Dumlupınar Üniversitesi
Sayı: 7
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Aralık 2004

CNC TORNA TEZGAHLARINDA BİLYELİ VİDALI MİLDE OLUŞAN AŞINMA BOŞLUĞUNUN GİDERİLMESİ

M. CAN* & M. GAVAS** & R. İPEK***

Özet

Tüm takım tezgahlarında amaç, işin en kısa sürede ve tam ölçüsünde işlenmesidir. Ancak çeşitli sebeplerden dolayı tezgahlarda elektrik, elektronik ve mekanik arızalar meydana gelmekte ve bu arızalar ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Mekanik arızaların en önemlilerinden bir tanesi bilyeli vidalı mil aşınmasıdır. Zamanla aşınan vidalı mil ve bilyeler belirli bölgelerde hareketi zorlaştırmakta, tezgah hassasiyetini ortadan kaldırmakta ve tezgahta bütün veriler normal olsa bile iş parçasının ölçü tamlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada, bilyeli vidalı milin ve bilyelerin aşınması deneysel olarak ayrıntılı bir şekilde araştırılmış, mikroskopta bilyelerin mikro yapıları ve kütle kayıpları incelenmiştir. Ayrıca, bilyeli vidalı milde aşınmadan dolayı oluşan boşluk belirlenmiş ve sadece bilyeler değiştirilerek bilyeli vidalı milin komplesinin yenisi ile değiştirilmeden daha uzun süreli kullanılması için yeni bir yaklaşım sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Tüm takım tezgahlarında amaç, işin en kısa sürede ve tam ölçüsünde işlenmesidir. Bu ölçü tamlığının geliştirilmesi, tezgahın hassasiyeti ile doğru orantılıdır. Bu hassasiyeti artırmak için tezgahların hareketli sistemlerinde kullanılan bilyeli vidalı mil sistemleri geliştirilmiştir. Ancak çeşitli sebeplerden dolayı tezgahlarda elektrik, elektronik ve mekanik arızalar meydana gelmekte ve bu arızalar ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. CNC torna tezgahlarında mekanik arızaların en önemlilerinden bir tanesi bilyeli vidalı mil ve bilyelerin aşınmasıdır. Zamanla aşınan vidalı mil ve bilyeler belirli bölgelerde hareketi zorlaştırmakta, tezgah hassasiyetini ortadan kaldırmakta ve tezgahta bütün veriler normal olsa bile iş parçasının ölçü tamlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Üretimin istenilen seviyede ve kesintisiz olarak devam etmesi için, diğer arızaların giderilmesinde olduğu gibi, bilyeli vidalı mil (ball-screw) arızalarının da en kısa sürede ve düşük maliyet ile giderilmesi işletmeler tarafından arzu edilen bir durumdur. Bu sebeple, bilyeli vidalı milde oluşacak arızaların kısa sürede giderilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler : Arıza, Aşınma, Bilyeli Vidalı Mil, CNC

Bilyeli vidalı millerin arızaları, aşınmaları ve bunların giderilmesi ile ilgili bir çok çalışmalar yapılmıştır. Mei, Tsutsumi, Tao ve Sun [1], bilyeli mil mekanizmalarının karakteristikleri ile ilgili çalışmalar yapmışlar, bu çalışmalarında, vidalı mildeki yük dağılımlarının arızalara etkisini araştırmışlardır. Ro, Shim ve Jeong [2] bilyeli vidalı mil ile ilgili çalışmalarında, bilyeli vidalı milin hareket sürgü sistemini incelemişlerdir. Guevarra, Kyusojin, Isobe ve Kaneko [3] ise bilyeli vidalı milin yüksek tamlığı için yeni honlama metodu geliştirmişlerdir. Bu çalışmalar teorik olarak yapılmış, veriler simulasyon sonuçlarına dayandırılmıştır. Kim ve Cho [4], bilyeli vidalı mil sisteminde zamana bağlı sıcaklık dağılımını tespit etmişler, Yun, Kim, ve Cho [5], başka bir çalışmalarında ise, ilerleme sistemi için sıcaklık arıza analizi yapmışlardır.

