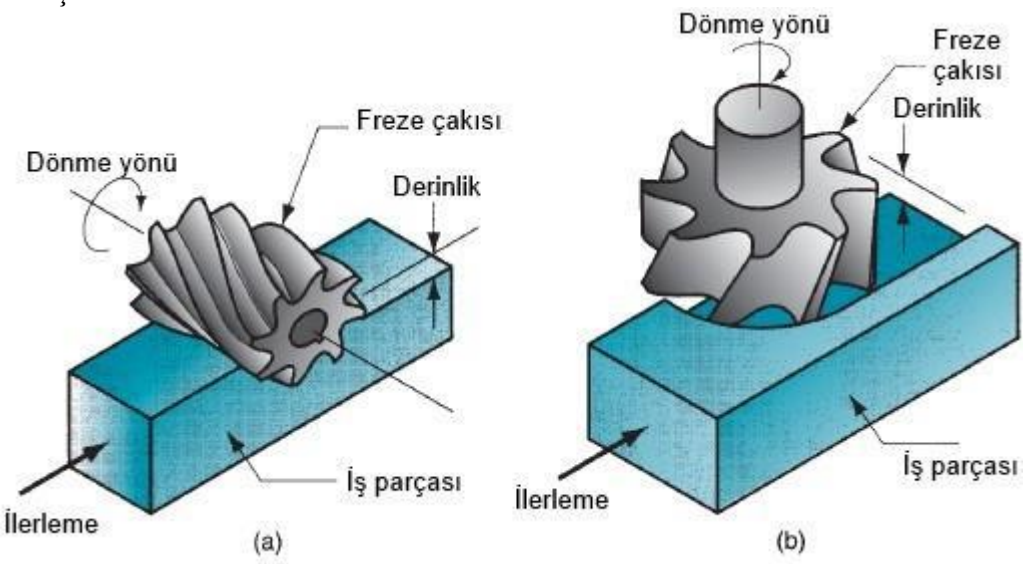
Freze tezgâhları malafanın konumuna göre yatay ve dikey olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Şekil 2.1. Freze tezgâhları görülmektedir.



Şekil 2.1. a) Yatay ve (b) Düşey Freze Tezgahları

Frezeleme işlemi çevresel ve alın frezeleme olarak iki temel gruptan oluşmaktadır. Çevresel frezeleme de kesici dişleri takımın yan yüzeyinde bulunan silindirik freze, alın frezelemede ise frezeleme dişleri takımın alın yüzeyinde bulunan alın frezeler kullanılmaktadır. Frezelemede kullanılan kesici takımlara "freze çakısı" denir.
Şekil 2.2. da çevresel ve alın frezeleme işlemi görülmektedir.

Yapılacak işleme göre farklı tiplerde freze çakıları bulunmaktadır. Bu freze çakıları:
•Silindirik(vals)freze çakıları
•Kanal ve Testere freze çakıları
•Profil freze çakıları
•Açı freze çakıları
•Parmak freze çakıları
•T freze çakıları



Şekil 2.2. (a) Çevresel ve (b) Alın Frezeleme

Frezeleme ile genel olarak silindirik olmayan ve düzgün geometrili parçalar işlenmektedir. Silindirik olmayan bir parçadan talaş kaldırılarak istenen boyutlara getirilmesi, pah kırma, kanal açma, kademeli işleme veya açılı işleme prosesleri ile gerçekleştirilir.

Frezelemede işlem hızı, iş parçasının ilerleme hızı, kesici takımın diş derinliği ve kesici takıma verilen batma (işleme) derinliğine bağlıdır. Bu sebeple, işlenecek parçanın yüzey özellikleri veya kaldırılacak olan talaşın şekli (kaba veya ince) bu parametreler dikkate alınarak ayarlanmalıdır.

2.2. Talaşlı İmalatta Kullanılan Kesici Takımlar

Kesici takımlar, bir takım tezgahına tespit edilerek endüstriyel bir ürüne şekil veren aletlerdir. Bu şekil verme işlemi genellikle malzemeden talaş kaldırılarak meydana gelmektedir. Değişik makine ve makine parçalarının imalatını sağlamak için kullanılan kesici takımın, talaş kaldırma esnasında oluşan yüksek zorlamaları karşılaması zorunludur.

En uygun kesici takım malzemesi ve kesici geometri ile işlenecek iş parçası malzemesini eşleştirmek, sorunsuz ve verimli bir işleme prosesi için önemlidir. Kesme değerleri, takım yolu, vb gibi diğer parametreler de başarılı bir sonuç için çok önemlidir. Ticari olarak bugün mevcut takım malzemelerinin değişik uygulamalarındaki performansları takım ömrüne, talaş kaldırma miktarına, yüzey hassasiyetine ve takım maliyetine bağlı olarak değişmektedir.

2.2.1. Kesici Takım Malzemeleri

Talaş kaldırma esnasında oluşan kuvvetler, basınç, sürtünme, ısı oluşumu ve aşınma gibi olaylar ile birlikte ekonomiklikte dikkate alınırsa bir kesici takım, yüksek sıcaklıklarda aşınmaya karşı dayanıklı ve iyi bir kimyasal kararlılığa, ısı birikiminin önlenmesi için yüksek ısı iletim yeteneğine, ucuz olması yanında darbe etkisine karşı yeterli derecede tok olma özelliğine sahip olmalıdır. Ancak bütün bu özelliklere sahip bir kesici yoktur. Çünkü bu özellikler birbirleriyle ters düşebilmektedir.

Teknolojinin gelişmesi, değişik kesici takımları geliştirmeyi gerekli kılmıştır. Neticede, daha yüksek tokluk özelliğine sahip olması, daha iyi aşınma direncine sahip olması ve daha yüksek ısıya dayanması için karbürlü takım malzemeleri geliştirilmiştir.

Kesici takım malzemeleri farklı sertlik, tokluk ve aşınma direnci kombinasyonlarına sahiptir ve belirli özelliklere sahip çok sayıda kaliteye ayrılır. Genellikle, uygulamasında başarılı olan bir kesici takım malzemesi şöyle olmalıdır:

- Serbest yüzey aşınması ve deformasyona dayanabilmesi için sert olmalı
- Genel kırılmaya dayanabilmesi için tok olmalı
- İş parçası malzemesi ile tepkime içinde olmamalı
- Oksitlenmeye ve difüzyona dayanabilmesi için kimyasal olarak stabil olmalı
- Ani termal değişikliklere karşı dayanıklı olmalı
- Yüksek sıcaklıklarda kimyasal kararlılığını ve sertliğini sürdürebilme yeteneği (sıcak sertlik)

Takım malzemeleri, iç yapıları, ömürleri, imalat şekilleri ve mekanik özelliklerine göre; Kesici takım malzemeleri iç yapıları, ömürleri, imalat şekilleri, mekanik ve fiziksel özelliklerine göre aşağıdaki gibi sıralanabilirler;

- Karbon çelikleri ve takım çelikleri,
- Yüksek hız çelikleri,
- Sert maden uçlu kesiciler,

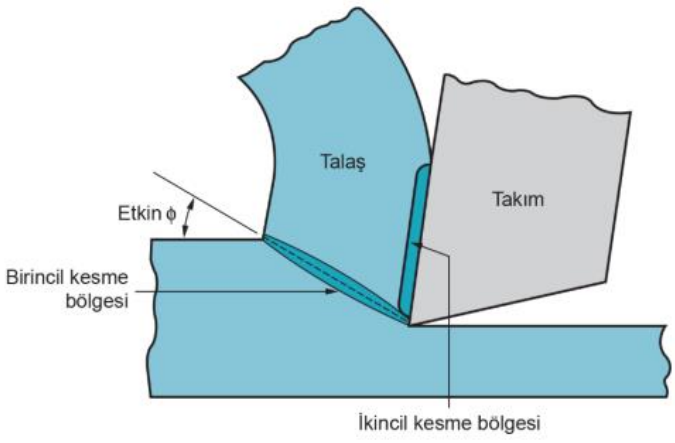
- Seramikler,
- Sermetler,
- Siyalonlar
- Coroniteler
- Elmaslar,
- CBN,
- PCBN.

2.3. Talaş Oluşumu

Talaş kaldırma belirli boyut, şekil ve yüzey kalitesine sahip bir parça meydana getirmek için, ucu keskin bir takımla güç kullanarak, iş parçası üzerinden tabaka şeklinde malzeme kaldırma işlemidir. Ayrılan malzeme tabakasına talaş denir. [Akkurt, 2004].

Talaş kaldırma işlemlerinin çoğu, gerekli boyut ve şekildeki parçaları üretmek için iş parçasından talaş veya ufak küçük parçaların ayrılmasını gerektirir. Talaşın oluşması için üç temel gereksinim mevcuttur ve bunlar şöyle özetlenebilir:

· Kesici olarak kullanılan bir takımın iş parçasından daha sert ve aşınmaya karşı daha dirençli olması,
·Talaş derinliği ve ilerlemeyle birlikte iş parçası ve takım arasında dalmayı sağlayan kesici uç geometrisine sahip olması,
· İş parçası malzemesinin direncini yeterli kuvvetle yenmesi için iş parçası ve takım arasında bir kesme hızı veya nispi hareketin oluşmasıdır. Bu şartlar var olduğu sürece, işlenecek malzemeden takım talaş yüzeyi aracılığıyla, talaş oluşturmak için malzemenin bir kısmı kaldırılacaktır. [Şahin, 2000].



Şekil 2.3. Gerçek Talaş Oluşumu

Talaş oluşumu plastik deformasyonun önemli derecede rol oynadığı bir işlemdir. Talaşlı imalat işleminde talaş oluşumu, iş parçasının kesici takım önündeki bölgesel deformasyonu ile gerçekleşir. İş parçası ve kesici takım arasındaki nispi hareket sonucu iş parçasında oluşan gerilme, iş parçasının birinci deformasyon bölgesinde plastik deformasyon meydana getirerek talaş oluşumunu gerçekleştirir. Oluşan talaş, kesici takımın talaş yüzeyi üzerinden geçerek atılır. Birinci kayma (deformasyon) düzleminde oluşan talaş, kesici takımın talaş yüzeyi üzerinden geçerken kayma veya yapışma sonucu ikinci defa deformasyona uğrar ve kesme bölgesinden atılır. Şekil 2.3. 'da gerçek talaş oluşumu resmedilmiştir. [Groover, 2007]

2.3.1. Talaş Kaldırma İşlemine Etki Eden Faktörler

Talaşlı imalat işleminin amacı iş parçasının istenilen ölçülere getirilmesini sağlamaktır. Talaş kaldırma işlemi, birçok farklı bilim dalını içeren çok yönlü bir işlemdir. Talaş kaldırma işlemine etki eden faktörler şunlardır;

- Kesme hızı (V)
- Talaş derinliği (d)
- İlerleme miktarı (f)
- Takım yanaşma açısı (KAPR)
- Soğutma sıvısı
- Kesici ve iş parçası malzemesi
- Kesici uç radyüsü ®
- Titreşim

Frezeleme işleminde kesici takımın çok uçlu olması, iş malzemelerinin işlenebilirliğini karakterize eden özgül kesme kuvvetinin takıma etkisini azaltır. Çünkü kesme sırasında oluşan özgül kesme kuvveti eşit olarak kesme kenarlarına dağıtılır. Tek uçlu kesici takımlarda (tornalama, vargelleme) ise, bu kuvvetin tamamı, kesme kenarında meydana gelir. Buda, kesici kenarın aşınmasını hızlandırarak takım sarfiyatını artırır ve iş parçası kalitesini düşürür.

Frezeleme işleminde kesme sırasında kesme kuvvetleri, frezeleme türüne göre derece derece artar veya azalır, fakat kesme kenarının talaştan çıkışı ani olur. Frezelemede kesici takım, tornalama işlemindeki gibi sürekli ısıl ve mekanik yük altında değildir. Yani, frezeleme kesintili ve aralıklı kesme işlemidir.

Dolayısıyla kesici kenar kesme sırasında ısınır, çıkışta ise soğur. Böylece kesici takım ısıl ve mekanik yük çevrimine maruz kalır. Yük çevrimleri ise içyapısında mikro çatlaklıklara yol açar. Oluşan mikro çatlaklıkların büyümesi, takım yüzeyinde istenilmeyen malzeme kayıplarını (aşınma) doğurur. Takımın aşınması verimliliği azaltır ve iş parçası kalitesine

azalttı yönde eder. Takım aşınmasını en aza indirmek için, kesici takımların yüzey kaplama metotları kullanılarak, sert seramik filmlerle kaplanmaları gerekir. Kesici takım yüzeylerinin ince sert seramik esaslı malzemelerle kaplanması, iş parçası yüzey ve boyut kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Kaplama malzemesinin yüzey pürüzlülüğünün düşük olması nedeniyle, kesici takım ile iş parçası arasındaki sürtünme de oldukça düşüktür. Sürtünmenin azalması ise, takım tezgâhı motoruna etkiyen kuvveti azaltarak, verimliliği arttırmaktadır.

İş parçası, takım aşınması, talaş oluşumu ve son bitirme yüzeyi gibi faktörler işlenebilirlik karakteristiklerini belirler. Talaş kaldırma işlemi sonucuna etki eden faktörler aşınma, kesme kuvvetleri, talaş oluşumun özellikleri, son bitirme yüzeyi ve işleme metodudur. Talaşlı imalatta bir malzemenin işlenebilirliği için aşağıdaki kriterleri dikkate almak gerekir.

- Takım ömrü,
- Kesme hızı ve ilerleme,
- Talaş kaldırma miktarı,
- Kesme kuvvetleri ve kesme gücü,
- Yüzey kalitesi,
- Talaş şekli.

2.3.1.1. Takım Geometrisinin Talaşlı İşlenebilirliğe Etkisi

Frezeleme işleminde en iyi neticeyi elde etmek için freze çakılarının seçimi, kullanımı ve bakımı çok uygun olmalıdır. Kesici takımda aranılacak en önemli özellik kesme açılarının iş parçası malzemesine uygunluğudur. Freze çakıları işlenen malzemelerden daha sert ve kesme esnasında oluşan gerilmelere dayanıklı olmalıdır. Eğer kesici takımda sert maden uç kullanılıyorsa aşınma ve ısıya karşı dirençli olmalıdır. Frezeleme işleminde en çok kullanılan kesici takımlar yüksek hız çeliği veya tungsten karbürden yapılır. Tungsten karbürlerden yapılan kesici takımlar yüksek hız çeliği takımlardan daha yüksek verim sağlarlar. Karbürlü uçlar çelik bir gövdeye genellikle cıvatalarla bağlanır. Böylece iş parçası malzemesine uygun karbür uç seçme imkânı olur.

Silindirik freze çakıları düz kesici ağızlı veya helisel kesici ağızlı olarak yüksek hız çeliğinden yapılırlar. Alın freze çakıları tek bir parça halinde imal edildikleri gibi sert maden uçlu takımlar gibi de imal edilebilir. Kesici takım şaftı çevresine açılmış olan oluklara sert metal uçlar bağlanır. Takma uçlu alın freze çakılarına sert metal uçlar yerleştirme açısı (K) 45°, 60°, 75°, 90° olacak şekilde yerleştirilerek bağlanırlar.

