

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ – CERRAHPAŞA
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ

TEKNİK RESİM DERSİ
VİZE ÖDEVİ

KLASİK TALAŞLI İMALAT YÖNTEMLERİ VE TAKIM TEZGAHLARI

ÖĞRETİM GÖREVLİSİ
DR. EMİN ÖZDEMİR
emin.ozdemir@iuc.edu.tr

HAZIRLAYAN
1311210023 – CANER TAŞ
caner.tas@ogr.iuc.edu.tr

NİSAN 2025

KLASİK TALAŞLI İMALAT YÖNTEMLERİ VE TAKIM TEZGAHLARI



Görsel 1: Planya Tezgahı Üzerinde Boring Bar Kullanımı (<https://w.wiki/Duwq>.)

“İşleyen demir ısıldar.”

— **Türk Atasözü**

KAZANIMLAR

1. Klasik talaşlı imalat yöntemlerinin temel prensipleri açıklanabilecektir. Takım tezgahlarının çalışma mekanizmalarını ve kullanım alanlarını tanımlayabilecektir.
2. Tornalama, frezeleme, delme, planyalama gibi temel işlemleri ve bu işlemlerin uygulama esaslarını kavrayabilecektir.
3. İmalat süreçlerinde meydana gelebilecek iş kazalarını analiz edebilecek ve ilgili güvenlik önlemlerini belirleyebilecektir.
4. Farklı talaşlı imalat yöntemlerinin avantajlarını ve sınırlamalarını karşılaştırabilecektir.
5. Belirli bir üretim ihtiyacına uygun takım tezgahı ve işleme yöntemini seçebilecektir.

BİRLİKTE DÜŞÜNELİM

1. Günümüzde CNC tezgahları ile otomatik üretim mümkünken, klasik talaşlı imalat yöntemleri hâlâ hangi alanlarda tercih edilmektedir? Bu yöntemlerin günümüz üretim süreçlerindeki avantajları ve dezavantajları nelerdir?
2. İş kazalarının büyük bir kısmı insan hatasından kaynaklanmaktadır. Klasik talaşlı imalat işlemlerinde iş güvenliğini artırmak için alınabilecek önlemler sizce yeterince uygulanıyor mu? Tartışınız.
3. Farklı talaşlı imalat yöntemleri (tornalama, frezeleme, delme vb.) arasında seçim yapılırken hangi faktörler belirleyici olur? İş parçası özellikleri, toleranslar ve üretim hacmi açısından değerlendirme yapınız.

BAŞLAMADAN ÖNCE

Talaşlı imalat yöntemleri, üretim sektöründe yüksek hassasiyet ve verimlilik sağlamak amacıyla kullanılan en temel işlemler arasında yer almaktadır. Modern otomasyon teknolojilerinin gelişmesine rağmen, klasik talaşlı imalat yöntemleri günümüzde hâlâ birçok uygulama alanında önemini korumaktadır. Bu yöntemler; tasarım doğruluğu, malzeme özellikleri ve üretim miktarı gibi faktörler dikkate alınarak belirli imalat süreçlerinde tercih edilmektedir.

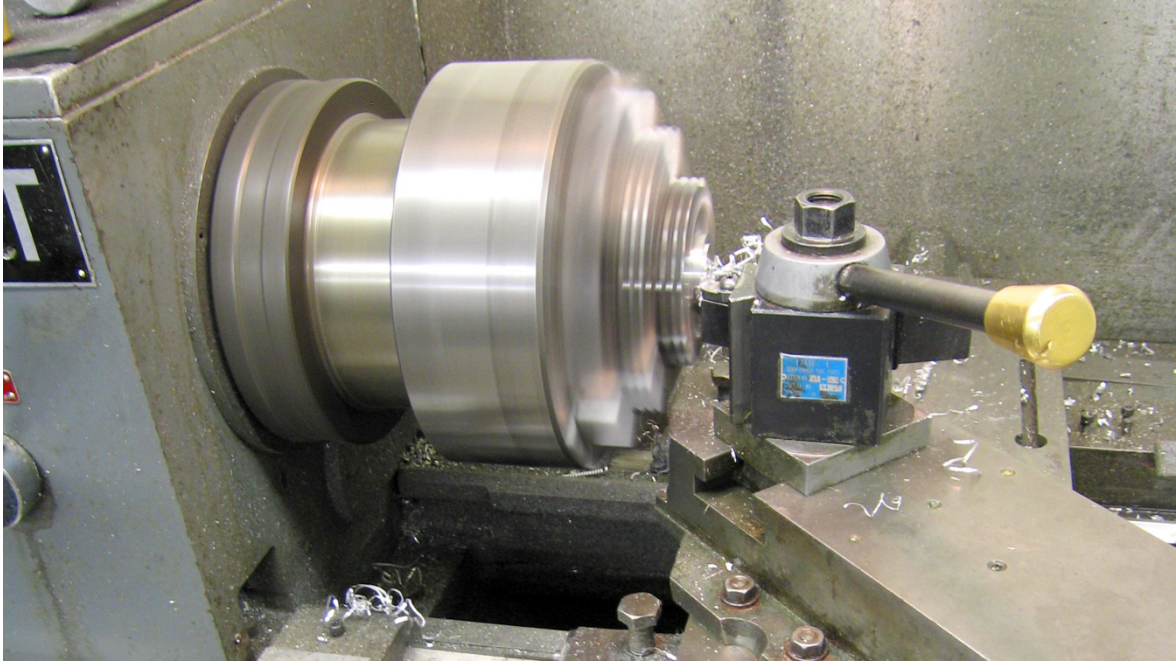
Bu bölümde, tornalama, frezeleme, delme, planyalama, broşlama, raybalama, testereyle kesme ve vida açma gibi temel talaşlı imalat işlemleri ayrıntılı olarak ele alınacak, her bir işlem türüne özgü iş kazası riskleri ve güvenlik önlemleri değerlendirilecektir. İşlem türlerinin çalışma prensipleri, kullanılan takım tezgahlarının temel yapısı ve iş güvenliği uygulamalarına ilişkin bilgilerin sistematik bir şekilde sunulması amaçlanmaktadır.

