

PASLANMAZ ÇELİKLERİN FREZELENMESİNDE KESME PARAMETRELERİNİN KESME KUVVETİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Tuğba YILDIZ¹ Hakan DİLİPAK^{*2}

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İmalat Mühendisliği Bölümü, ANKARA
tugbayldzmakine79@gmail.com

²Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, ANKARA
hdilipak@gazi.edu.tr

Sunum / Kağıt Türü: Sözlü / Tam Metin

Özet – Östenitik paslanmaz çelik malzemeler düşük ısı iletkenlik ve yüksek korozyon direnci gibi özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada AISI 304 ve AISI 316 L östenitik paslanmaz çelikler karbür kaplamalı kesici takımlar ile parmak freze çakısı kullanılarak frezelenmiştir. Yapılan çalışmada kesme parametreleri olarak; Üç farklı kesme hızı (45-60-75 m/dak), üç farklı ilerleme oranı (0,014-0,03-0,046 mm/rev) ve sabit talaş derinliği (1,5 mm) değerleri seçilmiştir. Belirlenen kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deneyler neticesinde, ilerleme oranının kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkili parametre olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – AISI 304, AISI 316L, Frezeleme, Kesme Kuvveti, Yüzey Pürüzlülüğü

Abstract – Austenitic stainless steel materials are widely used due to their low thermal conductivity and high corrosion resistance. In this study, AISI 304 and AISI 316 L austenitic stainless steels have been milled using carbide-coated cutting tools with the end milling cutter. In the study as cutting parameters; Three different cutting speeds (45-60-75 m / min), three different feed rates (0,014-0,03-0,046 mm / rev) and constant chip depth (1.5 mm) have been selected. The effects of the cutting parameters on the surface roughness and the cutting force have been investigated. As a result of the experiments, the feed rate has been determined to be the most effective parameter on cutting force and surface roughness.

Keywords – AISI 304, AISI 316L, Milling, Cutting force, Surface roughness.

I. GİRİŞ

İmalatın hedefleri arasında en az maliyetle arzu edilen yüzey kalitelerinde üretim yapmak vardır. Bu hedefe ulaşabilmek için işleme parametrelerinin en uygun değerlerde olması son derece önemlidir. İmalat süresini ve yüzey pürüzlülüğünü belirleyen birçok kesme parametresi vardır. Kesme hızı, ilerleme oranı ve kesme derinliği bu parametreler içerisinde en önemlilerindedir. İşlenen malzeme ve kesici takıma göre bu parametrelerin uygun değerlerde belirlenmesi gerekmektedir. Paslanmaz çelikler, endüstride, petro-kimya, gıda tankları, basınçlı kaplar gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle östenitik paslanmaz çelikler çok iyi korozyon dayanımı ve sünek yapıda olmalarından dolayı kullanılırlar Genel olarak piyasada AISI 301, 302, 303, 304, 305, 308, 309, 310, 314, 316, 317, 321, 329, 347, 348 kalite olarak bilinen paslanmaz çelikler östenitik paslanmaz çeliklerdir. Piyasada AISI 403, 410, 414, 416, 418, 420, 422, 431, 440, 501, 502 kalite olarak bilinen paslanmaz çelikler martensitik paslanmaz çeliklerdir. Piyasada AISI 405, 430,

446 kalite olarak bilinen paslanmaz çelikler ferritik paslanmaz çeliklerdir. Ayrıca AISI 304 ve AISI 316 L malzemeleri bunların içinde en yoğun olarak kullanılanlardır. Gıda, kimya, tekstil gibi birçok kullanım alanları vardır. Paslanmaz çelik malzemelerin freze tezgâhında işlenmesi üzerine gerçekleştirilen birçok deneysel çalışma mevcuttur [5-18]. Bu çalışmalar incelendiğinde kesici takım olarak takma uçlu kesici takımların [5-12] ve parmak freze çakısının kullanıldığı [13-18] çalışmalar görülmektedir. Kuram, AISI 304 paslanmaz çeliğinin takma uç kullanarak frezeleme işlemi gerçekleştirmiştir. Tek katmanlı (TİCN, AITİN, TİAN) ve çift katmanlı (TİCN+TİN ve AITİN+TİN) malzeme ile kaplanmış karbür takma uçların performanslarını karşılaştırmıştır. AITİN kaplamalı kesici takımlar ile en yüksek yüzey pürüzlülüğü ve yüzey aşınması sonuçlarını elde etmişlerdir. Ayrıca çift katmanlı kaplamalı takımların te katmanlı kaplamalı takımlara nazaran daha düşük yüzey pürüzlülüğü sonuçları verdiğini tespit etmişlerdir [5].

