

KILAVUZ İLE VIDA AÇMA İŞLEMİNE KESME YÖNTEMİNİN VE KESME PARAMETRELERİNİN ETKİLERİ

Gültekin UZUN^a, İhsan KORKUT^b

^{a, *} Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü
Tel: 0-312-2028685 uzun.gultekin@gazi.edu.tr Ankara/TÜRKİYE

^{b, *} Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü
Tel: 0-312-2028673 ikorkut@gazi.edu.tr Ankara/TÜRKİYE

Özet

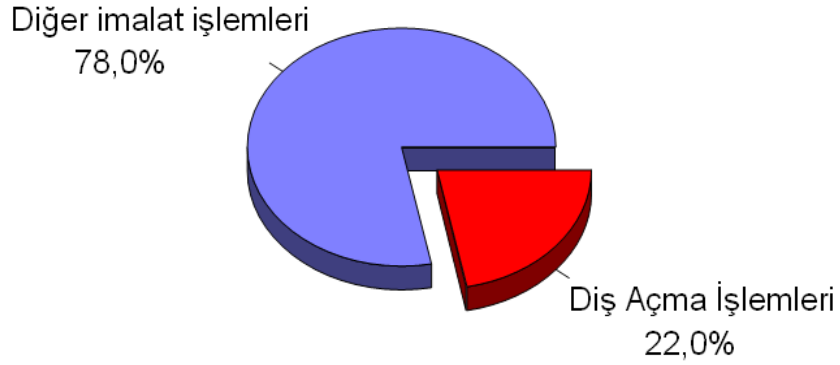
Kılavuz ile vida açma işlemi diğer kesiler ile yapılan kesme işlemine göre daha zor bir işlemdir. Pek çok kesicinin bir anda kesme işlemi yapmaya çalışması ve delik içinde kesme işleminin gerçekleşmesi işlemi zor hale getirmektedir. Bu bağlamda, kılavuzun verimli olarak kullanılabilmesi için kesme şartlarının en iyi şekilde belirlenmesi gerekir. Bu çalışmada daha önce yapılan çalışmalar ışığında, kılavuz ile vida açma işleminde kılavuz kesici formunun, kesiciye uygulanan kaplama türünün ve kesme şartlarının kıyaslanması yapılmıştır. Kılavuz ile vida açma işlemi kılavuz çekilen malzeme, kesme sıvısı, kılavuz tipi, deliğin tipi (açık veya kör delik), delik derinliği, dış taşıma yüzdesi, vida hatvesi, takım ve teçhizatın durumu, kılavuz çekme metodu ve kılavuzun ağızlama kısmı gibi faktörlere bağlı olduğu tespitinde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Dış Açma, Kılavuz, Vida

1. Giriş

Kesici takımların kalite ve maliyetleri, uygun takım ve doğru kesme şartlarını seçmeyi zorunlu kılmaktadır. Doğru kesici takımın secimi, işleme sırasında en üst seviyede verimliliğin elde edilebilmesi için de önemlidir. Düşük takım ömrü, kesici takım değiştirme sıklığını arttıracığından dolayı işleme süresini de arttıracaktır. Bu süre artışı maliyet artışının gerçekleşmesine sebep olacaktır. Ayrıca metal ve metal alaşımlarının işlenmesinde kullanılan takımların kesici kenarları yeterince dayanıklı olmasına rağmen, talaş kaldırma sırasında oluşan gerilmeler karşısında oldukça zorlanmaktadırlar. [1]. Bir üretimde delik içine vida çekme işlemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak iç vida üretimi sırasında kılavuzun ani kırılması, kırılıp iş parçası içerisinde kalması hiç istenmeyen hatalardır. Üretimde özellikle küçük vida ölçülerinde (M6 ve daha küçük vidalar) ve kör deliklerde deliğe dış çekme esnasında kılavuz kırılması oldukça sık meydana gelen olaylardır. Bu sonuçlar, uygun olmayan yağlama, talaş tahliyesindeki yetersizlik ve kılavuz geometrisindeki hatalardan ileri gelmektedir. Kılavuz ile vida çekerken oluşan büyük tork, kılavuzun geri tepmesi (yaylanması) ve dönüş zorluğu beraberinde kılavuz kırılma olayını gerçekleştirmektedir. Burada kılavuzun rahatlatmak için boşluk açısını büyütme bile bir çözüm sağlayamamaktadır [2]. Delik içine vida oluşturmada, delik giriş ve çıkışında ki çapaklanma oluşumu, çok büyük boyutlar da dış açma zorluğu ve kılavuz kırılmalarının meydana gelmesinde ki başlıca sebeplerdir. Bu olumsuzluklar genellikle üretim esnasında görülebilmektedir. [3]. Talaşlı üretimde vida çekme işlemleri için yanlış kılavuz seçimi her zaman problem olmuştur. Doğru kılavuz seçimi ve gerekli parametreler (ilerleme, devir, soğutma sıvısı v.b.) oluşan vida dışının kalitesini ve üretim ekonomisini etkilemektedir. Yanlış kılavuz seçimi maliyet ve

