

ORTA KARBONLU VE OTOMAT ÇELİKLERİNDE  
KESME HIZININ İŞLENEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

Abdülbaki ULUSOY

Yüksek Lisans Tezi

Makine Eğitimi Anabilim Dalı

Ekim - 2008

ORTA KARBONLU VE OTOMAT ÇELİKLERİNDE  
KESME HIZININ İŞLENEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

Abdubaki ULUSOY

Dumlupınar Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Makina Eğitimi Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Nurullah KIRATLI

Ekim - 2008

**KABUL ve ONAY SAYFASI**

Abdulkaki ULUSOY' un YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı ORTA KARBONLU VE OTOMAT ÇELİKLERİNDE KESME HIZININ İŞLENEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

...../...../.....

Üye : Doç. Dr. Rahmi ÜNAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nurullah KIRATLI

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hakan MUMCU

Fen Bilimleri Enstitüsünün Yönetim Kurulu' ...../...../..... gün ve ..... sayılı  
Kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ORTA KARBONLU VE OTOMAT ÇELİKLERİNDE KESME HIZININ İŞLENEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

Abdulkaki ULUSOY

Makine Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, 2008

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr.Nurullah KIRATLI

### ÖZET

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe kullanılan bağlantı rekorlarının imalatı için en kısa sürede, en kaliteli ve en fazla ürünü daha ucuza üretmek amacıyla yapılmıştır. Bağlantı rekoru imalatında 11SMnPb37 otomat çeliği kullanılmıştır. Bu malzemenin tercih nedeni kolay işlenebilir olmasıdır. Üretim açısından, orta karbonlu çeliklerin otomat çeliklerinin yerine kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. Üretimde farklı ilerleme ve kesme hızları kullanılmıştır. Malzeme çeşidine göre kesme hızı, ilerleme hızı, yüzey pürüzlülüğü, üretim süreleri ve yıllık üretim adetleri hesaplanmış ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, ilerleme hızının artmasıyla imalat sürelerinin azaldığı ve yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür. Ç1040 çeliği kullanımında takım ömrü azalırken yüzey kalitesi artmıştır. Malzemelere göre yıllık üretim adetleri değerlendirildiğinde ise, Ç1040 çeliği kullanımının daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** İlerleme Değeri, Kesme Hızı, Yüzey Pürüzlülüğü

## **THE EFFECT CUTTING SPEED ON MACHINABILITY OF MEDIUM CARBON AND AUTOMAT STEEL MATERIALS**

Abdulkaki ULUSOY

Graduate School of Applied and Natural Sciences, M.S. Thesis, 2008

Thesis Supervisor: Assist. Prof.Dr.Nurullah KIRATLI

### **SUMMARY**

In this study, it is aimed to manufacture the cheapest and the best quality fittings, used in automotive sector, in a shortest time. 11SMnPb37 free cutting steel was used for production of the fittings. This was chosen because of its good machinability. It has been investigated whether medium carbon steel can be used instead of free cutting steel to manufacture the fittings. The fitting production has been carried out at various feed rates and cutting speeds. Depending on type of raw material used, cutting speed, feed rate, surface roughness, production period and quantity of annual production have been calculated and compared with each other.

As a result, it was found that the production period was shortened and surface roughness was increased with increasing feed rate. When C1040 steel was used, surface quality increased as tool life was decreasing. From the evaluation of annual production quantity depending on the type of material, it was also found that using C1040 steel has more advantages for production of the fittings.

**Key Words :** Surface Roughness, Cutting Speed, Feed Rate

## TEŐEKKÖR

Bu tezin hazırlanmasında, çalıőmalarım süresince ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam ve tez danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Nurullah KIRATLI' ya ve yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Hakan MUMCU' ya teőekkürlerimi sunarım. Bu çalışmada deney numunelerinin temini ve hazırlanmasında katkılarından dolayı Kazcıoğlu Otomotiv Genel Müdürü őeref KAZCIOğLU'ya, Teknik Birim Yöneticisi İsmet KAZCIOğLU'ya ve çalıőanlarına, tez yazımında ki yardımlarından dolayı arkadaşım Serhat YALDIZ'a teőekkür ederim.