Bu çalışmada ise Nakashima ve Takafuji'nin [6] önerdiği her bilyeye gelen yük yerine, her bilyede oluşan aşınma deneysel olarak ayrıntılı bir şekilde araştırılmış, mikroskopta bilyelerin mikro yapıları ve kütle kayıpları incelenmiştir. Ayrıca, bilyeli vidalı milde aşınmadan dolayı oluşan boşluk belirlenmiş ve vidalı milin yenisi ile değiştirilmeden daha uzun süreli kullanılması için yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Sanayide kullanılan CNC torna tezgahlarının tipleri ve markaları çok çeşitli olmasına karşın, bu çalışmada bir tezgah esas alınmış ve uzun süreli gözlemler ve deneyler bu tezgah üzerinde yapılmıştır.

2. BİLYELİ VİDALI MİLDE OLUŞABİLECEK ARIZALAR

Tezgahın, parçayı istenilen ölçüde işlememesinin bir çok nedeni vardır. En basitinden programa ölçüler yanlış girilmiş olabilir. Bu yüzden arızalara yaklaşırken basitten karmaşığa doğru bir yol izlenmelidir. Bilyeli vidalı milde arıza aranırken aşağıdaki ihtimallerin değerlendirilmesi, arızaların tespit edilmesinde kolaylıklar sağlar.

- Bilyeli vidalı milin tezgah bağlantı cıvataları gevşemiş olabilir.
- Bilyeli vidalı mil bilye yataklama ayarları bozulmuş olabilir.
- Hareketli kızak kamaları aşınmış veya boşluk ayarları bozulmuş olabilir.
- Bilyeli vidalı mil ve tahrik motoru arasında (dişli, kayış vb.) ayarsızlık olabilir.
- Bazı CNC tezgah modellerinde, vidalı mil somun kısmı iki kademeli olup boşluk ayar kısmı mevcuttur. Bu kısmın ayarları bozuk yada, yapılmamış olabilir.

- Vidalı mil ve somun arasındaki boşluk miktarı tolerans dışına çıkmış olabilir.

Yukarıda ilk beş maddede sayılan arızalar giderildikten sonra tezgah hala istenilen değerde işleme yapmıyorsa bilyeli vidalı mil ve bilyelerdeki aşınma tolerans sınırları dışına çıkmış demektir. Bu durumda bilyeli vidalı mil ve somununun değiştirilmesi ya da özel bir yöntem olan bilyeli vidalı mil sistemi içersindeki bilyeler değiştirilerek vidalı mil ile somunu arasındaki boşluk giderilmeye çalışılır. Bu sayede bilyeli vidalı mil sisteminin tamamının değiştirilmesi yerine bilyelerin değiştirilmesi ile vidalı milin daha uzun süre kullanılması sağlanır.

2. 1. Bilyeli Vidalı Milin Aşınma Sebepleri

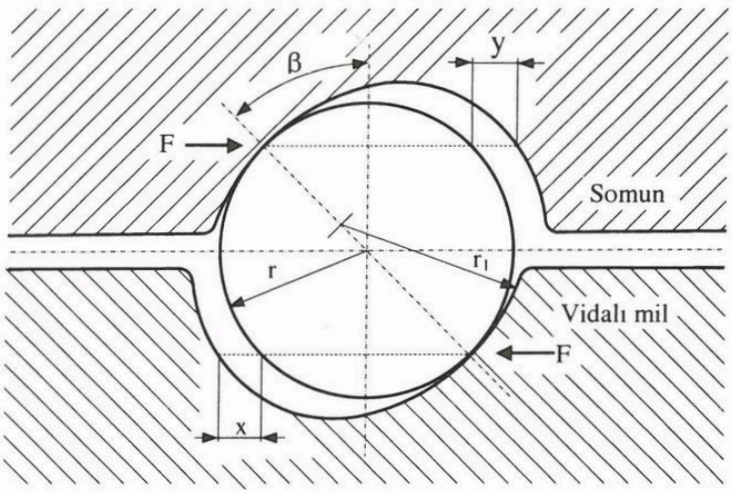
Bilyeli vidalı milin aşınmasına bir çok faktör etki eder. Bunların en önemlileri; yağlama sisteminin görevini tam olarak yerine getirememesi, kesim operasyonlarında kapasitenin üzerinde yüklenilmesi, periyodik bakımların zamanında yapılmaması, sürtünen yüzeylerin arasına, pislik vb. sıkışmasından dolayı aşınmanın normalin üzerinde olması, kısa mesafeli kurslarda bilye sirkülasyonunun tam olarak sağlanamaması ve bununla birlikte yağlamanın tam olarak gerçekleştirilememesi ve vidalı mil ile bilyelerin zamanla aşınarak tolerans sınırları dışına çıkması olarak gösterilebilir.