San-Juan ve arkadaşları AISI 316L çeliğini soğutma yapmadan frezeleme işlemine tabi tutmuşlardır. Çalışmada ters yönlü ve eş yönlü frezeleme yapılarak talaş üzerindeki kesme kuvveti ve sıcaklıkları incelemişlerdir. Deney sonucunda elde ettikleri veriler göre; kesme kuvveti talaşın

kalınlığına ve frezelemenin çeşidine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Aynı zamanda aşınma ve yüzey işleminin de kesme kuvvetine bağlı olduğunu fakat sıcaklığı etkileyen en önemli etkenin sürtünme olduğunu tespit etmişlerdir [7].

Fedai ve Ünüvar, AISI 316 L malzemeyi frezeleyerek kesme parametrelerinin kesme kuvveti ve takım aşınması üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Deneylerde kesme parametreleri; kesme hızı (100,200 m/min), ilerleme oranı (0,08-0,16 mm/tooth), talaş derinliği (0,5-1,5 mm) değerlerini almışlardır. Belirlenen parametrelerdeki düşük hızlarda talaş yığılmasına(BUE) bağlı olarak takım ucu kırılması ve ciddi kuvvet artışı gözlemlenmiştir. BUE oluşumunu etkileyen diğer etkenler ise; yüksek kesme derinliği ve yüksek ilerleme değerleridir. Fakat kesme hızı diğer etkenlere nazaran parça üzerinde daha az etkiye sahiptir. Deney sonucunda malzemenin ekonomik işlenmesi, uzun takım ömrü ve maksimum talaş hacmi değerlerinin elde edilmesi için en uygun parametreleri tespit etmişlerdir [15].

Bu çalışmada AISI 304 ve AISI 316L malzemelerinden, CNC freze tezgâhında parmak freze çakısı ile talaş kaldırılmıştır. Deneylerde kesme parametreleri olarak; üç farklı kesme hızı, üç farklı ilerleme oranı ve sabit talaş derinliği değerleri alınmıştır. Çalışmada imalatta sıkça kullanılan bu iki malzemenin işlenebilirliği ve kesme parametrelerinin kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deney sonuçları üzerinde varyans analizi yapılarak kesme parametrelerinin kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etki oranları araştırılmıştır. Bunun yanı sıra regresyon analizi yapılarak kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü için matematiksel modeller oluşturulmuştur.

II. MATERYAL VE METOT

2.1. İş Parçası Malzemesi

Bu çalışmada imalat sanayinde yoğun olarak kullanılan AISI 304 ve 316 L paslanmaz çelikleri iş parçası malzemesi olarak seçilmiştir. Deney numunelerinin her biri prizmatik ve 40x65 mm ölçülerine sahiptirler. İş parçalarının temin edildiği firmadan alınan malzemeler ait kimyasal kompozisyon Çizelge-1 ve Çizelge-2' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. AISI 304 malzemesinin kimyasal içeriği

AISI 304 (% ağırlık)								
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	N2
0,024	1,40	0,42	0,020	0,036	18,08	8,07	0,37	0,0790

Çizelge 2.2. AISI 316 L malzemesinin kimyasal içeriği

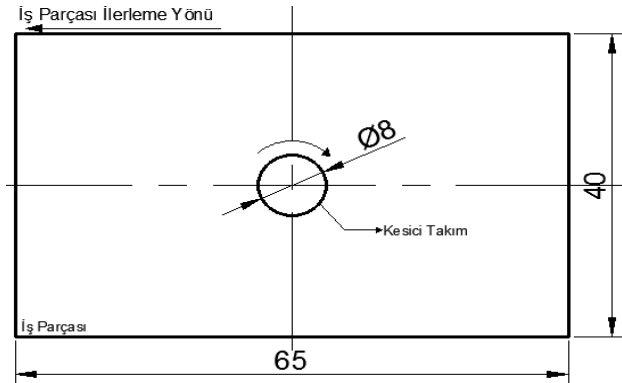
AISI 316 L (% ağırlık)								
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	N2
0,028	1,50	0,31	0,021	0,033	16,68	10,07	2,03	0,0720

2.2. Kesici Takım ve Kesme parametreleri

Gerçekleştirilen deneylerde kullanılan kaplamalı parmak freze çakısı; 4 ağızlı 8 mm çapındadır. Her bir deney için farklı bir kesici takım kullanılmıştır. Yapılan çalışmada kesme hızı ve ilerleme oranı değerlerinin kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Optimum kesme şartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneyler kesici takım firmasının vermiş olduğu kesme ve ilerleme değerleri aralığında ve tecrübelerden de faydalanılarak kesme parametreleri belirlenerek gerçekleştirilmiştir. Belirlenen kesme parametreleri olarak; üç farklı kesme hızı (45-60-75 m/min), üç farklı ilerleme oranı (0,014-0,03-0,046 rev/min) ve sabit talaş derinliği (1,5mm) belirlenmiştir.