Bölümün etkin bir şekilde anlaşılabilmesi için, talaşlı imalat kavramının genel hatlarıyla kavranmış olması, temel üretim makineleri hakkında bilgi sahibi olunması ve iş sağlığı ile güvenliği ilkelerine yönelik temel bir farkındalık geliştirilmiş olması önerilmektedir.

1.1. TORNALAMA İŞLEMİ

Tornalama işlemi, bir kesici takımın sabit bir eksen etrafında dönen iş parçası üzerinde ilerletilerek talaş kaldırılması esasına dayanan bir talaşlı imalat yöntemidir. Bu yöntem, genel olarak silindirik veya konik yüzeylerin işlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Tornalama, malzeme çıkarma işlemlerinde yüksek hassasiyet, yüzey kalitesi ve ölçü doğruluğu elde edilmesini sağlamaktadır (Kalpakjian ve Schmid, 2014).

Tornalama işlemi sırasında iş parçası bir torna tezgahına bağlanarak sürekli dönme hareketi yaparken, kesici takım iş parçasına doğru ilerlemekte ve istenen geometri elde edilmektedir. Kesme hızı, ilerleme hızı ve talaş derinliği gibi işlem parametreleri, işlenen malzemenin özelliklerine ve istenen yüzey kalitesine bağlı olarak belirlenmektedir (Groover, 2010).



Görsel 2: Torna Tezgahı Kaynak: (<https://w.wiki/Dvra>)

Tornalama işlemi, özellikle düşük hacimli üretimlerde, prototipleme çalışmalarında ve özel geometrili parçaların imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca modern CNC (Bilgisayar Sayılı Kontrol) torna tezgahlarının gelişmesiyle birlikte yüksek hassasiyetli ve otomatik tornalama uygulamaları da mümkün hâle gelmiştir.

1.1.1. TORNALAMA İŞLERİNDE İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Tornalama işlemleri sırasında çeşitli iş kazaları meydana gelebilmektedir. Bu kazalar çoğunlukla operatör hataları, ekipman arızaları veya güvenlik önlemlerinin yetersiz uygulanması nedeniyle oluşmaktadır (Kalpakjian & Schmid, 2014). Yüksek hızda dönen iş parçası veya kesici takımlar nedeniyle kopan parçalar ciddi yaralanmalara yol açabilmektedir. Ayrıca, dikkatsiz çalışmalarda iş parçasının fırlaması veya kesici takımın kırılması gibi durumlarla karşılaşılabilir.

Tornalama sırasında en sık karşılaşılan riskler arasında kesici takımın ani kırılması, talaş sıçraması ve iş parçasının tezgâhtan çıkması yer almaktadır. Bu tür olaylar hem operatör hem de çevrede bulunan diğer çalışanlar için ciddi tehlikeler oluşturabilmektedir. Ayrıca, tornalama işlemi sırasında çıkan ince talaşlar ve sıcak parçalar, yanık ve kesik gibi fiziksel yaralanmalara sebep olabilmektedir (Groover, 2010).

İş kazalarını önlemek amacıyla aşağıdaki güvenlik önlemlerinin alınması önerilmektedir:

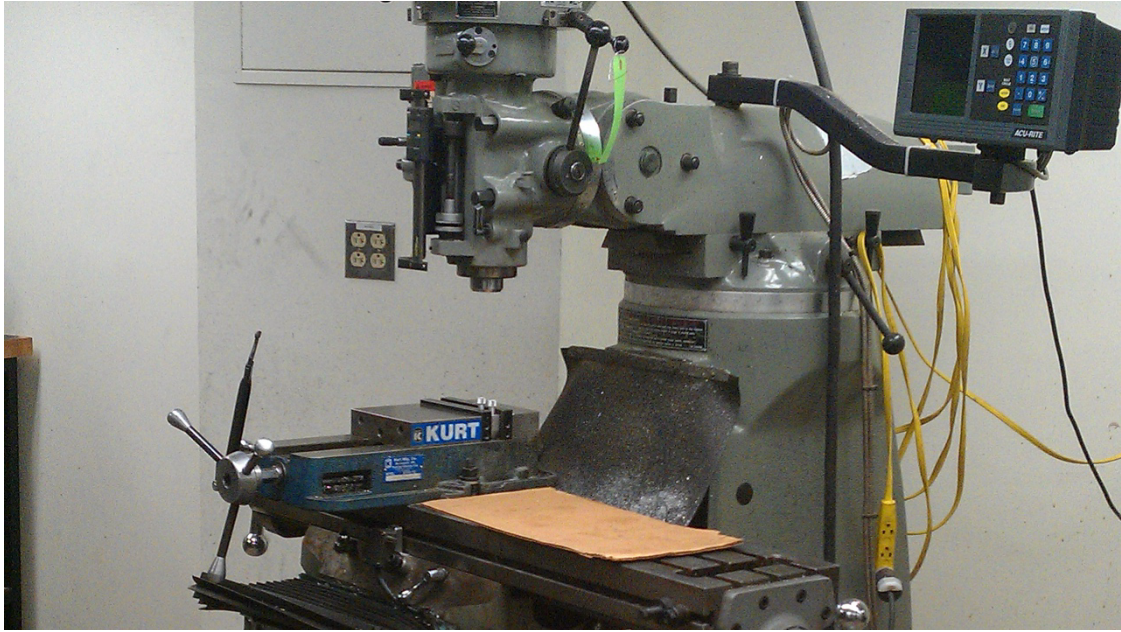
- Tezgâhın koruma kapaklarının sürekli kapalı tutulması,
- Operatörlerin uygun kişisel koruyucu donanım (gözlük, eldiven, iş kıyafeti) kullanması,
- Kesici takım ve iş parçası montajlarının işlem öncesinde doğru bir şekilde kontrol edilmesi,
- Talaş kaldırma işlemlerinde uygun aparatların kullanılması ve elle müdahaleden kaçınılması,
- Tezgâh çalışır durumdayken iş parçasına elle müdahaleden kesinlikle kaçınılması,
- İşlem sırasında iş parçası ve takımın uygun devir ve ilerleme hızlarında çalıştırılması,
- Çalışma alanının düzenli ve temiz tutulması.

