

# P20 Çeliğinin CBN ile Yüksek Hızlarda Frezelenmesi Sırasında Kesme Derinliği ve Genişliği Değerinin Aşınma ve Yüzey Pürüzlülüğüne Olan Etkisinin İncelenmesi

Serkan ATEŞ

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Kampüs, 71450, Kırıkkale, TÜRKİYE  
Tel : +90 (0318) 357 42 42/ 1052 ; Faks : +90 (0318) 357 24 59, sates@kku.edu.tr

x

**Özet—** Bu çalışmada 55 HRC'ye sertleştirilmiş P20 kalıp çeliği; iki farklı tip CBN kesici takımla, yüksek hızlarda işlenmiştir. Deneylerde kullanılan CBN kesici takımların birincisi düşük CBN katkılı (CBN-DS) ve seramik bağlayıcıdır. Diğeri ise yüksek CBN katkılı (CBN-YM) ve metal bağlayıcıdır. Elde edilen takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü değerleri CBN kesici takımlar için karşılaştırılıp, kesme derinliği, kesme genişliği, CBN oranı ve bağlayıcının takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi araştırılmıştır.

**Index Terimleri—** Kübik bor nitrür (CBN), Yüksek hızlarda frezeleme, Takım aşınması, Yüzey pürüzlülüğü

**Abstract—** In this study P20 mold steel hardened to 55 HRC was machined by using two different types of cubic boron nitride cutting tools at high cutting speeds. One of the CBN tools used in the experiments is a low CBN content tool with a ceramic binder. The other one is a high CBN content tool with a metal binder. Tool wear and surface roughness results obtained with each type of tools were compared, and the effects of cutting depth, cutting width, CBN content and binder on tool wear and surface roughness were investigated.

**Index Terms—** Cubic boron nitride (CBN), High speed milling, Tool wear, Surface roughness

## I. GİRİŞ

İmalat endüstrisinde kullanılan metaller ve alaşımlarından yapılan ürünlerin, ekonomik olarak işlenmesi için endüstrideki takım tezgahlarının verimli şekilde kullanılması gerekmektedir. Dökme, dövme, haddeme ve benzeri yöntemlerle imal edilen metal parçalar, genellikle son biçim ve boyutlarına talaşlı imalat yöntemleri ile getirilir. Çelik parçalara istenilen son biçimler verilip kullanılabilir hale gelmeleri için uygulanan mekanik işlemlerin tümünün talaş kaldırmayı gerektirdiği düşünülürse, ekonomik talaş kaldırmanın önemi ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda kesici takım malzemeleri ve takım tezgahları geliştirilmiş, daha yüksek kesme hızları sağlanmış ve bunların neticesinde üretim artışı meydana gelmiştir.

CBN kesici takımlar iki gruba ayrılır. Birincisi (CBN-DS) düşük CBN içerikli, seramik bağlayıcı takımlardır. Bu

takımlarda CBN oranı hacimsel olarak %30 ile %50 arasında değişmekte, bağlayıcı olarak TiN veya TiC gibi seramikler kullanılmaktadır. Diğer grup ise (CBN-YM) yüksek CBN içerikli, metal bağlayıcı takımlardır. Bu takımlarda CBN oranı hacimsel olarak ~%90 civarındadır ve bağlayıcı olarak genellikle Kobalt (Co) kullanılmaktadır. Bu grup, yüksek CBN oranı nedeniyle diğer gruptan daha sert ve metal bağlayıcı nedeniyle de daha toktur.

Bu çalışmanın amacı, literatürdeki bilgilerin ışığında, düşük oranda CBN içeren CBN-DS takımla, yüksek oranda CBN içeren CBN-YM takımın; sertleştirilmiş (55 HRC) P20 kalıp çeliğinin yüksek hızlarda frezelenmesi esnasındaki davranışlarının incelenmesidir. Çalışmanın diğer bir amacında farklı kesme derinliği ve kesme genişliği değerlerinin takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisinin belirlenmesidir.

## II. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

CBN kesici takımlar, yüksek hızlarda kullanılmaya uygun kesici takım malzemeleri içinde son yıllarda geniş bir uygulama alanı bulmuşlardır. Özellikle, sertleştirilmiş çeliklerden, ince talaş kaldırma işlemlerinde gösterdikleri yüksek performans, bu takımlara olan ilgiyi artırmaktadır. Çünkü bu durum, sertleştirme sonrası uygulanan taşlama işlemine olan gereksinimi ortadan kaldırarak üretim maliyetlerini azaltmaktadır [2].