Tezgahın istenilen ölçüde parçayı işleyememesi, aşınmadan kaynaklanan en önemli arızadır. Çünkü tezgahın diğer bölgeleri ne kadar bakımlı ve ayarlı da olsa işlenen parça tolerans dışına çıkabilir.

2. 2. Bilyeli Vidalı Mil Boşluklarını Tespit Etme Yaklaşımları

İlk yapılacak iş aşınmayı tespit etmek için vidalı mil boşluğunun tespitidir. Bununla ilgili yaklaşımlar ise şunlardır:

- Bilyeli vidalı mil boşluklarının tespitinde kaba olarak ilk yaklaşım; el ile taret'e kuvvet uygulanarak çok az da olsa boşluk olup olmadığının anlaşılmaya çalışılmasıdır. Bu yaklaşım çok güvenilir olmamakla birlikte tecrübe gerektirir ve boşluğun ne boyutta olduğu hakkında da bize bilgi verir.



Şekil 1. Bilyeli vidalı mil gotik kavisinde meydana gelen eksenel boşluklar . r_1, İz yarıçapı; r, Bilye yarıçapı; B, Temas açısı (45^0); X,Y, Eksenel boşluk; F, Kuvvet.

- İkinci yaklaşım; tezgah dışında sabit bir yere monte edilen komparatör yardımı ile boşluğun tespit edilmesidir. Komparatörün ucu taretin düzlem bir yerine sabitlenir, el kuvveti uygulanarak komparatördeki sapma tespit edilir boşluk değeri hakkında daha sağlıklı bir bilgi elde edilir.

- Üçüncü yaklaşım; vidalı mil somunu üzerine komparatör yerleştirilir. Komparatörün ucu ise mil kanalında olmalıdır. Şekil 1' de görülen bilyeli vidalı mil [7] döndürülerek, aşınmadan dolayı meydana gelen boşluk tespiti yapılır.

2. 3. Bilyeli Vidalı Milde Bilye Değiştirme Karakteristikleri

Bilyeleri değiştirmeden önce tüm boşluk giderme işlemlerinin uygulanması gerekir. Bilyeleri değiştirme işlemi uzun ve zor olduğundan eğer boşluğun sebebi bilye aşınması dışında başka bir sebepten kaynaklanmakta ise gerçek sorun giderilmediğinde vidalı mil, somun ve bilyelerin kısa sürede tekrar aşınması söz konusudur. Bu duruma çok dikkat edilmelidir.

Bilyelerin ölçüleri tezgah kataloglarında verilmemektedir. Ancak aşağıda verilen bazı bilyeli vidalı mil ve eksen pozisyonlama hata değerlerini tezgah

kataloglarından elde etmek mümkündür. Bu değerler tezgahın hareket sistemlerinin hassasiyeti hakkında genel bir bilgi vermektedir. Kataloglarda, tezgah hassasiyeti ile ilgili verilen bazı ölçü ve toleranslar şunlardır.

- Bilyeli vidalı mil çapı : 32 mm
- Bilyeli vidalı mil adımı: 10 mm
- Tüm X-eseni boyunca pozisyonlama hatası: 0,005 mm
- Tüm Z-ekseni boyunca pozisyonlama hatası: 0,020 mm
- X-ekseni pozisyonlama ortalama hatası: 0,003mm
- Z-ekseni pozisyonlama ortalama hatası: 0,010 mm
- X-ekseni ortalama yön değiştirme (reversal) hatası: 0,01 mm
- Z-ekseni ortalama yön değiştirme hatası: 0,005 mm

Bu değerlerin 22 ±1 °C sıcaklıkta ve tavsiye edilen şartlara uygun olarak tespit edilmesi çok önemlidir [8].

