

# TAKIM ÖMRÜ MODELLERİNDE KÜBİK BOR NİTRİT KESİCİ TAKIMLAR İÇİN “n” ÜSTEL DEĞERLERİNİN DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI

Ulvi ŞEKER<sup>a</sup>, Abdulkadir KOÇ<sup>a</sup>  
Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü  
Tel: (0312) 202 86 70 useker@gazi.edu.tr Ankara/TÜRKİYE

## Özet

Talaş kaldırma esnasında ortaya çıkan en büyük problemlerden bir tanesi ise takım aşınmasıdır. Talaş kaldırma işlemi esnasında tüm takımlar aşınır ve bu aşınma takım ömrünü tamamlayıncaya kadar devam eder. Takım aşınmasına etki eden (kesme hızı, ilerleme, kesme derinliği, kesme sıvısı) faktörler kesme işlemine bağlı parametrelerdir. Kesme parametresi-takım ömrü ilişkisine dayalı modellerden yola çıkılarak takım ömrü belirlenir. Takım ömrünü tayin etmede en yaygın kullanılan modeller Taylor, Gilbert, Kronenberg modelleridir. Günümüzdeki modern takım malzemeleri için literatürde, “n” üstel değeri ile ilgili yapılan çalışmaların yetersiz olduğu gözlenmiştir. Bu sebeple, bu çalışmada günümüzde kullanım alanı giderek yaygınlaşan Sermet takımlar için, “n” üstel değerinin deneysel olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Taylor’un ömür modelinde ( $VxTn=C$ ) n üstel değeri, kesici takım malzemesi ve işleme biçimine bağlı olarak belirlenir. Gelişen kesici takım teknolojisine paralel olarak, farklı kesici takımlar için takım ömrü deneylerinin yapılmasına kılavuzluk eden TS 10329 (ISO 3685) baz alınarak işleme deneyleri yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Takım aşınması, Takım ömrü, Takım ömrü modelleri, n üssü, CBN

## 1. Giriş

Genel olarak talaş kaldırma işlemi belirli bir geometriyi veya yüzeyi oluşturmak için, kama biçimli bir takımla fazla malzemenin kaldırılması olarak tanımlanır. İş parçasından talaşın ayrılması kama biçimli kesici takımın kuvvetle iş parçasının içerisine batmasıyla sağlanır ve malzeme ilk önce elastik daha sonra da plastik olarak deforme edilerek talaşın fiziksel olarak ayrılmasını meydana getirir. Talaş kaldırma işlemi esnasında tüm takımlar aşınır ve bu aşınma takımların ömürlerini tamamlayıncaya kadar devam eder. Kesici takımın ömrü dakika cinsinden ifade edilir. Günümüzde takım ömürleri genellikle 15 dakikadan azdır [1]. Ancak bazı talaş kaldırma (işleme) koşullarında biraz daha uzun takım ömürleri söz konusu olabilir. Takım ömrü kesici kenarın iş parçasına ait uygun parametrelerini belirleyen sınırlar içerisinde kalması koşuluyla işlenmesi için gerekli olan zamandır. İlk yıllarda takım ömrü takımın artık kesmeyecek duruma gelmesine göre belirlenmiştir. Takım aşınması takım ömrünü değerlendirmek için en önemli kriter olmakla birlikte takım ömrünü değerlendirmek için bazı diğer kriterlerin de kullanılması söz konusu olabilir. Bu kriterler; işlenen yüzeyin yüzey kalitesinin değişmesi, kesme kuvvetlerinin büyümesi sonucu oluşan değişikliklerin tezgah ve iş parçasında sapmalara sebep olmasından dolayı iş parçasının boyutlarının değişmesi, işleme sıcaklığının değişmesi şeklinde ifade edilebilir.