(CBN-YM) yüksek CBN içerikli, metal bağlayıcı takımlar, yüksek CBN oranı nedeniyle, (CBN-DS) düşük CBN içerikli, seramik bağlayıcı takımlardan daha sert ve metal bağlayıcı nedeniyle daha tok olmasına rağmen [1], literatürdeki çalışmalar bu grubun aşınma direncinin diğer gruptan daha düşük olduğunu bildirmektedir [2]. Bu durum, farklı araştırmacılar tarafından farklı nedenlere bağlanmıştır. Bunlardan ilki, bu durumun CBN-DS'deki atom bağlarının daha kuvvetli olmasından kaynaklandığı görüşdür [6]. İkinci görüş ise, kesme esnasında CBN-DS'nin yanal yüzeyine yapışan katmanların bu takımı koruduğu şeklindedir [7]. Diğer bir yorum ise, kesme esnasında CBN-YM'nin daha fazla plastik deformasyona uğramasının ve daha yüksek oranda kristal yapı kusurlarına sahip olmasının, bu takımın aşınma direncini düşürdüğü şeklindedir [4]. CBN-DS'nin ısı iletkenliğinin düşük olması sonucu, kesme bölgesinde iş

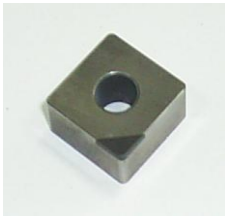
parçası sıcaklığının daha yüksek değerlere çıkması ve buna bağlı olarak malzemenin yumuşamasının da aşınmayı azaltacağı şeklinde açıklamalar getirilmiştir [1]. CBN takımlar kullanılırken, takım-talaş temas bölgesinde meydana gelen kimyasal reaksiyonların, takımın kimyasal bileşimini değiştireceği, bunun da aşınmayı etkileyeceği bildirilmiştir [5]. CBN-YM takımdaki metal bağlayıcının, çeliğe olan kimyasal ilgisinin, seramik bağlayıcıdan daha fazla oluşu sonucu, metal bağlayıcının talaşa yapıştığı ve takımdan uzaklaştığı, sonuçta da CBN partiküllerinin azalan bağlayıcı nedeniyle takımdan kolayca koparak aşınmanın arttığı da iddia edilmektedir [2]. Sertleştirilmiş P20 kalıp çeliğinin yüksek hızlarda frezelenmesi sırasında üretim verimliliği ve maliyeti açısından, yüksek CBN içerikli, metal bağlayıcılı KD120 takımın, Düşük CBN içerikli, seramik bağlayıcılı KD050 takımdan çok daha üstün olduğu bildirilmiştir [9].

Bu çalışmada 55 HRC'ye sertleştirilmiş P20 kalıp çeliği; iki farklı tip CBN kesici takımla, yüksek hızlarda işlenmiştir. Elde edilen takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü değerleri CBN kesici takımlar için karşılaştırılıp, kesme derinliği, kesme genişliği, CBN oranı ve bağlayıcının takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi araştırılmıştır.

### III. DENEYSEL DETAYLAR

#### a) Kesici Takımlar

Deneylerde iki farklı tip kübik bor nitrür (CBN) (Kennametal) kullanılmıştır. Bunlardan biri (CBN-DS) düşük CBN içerikli (hacimce ~%50) ve seramik (TiC) bağlayıcılıdır. Diğeri ise (CBN-YM) yüksek CBN içerikli (hacimce ~%88) ve metal (Co) bağlayıcılıdır. CBN takımların geometrik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Pah genişliği dışında, iki takımın diğer tüm geometrik özellikleri aynıdır.



Resim 1. Kesici uç



Resim 2. Bağlama elemanı

Her iki takımın CBN uç, sinterlenmiş karbür (WC) taşıyıcı üstüne lehimlenmiştir. Kesici uç bağlama elemanı olarak özel imal ettirilen 80 mm çapında yüzey frezeleme tarama kafası kullanılmıştır. Tarama kafasında kesici uçların bağlanabileceği 2 adet kartuş bulunmaktadır. Her deney esnasında sadece 1 adet kesici uç bağlanarak deneyler gerçekleştirilmiştir.

Deneyler 2 set halinde yapılmıştır. Birinci sette 0.06, 0.12 ve 0.18 mm olmak üzere üç farklı kesme derinliği ( $a_p$ ) değeri kullanılmıştır. Kesme hızı ( $V_c$ ) 450 m/dak, aksel ilerleme ( $f$ ) 0.15 mm/dev, ve radyal kesme genişliği ( $a_r$ ) 15 mm'de sabit tutulmuştur. Tüm deneyler kuru olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler, kaldırılan talaş hacmi 6480 mm<sup>3</sup> değerine ulaşınca durdurulmuştur.