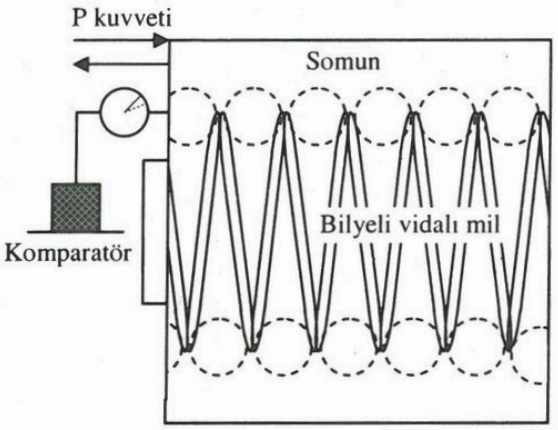
Yukarıda ki verilerden de anlaşılacağı gibi, bilyeli vidalı mil içindeki bilye çapları ve toleransları hakkında herhangi bir bilgi yoktur. Bilyelerin çalıştığı yerlerin ölçüleri ölçme yoluyla elde edilebilir, fakat çalışma boşluğu bilinmediği için buradan tam bir sonuç elde etmek mümkün değildir. Sistemi tamamen söküp bilyeleri ölçerek gerçek verilere ulaşılabilir.

3. BİLYELİ VİDALI MİLDE AŞINMA SONUCU OLUŞAN BOŞLUĞUN GİDERİLMESİ İLE İLGİLİ DENEYSEL UYGULAMA

Bilyeli vidalı mil aşınmalarının incelenmesinden önce, bilyeli vidalı mil sisteminin davranışlarını etkileyen faktörleri, sebep olduğu arızaları ve bilyeli vidalı mil bilye değiştirme karakteristikleri hakkında geniş bilgi sahibi olunması, vidalı mil aşınmasını incelerken faydalı olacaktır. Bilyeli vidalı mildeki boşluk tespit edildikten sonra, bilyeli vidalı mil sistemi tezgahtan sökülür ve sistemi oluşturan elemanların ayrı ayrı incelenmesi gerekir.

3.1.Bilyeli Vidalı Milde Aşınmadan Dolayı Meydana Gelen Boşluğun Belirlenmesi:

Bilyeli vidalı mil ve somun arasındaki aşınmadan dolayı meydana gelen boşluk, aşağıdaki yöntem uygulanarak bulunmuştur.



Şekil 2. Bilyeli vidalı mildeki boşluk tespiti.

Şekil 2'de görüldüğü gibi komparatör tezgah dışında bir yere sabitlenir. Uç kısmı vidalı mile ait somun'a yerleştirilir. Bilyeli vidalı mil ters yönlerde hareket ettirilir. Komparatörde meydana gelen sapma, bilyeli vidalı milde aşınmadan dolayı meydana gelen boşluğun bulunmasını sağlar. Elde edilen veriler, diğer yaklaşımlarla da teyid edilir. Bu çalışmada yapılan ölçümlerde, sapmanın 0.01"olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Bilyelerin Mikroskop Altı Mikro Yapı Görüntülerinin İncelenmesi:

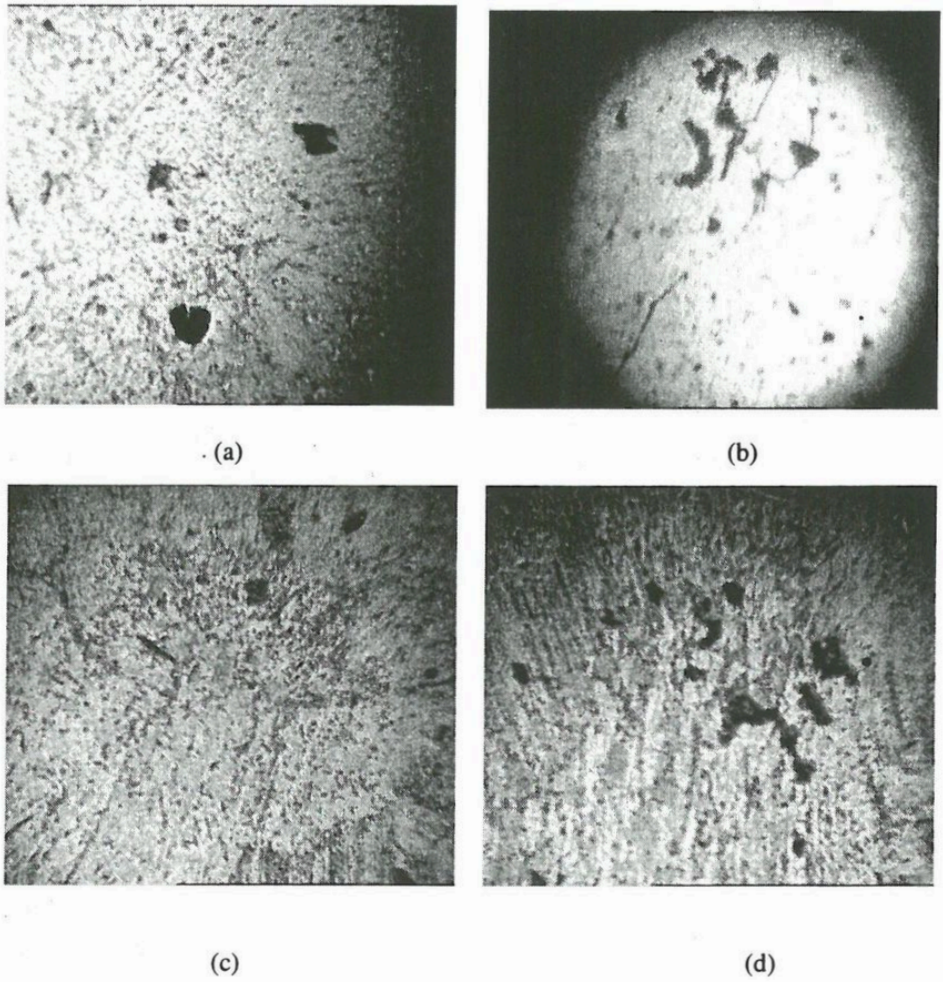
Bilyeli vidalı mil sisteminde, aşınmadan kaynaklanan boşluklar yukarıda anlatılan yaklaşımlarla tespit edildikten sonra bilyelerin mikro görüntülerinin incelenmesi gerekmektedir.

Bilyeli vidalı mil'in içersinden çıkarılan bilyelerin, yüzey görüntüleme cihazı ile resimleri çekilip, aşağıdaki görüntüler elde edilmiştir. Aşınma izlerine bakılarak aşınmanın neden kaynaklandığı incelenmiştir

Şekil 3'teki mikro yapı görüntüleri incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

(a) Görüntüsü: Gerilme kuvvetlerinden dolayı çatlaklıklar oluşmuştur.
(b) Görüntüsü: Oyuklar (piting) oluşmuştur.
(c) Görüntüsü: Oyuklarla birlikte gerilme çatlaklıkları da oluşmuştur.
(d) Görüntüsü: Abrasif aşınma izleri oluşmuştur.

Bilyelerde oluşan bu hasarların, talaş kaldırma anındaki, özellikle, kesme anındaki yüklemelerden ve sürtünmelerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 3. Aşınmış bilyelerin mikroskop altı mikro yapı görüntüleri.