Bütün talaş kaldırma operasyonlarında (özellikle metallere talaş kaldırma işlemlerinde) ekonomik işlemenin en önemli dayanağı doğru kesme hızının seçilmesidir. Bu sebeple doğru kesme hızı kesme parametresi-takım ömrü ilişkisine dayalı modellerden yola çıkılarak belirlenir. Takım ömrünü tayin

etmede en yaygın kullanılan modeller Taylor, Gilbert ve Kronenberg modelleridir.

## **2. Malzeme ve Metot**

Bu çalışmada Kübik Bor Nitrit (CBN) kesici takımlar için, Taylor'un takım ömrü modelindeki "n" üstel değerinin işleme şartlarına bağlı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sebeple çalışma yöntemi „TS 10329 (ISO 3685) Torna Kalemleri Ömür Deneyi“ standardındaki esaslar üzerine oluşturulmuştur. Bu standartta öngörüldüğü biçimde, işleme deneyleri CNC torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir.

### ***Deney Malzemeleri***

Deney malzemeleri olarak standartta önerilen referans malzemelerinden C45 (AISI 1050) çelik malzeme seçilmiştir. Kullanılacak deney numuneleri boy-çap oranı (L/D) 10'dan büyük olmayacak şekilde temin edilerek, numuneler üzerindeki haddelmeden kaynaklanan olumsuzluklar klasik torna tezgahında işlenerek punta delikleri açılacak ve deneylere hazır hale getirilecektir.

### ***Kesici Takım***

Kesici takım olarak 75° yanaşma açısına sahip kare formda kesici takımlar (SNMA 120408 R) kullanılmıştır.

### ***Kesme Parametreleri***

İşleme deneyleri 4 farklı kesme hızında (315, 350, 390, 450 m/dak), 0.25 mm/dev ilerleme hızında (f=0.25) ve sabit 2.5 mm talaş derinliğinde (a=2.5 mm) gerçekleştirilmiştir. Kesme hızları, kesici takımların teminini takiben üretici firmanın önerileri ve literatürdeki çalışmalar baz alınarak belirlenecektir. Standartta belirtildiği gibi takım ömrünün 5 dakikanın altına düşmemesine dikkat edilmiştir.

### ***Deneylere Kullanılan Makine ve Teçhizat***

Bu çalışma kapsamındaki araştırmada, takım tezgahı olarak altyapıda mevcut, üretim amaçlı Johnford TC-35 marka CNC torna tezgahı kullanılmıştır. Deney numuneleri "Tezsan SN 45 A" tipi universal torna tezgahı kullanılarak hazırlanmıştır.

Her aşama sonrası takım aşınmasının seyrini izlemek için mevcut 40 büyütmeli "Mitutoyo TM" takımcı mikroskobu ve takım aşınmalarının optik görüntüleri için ise yine araştırma alt yapısında mevcut "LEICA DM 4000 M" optik mikroskop kullanılmıştır.

Yazarların yazım tarzının genellikle literatürde kullanıldığı üzere ve burada belirtilen şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bildiri font boyutu 10 punto ve satır aralıkları genelde kullanıldığı üzere tek satır olarak ayarlanacaktır. Yazı fontu Arial dır. Metin her iki tarafa hizalanmalıdır.

### 3. Literatür Araştırması

Takım ömrünü etki eden aşınma, kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, daha çok çeliklerin takım aşınması üzerindeki etkilerinin kesme işlemi değişkenlerinin karşılaştırılması üzerinde durulmuştur. Çalışmaların bu malzemeler üzerinde yoğunlaşmasındaki en önemli faktörlerin, çeliklerin kullanım alanlarını yaygın olması ve malzemenin temin edilme kolaylığından kaynaklanmaktadır.

Literatür araştırmasında neticesinde; farklı deney numunelerinin, kesici takıma kaplama uygulamasının ve farklı kesme parametrelerinin takım ömrü üzerindeki etkilerinin sıkça araştırılan konular arasında yer aldığı görülmüştür [2-10, 3,28-35].