Kesici takım ve bağlama elemanı birleşik olarak -6° radyal talaş açısı, -4° aksel talaş açısı ve 6° boşluk açısı oluşturmuşlardır. Dikey frezelemede radyal kesme genişliği bağlayıcı elemanın yarıçapından küçük olduğu sürece, bağlayıcının her devrinde talaş kalınlığı frezeleme yönüne bağlı olarak sıfırla maksimum değeri [ $(a_c)_{max}$ ] arasında (veya tam tersi) değişir. Talaş kalınlığının maksimum değeri ilerlemeye ve radyal kesme genişliğine bağlıdır. Bu değer, kesici takımın pah genişliğine eşit veya daha küçük ise pah açısı talaş açısını doğrudan etkileyecektir. Böyle bir durumda, kullanılan takımların pah açısı 20° olduğuna göre, gerçek radyal talaş açısı -26° olur. Deneylerde kullanılan ilerleme ve radyal kesme genişliği değerleri için yapılan hesaplamalar, maksimum talaş kalınlığının 0.117 mm olduğunu göstermiştir. Bu değer CBN-YM takımın pah genişliğinin (0.2 mm) çok altında, CBN-DS'nin pah genişliğinin (0.1 mm) ise biraz üstündedir. Pah genişliğindeki bu farklılığın, radyal talaş açısını ve dolayısıyla takım performanslarını etkileyebileceği bilinmektedir. Ancak, maksimum talaş kalınlığının, CBN-DS'nin pah genişliğinin çok az üstünde olması nedeniyle bu etkinin çok fazla olmayacağı söylenebilir. Ayrıca, frezelemede, bağlayıcı elemanın her devrinde talaş kalınlığının sıfırla maksimum değeri arasında değiştiği göz önüne alınırsa, CBN-DS takım kullanılırken, kesme işleminin çok kısa bir süresinde talaş kalınlığı 0.1 mm'nin üstüne çıkacaktır. Bu nedenlerle, her iki takımın radyal talaş açısının -26° olduğu kabul edilebilir. Gerçekte, CBN-DS takım seramik bağlayıcı nedeniyle, metal bağlayıcılı CBN-YM'den daha kırılığandır. Daha kırılğan takımlar için pah genişliğinin daha yüksek tutulması gerekirken, üretici firmanın neden böyle bir tercihte bulunduğu anlaşılamamıştır.

Tablo 1. Kesici takımların geometrik özellikleri

	CBN-DS	CBN-YM
ISO gösterimi	SNGA120408S01020	SNGA120408S02020
Şekil	Kare	Kare
Boşluk açısı	0°	0°
Tolerans	±0.005 - ±0.13	±0.005 - ±0.13
Uç tipi	Silindir delik, talaş kırıcısız	Silindir delik, talaş kırıcısız
Ölçü	12 mm	12 mm
Kalınlık	4 mm	4 mm
Köşe yarıçapı	0.8 mm	0.8 mm
Pah genişliği	0.1 mm	0.2 mm
Pah açısı	20°	20°

#### b) İş Parçası

İş parçası olarak döküm ve plastik enjeksiyon kalıplarında yaygın şekilde kullanılan P20 kalıp çeliği seçilmiştir. İş parçasının deneylerin gerçekleştirilmesi için talaş kaldırılmaya hazır olarak CNC tezgahına bağlanmış hali Resim 3'te ve iş parçasının kimyasal bileşimi ise Tablo 2'de verilmiştir.



Resim 3. Kalıp çeliği (1.2738) P20

İş parçası 55 HRC'ye sertliğe çıkarılmış ve menevişlenmemiştir. Yapısında bulunan %1 Ni sayesinde yüzeyden çekirdeğe kadar olan sertlik değişimi (özellikle blok malzemelerde) minimum oranda meydana gelmektedir.

Tablo 2. P20 kalıp çeliğinin kimyasal bileşimi

C	Mn	Cr	Ni	Mo	Si	P	S
0.40	1.50	1.90	1.00	0.22	0.4	0.01	0.03

Deneyler tablası sabit, kolonu hareketli olan MAZAK VTC 20B CNC dik işleme merkezinde gerçekleştirilmiştir. CNC dik işleme merkezi 15 kW gücünde iş mili motoruna, maksimum 7000 d/dk'lık yüksek iş mili devrine, hızlı takım değiştirme özelliğine, 30 m/dk eksen hızlarına ve Mazatrol PC-Fusion-CNC 640M kontrol ünitesine sahiptir.



Resim 4. CNC dik işleme merkezi (MAZAK VTC-20B)

Yanal yüzey aşınmaları SCHERR TUMICO marka optik mikroskopla her pasodan sonra ölçülmüştür. Optik mikroskopun tablası x, y eksenlerinde hareket edebilmekte ve 0.002 mm hassasiyetle ölçüm yapabilmektedir.