Kesici takım geometrisini oluşturan açılar yerleştirme açısı, eksenel talaş açısı, kesici takım yük açısı, kesici takım radyal talaş açısı, kama açısı, boşluk açısı, talaş açısı gibi açılardır. Boşluk açısı; kesici takım ucunun taban alt yüzeyinin işlenecek iş parçasına sürtünmesini önlemek amacıyla verilir. Kama açısı; kesici takım ucunun kesme özelliğinin sağlanması yani iş parçasına batmasını kolaylaştırmak için verilen bir açıdır. Bu açının değeri genellikle işlenecek parça malzemesine göre değişir. Talaş açısı; talaşın kesici takım yüzeyinden akarak uzaklaşmasını sağlayan açıdır. Eksenel talaş açısı; kesici takım ucunun iş parçasından talaş kaldırıp yüzeyinden talaşın aktığı açıdır.

2.3.1.2. Kesme Hızı, Talaş Derinliği ve İlerleme Hızının İşlenebilirliğe Etkisi

Talaş kaldırma miktarı, kesme hızı, talaş derinliği ve ilerleme miktarına bağlıdır. Bu üç bileşenden biri değiştiği zaman talaş kaldırma miktarı da değişir. Talaş kaldırma miktarı bir iş parçası üzerinden kaldırılan malzeme miktarı olup birimi mm3/min veya cm3/min cinsinden ölçülür.

Talaş derinliğinin %50 oranında artırılırsa takım ömrünü %15 azaltmaktadır.
İlerleme miktarı %50 oranında artırılırsa takım ömrü %70 azalmaktadır.
Kesme hızı %50 oranında artırılırsa takım ömrünü %90 kadar azaltmaktadır.

Buna göre talaş derinliğindeki değişmeler takım ömrüne etkisi çok az olduğunu söyleyebiliriz. İlerleme miktarındaki değişmeler ise takım ömrü üzerine talaş derinliğindeki değişikliklerden daha büyük etkisi vardır. Kesme hızındaki değişmelerde en büyük etkinin ortaya çıktığını söylemek mümkündür.

2.3.1.3. Titreşimin Talaşlı İşlenebilirliğe Etkisi

Titreşimin kesici takıma etkisi büyüktür. Bu nedenle kesici takımda ve tezgâhta minimum titreşim olması gerekir. Kesici takım ömrüne ve işlenen yüzey kalitesine, kesici takım ile iş parçası arasında sürekli oluşan bir relatif titreşimin olması nedeniyle, kötü etkisi vardır.

Burada iki tür titreşim oluşabilir. Zorlanmış titreşim ve kendiliğinden doğan titreşim. Zorlanmış titreşim, tezgâhın mekanik hareketlerinden meydana gelir. Kendiliğinden doğan titreşim ise talaş kaldırma olayından meydana gelen titreşimdir. Kendiliğinden doğan titreşimde kesme hızı arttığı zaman kesme kuvvetlerinin azalmasından kaynaklanmaktadır. Bu titreşimlerden dolayı işlenen malzeme yüzeyinde takım izleri oluşur. İşlenen yüzeyde titreşimden doğan takım izleri bırakacak derecede büyük olan tırlama veya otlama olarak adlandırılan titreşimin ortaya çıkması yüzey pürüzlülüğüne olumsuz etki yapar. Yüzeyde gözle görülür dalgalanmalar oluşabilir.

Talaş kaldırma esnasında oluşan bu titreşimleri en aza indirmek veya önlemek için aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır.

- İş parçası bağlama mesafesi mümkün olduğunca kısa olmalıdır,
- İş parçası dengeli tespit edilmelidir,
- Rijit tezgâh ve takımlar kullanılmalıdır,
- Tezgâhın hareket elemanlarında minimum boşluklar olmalıdır,
- Kesme şartları optimize edilmelidir. Bunun için kesmede oluşan kuvvetleri azaltmak için talaş derinliği ve ilerleme miktarı azaltılmalıdır,
- Kesme kuvvetini azaltmak için iyi tasarlanmış kesici takım kullanılmalıdır,
- İş parçası geometrisi için uygun destekleme ve yataklamaların yapılması gerekir.

2.3.1.4. Kesme Sıvısının Talaşlı İşlenebilirliğe Etkisi

Talaş kaldırma işlemlerinde sürtünmeden ve metalin kesilmeye karşı gösterdiği dirençten dolayı yüksek bir ısı ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu yüksek ısı, gerek kesici takımın sertliğini ve ömrünü, gerekse işlenen parçanın yüzey kalitesini olumsuz yönde etkiler. Böyle bir durumu minimize etmek için uygun bir kesme sıvısı kullanılarak takım üzerinde tesirli bir soğutma yapmak gerekir. Kesme sıvısının yağlayıcı özelliğinden dolayı sürtünme azalacak ve oluşan ısı azalacaktır.

Metal işleme operasyonlarında 4 ayrı madde birbirine bağımlı olarak çalışmakta ve birbirlerini etkilemektedir. Bunlar;

- Hava,
- Kesici takım,
- İşlenen malzeme,
- Kesme sıvısıdır.

Bilindiği gibi havanın bileşiminde %20 oranında oksijen vardır. Genellikle malzemelerin tümü oksijenle reaksiyona girmektedir. Bu reaksiyon neticesinde demir metaller üzerinde oksitlenmiş tabaka oluşur. Oluşan bu tabaka sert olduğundan kesici takımda aşırı aşınmalar meydana gelir.

2.4. Talaş Tipleri

Talaşlı üretim işleminde talaşlar, işlenen malzemenin cinsi, kesme hızı, ilerleme miktarı, talaş derinliği, kesici takım geometrisi ve uygulanan talaşlı üretim yöntemine göre çok değişik türlerde oluşur. Talaş türü, kesme şartları ve yüzey kalitesi hakkında bilgi veren bir faktördür. Ayrıca talaş türü, talaşlı imalatın zor ve kolay gerçekleşmesinde de etkili

olmaktadır. Zira uzun ve sürekli talaşın çıkması, takıma ve tezgâha dolaşmasına, malzeme yüzey kalitesinin bozulmasına ve kesici ucun zarar görmesine neden olur. [Aydın, 2002]. Oluşumuna göre genel olarak üç farklı talaş türü mevcuttur.

2.4.1. Sıvanmalı Sürekli Talaş Türü

İşlenen yüzey boyunca devamlı olarak çıkan talaşın kesici takım yüzeyine yapışmasıyla oluşan talaş türüdür. Sıcaklığın düşük olduğu kesme hızlarında, soğutma sıvısı kullanılmadığı durumlarda, kesici takım önündeki metale uygulanan basma kuvveti ve aşırı sürtünmeden dolayı talaşın sürekli deformasyona uğramasıyla, kesme düzlemine dik açıdaki bir düzlem boyunca talaştan kopmalar olur. Talaştan ayrılan küçük parçacıklar takıma yapışır. Kesici takıma sinterlenerek yığılan bu parçacıklar yığıntı talaş (YT) olarak isimlendirilir [Aydın, 2002].



Şekil 2.4. Sıvanmalı Sürekli Talaş

Kesme işlemi devam ettiği sürece kesici takıma daha fazla parçacık yapışır ve daha büyük talaş sıvanmasının oluşması da kesme işlemini etkiler (Şekil 2.4.). Daha sonra bu yığılmış parçalar belirli bir noktaya ulaştığında kopar. Bu kopan ufak parçaların bir kısmı hem talaş hem de iş parçasına yapışır. Kesme işlemi esnasında, talaşın yığılması veya yığılan kısmın kopması hızlı şekilde gerçekleşir ve çok sayıda sıvanan talaş parçacıkları işlenmiş yüzeyi kaplar. Bu ufacık parçacıkların yapışması ve işlenmiş yüzeye çentik etkisi yapması sonucunda kötü yüzey kalitesi elde edilmiş olur. Kötü yüzey kalitesine ilaveten, sıvanmalı-sürekli talaş kesici takım ömrünü de azaltır.

Yapışık sıvanmış talaş oluşumu;

· Kesme hızı arttırılarak,
· Pozitif talaş açısı kullanılarak,
· Talaş derinliği azaltılarak,
· Soğutma sıvısı kullanılarak vb. uygulamalarla kontrol altına alınabilir [Şahin, 2000]

2.4.2 Sürekli Talaş Türü

Bu talaş türü genellikle sünek malzemelerin yüksek hızlarda işlenmesi sonucunda oluşur. Sürekli talaş, kesici takımın önünde talaş kaldırılan malzemeni sürekli deformasyonu ile makro düzeyde çatlaksız olarak meydana gelir. Talaş, yüksek deformasyondan dolayı sertleşir ve sertliğin artması ile kesici takım aşınmasını arttırır. Sürekli talaşlar bant, spiral veya değişik helisel şekillerde olabilirler. Sürekli talaş türü Şekil 2.5.' de görülmektedir [Aydın, 2002].



Şekil 2.5. Sürekli Talaş

Sürekli talaş şu şartlar altında ortaya çıkmaktadır:

· Sünek iş parçası,
· Talaş derinliği az olan parça ve nispeten düşük ilerleme miktarı,
· Keskin kesici uçlu takım,
· Büyük talaş açılı kesici uç,
· Yüksek kesme hızları,
· Kesme sıvısı kullanılarak kesici uç ve iş parçasının soğuk tutulması,
· Talaş akma direncinin minimum olması [Şahin, 2000]

Sünek malzemelerde sürekli talaş türünün oluşması, kesme koşullarının iyi, işlenen yüzeyin kalitesinin de çok iyi olduğunu gösterir. Ancak bilhassa bant şeklinde sürekli talaş, tezgâhın çeşitli tertibatlarına ve iş parçasına sarılarak işlenen yüzeyi bozabilir gerek tezgâh, gerekse işçi için bir tehlike unsuru oluşturulabilir. Bu nedenle, bu gibi hallerde talaşın kırılması için çeşitli yöntemler uygulanabilir [Akkurt, 2004]

2.4.3. Kesikli Talaş Türü

Kesikli talaşlar, dökme demir ve sert bronz gibi gevrek malzemeler ile bazı sünek malzemelerin uygun olmayan (düşük kesme hızı ve fazla paso derinliğinin olması) kesme şartlarında işlenmesi durumunda oluşur. Talaş işleme esnasında aşırı plastik deformasyona uğrar. Malzeme gevrek ise kısmen şekillenen talaş birincil deformasyon bölgesinde kırılır [Aydın, 2002].



Şekil 2.6. Kesikli Talaş

Sünek malzemeler işlendiğinde tezgâh titreşimi veya takım otlaması mevcutsa yine kesikli talaşlar oluşur.
Bunlara ilaveten kesikli talaşlar;

· Gevrek iş malzemelerinde,
· Küçük talaş açılı kesici takım ile kesme yapıldığında,
· Fazla talaş derinliklerinde ve kaba ilerleme miktarlarında,
· Düşük kesme hızlarında,
· Aşırı tezgâh titreşimi ve takım otlaması mevcut olduğunda oluşur.

Düşük hızlarda veya otomat çeliklerinde manganez sülfit atıkları veya grafit lamelli dökme demirler gibi gerilim konsantrasyonu ihtiva eden malzemeler işlenirken, kesikli talaşlar (kopuk) oluşmaktadır [Şahin, 2000].

2.5. Yüzey Pürüzlülüğü

Ölçme işlemine genel olarak bakıldığında, ölçülen kriter ve ölçme yöntemi ne olursa olsun, ölçme işleminden beklenen en önemli sonuçlar, ölçme yönteminin ve sonuçlarının doğruluğu, gerçekliği ve kesinliği olmuştur. Seçilen ölçme yönteminden elde dilen sonuçların tekrarlanabilir ve yeniden elde edilebilir olması, ölçme sonuçlarının doğruluğunu etkilemektedir. Sürekli akan bir üretim hattında yapılacak Ra ölçümlerinin doğruluğu, gerçekliği ve kesinliği, elde edilen deney sonuçlarının kabul edilebilirliğinin bir göstergesidir. Ölçme yönteminin gerçekliliğinin ve kesinliğinin, uluslararası bir kritere dayalı, pratikte uygulanabilir ve bütün ölçme yöntemlerini ve sonuçlarını kapsayan yöntemlerin ortak özelliği olması gerekmektedir.
Yüzey pürüzlülüğünü ölçmeyi esas alan yöntemlerin incelenmesinde ve tanıtılmasında uluslararası benimsenen kriterlere uygunluk dikkate alınmıştır.

Talaş kaldırarak şekillendirme sırasında; seçilen yönteme, kesici cinsine ve işleme şartlarına bağlı olarak fiziksel, kimyasal, ısıl faktörlerin ve kesici-iş parçası arasındaki mekanik hareketlerin etkisi ile işlenen yüzeylerde genellikle istenmediği halde işleme izleri oluşmaktadır. Nominal yüzey çizgisinin altında ve üstünde düzensiz sapmalar meydana getiren bu duruma yüzey pürüzlülüğü denmektedir.

Değişik parçaların bir araya gelmesiyle oluşan ürün kalitesini ve endüstriyel makinaların performansını arttırmak, yeterli seviyede hassas işlenmiş yüzeyleri gerektirmektedir. Aynı malzemenin farklı cins metotlarla aynı yüzey pürüzlülük değerinde işlendiği, bazen bunların korozyon, sürtünme, aşınma ve yorulma dayanımı olarak farklı davranışlar gösterdikleri bilinmektedir. Yüzeylerin pürüzlülüğünden başka yüzeydeki işleme izlerinin yönü ve dağılımları da malzemenin performansını önemli derecede etkilemektedir.

İşleme sırasında, kesici takımlardaki hatalar, titreşimler, kesici kenarındaki malzeme sıvanması gibi faktörlerin olumsuz etkisi en aza indirilerek kullanılan kesici türüne, geometrisine ve ilerlemeye bağlı olarak en iyi bitirme değeri elde edilmesi amaçlanmaktadır.

2.5.1. Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler

Yüzey pürüzlülüğüne birden fazla faktörün etkisi bulunmaktadır. En önemlileri aşağıda listelenmiştir

- İşlenen malzemede bağlamadan dolayı oluşan deformasyon,
- İlerleme mekanizmasındaki düzensizlikler,
- İşlenen malzemedeki yapı bozuklukları,
- Kırılgan malzemelerin işlenmesi sırasında düzensiz talaş akışı,
- Kolay şekillendirilebilir malzemeler düşük kesme hızlarında işlendiği zaman, işlenen malzeme yüzeyindeki yırtılmalar,
- Talaş akışının sebep olduğu bozukluk,
- Kesme hızında meydana gelen düzensizlikler,
- İlerleme hızında meydana gelen düzensizlikler,
- Kesme esnasındaki talaş derinliği,
- Kesici takımın soğutulma ve yağlanma koşulları,
- İşlenen malzemenin kimyasal bileşimi ve metalurjik (atomik) yapısı,
- Kesicinin tasarımı, geometrisi ve kesme kapasitesi,
- Takım tezgahının tipi, rijitliği ve çalışma şartları,
- Kalıp ve bağlama aparatları,

- İşlenen malzemeden talaş kaldırma şekli,
- Yatak ve takımlarda oluşacak geometrik bozukluklar, vb.

