



POLİTEKNİK DERGİSİ

*JOURNAL of POLYTECHNIC*

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/politeknik>

## AISI D2 ve AISI D3 soğuk iş takım çeliklerinin delinmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkisinin incelenmesi

*Investigation the effects of cutting parameters on the cutting forces in drilling AISI D2 and AISI D3 cold work tool steels*

*Yazar(lar) (Author(s)):* Hasan Basri ULAŞ

*ORCID:* 0000-0002-9754-6055

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz(To cite to this article):** Ulaş H. B., “AISI D2 ve AISI D3 soğuk iş takım çeliklerinin delinmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkisinin incelenmesi”, *Politeknik Dergisi*, 21(1): 251-256, (2018).

**Erişim linki (To link to this article):** <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

**DOI:** 10.2339/politeknik.412662

# AISI D2 VE AISI D3 Soğuk İş Takım Çeliklerinin Delinmesinde Kesme Parametrelerinin Kesme Kuvvetleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

*Araştırma Makalesi / Research Article*

**Hasan Basri ULAŞ**

Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 02.11.2016 ; Kabul/Accepted : 26.08.2017)

## ÖZ

Bu çalışmada, AISI D2 ve AISI D3 soğuk iş takım çelikleri, kaplamasız HSS ve karbür matkaplarla delinmiştir. Deneyler, 15, 20, 25 ve 30 m/dak kesme hızları ve 0,06; 0,08; 0,1 ve 0,12 mm/dev ilerleme değerleri kullanılarak CNC dik işlem merkezinde, kuru kesme şartlarında yapılmıştır. Delik delme işlemleri esnasında maksimum kesme kuvvetleri (Fz) ve maksimum momentler (Mz) ölçülmüştür. Kesme hızı, ilerleme, matkap malzemesi ve iş parçası malzemesinin maksimum kesme kuvvetleri ve maksimum momentler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Artan ilerleme ile birlikte her iki iş parçası malzemesinin delinmesinde de kesme kuvvetleri genellikle artmıştır. Kesme hızının maksimum kesme kuvveti üzerinde çok belirgin bir etkisi görülmemiştir. AISI D3 çeliğinin delinmesinde oluşan kuvvetlerin, AISI D2 çeliğine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, HSS matkaplarla oluşan kuvvetlerin de karbür matkaplara kıyasla daha yüksek olduğu da ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** AISI D2, AISI D3, delik delme, kesme kuvveti.

## Investigation The Effects of Cutting Parameters on the Cutting Forces in Drilling AISI D2 and AISI D3 Cold Work Tool Steels

### ABSTRACT

In this study, AISI D2 and AISI D3 cold work tool steels were drilled by using uncoated HSS and carbide drill bits. The drilling tests were performed on a CNC vertical machining centre at 15, 20, 25 and 30 m/min cutting speeds and 0.06, 0.08, 0.1 and 0.12 mm/rev feed rate without coolant. Maximum cutting force (Fz) and maximum torque values were measured during the drilling process. The effects of cutting speed, feed rate, and drill and workpiece material on the maximum cutting force and torque were investigated. Increasing the feed rate generally lifted the maximum cutting forces up for the test parts. However, the cutting speed did not have a clear effect on the maximum cutting forces. In drilling of AISI D3 cold work tool steel, higher forces were obtained than those obtained in drilling of AISI D2 cold work tool steel. In addition, carbide drill bits led to the lower forces than did HSS drill bits.

**Keywords:** AISI D2, AISI D3, drilling, cutting force

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte endüstriyel alanda takım çeliklerinin kullanımı hızla artmaktadır. İçerdikleri alaşım elementleri ve maruz kaldıkları ısı işlemler sonucu takım çelikleri yüksek mukavemet, iyi aşınma direnci ve iyi ısıl kararlılık gibi üstün özellikler sergilemektedirler. Ayrıca korozyona karşı direnci de sağlık sektörü için bu malzemeyi önemli hale getirmiştir. Çok çeşitli özelliklere sahip bu malzemenin işleme sürecindeki davranışları üzerine pek çok çalışma yapılmış olup halen bu konudaki çalışmalar da devam etmektedir.

Soğuk iş takım çelikleri imalat ve takım sektörü gibi alanlarda giderek artan kullanımına bağlı olarak bu alaşımların işlenebilirliği önemli bir araştırma konusu olmuştur. Soğuk iş takım çeliklerinin işlenmesi sırasında gösterdiği davranışlar diğer malzemelere göre daha farklıdır. Bu malzemelerin yüksek dayanımı, talaş kaldırma sırasında kesici takımın üzerine yaptığı etki kesmenin optimum bir şekilde gerçekleşmesini engellenmektedir.