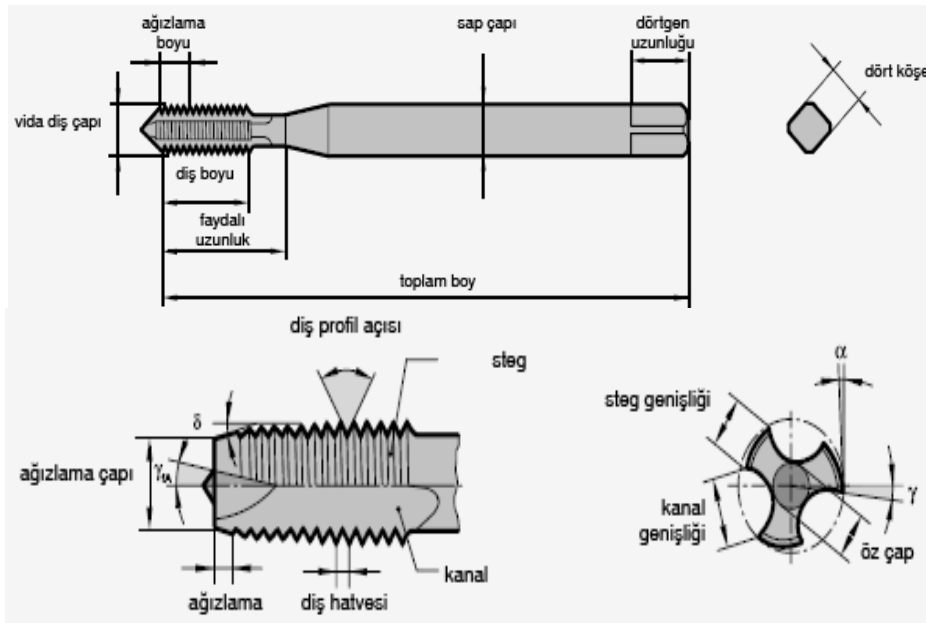
zaman kaybına neden olmaktadır. Diş açma olayı için harcanan toplam zaman işlenebilirlik zamanının % 22'sini (Şekil 1) kapsamaktadır [4]. Bu kadar fazla bir vakti alan bir işlemde beklenmeyen sonuçların da ortaya çıkması bu süreci daha fazla olumsuz yönde etkilemektedir.



Şekil 1. Almanya'nın makine imalat endüstrisinde, imalat işlemleri için harcanan zaman grafiği [4].

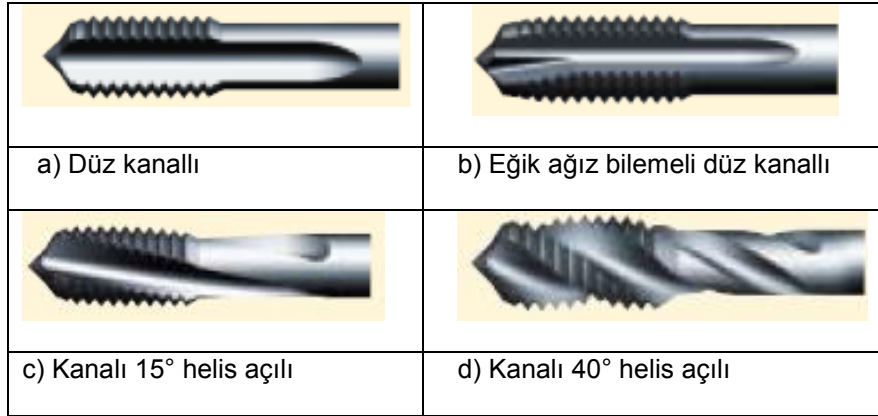
2. Kılavuz ile Vida Açma Yöntemi

Kılavuzlar, çevresinde arzu edilen formda dişleri bulunan bir veya birden fazla kesici elemandan meydana gelen silindirik veya konik vida kesici takım olarak adlandırılmaktadır. Türk Standartları enstitüsü ise, kılavuz; metal, plastik vb. malzemelere matkap uçları ile açılan veya tornalama sureti ile belirli bir ölçüye getirilen deliklere vida açmak için kullanılan, üzerinde vida dişleri oluşturulmuş kesici takımlar olarak tanımlamaktadır (Şekil 2) [5].