2.5.2. Yüzey Pürüzlülük Parametreleri

Yüzey kalitesinin sayısal değerlerinin belirlenebileceği "ortalama çizgi" (M) ve "zarf sistemi" olarak adlandırılan iki yöntem kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerin büyük bir çoğunluğu M yöntemini benimsemekte, bu ülkelerin bir kısmı ortalama pürüzlülüğü (Ra) bir kısmı da en büyük pürüzlülüğü (Rmax), yüzey pürüzlülük ölçme kriteri olarak kullanmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü, pürüzlülük değerine bağlı olarak değişen ve "değerlendirme uzunluğu" olarak tanımlanan standard bir aralıkta ölçülmektedir

Yüzeyde oluşan girinti ve çıkıntıların alan bakımından eşitlendiği orta eksenin üstünde ve altında kalan alanların aritmetik ortalamasını veren çizgiler arası mesafe Ra olarak, orta eksenin altında ve üstünde meydana gelen sapmaların geometrik ortalama değeri Rq (RMS) olarak, değerlendirme aralığındaki en yüksek beş çıkıntı ile en derin beş girintinin mutlak değerlerinin ortalaması Rz, değerlendirme aralığındaki filtre edilmemiş pürüzlülüğün en yüksek çıkıntısı ile en derin girintisi arasındaki mesafe Rmax (Ry), filtre edilmiş pürüzlülüğün en yüksek tepesi ile en derin girintisi arasındaki mesafe de Rt olarak adlandırılmaktadır. Bunların dışında pürüzlülükle ilgili daha onlarca parametre tanımlanmaktadır.

2.6. Taguchi Metodu

İletişimin çok kolaylaşması neticesinde haberleşme açısından küçük bir köy haline dönüşen dünyamızda, ürün ve hizmet üreten kuruluşlar arasında büyük bir rekabet baş göstermiştir. Bu rekabette kazançlı çıkmak ve hayatiyetini devam ettirmek isteyen firmaların amacı; müşteri tatminini en iyi şekilde karşılayacak, düşük maliyetli ürün üretmek veya hizmet sunmaktır. Yüksek kalitede ve düşük maliyetli ürün veya hizmet üretmenin yolu, şimdiye kadar başarılı bir şekilde kullanılmış olan kalite tekniklerinden faydalanmaktır. Bu kalite tekniklerinden birisi de Deney Tasarımı (DT) tekniğidir.

Düşük maliyetli, yüksek kaliteli ve güvenilir ürünler üretmek veya hizmet sunmak bugünün global ekonomisinde hayata kalabilmenin anahtarıdır. Bu sebeple birçok kalite uzmanı ürün tasarımına odaklanmak gerektiğini belirtir. Bu aslında kaliteyi muayene ile sağlamanın ucuz olmadığını söylemektir. Kaliteyi tasarlamak, bunu gerçekleştirmeye çalışmak, üretilmiş ürünü muayene ile iyi veya kötü diye ayırmaktan ve kötü diye ayrılmış ürünleri yeniden işleyip iyi ürün haline getirmekten çok daha ucuzdur. Bundan dolayı yeni felsefe, düşük maliyetli ancak yüksek kaliteli ürünleri üretebilmek için teknolojiyi ve istatistiksel metotları etkin bir şekilde kullanmak olmalıdır [Margavio and Margavio, 1993].

1960'lı yıllardan beri Japonya'da ve 1980'lerden beri de ABD ve Avrupa'da, kalitenin tasarım aşamasında sağlanması amacı ile DT teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmaları başlatan, Japon mühendisi Dr. Genichi Taguchi'dir. Taguchi kendi adı ile anılan (Taguchi Metodu) metodu ile, bir ürünün kalitesinin, söz konusu ürünün geliştirilmesi sonucunda oluştuğunu söylemektedir. Ürünün arzulanan özellikleri, ürün kalitesini belirlediğinden, bu özellikler tasarım aşamasında ortaya konmalı ve böylece arzu edilen performansta ürünlerin üretilmesi sağlanmalıdır.

Taguchi Metodu ® bugün birçok değişik alanda optimizasyon ve karar verme amacı ile kullanılmaktadır. Bu çeşitliliği göstermek üzere değişik alanlardan seçtiğimiz bazı çalışmalar şunlardır:

- Kalite Yönetimi
- Malzeme Bilimi:
- Kimya: Chen and Sheui, (2002); Ata et al. (2000)
- Tıp: Chen and Sun., (1999)
- Yapay Sinir Ağları: Khaw et al., (1995); Lin and Tseng, (2000)

TM'nun uygulandığı alanlar sadece bunlar değildir. Karar vermeyi gerektiren birçok durumda TM başarı ile uygulanabilmektedir. Yukarıdaki örnekler okuyucuya bir fikir vermeyi amaçlamaktadır.

Taguchi yönteminde, sonuçların değerlendirilmesinde sinyal/gürültü oranı kullanılmaktadır. Sinyal, ortalamayı ifade ederken, gürültü ise standart sapmayı göstermektedir. S/N oranı üçe ayrılmaktadır. En yüksek en iyi durumu, isminden de anlaşılacağı gibi en yüksek değerin en iyi durumu ifade etmektedir. Güç ve verim gibi durumların analizi yapıldığında en yüksek en iyi durumunda çıkan S/N oranının kullanımı uygun olmaktadır.

$$\frac{S}{N}: -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i:1}^{n}\frac{1}{y_i^2}\right)$$

Nominal en iyi olduğu durumda ise ikili toleransı olan bir faktörde nominal değer en uygun değerdir. Ürün boyutları gibi durumlarda uygun olmaktadır.

$$\frac{S}{N}: 10\,log\left(\frac{\bar{y}}{s^2{}_y}\right)$$

En küçük en iyi olduğu durumlar ise genellikle yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması gibi en küçük değerin en uygun olduğu durumlardır.

$$\frac{S}{N}: -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i:1}^{n} y_i^2\right)$$

Taguchi deney tasarımı faktörlerin belirlenmesi ile başlamaktadır. Sonrasında belirlenen faktörler için seviyeler belirlenmektedir. Belirlenen seviyelerin ardından uygun ortogonal dizin seçilerek matris deneyi tasarlanmaktadır. Tasarlanan deney tasarıma göre deneylerin gerçekleştirilmesinden sonra sonuçlar analiz edilmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Krom-nikel esaslı çeliklerden olan 1.2316 çeliğin frezeleme işleme sonrası elde edilen yüzey pürüzlülükleri ve takımdaki serbest yüzey aşınması incelenmiştir.

235x135x20 mm ebatlarındaki dikdörtgen prizma şeklinde olan 1.2316 malzemeler Cnc dik işlem freze tezgahında Ø80 mm'lik tarama kafa takıma bağlı olan PVD kaplı 16 köşe elmas uç ile sulu ve kuru işleme yöntemleri olarak iki farklı yöntem ile düzlem yüzey frezeleme işlemi değişken değerler yapılacak ve yüzey pürüzlülükleri karşılaştırılacaktır. Yapılan bu işlemler sonrası kesici uçta meydana gelen serbest yüzey aşınması mikroskop altında incelenecektir. Ayrıca sulu ve kuru kesme işlemleri ile değişken parametreler sonrası ortaya çıkan talaş çeşitleri de incelenecektir.

3.1. İşleme Parametrelerinin Belirlenmesi ve Deney Şartlarının Oluşturulması

Deneylerimizde 3 tane 3 seviyeli 1 tanede 2 seviyeli toplamda 4 farklı değişken parametre ile iş parçası üzerinde yüzey pürüzlülüğü, takım serbest yüzey aşınması ve kesme işlemleri sonrası oluşan talaş tiplerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Değişken faktörler; kesme hızı, ilerleme, derinlik, sulu/kuru işlemedir. İş malzemesi olarak 1.2316 seçilmiştir. Tungaloy marka ONGU0507ANEN-MJ AH3135 uçlar aynı şekilde Ø80 Tungaloy marka takıma bağlanmış ve Eroğlu marka BT40 takım tutucu ile tezgâha bağlanmıştır. Çizelge 3.1. de parametreler seviyeleri ile gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. İşleme Parametreleri

Faktörler	Seviyeler		
	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Hız (m/dk)	100	150	200
İlerleme (mm/dk)	400	600	800
Talaş Derinliği (mm)	1,5	1	0,7
Sulu/Kuru İşleme	Sulu	Kuru	

Değişken parametreleri incelendiğinde bir adet 2 seviyeli 3 adet 3 seviyeli faktörlerimiz olduğu için faktörler karışık seviyelidir.

Faktörlerin seviyesinin çeşidi:

3 adet 3 seviyeli, 1 adet 2 seviyeli faktörümüz bulunmaktadır.

Dizinin toplam serbestlik derecesi:

A faktörünün serbestlik derecesi → $k_A - 1 = 3 - 1 = 2$

B faktörünün serbestlik derecesi → $k_B - 1 = 3 - 1 = 2$

C faktörünün serbestlik derecesi → $k_C - 1 = 3 - 1 = 2$

D faktörünün serbestlik derecesi → $k_D - 1 = 2 - 1 = 1$

Toplam serbestlik derecesi = 2+2+2+1=7

Faktörlerimiz karışık seviyeli oldukları ve 3 kademeli faktör sayısının , 2 kademeli faktör sayısından fazla olması itibariyle , seçilecek ortogonal dizi içinde 2 kademeli faktör 3 kademeli faktörlere benzetilmeye çalışılacaktır. Bu özellikten dolayı ve toplam serbestlik derecesi 7 olduğu için Taguchi yöntemine göre uygun ortogonal dizi seçiminde Dummy seviye tekniğini kullanmamız gerekecektir.

Dummy seviye (yapay kademe) yöntemi, iki seviyeli bir faktörü, üç seviyeli bir ortogonal dizi sistemi içine entegre etmek için kullanılan bir yöntemdir.

Örneğin, iki seviyeli bir faktörü üç seviyeli bir ortogonal sistem içene entegre etmek için, iki kademeli faktörünün en çok öneme sahip olan kademesini, kademe tekrarı şeklinde üçüncü kademeye atarız. Yani A_3 kademesine A_1 veya A_2 'yi atarız. Çizelge 3.2 da dummy seviyeli bir L_9 ortogonal dizisi gösterilmiştir.

$A_1=A_1$ $A_2=A_2$ $A_3=A_1$

Çizelge 3.2. Dummy Seviyeli L_9 Ortogonal Dizisi

Deneme No	A 1	B 2	C 3	D 4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	1'	1	3	2
8	1'	2	1	3
9	1'	3	2	1

Bu durumda uygun ortogonal dizi, çizelge 3.3 te de görüldüğü gibi L_9 (3^3 x 2^1) dizisidir.

Çizelge 3.3. L_9 (3^3 x 2^1) Dizisi

Deneme No.	Faktörler			
	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	1
4	2	1	2	1
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	1
9	3	3	2	1

Dummy seviyeli L_9 ortogonal dizisine göre değişken faktörlerimiz dikkate alındığında çizelge 3.4. gösterilen deney tasarımı oluşturulmuştur.

Çizelge 3.4. L_9 Deney Tasarımı

DENEY NO.	HIZ – A (m/dk)	İLERLEME – B (mm/dk)	TALAŞ DERİNLİĞİ – C (mm)	SULU / KURU İŞLEME – D
1	100	400	1,5	SULU
2	100	600	1	KURU
3	100	800	0,7	SULU
4	150	400	1	SULU
5	150	600	0,7	SULU
6	150	800	1,5	KURU
7	200	400	0,7	KURU
8	200	600	1,5	SULU
9	200	800	1	SULU

3.2. Ekipman

Deney çalışmalarını Şekil 3.1'de görülen 3 eksen Cnc freze tezgahında yapacağız. DAHLIH DL-MCV720 model tezgâhın teknik özellikleri (Çizelge 3.5.);

Çizelge 3.5. – TEZGÂH TEKNİK ÖZELLİKLERİ

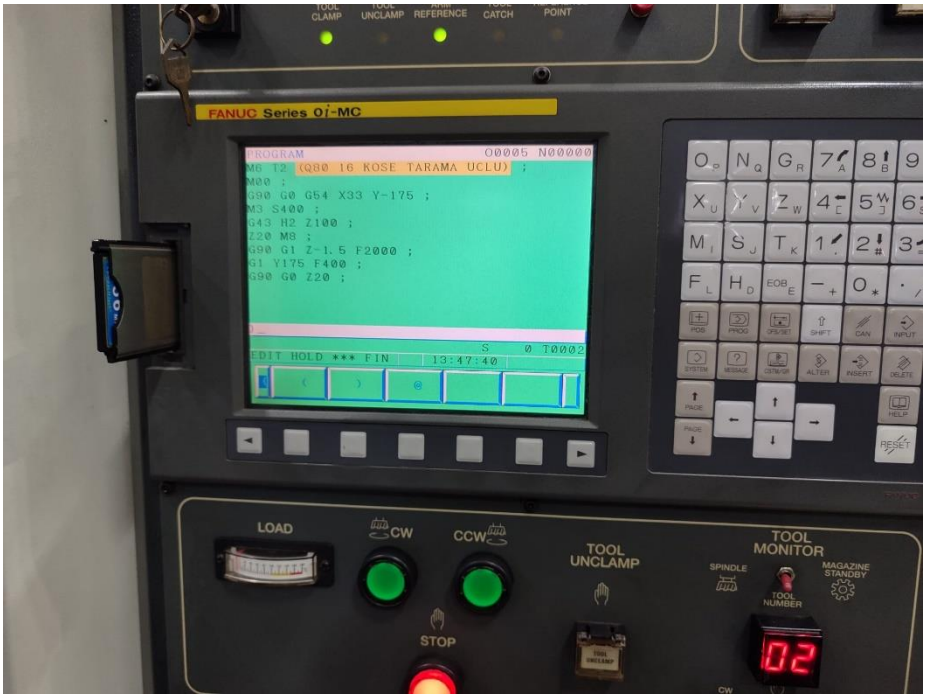
Tezgah Markası / Model	DAHLIH / DL-MCV720	
Kontrol Sistemi	FANUC Series 0İ-MC	
Eksenler	X- Eksen Hareketi	720 mm

	Y- Eksen Hareketi	460 mm
	Z- Eksen Hareketi	510 mm
	Eksen Motorlarının Güçleri (X,Y,Z)	1,2 – 1,2 – 3 KW
	Seri Hareket Hızları (X,Y,Z)	30-30-20 m/dk
	Kesme Hareket Hızı	10.000 mm/dk
Palet	Palet Ebatları	950 mm x 560 mm
	Maksimum Yük Ağırlığı	500 kg
İş Mili	İş Mili Koniği	BT40
	İş Mili Devri	8000rpm
Magazin ve Takımlar	Takım Sayısı	16
	Maksimum Takım Çapı	Ø90 mm
	Maksimum Takım Ağırlığı	6 kg
	Maksimum Takım Boyu	250 mm
Makine Genel Özellikleri	En x Boy X Yükseklik	1820 mm x 1825 mm x 2400 mm
	Net Ağırlık	2500 kg



Şekil 3.1. DAHLIH / DL-MCV720 3 Eksen Cnc Freze Tezgahı

Dahlih cnc tezgahında Taguchi L_9 deney tasarımına göre yapılacak olan deneyler için her denemede belirlenen parametrelere göre G kodları ile Cnc işleme programı oluşturulmuştur. Yazılan program sayesinde her denemede eşit ve 470 mm uzunluğunda takım yolu çalışmıştır. Şekil 3.2. da fanuc ünite program sayfası görülmektedir.