### 4. Deney Sonuçları ve Tartışma

Takım ömrü deneyleri, kesme şartlarının takım ömrü üzerindeki etkisini belirlemek ve Taylor takım ömrü denklemindeki “n” üssel değerinin bulunması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Takım ömrünü belirlemek için  $VB=0,3$  mm yan kenar aşınması kriteri esas alınmış ve kesici takım yan yüzeyinde oluşan aşınma takımçı mikroskobu ile ölçülmüştür

Bu çalışmada, takım ömrü deneylerine bağlı olarak “n” katsayısının tespiti TS 10329’da da belirtildiği üzere 2 farklı yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisi, regresyon analizi ikincisi ise grafiksel yöntemdi. Her iki yöntemde de farklı modeller elde edilmiş ve modeller sonucunda yapılan tahminlerdeki hata oranı aynı olmuştur.

Takım ömrü için gerçekleştirilen deneylerden elde edilen veriler, Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kübik Bor Nitrit takımlar için elde edilen deney verileri

CBN Takım		
Deney No	Kesme Hızı V.	Aşınma Süresi Vb. (dak)
1	280	12.20
2	315	18.47
3	350	15.00
4	390	12.16
5	450	6.33

Çizelge 4.1’de deney sonuçları gösterilmektedir. Çizelge 4.1 incelendiğinde 1. numaralı deneyde elde edilen takım ömrünün beklenenden çok düşük çıktığı görülmektedir. Kesici takım kataloğunda önerilen kesme hızı değeri 315-350 aralığıdır. Bu aralığın altında olan 280 m/dak lık kesme hızı değeri takım ömrünü olumsuz etkilemiş ve deney sonuçlarının yorumlanmasını güçleştirmiştir. Takım ömrü için n üssel değerinin gerek grafik ve gerekse analiz yöntemiyle belirlenmesini mümkün kılmamıştır. Dolayısıyla, n üssel değerlerinin belirlenmesinde 1. numaralı deney değerlendirme dışı bırakılmıştır. Takım ömrü için n üssel değeri 315, 350, 390 ve 450 m/dak lık deney sonuçlarına göre belirlenmiştir.

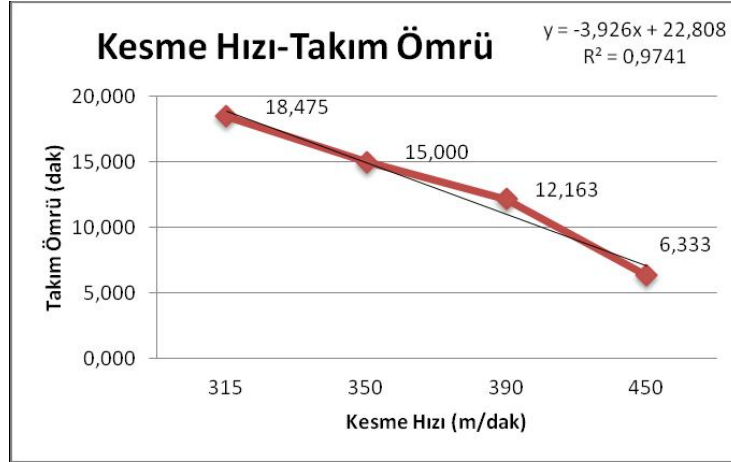
### Kübik Bor Nitrit takımın grafik yöntemi

Grafik yöntemiyle n üstel değerinin bulunması için, Taylor takım ömrü modeli kullanılmıştır. Çizelge 4.1'de elde edilen deney sonuçlarının onluk tabana göre logaritmaları alınarak, LogV - LogT grafiği hazırlanmıştır. Deney sonuçlarına bağlı olarak hesaplanan Logaritmik veriler Çizelge

4.2'de ve bu verilerden elde edilen grafik ise Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kübik Bor Nitrit Kesici Takımlar için Log V - Log T verileri