Bu önlemlerin uygulanması, iş kazalarının önemli ölçüde azaltılmasını sağlamakta ve üretim süreçlerinin daha güvenli bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunmaktadır.

1.2. FREZELEME İŞLEMİ

Frezeleme işlemi, kesici takımın dönerek iş parçası üzerinde talaş kaldırması esasına dayanan bir talaşlı imalat yöntemidir. İş parçası sabitken kesici takımın dönme ve ilerleme hareketi ile istenen geometri ve yüzey kalitesi elde edilmektedir. Frezeleme işlemi, düz yüzeylerin, kanalların, dişlilerin ve çeşitli profillerin işlenmesinde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Frezeleme işlemlerinde kullanılan kesici takımlar genellikle çok ağızlıdır ve her bir kesici ağız, takımın her dönüşünde malzemeden bir miktar talaş kaldırmaktadır. İşlem esnasında oluşan kesme kuvvetleri ve ısının etkisiyle takım aşınmaları meydana gelmekte ve bu durum yüzey kalitesini doğrudan etkilemektedir (Groover, 2010).



Görsel 3: Frezeleme Makinesi (<https://w.wiki/Dvrd>)

Frezeleme işlemleri, takımın iş parçası boyunca yaptığı ilerleme yönüne göre iki ana gruba ayrılmaktadır:

1. **Çıkış (yukarı) frezeleme:** Kesici ağız, iş parçasına temas ettiğinde talaş kalınlığı minimumdan maksimuma doğru artar.
2. **Giriş (aşağı) frezeleme:** Kesici ağız, iş parçasına maksimum talaş kalınlığı ile temas eder ve talaş kalınlığı azalacak şekilde devam eder.

Frezeleme yöntemleri arasında yüzey frezeleme, çevresel frezeleme, köşe frezeleme, dişli frezeleme gibi farklı teknikler bulunmaktadır. Seçilecek yöntem, üretilecek parçanın geometrisine, istenen yüzey kalitesine ve tolerans gereksinimlerine bağlı olarak belirlenmektedir.

Modern üretim ortamlarında, CNC freze tezgahları sayesinde çok eksenli frezeleme işlemleri gerçekleştirilebilmekte ve karmaşık yüzeyler yüksek hassasiyetle işlenebilmektedir.

1.2.1. FREZELEME İŞLERİNDE İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Frezeleme işlemleri sırasında yüksek devirde dönen çok ağızlı kesici takımlar nedeniyle çeşitli iş kazaları meydana gelebilmektedir. Kazaların başlıca sebepleri arasında takım kırılması, iş parçasının tezgâhtan kopması, kontrolsüz talaş fırlamaları ve operatör hataları yer almaktadır (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Frezeleme işlemi esnasında kesici takım ile temas eden iş parçalarının ani yer değiştirmesi veya iş parçasının tam sabitlenmemesi, ciddi yaralanmalara yol açabilmektedir. Ayrıca, takım aşınması veya yanlış takım seçimi sonucunda ani takım kırılmaları meydana gelebilmekte ve çevredeki operatörler için tehlike oluşturabilmektedir. Özellikle manuel freze tezgahlarında dikkatsizlik ve yeterli koruma önlemlerinin alınmaması, iş kazası riskini artırmaktadır (Groover, 2010).

İş kazalarının önlenmesi amacıyla aşağıdaki güvenlik önlemlerinin alınması önerilmektedir:

- İş parçasının tezgâha sağlam şekilde sabitlenmesi ve işlem öncesi gerekli kontrollerin yapılması,
- Kesici takımın uygun malzeme ve işlem koşullarına göre seçilmesi ve takılması,
- Frezeleme işlemi sırasında uygun kişisel koruyucu donanımların (gözlük, yüz siperi, koruyucu eldiven) kullanılması,

- Talaşların elle uzaklaştırılmaması; bunun yerine uygun fırça veya talaş kaldırma aparatlarının kullanılması,
- Tezgâh koruma kapaklarının kapalı tutulması ve çalışma alanının güvenliğini sağlanması,
- Operatörlerin tezgâh çalışırken iş parçasına veya kesici takıma müdahalede bulunmaktan kaçınması.

