

TORNALAMA İŞLEMİNDE KESİCİ UÇ TUTTURMA YÖNTEMİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Nergizhan KAVAK^{a,*}, Ulvi ŞEKER^b, Erhan ALTAN^c

^{a,*} Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, ZONGULDAK
Tel: 0-372-2574010 kavakn@karaelmas.edu.tr Zonguldak/TÜRKİYE

^b Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi, ANKARA
Tel: 0-312- 202 86 70 useker@gazi.edu.tr Ankara/TÜRKİYE

^c Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL
Tel: 0-212 3832797 ealtan@yildiz.edu.tr İstanbul/TÜRKİYE

Özet

Kesici uçların takıma tutturulmasında mekanik sıkırtma, sert lehimleme ve yapıştırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin talaş kaldırma performansına etkileri farklı olmaktadır. Bu çalışmada yeni bir yöntem olarak yapıştırma-yumuşak lehimleme yöntemi kullanılmış, AISI 1050 çeliği mekanik sıkımalı ve yapıştırma-yumuşak lehimleme bağlantılı kesici uçlu takımlarla tornalanarak, kesici uç tutturma yönteminin işlenen parçanın yüzey pürüzlülüğüne etkileri incelenmiştir. Dört farklı kesme hızı (150, 168, 187 ve 210 m/dak) ile üç farklı ilerleme (0.15, 0.2 ve 0.25 mm/dev) değeri ve kesme derinliği (1,5 mm) sabit tutularak talaş kaldırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Yapıştırma-yumuşak lehimli takımlar mekanik sıkımalı takımlara kıyasla daha iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapıştırma-yumuşak lehimli takım, Mekanik sıkımalı takım, İşlenebilirlik, Yüzey pürüzlülüğü

1.Giriş

Talaşlı imalatta kullanılan kesici takımlarda kesici ucun takım gövdesine tutturulması için farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler; yapıştırma, mekanik sıkma ve sert lehimleme metotlarıdır.

Darwish ve Davies [1], kesici takımlarda yapıştırıcılarla birleştirilen kesici ucun gösterdiği işleme performansının, mekanik sıkımalı ve sert lehimleme yöntemiyle yapılmasına kıyasla daha iyi olduğunu kanıtlamışlardır. Çalışmalarında, üç farklı yapıştırıcı malzeme kullanılmış, seçilen yapıştırıcılar ile birleştirilmiş sert metal kesici uçlar ile frezeleme uygulanmış, iş parçalarının yüzey pürüzlülüğü ve kesici takımlarda meydana gelen takım aşınmaları incelenmiştir.

Darwish [2], bir başka çalışmada takım tutucu-uç tutturma tekniklerinin işlenmiş parçaların geometrik toleransları ve boyutsal hassasiyeti üzerindeki etkilerini de incelemiştir. Mekanik sıkımalı ve sert lehimli takımlara kıyasla yapıştırıcı takımlar, sahip oldukları yapıştırıcı tabakanın yüksek sönümlenme kapasitesi sayesinde daha yüksek boyutsal hassasiyet ve geometrik tolerans sağlamıştır.

Darwish [3], talaşlı işlenmesi zor olan süpermet 718 gibi nikel esaslı süper alaşımları yapıştırıcı ve mekanik sıkımalı takımlarla işlemiş, yapıştırıcı takımların, mekanik sıkımalı takımlara göre daha az yüzey pürüzlülüğü sağladığını; takım aşınması açısından ise aralarında önemli fark bulunmadığını belirlemiştir.