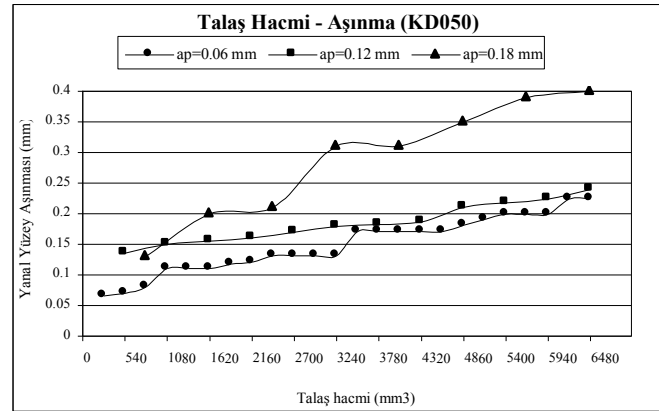
Yüzey pürüzlülüğü HOMMER TESTER T1000 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile her pasodan sonra ölçülmüş ve değerlendirmede "R<sub>a</sub>" ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri dikkate alınmıştır.

#### IV. DENEYSSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

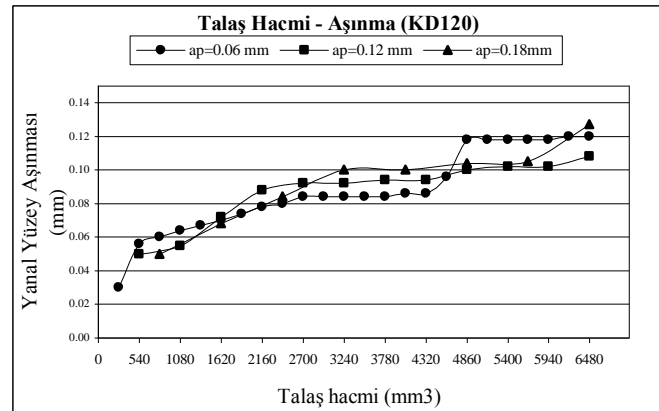
1. sette; sabit kesme hızı( $V_c$ ), ilerleme( $f$ ) ve kesme genişliği( $a_e$ ) değerlerinde 3 farklı kesme derinliği( $a_p$ ) değerinde takım aşınması deneyleri her 2 tip takım için de gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.

#### A. Takım Aşınması

Şekil 1 ve şekil 2 farklı kesme derinliği ( $a_p$ ) değerlerinde, kaldırılan talaş hacmi miktarına bağlı olarak, yanal yüzey aşınmasındaki artışı göstermektedir. Literatürde kesme derinliği ( $a_p$ ) değerinin % 50 arttırılmasının, takım ömrünü % 15 azaltacağından bahsedilmektedir<sup>(9)</sup>. Şekillerden de görülebileceği gibi, kaldırılan talaş hacminin artması ile takım aşınması doğru orantılı olarak artmış; fakat bu artış oldukça küçük (~ 0,07 mm) olarak gerçekleşmiştir. Bu da beklenen bir durumdur. Fakat bunun tek istisnası KD050 takım için  $a_p=0,18$  mm değerinde görülmektedir. Bu değerde takım 0,4 mm kadar aşınmıştır. Bu durum KD050 takımın seramik bağlayıcılı olması ve seramiklerin kırılkan yapıya sahip olmaları ile açıklanabilir. Yüksek kesme derinliklerinde kesici takım daha büyük kuvvetlere maruz kalacağından kırılkan seramik bağlayıcı bu kuvvetlere direnç gösteremeyip, kesicinin kenarında çatlamlara ve kopmalara (çıtık oluşması) yol açarak hızlı bir şekilde aşınmaya yol açtığı düşünülmektedir. KD050 takım  $a_p=0,06$  mm kesme derinliğinde 0,24 mm,  $a_p=0,18$  mm kesme derinliğinde 0,4 mm aşınmıştır (Şekil 1). Talaş derinliğinin KD120 takımın aşınmasında belirgin bir etkisi olmadığı görülmüştür. Tüm kesme derinliği değerlerinde KD120 takımın son pasodaki aşınması 0,11 ile 0,13mm arasındadır.



Şekil 1. Farklı kesme derinliği değerlerinde KD050'ye ait aşınma değerleri



Şekil 2. Farklı kesme derinliği değerlerinde KD120'ye ait aşınma değerleri

KD120 takımın aşınma direncinin KD050'ye göre tüm kesme derinliği değerlerinde daha üstün olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri daha önce de belirtildiği gibi KD120'nin yüksek CBN oranı (% 88), nedeni ile daha sert oluşu, metalik bağlayıcı olması ve metalik bağlayıcının seramik bağlayıcıya göre daha tok bir yapıya sahip olmasıdır.

### B. Yüzey Pürüzlülüğü

Şekil 3 ve şekil 4 farklı kesme derinliği ( $a_p$ ) değerlerinde kaldırılan talaş hacmi miktarına (dolayısıyla aşınmaya) bağlı olarak, işlenen parçanın yüzey pürüzlülüğündeki değişimi göstermektedir.