Bu önlemlerin uygulanması, frezeleme işlemlerinin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesine ve üretim sürecinde oluşabilecek iş kazalarının en aza indirilmesine katkı sağlamaktadır.

1.3. MATKAPLA DELME İŞLEMİ

Delme işlemi, döner hareket yapan bir matkap ucu yardımıyla iş parçası üzerinde delik açılması amacıyla uygulanan bir talaşlı imalat yöntemidir. Genellikle silindirik deliklerin açılması için kullanılan bu yöntem, üretim sanayisinde en yaygın kullanılan işlemler arasında yer almaktadır (Degarmo, Black, & Kohser, 2003).

Delme işleminde, matkap ucu iş parçasına doğru ilerlerken, oluşan kesme kuvvetleri talaş kaldırarak istenen çap ve derinlikte delikler oluşturulmaktadır. Matkap uçlarının geometri yapısı, delme performansını ve oluşacak yüzey kalitesini doğrudan etkilemektedir. Delme sırasında kesme kuvvetleri eksenel yönde olduğundan, iş parçasının tezgâha sıkıca sabitlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Matkapla delme işlemlerinde yaygın olarak kullanılan matkap türleri şunlardır:

- Spiral matkap uçları,
- Merkez matkapları,
- Kademeli matkap uçları,
- Derin delik matkapları.

Modern üretim teknolojilerinde CNC delme tezgahları sayesinde çok eksenli ve yüksek hassasiyetli delme işlemleri de gerçekleştirilebilmektedir. Bununla birlikte, manuel matkap

işlemleri de bakım, onarım ve düşük hacimli üretimlerde yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir.

1.3.1. DELME İŞLERİNDE İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Delme işlemleri sırasında meydana gelen iş kazaları, genellikle iş parçasının yeterince sabitlenmemesi, matkap ucunun aşınması veya yanlış kullanım teknikleri nedeniyle oluşmaktadır (Degarmo, Black, & Kohser, 2003). Matkap ucunun kırılması, iş parçasının dönerek tehlikeli bir şekilde savrulması ve kesici talaşların sıçraması delme işlemlerinde karşılaşılan başlıca riskler arasındadır.

Manuel matkap kullanımında operatörün iş parçasına doğrudan müdahale etmesi gerektiğinden, özellikle el ve kol yaralanmaları sık görülmektedir. Ayrıca, delme sırasında oluşan talaşlar yüksek sıcaklıkta olabileceğinden, uygun koruma ekipmanları kullanılmadığında yanık ve kesik gibi fiziksel yaralanmalar meydana gelebilmektedir.

Delme işlemleri sırasında iş güvenliğinin artırılabilmesi için aşağıdaki önlemlerin alınması önerilmektedir:

- İş parçasının uygun mengene veya fikstürlerle sabitlenmesi,
- Matkap ucunun işlem öncesinde aşınma veya hasar açısından kontrol edilmesi,
- Delme işlemi esnasında kişisel koruyucu donanımların (gözlük, eldiven, önlük) kullanılması,
- Matkap ucunun sıkışması durumunda matkabın zorlanmaması ve işlem anında makinenin kapatılması,
- Talaşların elle uzaklaştırılmaması; uygun fırça veya hava tabancası kullanılması,
- Delme işlemi sırasında düşük ilerleme hızlarında çalışılması ve aşırı kuvvet uygulamaktan kaçınılması.

Bu önlemlerin titizlikle uygulanması, delme işlemleri sırasında meydana gelebilecek kazaların önlenmesine ve üretim sürecinin daha güvenli bir şekilde yürütülmesine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

1.4. PLANYA VE VARGEL İŞLEMLERİ

Planya ve vargel işlemleri, doğrusal hareketle talaş kaldırma esasına dayanan klasik talaşlı imalat yöntemleri arasında yer almaktadır. Her iki işlemde de kesici takım veya iş parçası doğrusal bir hareket gerçekleştirerek talaş kaldırmakta ve düz yüzeyler, kanallar veya belirli geometrik şekiller elde edilmektedir (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Planya işlemi, genellikle büyük ve ağır iş parçalarının işlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemde iş parçası ileri-geri hareket ederken, kesici takım sabit bir konumda bulunmaktadır. İş parçası hareket ederken takım talaş kaldırır ve geri dönüş sırasında talaş kaldırmadan tekrar başlangıç konumuna gelir.



Görsel 4: Almanya'da Bulunan MS 1. İla 3. Yüzyıla Tarihlenen Roma Planyaları
(Kaynak: <https://w.wiki/Dvri>)

Vargel işlemi ise daha küçük ve hafif parçalar için tercih edilmektedir. Vargel tezgahlarında, kesici takım ileri-geri hareket ederken iş parçası sabit kalmaktadır. Bu yöntem, özellikle dar alanların işlenmesi, kanal açılması ve köşe detaylarının işlenmesi için kullanılmaktadır (Groover, 2010).

Her iki yöntemde de talaş kaldırma işlemi, kesme stroku sırasında gerçekleşmekte; geri dönüş stroku sırasında herhangi bir kesme işlemi yapılmamaktadır. Bu nedenle, bu işlemler verimlilik açısından günümüz üretim teknolojilerine kıyasla daha düşük performansa sahip olsalar da, belirli endüstriyel uygulamalarda hâlâ kullanılmaktadırlar.

1.4.1. PLANYA VE VARGEL İŞLERİNDE İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Planya ve vargel işlemleri sırasında iş parçası veya kesici takımın doğrusal hareketi nedeniyle belirli iş kazası riskleri oluşabilmektedir. Bu riskler, özellikle iş parçasının sabitlenmemesi, kesici takımın yanlış ayarlanması veya operatör dikkatsizliği gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Degarmo, Black, & Kohser, 2003).