2.3. Takım Tezgâhı

Deneyler, Johnford VMC-550 CNC dik işleme merkezinde parmak freze çakısı kullanılarak kuru şartlarda gerçekleştirilmiştir. Freze tezgâhı genel olarak; 5 kW kapasiteli 0,001 mm ölçü hassasiyetli ve 6000 rev/min değişken hız özelliklerine sahiptir.



Şekil 2.1. İşleme esnasında iş parçası ve takımın pozisyonu

2.4. Kesme Kuvvetlerinin Ölçülmesi

Deneyler esnasında ortaya çıkan kesme kuvvetlerini ölçebilmek amacıyla Kistler marka dinamometre kullanılmıştır. Resim 2.1'deki deney düzeneğinde de görüldüğü üzere, dinamometre mengene ile tezgaha bağlanmış, dinamometre üzerine bağlanan ikinci bir mengeneye de iş parçaları bağlanmıştır. Bu şekilde elde edilen kesme kuvveti değerleri dynoware programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Aynı zamanda Dynoware programı Resim 2.2'de görülen grafiklerinde oluşturulmasını sağlamıştır. Bu grafikte kesici uçta oluşan üç farklı kuvvet (Fx, Fy, Fz) değerleri görülmektedir. Üç eksenindeki kuvvetler ve yönleri Şekil 2.2'de görülmektedir. Her üç eksenindeki bu kuvvetlerin bileşkeleri alınarak bileşke esas kuvvet hesaplanmıştır. Bileşke kuvvetin hesaplanmasında Eşitlik 1'deki denklem kullanılmıştır;

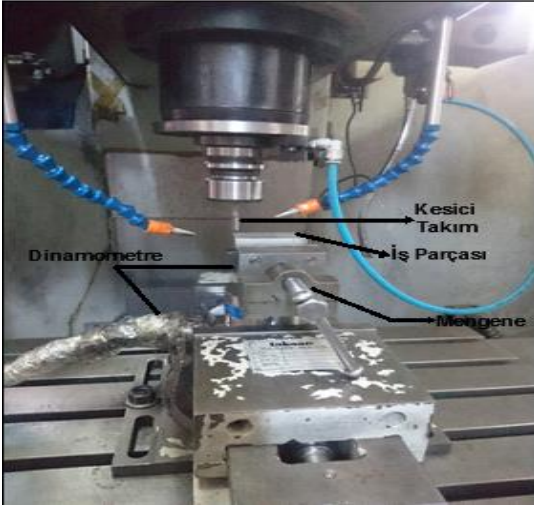
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} \quad (1)$$

F: Bileşke kesme kuvveti, N;

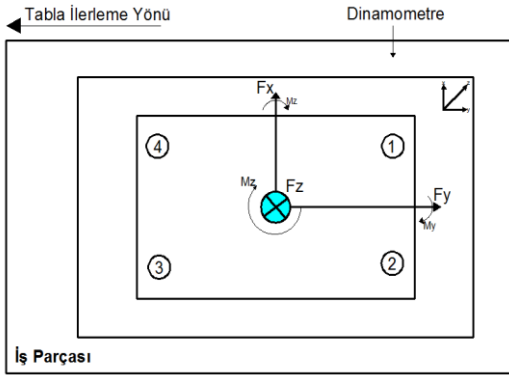
Fx: "X" ekseninde ölçülmüş ortalama kesme kuvveti, N

Fy: "Y" ekseninde ölçülmüş ortalama kesme kuvveti, N

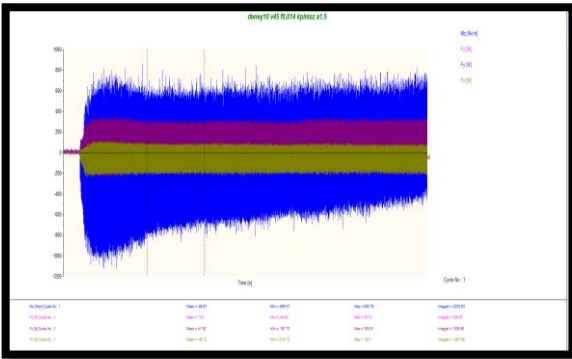
Fz: "Z" ekseninde ölçülmüş ortalama kesme kuvveti, N



Resim 2.1. Deney düzeneği genel görünümü



Şekil 2.2. Dinamometrenin pozitif yöndeki eksen ve moment yönleri



Resim 2.2. Kesme kuvveti değerlerinin okunması

2.5. Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi

Deneylerde kullanılan iş parçalarının yüzeyinde oluşan pürüzlülüğün ölçülmesinde MAHR-Perthometer-M1 taşınabilir yüzey pürüzlülük cihazı kullanılmıştır. Ölçümlerde ortalama yüzey pürüzlülük değeri olan Ra dikkate alınmıştır. İş parçalarını işlenen yüzeyleri üzerinde yapılan ölçümler deney numunesi yüzeyine paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. İşlenen yüzeyin üç farklı

yerinden ölçüm yapılarak bu değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.