Darwish ve Davies [4]; yapıştırma, mekanik sıkırtma ve sert lehimleme yöntemiyle birleştirilmiş kesici takımlardaki ısı akışını ortogonal tornalama testleri yaparak ve sonlu elemanlar yöntemini kullanarak incelemiştir. Isı bariyeri olarak yapıştırma bölgesinin etkisinin yapıştırıcının kalınlığına bağlı olduğunu ve yapıştırıcı kalınlığının azalmasıyla, yapıştırmalı takımlar boyunca ısı akışının arttığını ifade etmişlerdir. Çalışmalarında, yapıştırmalı takımlarda ısı dağılımının, mekanik sıkırtma ve sert lehimleme durumundakiler ile aynı olmadığını, dağılımın oldukça farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kesici takımlarda ucun takım gövdesine tutturulması yöntemlerinin birbirlerine göre önemli farklılıkları vardır. Mekanik sıkırtma takımlar işleme sırasında oluşan titreşimleri önlemek için her zaman yeterince yüksek bir temas rijitliği sağlayamazlar ve kesici ucun ömrü azalırken, üretilen iş parçasının yüzey kalitesinin bozulmasına neden olabilirler. Uçların sert lehimle takım gövdesine birleştirilmesinde, lehim işleminin yüksek sıcaklığı yüzünden çoğu kez sert metal kesici uçta mikro çatlaklar oluşmaktadır. Bundan dolayı iskartaya çıkan plakette uç sayısında artış meydana gelmektedir. Yapıştırmalı takımlarda, yapıştırıcının titreşim sönmülme özelliğinin varlığı ve tutturma için gerekli olan sıcaklığın düşük olması nedeniyle sert metal uçlarda kırılmanın azalması önemli bir avantaj sağlar. Yapıştırıcılar ile yüksek sıcaklıklarda çalışılması, bağlantının mekanik dayanımının düşmesine sebep olabileceğinden kesme parametrelerinin dikkatli seçilmesi gerekmektedir. Kesme sıvıları da kullanılabilir. İşleme sırasında uçta oluşan ısının takıma geçişinin güç olması da ayrıca problem yaratır.

Yapıştırmalı takımlarla talaş kaldırma işleminde, mekanik sıkırtma ve sert lehimli takımlara göre çok daha iyi iş parçası yüzey kalitesi elde edilmektedir. Fakat yapıştırıcının termal iletkenliği düşük olup, ısı ve mekanik etkilere dayanımı azdır. Yapıştırmalı bağlantılarda mekanik dayanımı ve yapıştırıcının termal iletkenliğini arttırmak için, yapıştırıcıya çeşitli toz veya partiküller eklenerek yapılan çalışmalarda [5,6,7] genellikle bakır, alüminyum, kısa karbon fiberler, TiO₂ nano-partikül, nano-Si₃N₄ ve nano-ZnO kullanılmıştır. Yapıştırıcılar oda sıcaklığında veya bir miktar ısıyla kürleştirilen malzemelerdir. Kullanılan ısı miktarı, ilave edilen tozun ergime sıcaklığına erişebilmesi için azdır. Dolayısıyla katılan tozlar birleşme bölgesinde katı fazdadırlar.

Bu çalışmada yeni bir tutturma yöntemi olarak yapıştırma-yumuşak lehimleme yöntemi kullanılmıştır. Sadece yapıştırma uygulanmasına kıyasla, yapıştırıcı-yumuşak lehimleme birleştirmelerinde, yapıştırma yanında lehimlemeden de kaynaklanan bir dayanım artışı elde edilmektedir. Deneysel çalışmalarda AISI 1050 çeliği mekanik sıkırtma ve yapıştırma-yumuşak lehimleme bağlantılı kesici uçlu takımlarla tornalanarak, kesici uç tutturma yönteminin işlenen parçanın yüzey pürüzlülüğüne etkileri incelenmiştir.

2. Deneysel Uygulama

Çalışmalarda, AISI 1050, Ø100x 400 mm iş parçası malzemesi kullanılmıştır. Deney malzemesi olarak kullanılan çeliğin kimyasal analizi Çizelge 1.'de verilmiştir. Deneylerde kullanılacak iş parçalarının alın yüzeyleri üniversal torna tezgahında işlenmiş, parçanın her iki alınına punta deliği açılmıştır.

Çizelge 1. Deneylerde Kullanılan Çelik Malzemenin Kimyasal Analizi

Kimyasal Analiz (% ağırlık)					
AISI	C	Mn	Si	P	S
1050	0,47	0,71	0,25	0,017	0,025

Talaş kaldırma deneylerinde AISI 1050 malzemesinin işlenmesinde, Böhler Sert Maden ürünü olan ISO P20 kalitesinde kaplamasız KNUX 160405 R11 sert metal uç kullanılmıştır. Uygulanan

deneylerde iki farklı tutturma metodu uygulanan kesici takımlar kullanılmıştır: Yapıştırırmalı-yumuşak lehimli takım ve mekanik sıkımlı takım.