Ayrıca beni yetiőtiren ve bugünlere gelmemi sağlayan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teőekkür etmeyi bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Önceki Çalışmalar.....	1
2.ÇELİK.....	6
2.1 Kimyasal Bileşenlerine Göre Çelikler.....	6
2.1.1 Sade karbonlu çelikler.....	7
2.1.2 Alaşımli çelikler.....	7
2.2 Kullanım Alanlarına Göre Çelikler.....	8
2.2.1 Otomat çelikleri.....	9
3.TALAŞ KALDIRMA YÖNTEMİ.....	11
3.1 Talaş Kaldırma Prensipleri (Metal kesme).....	11
3.2 Kesme Teknolojisindeki Temel Unsurlar.....	12
3.3 Talaş Oluşumu ve Geometrisi.....	13
3.4 Talaş Biçimleri.....	14
3.4.1 Akma talaş.....	14
3.4.2 Yığıma talaş.....	15
3.4.3 Kırık (kopuk veya süreksiz) talaş.....	15
3.5 Talaş Biçimlerinin Oluşması.....	15
3.6 Talaş Kaldırma İşlemleri.....	16
3.6.1 Kesme hızı.....	18

## İÇİNDEKİLER(devam)

	<u>Sayfa</u>
3.6.2 İlerleme miktarı.....	19
3.6.3 İş mili devir sayısı hesabi.....	19
3.6.4 Talaş derinliğinin hesaplanması.....	20
3.6.5 Talaş kesitinin hesaplanması.....	20
3.6.6 Talaş oluşumunun talaş derinliği ve ilerleme ile olan ilişkisi.....	21
3.6.7 Devir ve ilerleme ilişkisi.....	22
4.ÜRETİMDE İŞLENEBİLİRLİK VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ.....	23
4.1 Üretimde İşlenebilirlik.....	23
4.1.1 Malzemenin işlenme kabiliyeti.....	23
4.1.2 Normal işleme şartları.....	24
4.2 Yüzey Pürüzlülüğü.....	24
4.2.1 Yüzeyin yapısı.....	24
5.MALZEME VE DENEYSEL YÖNTEM.....	29
5.1 Araştırmada Kullanılan Malzeme.....	29
5.2 Talaş Kaldırma İşlemi.....	32
5.2.1 Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi.....	33
6.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
6.1 Yüzey Pürüzlülük Deneyleri.....	34
6.1.1 İlerleme değeri ve yüzey pürüzlülüğü.....	34
6.1.2 Kesme hızı ve yüzey pürüzlülüğü.....	37
6.1.3 Üretim süresi ve yüzey pürüzlülüğü.....	40
6.1.4 Yıllık üretim adetleri.....	43
7.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	46
7.1 Sonuçlar.....	46
7.2 Öneriler.....	47



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Talaş oluşumu.....	13
3.2 Dik ve eğik kesme metotları.....	14
3.3 Talaş oluşmasına (akma veya kesintili) bağlı olarak kesme kuvvetindeki dalgalanmalar.....	15
3.4 Değişik talaş kaldırma işlemleri.....	17
3.5 Talaş derinliği ve ilerleme miktarı.....	20
3.6 İlerleme-talaş derinliği ilişkisinin talaş biçimine etkisi.....	21
4.1 Yüzeyde oluşan dalgalanma.....	25
4.2 İşleme esnasında yüzeyde oluşan form hatası.....	25
4.3 Ra parametresinin hesabında kullanılan değerlerin şematik gösterimi.....	26
4.4 Rz parametresinin hesabında kullanılan değerlerin şematik gösterimi.....	28
5.1 Deney numunelerinin şematik görünüşü.....	30
6.1 Talaş tipleri.....	34
6.2 Otomat çeliğinin ilerleme oranlarına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değişimi.....	36
6.3 Ç1040 çeliğinin ilerleme oranlarına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değişimi.....	36
6.4 Otomat çeliğinin kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değişimi.....	39
6.5 Ç1040 çeliğinin kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değişimi.....	39
6.6 Otomat çeliğinin üretim süresine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü.....	42
6.7 Ç1040 çeliğinin üretim süresine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü.....	42

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
5.1 Deney numunelerinin kimyasal bileşimi (% Ağırlıkça).....	29
5.2 Deney numunelerinin mekanik özellikleri.....	29
5.3 Deney numunelerinin tanımlanması.....	31
5.4 Yang SL-12 CNC torna tezgahı teknik özellikleri.....	32
5.5 Yüzey pürüzlülüğü ölçüm kriterleri.....	33
6.1 Malzeme çeşidine göre ilerleme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri.....	35
6.2 Kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri.....	38
6.3 Üretim süresine bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri.....	41
6.4 Üretim şekline göre bir takımla işlenen parça sayıları .....	44
6.5 Üretim şekline göre bir yıllık üretim adetleri .....	44

## 1.GİRİŞ

Talaş kaldırma, malzemeye şekil vermek amacıyla keskin bir takım yardımıyla parça üzerinden malzeme kaldırma işlemidir. Talaş kaldırma esnasında takımların yeterince keskin olmalarına rağmen gerilmeler oluşmaktadır. Bu gerilmeleri engellemek veya minimuma indirebilmek için 1851 yılından günümüze kadar birçok araştırmalar yapılmış olup halen de araştırmalara devam edilmektedir. Bu çalışmalar genel olarak kesme parametreleri, talaş oluşumu, takım imalatında kullanılan malzemelerin takım ömrüne etkisi gibi konular çerçevesinde yoğunlaşmıştır [1].