Makina imalat endüstrisi denilince akla ilk gelen; iş parçası, kesici takım ve takım tezgâhidir. İmalat sanayinde alaşımli çelik ve dökme demirden yapılan makina ve teçhizatlar veya ürünler torna, freze, matkap, taşlama gibi takım tezgâhları kullanılarak nihai geometrilerine getirilirler. Takım tezgâhına bağlanan iş

\*Sorumlu yazar (Corresponding Author)  
e-posta : bulas@gazi.edu.tr

parasının kesici takımlar aracılığı ile istenilen geometri, ölçü ve yüzey kalitesine getirilme işlemi talaş kaldırma işlemi olarak adlandırılır. Talaş kaldırma işlemleri imalat endüstrisinde kullanılan temel imalat işlemlerinin bir grubudur. Özellikle işleme maliyetini azaltmak ve ürün kalitesini iyileştirme isteği talaş kaldırma alanında araştırmaların yapılmasını da zorunlu kılmaktadır [1,2].

İşlenen iş parçasının istenilen toleranslar dâhilinde üretilebilmesi sadece kullanılan kesici, iş parçası malzemesine bağlı değildir. Takım tezgâhının uzun ömürlü olabilmesi, tezgah hassasiyetinin uzun süre korunabilmesi için işlenen parçaya ve tezgahlara etki eden yüklerine etkisiyle meydana gelen gerilmelerin belirlenmesi gerekir. Çeşitli nedenlerle teorik olarak belirlenen gerilme değerleri ile uygulamalı olarak elde edilen değerler örtüşmemektedir. Bu nedenle kuvvetlerin deneysel olarak analizi ve ölçülmesi gerekir [3,4]. Dolayısı ile emniyetli bir çalışma ortamının gerçekleştirilmesi, üretilecek ürün ve sistemin uzun ömürlü, kaliteli ve ekonomik olabilmesi için kesici takım ve takım tezgahlarını etkileyen bütün kuvvetlerin doğru ve hassas olarak ölçülmesi gerekmektedir. Bütün parça ve sistemlerin dayanım hesaplarının teorik olarak yapılması her zaman kolay olmayabilir. Hesaba katılmayan ve belirlenmeyen faktörler ileride olumsuz sonuçlar doğurabilir [3].

Seramik takımlarla AISI D2 çeliğinin tormalanmasında, kesme hızının yükselmesiyle birlikte aşırı derecede yanak aşınmasının oluştuğunu tespit edilmiştir [4, 5]. AISI D2, AISI H11, 35NiCrMo16 ve AISI 52100 çeliklerini CBN kesici takımlarla işlemiş ve takım aşınmasına en etkili faktörün iş parçalarının mikro yapılarında bulunan karbür oluşumlarının olduğunu tespit edilmiştir. [6]. AISI 1040 çeliğinin tormalanması esnasında, kesme hızının, ilerleme miktarının, kesme derinliğinin artışıyla sıcaklık değerlerinin artış gösterdiği gözlemlenmiştir [7]. Bir başka çalışmada AISI 316Ti malzemesinin tormalanmasında, kesici uç yarıçapının kesici aşınmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Büyük kesici uç yarıçaplı kesicinin aşınma dayanımının daha yüksek olmasını, kesici-talaş ara yüzeyinde meydana gelen yüksek sıcaklığın daha geniş yüzeye yayabilmesinden kaynaklandığına dayandırmışlardır [8].

Makine imalat alanında kullanılan temel talaşlı imalat işlemlerinde delik delme operasyonları, %20-30'a yakın bir yer kaplamaktadır [8-9]. Bu da aslında, delik delme malzemelerin talaş kaldırarak şekillendirilmesinde önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Fakat önceleri delik delme çalışmalarına gerekli önem verilmemiştir. Son yıllarda delik delme çalışmaları artmaya başlamıştır. Yapılan çalışmalarda ise, delik delme sürecinde işleme performansına etki eden faktörlerden kesici takım türü ve uç geometrisi, iş parçası malzemesi, delik çapı, tezgah rijitliği, soğutma sıvısı, kesme hızı ve ilerleme gibi kesme parametreleri ile ilgili çeşitli deneyler yapılmıştır. Delinen malzemenin tanecik yapısı ve sertliğinin kesme olayına etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