KÜBİK BOR NİTRİT KESİCİ TAKIMLAR				
Deney No	Kesme Hızı	Aşınma Süresi	Log V	Log T
1	315	18,475	2,498	1,266
2	350	15,000	2,544	1,176
3	390	12,13	2,591	1,085
4	450	6,333	2,653	0,801



Şekil 4.1. Kübik Bor Nitrit Kesici takım için Log V – Log T grafiği

Excel programında elde edilen ve Şekil 5.1'de gösterilen grafiğin Eğim çizgisi ve bu eğim çizgisine göre regresyon modeli oluşturulmuştur. Kaplamasız takımlar için elde edilen denklem Eşitlik 5.1'de verilmiştir.

$$y = -5,908x + 16,364 \quad (4.1)$$

Aynı zamanda elde edilen bu grafiğin R2 değeri 0,9734 çıkmıştır. R2 değeri sonuçların güvenilirliğini ifade etmektedir.

n katsayısını hesaplayabilmek için  $n = \frac{\log V_2 - \log V_1}{\log T_1 - \log T_2}$  eşitliği kullanılmıştır. Bu formülde LogV2,

LogV1, LogT2, LogT1 değerleri, Eşitlik 4.1' den yararlanılmıştır. Bunun için, belirlenen x değerleri için y değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Kübik Bor Nitrit Kesici Takımlar LogV-LogT grafiğinde elde edilen değerler

LogV (x)	LogT (y)	LogV (x)	LogT (y)
2,4	17,049	2,554	16,594
2,45	16,902	2,555	16,591
2,5	16,754	2,556	16,588
2,551	16,603	2,557	16,585
2,552	16,600	2,558	16,582
2,553	16,597	2,559	16,579

Çizelge 4.3'den rastgele alınan 2 Log V değeri ve bu değerlere karşılık gelen LogT değerleri

$n = \frac{\log V_2 - \log V_1}{\log T_1 - \log T_2}$  formülünde yerine konulduğunda n üstel değeri,

$$n = \frac{2,5 - 2,4}{16,6033 - 17,049} = 0,3381 \quad \text{olarak bulunmuştur.}$$

Taylor takım ömrü teoreminde bir dakikalık takım ömrü için kesme hızına karşılık gelen " C " sabitti aşağıda verilen eşitlikle,

$$\text{Log } C = \bar{X} - \frac{\bar{y}}{k} = 2,571 - \frac{1,0823}{-2,9569} = 2,937 = 866,347 \quad \text{bulunur.}$$

#### **Kübik Bor Nitrit Takım İçin " n " Üstel Değerinin Regresyon Analiz Hesabı**

Çizelge 4.1 de verilen deney sonuçları kullanılarak, reg resyon analizi eşitlikleri uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.8'de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Regresyon analizi değerleri

Gözlem							
	315	18,475	2,498	1,266	3,164	6,241	1,604
	350	15,000	2,544	1,176	2,992	6,472	1,383
	390	12,163	2,591	1,085	2,811	6,713	1,177
	450	6,333	2,653	0,801	2,126	7,039	0,642
Toplam			$\sum x = 10,2867$	$\sum y = 4,329$	$\sum xy = 11,094$	$\sum x^2 = 26,467$	$\sum y^2 = 4,807$

Çizelge 4.3' deki 4. Ve 5. sütun V ve T' nin onluk tabana göre logaritması alınarak bulunmuş ve x (log V), y (logT) değerlerinin toplamları ve bunların ortalama değerleri tablodaki veriler ve Eşitlik 4.2' deki eşitlikle ;

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{p} = \frac{10.2867}{4} = 2.571 \text{ ve}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{p} = 1.0822$$

olarak bulunmuştur.  
(4.2)