Yapıştırırmalı-yumuşak lehimli takımlarda yapıştırıcı olarak, tungsten karbür uçlarda, endüstriyel elmas uçlarda, tungsten bıçaklar ve demir esaslı malzemelerin yapıştırmasında tercih edilen tek bileşenli ve ısıyla kürleşen epoksi kullanılmıştır. Epoksi içerisine katılan 63/37 kalay/kurşun esaslı yumuşak lehim tozu miktarı %5'dir.

Kesici uca uygun takım tutucu "CKJNR 2525 M16" seçilmiştir. Takım tutucu deneysel çalışmalarda takım tutturma yöntemine göre bir miktar değişikliğe uğratılmıştır. Şekil 1. Yapıştırırmalı-yumuşak lehimli takımların hazırlanması için, ilk önce takım tutucunun kesici uç bölgesi zımparalama yapılarak mekanik olarak pürüzlendirilmiştir. Ayrı bir plastik kapta epoksi ile yumuşak lehim tozu karıştırılarak tutucunun uç yuvasına sürülmüştür. Son olarak, takım tutucuya metal kağıt klipsleriyle baskı uygulanmış ve tutucu sıcaklığa maruz bırakılarak yapışma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Kesici ucu yapıştırma-yumuşak lehimli bağlanmış, deneylerde kullanılan kesici takım.

Değişik kesme parametrelerinin yapıştırma-yumuşak lehimli ve mekanik sıkımlı kesici takımlar üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla bir dizi tornalama deneyleri yapılmıştır.

Gerçekleştirilen kesme deneylerinde AISI 1050 iş parçasının işlenmesinde dört farklı kesme hızı ve üç farklı ilerleme değeri ile sabit kesme derinliği kullanılmıştır. Yapılan deneylerde kullanılan kesme parametreleri Çizelge 2.'de gösterilmiştir. Parametrelerin seçilmesinde kesici uç (takım) üreticisinin önerdiği değerler; yapıştırırmalı-yumuşak lehimli takım kullanımı ve kuru işleme durumuna uygun olacak şekilde dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu deneylerde kullanılan kesme hızları, mümkün olduğunca minimum ve maksimum değerler arasında seçilmeye çalışılmıştır. Kesme hızları değişimi sert metal kesici uç malzemesi için ISO 3685 standardı baz alınarak seçilmiştir.

Çizelge 2. Deneylerde kullanılan talaş kaldırma parametreleri

İş Parçası Malzemesi	Kesici Uç	Takım Tutucu Tuturma Tarzı	Talaş Kaldırma Parametreleri		
			V (m/dak)	f (mm/dev)	a (mm)
AISI 1050	KNUX 160405 R11	Yapıştırma-yumuşak lehimli takım	150	0,15	1,5
		Mekanik sıkımlı takım	168 187 210	0,2 0,25	

Deneylerde kesme sıvısı kullanılmamış kuru kesme yapılmıştır. Her bir deney için yeni bir kesici uç kullanılmıştır. Deney sonuçlarını etkilememesi için kullanılan deney numunesinin dış yüzeyi deneyler öncesi farklı bir kesici takım ile tornalanarak çalışmalara başlanmıştır. Deneylerde her bir talaş kaldırma kombinasyonu için iş parçası malzemesine 100 mm aksenal tornalama uygulanmıştır.

AISI 1050 için yapıştırmalı-yumuşak lehimli takımlarla 12 ve mekanik sıkımsal takımlarla 12 olmak üzere toplamda 24 deney yapılmıştır. Şekil 2.' de kullanılan CNC Torna tezgahı ile iş parçası ve takım görülmektedir.



(a) (b)
Şekil 2. Deney tertibatı görünümü (a) CNC torna tezgahı ve (b) iş parçası ve takım