SAE 308 ve 390 malzemelerinin delinmesinde, ilerleme miktarının artmasıyla talaşın kalınlaştığını, soğutma sıvısı kullanıldığında talaşın daha kıvrımlı olduğunu, ilerleme kuvvetinin ilerleme miktarının artışıyla arttığını tespit ederek, ilerleme kuvveti ve momentin matkap malzemesi ve uç açısıyla değiştiğini belirtmişlerdir [8-10]. İlerleme miktarı artışına karşın sıcaklığın azalmasını daha hızlı talaş tahliyesi ve matkap-talaş temas süresinin daha kısa olmasına yorumlamışlardır [11, 12]. Kaplamalı ve kaplamasız farklı uç açılı helisel matkaplarla, Al 2024-T4 iş parçasına kuru kesme şartlarında delmiş ve en yüksek sıcaklık değerini 118° uç açılı kaplamasız matkapla, en az sıcaklık değerini ise 130° uç açılı kaplamalı matkapla yapılan işlemlerde elde etmiştir [13-16].

Yapılan literatür araştırmalarında, malzemeler üzerinden talaş kaldırılmasına (işlenebilirlik) yönelik birçok çalışmanın yapıldığı ve halen yapılmakta olduğu gözlenmiştir. Özellikle de, malzemelerin tormalanması ve frezelemesi yönünde çalışmalar oldukça fazladır. Delik delme yönünde ise çalışmalar az ve yenidir. Bunlarla birlikte, soğuk takım çelikleri olarak adlandırılan AISI D3 ve D2 malzemelerine yönelik delik delme çalışmalarının oldukça kısıtlı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, imalat sanayisinde yaygın kullanıma sahip olan AISI D3 ve AISI D2 malzemelerinin delinmesine yönelik bir çalışma amaçlanmıştır. Deneyler için, imalat sanayisinde yaygın kullanıma sahip kaplamasız HSS ve karbür matkapları tercih edilmiştir. Deneylerde, iş parçası malzemesi ve kesme parametrelerinin, kesme kuvvetleri ve moment üzerindeki etkileri incelenmiştir. Böyle bir çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

## 2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

Çalışmada 2 farklı soğuk iş takım çeliği malzeme (AISI D2 ve AISI D3) kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan iş parçası malzemelerinin kimyasal bileşimleri Tablo 1'de ve mekanik özellikleri ise Tablo 2'de verilmiştir. Malzemeler, Ø8 mm çapında kaplamasız HSS ve karbür matkaplar kullanılarak kuru kesme şartlarında delinmiştir. Kullanılan her iki matkap ta 118° uç açısına sahip olup kaplamasızdır. Matkaplar, CNC dik işlem merkezine bir pens yardımıyla rijit bir şekilde bağlanmıştır. Delikler, boydan boya delik delme yöntemi (devam eden ilerleme hareketi ile delik delme) kullanılarak açılmıştır. Kesme parametrelerinin belirlenmesinde yapılan çalışmalar ve takım üretici firmaların önerileri dikkate alınmıştır. Deneylerde kullanılan tüm kesme şartları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3’de verilen şartlara göre: 2 Malzeme, 2 Kesici takım, 4 ilerleme ve 4 Kesme hızı için toplamda 64 adet deney yapılması gerekmektedir.

statoru (Kistler 5221B1), çok kanallı bir sinyal şartlandırıcısı (Kistler 5223B2) ve bağlantı kabloları ile 8 kanallı bir A/D kartını (Kistler 2855A4) da

**Çizelge 1.** AISI D2 ve AISI D3 soğuk iş takım çeliği malzemelerin kimyasal bileşimleri (Chemical composition of AISI D2 and AISI D3 cold work tool steel Materials)

AISI/TSE	DIN	C	Si	Mn	P	Cr	Mo	V
D2/Ç2379	X 155 CrVMo121	1,55				12,00	0,70	1,00
D3/Ç2380	X210 Cr 12	2,10	0,30	0,30	0,01	11,00		

**Çizelge 2.** AISI D2 ve AISI D3 malzemelerin mekanik özellikleri (Mechanical properties of AISI D2 and AISI D3 materials)

AISI D2/Ç2379		AISI D3/Ç2380	
Yoğunluk	7.7 x 1000 kg/m <sup>3</sup>	Yoğunluk	7.7 x 1000 kg/m <sup>3</sup>
Erime noktası	1421°C	Erime noktası	1421°C
% uzama (Poisson oranı)	0.27-0.30	% uzama (Poisson oranı)	0.27-0.30
Termal uzama (20-100°C)	10.4 x 10 <sup>-6</sup> /°C	Termal uzama (20-100°C)	12 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Sertleştirme sertlik (HRc)	59	Sertleştirme sertlik (HRc)	61