Planya tezgahlarında büyük iş parçalarının yüksek hızda ileri-geri hareket etmesi, çevrede bulunan operatörler için çarpma veya sıkışma tehlikesi oluşturmaktadır. Ayrıca, vargel tezgahlarında kesici takımın geri dönüş stoku sırasında ani hareketler nedeniyle kontrolsüz temas riski bulunmaktadır. Bu işlemler sırasında oluşan sıcak talaş parçaları da yanık riskini artırmaktadır.

İş kazalarının önlenmesi amacıyla aşağıdaki güvenlik önlemlerinin alınması önerilmektedir:

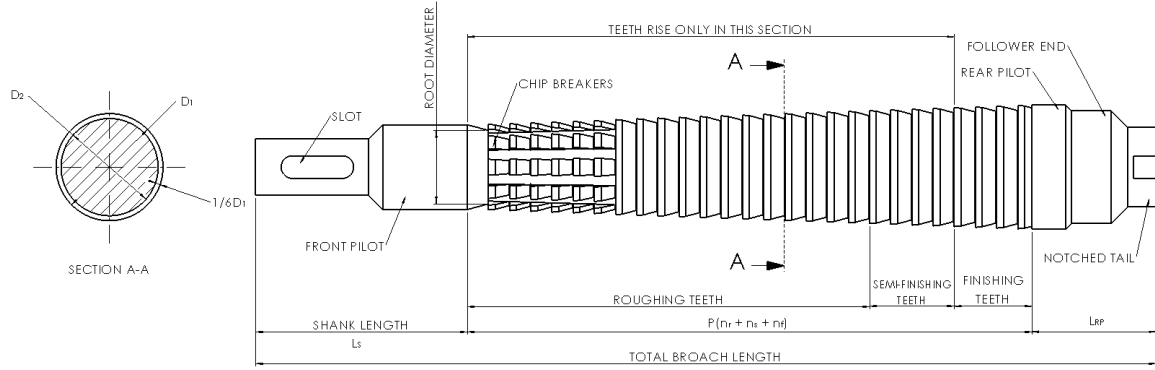
- İş parçasının uygun mengene, kelepçe veya bağlama aparatları ile tezgâha güvenli şekilde sabitlenmesi,
- Kesici takımın doğru kesme parametrelerine uygun şekilde ayarlanması ve işlenmesi,
- Operatörün kesici takım ve iş parçası hareket alanı içerisinde bulunmaması,
- Kişisel koruyucu donanımların (gözlük, yüz siperi, koruyucu eldiven) kullanılması,
- Talaşların elle değil, uygun ekipmanlar yardımıyla uzaklaştırılması,
- Tezgâhın çalıştırılması ve durdurulması sırasında güvenlik protokollerine uyulması.

Bu önlemlerin düzenli bir şekilde uygulanması, planya ve vargel işlemlerinin daha güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanımakta ve üretim ortamında iş sağlığı ve güvenliği standartlarının korunmasına katkı sağlamaktadır.

1.5. BROŞLAMA (TIĞ ÇEKME) İŞLEMİ

Broşlama işlemi, çok kesici ağızlara sahip bir broş takımının, iş parçası üzerinde sabit bir doğrultuda ilerletilmesiyle gerçekleştirilen talaş kaldırma işlemidir. Broşlama, özellikle iç dişli profilleri, anahtar kanalları, altıgen ve çeşitli özel geometrilere sahip deliklerin hassas bir şekilde işlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Broşlar, üzerinde sıralı şekilde dizilmiş kesici ağızlardan oluşmakta olup, her bir ağız bir önceki kesme adımından daha fazla talaş kaldırmaktadır. Bu yapı sayesinde, tek bir işlemde istenilen boyut ve yüzey kalitesi yüksek hassasiyetle elde edilmektedir (Degarmo, Black, & Kohser, 2003).



Görsel 5: Delikli Bir Broşun Genel Geometrisi (Kaynak: <https://w.wiki/Dvrm>)

Broşlama işlemleri iki ana gruba ayrılmaktadır:

1. **İç Broşlama:** İç yüzeylerin (örneğin deliklerin içi) işlenmesi amacıyla uygulanmaktadır.
2. **Dış Broşlama:** Düz yüzeyler veya dış profillerin işlenmesi amacıyla tercih edilmektedir.

Broşlama işlemleri, yüksek hassasiyet ve yüzey kalitesi gerektiren parçaların seri üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle otomotiv, havacılık ve makine imalat sektörlerinde geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır.

Modern üretim ortamlarında hidrolik veya mekanik tahrikli broş makineleri kullanılarak işlemin verimliliği artırılmakta ve daha karmaşık geometrilerin işlenmesi mümkün hâle gelmektedir.

1.5.1. BROŞLAMA İŞLERİNDE İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Broşlama işlemleri sırasında oluşabilecek iş kazaları, broş takımının kırılması, iş parçasının yanlış bağlanması veya ekipman hatalarından kaynaklanmaktadır. İşlem esnasında uygulanan yüksek kesme kuvvetleri nedeniyle, özellikle broş takımının aşırı zorlanması ciddi ekipman hasarlarına ve iş güvenliği tehditlerine yol açabilmektedir (Degarmo, Black, & Kohser, 2003).