2.6. Deney Düzeneği

Bu çalışmada AISI 304 ve AISI 316 L paslanmaz çelikleri kuru şartlar altında CNC freze tezgahında işlenmiştir. Deneylerde parmak freze çakıları ile iş parçalarının yüzeylerinde kanallar açılarak, işleme esnasında ortaya çıkan kuvvetler ile kanalın yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Her deney numunesinin yüzey pürüzlülüğü üç kere ölçülmüş olup bu değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Toplam 18 adet deney yapılmıştır. Her bir deney için ayrı bir kesici takım kullanılmıştır. Deney düzeneği genel görünümü Resim 2.1' de verilmiştir.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

AISI 304 ve AISI 316L paslanmaz çelik malzemelerin 4 ağızlı 8 mm çapında, kaplamalı karbür parmak freze çakısı ile işlenmesi neticesinde oluşan kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülük değerleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

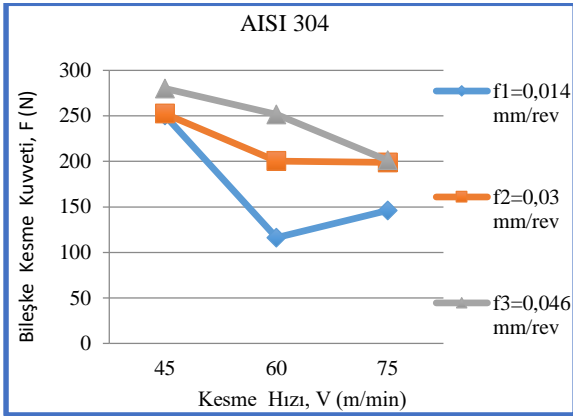
3.1. Kesme Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi

Deneylerde elde edilen kesme kuvveti değerlerinden Eşitlik-1 kullanılarak bileşke kuvvet değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bileşke kuvvet değerleri tablo haline getirilerek Çizelge 3.3'te verilmiştir.

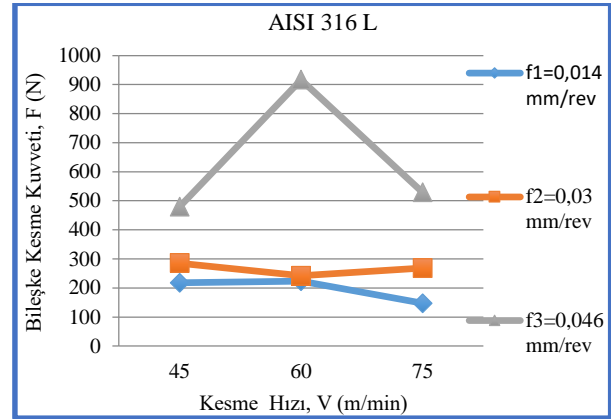
Çizelge 3.3. Deneylerden elde edilen kesme kuvvetleri değerleri

Deney No	Malzeme	Kesme Hızı, V (m/min)	İlerleme Oranı fz, (mm/rev)	Kesme Kuvveti, F
	M	V	fz	Fb
1	AISI 304	45	0,014	250
2	AISI 304	45	0,03	252
3	AISI 304	45	0,046	280
4	AISI 304	60	0,014	144
5	AISI 304	60	0,03	200
6	AISI 304	60	0,046	252
7	AISI 304	75	0,014	146
8	AISI 304	75	0,03	199
9	AISI 304	75	0,046	201
10	AISI 316L	45	0,014	218
11	AISI 316L	45	0,03	286
12	AISI 316L	45	0,046	479
13	AISI 316L	60	0,014	223
14	AISI 316L	60	0,03	242
15	AISI 316L	60	0,046	917
16	AISI 316L	75	0,014	147
17	AISI 316L	75	0,03	268
18	AISI 316L	75	0,046	529

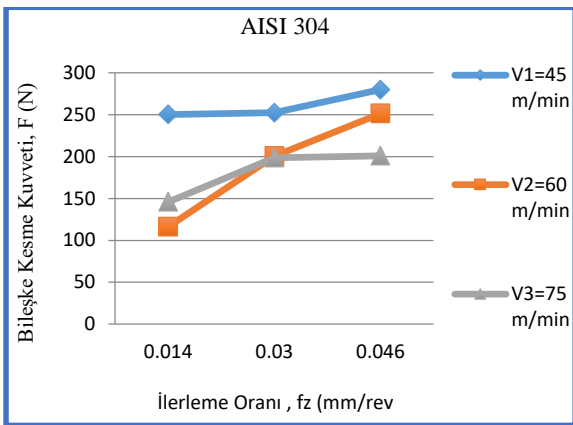
Elde edilen bu değerlerin daha net ifade edilebilmesi amacıyla Excel'de grafikleri çizdirilmiştir. AISI 316L ve AISI 304 paslanmaz çelik malzemeler için kesme hızının ve ilerleme oranının kesme kuvveti üzerindeki etkisini gösteren grafikler Şekil 3.3 - Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