Beklenen; yanal yüzey aşınmasının artması ile birlikte, elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerlerinin de artmasıdır. KD050 takım ile elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri beklendiği gibi her üç kesme derinliği değerinde de, takım yanal yüzey aşınmasının artması ile genellikle artış göstermiştir. Fakat bu takım için en büyük aşınma değeri  $a_p=0,18$  mm kesme derinliği değerinde gerçekleşirken buna karşılık en kötü yüzey  $a_p=0,06$  mm kesme derinliği değerinde meydana gelmiştir. Genelde düşük kesme derinliklerinde daha iyi yüzey kalitesi elde edilmesi beklenirken, neden böyle bir sonuç elde edildiği tam olarak anlaşılamamıştır.

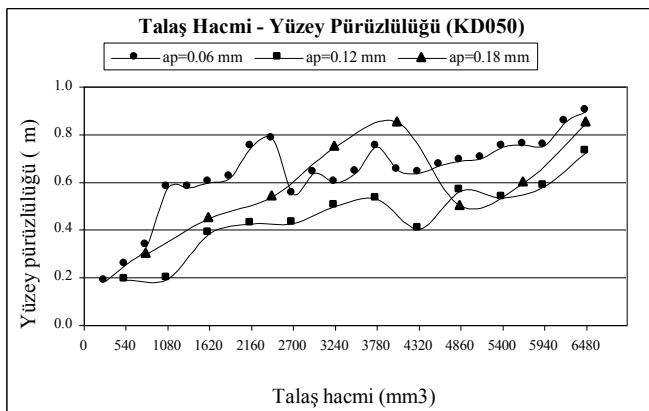
KD120 takım ile elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri, takım yan yüzey aşınmasında olduğu gibi iç içe geçmiştir durumdadır ve belirgin bir fark ortaya çıkmamıştır. KD120 takım için her üç kesme derinliği değerinde de birbirine yakın yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiş ve kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğüne pek bir etkisi saptanamamıştır.

Yüzey pürüzlülüğü değerleri;

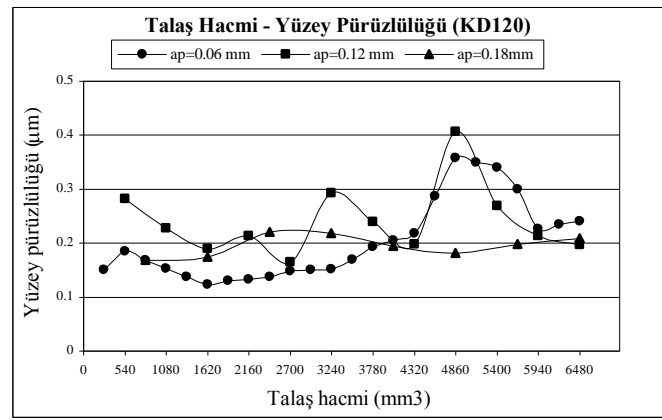
$a_p=0,06$  mm. kesme derinliği için;  
KD050 için; 0,2 – 0,9  $\mu\text{m}$  aralığında  
KD120 için; 0,15 – 0,25  $\mu\text{m}$  aralığında

$a_p=0,12$  mm. kesme derinliği için;  
KD050 için; 0,19 – 0,72  $\mu\text{m}$  aralığında  
KD120 için; 0,18 – 0,41  $\mu\text{m}$  aralığında

$a_p=0,18$  mm. kesme derinliği için;  
KD050 için; 0,3 – 0,85  $\mu\text{m}$  aralığında  
KD120 için; 0,15 – 0,22  $\mu\text{m}$  aralığında gerçekleşmiştir.



Şekil 3. Farklı kesme derinliği değerlerinde KD050'ye ait yüzey pürüzlülüğü değerleri

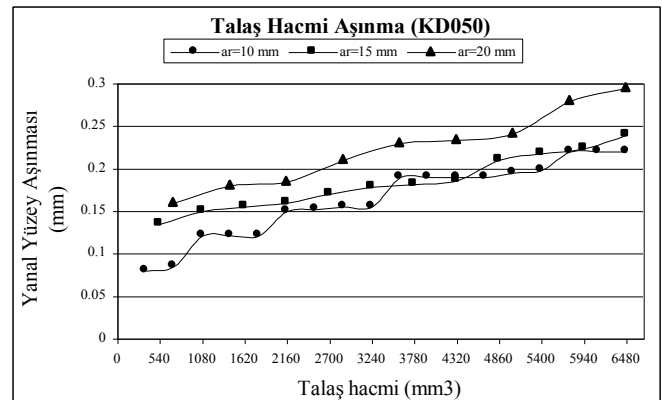


Şekil 4. Farklı kesme derinliği değerlerinde KD120'ye ait yüzey pürüzlülüğü değerleri