3.3. Bilyelerde Aşınmadan Dolayı Ortaya Çıkan Kütle Kaybının İncelenmesi:

Tezgahın bilyeli vidalı mil-somun sisteminden çıkarılan bilyelerin kütle ölçümleri, Precisa XB 220A hassas ölçüm cihazı ile 23 °C' de yapılmış ve ölçümlerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Bilye: 1.0418 g	9. Bilye: 1.0445 g	17. Bilye: 1.0447 g
2. Bilye: 1.0432 g	10. Bilye: 1.0442 g	18. Bilye: 1.0452 g
3. Bilye: 1.0436 g	11.Bilye: 1.0430 g	19. Bilye: 1.0444 g
4. Bilye: 1.0427 g	12. Bilye: 1.0433 g	20. Bilye: 1.0428 g
5. Bilye: 1.0434 g	13. Bilye: 1.0423 g	21. Bilye: 1.0429 g
6. Bilye: 1.0435 g	14. Bilye: 1.0434 g	22. Bilye: 1.0436 g
7. Bilye: 1.0431 g	15. Bilye: 1.0425 g	23. Bilye: 1.0445 g
8. Bilye: 1.0432 g	16. Bilye: 1.0429 g	24. Bilye: 1.0435 g

Hassas ölçüm cihazı ile bilyeler üzerinde yapılan incelemede ölçüm sonucu değerlerinin minimum 1.0418 g ile maksimum 1.0452 g arasında olduğu tespit edilmiştir. En büyük kütleli bilye ile en küçük kütleli bilye arasındaki kütle farkı, 1.0452-1.0418=0.0034 g/kütle olmuştur. Bilyelerin ölçümü sonucunda kütle kaybı değerlerinin farklı olduğu gözlenmiştir. Bilyelerin ilk kütleleri bilinmemekle beraber, bu verilere göre, aşınmanın, her bilyede farklı miktarlarda olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kütle kaybını, dolayısıyla aşınmanın meydana geldiğini gösterir. Aşınma, bilyeli vidalı milde boşluk oluşturur ve tezgah hassasiyetini etkiler.

3.4.Bilyeli Vidalı Milde Aşınmadan Dolayı Meydana Gelen Boşluğun Giderilmesi

32 mm çapındaki bilyeli vidalı mil söküldükten sonra ortaya çıkan bilyelerin ölçülüp ortalama bir aşınmışlık değeri bulunması gerekmektedir.

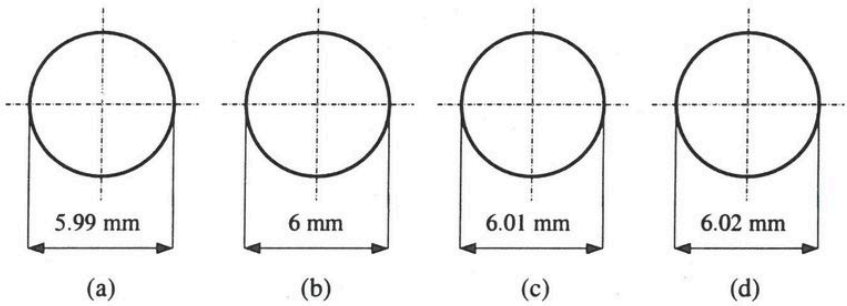
Bilyelerin çapları 1/1000 mm hassasiyetindeki mikrometre ile ölçüldüğünde aşağıdaki değerler tespit edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması alındığında, aşınmış bilyelerin ortalama çapının 5,90 mm olduğu tespit edilmiştir.

Bilye numarası	1	2	3	4	5	6	7	8
Ölçüsü ∅ mm	5.898	5.896	5.903	5.904	5.905	5.899	5.906	5.896
Ortalama ölçü	5.900							

Bilyeli vidalı mil boşluk tespitinde komparatörle bulunan sapma değerleri mm ye çevrilerek 0.01"x25.4 mm = 0.254 mm değeri elde edilir. Bu boşluk, vidalı mil-bilyeler ve somundaki aşınmanın toplam değeridir. Aşınmadan dolayı meydana gelen bu boşluğun giderilmesi için ortalama çaptan (5.900 mm), 0,254 mm / 2 = 0,127 mm daha büyük çapta çelik bilyelerin kullanılması gerekir Kullanılacak bilyeler en fazla 5.900 + 0,127 = 6,027 mm çaplı olmalıdır, çünkü bu çaptan büyük bilyeler, vidalı milin hareketini zorlaştırır.