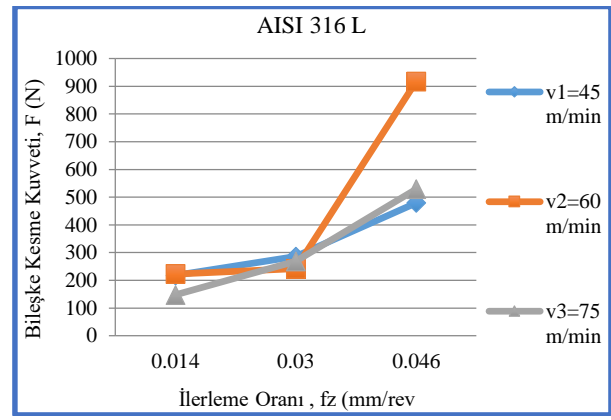
Şekil 3.3. AISI 304 malzemesi için, kesme hızının kesme kuvveti üzerindeki etkisi



Şekil 3.5. AISI 316 L malzemesi için, kesme hızının kesme kuvveti üzerindeki etkisi



Şekil 3.4. AISI 304 malzemesi için, ilerleme oranının kesme kuvveti üzerindeki etkisi



Şekil 3.6. AISI 316 L malzemesi için, ilerleme oranının kesme kuvveti üzerindeki etkisi

Grafikler incelendiğinde; AISI 304 malzemesinde ilerlemenin artmasına bağlı olarak kesme kuvvetlerinin arttığı gözükmektedir. Kesme hızı açısından değerlendirildiğinde, kesme hızının artmasına bağlı olarak kesme kuvveti değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. Fakat ilerleme oranının 0,03 mm/rev ve 0,046 mm/rev e çıkarılması ile kesme hızının artması kesme kuvvetlerinin artmasına sebep olmuştur.

İlerleme oranının artmasıyla, kesme kuvvetlerinin artması beklenen bir sonuçtur. İlerleme değerlerinin artmasıyla talaş kesitinin büyümesi, kesme kuvvetlerinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. [1-5-7-17-18-19].

Kesme hızının artması ile ısının artması, dolayısıyla talaş oluşumunun kolaylaşması ve sonucunda da kesme kuvvetlerinin azalması beklenen bir durumdur. Gerçekleştirilen çalışmada AISI 304 malzemede literatürde olduğu gibi kesme hızının artışı kesme kuvvetlerinin azalmasına sebep olmuştur. [1-5-18-19].

AISI 304 malzemesinin işlenmesinde en küçük kesme kuvvet değeri; V=60 m/min kesme hızı, f=0,014 mm/rev ilerleme oranında 144 N olarak ölçülmüştür.

AISI 304 malzemesinin işlenmesinde en yüksek kesme kuvvet değeri; V=45 m/min kesme hızı, f= 0,046 mm/rev ilerleme değerlerinde 280 N olarak ölçülmüştür.

Grafikler incelendiğinde; AISI 316 L malzemesinde ilerlemenin artmasına bağlı olarak kesme kuvvetlerinin arttığı gözükmektedir. Kesme hızı açısından değerlendirildiğinde, kesme hızının artmasına bağlı olarak kesme kuvveti değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. Kesme hızının kesme kuvvetleri üzerindeki etkisinin gösterildiği grafikte ilerleme oranının en yüksek değerinde (0,046 mm/rev) ve 60 m/min kesme hızı değerinde kesme kuvvetinin en fazla olduğu ve grafikte bir düzensizliğe sebep olduğu görülmektedir. Bu deney sonunda kesici takım incelendiğinde Talaş sıvanmasının (BUE) olduğu görülmüştür. Talaş sıvanması neticesinde uygun bir kesme işlemi yapılamamış ve dolayısıyla kesme kuvvetinin artmasına sebep olmuştur. Kesme hızı ve beraberinde ilerleme oranı değerlerinin artmasıyla ısının arttığı ve sonucunda talaş sıvanmasının olduğu ve bu durumun kesme kuvvetlerini arttırdığı düşünülmektedir [1-15-18-19].

AISI 316 L için en küçük kesme kuvvet değeri; V=75 m/min kesme hızı, f=0,014 mm/rev ilerleme oranında 147 N olarak ölçülmüştür.

AISI 316 L için en yüksek kesme kuvvet değeri ise; V=60 m/min kesme hızı, f= 0,046 mm/rev ilerleme değerlerinde 917 N olarak ölçülmüştür.