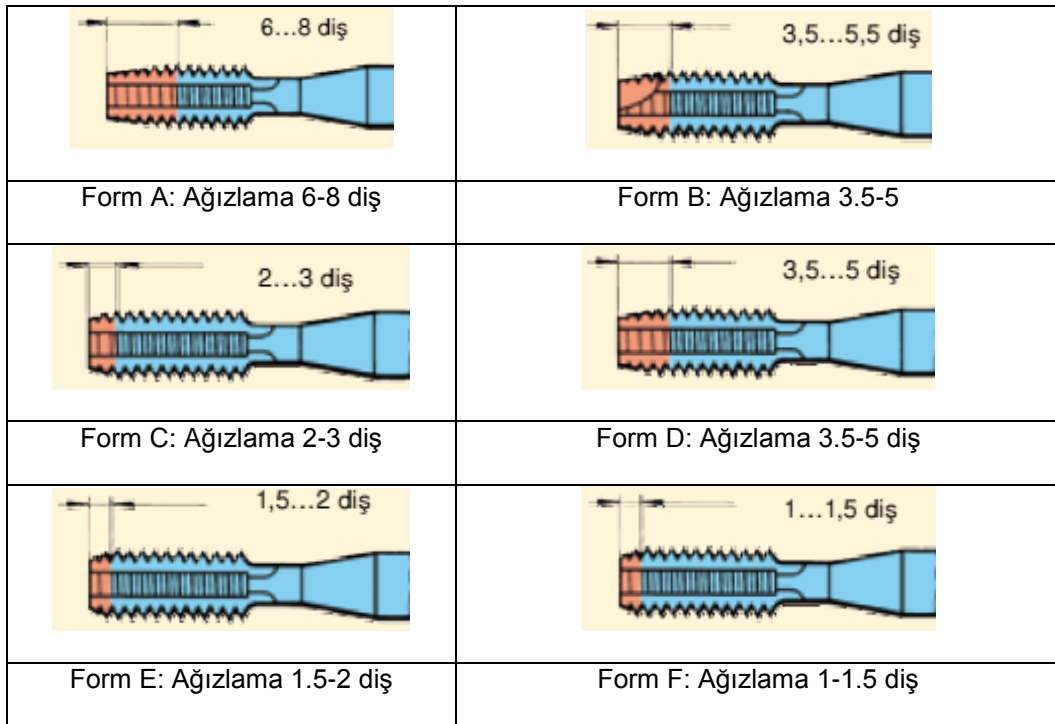
Şekil 2. Kılavuz ve elemanları (δ : Dayama Açısı, γ_{fA} : Ağızlama Konik Açısı, α : Boşluk Açısı, γ : Talaş Açısı) [4].

Kullanıldıkları yere göre kılavuzları el kılavuzları ve makine kılavuzları olarak ikiye ayırabiliriz. El kılavuzları 3'lü veya 2'li (parçalı) takımlar olarak imal edilirler. El kılavuzları farklı ve eşit vida ölçülü kılavuzlar olarak kendi içinde iki gruba ayrılırlar. Farklı vida ölçülü el kılavuzlarının hem ağızla hem de vida yan çap ölçüleri birbirinden farklıdır. Talaş yükü ön, orta ve son kılavuzlarda belirli oranlarla paylaştırılmıştır. Eşit vida ölçülü el kılavuzların ise sadece ağızlama boyları farklıdır [6]. Makine kılavuzları tek parçalı olup ağız bileme şekilleri ve kanal yapıları vida açma işlemi sırasında oluşan talaşı dışarı atmaya yönelik imal edilirler. Makine kılavuzları kendi içinde bileme şekline (bileme formuna) göre gruplandırılmaktadır [4].



Şekil 4. Makine kılavuzu bileme formları [4].

İç vida dişi açılırken tüm kesme ağızlamadaki dişler tarafından yapılır. En uygun ağızlama tipini seçme bu nedenle çok dikkatli yapılmalıdır. Bu seçimle kılavuzun ömrü ve kalitesi yüksek oranda belirlenmiş olur (Şekil 5). Makine imalat sanayisinde genel olarak makine kılavuzlarında Form B ve Form C tercih edilmektedir.



Şekil 5. Makine kılavuzlarının ağızlama formları [4].

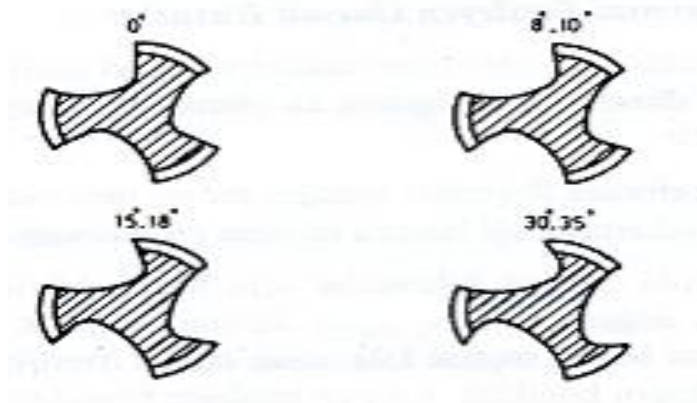
3. Kılavuzun Çalışma Verimini Etkileyen Önemli Hususlar

Üretici firmaların kendi kılavuz kataloglarında verilen değerlerin referans değerleri olduğu, en iyi neticenin tecrübeler ve denemeler sonucu elde edilebileceğın akıldan çıkarılmamalıdır. İmalatçı firmaların aynı şartlarda çalışan kılavuzlar için bazen büyük ayrılıklar gösteren çalışma referans değerleri (talaş açısı, kesme hızı, v.b) verdikleri göze çarpmaktadır. Bu husus büyük ölçüde kılavuzun imalat özelliklerine (vida sırt düşürme değeri, geriye doğru koniklik, v.s.) ve imalatçı firmaların tecrübelerine dayanmaktadır. Kılavuzun çalışma verimine etkiyen önemli hususlar aşağıdaki başlıklar altında verilmiştir [5].