Broş takımı üzerinde bulunan çok sayıda kesici ağız, işlem süresince yüksek oranda sürtünme ve sıcaklık artışına neden olmakta, bu da takım aşınmasını hızlandırarak beklenmedik takım kırılmalarına sebebiyet verebilmektedir. Ayrıca, iş parçasının uygun şekilde sabitlenmemesi durumunda, iş parçasının işlem sırasında yerinden fırlaması riski bulunmaktadır. Bu tür kazalar hem operatör hem de çalışma ortamı açısından ciddi tehlikeler oluşturabilmektedir (Kalpakjian & Schmid, 2014).

İş kazalarının önlenmesi için aşağıdaki güvenlik önlemlerinin uygulanması önerilmektedir:

- Broş takımının kullanım öncesinde aşınma ve hasar açısından düzenli olarak kontrol edilmesi,
- İş parçasının işlem öncesinde doğru şekilde fiktürlenmesi ve sıkıca sabitlenmesi,
- Broşlama işlemi sırasında uygun kişisel koruyucu donanımların (göz koruyucu, yüz siperi, koruyucu eldiven) kullanılması,
- İşlem sırasında aşırı kesme kuvvetinden kaçınılması ve uygun işlem parametrelerinin seçilmesi,
- Broş makinesinin koruyucu kapaklarının ve güvenlik sistemlerinin çalışır durumda olduğunun kontrol edilmesi,
- Talaşların işlem sonrasında uygun ekipmanlarla uzaklaştırılması ve elle müdahaleden kaçınılması.

Bu güvenlik önlemlerinin düzenli ve titiz bir şekilde uygulanması, broşlama işlemlerinde oluşabilecek iş kazalarının azaltılmasına ve daha güvenli bir çalışma ortamının sağlanmasına önemli katkı sunmaktadır.

1.6. RAYBALAMA İŞLEMİ

Raybalama işlemi, delinmiş bir deliğin çapının hassas bir şekilde büyütülmesi ve yüzey kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla uygulanan bir talaşlı imalat yöntemidir (Krar & Gill, 2003). Bu işlem sırasında, delik duvarından çok az miktarda talaş kaldırılarak ölçüsel doğruluk ve pürüzsüz yüzey kalitesi elde edilmektedir.

Raybalar, çok kesici ağızlı özel takımlar olup, işlem esnasında düşük ilerleme hızları ve kontrollü kesme kuvvetleriyle çalıştırılmaktadır. Raybalama işlemleri, yüksek hassasiyet ve yüzey kalitesi gerektiren uygulamalarda vazgeçilmez bir öneme sahiptir (Degarmo, Black, & Kohser, 2003).

Raybalama uygulamaları iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

1. **El Raybalaması:** Manuel olarak yapılan ve nispeten düşük hassasiyet gerektiren işlemlerde tercih edilmektedir.
2. **Makine Raybalaması:** Tezgah yardımıyla yapılan ve yüksek hassasiyet ile ölçü toleranslarını sağlayan yöntemdir.



Görsel 6: Ayarlanabilir El Raybası (Kaynak: [https://w.wiki/Dvr\\$](https://w.wiki/Dvr$))



Görsel 7: Spiral Kesme Kenarlı Makine Raybası (Kaynak: <https://w.wiki/Dvs2>)

Otomotiv, havacılık ve makine sanayi gibi sektörlerde deliklerin son işlem aşamasında raybalama yöntemine sıklıkla başvurulmaktadır (Kalpakjian & Schmid, 2014).

1.6.1. RAYBALAMA İŞLERİNDE İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Raybalama işlemleri sırasında oluşabilecek iş kazaları, genellikle iş parçasının yeterince sabitlenmemesi, rayba takımının aşınması veya yanlış kullanım teknikleri nedeniyle meydana gelmektedir (Krar & Gill, 2003). Özellikle manuel raybalama işlemlerinde operatörün doğrudan işlem bölgesine yakın çalışması, fiziksel yaralanma riskini artırmaktadır.

Raybalama esnasında uygulanan yüksek kesme kuvvetleri, takımın sıkışmasına ve iş parçasının ani hareketlerine yol açabilmektedir. Ayrıca, kesici ağızların aşınması sonucunda raybanın delinmiş deliğe zarar vermesi veya çatlaması olasılığı bulunmaktadır. Bu durumlar, hem üretim kalitesini düşürmekte hem de iş güvenliği açısından risk oluşturmaktadır.

İş kazalarının önlenmesi için aşağıdaki güvenlik önlemlerinin alınması önerilmektedir:

- Rayba takımının aşınma ve hasar açısından işlem öncesinde kontrol edilmesi,
- İş parçasının sıkıca ve doğru bir şekilde sabitlenmesi,
- İşlem sırasında düşük ilerleme hızlarının tercih edilmesi ve aşırı kuvvet uygulanmaması,

- Uygun kişisel koruyucu donanımların (göz koruyucu, eldiven) kullanılması,
- Talaşların işlem sonrasında uygun ekipmanlarla temizlenmesi ve elle müdahaleden kaçınılması,
- El raybalaması sırasında operatörün el ve bilek koruyucular kullanması ve ani hareketlerden kaçınması.

Bu önlemlerin dikkatli bir şekilde uygulanması, raybalama işlemlerinde meydana gelebilecek kazaların önlenmesine ve çalışma ortamının güvenliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

1.7. TESTEREYLE KESME İŞLEMİ

Testereyle kesme işlemi, malzemelerin belirli boyutlarda kesilmesi için kullanılan klasik talaşlı imalat yöntemlerinden biridir. Bu işlem sırasında, çok sayıda kesici ağıza sahip bir testere bıçağı, iş parçası üzerinde ilerleyerek talaş kaldırmakta ve malzeme kesilmektedir.