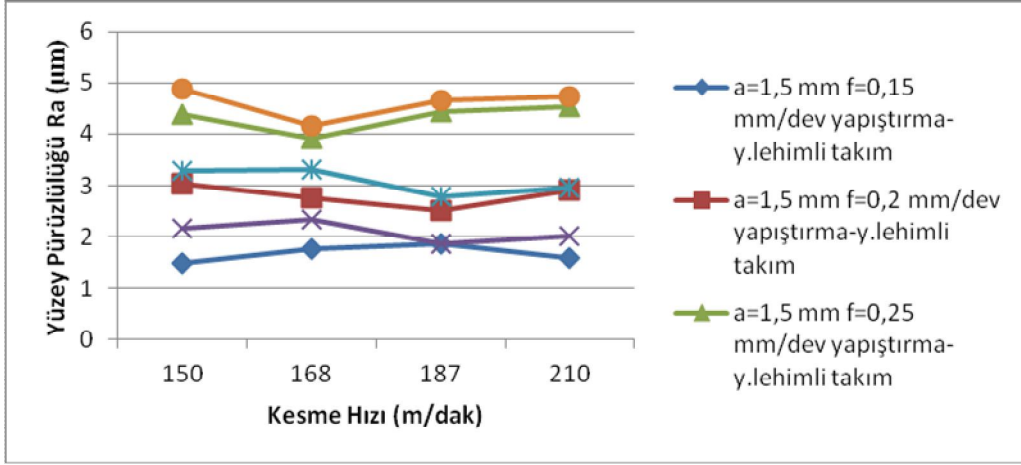
JOHNFORD T35 CNC Torna Tezgahında işlenen parçaların üzerinde yüzey pürüzlülüklerinin ölçülebilmesi için Marh marka Perthometer M1 tipi, masa üstü, yazılı çıktı verebilen pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. İş parçasında işleme sırasında oluşan yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçümleri için ölçüm uzunluğu 0,8 mm ve değerlendirme uzunluğu 5,6 mm olarak seçilmiştir. Ölçümler iş parçası eksenine paralel olacak şekilde ve üç ölçüm (Ra) alınarak yapılmıştır. Ölçülen değerlerin aritmetik ortalaması bulunmuştur.

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

Deneyler iki farklı kesici uç tutturma metodu uygulanmış kesici takımlar kullanılarak, sabit kesme derinliği ile dört ayrı kesme hızı ve üç ayrı ilerleme uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

3.1 Kesici Uç Tutturma Yönteminin Kesme Hızı Değişiminde Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Talaşlı imalat uygulamalarında talaş kaldırma performansının değerlendirilmesinde önemli bir ölçüt yüzey kalitesidir. Yüzey pürüzlülüğünün; öncelikli olarak kesme hızına, ilerlemeye ve talaş derinliğine bağlı olarak değişebileceği bilinmektedir. Kesme hızındaki artışa bağlı olarak, yüzey pürüzlülüğündeki iyileşme, beklenen bir özellik olup yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmek için kesme hızının artırılması, literatürde [8,9,10] karşılaşılan bir durumdur. Mekanik sıkımsal takımlarla yapılan tüm deney şartlarında, kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün küçük bir miktar azaldığı görülmektedir (Şekil 3). Bazı kesme hızlarında yüzey pürüzlülüğü değerlerinde ani artışlar görülmektedir. Bu durumun işleme esnasında çıkan talaşların sürekli talaş olması ve kırılmamasından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3. Yapıştırma-yumuşak lehimli ve mekanik sıkımlı takımlarla talaş kaldırmada kesme hızı değişiminin yüzey pürüzlülüğüne etkisi

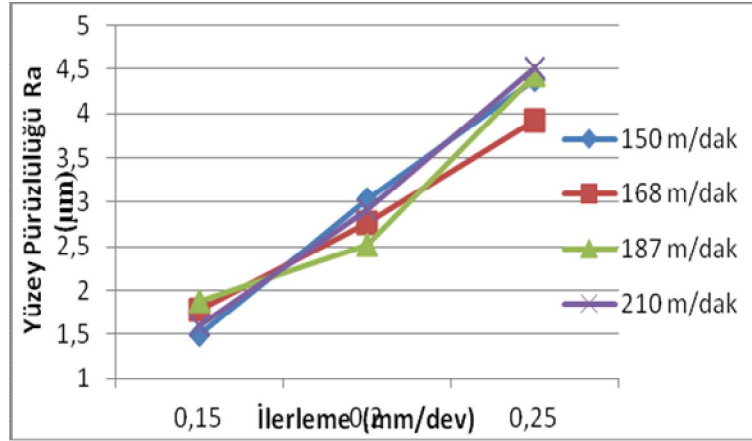
Şekil 3.'deki grafikte, farklı kesme hızları değerleri ile yapılan deneysel çalışmalarda, yapıştırılmalı-yumuşak lehimli takımlar kullanılarak elde edilen iş parçası yüzey pürüzlülüğünün, mekanik sıkımlı takımlarla işlenen parçalardan elde edilen yüzey pürüzlülüğüne göre daha az olduğu görülmektedir. Yapıştırılmalı-yumuşak lehimli takımlarla kesme hızı 150 m/dak ve 0,15 mm/dev ilerlemede çalışıldığında yüzey pürüzlülüğünde mekanik sıkımlı takımlara kıyasla %30; kesme hızı 210 m/dak ve 0,15 mm/dev ilerlemede çalışıldığında ise %20' lere iyileşme sağlanmaktadır. Yapıştırılmalı-yumuşak lehimli takımlarda yapıştırma tabakasının titreşim sönmüleme özeliğinin bir avantaj oluşturduğu düşünülmektedir.