1. Talaş açısı
2. Kesme hızı ve ilerleme
3. Kesme sıvıları
4. Delik tipinin önemi
5. Vida öz çapı deliğinin önemi
6. Ağızlama boyu/delik derinliği arasındaki ilişki
7. Kılavuzlara uygulanan yüzey işlemleri

3.1. Talaş Açısı

Belirli bir malzemeye kılavuzla vida açarken (vidayı keserken) dikkat edilmesi gereken en önemli husus talaş açısıdır. Kesmenin iyi olması ve dolayısıyla uygun talaş tipi talaş açısına bağlıdır (Şekil 6) [5].



Şekil 6. Kılavuzların değişik talaş açıları

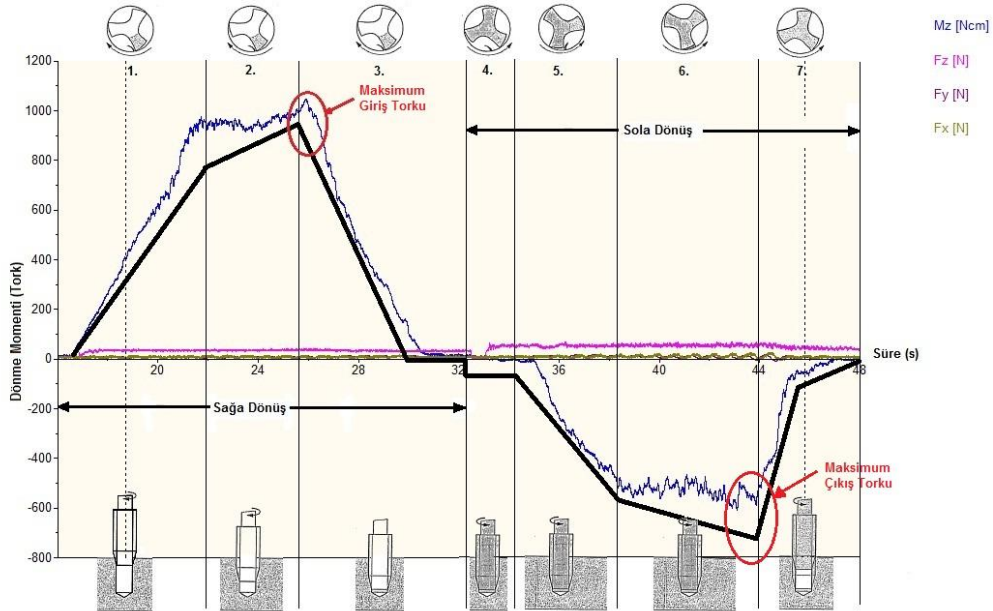
Talaş açısının en büyük etkisi güç sarfiyatı üzerinedir. Dolayısıyla kesme tork'u ve elde edilen vidanın kalitesi de bu hususa bağlıdır. Çeşitli talaş açılarıyla yapılmış olan bir çalışma talaş açısının artmasıyla

kesme torkunun azaldığını göstermektedir [7]. Burada sınırlayıcı unsur dişlerin direncidir. Talaş açısının artırılması dişleri zayıflatmakta, dolayısıyla direnç azalmaktadır [5].

3.2. Kesme Hızı ve İlerleme

Tornalama, delme, frezeleme, planyalama ve taşlama işlemlerinde ilerleme arzuya bağlı olduğu halde kılavuzla yapılan vida kesme işlemlerinde ilerleme kılavuzun hatvesi ile (adım; vida adımı) belirlenir. Vida açılması sırasındaki talaş kaldırma operasyonu diğer kesici takımlara nazaran daha karmaşık olduğundan kılavuzun rasyonel bir şekilde kullanılabilmesi için, ön şart ekonomik kesme hızının tespitidir. Bu tespit için kesme torkunun ve aksel kuvvetlerin belirlenmesi gerekmektedir. Şekil 7'de bir kılavuz ile vida açma işlemi sırasında dönme momentinin (tork) ve aksel kuvvetlerin nasıl gerçekleştiği gösterilmektedir;

1. bölge kılavuzun bütün ağızlama dişlerinin parçaya kavraması
2. bölge kavrayan bütün dişler ile kesme momentinin oluşması
3. bölge fener milinin ve kılavuzun tamamen durması
4. bölge geri dönüş işleminin başlaması ve diş göbek sırtının temas anı
5. bölge talaşların atılması
6. bölge atılan talaşın talaş kökünün sıkışması
7. bölge ise kılavuz ve iş parçası arasındaki kayma sürtünmesini göstermektedir [8].