**Çizelge 3.** Delme deneylerinde kullanılan kesme parametreleri (Cutting parameters used in drilling experimental)

İş Parçası Malzemesi AISI/TSE	Kesici Takım	İlerleme (f: mm/dev)	Kesme Hızı (V:m/dak)
AISI D2/Ç2379	Ø 8 mm HSS Matkap	0,06 mm/dev	15 m/dk
AISI D3/Ç2380	Ø 8 mm Karbür Matkap	0,08 mm/dev	20 m/dk
		0,1 mm/dev	25 m/dk
		0,12 mm/dev	30 m/dk

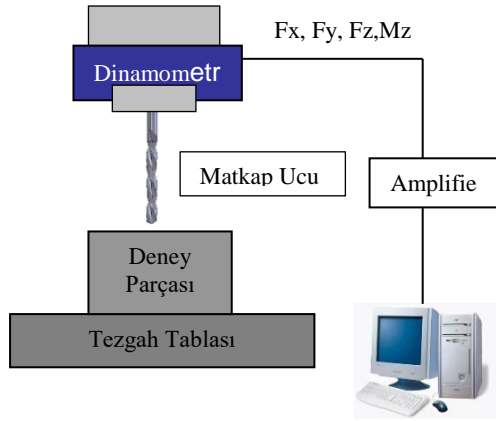
Çalışmada 2 farklı soğuk iş takım çeliği malzeme (AISI D2 ve AISI D3) kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan iş parçası malzemelerinin kimyasal bileşimleri Çizelge 1’de ve mekanik özellikleri ise Çizelge 2’de verilmiştir. Malzemeler, Ø8 mm çapında kaplamasız HSS ve karbür matkaplar kullanılarak kuru kesme şartlarında delinmiştir. Kullanılan her iki matkap ta 118° uç açısına sahip olup kaplamasızdır. Matkaplar, CNC dik işlem merkezine bir pens yardımıyla rijit bir şekilde bağlanmıştır. Delikler, boydan boya delik delme yöntemi (devam eden ilerleme hareketi ile delik delme) kullanılarak açılmıştır. Kesme parametrelerinin belirlenmesinde yapılan çalışmalar ve takım üretici firmaların önerileri dikkate alınmıştır. Deneylerde kullanılan tüm kesme şartları Çizelge 3’te verilmiştir. Çizelge 3’de verilen şartlara göre: 2 Malzeme, 2 Kesici takım, 4 ilerleme ve 4 Kesme hızı için toplamda 64 adet deney yapılması gerekmektedir.

Kesme kuvvetleri dört bileşenli piezoelektrik esaslı bir Kistler 9123C dönen tip kuvvet/moment ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ,  $M_z$ ) dinamometresi vasıtasıyla ölçülmüştür. Kesme kuvveti ölçüm sistemi, aynı zamanda bir bağlama aparatı yardımıyla dik işleme merkezine monte edilebilen bir

ölçmektedir. Kesme kuvveti sistemi ile ölçülen veriler, DynoWare (Type 2825D-02) bilgisayar programı yardımıyla işleme tabi tutulmuştur. Bu çalışmada kullanılan deney düzeneğinin CNC tezgahı üzerindeki montajı Şekil 1’de gösterilmektedir. Deney düzeneği şematik olarak ta Şekil 2’de verilmiştir. Delme deneyleri için bir CNC Johnford VMC 550 dik işlem merkezi kullanılmıştır.



**Şekil 1.** CNC tezgahı ve deney düzeneği (CNC machine and Experiment setup)

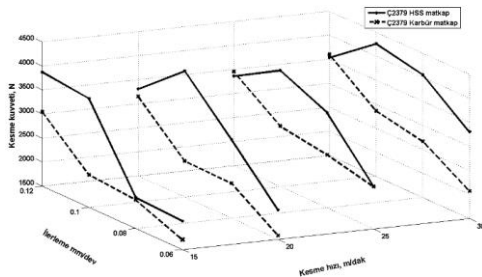


Şekil 2. Deney düzeneğinin şematik gösterilişi (Schematic representation of the experiment setup)

### 3. BULGULAR ve SONUÇ ( FINDINGS AND RESULTS)

Şekil 3'te AISI D2 (2379) soğuk iş takım çeliğinin karbür ve HSS matkaplarla delinmesi esnasında matkaba etki eden en yüksek kesme kuvvetlerinin ( $F_{max}$ ) kesme hızı ve ilerleme ile değişimleri verilmiştir. Kesme kuvvetleri delik delme işlemlerinde oluşan ısı, delik kalitesi ve matkap aşınması üzerinde etkilidir. Özellikle yüksek kesme kuvvetleri sonucu oluşan yüksek sıcaklık matkap aşınmasını hızlandırır ve delinen parça kalitesini olumsuz etkiler. Ayrıca, yüksek kesme kuvvetleri delinen deliklerin dairesellikten sapma (ovalite) değerlerini artırır ve delik alt yüzeyinde oluşan çapak büyüklüğünü de artırır [14].