Bu yöntemle, bilyeli vidalı milde aşınmadan dolayı oluşan boşluk giderilirken, 6.027 mm değerinden fazla hatta bu değerdeki bilyeler bile farklı aşınma oluşumundan dolayı vidalı mil ve somunda sıkışmalar meydana getirebilir. Bundan dolayı bilyeli vidalı mil sisteminde, ideal çalışma boşluğunu elde edebilmek için Şekil 4'te görülen ve maksimum değer olan 6.027 mm çapındaki bilyeler ile bundan daha düşük çaplı bilyelerin de denenmesi faydalı olacaktır.

Bilyeli vidalı milde oluşan boşluğun tamamının alınması gerektiğinden, önce, çapı 6.02 mm olan bilyeler denenir. Eğer bu çaptaki bilyeler, boşluğun tamamını alıp ideal çalışma boşluğunu veriyorsa vidalı mil sistemine yerleştirilerek montajı yapılır. Sistemin çalışması, boşluğu /sıkılığı kontrol edilir.



Şekil 4. bilyeli vidalı milde boşluğun giderilmesinde kullanılabilecek bilye çapları.

Eğer bu çaptaki bilyelerden ideal sonuç elde edilemezse, aynı yöntemle diğer çaptaki bilyelerle denemelere devam edilir. Bu çalışmada, istenilen çalışma boşluğunu en ideal şekilde sağladığından dolayı, aşınmış bilyelerin yerine 6.00 mm çaplı bilyeler kullanılmıştır.

Boşluk toleransı ise 6.027 – 6.000 = 0,027 mm olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç ISO alıştırma cetvelinde normal delik sisteminde H6/h5 alıştırma toleransına karşılık gelmektedir. Belirtilen cetvelde 32 mm'lik ölçü için verilen değerler:

Delik için:

En Büyük Ölçü = Anma Ölçüsü + Üst sapma
En Büyük Ölçü = 32 + 0,016
En Büyük Ölçü = 32,016 mm

Mil için:

En Küçük Ölçü = Anma Ölçüsü – Alt Sapma
En Küçük Ölçü = 32 – 0,011
En Küçük Ölçü = 31,989 mm

Tolerans = En Büyük Ölçü - En Küçük Ölçü
Tolerans = 32,016 – 31,990
Tolerans = 0.027 mm

Bu alıştırma sistemi boşluklu alıştırmalarda kaygan geçme sistemine tekabül edip, sessiz çalışan, çok az boşluklu, yüksek hassasiyetteki kaymalı yataklar için kullanılabilir. Toleransın boşluklu geçme olması, bilyeli vidalı mil sisteminde yapılan işlem sonucunda mekanizmada sıkışmanın olmadığını ortaya koymaktadır. H6/h5 alıştırma sistemi, rulmanlarda da kullanılmaktadır.

Bilyeli vidalı mil-somun sistemindeki aşınmanın bu şekilde giderilmesi biraz zaman alıcı görünse de, yenisinin fiyatı ile karşılaştırıldığında ve her yeni bilyeli vidalı mil-somun sisteminin eskisinin akıbetine uğrayacağı düşünüldüğünde,bu yöntemin uygulanmaya değer olduğu sonucuna varılacaktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

CNC tezgahları pahalı tezgahlar oldukları için, üretimin sürekliliğini, dolayısıyla de etkin bir bakım ve arıza yönetimini gerektirmektedir.

Takım tezgahlarında, çalışan parçaların zamanla yıpranacağı, özellikle sürtünmeye maruz kalan parçaların daha çabuk aşınacağı, belirli toleransların dışına çıktığında ya tamir edilmesi, ya da yenisi ile değiştirilmesi gerektiği bilinen bir gerçektir.

Ancak iyi bir arıza giderme yolu izlemek ve etkin bir bakım modeli uygulayarak, tezgah üretkenliğini maksimuma çıkarmak mümkündür

CNC tezgahlarında bilyeli vidalı miller, tezgahın en önemli parçalarından birisidir. Bu milde oluşacak arızalar, tezgahın diğer fonksiyonlarını da etkiler. Genel olarak, vidalı mil-bilyeler-somun üçlüsünden oluşan bilyeli vidalı mil sisteminin komplesini değiştirmek çok pahalıdır. Sistemdeki elemanların hepsi (vidalı mil-bilyeler-somun) aşınmaya maruz kalırlar. Aşınmış sistemi kullanılabilir duruma getirmenin en kolay ve ekonomik yolu, aşınma miktarının tespit edilerek bu aşınmayı daha büyük çaplı bilyelerle telafi etmektir.