Şekil 7. Kılavuz ile vida açma işlemi sırasında maksimum kesme torkunun grafiksel ve deneysel ölçülmesi [8].

Kılavuzla yapılan vida açmada, kesme hızının diğer talaş kaldırma usullerine göre daha düşük tutulmaktadır. Bununla sebepleri; kılavuzun kesici kısımlarında oluşan ısı artışı, kılavuzun kırılmaya

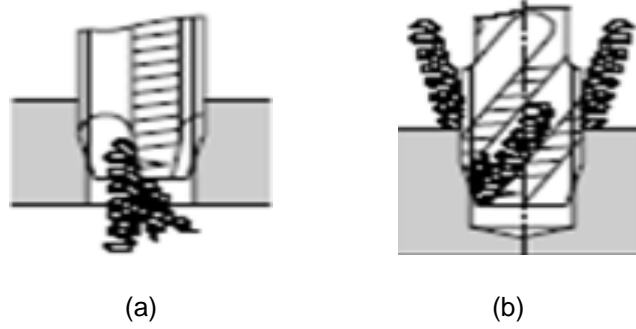
karşı hassasiyeti, arzulanan vida hassasiyeti ve açılan vidanın kalitesi (temizliği) gibi önemli hususlardır. Kuo yaptığı çalışmada; titanyum malzemesine küçük çaplı (M3 ve M3.5, vb.) kılavuzlarla diş açmıştır. Çalışmasında, küçük çaplı kılavuzlarla derin deliklere diş açılması sırasında sıkça meydana gelen kesici kırılmalarının sebepleri ve çözümlerini incelemiş ve kesici kırılmalarının nedeni olarak yüksek tork'u (moment) belirtmiştir. Vida açılması sırasında tork'un düşürülmesiyle kesici kırılmalarının engellenebileceğini belirtmiştir. [2]. Özellikle kör deliklerde yüksek kesme hızları, deliğin derinliği ve tezgah milinin yön değiştirmeye kabiliyeti ile sınırlıdır. Hassas ve temiz vidalar elde edebilmek için yüksek kesme hızı yerine, daha düşük kesme hızlarıyla (orta derecede kesme hızları) çalışılması tavsiye edilir. Kılavuz kesme hızının seçimi birçok faktöre bağlıdır. Bunlar kılavuz çekilen malzeme, kesme sıvısı, kılavuz tipi, deliğin tipi (açık veya kör delik), delik derinliği, diş taşıma yüzdesi, vida hatvesi, takım ve teçhizatın durumu, kılavuz çekme metodu ve kılavuzun ağızlama kısmı vb... gibi sıralanabilir. Bu hususları önemsememek kesici kısımların körlenmesine, dolayısıyla kesme kuvvetinin artmasına, açılan dişlerin bozulması ve kılavuzun kırılma ihtimalinin fazlalaşmasına yol açacaktır [5]. Ağızlama boyu uzun olan kılavuzlar diş başına düşen yük azaldığından kısa ağızlama boylu kılavuzlara göre daha hızlı kesebilirler ve yüksek kesme hızları kullanılabilirler. Doyle ve arkadaşları ise makine kılavuzu ile vida açma sırasında, kesici takımlarda oluşan kesme kuvvetlerinde vida hatvesinin (adımının) büyük ve küçük olmasının etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Elde edilen vida profilindeki hataları en aza indirmek için kesme kuvvetlerinin fazla olmaması gerektiğinin sonucuna varmışlardır [9]. Kaba hatveli (büyük adımlı) ve kanal sayısı az olan kılavuzlarda ise diş başına düşen yük arttığından düşük kesme hızları tavsiye edilir. Uzun ve Korkut yapmış oldukları çalışmada farklı tipte kılavuzlar kullanarak uygun kesme hızı tespiti için kesme kuvveti ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Kesme hızı artışının kesme kuvvetlerinde düşüşlere neden olduğunu vurgulamışlardır [10].