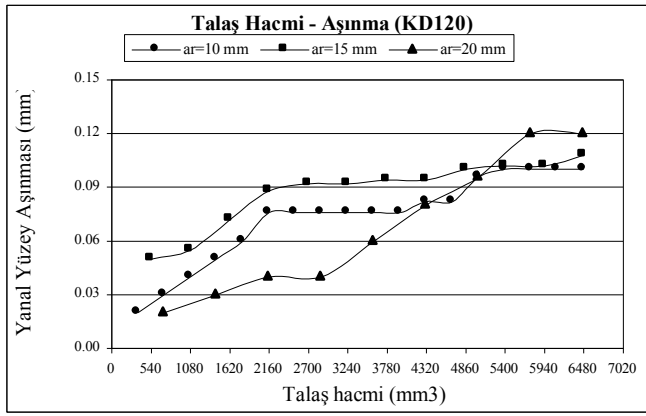
2. sette; sabit kesme hızı ( $V_c$ ) ilerleme ( $f$ ) ve kesme derinliği ( $a_p$ ) değerlerinde 3 farklı kesme genişliği ( $a_e$ ) değerinde takım aşınması deneyleri her 2 tip takım için de gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.

### A. Takım Aşınması

Şekil 5 ve şekil 6 farklı kesme genişliği değerlerinde; kaldırılan talaş hacmi miktarına bağlı olarak, yanal yüzey aşınmasındaki artışı göstermektedir. Kesme genişliğinin artması ile aşınma değerlerinde artma olduğu görülmektedir. KD120 takım için kesme genişliğine bağlı olarak aşınmada görülen artış pek fazla değildir. Bu takım için son pasoda kesme genişliği 20 mm iken aşınma 0,12 mm, kesme genişliği 15 mm iken aşınma 0,11 mm, kesme genişliği 10 mm iken aşınma 0,10 mm'dir. Bu nedenle KD120'nin büyük kesme genişliği değerlerinde kullanılması rahatlıkla önerilebilir. Normal olarak beklenen; kesme genişliğinin artması ile yanal yüzey aşınmasının artmasıdır. Bunun nedeni sürtünme yüzeyinin ve sürtünme süresinin artması olabilir. Fakat 4320  $\text{mm}^3$ 'lük talaş hacmine kadar en az aşınma  $a_e=20$  mm kesme genişliği değerinde gerçekleşmiştir. Yine de aşınma değerleri birbirine çok yakın olduğundan göz ardı edilebilir. Kesme derinliğinin aşınmaya olan etkisi KD050 takımında daha net görülmektedir. Bu takım son pasoda, 20 mm kesme genişliği değerinde yaklaşık 0,29 mm, 15 mm kesme genişliği değerinde yaklaşık 0,24 mm, 10 mm kesme genişliği değerinde yaklaşık 0,22 mm aşınmıştır.



Şekil 5. Farklı kesme genişliği değerlerinde KD050'ye ait aşınma değerleri



Şekil 6. Farklı kesme genişliği değerlerinde KD120'ye ait aşınma değerleri

Şekil 5 ve şekil 6 karşılaştırıldığında yüksek oranda CBN içeren metalik bağlayıcılı takımın (KD120), düşük oranda CBN içeren seramik bağlayıcılı takımdan tüm kesme genişliği değerlerinde daha az aşındığı görülmektedir. Bu durum daha önce de söylenen benzer nedenlerle açıklanabilir.

### B. Yüzey Pürüzlülüğü

Şekil 7 ve şekil 8, farklı kesme hızlarında talas hacmi miktarına (dolayısıyla aşınmaya) bağlı olarak işlenen parçanın yüzey pürüzlülüğündeki değişimi göstermektedir. Fakat kesme genişliği ile yüzey pürüzlülüğünün genellikle arttığı görülmektedir.  $a_r=20$  mm kesme genişliğinde en fazla yüzey pürüzlülüğü gerçekleşmiştir. Fakat KD050 takım için  $a_r=15$  mm kesme genişliğindeki yüzey pürüzlülüğü değerlerinin  $a_r=10$  mm kesme genişliği değerlerinden daha fazla çıkması beklenirken bunun tam aksi bir sonuç ortaya çıkmıştır.

KD120 takım için  $a_r=10$  mm ve  $a_r=15$  mm kesme genişliği değerlerinde takım yanıl yüzey aşınmasının az da olsa artmasına rağmen, başlangıç pasosunda ve son pasoda elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri nerede ise aynıdır.  $a_r=20$  mm kesme genişliği için 3240 mm<sup>3</sup> talas hacmine kadar yüzey pürüzlülüğü değerleri fazla değişmezken, daha sonra hızla artmış ve yaklaşık 0,9  $\mu$ m değerine ulaşmıştır.