Kesme mekaniğindeki kabul gören en etkili çalışmalar Taylor tarafından 1900'lü yıllardan sonra ortaya konulmuştur. Taylor'ın ortaya çıkardığı teoriler günümüzde de halen geliştirilmeye çalışılan kesme parametreleri ve takım malzemesinin takım ömrüne etkisi gibi başlıklar çerçevesinde olmuştur. Taylor geliştirmiş olduğu metotlarla o zaman şartlarında çalıştığı kurumdaki verimi %500'lere kadar arttırmıştır [1].

Günümüzde de yeni üretilen kesici takımlar ve bu kesici takımlara yapılan özel kaplamalarla işleme kapasitesini arttırmak için çalışmalar devam etmektedir. Otomotiv sektörü bağlantı rekorları imalatında bir tür otomat çeliği olan 11SMnPb37 çeliği çok yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu sektörde otomat çelikleri diğer çeliklere nazaran pahalı olmalarına rağmen kolay işlenebilmeleri nedeniyle tercih edilmektedir.

Bu çalışma; otomotiv sektöründe kullanılan bağlantı rekorlarının imalatı için 11SMnPb37 çeliği yerine Ç1040 çeliği kullanarak en kısa sürede, en kaliteli ve en fazla ürünü daha ucuza üretmek amacıyla yapılmıştır. Deney malzemesi olarak, karşılaştırma yapmak için otomat çeliği ve Ç1040 (orta karbonlu) çeliği kullanılmıştır. Çalışmada, kesme hızı ve ilerleme değerlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelenmiştir. Aynı zamanda belirlenen parametreler doğrultusunda malzemelere bağlı yıllık üretim adetleri bulunmuş avantajlı malzeme ve kesme parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

### 1.1 Önceki Çalışmalar

Bu bölümde; talaş kaldırma, işlenebilirlik, kesme hızı, takım geometrisi ve kesme parametrelerine ilişkin çalışmalar kronolojik sırasıyla incelenmiştir.

Rahman ve arkadaşları [2], inconel 718 çeliğinin işlenebilirliği incelenmiştir. Inconel 718 çok sert, ısıya dayanıklı, nikel bazında genelde uçak endüstrisinde kullanılan bir malzemedir. Çok sert olmasından dolayı işlenebilirliği çok zordur. CNC tornada kesme hızı ve yüzey

pürüzlülüğü değerlerine bakılmak kaydıyla takım ömrü tespit edilmiştir. Farklı kesme açıları, farklı hızlar ve değişmeyen kesme derinliği kullanılmıştır. Kesme hızı ve ilerlemenin takım ömrü üzerinde önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. Inconel 718 çeliğinin en iyi şekilde işlenmesi için gerekli olan takım geometrisi, kesme hızı ve ilerleme değerini tespit etmişlerdir.

Gürarda ve Çakır [3], tornalama ve frezeleme işlemlerinde kesme parametrelerinin optimizasyonu ile çıkan yüzey pürüzlülüğü değerleri ve bu optimizasyonun maliyetlere etkisi incelemişlerdir. Kesme parametrelerinin optimizasyonu ile yüzey pürüzlülüklerinin azaldığı bunlara bağlı olarakta maliyetlerin düşürülebileceği saptanmıştır.

Malakoati ve Raman [4], sinir ağı yöntemi kullanılarak makine ayar problemlerinin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. İşleme parametrelerini geliştirebilmek için farklı makine ayarları kullanılarak problemlere çözüm aranmıştır. Minimum fiyat ve maksimum üretim için en az insan gücü, makine takımı ve en kısa süre için sinir ağı sisteminin yararlarını saptamışlardır.

Lee ve Tarng [5], talaş kaldırma operasyonlarında kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğü, kesme gücü ve takım ömrüne etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmayla maksimum üretim veya minimum maliyet amaçlanmıştır. Deneyde sinir ağı yöntemi kullanılmıştır. Kesme hızının artırılmasıyla; yüzey pürüzlülüğü ve takım ömrü azalmıştır. İlerlemenin artmasıyla; yüzey pürüzlülüğü artmış üretim süresi kısalmıştır. Kesme derinliğinin artmasıyla; takım ömrünün azaldığını ve üretim sürelerinin düştüğünü saptamışlardır.

Sağlam [6], kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkileri, takım aşınmasına bağlı olarak kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğündeki değişmelerin analiz edilerek optimum kesme parametrelerinin seçilmesi amaçlanmıştır. Kesme kuvvetleri üzerinde talaş derinliği ve ilerlemenin daha etkili olduğu, kuvvet oranlarının takım aşınmasını ve dolayısıyla takım ömrünü ve belirlenen yüzey kalitesini tayin etmede bir gösterge olarak kullanılabileceğini söylemiştir.