3.3. Kesme Sıvıları

Kılavuzla vida dişi açarken kullanılan kesme sıvısının (emülsiyon, kesme yağı, v.b) esas amacı kesici/iş parçası arasındaki sürtünmeyi azaltmaktır. Bazı malzemelerde uygun kesme sıvısı kullanılmaması halinde, elde edilen netice başarılı olmayabilir. Kılavuzda kesme sıvısının görevi, soğutmaktan ziyade talaşın az bir sürtünme ile kaydırılmasıdır. Soğutma görevi ikinci derecede kalır. Kılavuzun ömrü, üretim miktarı, ölçü hassasiyeti, dişlerin temizliği ve uygun talaş kaldırılması bakımından önemlidir. Pratik olarak; hafif malzemelere ince kesme sıvıları, sert ve daha sünek olan malzemelerde ise daha kalın kesme sıvıları kullanılmaktadır. Mümkün olan yerlerde kesme sıvısı deliğe basınç altında verilmelidir. Miktarı ise kılavuz çekme metoduna, delik derinliğine ve kesme hızına bağlı olarak değişir. Sıvı musluk uçunun, kılavuz eksenine ile en küçük açıyı yapacak şekilde sürekli ve bol olarak verilmesi en ideal durumdur [5]. Cao ve arkadaşları çalışmalarında düz oluklu kaplamasız HSS kılavuz ile vida dişi açma sırasında kesme sıvısı kullanımının kılavuzda oluşan çentik ve yanak aşınmalarına etkisi incelenmiştir. Test sırasında kuru kesme şartında ve ıslak kesme (kesme sıvısı) şartları kullanarak, kılavuz ile vida çekme işlemi gerçekleştirmişlerdir. Deneyler sonucunda takım ömrü bakımından en iyi sonuçları ıslak şartlarda elde etmişlerdir [11]. Veldhuis ve arkadaşları, vida açma operasyonları sırasında ultra ince flor katkılı kesme sıvısının takım/iş parçası arasındaki aşınmaya etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışma, kuru kesme şartları ve flor katkılı kesme sıvısı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma sonunda kullanılan flor katkılı kesme sıvısının, takım/iş parçası arasında film tabakası oluşturduğu ve bu film tabakasının kesiciye talaşın yapışmasını engellemesi ile takım ömrünü artırarak kesme kuvvetlerini %18 oranında azalttığı sonucuna varmışlardır [12].

3.4. Delik Tipinin Önemi

Sürtünmeden doğan ısınma ve kesme kuvvetlerinin en önemli sebeplerinden biri kılavuz kanallarında sıkışan talaştır. Talaş sıkışmasını önlemek için iş parçası malzemesi ve delik tipine uygun kılavuz formu seçilerek kılavuz kanallarındaki talaşın uzaklaştırılması gerekir. Vida açma işleminde dikkat edilmesi gereken kör delik ve açık delik tipleridir. Açık deliklerde mevcut deliğin tümüne vida çekilir. Kör deliklerde ise vida delik sonuna yakın bir uzaklığa kadar çekilebilir. Açık deliklerde, bu deliklere uygun kılavuzlar kullanılmalıdır (düz kanallı, eğik ağız bilemeli veya sol helis kanallı). Eğik ağız bileme ve sol helis talaşın kesme yönünde akmasını sağlar. Dolayısıyla talaş birikme ve sıkışmaları önlenmiş olur. Kör deliklerde sadece sağ helis kanallı kılavuzlarla çalışmak avantajlıdır. [5].

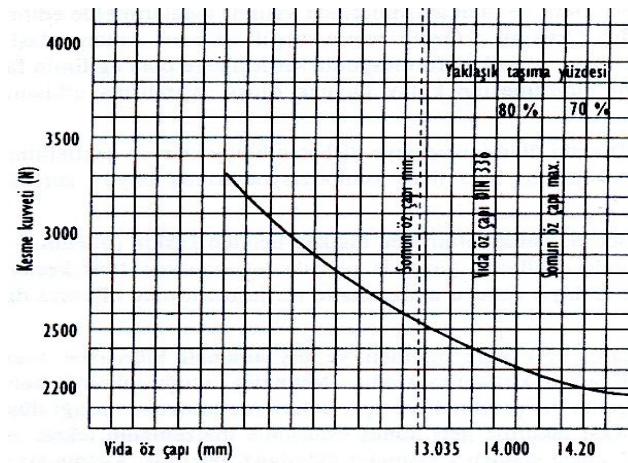


Şekil 8. Eğik ağız bilemeli (a) ve sağ helis kanallı kılavuz (b)

Kör delikler için sağ helisli kılavuzları veya kısa ağızlamalı düz kanallı kılavuzlar önerilir. Sağ helisli takımlar talaşları arkaya sap tarafına doğru atarlar. Takım geri çekilirken talaşların sıkışmaması ve güvenli olarak kesilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır [4]. Uzun ve Korkut açık deliklerde yapmış olduğu çalışmada eğik ağız bilemeli kesicilerin talaş tahliyesini kesme yönünde yapması ile daha rahat bir kesme gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Düz kanallı ve sağ helisli kılavuzlar ile talaş sıkışmalarının gerçekleştiğini ve kesmenin zorlaştığını söylemişlerdir [10].

3.5. Vida Öz Çapı Deliğinin Önemi

Vida delik çapı deliğinin değeri ve açılacak olan vidanın boyu, ortaya çıkan kesme tork'u ve kılavuzun dayanma süresine etki eder. Delinecek olan delik çapının tespitinde dikkat edilecek en önemli husus, vidadan beklenen yük taşıma yüzdesidir [5].