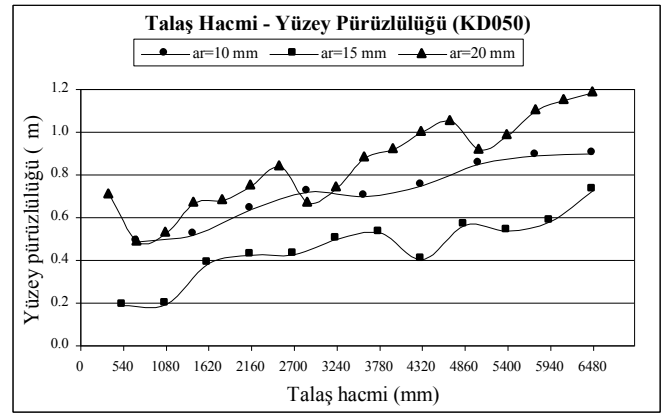
KD050 ve KD120 için elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırılırsa KD120'nin daha iyi bir performans sergilediği gözlenmektedir. KD120 için özellikle düşük  $a_r$  değerlerinde nerede ise taşlama kalitesinde yüzey elde edilmiştir.

#### Yüzey pürüzlülük değerleri

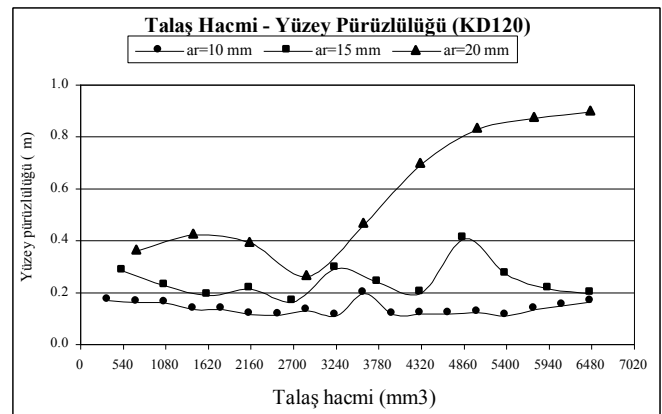
$a_r = 10$  mm kesme genişliği değeri için;  
KD050 takımında 0.06 – 0.20  $\mu$ m;

$a_r = 15$  mm kesme genişliği değeri için  
KD050 takımında 0.19 – 0.72  $\mu$ m,  
KD120 takımında 0.18 – 0.41  $\mu$ m;

$a_r = 20$  mm kesme genişliği değeri için  
KD050 takımında 0.47 – 1.18  $\mu$ m,  
KD120 takımında 0.27 – 0.90  $\mu$ m aralığındadır.



Şekil 7. Farklı kesme genişliği değerlerinde KD050'ye ait yüzey pürüzlülüğü değerleri



Şekil 8. Farklı kesme genişliği değerlerinde KD120'ye ait yüzey pürüzlülüğü değerleri

## V. SONUÇLAR

Bu çalışma kesme derinliği ve kesme genişliği değerinin aşınmaya olan etkisinin takım malzemesine bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. Kesme derinliği ve kesme genişliği değerlerine bağlı olarak, CBN-YM takımın aşınmasındaki artış, CBN-DS takıma göre daha az düzeydedir.

Deneysel sonuçlar, CBN-YM takımın aşınma direncinin CBN-DS'ye göre tüm ilerleme değerlerinde daha üstün olduğunu ortaya çıkarmıştır. CBN-YM yüksek CBN oranı nedeniyle, düşük CBN oranına sahip CBN-DS'den daha sert ve metalik bağlayıcı nedeniyle, seramik bağlayıcılı CBN-DS'den daha toktur. Bu etkenlerin aşınma direncini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Bu sonuç, literatürdeki CBN takımlarla ilgili olarak yapılan diğer bir çalışmadan elde edilen sonuçlarla tam aksi yöndedir [Chou ve diğerleri 2003]. Bahsedilen çalışmada, hacimce %30 seramik (TiN) bağlayıcılı düşük CBN içerikli takımın, hacimce %8 metal (Co) bağlayıcılı yüksek CBN içerikli takımdan daha iyi bir aşınma direncine sahip olduğu bildirilmekte ve bu durum, Co'nun çeliğe karşı olan kimyasal ilgisinin yüksek olmasıyla açıklanmaktadır. Ancak şimdiki sonuçlar bunun genel bir durumu ifade etmediğini göstermiştir. Bu noktada, seramik

bağlayıcı miktarının önemli bir etken olduğu, seramik bağlayıcı miktarının %30'dan %50'ye çıkmasıyla aşınma direncinin önemli ölçüde düştüğü ve seramik bağlayıcılı CBN takımın aşınma direncinin, metal bağlayıcılı takımın gerisinde kaldığı görülmektedir.