Çakır ve Kılıçkap [7], yeni bir yöntem olan soğuk talaşlı işlem ile metallerin işlenebilirliklerini daha iyi bir seviyeye getirilmesi amaçlanmıştır, yapılan deneyler sonucunda bu metodun kullanımıyla takım ömrünün arttığı, kesme hızlarının yüksek seviyede kullanılabileceği, yüzey pürüzlülük değerlerinin azaldığı ve talaşlı imalatı zor olan malzemelerin daha kolay işlenebileceği tespit edilmiştir.

Jacobson ve arkadaşları [8], işlenmesi zor olan beynit çeliklerinde kesme hızının yüzeye etkisi incelenmiştir. Testler tornada farklı kesme hızlarında yapılmıştır. Numunelerin yüzey pürüzlülüğü ve mikro yapılarına bakılmıştır. Kesme hızı artırıldıkça yüzey kalitesi artmış ve

gerilmeler oluşmuştur. Mikro yapılarda çok az değişiklik meydana gelmiştir. Minimum Rt değerini 170 m/sn kesme hızında elde etmişlerdir.

Çoğun ve Özses [9], CNC torna, işleme merkezi ve borverk tezgahlarında değişik işleme parametreleri ile talaş kaldırmak suretiyle oluşan yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi ve birbiri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. İlerlemenin sabit tutularak devir sayısının arttırıldığında yüzey pürüzlülüğünün azaldığı, devir sayısının sabit tutulup ilerlemenin arttırılmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı, talaş derinliğinin arttırılmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı ve büyük radüslü uçlar kullanıldığında yüzey pürüzlülüğünün azaldığını tespit etmişleridir.

Güllü ve Özdemir [10], frezeleme metodu yoluyla genellikle bitirme işlemi olarak uygulanan taşlama ve benzeri işlemlerle elde edilen yüzey pürüzlülüğüne yaklaşılarak kaliteyi arttırıcı ve üretim zamanını azaltıcı matematiksel modellerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğüne etki ettiğini, yüzey kalitesini sağlayabilmek için ilerleme ve kesme hızının birbiri ile kombine şekilde kullanılması gerektiğini, kırımlı uç kullanımında yüzey kalitesinin daha iyi çıktığını söylemişlerdir.

Libao [11], çok pasolu frezeleme operasyonları için işleme parametrelerinin optimizasyonu incelenmiştir. Düşük fiyat ve yüksek kalite için kesme hızı, ilerleme, kesme derinliği ve paso sayısının etkilerine bakılmıştır. Bu verilerin birbirine bağlı olduğu ve kombine bir şekilde kullanılması gerektiğini söylemiştir.

Özçatalbaş ve Aydın [12], AA2014 alaşımına farklı ısıl işlemler uygulanmış, çıkan numuneler, farklı kesme hızlarında ve değişik geometriye sahip kesici uçlarla işlenerek talaş kökü morfolojisi, yüzey pürüzlülüğü ve talaş kaldırma kuvvetleri incelenmiştir. Yüksek setlik ve çekme dayanımına sahip numunenin yüksek kesme hızlarında, büyük talaş açılı kesici uçla işlenmesinin yığıntı talaş olumunu önlediği, yüzey pürüzlülüğü ve talaş kaldırma kuvvetlerini düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Altın ve arkadaşları [13], kaplamasız sementit karbür kesici takım ile işleme parametresi olarak beş farklı kesme hızı kullanılarak, inonel 718 süper alaşım malzemesi üzerinde, sabit kesme derinliğinde ve ilerleme hızında talaş kaldırılmıştır. Kesme hızının talaş kaldırma sırasında kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetinin ve yüzey pürüzlülüğünün azaldığı, inonel 718'in yüksek kesme hızlarında işlenmesiyle takım ömrünün azaldığını saptamışlardır.

Sakarya ve Güloğlu [14], cep yüzey işlemede farklı takım yolu hareketleriyle kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri incelenmiştir. Deneyler sırasında zigzag ve spiral

takım yolları kullanılmıştır. Belirlenen en ideal kesme parametreleri ve zigzag takım yoluyla en iyi yüzey pürüzlülük değerlerini elde etmişlerdir.

Gökkaya ve Nalbant [15], Ç1030 çeliğinin işlenmesinde takım geometrisi ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Kesme hızı ve diğer kesme parametreleri sabit tutularak 5 farklı kesme derinliği ve 5 farklı ilerleme değerinde yüzey pürüzlülük sonuçları alınmıştır. Çalışmada farklı radüslerde takımlar kullanılmıştır. Minimum yüzey pürüzlülüğü maksimum radüs açısına sahip takımla elde edilmiştir. İlerleme ve kesme derinlikleri artırıldıkça yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığını belirlemişlerdir.