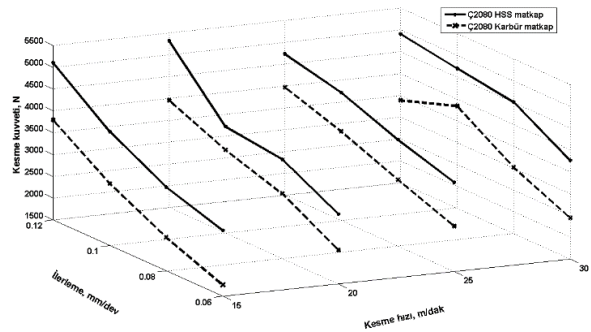
Şekil 3'ten ilerleme değerinin artması ile genel olarak kesme kuvvetinin her iki matkap için de arttığı görülmektedir. Talaşlı imalat işlemlerinde artan ilerleme değeri ile kesme kuvvetlerinin artması beklenen bir durumdur [15]. Artan ilerleme ile birlikte deforme olmamış talaş kesiti artar bu durum da kesme kuvvetlerinin artmasına neden olur. HSS matkaplarla delme işlemlerinde 0,08 mm/dev ilerleme değerine kadar ilerlemenin artması ile kuvvetler artarken bu değerden sonra ilerleme değerindeki artışla kuvvetlerin düştüğü görülmektedir. Bu durum için, f: 1,2 mm/dev ilerleme hızı ile delik içindeki talaşın daha hızlı dışarı atıldığı, dolayısı ile kesici üzerinde talaş yapışmasının daha az meydana geldiği yorumu yapılabilir [16]. Artan ilerleme değeriyle kesme kuvvetlerinin düşmesi talaşlı imalat işlemlerinde nadiren görülen bir durumdur.



Şekil 3. AISI D2 takım çeliğinin delinmesinde oluşan en yüksek kesme kuvvetleri ( $F_{max}$ ) (AISI The highest cutting forces ( $F_{max}$ ) formed in the drilling of the D2 tool steel)

Şekil 3'ten kesme hızının değişimi ile kesme kuvvetlerinin bir miktar değiştiği görülmektedir. Karbür matkaplarla delme işleminde oluşan kesme kuvvetlerinin HSS matkaplarla delme işleminde oluşanlara göre daha düşük olduğu görülmektedir. Karbür matkaplarla oluşan aşınma dirençlerinden dolayı matkabin kesici uçlarının HSS takımlara göre daha uzun süre keskinliklerini korumalarıyla açıklanabilir. Ayrıca, karbür matkaplara iş parçası yapışma eğiliminin daha az olmasıyla da açıklanabilir [17]. Bilindiği gibi karbür takımlar, HSS'ye oranla ısı kararlılığı daha yüksek olup talaşlı imalat işlemleri esnasında daha az yapışma eğilimi gösterir [18]. Dolayısıyla, bu daha az yapışma eğiliminden dolayı daha düşük kesme kuvvetleri oluşur.

Şekil 4 AISI D3 soğuk iş takım çeliğinin delinmesi esnasında oluşan en yüksek kesme kuvvetlerini göstermektedir. Bu malzemenin delinmesinde artan ilerleme değeriyle kesme kuvvetlerinin çoğunlukla arttığı görülmektedir. Matkap malzemesinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi AISI D2 malzemeye göre daha açık bir şekilde görülmektedir. Kesme kuvvetindeki artış, AISI D3 kimyasal bileşiminin kazandırdığı mekanik özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir [18]. AISI D3 malzemenin delinmesinde HSS matkapla elde edilen kesme kuvvetlerinin karbür matkapla elde edilenlere göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

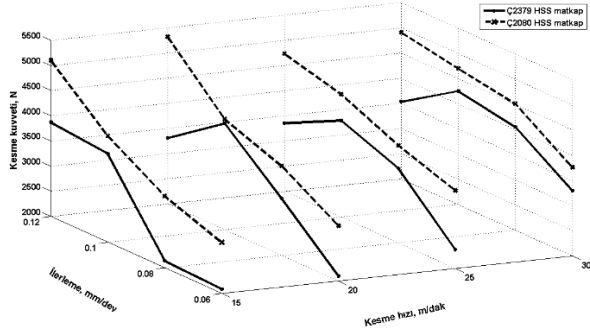


Şekil 4. AISI D3 takım çeliğinin delinmesinde oluşan en yüksek kesme kuvvetleri ( $F_{max}$ ) (The highest cutting forces ( $F_{max}$ ) formed in the drilling of AISI D3 tool steel)

Şekil 3 ve Şekil 4'e bakıldığında her iki iş parçası malzemesi ve her iki matkap çeşidi için de ilerlemenin artmasıyla kesme kuvvetinin arttığı açık bir şekilde görülmektedir. Bununla birlikte HSS matkapların Karbür matkaplara göre daha büyük kesme kuvveti oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca kesme hızının değişiminin kesme kuvveti üzerinde belirgin bir etkisi olmadığıda görülmektedir.