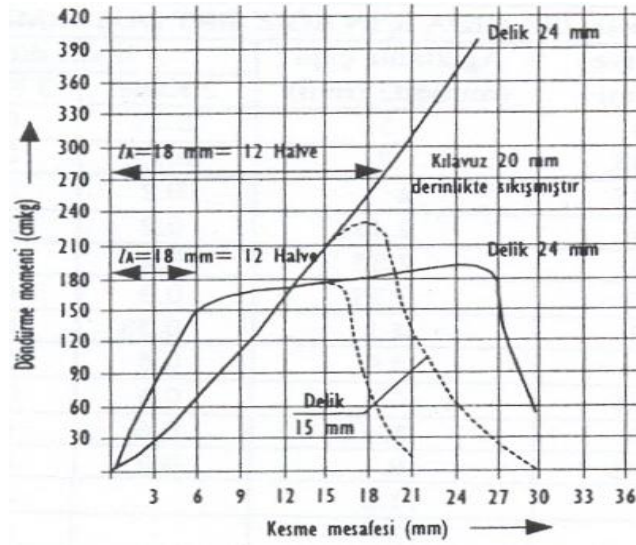


Şekil 9. Kesme kuvvetinin vida öz çapına bağlı olarak değişimi [5].

Kayır yapmış olduğu çalışmada, matkap delik çapının vida diş dibi çapından küçük delinmesi durumunda torkun arttığı tersi durumda ise azaldığını belirlemiştir. Kılavuzların kırılmasında en etkili kuvvetin tork olduğu düşünüldüğünde, küçük delik çaplarında artan torkun kılavuzu kırmaya karşı daha fazla zorlayacağı anlaşılmaktadır [13-14]. Aynı zamanda % 70'lik bir taşıma yüzdesinin vida bağlantısının mukavemetini azaltmadığı halde, kılavuzların ömründe önemli artışlar meydana geldiğini de göstermektedir. Delik çapının küçük olması tork artırmakta ve kılavuzun dayanma süresini azaltmaktadır. Yapılan testler diş taşıma yüzdesi %50 olan standart bir somunun aşırı zorlanma halinde dişler zarar görmeden somunun tahrip olduğunu göstermiştir [5].

3.6. Ağızlama Boyu/Delik Derinliği Arasındaki İlişki

Uzun ağızlama boyları uzun delikler (vida çekilecek delik) için uygun değildir. Ağızlama boyunun kısa olması ise kesme işlemini delik derinliğinden büyük ölçüde bağımsız kılmaktadır. Şekil 10'da M10 kılavuz için farklı derinliklerdeki deliklere diş çekilmesi halinde oluşan tork gösterilmektedir. Deneyler ağızlama boyları farklı kılavuzlarla yapılmıştır. Grafikte; ağızlama boyu 4 hatve=6 mm olan bir M10 kılavuz, delik derinliği artırıldığı halde kesme momentin artışında büyük bir değişiklik görülmektedir. Ağızlama boyu 3 katına çıkartıldığında (12 hatve=18 mm) moment o kadar artmıştır ki, kılavuz 20 mm derinlikte sıkışmıştır. Bu yüzden ağızlama boyunun seçiminde vida çekilecek deliğin açık veya kör delik olup olmaması hususuna dikkat edilmelidir [5].



Şekil 10. Farklı ağızlama boyu ve delik derinliğinin, döndürme moment ile olan bağlantısı [5].

Kısa talaş veren açık deliklerde (döküm, pirinç, hafif metaller ve özellikle alaşımlı hafif metal dökümlerde) kısa ağızlama boyları (2-3 hatve) tavsiye edilir. Kılavuz çapının delik derinliğine olan oranı da önemlidir. Delik boyunun kısa olması halinde (yaklaşık 1.5 X D' ye kadar olan uzunluklar) uzun ağızlama boyları daha uygundur. Bu tip deliklerde kesici kenarın ufak bir kısmı iş görmekte olduğundan kesme momentini dişlere dağılır ve momentin değeri düşer. Oluşan talaşlar kanallarda rahatça yer bulabilir. Ağızlama boyunun çok kısa olması ağızlama kısmındaki dişlerin yüksek talaş yüklerine maruz kalmasına sebebiyet verir. Dolayısıyla kılavuzlar kırılabilir [5].

3.7. Kılavuzlara Uygulanan Yüzey İşlemleri

Yapılan çalışmalarda kesicilere uygulanan TIN kaplamanın kılavuzlarda düşük ilerleme kuvvetleri meydana getirdiği görülmüştür. [13-14]. Reiter ve arkadaşları, genel anlamda düşük aşınma direnci olan kaplamalarda yüksek kuvvetlerin oluştuğunu, yüksek aşınma direnci olan kaplamalarda ise düşük kuvvetlerin elde edildiğini vurgulamışlardır. Sonuçta sertlik gibi mekanik özellikler ile abrasiv aşınma direnci, sürtünme katsayıları belirlenerek, TiCN kaplamanın mükemmel abrasiv ve adhesiv aşınma direncinin olduğunu vurgulamışlardır [15]. Jin ve arkadaşları, c-BN kaplamanın kılavuzlar üzerindeki kullanımı araştırılmışlardır. Sonuç olarak, c-BN kaplamanın ticari olarak buluna bilen diğer kılavuzlara göre beta Ti alaşımlarının kesme sürecinde, vida tamlığı, kılavuz çekme torku ve takım ömründe iyileşmeler gösterdiğini belirtmişlerdir [16].