Korkut ve Dönertaş [16], Ç1020 ve Ç1040 çeliklerinin işlenebilirliğini artırmak için kesme parametreleri incelenmiştir. Kesme parametrelerinin değiştirilmesiyle BUE oluşumu ve yüzey pürüzlülüğünün nasıl etkilendiğine bakılmıştır. Kesme hızı, ilerleme değeri ve kesme derinliğinin işlenebilirlik üzerine etki ettiği, yüzey pürüzlülüğü ve BUE oluşumlarının bu değerlere bağlı olduğu ve Ç1020 çeliğinin Ç1040' a göre daha kolay işlenebildiğini belirlemişlerdir.

Al – Ahmari [17], talaş kaldırma operasyonlarında sert metallerin işlenebilirliği incelenmiştir. Deney numunesi olarak AISI 302 kullanılmıştır. Sonuçların alınmasında sinir ağı yöntemi kullanılmıştır. Takım ömrü, yüzey pürüzlülüğü ve kesme hızları incelenmiştir. Düşük kesme hızlarında takım ömrünün arttığını, yüzey pürüzlülüğünün ise azaldığını belirlemiştir.

Al – Ahmari [18], talaşlı işlemede kesme parametrelerinin önceden belirlenmesi ve optimize edilmesi incelenmiştir. Üretim zamanı, mamul maliyeti ve ürün kalitesi için kesme parametrelerinin önemi vurgulanmış. Kalite ve fiyatı direkt olarak etkileyen yüzey pürüzlülük değerini; kesme hızı, ilerleme, kesme derinliği ve takım radüslerini nasıl etkilediğini saptamıştır.

Kaçal ve arkadaşları [19], kullanılacağı yerde ısı işlem gerektirmeyen küresel grafitli dökme demirlerin son bitirme işlemlerinde, seramik ve CBN kesicilerle yüksek kesme hızlarının uygulanmasının yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvvetleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. En iyi pürüzlülük değeri seramik kesici ile kesme hızının 600 m/dak ve ilerlemenin 0,05 mm/dev olduğu kesme şartında 0.4 µm değeriyle elde edilmiştir. Isıl işlem görmemiş küresel grafitli dökme demirin son bitirme işleminde elde edilen yüzey pürüzlülüğü sonuçlarına göre taşlama gibi ikincil bir işlemin gerekmediğini belirtmişlerdir.

Karayel [20], CNC torna tezgahında sinir ağı yöntemi kullanılarak minimum zaman çalışması yapılmıştır. Kesme derinliği, kesme hızı ve ilerleme değerleri değişken diğer parametreler sabit

olmak kaydıyla Ra, Rz ve Rmax yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Değişken olan kesme derinliği ve ilerleme değerlerinin arttırılmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığını kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün azaldığı tespit etmiştir.

Gaitonde ve arkadaşları [21], pirinç parçaların talaşlı imalatında kullanılan soğutma sıvılarının işlenebilirlik üzerine etkisi incelenmiştir. Mevcut üretimlerde soğutma sıvılarının kullanılmasıyla kesme hızı ve ilerleme değerlerinin arttırılabileceği, yüzey pürüzlülüğü ve kesme gücünün minimize olacağını saptamışlardır.

Onwubolu [22], talaşlı işlemede önceden belirlenen model ve yüzey pürüzlülük değerlerinin sinir ağı yöntemi ve farklı metotların kullanılmasıyla elde edilebilmesi istenmiştir. Kesme takımı olarak yüksek hız çeliği (HSS) kullanılmıştır. Kullanılan kesme hızı, ilerleme ve kesme derinlik değerlerinin yüzey pürüzlülüğünü nasıl etkilediğini saptamıştır.

Qian ve arkadaşları [23], yüzey işlemede artan ve azalan ilerleme değerlerinin parçaya göre kombine edilmesi incelenmiştir. Kesme parametreleri sabit tutularak minimum ve maksimum ilerleme değerleri kullanılmış ve yüzeye etkilerini incelemişlerdir.

## 2.ÇELİK

Çelik, bir Demir (Fe)-Karbon (C) alaşımıdır. Çelik içerisinde C'dan başka farklı oranlarda alaşım elementleri ve empürite elementler bulunmaktadır. Çeliğe farklı özellikler kazandıran içerdiği elementlerin kimyasal bileşimi ve çeliğin içyapısıdır [24].