Deney esnasında yapılan analizler ile elde edilen sonuçlara göre, artan ilerleme oranı takımın işleme performansını azaltarak kesme kuvvetlerini artırmıştır. Fakat artan kesme hızı ile parça daha kolay işlenmiş ve kesme kuvvetleri azalmıştır. Böylece literatürdeki

çalışmaları destekler nitelikte sonuçlar alınmıştır [1-2-4-18-19].

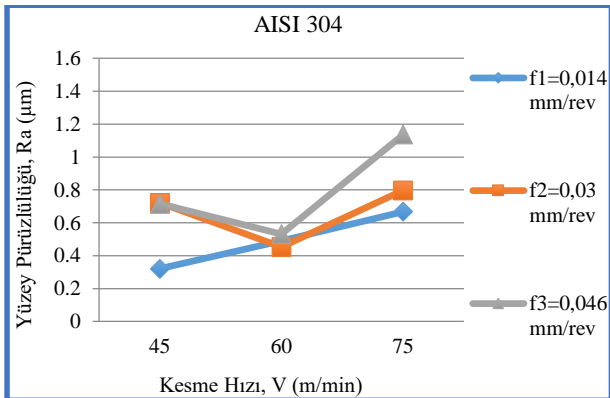
3.2. Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Her bir deneyden sonra, talaş kaldırılan yüzey üzerinden 3 adet yüzey pürüzlülük değeri ölçülmüş olup, bu değerlerin ortalaması alınarak Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

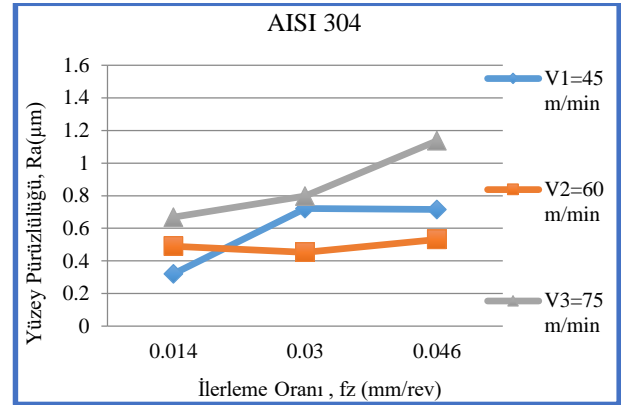
Çizelge 3.4. Deneylerden elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri

Deney No	Malzeme	Kesme Hızı, V (m/min)	İlerleme Oranı fz, (mm/rev)	Ra, (µm)
	M	V	fz	Ra
1	AISI 304	45	0,014	0,321
2	AISI 304	45	0,03	0,721
3	AISI 304	45	0,046	0,715
4	AISI 304	60	0,014	0,490
5	AISI 304	60	0,03	0,453
6	AISI 304	60	0,046	0,532
7	AISI 304	75	0,014	0,668
8	AISI 304	75	0,03	0,798
9	AISI 304	75	0,046	1,137
10	AISI 316L	45	0,014	0,552
11	AISI 316L	45	0,03	0,539
12	AISI 316L	45	0,046	1,520
13	AISI 316L	60	0,014	0,404
14	AISI 316L	60	0,03	0,503
15	AISI 316L	60	0,046	1,423
16	AISI 316L	75	0,014	0,396
17	AISI 316L	75	0,03	0,699
18	AISI 316L	75	0,046	1,191

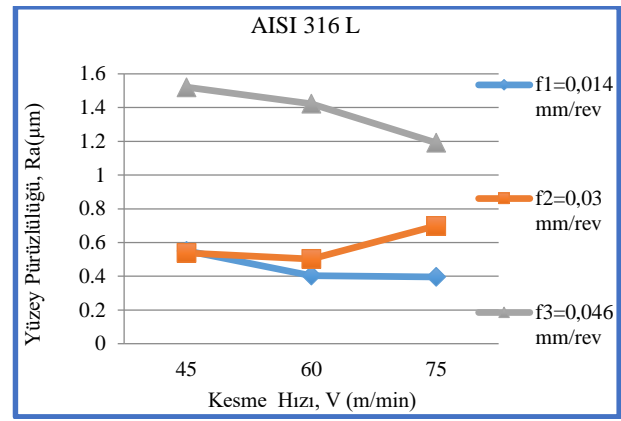
Deneylerden elde edilen sonuçların Excelde grafikleri çizdirilmiştir. AISI 316L ve AISI 304 paslanmaz çelik malzemeler için kesme hızının ve ilerleme oranının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini gösteren grafikler Şekil 3.7-Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