Testereyle kesme işlemleri genel olarak şunlara ayrılmaktadır:

- **Şerit Testere Kesimi:** Sonsuz bir şerit üzerinde sürekli dönen kesici ağızlar ile kesim yapılmaktadır.
- **Daire Testere Kesimi:** Dairesel bir testere bıçağının dönerek kesim yaptığı yöntemdir.
- **Düz Testere Kesimi:** İleri-geri hareket eden düz testere bıçağı ile kesim işlemi yapılmaktadır.

Testereyle kesme işlemleri, hızlı ve ekonomik bir şekilde çubuk, profil veya levha formundaki malzemelerin istenen ölçülerde kesilmesini sağlamaktadır. Günümüzde hem manuel hem de CNC kontrollü testere tezgahları kullanılmaktadır (Bralla, 1999).

İşlem parametreleri olarak kesme hızı, ilerleme hızı ve diş geometrisi, iş parçasının malzeme türüne ve kesilmek istenen boyutlara göre belirlenmektedir.

1.7.1. TESTEREYLE KESME İŞLERİNDE İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Testereyle kesme işlemleri sırasında meydana gelen iş kazaları, kesici takımın kopması, malzeme fırlaması veya operatör dikkatsizliği gibi nedenlerle oluşmaktadır. Özellikle şerit testere ve daire testere kullanımlarında, testere bıçağının aşırı aşınması veya yanlış montajı ciddi yaralanmalara yol açabilmektedir (Bralla, 1999).

Testereyle kesme işlemleri sırasında oluşabilecek başlıca riskler şunlardır:

- Testere bıçağının kopması ve parçaların etrafa saçılması,
- Malzemenin sabitlenmeden kesilmeye çalışılması sonucu savrulma,
- Testere dişlerinin kırılmasıyla ani titreşim ve dengesizlik oluşması,
- Çıkan talaşların göze, cilde zarar vermesi.

Bu kazaları önlemek için alınması gereken başlıca güvenlik önlemleri:

- Testere bıçağının işlem öncesinde aşınma ve hasar açısından kontrol edilmesi,
- İş parçasının sıkıca sabitlenmesi ve kesim sırasında desteklenmesi,
- Uygun kişisel koruyucu donanımların (yüz siperi, kesilmeye dayanıklı eldiven) kullanılması,
- Tezgâh koruma kapaklarının sürekli kapalı tutulması,
- Talaşların elle temizlenmemesi ve uygun fırça veya hava tabancası kullanılması.

Bu önlemlerin titizlikle uygulanması, testereyle kesme işlemlerinde hem operatör güvenliğini artırmakta hem de üretim kalitesine katkı sağlamaktadır.

1.8. KILAVUZ VE PAFTA İLE VİDA AÇMA İŞLEMİ

Kılavuz ve pafta ile vida açma işlemleri, vida dişi oluşturmak için kullanılan klasik talaşlı imalat yöntemleridir. Kılavuz, iç diş (dişi vida) açmak için kullanılır. Pafta ise dış diş (erkek vida) açmak için kullanılır (Krar & Gill, 2003).

Kılavuz çekme işlemi, matkapla delinmiş bir deliğe kılavuz takımı kullanılarak dişlerin açılmasıyla gerçekleştirilir. İşlem sırasında, takım iş parçası içerisine belirli bir ilerleme ile döndürülerek ilerletilir ve vida profili elde edilir.

Pafta kullanılarak vida açma işlemi ise silindirik bir çubuk malzemenin dış yüzeyinde dış profili oluşturulması ile gerçekleştirilir.

Bu yöntemler, küçük hacimli üretimlerde, tamirat ve bakım işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Degarmo, Black, & Kohser, 2003). CNC tezgahlarda vida açma işlemleri otomatik yapılabilse de, klavuz ve pafta kullanımı hâlâ yaygındır.

1.8.1. KILAVUZ VE PAFTA İŞLEMLERİNDE İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Klavuz ve pafta işlemleri sırasında oluşabilecek iş kazaları, takım kırılması, yanlış hizalama veya iş parçasının doğru sabitlenmemesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Krar & Gill, 2003).

Başlıca riskler:

- Klavuz takımının veya paftanın aşırı zorlanması sonucu kırılması,
- Takımın ani sıkışmasıyla el yaralanmaları,
- Keskin talaşların sıçraması.

İş kazalarını önlemek için alınması gereken güvenlik önlemleri:

- Klavuz ve pafta takımlarının işlem öncesinde kontrol edilmesi,
- Uygun kesme yağı kullanılması,
- İş parçasının sağlam şekilde sabitlenmesi,
- Operatörün düşük kuvvet uygulayarak ilerleme yapması,
- Kişisel koruyucu donanımların kullanılması.

Bu önlemlerle klavuz ve pafta işlemleri güvenli ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

BÖLÜM ÖZETİ

Bu bölümde, klasik talaşlı imalat yöntemleri ve takım tezgahlarının temel çalışma prensipleri, kullanım alanları ve güvenlik önlemleri ayrıntılı şekilde ele alınmıştır. Üretim sanayisinin vazgeçilmez işlemleri arasında yer alan tornalama, frezeleme, delme, planyalama, vargel, broşlama, raybalama, testereyle kesme ve klavuz-pafta işlemleri sistematik bir yaklaşımla incelenmiştir.