Çelik içerisinde karbon miktarı, çeliğin özelliklerinde önemli bir değişikliğe neden olmaktadır. Karbon miktarındaki çok küçük değişimler bile çeliğin farklı özelliklerde olması için yeterlidir. Çelik alaşımını sadece demir ve karbon ağırlıklı düşündüğümüzde bile, çeşitliliği oldukça fazla bir alaşımla karşılarız, oysa endüstrinin ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde çelik üretimi, alaşım içerisinde başka element ve elementlerin ilavesini gerekli kılar. Bu yönüyle de alaşıma ilave edilen her katkı maddesi çeliğin özelliğinin değişmesine neden olur [25].

Çeliğin yapısındaki karbonun görevi alaşımı sertleştirmek ve demir atomlarının kaymasını engellemektir. Alaşımdaki karbon miktarı ile oynanarak çeliğin sertliği, esnekliği, sünekliği ve gerilme miktarı değiştirilebilir. Alaşımdaki karbon miktarının artması çeliğin sertliği ve kırılma dayanımını artırmakta, kaynaklanabilirliği ve sünekliği gibi diğer özelliklerini ise azaltmaktadır [26].

Demir-karbon alaşımının çelik olarak kabul edilebilmesi için içerisinde ağırlıkça %0,1 ile %2 arasında karbona sahip olması gerekmektedir. Günümüzde "demir ve çelik" endüstrisi tek isim altında kullanılsa da, geçmişte bu iki sektör birbirinden ayrı ayrı isimler altında toplanmaktadır. Metalurjinin bilim dalı olarak yaygınlaşması ile birlikte çeliğin kompozisyonunun değiştirilerek ya da ısıl işlem ile özellikleri farklılaştırılarak özellikle yüksek kopma mukavemeti ile teleferik, inşaat, otomotiv, tıp ve birçok diğer alanda insanlığa hizmet verir hale getirilişi hızlandırılmıştır [26].

### 2.1 Kimyasal Bileşenlerine Göre Çelikler

Çeliklerin kimyasal bileşenlerine göre sınıflandırılmasında, malzemenin karbon, fosfor, kükürt yada silisyum oranları dikkate alınır. Çelik, iç yapısında, alüminyum, kurşun bakır gibi başka elementlerde bulunuyorsa, sınıflandırmada bunlarda belirtilir. Kimyasal bileşenlerine göre sınıflandırma, çelik sınıflandırmaları içinde detaylı olarak ele alınır. Bunun nedeni olarak, çelik alaşımını oluşturan her bir elementin, çeliğe farklı bir özellik vermesi gösterilir [25]. Kimyasal bileşenlerine göre çelikler sade karbonlu çelikler ve alaşımlı çelikler olarak ikiye ayrılır.



### 2.1.3 Sade karbonlu çelikler

Çeliklerdeki en ucuz ve etkili alaşım maddesi karbondur. Karbon oranındaki her değişim, çeliğin özelliklerinin de değişeceği anlamına gelir. Sade karbonlu çelikler ötektoid oranları göz önüne alınarak iki ayrı grupta incelenir. İçerisinde % 0.8'den az karbon içeren alaşımlara ötektoid altı çelik, %0,8'den fazla karbon içeren alaşımlara ise ötektoid üstü çelikler denir [25].

### 2.1.4 Alaşımli çelikler

Demir-karbon alaşımlarında karbon oranı arttıkça sertlik ve mukavemet artar, ancak tokluk ve süneklik azalır, çarpma mukavemeti düşer. Çeliklerde sünekliği koruyarak mukavemeti arttırmak için değişik türde alaşım elemanları katılır. Alaşım elemanları mukavemet ve tokluğu arttırmadan başka sertleşme yeteneği, korozyon ve yüksek sıcaklığa dayanıklılık gibi diğer önemli özellikleri sağlayabilirler. Bu amaçla çeliğe değişik oranda Mn, Si, Cr, Ni, Mo, W ve Ti gibi elemanlar katılır. Böylece endüstride ikibinden fazla tür alaşımli çelik geliştirilmiştir.

Alaşım elemanları çoğunlukla katı eriyik oluşturmakla beraber bazıları kısmen katı eriyik, kısmen karbür, bazılarında ise kısmen karbür halinde bulunur. Örneğin Ni ve Mn yalnız katı eriyik, Cr kısmen katı eriyik, kısmen karbür, Ti ise karbür halindedir. Özellikle katı eriyik oluşturanlar mekanik özellikleri önemli ölçüde etkiler ve ısıl işlemlerde etkin rol oynarlar. Karbür oluşturan elemanlar sertliği ve aşınma mukavemetini arttırırlar, ısıl işlemlerde nötrdürler, özellikle yüksek sıcaklığa dayanıklı olurlar.