3.2 Kesici Uç Tuturma Yönteminin İlerleme Değişiminde Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

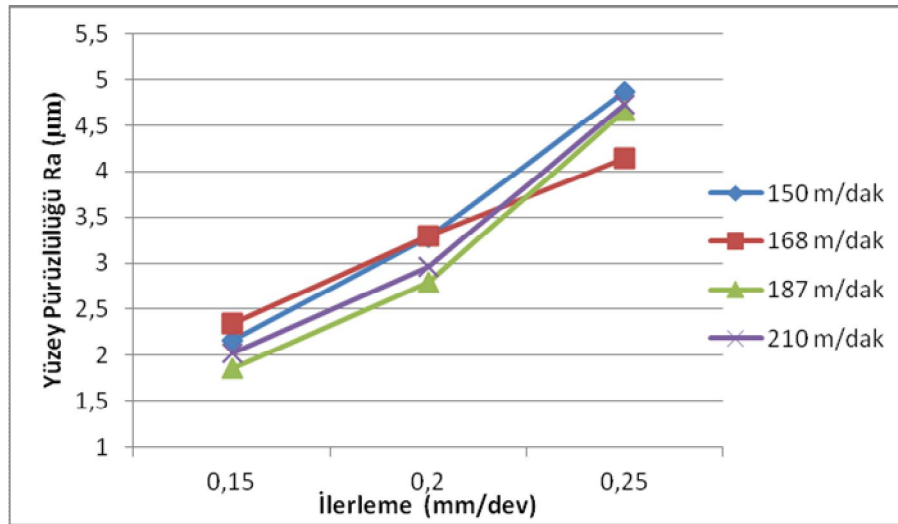
İlerleme değerinin artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı bilinmektedir. Yüzey pürüzlülüğünün teorik olarak hesaplanması için kullanılan kısaltılmış formül aşağıda verilmiştir.

$$Ra = \frac{f^2}{32 \cdot r_e} \quad (1)$$

Formül incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmek için ilerleme değerinin (f) azaltılması veya burun yarıçapı (r_e) değerinin artırılması gerektiği görülmektedir. Şekil 4. ve Şekil 5. incelendiğinde sonuçların, bu formüsel yaklaşıma uygun olduğu görülmüştür. Şekil 4.'de yapıştırma-yumuşak lehimli takımlarla en düşük yüzey pürüzlülük değeri $Ra=1,49 \mu m$ 150 m/dak kesme hızı ve 0,15 mm/dev ilerlemede, en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri $Ra= 4,52 \mu m$ ise 210 m/dak kesme hızı ve 0,25 mm/dev ilerlemede elde edilmiştir.



Şekil 4. Yapıştırma-yumuşak lehimli takımlarla talaş kaldırmada ilerlemenin yüzey pürüzlülüğüne etkisi



Şekil 5. Mekanik sıkımlı takımlarla talaş kaldırmada ilerlemenin yüzey pürüzlülüğüne etkisi

Şekil 5.'de görüldüğü gibi, mekanik sıkımlı takımlarda en büyük yüzey pürüzlülüğü değeri ($Ra=4,73 \mu m$) kesme hızı 150 m/dak ve ilerleme 0,25 mm/dev şartında elde edilmiştir. İlerlemenin artışı yüzey pürüzlülüğünü arttırmıştır. Bu kesme hızında yüzey pürüzlülüğün yüksek olmasının sebebi kesici takım ucunda oluşan BUE'nin kararsız bir yapıda olmasıdır. Düşük kesme hızlarında çoğunlukla oluşan yığıntı talaşın büyük ve kararsız olması yüzünden yüzey pürüzlülük değeri artarak iş parçasında kötü bir yüzey oluşmasına sebep olabilmektedir.