Şekil 3.2. Fanuc Ünite Program Sayfası

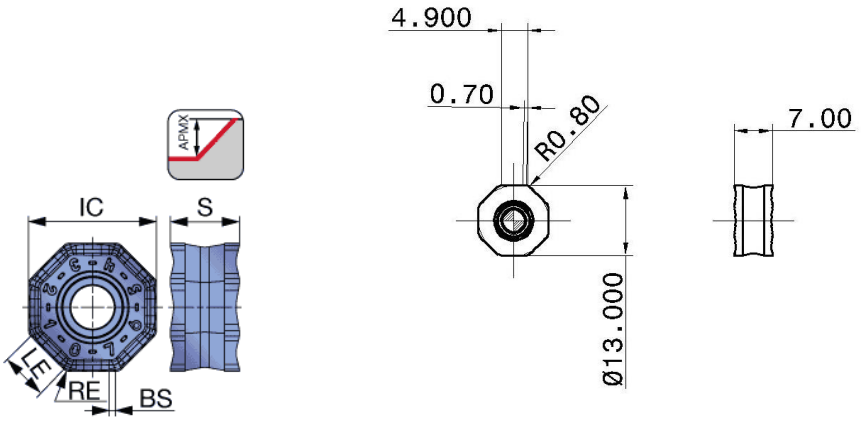
3.3.Kesici Uç ve Takım Tutucu

Deneylerde kesici takım olarak PVD kaplı Tungaloy marka ONGU0507ANEN-MJ AH3135 – 6735445 kodlu elmas uç kullanılmıştır Fiziksel buhar biriktirme olarak adlandırılan PVD (Physial Vapor Deposition), katı bir kaynağın başınç altında buharlaştırılması ve hedef malzeme üzerine yoğun bir bombardıman şeklinde uygulanmasıdır. Geniş bir kullanım alanı bulunan PVD kaplamada, uygulama yapılan malzemelerin aşınma ve sertlik direncini artırması söz konusudur. Öte yandan malzemelerin dış yüzeyinde sürtünme katsayısının düşük olması için de PVD kaplama uygulamaları tercih edilmektedir. PVD kaplama yapılırken uygulamanın kapsamı, kaplanacak hedef materyalin fiziksel koşullarına göre belirlenmektedir. Bu malzemenin özellikleri baz alınarak 200 ile 500 ° aralığında PVD kaplama uygulaması gerçekleştirilebilir. Şekil 3.3 de kesici uç resmi görülmektedir.

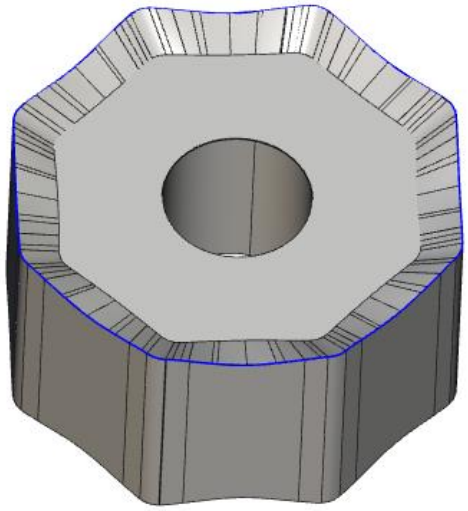


Şekil 3.3. Tungaloy ONGU0507ANEN-MJ AH3135 – 6735445 Kodlu Elmas Uç

Şekil 3.4 ile Şekil 3.5 de kesici uç geometrisi ve yapısı görülmektedir.

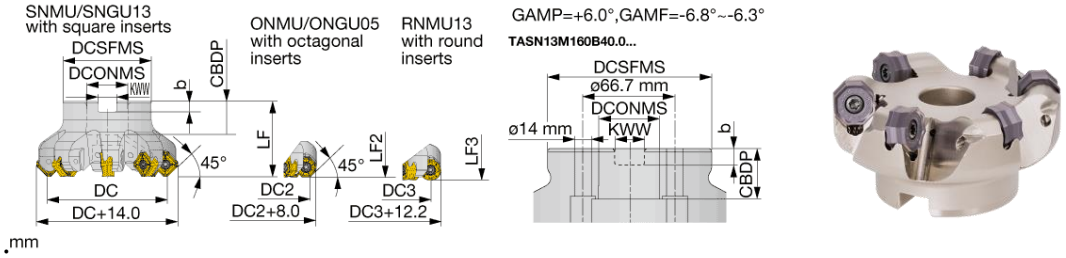


Şekil 3.4. Kesici Uç Geometresi – 2B



Şekil 3.5 Kesici Uç Geometresi – 3B

Denemede 16 köşe yüzey tarama uçları Tungaloy marka Ø80 mm 5 ağızlı tarama kafa takıma bağlanmıştır. Şekil 3.6 da tarama kafa resmi görülmektedir. Çizelge 3.6' da ise Ø80 mm tarama kafa takım ile ilgili detaylar gösterilmektedir.



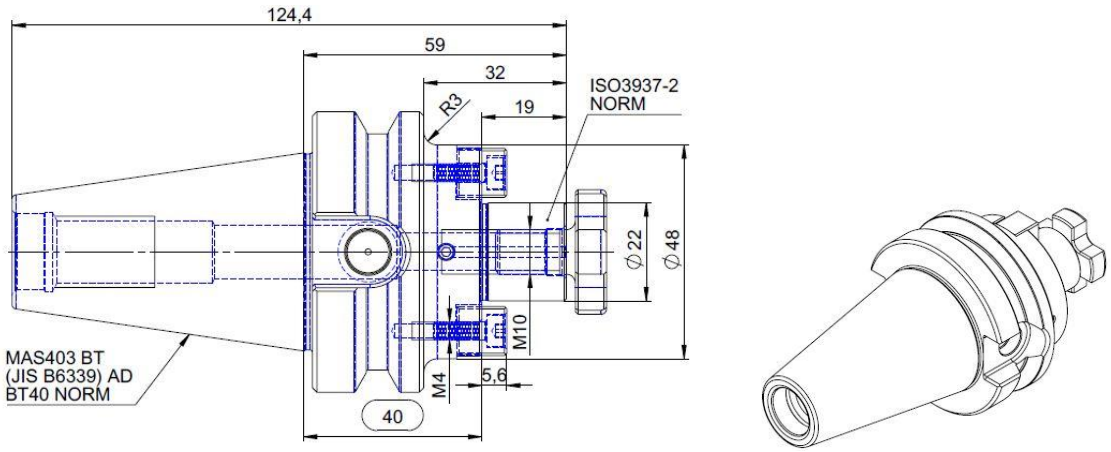
Şekil 3.6. Ø80 – Yüzey Tarama Kafa Takım Görseli

Çizelge 3.6. Ø80 –5 Ağızlı Yüzey Tarama Kafa Takımı Ölçüsel Değerleri

TASN13M080B27.0R05	**CICT**	**APMX**	**APMX_2**	**APMX_3**	**DC**	**DC_2**
	5	6,00	3,40	6,00	80,00	83,00
	DC_3	**DC0NMS**	**CBDP**	**DCSFMS**	**KWW**	**b**
	78,70	27,00	22,00	58,00	12,40	7,00
	LF	**LF_2**	**LF_3**	**WT (kg)**	**CSP**	

	50,00	48,50	48,50	1,10	True

Kesici takımın tezgâha bağlanması için takım tutucu olarak Şekil 3.7.’ de görülen Eroğlu marka BT40 – 405.11.22.40 kodlu alın kamalı tutucu kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Eroğlu BT40 – 405.11.22.40 Kodlu Alın Kamalı Tutucu

Şekil 3.8 da takım tutucu ile bağlanan takımın tezgah üzerindeki konumu görülmektedir.



Şekil 3.8. Takım Tutucu ile Ø80 tarama Kafa Takımın Tezgah Üstündeki Konumu

3.4. İş Parçası

İş Parçası olarak 1.2316 çeliği seçilmiştir. (Şekil 3.9.) Korozyon etkisi yüksek plastik hammaddelerin şekillendirilmesinde, özellikle PVC kalıplarında büyük ölçüde tercih edilen paslanmaz plastik kalıp çeliğidir. Optimum aşınma dayanımı ve parlatıla bilirlik özelliğine sahip bu malzeme, nitrasyon işlemi için uygun değildir.

Çizelge 3.7. 1.2316 Çeliğin Kimyasal Bileşeni

Kimyasal Bileşim (%)	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
% Ortalama	0,36	≤1,00	≤1,50	16	1,1	≤1,00
DIN Analizi	0,33-0,45	0,1-1,00	0,1-1,5	15,5-17,5	0,8-1,30	0,01-1,00

Çizelge 3.8. 1.2316 Çeliğin Isıl İletkenlik Değerleri

Isıl İletkenlik (W/m.k)	20 °C	350 °C	700 °C
	17,2	21	24,7

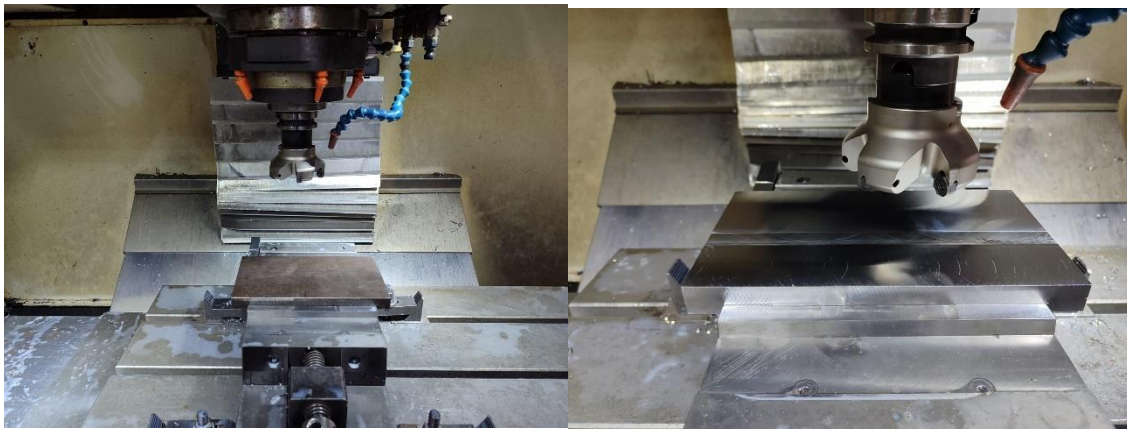
Çizelge 3.9. 1.2316 Çeliğin Isıl İşlem Verileri

ISIL İŞLEM VERİLERİ			
	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)	Soğutma Ortamı
Yumuşatma Tavlaması	780-820	2,5*	Fırında
Gerilim Giderme	600-650	2*	Fırında
Sertleştirme	1000-1040	-	Yağ,sıcak banyo 500-550°C
Temperleme	600-680	Her 20 mm için 1 saat	Hava

İş parçaları denemeye başlanmadan önce ham olarak gelen yüzeylerden kurtarasıya talaş kaldırılarak malzemelerin ham malzeme yüzey paralelliği ve düzlemselliği sağlanmış olup deneylere sonra geçilmiştir. (Şekil 3.10.)



Şekil 3.9 İş Parçası olan 1.2316 Çeliğinin İşlemeden Önceki Ham Hali



Şekil 3.10. İş Parçasının Deney Çalışmasına Hazırlanması.

3.5. Deneylerde Kullanılan Kesme Sıvısı

Deneyler hem kuru hem de sulu kesme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Bu sayede kuru ve sulu kesme şartlarının yüzey pürüzlülüğü ve takım aşınmasına olan etkileri incelenecektir. Kesme sıvısı olarak PETROFER EMULCUT S 05 kullanılmıştır. Emulcut S 05 suyla karışabilen yarı sentetik metal işleme sıvısıdır. Çizelge 3.9. 'da PETROFER EMULCUT S 05 kesme sıvısının kimyasal ve fiziksel özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.10. PETROFER EMULCUT S 05 Kesme Sıvısının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Görünüş	Görsel	Sarı, Berrak
Yoğunluk , 15°C. g/cm^2	ASTM D 1298	~0,966 g/cm^3
Viskozite, 20°C, mm^2/s	ASTM D 445	~207 mm^2/s
pH değeri, %5'lik emülsiyon	DIN 51369	~10,2
Korozyondan Koruma, % 3'lük emülsiyon	DIN 51360-T2	Korozyon Derecesi 0
Emülsiyon Görünüşü	Görsel	Opak
Köpürme Davranışı, (10°dH Su,%5'lik emülsiyon)	PLM 045	Hızlı şekilde söner.

EMULCUT S 05 çelik ve dökme demir, alüminyumun hafif ve orta zorluktaki talaşlı imalat prosesleri için geliştirilmiş mineral yağ içeren yeni nesil bir üründür. EMULCUT S 05'in emülsiyon stabilitesi ve bio-stabilite özelliği geliştirilmiştir. Bu özelliklerinden dolayı yüksek miktardaki yağ kaçakları olan makinelerde dahi uzun süre kullanılabilir.
EMULCUT S 05 etkili katık içeriği sayesinde sistemi korozyondan korur, iyi yüzey kalitesi sağlar, pH stabilitesi yüksektir. EMULCUT S 05 ıslatma ve yıkama özelliği sayesinde makine ve iş parçalarının temizliğini ve emülsiyonun iyi filtrelenmesini ve makinelerde yapışkan kalıntıların oluşmasını engelleyerek bakım kolaylığı sağlar.
EMULCUT S 05 borik asit, nitrit ve ikincil amin, PCB, PCT içermez. İçeriğindeki inhibitörler sayesinde Nitrosamin oluşumunu etkili şekilde önler. Bu sebeple TRGS 611 mevzuatına uygundur.