Ölçümler, aşınmayla- yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki hakkında çelişkili sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Aşınma arttıkça, yüzey pürüzlülüğünün de artması beklenirken, CBN-YM takım için bu çalışmada tam aksi yönde sonuçlar elde edilmiştir. Bunun nedeni tam olarak anlaşılamamıştır. Ancak, bu çalışmada çok yüksek aşınma değerlerine çıkılmadığı göz önüne alınırsa, daha yüksek aşınma değerlerinde, aşınmanın yüzey pürüzlülüğüne olan olumsuz etkisinin daha net bir şekilde ortaya çıkacağı söylenebilir. Fakat CBN-DS takım için literatürde bahsedilen aşınma arttıkça, yüzey pürüzlülüğü de artar şeklindeki bulgulara benzer bir sonuç elde edilebilmiştir.

KD050 takım ile yapılan frezeleme deneyleri sonucunda kesme derinliği ( $a_p$ ) ve kesme genişliğinin ( $a_r$ ), yanal yüzey aşınmalarına etkilerine bakılacak olursa, belli bir değere kadar orantılı bir artış söz konusu olurken, belli bir değerden sonra çok hızlı bir şekilde aşınma gerçekleşmiştir.

KD120 takım ile yapılan frezeleme deneyleri sonucunda kesme derinliği ( $a_p$ ) ve kesme genişliğinin ( $a_r$ ) bu takım aşınmasına olan etkileri hakkında kesin bir yorum yapmak zordur. Ancak sonuçlar, KD050 takımdan elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında KD120 takımın, bu çalışmada kullanılan kesme parametrelerinin en üst düzeyinde rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir.

Yüzey pürüzlülüğü sonuçlarına bakıldığında, kesme derinliğinin ( $a_p$ ) işlenen parçanın yüzey pürüzlülüğüne çok fazla bir etkisi olmadığı görülmektedir. Ancak kesme genişliğinin ( $a_r$ ) her iki takımda da yüzey pürüzlülüğüne olan etkileri çok belirgindir. Kesme genişliği arttırıldıkça, yüzey pürüzlülüğü değerleri de artmaktadır. Özellikle kesme genişliğinin en üst düzeyinde ( $a_r = 20\text{mm}$ ), her iki takımdan da diğer deneylerden elde edilen sonuçlara kıyasla çok yüksek yüzey pürüzlülüğü sonuçları elde edilmiştir. Ancak kesme genişliği değeri düşük ve orta düzeylerde tutulduğu sürece, özellikle KD120 takımdan taşlama kalitesinde yüzeylerin elde edilebildiği görülmektedir. Bu da, frezeleme işleminin daha

kısa sürede bitirilmesi anlamına geldiğinden, üretim verimliliği ve maliyeti açısından, yüksek CBN içerikli, metal bağlayıcılı KD120 takımın, Düşük CBN içerikli, seramik bağlayıcılı KD050 takımdan çok daha üstün olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlar, sertleştirilmiş P20 kalıp çeliğinin yüksek hızlarda frezelenmesi için, yüksek CBN içerikli metal bağlayıcılı CBN takımın, düşük CBN içerikli seramik bağlayıcılı takımdan daha uygun olduğunu göstermektedir.

## VI. REFERANSLAR

- [1] Bossom, P.K., (1990), "Finish Machining of Hard Ferrous Workpieces", Ind. Diam. Rev., Vol. May 1990, pp 228-232.
- [2] Chou, Y.K., Evans, C.J., Barash, M.M., (2003), "Experimental Investigation on Cubic Boron Nitride Turning of Hardened AISI 52100 Steel", J. Mater. Process. Technol., Vol. 134, pp 1-9.
- [3] Fallböhrer, P., Rodriguez, C.A., Özel, T., Altan, T., (2000), "High-speed machining of cast iron and alloy steels for die and mold manufacturing", J. Mater. Process. Technol., Vol. 98, pp 104-115.
- [4] Hooper, R.M., Shakib II, J., Brookes, C.A., (1988), "Microstructure and Wear of TiC-Cubic BN Tools", Mater. Sci. Eng., Vol. 105/106, pp 429-433.
- [5] Klimenko, S.A., Mukovoz, Y.A., Lyashko, V.A., Vashchenko, A.N., Ogorodnik, V.V., (1992), "On the Wear Mechanism of Cubic Boron Nitride Base Cutting Tools", Wear, Vol. 157, pp 1-7.
- [6] Narutaki, N., Yamane, Y., (1979), "Tool Wear and Cutting Temperature of CBN Tools in Machining of Hardened Steels", Ann. CIRP, Vol. 28, pp 23-28.
- [7] Takastu, S., Shimoda, H., Otani, K., (1983), "Effect of CBN Content on the Cutting Performance of Polycrystalline CBN Tools", Int. J. Refr. Hard Met., Vol. 12, pp. 175-178.
- [8] Tlustý, G., (2000), Manufacturing Processes and Equipment, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- [9] Ateş, S., (2006), 12<sup>th</sup> International Conference on Machine Design and Production Kuşadası, Turkey, "Sertleştirilmiş P20'nin CBN ile Yüksek Hızlarda Frezelenmesi"