Şekil 4 ve Şekil 5 karşılaştırıldığında, aynı kesme hızında farklı ilerleme değerleri ile yapılan deneysel çalışmalarda yapıştırımalı-yumuşak lehimli takımlar kullanılarak elde edilen iş parçası yüzey pürüzlülüğünün, mekanik sıkımlı takımlarla işlenen parçalardan elde edilen yüzey pürüzlülüğüne göre daha az olduğu görülmektedir. İlerleme değişimine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değişim karakteristiği her iki tutturma yöntemi için benzerdir.

Sonuçlar

Bu çalışmada, mekanik sıkımlı ve yapıştırma-yumuşak lehimleme bağlantılı kesici uçlu takımlarla tornalanarak işlenen çelik parçanın yüzey pürüzlülüğü incelenmiş, kesici uç tutturma yöntemlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Deneylemler sonucunda aşağıda belirtilen sonuçlara varılmıştır.

- Kesme hızının artışı yüzey pürüzlülüğünü küçük miktarda azaltmıştır. Tutturma yöntemlerinin farklı olması bu genel sonucu değiştirmemiştir.
- İlerlemenin artışı yüzey pürüzlülüğünü arttırmıştır. Tutturma yöntemlerinin farklı olması bu genel sonucu değiştirmemiştir.
- Yapıştırma-yumuşak lehimli takımlarla işlenen parçalarda elde edilen yüzey kalitesi, kesme hızı ve ilerleme değerlerine bağlı olarak mekanik sıklmalı takımlara kıyasla %5-30 daha iyi sonuç vermektedir.
- Yapıştırmalı-yumuşak lehimli takımlarla gerçekleştirilen deneylemlerde en küçük yüzey pürüzlülük değeri, 150 m/dak kesme hızında ve 0,15 mm/dev ilerleme değerinde oluşurken; mekanik sıklmalı takımlarla 187 m/dak kesme hızında ve 0,15 mm/dev ilerleme değerinde oluşmuştur.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan yapıştırıcı malzemeyi temin eden Türkiye Henkel'e ve kesici takımları sağlayan Takımsaş A.ř.'ne destekleri için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Darwish, S., Adhesive Bonding of Metal Cutting Tools, Int. J. Mach. Tools Manufact., 29 (1), 1989, 141-152.
- [2] Darwish, S.M.H., Effect of tool bit insert-holder assembly on the quality of machined workpieces, Journal of Materials Processing Technology, 105, 2000, 230-236.
- [3] Darwish, S.M., Machining of difficult-to-cut materials with bonded tools, International Journal of Adhesion & Adhesives, 20, 2000, 279-289.
- [4] Darwish, S., Davies, R., Investigation of the Heat Flow Through Bonded, Int. J. Mach. Tools Manufact., 29 (2), 1989, 229-237.
- [5] Zhai, L.L., Ling, G.P., Wang, Y.W., Effect of Nano-Al₂O₃ on Adhesion Strength of Epoxy Adhesive and Steel, International Journal of Adhesion & Adhesives, 28, 2007, 23-28.
- [6] Xian, G., Walter, R., Hauptert, F., Friction and wear of epoxy/TiO₂ nanocomposites: Influence of Additional Short Carbon Fibers, Aramid and PTFE Particles, Composites Science and Technology, 66, 2006, 3199-3209.
- [7] Dasari, A., Yu, Z., Mai, Y., Fundamental Aspects and Recent Progress on Wear/Scratch Damage in Polymer Nanocomposites, Materials Science and Engineering R 63, 2009, 31-80.
- [8] Tekaslan, Ö., Gerger, N., Şeker, U., CNC Torna tezgahında AISI 304 eliklerin işlenmesinde optimum yüzey pürüzlülüğünü sağlayacak kesme parametrelerinin tespiti, D.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16, Eylül 2008, 97-104.
- [9] Gökkaya, H., Sur, G., Dilipak, H., Kaplamasız sementit karbür kesici takım ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin deneysel olarak incelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12 (1), 2006, 59-64.
- [10] Akkuş, H., Asiltürk, İ., Tornalamada yüzey pürüzlülüğü ve takım aşınmasının akustik emisyon ve titreşim sensörleriyle izlenmesi, International Iron & Steel Symposium, 02-04 April 2012, Karabük, Türkiye, 497-503.