AISI D2 ve AISI D3 soğuk iş takım çeliklerinin HSS matkap ile delinmesi sonucu ölçülen kuvvetler karşılaştırmalı olarak Şekil 5'te gösterilmiştir. AISI D3 soğuk iş takım çeliğinin sertliği, akma dayanımı ve çekme dayanımının AISI D2 soğuk iş takım çeliğinkinden daha fazla olduğu bilinmektedir [19]. Şekil 3'te AISI D2 için ölçülen en düşük kuvvet yaklaşık

4250 N olarak görülürken Şekil 4'te AISI D3 için ölçülen en yüksek kuvvetin yaklaşık 5400 N civarında olduğu görülmektedir. AISI D3 malzemedeki bu yüksek kuvvetler bu malzemenin yüksek akma ve çekme dayanımları ile açıklanabilir. Ayrıca, bu malzemenin sertliğinin daha yüksek olması da hızlı takım aşınmasına neden olacağı için kuvvetlerin yüksek çıkmasında yüksek sertliğin de katkısı olabilir [18-20].



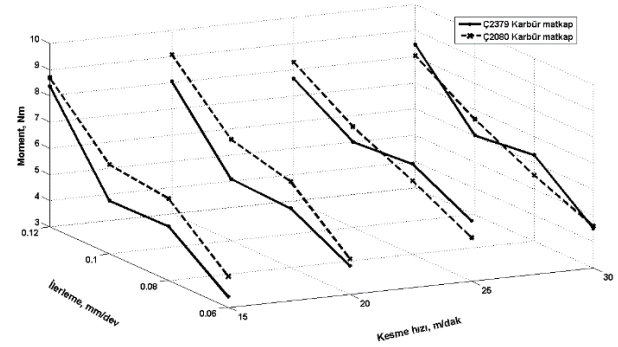
**Şekil 5.** HSS matkaplarla elde edilen kesme kuvvetlerinin iş parçası malzemesine göre değişimi (Change of cutting forces obtained by HSS drills according to workpiece material)

Şekil 5'ten ayrıca AISI D3 malzemenin delinmesinde ölçülen kesme kuvvetlerinin kesme hızı ve ilerlemeye göre daha düzenli bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Artan ilerleme ile kesme kuvvetleri artmaktadır. Bu durum talaşlı imalat işlemlerinde beklenen bir durumdur. Ancak, AISI D2 malzemedeki özellikle en yüksek ilerleme değerinde bir önceki ilerleme değeri ile karşılaştırıldığında kesme kuvvetlerinde düşüşler görülmektedir. Bu durum AISI D2 malzemenin düşük sertliği ve dolayısıyla yüksek sünekliliği ile açıklanabilir [18-20]. Yüksek sünekliliğin talaşlı imalat işlemleri esnasında yığıntı talaş (BUE) oluşumu ve işlem esnasında bu yığıntı talaşın kopmasıyla kesme kuvvetlerinde düzensizliğe neden olması muhtemeldir. Dolayısıyla, AISI D2 malzemenin delinmesinde, yüksek ilerlemede kesme kuvvetlerinde gözlemlenen düşüş bu şekilde açıklanabilir.

Özellikle delik delme işlemlerinde matkabın burulmasına veya çok fazla olması durumunda da kırılmasına yol açabilecek bir başka etken ise döndürme momentidir. Matkapların helisel kanalları, burulma gerilmelerine karşı matkapları daha hassas yapar. Dolayısıyla, sağlıklı bir delme işlemi yapabilmek için momentlerin matkapların direnç gösterebileceği değerlerden düşük olması gerekir [15,16].