3.6. Takım Serbest Yüzey Aşınması ve Talaş Tiplerinin incelenmesi

Deneylerin tamamlanması sonrası kesici uçlarda meydana gelen serbest yüzey aşınması ile sulu ve kuru kesme ile meydana gelen talaş tipleri Şekil 3.11.' de görülen METKON PST – 901 markalı mikroskop ile incelenmiştir. Mikroskobun genel özellikleri;

METKON PST – 901 Trinoküler Stereo Zoom Mikroskop;
Temel Büyütme : 6,5x – 45x
Okülerler : WF10x, eşleştirilmiş
Objektifler : 0,65x – 4,5x
Trinoküler yakınlaştırma başlığı ve Direk Standı, Floresan halka aydınlatıcı,
Odaklama : Kremayer ve pinyon sistemi, anti-statik PVC toz kapaklı
Boyutlar ve Net ağırlık : 170Wx250Dx555H mm ve 6,0 kg



Şekil 3.11. METKON PST – 901 Markalı Mikroskop

3.7. Yüzey Pürüzlülük Ölçümü

Yüzey pürüzlülüğü, MİTUTOYO marka cihazla gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde Ra değerleri hesaba katılmıştır. Yüzey pürüzlülük ölçümleri takımın işlemeye başladığı 10 mm lik mesafe ile takımın yüzeyden çıkış yapmadan önceki 10 mm uzunluğundaki mesafelerde gerçekleştirilmiştir. Her deneme sonrası yüzeyin pürüzlülüğü ölçülüp diğer denemeye geçilmiştir. Şekil 3.12.' de Mitutoyo SJ-210P yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı görülmektedir.



Şekil 3.12. Mitutoyo SJ-201P Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı

Mitutoyo SJ-201P yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazının teknik özellikleri **Çizelge 3.10' da** gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Mitutoyo SJ -201P Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı Teknik Özellikleri

MİTUTOYO SJ -201P	
TİP	inch (mm)
TAHRİK ÜNİTESİ	
Sürüş Hızı	Ölçme: 0,01"/s (0,25 mm/s), 0,02"/s (0,5 mm/s), Dönüş: 0,03"/s (0,8 mm/s)
Değerlendirme Uzunluğu	0,49" (12,5 mm)
Kütle	0,42 lbs. (190 gr)
PROB	
Tespit Yöntemi	Diferansiyel endüktans
Ölçüm Aralığı	13780µinç (350µm) (-7880µinç/-200µm ile +5900µinç/+150µm)
Kalemin Malzemesi	Elmas
Kızak Eğriliği Yarıçapı	1,57" (40 mm)
Kütle	0,04 lbs. (18g)
Prob Ucu Yarıçapı	200µinç (5µm)
Ölçme Kuvveti	4mN
EKRAN ÜNİTESİ	
Değerlendirilen Profil	Birincil profil (P), Pürüzlülük profili ®, DIN4776 profili
Pürüzlülük Parametresi	Ra, Ry, Rz, Rq, S, Sm, Pc, R3z, mr, Rt, Rp, Rk, Rpk, Rvk, Mr1, Mr2, A1, A2, Vo (özelleştirilebilir)
Pürüzlülük Standardı	JIS, DIN, ISO, ANSI
Örnekleme Uzunluğu (L)	0,01", 0,03", 0,1" (0,25 mm, 0,8 mm, 2,5 mm)
Örnekleme Aralığı Sayısı	x1, x3, x5, xL*1
Dijital filtre	2CR-75% (faz telafisi olmadan), PC-75%, PC50% (Gaussian)
Limit	0,01", 0,03", 0,1" (0,25 mm, 0,8 mm, 2,5 mm)
Uzunluk	100µinç, 320µinç (2,5µm, 8µm)
Çözünürlük/aralık	Otomatik/ölçüm aralığına bağlı olarak 16,4µinç/14000µinç (0,4µm/350µm) 4,1 µinç/4000 µin (0,1 µm/100 µm) 2,0µinç/2000µinç (0,05µm/50µm) 0,5µinç/400µinç (0,01µm/10µm)
Görüntüleme Aralığı – Ra, Rq	0,4µinç – 4000µinç (0,01µm – 100µm)
Görüntüleme Aralığı – Rz, Ry, Rp, Rt,	0.8µin – 13780µin

Görüntüleme Aralığı – R3z,Rk, Rpk, Rvk	(0.02µm – 350µm)
Geçip-Geçmeme Kararı	Üst ve alt limit değerleri belirlenebilir
Güç Kaynağı	AC adaptörü/dahili şarj edilebilir pil aracılığıyla
Şarj Edilebilir Pil	Şarj süresi: 12 saat (500 ölçüm için)
Otomatik Uyku	30 saniye boyunca işlem yapılmadığında
Veri çıkışı	RS-232C arayüz ünitesi, SPC çıkışı, PC çıkışı, Yazıcı çıkışı aracılığıyla
Kütle	0.64bs. (290g)

3.8. Kuru Kesme İşleminde Kesici Uçtaki Sıcaklığın Ölçülmesi

Yapılan kuru kesme denemelerinde, sıcaklığın aşınmaya olan etkisinin incelenebilmesi amacıyla Şekil 3.13'de görülen MESTEK IR01A marka ısı detektörü kullanılarak sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. 550 ° C'ye kadar ölçüm yapabilen detektör anlık olarak en yüksek sıcaklığı belirleyip kayıt yapabilmektedir. Bu sayede kesme esnasında sıcaklığın en yüksek olduğu kesme işleminin son kısımlarında ölçümler alınarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.13. MESTEK IR01A Isı Dedektörü

Şekil 3.14'de deneme çalışmaları sırasında ısı dedektörü ile sıcaklık ölçümünün yapıldığı gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Isı Dedektörü ile Sıcaklığın Ölçülmesi

4. BULGULAR

4.1. Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi

Yapılmış olan deneylerin sonuçları Taguchi metodunda ‘En küçük en iyi’ kriteri göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri sinyal -gürültü oranına dönüştürülmüş, sonuçları değerlendirilerek varyans analizleri de yapılmıştır.
Yüzey pürüzlülüğüne etkisi olan kesme hızı, ilerleme, talaş derinliği, sulu/kuru kesme şartlarının etkileri ayrı ayrı incelenmiştir.

4.1.1. Yüzey Pürüzlülük Deneylerin Sonuçları

L_9 Taguchi deney tasarımına göre yapılmış olan 9 adet deney için yüzey pürüzlülük değerleri Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir. Yapılan deneyler sonrası en iyi yüzey pürüzlülük değeri sulu kesme şartlarında 100 m/dk kesme hızında, 400 mm/dk ilerleme ve 1,5 mm talaş derinliği ile yapılan deneyde görülmüştür.

Çizelge 4.1. Deneylerin Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerleri

DENEY NO.	HIZ (m/dk) – A	İLERLEME (mm/dk) – B	TALAŞ DERİNLİĞİ (mm) – C	SULU / KURU İŞLEME – D	Ra (μ)
1	100	400	1,5	SULU	0,7
2	100	600	1	KURU	1,26
3	100	800	0,7	SULU	1,5
4	150	400	1	SULU	0,8
5	150	600	0,7	SULU	0,95
6	150	800	1,5	KURU	1,29
7	200	400	0,7	KURU	1,23
8	200	600	1,5	SULU	0,89
9	200	800	1	SULU	0,92

4.1.2. Yüzey Pürüzlülüğü için S/N Oranları ve Yanıt Tablosu

Yapılmış olan 9 adet denemenin sonuçları Taguchi metodu ile analiz edilmiştir. S/N oranı en yüksek olan sonuç yüzey pürüzlülük açısından en iyi sonuç demektir. Çizelge 4.2 'de S/N oranları gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Sonuçları ve S/N Oranları

DENEY NO.	HIZ (m/dk) – A	İLERLEME (mm/dk) – B	TALAŞ DERİNLİĞİ (mm) – C	SULU / KURU İŞLEME – D	Ra (μ)	S/N Oranı (dB)
1	100	400	1,5	SULU	0,7	3,09804
2	100	600	1	KURU	1,26	-2,00741
3	100	800	0,7	SULU	1,5	-3,52183
4	150	400	1	SULU	0,8	1,93820
5	150	600	0,7	SULU	0,95	0,44553

6	150	800	1,5	KURU	1,29	-2,21179
7	200	400	0,7	KURU	1,23	-1,79810
8	200	600	1,5	SULU	0,89	1,01220
9	200	800	1	SULU	0,92	0,72424

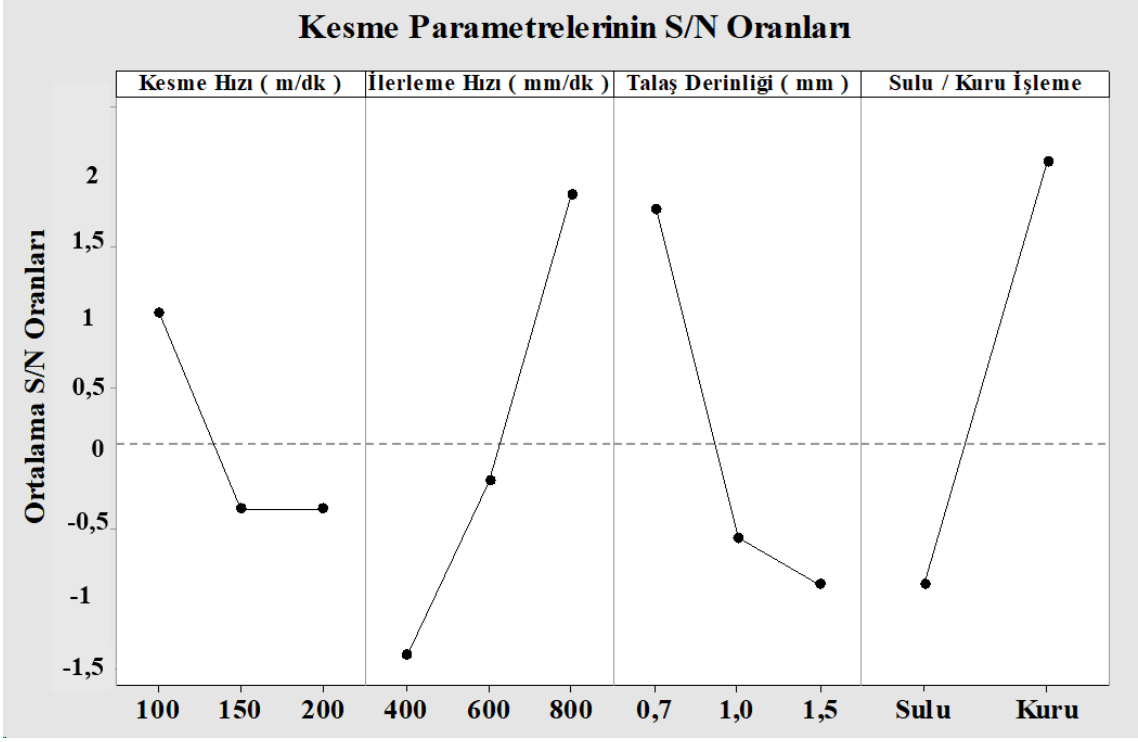
Çizelge 4.3. Yüzey Pürüzlülük S/N oranı Yanıt Tablosu

Seviye	Kesme Hızı (m/dk)	İlerleme (mm/dk)	Talaş Derinliği (mm)	Sulu / Kuru İşleme
1	-0,81040	1,07938	-1,62480	0,61606
2	0,05731	-0,18323	0,21834	-2,00577
3	-0,02055	-1,66979	0,63281	
Fark	0,86771	2,74917	2,25761	2,62183
Sıralama	4	1	3	2

Çizelge 4.4. Yüzey Pürüzlülük Ortalamalar için Yanıt Tablosu

Seviye	Kesme Hızı (m/dk)	İlerleme (mm/dk)	Talaş Derinliği (mm)	Sulu / Kuru İşleme
1	1,1533	0,9100	1,2267	0,9600
2	1,0133	1,033	0,9933	1,2600
3	1,0133	1,1367	0,9600	
Fark	0,1400	0,3267	0,2667	
Sıralama	4	1	3	2

Çizelge 4.3. ‘de gösterilen S/N oranları ile Çizelge 4.4.’te gösterilen ortalama değerler yanıt tablolarına göre yüzey pürüzlülüğüne etkinin en faza olduğu parametrenin ilerleme olduğu sonucu çıkmıştır. İlerlemeden sonra sırasıyla sulu / kuru frezeleme, talaş derinliği ve kesme hızı parametrelerinin etkisi görülmüştür.



Şekil 4.1. Kesme Parametrelerinin S/N Oranları

Şekil 4.1 ‘de görüldüğü gibi sulu işleme şartları altında yüzey pürüzlülük değerleri kuru işleme şartları altındaki yüzey pürüzlülük değerlerine göre daha düşüktür. İlerleme arttıkça yüzey pürüzlülük değerinin de arttığı görülmektedir. Talaş derinliği arttıkça yüzey pürüzlülük değerinin düştüğü görülmektedir. Kesme hızında ise düşük kesme hızında yüzey pürüzlülük değerinde artış söz konusudur.

4.1.3. Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizi (ANOVA)

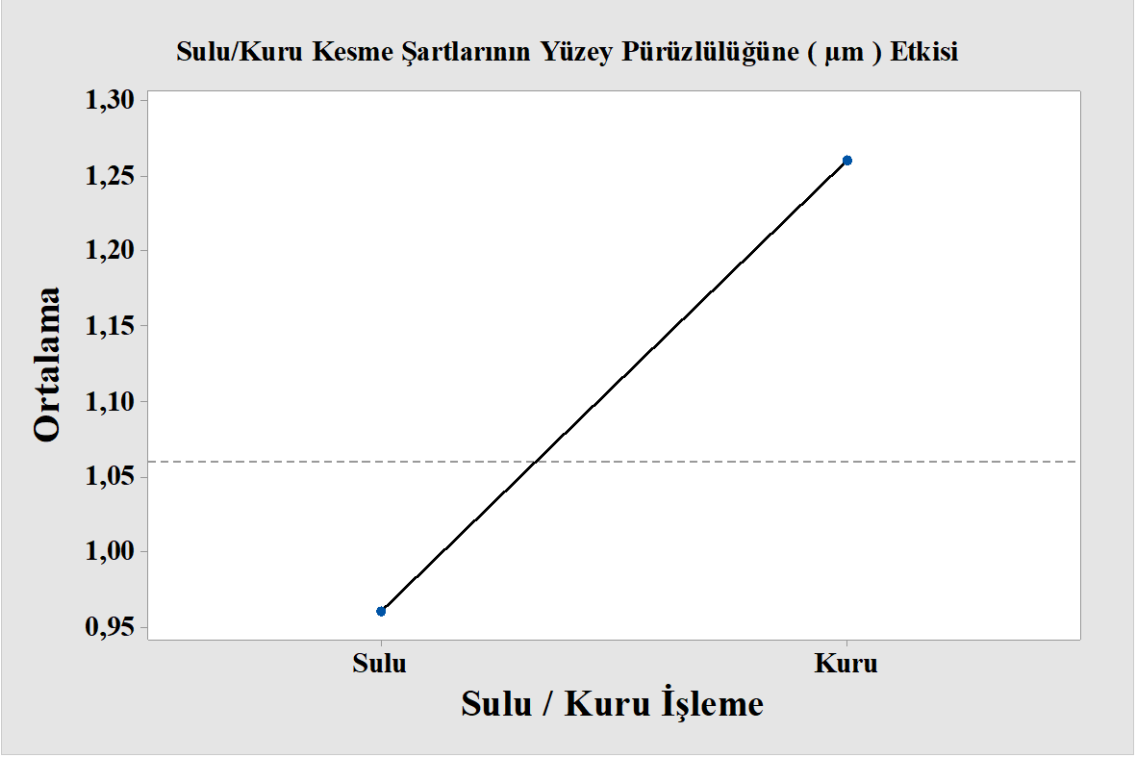
Varyans analizi yöntemi ile yüzey pürüzlülük değerlerine etki eden kesme parametre etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Giriş parametrelerinin yani kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği ve sulu/kuru kesme şartlarının çıkış parametreleri yani yüzey pürüzlülük değeri üzerindeki etkinin sayısal olarak belirlenen istatiksel analiz metodudur.
Çizelge 4.5’te yüzey pürüzlülük değeri üzerinde etkisi olan parametreler gösterilmektedir. İlerlemenin % 35,2 ile en yüksek oran ile pürüzlülük değerine etkisi görülmüştür. Sonra sırası ile % 29,09 ile sulu/kesme işlemenin etki ettiği sonrasında ise % 22,18 ile talaş derinliği ile % 3,54 ile kesme hızının etkisi görülmüştür.