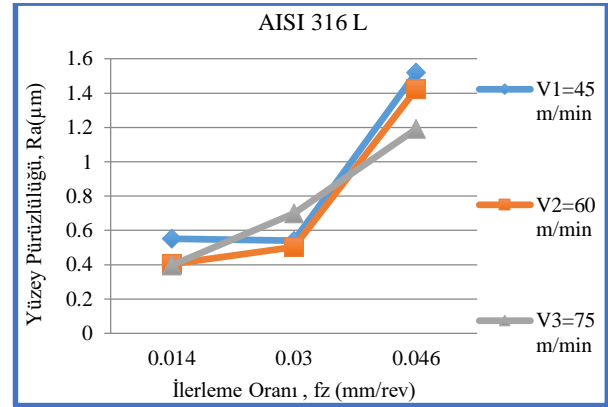
Şekil 3.7. AISI 304 malzeme için, kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi



Şekil 3.8. AISI 304 malzeme için, ilerleme oranının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi



Şekil 3.9. AISI 316L malzeme için, kesme hızı ve ilerleme oranının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi



Şekil 3.10. AISI 316L malzeme için, kesme hızı ve ilerleme oranının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi

Grafikler incelendiğinde, genel olarak kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir. Ancak ilerleme oranının değişmesiyle yüzey pürüzlülük değerleri de değişmektedir. İlerleme oranının artması; kesici takımında oluşan aşırı ısınma ve talaş yapışması ile iş parçası işlenirken takım zorlanmıştır. Bundan dolayı yüzey pürüzlülüğü artmıştır. Kesme hızı açısından değerlendirildiğinde az da olsa kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum kesme hızının artması neticesinde ısı oluşumunun arttığı ve dolayısıyla talaş oluşumunun kolaylaştığına atfedilebilir [1-5-17-18].

KAYNAKLAR

AISI 304 malzemesi için en küçük yüzey pürüzlülük değeri $V=45$ m/min kesme hızı, $f=0,014$ mm/rev ilerleme oranında $0,321$ μm olarak ölçülmüştür.

AISI 304 malzemesi için en yüksek yüzey pürüzlülük değeri ise, $V=75$ m/min kesme hızı, en yüksek ilerleme değeri olan $f=0,046$ mm/rev değerlerinde $1,137$ μm olarak ölçülmüştür.

AISI 316 L malzemesi için en küçük yüzey pürüzlülük değeri $V=75$ m/min kesme hızı, $f=0,014$ mm/rev ilerleme oranında $0,396$ μm olarak ölçülmüştür.

AISI 316 L malzemesi için en yüksek yüzey pürüzlülük değeri ise, $V=45$ m/min kesme hızı, en yüksek ilerleme değeri olan $f=0,046$ mm/rev değerlerinde $1,520$ μm olarak ölçülmüştür.

Elde edilen bu değerlerden ilerleme oranı ve kesme hızı arttıkça oluşan yüksek ısıdan dolayı kesici takıma talaş yapışması gözlemlenmiştir. Bununla beraber takım kesme işlemini yaparken zorlanmış ve böylece yüzey pürüzlülüğü değerleri artmıştır. [1-2-3-17-20].

IV. SONUÇLAR

AISI 316L ve AISI 304 malzemelerin 4 ağızlı $\varnothing 8$ lik kaplamalı karbür takım ile işlenmesi sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- İlerleme oranı değerlerinin artmasıyla, talaş kesiti artmış ve neticede kesme kuvveti değerleri artmıştır.
- Kesme hızı değerlerinin artması ile talaş kaldırma işlemi kolaylaşmış ve netice de kesme kuvvetleri azalmıştır.
- AISI 316L malzeme için kesme hızının 60 m/min ve ilerleme oranının 0,046 mm/rev olduğu deneyde talaş sıvanması oluşmuş ve netice de en büyük kesme kuvveti elde edilmiştir.
- Yüzey pürüzlülüğü üzerinde ilerleme oranının çok etkili olduğu gözlemlenmiştir.
- İlerleme oranı arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır.
- Yüzey pürüzlülük üzerinde kesme hızının önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür.
- Özellikle AISI 316L malzemesinin işlenmesinde talaş yapışması oluşmuştur. Bu durum kesme kuvvetinin artmasına ve yüzey pürüzlülük değerinin artmasına sebep olmuştur.

Deneyler esnasında talaş sıvanmasının oluşması istenen bir durum değildir. Bu yüzden, bu çalışmanın devamında, aynı kesme parametreleri ile minimum miktarda yağlama tekniği ile deneyler yapılacak ve ortaya çıkan sonuçlar kıyaslanacaktır.

V. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği CNC laboratuvarında gerçekleştirilmiş ve Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi tarafından desteklenmiştir. Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na ve desteklerinden dolayı Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimine teşekkür ederiz.