4. Sonuç

Yapılan çalışma sonuçları kısaca özetlenirse, talaş açısının artmasıyla kesme torkunun azaldığı, fakat talaş açısının artması dişleri zayıflatmakta, dolayısıyla direnç azalmaktadır. Kesici kırılmalarının nedeni olarak yüksek tork'u (moment) belirtilmiş ve tork'un düşürülmesiyle kesici kırılmalarının engellenebileceği görülmüştür. Kılavuz kesme hızının seçimi kılavuz çekilen malzeme, kesme sıvısı, kılavuz tipi, deliğin tipi (açık veya kör delik), delik derinliği, diş taşıma yüzdesi, vida hatvesi, takım ve teçhizatın durumu, kılavuz çekme metodu ve kılavuzun ağızlama kısmı gibi faktörlere bağlı olduğu tespitinde bulunulmuştur. Kesme sıvısı kullanımının kesme kuvvetlerini düşürerek kesici takım ömrünü arttırdığı vurgulanmıştır. Delik tipi için uygun formda kesicinin kullanımının azami önem taşıdığı belirtilmiştir. Matkap delik çapının vida diş dibi çapından küçük delinmesi durumunda torkun arttığı tersi durumda ise azaldığını belirtilmiş, küçük delik çaplarında artan torkun kılavuzu kırmaya karşı daha fazla zorlayacağı kanaatine varılmıştır. Ağızlama boyunun çok kısa olması ağızlama kısmındaki dişlerin yüksek talaş yüklerine maruz kalmasına sebebiyet verebileceği ve kılavuzların kırılacağı belirtilmiştir. Kılavuzlarda oluşan kesme kuvvetleri ve vida tamlığı ile ilgili pek çok çalışma farklı kaplama tiplerinin kesme kuvvetlerini etkilediği ve diş tamlığında iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen 111M414 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Desteklerinden dolayı, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Şeker, U., "Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı", *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları*, Ankara, 2000.
- [2] Kuo, K., "Experimental Investigation Of Ultrasonic Vibration-Assisted Tapping", *Journal of Materials Processing Technology*, 192–193: 306–311 (2007).
- [3] Li, W., Li, D., Ni, J., "Diagnosis Of Tapping Process Using Spindle Motor Current" *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 43: 73–79 (2003).
- [4] İnternet : Gühring Takım Kataloğu, "Teknik Bilgiler Bölümü", <http://www.guhring.com.tr/article/archive/1/kilavuz.html>, 2011.
- [5] Avuncan G., "Talaş Kaldırma Ekonomisi ve Kesici takımlar" *Mavi Tanıtım ve Pazarlama Ltd. Şti.*, Gebze, 195-249, 1998.

- [6] Akkurt M., “Talaş kaldırma yöntemleri ve takım tezgahları”, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 298-327, 1992.
- [7] Dogra A. P. S., Kapoor S. G., Devor R. E., “Mechanistic Model for Tapping Process With Emphasis on Process Faults and Hole Geometry” *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, Vol. 124, 2002.
- [8] İnternet : Emuge Franken, “Diş Açma Teknolojisi”, http://www.emugedownloads.com/pdf/prospekte/multi/zp10015_tr.pdf, 2010.
- [9] Doyle E. D., Dean S. K., “Effect of axial forces on dimensional accuracy during tapping”, *International Journal of Machine Tool Design and Research*, 325-333, Vol. 14, 1974.
- [10] Uzun G., Korkut İ., “Ti6AL4V Alaşımına Kılavuz ile Vida Açmada Kesme Formunun Deneysel İncelenmesi”, *International Iron & Steel Symposium*, 870-876, 2012.
- [11] Cao T., Sutherland J. W., “Investigation of thread tapping load characteristics through mechanistics modeling and experimentation” *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol. 42 Pags. 1527–1538, 2002.
- [12] Veldhuis S.C., Dosbaeva G.K., Benga G., “Application of ultra-thin fluorine-content lubricating films to reduce tool/workpiece adhesive interaction during thread-cutting operations”, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 47, Pags. 521–528, 2007.
- [13] Kayır Y., “Kılavuz Kesici Takımları ile AA5083 Malzemesine Vida Açılmasında Matkap Delik Çapının Kesme Kuvvetlerine Etkisi” *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, Cilt 25, No 4, 671-679, 2010.
- [14] Kayır Y., “Kılavuz Kesici Takımları ile AISI 1050 Çeliğine Vida Açılmasında Matkap Delik Çapının Kesme Kuvvetleri ve Momente Etkisi”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 15, Sayı 1, 2010.
- [15] Reiter A.E., Brunner B., Ante M., Rechberger J.,” Investigation of several PVD coatings for blind hole tappingin austenitic stainless steel”, *Surface & Coatings Technology*, Vol. 200, Pags. 5532–5541, 2006.
- [16] Jin M., Watanabe S., Miyake S., Murakawa M., “Trial fabrication and cutting performance of c-BN-coated taps”, *Surface and Coatings Technology*, Pages 443-447, 2000.