Çizelge 4.5. Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analiz Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	% Etki	Kareler Toplamı	Karelerin Ortalaması	F-Değer	P-Değer
Kesme Hızı (m/dk)	2	3,54%	1,3833	0,69165	0,18	0,859
İlerleme Hızı (mm/dk)	2	35,20%	11,362	5,681	1,46	0,506
Talaş Derinliği (mm)	2	22,18%	8,666	4,333	1,11	0,557
Sulu / Kuru İşleme	1	29,09%	13,748	13,748	3,52	0,312
Hata	1	9,99%	3,903	3,903		
Toplam	8	100%				

4.1.4. Sulu/Kuru İşleme Yönteminin Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkisi

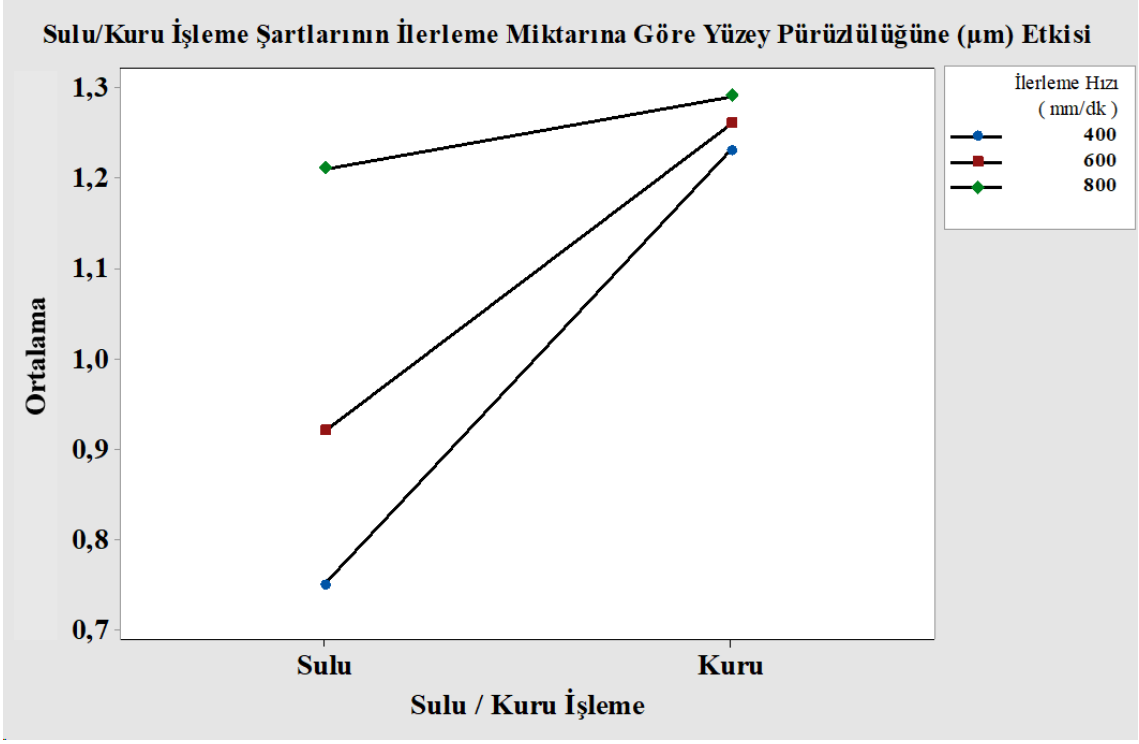
Kuru ve sulu kesme şartları altında yapılmış olan deney çalışmalarında, kuru kesme şartları altında ölçülen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri sulu kesme şartları altındaki ortalama değerlere göre daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.2. Sulu/Kuru Kesme Şartlarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Şekil 4.2 ‘de sulu / kuru işleme şartlarında ortalama yüzey pürüzlülüğüne etkisi gösterilmiştir.

L_9 Taguchi deney metodu ile yapılan çalışmalar sonrası sulu kesme şartlarında yapılan çalışmalarda ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri 0,96 µm çıkarken kuru kesme şartlarında bu değer ortalama 1,28 µm ları görmektedir. Bu sonuçlarda sulu kesme şartlarının yüzey pürüzlülük üzerindeki etkisini açık bir şekilde göstermektedir.



Şekil 4.3. İlerleme Miktarının Sulu/Kuru Kesme Şartları Altında Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

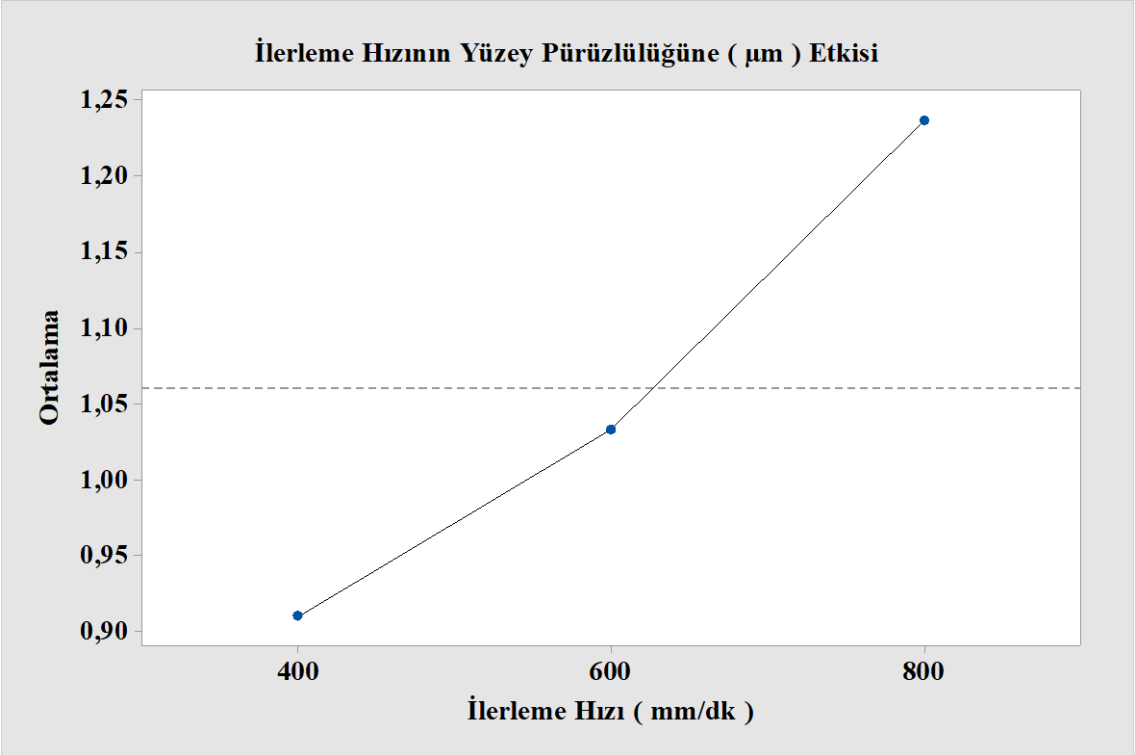
Yüzey pürüzlülük değerine etkinin en fazla olduğu parametre ilerleme hızı olduğundan Şekil 4.2.'de sulu / kuru işleme şartlarında ilerleme miktarı ile olan etkileşim gösterilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere tüm ilerleme hızlarında sulu kesme şartlarındaki ortalama yüzey pürüzlülük değerleri kuru kesme şartlarındaki ortalama yüzey pürüzlülük değerlerine göre daha düşüktür.

Sulu kesme şartlarındaki yüzey pürüzlülük değerleri ilerleme hızlarının değişmesi ile farklılık gösterirken kuru kesme şartları altında birbirine çok yakın bir ortalama değerler çıkmıştır.

4.1.5. İlerleme Hızının Yüzey Pürüzlülük Üzerindeki Etkisi

Teoride ilerleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülük değerinin arttığı da bilinmektedir. Yapılan deneylerde de gerek sulu gerekse kuru kesme şartları altında 400 mm/dk ilerleme hızı

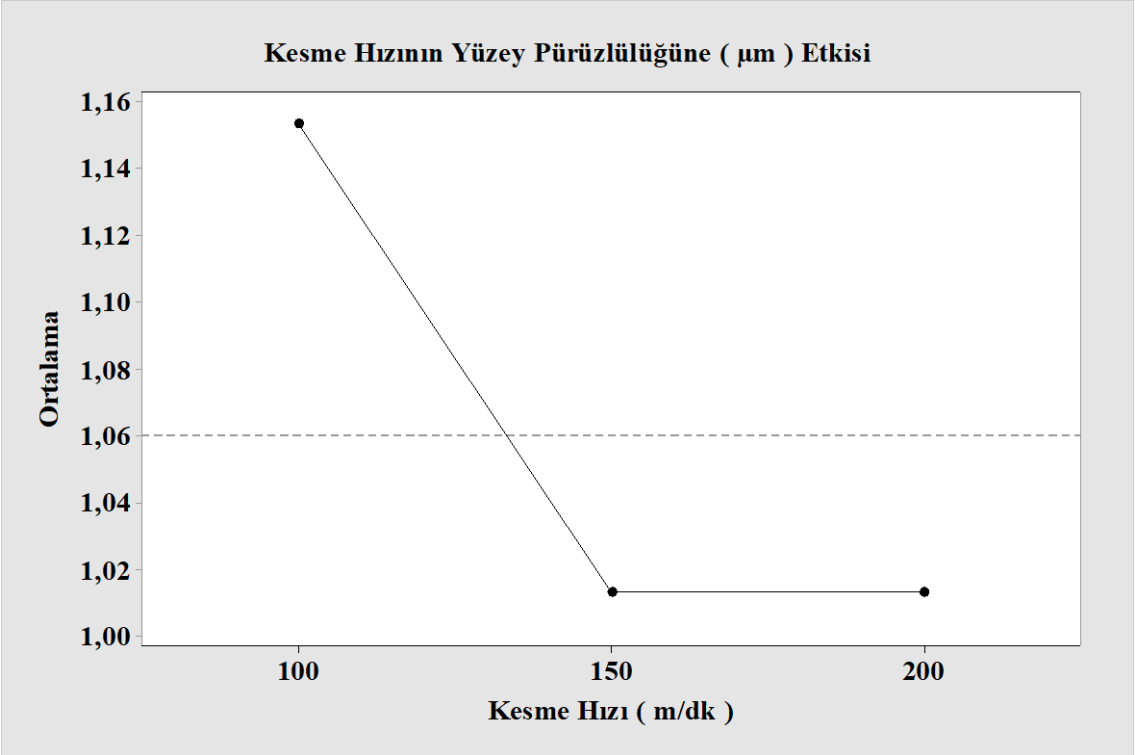
değerindeki ortalama yüzey pürüzlülük değeri 0,92 µm ile en düşük değer çıkmıştır. Sırasıyla 600 mm/dk ilerleme hızında ortalama yüzey pürüzlülük değeri 1,02 µm, 800 mm/dk ilerleme hızında ise ortalama yüzey pürüzlülük değeri 1,23 µm çıkmıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere ilerleme miktarı artıkça ortalama yüzey pürüzlülük değeri de artmıştır.



Şekil 4.4. İlerleme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

4.1.6. Kesme Hızının Yüzey Pürüzlülük Üzerindeki Etkisi

Kesme hızının artması ile yüzey pürüzlülük değeri genellikle azalır. Yapılmış olan deneylerde de kesme hızının yüzey pürüzlülük değerleri üzerinde etki etmediği bununla birlikte, kuru ve sulu kesme şartları ile talaş derinliği parametreleri göz önünde bulundurulduğunda 400 mm/dk ilerleme hızında sulu kesme şartlarında 100 m/dk kesme hızından 150 m/dk kesme hızına çıkıldığında yüzey pürüzlülüğü 0,7 µm ‘dan 0,8 µm ’a çıkmıştır. 600 mm / dk ilerlemede sulu kesme şartlarında 150 m/dk kesme hızından 200 m/dk kesme hızına çıkıldığında yüzey pürüzlülüğü 0,95 µm ‘dan 0,89 µm ’a düşmüştür. 800 mm / dk ilerlemede sulu kesme şartlarında 100 m/dk kesme hızından 200 m/dk kesme hızına çıkıldığında yüzey pürüzlülüğü 1,5 µm ‘dan 0,92 µm ’a düşmüştür. Şekil 4.3.’te kesme hızının yüzey pürüzlülük üzerindeki etkisi grafik olarak gösterilmiştir.