Alaşımli çelikler alaşım elemanlarının oranına göre az alaşımli ve yüksek alaşımli olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. %5'den az alaşım elemanı içeren çeliklere az alaşımli çelikler denir. Genellikle yüksek mukavemetli yapı elemanları ve makine parçaları üretiminde kullanılırlar. Bütün çeliklerde su verme işleminde martenzit fazının oluşmasını sağlayan esas eleman karbondur. Dolayısıyla yeterli miktarda karbon bulunan alaşımli çelikler su verme ile sertleştirilebilirler. Çelik yapısında %5'den fazla alaşım elemanı içeriyorsa yüksek alaşımli çelik denir. Bu çelikler çoğunlukla özel amaçlar için kullanılır. Alaşımli çelikleri aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz;

- Manganezli çelikler,
- Kromlu çelikler,
- Nikelli çelikler,

- Molibden çelikler,
- Wolframlı çelikler,
- Vanadyumlu çelikler,
- Kobaltlı çelikler,
- Bileşiminde bakır bulunan çelikler,
- Bileşiminde alüminyum bulunan çelikler,
- Hava çelikleri,
- Paslanmaz çelikler'dir [27].

## 2.2 Kullanım Alanlarına Göre Çelikler

Çelik, metaller içinde en çok kullanım alanına sahip olanıdır. Çeliğin bu yönü, üretim miktarının artması ve çelik üretiminde çeşitlilik sağlamıştır. Bir bakıma çeliğin kullanım alanına göre üretilmesi ve sınıflandırılması olanağı vermiştir. Kullanım alanlarına göre çelikler için inşaat çelikleri örnek olarak gösterilebilir. Her türlü yapılan betonarme kısımlarında kullanılan çelikler inşaat çelikleri olarak tanımlanır. Bunların karbon oranlarının ve çekme dayanımlarının düşük olması, ekonomik olarak üretilebilmelerine olanak tanır [25].

İnşaat çelikleri dışındaki çelikleri çoğaltmak mümkündür. Çelik hangi alan için üretilmiş ve kullanılmaktaysa, o alanın adını alır ve sınıflandırılır. Örneğin; civata ve somun çeliği, yay çeliği gibi [25]. Kullanım alanlarına göre çelik çeşitleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- İmalat çelikleri,
- Takım çelikleri,
- Yay çelikleri,
- Korozyona ve ısıya dayanıklı çelikler,
- Kazan çelikleri,
- Ray çelikleri,
- Otomat çelikleri,
- Yapı çelikleri'dir [28].

### 2.2.1 Otomat elikleri

Otomat elikleri yüksek oranda Kükürt (S) ve Mangan (Mn) içeren alaşımsız çeliklerdir. Mangan ve Kükürt'n oluşturduğu Mangan-Sülfür (MnS) sayesinde kkk ve kırılėan talaş oluşumu nedeni ile seri üretime yönelik çalışan hızlı takım tezghlerinde (tek veya çok milli) işlenirler. Bu çeliklere %0.15-0.35 oranında ilave edilen kurşun (Pb) sayesinde kesme hızları arttırılmaktadır. Bazen kurşun (Pb) yerine Tellür (Te), Bizmut (Bi) ve Selenyum (Se) da aynı amaçla kullanılmaktadır. Diğer çeliklere oranla daha yüksek Fosfor (P) içermeleri talaş kırılėanlıėı ve kesme yüzeyi kalitesini iyileştirir [29].

Karbon oranı az alaşımlı çeliklerde olduğu gibi yazılır. Çelikte S, Mn, Pb ve P elementlerinden hangileri varsa bu sırayla gösterilir ve yalnız kükürdün ortalama yüzde oranı yüz ile çarpılarak belirtilir. Örneğin; bileşiminde % 0,45 C, % 0,20 S ve % 0,15 Pb bulunan otomat eliği 45SPb20, bileşiminde % 0,09 C, % 0,15-0,30 S, % 0,90-1,30 Mn ve %0,15-0,30 Pb bulunan otomat çeliği ise 9SMnPb23 şeklinde gösterilir [29].

Otomat elikleri uygulanan ısıl işlemlere göre,

1- Isıl işlem uygulanmayanlar (yumuşak otomat elikleri)

2- Isıl işlem uygulananlar

a) Islah işlemi uygulananlar

b) Sementasyon işlemi uygulananlar, olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar.

#### **Otomat eliklerine uygulanan işlemler;**

Talaş kaldırma gereği duyulmayan yüzeylerin hassas l tuleranslarında olması gerektiğinden, otomat çelikleri daha ziyade soğuk çekilmiş olarak kullanılır. Bu arada, yaklaşık % 0.120 kükürt ve düşük karbon ihtiva eden ve yarı otomat çeliği olarak adlandırılan çelikleri iyi bir işlenebilirlik özelliğinin yanı sıra, sıcak ve soğuk dövme ve zımbalama parçalarının imalatında kullanılmaktadır, örneğin somunlar. Yüksek kükürt ihtiva eden 9SMn28 kalitesi, sıcak dövme uygulamasında başarıyla kullanılmaktadır [29].