Uygun eksen seçilmesiyle birlikte Taylor takım ömrü denkleminin dönüşümü;  $y = a - k(x - \bar{x})$  eşitliği ile verilmiştir. Bu bağıntıda;  $y = k(x - \log C)$  şeklinde yazılabilir. Bu eşitlikten  $a = y$  elde edilmiştir. X eksen ve regresyon doğrusu arasında teğet açısı olan k sabiti, Çizelge 4.5' de gösterilen hesaplamalar ile eşitlikte yerine konularak, Çizelge 4.5 k sabiti için gerekli hesaplamaları

$$(\sum x)^2 = 105,815$$

$$(\sum x)^2 / p = 26,453$$

$$\sum x \cdot \sum y = 44,534$$

$$\sum x \cdot \sum y / p = 11,133$$

$$k = \frac{\sum xy - [(\sum x \sum y) / p]}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / p} = -2,9569 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Taylor takım ömrü formülünde "n" üstel değer,  $n = -1/k$  eşitliğine eşit olduğundan,  $n = -1/-2,9569 = 0,3381$  hesaplanmıştır.

Sonuçta C sabiti aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır;

$$\log C = \bar{x} - \frac{\bar{y}}{k} = 2,571 - \frac{1,0823}{-2,9569} = 2,937 = 866,347$$

bulunur.

#### 4. Sonuç

Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında Şu sonuçlara varılmıştır .

- Kesme hızını artması sonucunda elde beklene yönde takım ömrü azalmıştır.
- Kesici takım firmasının değerlerinin altında kalan kesme hızında takım ömrü

oldukça düşük çıkmıştır.

- Regresyon analizi ve grafik yöntemlerinde farklı modeller elde edilmiş ve modeller sonucunda yapılan tahminlerdeki hata oranı aynı olmuştur.

## Teşekkür

Yazarlar, bu Çalışmanın gerçekleşmesinde finansman desteği sağlayan Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje Kodu: 07/2010-40) teşekkür eder.

## Kaynaklar

- [1] Çakır C. , Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri, DORA yayınları, Şubat 2010
- [2] Sayit I. " Küresel grafitli dökme demir malzemeler için sürekli olmayan kesme şartlarında takım ömrü analizi" Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-72 ,( 2007)
- [3] Pashby I.R., Wallbank J., Boud F., "Ceramic tool wear when machining austempered ductile Iron" University of Warwick, Warwick Manufacturing Group, Department of Engineering, Coventry CV4 7AL, UK (2003 )
- [4] Yalçinkaya Arslan A., " PVD metodunu kullanarak tornadaki takma uçlarda ç eşitli kaplama kalınlıkları ve malzemeleri için takım ömür testlerini incelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, , Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü , 1-124 ,( 2009)
- [5] Şan S., "Mikroalaşımli çeliklerin işlenebilirliğinin takım ömrü ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirmişlerdir" Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara , 1-133 (2007)].
- [6] Acır A., Karakaş S. M., Übeyli M., Asal Ö., "Metal martiksli kompozitlerin işlenmesinde kesici takım kaplamasının aşınmaya etkisinin deneysel incelenmesi" Timak-Tasarım İmalat Analiz Kongresi, Balıkesir, 26-28 Nisan 2006]
- [7] Özdemir K. Ve Çakır M. Cemal "Kesme parametrelerinin başlangıç aşınma etkisinin deneysel olarak incelenmesi "Uludağ Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi,Cilt 13, Bursa (2008)
- [8] İşbilir F., " Takım ömrünün sebep-sonuç diyagramları ile açıklanması, yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrü etkili faktörlerin analizi " Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara , 1-73 (2006).
- [9] Taylan F., " Sert malzemelerin frezelenmesinde takım aşınma davranışlarının belirlenmesi", Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilimdalı, Isparta, 1-223 (2009)
- [10] Er A. Osman " İşlenmesi güç malzemelerin talaşlı üretimde kesici performanslarının araştırılması" Doktora Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale ,1-171,(2008 )