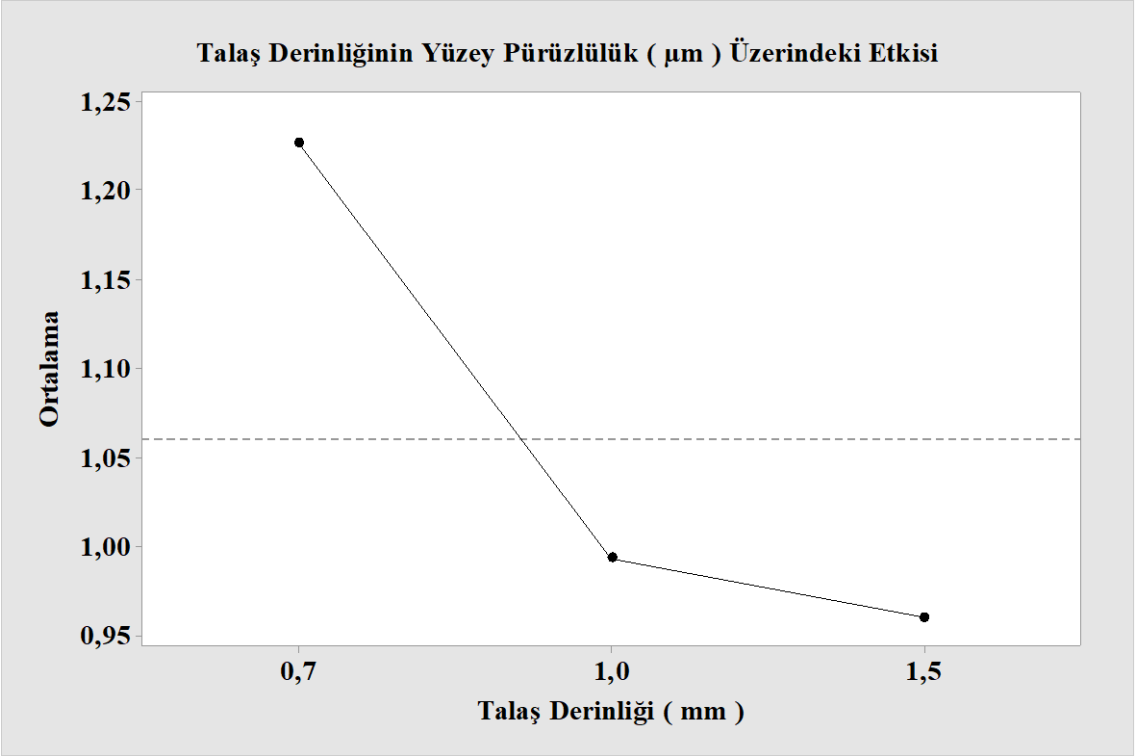


Şekil 4.5. Kesme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

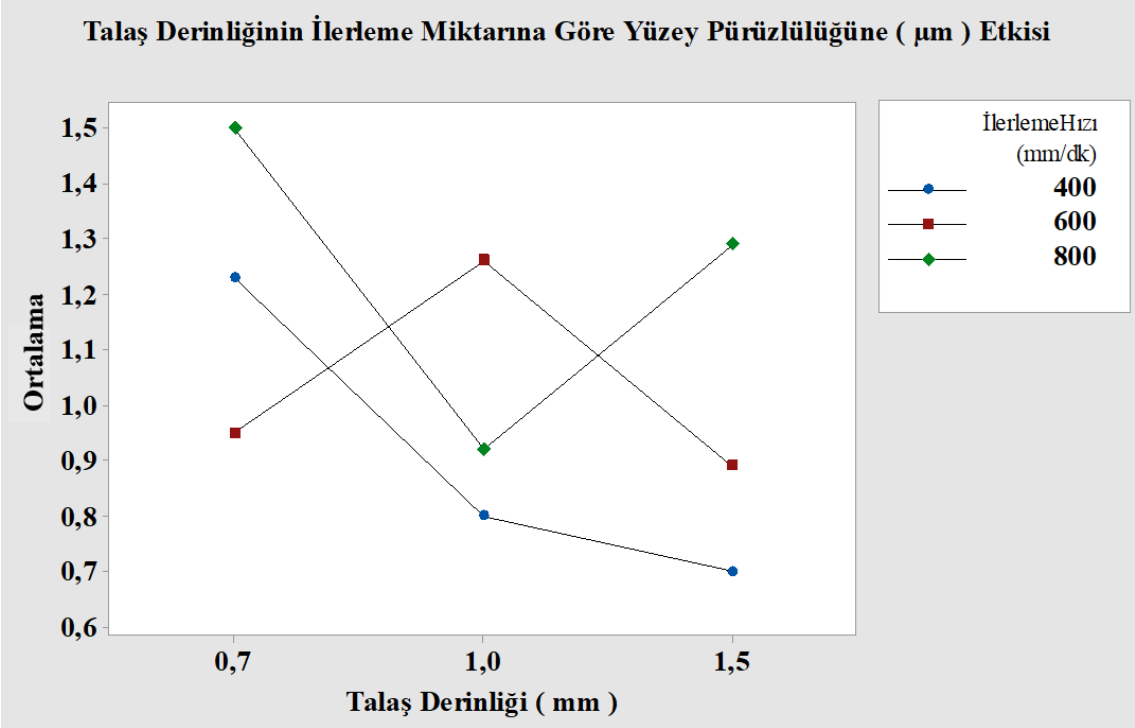
4.1.7. Talaş Derinliğinin Yüzey Pürüzlülük Üzerindeki Etkisi

Yapılan deneylerde kesme hızı gibi talaş derinliğinin de yüzey pürüzlülük değeri üzerinde fazla etkisinin olmadığı görülmüştür. Ortalama değerler göz önünde bulundurulduğunda Şekil 4.6.'da görüldüğü üzere talaş derinliği 0,7 mm iken ortalama yüzey pürüzlülük değeri 1,22 µm'dir. Talaş derinliği 1 mm'ye çıkarıldığı zaman ortalama yüzey pürüzlülüğü ise 1,01 µm 'ye düşmüştür. Sonra ise talaş derinliği 1,5 mm ye çıkarılınca yüzey pürüzlülüğünde pek bir değişim olmayarak ortalama 0,96 µm olmuştur.

Talaş derinliğinin ilerleme miktarına göre değişimi Şekil 4.7.'de gösterilmiştir. Burada kuru / sulu kesme şartları altında, talaş derinliği sırasıyla 0,7 – 1 – 1,5 mm olacak ilerleme hızı 400 mm /dk iken talaş derinliği 0,7 mm de yüzey pürüzlülük değeri 1,23 µm iken 1 mm talaş derinliğinde 0,8 , 1,5 mm talaş derinliğinde ise küçük bir değişim göstererek 0,7 µm olmuştur. 600 mm/dk ilerleme hızında 0,7 mm de yüzey pürüzlülük değeri 0,93 µm iken 1 mm talaş derinliğinde 1,25 , 1,5 mm talaş derinliğinde ise 0,7 mm talaş derinliğindeki değere yakın olarak 0,89 µm olmuştur. 800 mm/dk ilerleme hızında 0,7 mm de yüzey pürüzlülük değeri 1,5 µm iken 1 mm talaş derinliğinde 0,9 , 1,5 mm talaş derinliğinde ise değişim göstererek 1,3 µm olmuştur



Şekil 4.6. Talaş Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi



Şekil 4.7. Talaş Derinliğinin İlerleme Miktarına Göre Yüzey Pürüzlülüğüne (µm) Etkisi

4.2. Kesici Uç ile İş Parçası Arayüzünde Oluşan Isının İncelenmesi

Talaşlı imalatta kesici uçtan beklenilen performansı alabilmek için soğutma yöntemi kullanılması gerekir. Bunlar hava, soğutma sıvıları olabilir. Yapılan deneylerde kuru yani soğutmasız ve sulu kesme şartları altında soğutma sıvısı ile çalışılmıştı. Yapmış olduğumuz deneylerde ısının oluştuğu kuru işlemedeki sıcaklıklar ölçülerek kaydedilmiştir. Çizelge 4.6.'da kuru kesme şartları altında iş parçası ile kesici uç arayüzeyde oluşan sıcaklık değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Arayüzeyde Oluşan Kesme Sıcaklıkları

DENEY NO.	HIZ (m/dk) – A	İLERLEME (mm/dk) – B	TALAŞ DERİNLİĞİ (mm) – C	SULU / KURU İŞLEME – D	Sıcaklık (°C)
1	100	400	1,5	SULU	*
2	100	600	1	KURU	26,8
3	100	800	0,7	SULU	*
4	150	400	1	SULU	*
5	150	600	0,7	SULU	*
6	150	800	1,5	KURU	37,7
7	200	400	0,7	KURU	55,1
8	200	600	1,5	SULU	*
9	200	800	1	SULU	*

4.2.1. Kesme Parametreleri Sıcaklık S / N Yanıt Tablosu

Yapılan deney çalışmalarında L_9 Taguchi deney tasarımına göre 3 adet işlem kuru kesme şartları altında gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylerde çıkan sonuçlar analiz edilerek sinyal-gürültü oranına çevrilmiş ve Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Kesme Parametreleri Sıcaklık S / N Yanıt Tablosu

Seviye	Kesme Hızı (m/dk)	İlerleme (mm/dk)	Talaş Derinliği (mm)
1	-28,56	-34,82	-34,82
2	-31,53	-17,29	-28,56
3	-20,42	-31,53	-18,77
Fark	11,11	17,53	16,05
Sıralama	3	1	2

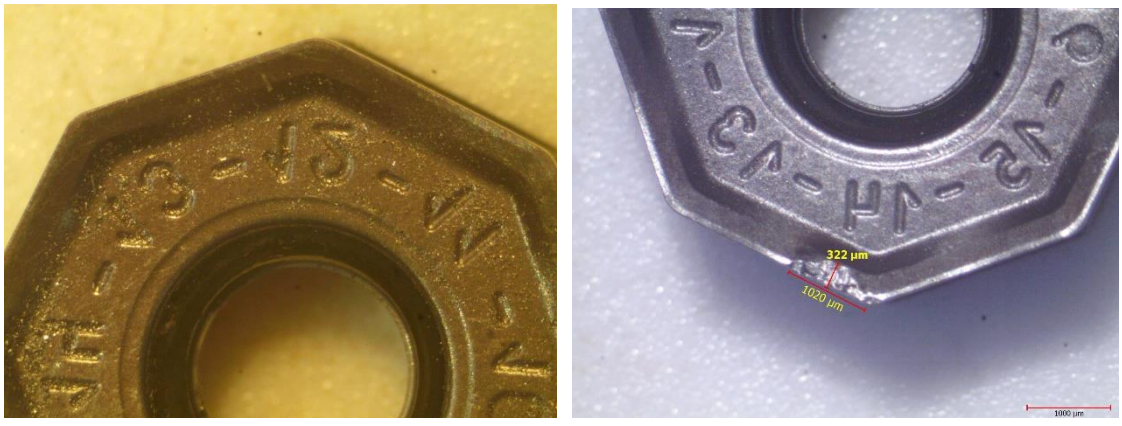
S / N yanıt tablosu incelendiğinde sıcaklığa etkisi en fazla olan parametre ilerleme ile talaş derinliği olmuştur. Sonra ise kesme hızıdır. İlerleme hızı ile kesici takımın malzeme üzerinde kalacağı süreye eş değer olarak ilerleme hızı artınca kesici uç malzeme yüzeyinden daha çabuk çıkacağı için sıcaklık daha az olacaktır. Talaş derinliğinin artması ucun malzeme yüzeyine batma yani temas yüzeyinin artmasına sebep olacak olup kesme kuvvetlerinin de artmasına sebep olmuştur. Kesme hızı ise kesici takımın malzeme çevresinde metre cinsinden aldığı yol olduğundan kesici uç ile iş parçası ara yüzeyinde sıcaklığa pek etki etmemiştir.

4.3. Kesici Uçta Meydana Gelen Serbest Yüzey Aşınmasının İncelenmesi

Deneylerde 1.2316 çeliğini PVD kaplı Tungaloy marka uçlar ile işlemiş olduk. Kesici uçtaki aşınmayı geciktirmek için kaplama yöntemi olarak PVD yani fiziksel buhar biriktirme yöntemi kullanılmıştır. Bu kaplama yöntemi ile yaklaşık 80-90 HRC sertliklere ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra kesici uç ömrü uzatılmış, işlenen yüzeylerde kalite artışı sağlanmıştır.

Taguchi L_9 deney tasarımına göre yapılan 9 adet deney sırasında 235*135*20 mm ölçülerindeki parçaların yüzey frezeleme işlemi sırasında 9 adet parça için toplamda (235x2x9=4230 mm) 4230 mm yol alınmıştır. Bu işlemler sonrası kesici uç mikroskop altında incelenmeye alınmıştır. İnceleme sonrası kesici uçta serbest yüzey aşınmasının meydana geldiği tespit edilmiştir. Serbest yüzey aşınması; takımın, iş parçasıyla temas halinde olan yüzeyinde oluşan aşınmaya denir.

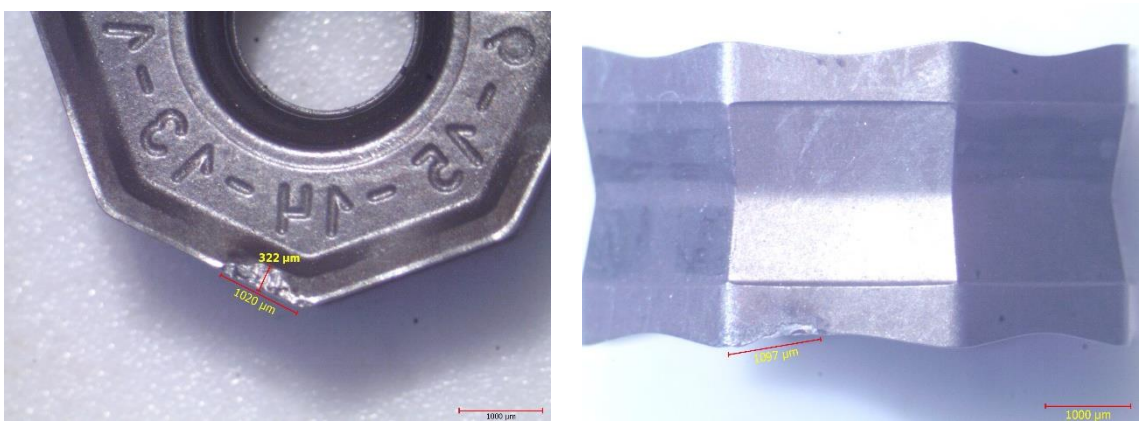
Mikroskop altında yapılan incelemeler sonrası Şekil 4.8.a'de kullanılmamış uç gösterilirken Şekil 4.8.b'de ise kullanılıp deforme olan uç gösterilmiştir.



a) b)

Şekil 4.8. a) Kullanılmamış uç b) Kullanılıp deforme olan uç

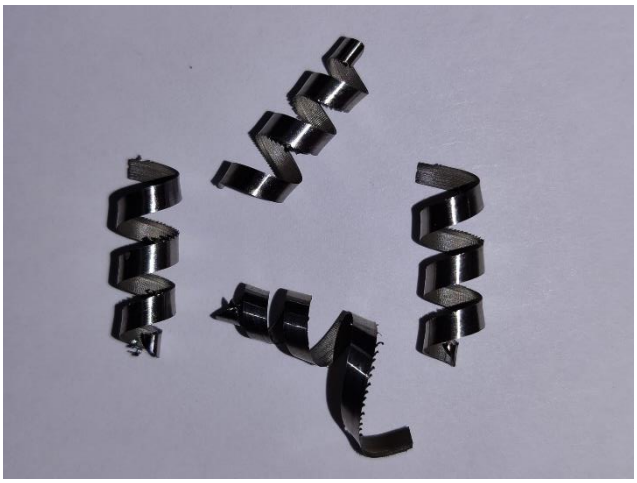
Şekil 4.9.da ise mikroskop altında yapılan inceleme ile meydana gelen serbest yüzey aşınması gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.9. Kesici Uçta Meydana Gelen Serbest Yüzey Aşınması