- [1] Günay,M. "AISI 316L Çeliğinin İşlenmesinde Takım Radyüsü Ve Kesme Parametrelerinin Taguchi Yöntemiyle Optimizasyonu " Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Cilt 28, No 3, 437-444, 2013.
- [2] Karabatak.M., Kara.F. " AISI D2 Soğuk İş Takım Çeliğinin Sert Tornalanmasında Yüzey Pürüzlülüğünün Deneysel Optimizasyonu" Politeknik Dergisi, 2016; 19 (3) : 349-355
- [3] Şirin.E." AISI D2 Soğuk İş Takım Çeliğinin Frezelenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Taguchi Metodu İle Optimizasyonu" Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3 (2015) 132-144
- [4] Dilipak.H. " Frezeleme İşlemlerinde Kesme Kuvveti, Titreşim Ve Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçlarının Modellenmesi" Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30(4):220-226
- [5] Kuram,E. "AISI 304 Paslanmaz Çeliğinin Frezelenmesinde Farklı Kaplama Malzemelerinin Takım Aşınmasına, Kesme Kuvvetine Ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri", Politeknik Dergisi, 2016; 19 (4) : 433-443
- [6] Uysal.A. " Ferritik Paslanmaz Çeliğin Çok Duvarlı Karbon Nanotüp Katkılı Kesme Sıvısı Kullanılarak Minimum Miktarda Yağlama Yöntemi İle Frezelenmesinde Kesme Sıcaklığının İncelenmesi " ,Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32:3 (2017)645-650
- [7] 7- Fedai,Y.,Ünüvar,S.,"316L Östenitik Paslanmaz Çeliklerin Frezelenmesinde İşleme Parametrelerinin Kesme Kuvvetleri ve Takım Aşınması Üzerindeki Etkileri ", 6.Ulusal talaşlı imalat sempozyumu ,Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi, (2015).
- [8] Kurşuncu.B.,Yaraş.A. " AISI O2 Çeliğinin Frezelenmesinde Minimum Miktarda Yağlama (MQL) Sisteminin Kesme Performansına Etkisi " Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi Cilt 5 Sayı 2 (2017), 125-128
- [9] Uysal.A. " Investigation of Surface Roughness and Chip Forms in Milling of Stainless Steel by MQL Method" 5th International Science Congress & Exhibition APMAS2015, Lykia, Oludeniz, April 16–19, 2015
- [10] Yiğit.R. " Investigation of the Effect of CuO Nanofluid in Minimum Quantity Lubrication Machining" Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering 14 (2014) 447-452
- [11] Uysal.A. " Applying Minimum Quantity Lubrication (MQL) Method on Milling of Martensitic Stainless Steel by Using Nano Mos2 Reinforced Vegetable Cutting Fluid" Procedia - Social and Behavioral Sciences 195 (2015) 2742 – 2747
- [12] Kuram.E. " The Effect Of Extreme Pressure Added Vegetable Based Cutting Fluids On Cutting Performance İn Milling" Industrial Lubrication and Tribology, Vol. 65 Issue: 3, pp.181-193
- [13] Kedare.S.B " Effect of Minimum Quantity Lubrication (MQL) on Surface Roughness of Mild Steel of 15HRC on Universal Milling Machine" Procedia Materials Science 6 (2014) 150 – 153
- [14] Xu,feng. Xu. " A Study On Process Parameters İn Endmilling of AISI-304 Stainless Steel Under Electrostatic Minimum Quantity Lubrication Conditions" Int J Adv Manuf Technol (2017) 90:979–989
- [15] San-Juan,M. " Study Of Cutting Forces And Temperatures İn Milling of AISI 316L" The Manufacturing Engineering Society International Conference, Procedia Engineering 132 (2015) 500 – 506
- [16] 16- Muthusamy.Y. "Wear Analysis When Machining AISI 304 With Ethylene Glycol/TiO2 Nanoparticle-Based Coolant" Int J Adv Manuf Technol (2016) 82:327–340
- [17] Çetin.M.,Bilgin.M. " Kaplamasız Sermet Takımla AISI 6150 Çeliğinin Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi " Electronic Journal Of Vocational Colleges December/Aralık 2011
- [18] Tekaslan.Ö, Gerger.N. " AISI 304 Paslanmaz Çeliklerde Kesme Parametrelerine Bağlı Olarak Yüzey Pürüzlülüklerinin Araştırılması" BAÜ FBE Dergisi Aralık 2008
- [19] Altan Özbek. N. Çiçek. A. "AISI 304 ve AISI 316 Östenitik Paslanmaz Çeliklerin İşlenebilirliğinin Değerlendirilmesi" Politeknik Dergisi, 2017; 20 (1) : 43-49
- [20] Dilipak.H. ,Gezgin.A. "AISI D3 Çeliğinin Frezelenmesinde, Kesici Uç Sayısı, Kesme Hızı ve İlerleme Miktarının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması" Politeknik Dergisi Cilt:13 Sayı: 1 s. 29-32, 2010.