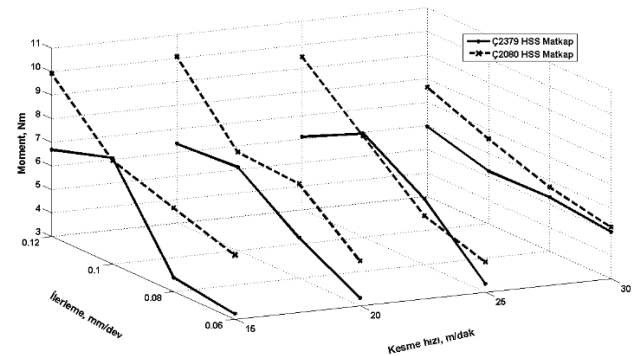
AISI D2 ve AISI D3 malzemedeki karbür matkap kullanılarak yapılan deneylerde dört farklı kesme hızı ve dört farklı ilerleme için elde edilen moment değerleri Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6'dan görüldüğü gibi artan ilerleme moment değerlerinin arttığı görülmektedir. Bununla birlikte, her iki malzemenin karbür matkapla delinmesinde elde edilen moment değerlerinin birbiri yakın olduğu görülmektedir. Dolayısı ile elde edilen

grafik, momentin malzeme tipinden çok fazla etkilenmediğini ortaya koymaktadır.



**Şekil 6.** AISI D2 ve AISI D3 iş parçasının karbür matkaplarla delinmesinde elde edilen moment değerleri (Moment values obtained by drilling AISI D2 and AISI D3 workpieces with carbide drills)

Şekil 7. de AISI D2 ve AISI D3 çeliklerin HSS matkapları ile delinmesinde elde edilen moment grafiği verilmiştir. Genel itibarı ile AISI D3 malzemesi için elde edilen moment değerleri, AISI D2'ye kıyasla daha yüksek elde edilmiştir. Fakat ilerleme artışı karşısında moment kararlı bir şekilde artış göstermiştir. AISI D3 malzemesinin HSS matkaplarla delinmesinde ani moment dalgalanmalarının yaşanmayacağı ortaya çıkmaktadır. Artan kesme hızı ile AISI D3 malzemesinin delinmesinde moment azalma eğilimine girmiştir. Fakat AISI D2 malzemesinin HSS matkapları ile delinmesinde genel itibarı ile en düşük moment değerleri elde edilmesine karşın artan ilerleme ile kararlı bir artış söz konusu değildir. AISI D2 malzemesinin delinmesinde meydana gelen kesici yapışmaları ve olası BUE problemlerinin momentleri etkilediği anlaşılmaktadır.



**Şekil 7.** AISI D2 ve AISI D3 malzemesini HSS matkapları delinmesinde elde edilen moment grafikleri (AISI D2 and AISI D3 material moment graphs obtained at the drilling of HSS drills)

## 6. TARTIŞMA (DISCUSSION)

Endüstride yaygın olarak kullanılan AISI D2 ve AISI D3 soğuk iş takım çeliklerine HSS ve karbür matkaplarla farklı işlem koşullarında delik delme işlemleri gerçekleştirilen bu çalışmada kesme kuvvetleri ve momentler ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar:

1. Artan ilerleme ile birlikte AISI D3 soğuk iş takım çeliği malzemede kesme kuvvetleri artmıştır. AISI D2 soğuk iş takım çeliği malzemede de benzer bir eğilim görülmekle birlikte bazen ilerleme değerinin artmasıyla kesme kuvvetlerinde düşüşler görülmüştür.
2. AISI D2 malzemede kesme kuvvetlerindeki bu beklenmedik düşüşler bu malzemenin AISI D3 malzemeye göre daha yüksek olan sünekliği ile açıklanmıştır.
3. Karbür matkapla delme işlemi esnasında oluşan kuvvetlerin HSS matkapla delme işlemi esnasında oluşanlara göre daha düşük olduğu görülmüştür.
4. Karbür matkapla elde edilen düşük kuvvetler karbür matkaplara daha düşük iş parçası yapışma eğilimine ve karbür matkapların daha yüksek aşınma direncine dayandırılmıştır.
5. AISI D2 malzemenin delinmesinde oluşan kuvvetlerin AISI D3 malzemenin delinmesinde oluşan kuvvetlerden daha düşük olduğu görülmüştür.
6. HSS matkaplarla yapılan deneylerde en yüksek moment, AISI D3 malzemesinin delinmesinde elde edilmiştir. Elde edilen moment, artan ilerleme ile karalı bir artış göstermiştir. Artan kesme hızı ile de düşüş eğilimine girmiştir.
7. AISI D2 malzemesinin HSS matkapları ile delinmesinde en düşük moment değerlerinin elde edilmesinin yanında moment artışlarının kararlı olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, AISI D2 malzemesinin delinmesinde ortaya çıkan talaş yapışmaları ve BUE ile açıklanmıştır.

#### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

2007-29 numaralı projeye vermiş oldukları destekten dolayı Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Şahin, Y., "Kesici Takım Geometrisi ve Seçimi", *Talaş Kaldırma Prensipleri*, Cilt 1 Ankara, (2000).
- [2] Trent, E.M., "Metal Cutting" 2<sup>nd</sup> Edition, Butterworth-Heinemann, (1991).
- [3] Şeker, U., "Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı", *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları*, Ankara, 2000.
- [4] Süzgül M. Ve Kayır Y., "DIN 1.2311 ve DIN 1.2738 Kalıp çeliklerinin İşlenebilirliği" 3. *Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu*, 4-5 Ekim, Ankara., (2012).
- [5] Korkut, İ., Dönertaş, M.A., Şeker, U., "Üç Boyutlu Dinamometre Tasarımı ve İmalatı", *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi*, 2(1-2): 115-116, Karabük.

- [6] Davim, J. P., Figueira, L., "Machinability Evaluation in Hard Turning of Cold Work Tools Teel (D2) With Ceramic Tools Using Statistical Techniques", *Materials and Design*, 28: 1186-1191, (2007).
- [7] Poulachon, G., Bandyopadhyay, B.P., Jawahir, I.S., Pheulpin, S., Seguin, E., "Wear Behavior of CBN Tools While Turning Various Hardened Steels", *Wear*, 256: 302-310, (2004).
- [8] Kayır Y., Arslan S. Ve Aytürk A., "AISI 316Ti Paslanmaz Çeliğin Tornalanmasında Kesici Uç etkisinin Taguchi İle Analizi", *Gazi Ü. MMF Dergisi* 28: 363-372, (2013).
- [9] Silva, M. B., Wallbank, J., "Cutting Temperature: Prediction and Measurement Methods-a Review" *Journal of Materials Processing Technology*, 88: 195-202, (1999).
- [10] Haan, D. M., Batzer, S. A., Olson, W. W., Sutherland, J. W., "An Experimental Study of Cutting Fluid Effects in Drilling" *Journal of Materials Processing Technology*, 71: 305-313, (1997).
- [11] Bağcı, E., Özcelik, B., "Finite element and experimental investigation of temperature changes on a twistdrill in sequential dry drilling" *Int J. Adv. Manufacturing Technology*, 28: 680-687, (2006).
- [12] Brandao, L. C., Coelho, R T., Lauro, C. H., "Contribution to Dynamic Characteristics of the Cutting Temperature in the Drilling Process Considering One Dimension Heat Flow", *Applied Thermal Engineering*, 31: 3806-3813, (2011).
- [13] Yağmur, S., Acır, A., Şeker, U., Günay, M., "Delik Delme İşlemlerinde Kesme Parametrelerinin Kesme Bölgesindeki Sıcaklığa Etkisinin Deneysel İncelenmesi" *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28(1): 1-6, (2013).
- [14] Tekait, İ., Demir, H., "AISI H13 ve AISI D2 Çeliklerinin Delinmesi Esnasında Kesme Bölgesinde Oluşan Sıcaklığa Kesici Takım Kaplamasının ve İşleme Parametrelerinin Etkisi", *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 30: 289-296, (2015).
- [15] Kayır Y. ve Usta M., "Üniversal torna tezgâhında içten soğutmalı karbür Matkaplarla AISI 1050 malzemesinin Delinmesinde kesme Kuvvetleri ve sıcaklık etkisinin araştırılması" *UMAS'2017*, 11-13 Eylül, Düzce, (2017).
- [16] Usta M. Ve Kayır Y., "GGG40 Malzemesinin CNC Torna Tezgahında Karbür Matkaplarla Delinmesinde Sıcaklık ve Delme Kuvvetlerinin Araştırılması", *MAKU FEBED*, 8: 231-238, (2017).
- [17] Kaynak, Y., "Matkap ile Delik Delme Esnasında Kesme Parametrelerinin Kesme Kuvveti ve Sıcaklığın Değişimine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi", *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 58-69, (2006).
- [18] Kaplan, Y., Nalbant, M., Gökkaya, H., "AISI D2 ve AISI D3 Soğuk İş Çeliklerinin Delinmesinde İşleme Parametrelerinin Çapak Oluşumuna Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi", *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(1): 37-46, (2011).
- [19] DeGarmo, E.P., Black, J.T. and Kohser, R.A., "Materials and Processes in Manufacturing", Prentice-Hall Inc., New Jersey, 8th Edition, (1997).
- [20] Kalpakjian, S., Schmid, S.R., Musa, H., "Manufacturing Engineering and Technology", 6th Edition in SI Unit, Prentice Hall, (2009).