Bu çalışmada bu yol takip edilerek üzerinde çalışılan bir CNC torna tezgahının bilyeli vidalı mil sistemindeki aşınma miktarları (boşluklar) tespit edilmiş, bu boşlukları telafi edecek çapta yeni bilyeler kullanılmış ve sistem, boşluksuz çalışır hale getirilmiştir. Bu yöntemle, aşınmadan kaynaklanan arıza az bir maliyetle giderilmiş, yenisinin satın alınmasına ve montajına gerek kalmamış, bu sayede işletmenin ekonomik kayıpları azaltılmıştır. Bu yaklaşımdaki tek zorluk, istenilen çaptaki bilyelerin kolay temin edilememesidir. Bu şekildeki bir yaklaşımla aşınma boşluğunun daha kolay giderilmesi için, mümkünse, tezgah satın alındığında bilyeli vidalı mildeki gerekli ölçülerin özellikle bilye çaplarının ölçülüp bir tarafa not edilmesi kolaylık sağlayacaktır.

5. KAYNAKÇA

[1] Mei, X., Tsutsumi, M., Tao, T. and Sun, N., 'Study on the load distribution of ball screws with errors', Mechanism and Machine Theory, 38 (2003) 1257-1269.

[2] Ro, P. I., Shim, W. and Jeong, S., 'Robust friction compensation for submicrometer positioning and tracking for a ball screw-driven slide system', Precision Engineering, 24(2000) 160-173

[3] Guearra, D. S., Kyusojın, A., Isobe, H. and Kaneko, Y., 'Development of a new lapping method for high precision ball screw – feasibility study of a prototyped lapping tool for automatic lapping process', Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology, 25 (2001) 63-69.

[4] Kim, S. K. and Cho, D. W., 'Real Time Estimation of Temperature Distribution in a Ball-screw System', International Journal of Machine Tool and Manufacture, 37 (1996) 451-464.

[5] Yun, W. S., Kim, S. K. and Cho, D. W., 'Thermal error analysis for a CNC lathe feed drive system', İnternational Journal of Machine Tool and Manufacture, 39(1999) 1087- 1101.

[6] Nakashima, K. and Takafuji, K., 'Stiffness of a ball screw including the deformation of screw, nut and screw thread', Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers., Part C 54 505 (1987) 2181-2187.

[7] Arslan, H., 'CNC Teknolojisi', Özkan Matbaacılık, 1993, Ankara, s. 23-30.

[8] Taksan T28 TTC 630 TM-01 Devreye Alma ve Bakım El Kitabı, 1995.

THE REPAIRING OF ABRASION END PLAY OCCURRING IN BALL-SCREW ON CNC LATHES

M. CAN* & M. GAVAS** & R. İPEK***

Abstract. The aim of all the machine tools is to complete the work precisely in the shortest time. Yet, due to different causes, electrical, electronic and mechanical defects have been on the machines which cause economical loss. One of the most important mechanical defects on the CNC lathe is abrasion of ball-screw. In time, the eroded ball-screw makes the move difficult, ruins the precision of the lathe, and although everything is all right on the CNC lathe, the ball-screw causes the work-piece to be machined wrongly. In this study, abrasion of the ball-screw has been researched experimentally and detailed, micro structure of the balls has been investigated with microscope and loss of mass of the balls have been determined. In addition, the end play among screw-ball-nut caused by abrasion in ball-screw has been determined and a new approach has been presented about its repairing to use the ball-screw longer without changing.

Keywords : Abrasion, Ball-screw, CNC, Error

* Atatürk Anadolu Teknik Anadolu Meslek Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi, Eskişehir, Türkiye.

** Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Kütahya, Türkiye, mgavas@dumlupinar.edu.tr

*** Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye, ripek@dumlupinar.edu.tr