Her bir imalat yöntemi, hem geometrik şekil oluşturma kapasitesi hem de yüzey kalitesi üzerindeki etkileri bakımından değerlendirilmiş; seçilecek yöntemin, iş parçası özellikleri, üretim adedi, istenen tolerans değerleri ve operasyonel verimlilik gibi kriterlere bağlı olduğu ortaya konmuştur. Klasik yöntemlerin, günümüz modern CNC sistemleri karşısında belirli uygulama alanlarında hâlâ vazgeçilmez olmalarının nedenleri açıklanmıştır.

İmalat süreçlerinde iş güvenliği konusunun önemi vurgulanmış; her işlem türü için karşılaşılabilecek iş kazaları, olası riskler ve alınması gereken önleyici tedbirler detaylı bir şekilde sunulmuştur. Böylece hem üretim verimliliğinin artırılması hem de iş sağlığı ve güvenliği standartlarının sürdürülebilirliği için gerekli temel bilgiler aktarılmıştır.

Sonuç olarak, klasik talaşlı imalat yöntemleri, üretim teknolojileri alanındaki tarihsel gelişimin temel taşlarını oluşturmakta ve bugün hâlâ belirli ihtiyaçlar için önemli bir çözüm aracı olmayı sürdürmektedir. Bu yöntemlerin doğru anlaşılması, güvenli kullanılması ve süreçlerin modern üretim anlayışıyla bütünleştirilmesi, nitelikli mühendislik uygulamalarının temel unsurlarından biridir.

ÇALIŞMA SORULARI

1. Tornalama işlemi sırasında iş parçası hangi hareketi yapar?

- A) Doğrusal ileri-geri hareket
- B) Sabit dönme hareketi*
- C) İleri-geri titreşim hareketi
- D) Yalnızca kesici takım döner
- E) Matkap hareketi yapar

2. Frezeleme işleminde aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) İş parçası döner, kesici sabittir.
- B) Kesici takım sabit kalır, iş parçası döner.
- C) Hem kesici takım hem iş parçası döner.
- D) Kesici takım döner, iş parçası sabittir.
- E) Kesici takım ve iş parçası aynı anda ileri hareket yapar.

3. Delme işlemi sırasında oluşan kesme kuvvetleri hangi yönde oluşur?

- A) Yalnızca yatay
- B) Yalnızca dikey
- C) Eksenel
- D) Torsiyonel
- E) Kararsız

4. Planya işleminde talaş kaldırma hangi hareket sırasında gerçekleşir?

- A) Geri dönüş stroku sırasında
- B) İleri stroku sırasında
- C) İleri ve geri strok sırasında
- D) Sadece iş parçası dönerken
- E) Takım dönerken

5. Broşlama işlemlerinde aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Her kesici ağız aynı miktarda talaş kaldırır.
- B) Broşlar yalnızca dış yüzeyler için kullanılır.
- C) Her bir kesici ağız farklı derinlikte talaş kaldırır.
- D) İşlem sadece el ile yapılır.
- E) Broş takımı sürekli geri dönüş hareketi yapar.

6. Raybalama işleminin temel amacı nedir?

- A) Delik çapını büyütmek ve yüzey kalitesini artırmak
- B) Dış vida açmak
- C) Silindirik malzemeyi boyuna kesmek
- D) Matkap deliği açmak
- E) Yüzeyde kanallar oluşturmak

7. Şerit testere kesme işleminde aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Testere bıçağı ileri-geri hareket eder.
- B) Testere bıçağı sabittir, iş parçası hareket eder.
- C) Testere bıçağı sonsuz bir döngüde sürekli döner.
- D) Sadece küçük parçalar kesilebilir.
- E) Sadece metaller için kullanılır.

8. Kılavuz ile vida açma işleminde aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılır?

- A) Dış diş açılır.
- B) İç diş açılır.
- C) Kanal açılır.
- D) Kesme yapılmaz, şekillendirme yapılır.
- E) Matkap deliği büyütülür.

9. Frezeleme işleminde aşağıdaki durumlardan hangisi iş kazası riskini artırmaz?

- A) Kesici takımın uygun seçilmesi
- B) Kesici takımın aşırı aşınmış olması
- C) İş parçasının gevşek bağlanması
- D) Koruyucu kapakların açık olması
- E) Takım kırılması

10. Tornalama işleminde iş güvenliğini sağlamak için aşağıdaki önlemlerden hangisi gereksizdir?

- A) İş parçasını sağlam şekilde bağlamak
- B) Kesici takımı uygun şekilde sabitlemek
- C) Tezgâh çalışırken el ile müdahale etmek
- D) Koruyucu donanım kullanmak
- E) Çalışma alanını temiz tutmak

Cevap Anahtarı:

1.B 2.D 3.C 4.B 5.C 6.A 7.C 8.B 9.A 10.C

KAYNAKLAR

- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing engineering and technology* (7th ed.). Pearson.
- Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Degarmo, E. P., Black, J. T., & Kohser, R. A. (2003). *Materials and processes in manufacturing* (10th ed.). Wiley.
- Krar, S. F., & Gill, A. R. (2003). *Technology of machine tools* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Bralla, J. G. (1999). *Handbook of manufacturing processes: how products, components and materials are made*. Industrial Press.
- **Görsel Kullanımlarına İlişkin Not:** Çalışma boyunca kullanılan tüm görseller açık-erişim medya kütüphanesi Wikimedia Commons'a hak sahiplerinin bilgisi dahilinde yüklenmiştir. Her görsel için detaylı bilgiye görsel altında bulunan kaynak bağlantısından erişilebilir.