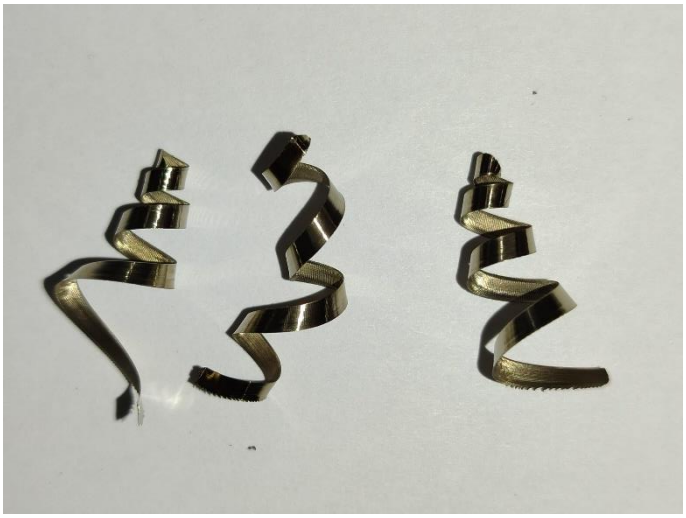
4.4.Sulu ve Kuru Kesme İşlemlerinde Oluşan Talaşların İncelenmesi

Yapılan L_9 Taguchi deney çalışmamızda toplam 9 adet çalışma yapılmış olup bunlardan 6 tanesi sulu kesme 3 tanesi ise kuru yani soğutmasız kesme işlemidir. Soğutma sıvısı ile yüzeylerde ısının oluşumu engellenmeye çalışılmıştır. Ayrıca takım ile talaş ara yüzündeki sürtünme azaltılmış böylece yüzey pürüzlülük değeri iyileştirilmiştir. Şekil 4.10.'da ilk deneyimiz olan 100 m/dk kesme hızı, 400 mm/ dk ilerleme hızı,1,5 mm talaş derinliği ve sulu kesme şartları altında yapılan çalışma sonrası malzeme yüzeyinden atılan talaş gösterilmiştir.



Şekil 4.10. V:100 m/dk , f:400 mm/dk , ap:1,5 mm , Sulu Kesme Şartları Altında Ortaya Çıkan Talaş

Şekil 4.11.'de ise 6.deneyimiz olan 150 m/dk kesme hızı, 800 mm/ dk ilerleme hızı,1,5 mm talaş derinliği ve kuru kesme şartları altında yapılan çalışma sonrası malzeme yüzeyinden atılan talaş gösterilmiştir.



Şekil 4.11. V:150 m/dk , f:800 mm/dk , ap:1,5 mm , Kuru Kesme Şartları Altında Ortaya Çıkan Talaş

Şekil 4.10. ile Şekil 4.11.'de gösterilen talaş şekilleri karşılaştırıldığında sulu kesme şartları altında ortaya çıkan talaş daha parlak olmuştur. Çünkü soğutma sıvısı takım ile talaş arasındaki ısı ve sürtünmeyi azaltmıştır. Kuru kesmede ortaya çıkan talaş ise daha koyu renkli olmuştur. Çünkü soğutma olmadığından malzeme yüzeyinden ısınarak talaş kopmuştur. Sulu kesme şartları altında oluşan talaş boyları daha kısa olmuşken, kuru kesme şartları altında oluşan talaş daha uzun olmuştur.

5. SONUÇ (TARTIŞMA ve SONUÇ)

Bu çalışmada Krom-nikel esaslı çelik olan içerisinde %14,39 krom, %1,615 nikel içeren 1.2316 çeliği Taguchi L_9 deney tasarımı ile işlenmeye çalışılıp yüzey pürüzlülük değerleri, kesici uçta meydana gelen serbest yüzey aşınması ile sulu ve kuru kesme şartları altında ortaya çıkan talaş şekilleri incelenmiştir. Kesme hızı olarak 3 farklı parametre (100 m/dk,150 m/dk,200 m/dk), ilerleme hızı olarak 3 farklı parametre ile (400 mm/dk, 600 mm/dk,800 mm/dk), talaş derinliği içinde aynı şekilde 3 farklı parametre ile sulu ve kuru olmak üzere 2 farklı kesme şartları altında toplamda 9 adet deney planı hazırlanmıştır.

Yüzey pürüzlülüğüne etkinin en fazla olduğu parametre ilerleme olmuştur. İlerlemeden sonra en etkili parametre ise kuru/sulu kesme şartları olmuştur. Sonra sırası ile talaş derinliği ve kesme hızı gelmektedir. Deneylerde çıkan sonuçlara göre ilerleme arttıkça yüzey pürüzlülük değerinin de arttığı görülmüştür. Çünkü ilerlemenin artması ile kesicinin devirde kaldırması gereken talaşta artacaktır. Böylece yüzeyde meydana gelecek olan pürüzlülük değeri de artmıştır.

İlerlemeden sonra yüzey pürüzlülüğüne etkinin en fazla olduğu parametre sulu/kuru kesme şartları olmuştu. Burada çıkan sonuçlara bakıldığında kuru kesme şartlarında yüzey pürüzlülük değerleri artış göstermiştir. Çünkü takım ile malzeme ara yüzeyinde

oluşan yüksek sıcaklıklar sonrası talaşın malzeme yüzeyinden atılması zorlaşmıştır. Bu durum sonucunda yüzey bozuklukları meydana gelmiştir.

Yapılan deneyler sonrası ortaya çıkan sonuçlara bakıldığında kesme hızı ile talaş derinliğinin ortalama yüzey pürüzlülük değerlerine etkisinin çok az olduğu görülmüştür.

Yüzey pürüzlülüğünün en iyi olduğu yani Ra değerinin en düşük olduğu çalışma kesme hızı 100 m/dk, ilerleme hızı 400 mm/dk, talaş derinliği 1,5 mm ve sulu kesme şartları altında yapılan çalışmada olmuştur. Burada tabi ki kullanılan kesici uçtaki kaplamanın da etkisi vardır.

Sulu kesmenin talaşlı imalatta yüzey pürüzlülüğüne, takım aşınmasına ve işlem sırasında oluşan talaş şekillerine etkisi ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma sonrası düşük ilerleme hızı, ortalama kesme hız ve talaş derinliği ile sulu kesme şartları altında istenilen yüzey pürüzlülük değerlerine çok rahat ulaşılabileceği, kesici takım ömrünü artırarak verimli çalışma şartları oluşturulabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Koyunoğlu Madencilik *https://www.koyunoglu.com.tr/krom-nedir*

Ercan,İ., "Ph13-8Mo PASLANMAZ ÇELİĞİNİN İŞLENEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ" 1 (2020)

Nikel nedir https://www.makaleler.com/nikel-nedir-nerelerde-kullanilir

Korkut, İ., Kasap, M., Çiftçi, İ. and Seker, U., "Determination of Optimum Cutting Parameters During Machining of AISI 304 Austenitic Stainless Steel", Mater. Des., 303-305 (2004).

Günay,M. "AISI 316L ÇELİĞİNİN İŞLENMESİNDE TAKIM RADYÜSÜ VE KESME PARAMETRELERİNİN TAGUCHİ YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 28, No 3, 437-444, 2013

Nalbant, M., Korucu, S. ve Korkut, İ., "Ç1030 ve Ç1060 Malzemelerinin Hidrolik Kopya Aparatı ile İşlenerek Yüzey Pürüzlülüğünün İncelenmesi", 7. Uluslararası Makine Tasarım ve İmalat Kongresi, ODTÜ, ANKARA, 1999 (1996).

Altınkaya, E., ve Güllü, A., "AISI 316 Östenitik Paslanmaz Çeliğin İşlenmesinde Talaş Kırıcı Formunun Takım Aşınmasına ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi", Politek. Derg., 11(1): 13-17 (2008).

Maranhão, C., and Paulo Davim, J., "Finite element modelling of machining of AISI 316 steel: Numerical simulation and experimental validation", Simul. Model. Pract. Theory, 139-156 (2010).

Gennari, W., Pereira, A. A. and Santos, H. L. A., "Application of minimum amount of fluid by spray in turning of AISI 316 stainless steels", American Society of Mechanical Engineers, Manufacturing Engineering Division, MED, 16(1): 69-74 (2005).

Ranganathan, S., Senthilvelan, T. and Sriram, G., "Mathematical modeling of process parameters on hard turning of AISI 316 SS by WC insert", J. Sci. Ind. Res. (India).,68, 592-596 (2009).

Akasawa, T., Sakurai, H., Nakamura, M., Tanaka, T. and Takano, K., "Effects of free-cutting additives on the machinability of austenitic stainless steels", Journal of Materials Processing Technology, 143-144(1): 66-71 (2003).

Lin, T. R., "Cutting behavior of a TiN-coated carbide drill with curved cutting edges during the high-speed machining of stainless steel", J. Mater. Process. Technol., 127, 8-16 (2002).

Ay, M., Erdoğan, O. ve Kurt, M., "CNC freze tezgahlarında yüzey pürüzlülüğüne etki eden faktörlerin belirlenmesi", 3. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 317-329 (2003).

Boy, M., Demir, H. ve Korkut, İ., "Vanadis 10 soğuk iş takım çeliğinin işlenmesinde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi", 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük (2009).

Fedai,Y., "316L Paslanmaz Çeliklerin Frezeleme işlemindeki Yüzey Pürüzlülüğün ANFIS ile Modellenmesi",Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7 (2019) 98-110

Safa Bodur,M., "AISI 304 paslanmaz çelik talaşlı şekil verme işlemlerinde yüzey pürüzlülüğü ve güç tüketimini azaltmaya yönelik istatiksel yaklaşım", NÖHÜ Müh. Bilim. Derg. / NOHU J. Eng. Sci., 2022; 11(2), 379-386

Tekaslan,Ö., "CNC TORNA TEZGAHINDA AISI 304 ÇELİKLERİN İŞLENEMESİNDE OPTİMUM YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜ SAĞLAYACAK KESME PARAMETRELERİNİN TESPİTİ", Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,Sayı 16 , (2008) 97-104

Özay, Ç. (2009). Teğetsel Tornalama-Frezeleme Yönteminde İşleme Parametrelerinin Teorik ve Deneysel Olarak Araştırılması, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Groover, M., P. 2010. Economic and product design consideration in machining: Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes and systems, 4th ed, Editors: McDonald, M., Marchione, R., Melhorn, A., United State of America, pp:585-586.

Akkurt M., (1996), Talaş kaldırma yöntemleri ve takım tezgahları, Birsen Yayınevi, 214-221, İstanbul

Erden, A.; " Alışılmamış (Geleneksel olmayan) imalat yöntemleri", http://mechatronics. atilim. edu.tr/edm/publications/aiy.pdf

Çevik, E.; 2006. "Tornalama işleminde kesici takım ömrünün iyileştirilmesine yönelik alternatif bir yaklaşım" , Yüksek lisan tezi, Gazi üniversitesi Makine Eğitimi Anabilim dalı, Ankara.

Yamak,H., HAVZA MESLEK YÜKSEKOKULU İSG107-Makine ve Techizatı ders notları

Akkurt M., (2004), Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları, Birsen Yayınevi, Sayı 29, İstanbul

Şahin Y., (2000), Talaş kaldırma prensipleri Cilt-I, Nobel Yayınevi, Ankara

Groover M.P., (2007), Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems, John Wiley & Sons, Hoboken

Aydın B., (2002), AA 2014 Alaşımında Yaşlandırma Isıl İşleminin İşlenebilirlik Özellikleri Üzerindeki Etkilerini İncelenmesi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilim Uzmanlığı Tezi, Karabük

Hamzeçebi,C.,2003 " TAGUCHİ METODU: BİR UYGULAMA" TEKNOLOJİ, Cilt 6, (2003), Sayı 3-4, 7-17

EKLER

EK 1 Sulu ve Kuru Kesme Şartları Altında Yapılan Çalışmalarda Ortaya Çıkan Talaş Şekilleri

Fotoğraflar , işleme parametreleri ile beraber eklenecek.

EK 2 Deneyde kullanılan 1.2316 çeliğinin Spektro Analiz Sonuçları

KUTLUK	Kalite Uygunluk Belgesi		Rapor Tarihi: 02.01.2024 Rapor No: 24010201
Firma Adı		Model Tipi	
İş Emri No		Döküm Cinsi	
Parça Adı		Döküm Tarihi	
Malzeme Türü		Döküm Şarj No	

KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI													
ELEMENT	% C	% Si	% Mn	% Cr	% P	% S	% Cu	% Sn	% Mo	% Ni	% V	% W	% Mg
İSTENEN													
BULUNAN	0,336	0,49	0,939	14,39	0,049	0,01	0,188		0,419	1,615	0,025		

MEKANİK ÖZELLİKLER				
	ÇEKME KUVVETİ	AKMA KUVVETİ	% UZAMA	SERTLİK (HB)
İSTENEN				
BULUNAN				

METALOGRAFİK ÖZELLİKLER				
	GRAFİT ORANI	PERLİT ORANI	FERRİT ORANI	KARBÜR ORANI
İSTENEN				
BULUNAN				

DEKLERASYON: Ürettiğimiz bu parçanın, uluslararası döküm standartlarına, proses ve talimatlarına uygun olarak üretildiğini beyan ederiz.	SONUÇ	UYGUN	X
		UYGUN DEĞİL	

ÜRETİCİ FİRMA: KUTLUK DÖKÜM		
AÇIKLAMALAR: KALIP DÖKÜMÜ 1 ADET DÖKÜMLERİMİZDE RADYOAKTİF MADDE YOKTUR.	HAZIRLAYAN: EREN AHMETOĞLU	FİRMA KAŞESİ: KUTLUK

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhittin DİLSİZ
Doğum Yeri ve Tarihi : Rize / 08.05.1992
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
- Lise : Bursa Mimar Sinan Teknik Lisesi Makine Cnc Dalı
- Ön Lisans : Uludağ Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Makine Prg.
- Lisans : Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği
- Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği A.B.D.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :
ASKAR MAKİNA : 11.2017 / 06.2018 – Talaşlı İmalat Mühendisi
AER OTO : 07.2018 / 03.2019 – İmalat ve Montaj Mühendisi
ALSEKO MAKİNA : 03/2019 / 09.2019 – Talaşlı İmalat ve Cam Sorumlusu
ERKURT HOLDİNG : 09.2019 / 02.2022 – Talaşlı İmalat ve Cam Uzmanı

DOĞAN HOLDİNG : 02.2022 / 05.2022 – Talaşlı İmalat ve Cam Uzmanı
METKON ENDÜSTRİYEL : 05.2022 / Devam – Üretim Yöneticisi

İletişim (e-posta) : muhittindilsiz@gmail.com

Yayınları :