Son yıllarda muhtelif borular, yarı kaynar dökülmüş otomat çeliklerinin preslenmesi ve bilahare ekstrüzyonu ile üretilmeye başlanmıştır. Bu tür bir uygulama, talaşlı imalat masrafının azalmasını ve büyük oranda malzeme tasarrufunu da beraberinde getirmektedir [29].

**Otomat çeliklerinin kullanım alanları;**

- Süratli ve seri üretim yapabilen torna ve otomat tezgahlarında,
- Otomotiv sanayi için değişik tür bağlantı elemanları,
- Makine ve teçhizat üreten endüstri kollarında ve inşaat sektöründe,
- Konstrüksiyon elemanları üretiminde,
- Hassas mekanik parçalar üreten endüstri kollarında (optik cihaz ve ölçü cihazları parçaları) kullanılmaktadır [29].

Bilindiği gibi, değişik çelik türlerinin talaşlı imalatında oluşan talaşlar tipik özellikler taşırlar. Örneğin, alaşımsız yumuşak çelikler, seri üretim yapan torna tezgahlarında işlemeye uygun olmayan talaş türlerinin oluşumuna neden olurlar [29]. Kısa kırılğan talaş elde etmek amacıyla, çelik yapısındaki kalıntıların homojen bir şekilde dağılmasını sağlamak ve çelik yapısını gevrekleştirmekle mümkün olur.

### 3.TALAŞ KALDIRMA YÖNTEMİ

Hammadde halindeki bir malzemeye belirli bir şekil vermek için mekanik ve mekanik-fiziksel talaş kaldırma yöntemlerinin sistematiği: ucu (ağzı) keskin bir takım ile parça üzerinden malzeme kaldırma işlemidir, kaldırılan malzemeye talaş denilir. Talaş kaldırma işlemlerinin sistematiği, takım ile parça arasındaki izafi hareketlere takım ucunun geometrisine ve takımların kesici uç sayılarına göre yapılabilir. Takım ile parça arasında kesme, ilerleme ve yardımcı olmak üzere üç türlü hareket vardır;

Kesme hareketi esas talaş kaldırma hareketidir. İlerleme hareketi, parçanın uzunluğu veya genişliği boyunca belirli bir kısmının işlenmesini sağlayan harekettir. Yardımcı hareketler ise, takımın parçaya yaklaşma hareketi, ilerleme hareketi bittikten sonra takımın başlangıç noktasına geri getirme gibi çeşitli ayar hareketlerini kapsar [1,30].

Genellikle kesme hareketi dönme veya doğrusal, ilerleme ve yardımcı hareketler ise doğrusal hareketlerdir. Bu hareketler parça veya takım tarafından yapılması, çeşitli talaş kaldırma yöntemlerini meydana getirir [1].

#### 3.1 Talaş Kaldırma Prensipleri (Metal kesme)

Metaller ve metal alaşımlarının işlenmesinde kullanılan takımların kesici kenarları yeterince keskin olmasına rağmen, talaş kaldırma sırasında oluşan gerilmeler karşısında oldukça zorlanırlar. Bu sebeple takımın dayanabileceği optimum kesit ve kesmeyi kolaylaştıracak ideal açıları (ideal takım geometrisi) bulmak için pek çok araştırma yapılmıştır. İlk çalışma, 1851 yılında Finnie Cocquillhat tarafından delmedeki işi hesaplamak için yapılmıştır. 1873'te Hartig, kesme iş cetvelleri oluşturarak bunları bir kitapta yayınlamıştır. Talaşın biçimlenmesi konusundaki ilk çalışmalar ise 1870'de Time ve 1873'te Fransız bilim adamı Teresca tarafından yapılmıştır. 1881'de Mollock, malzemenin kesilmesinde kesme metodunun talaş biçimlenmesinde esas olduğunu ileri sürerek takım yüzeyindeki sürtünme etkisi üzerinde durmuştur. Kısmen biçimlendirilmiş talaş özelliklerinden yola çıkarak talaş çeşitlerini ortaya çıkartmıştır. Kesme metoduna takım ucunun ve kesme sıvılarının etkisini araştırmış ve istenmeyen sonuçlara yol açan dengesiz kesme metodlarını incelemiştir. Yaptığı çalışmaların çoğu bugünkü modern teorilerin de temelini ortaya koyacak kadar etkili olmuştur [1,31].

Ancak, kesme mekaniği üzerindeki en etkili çalışmalar, günümüzde de yaygın olarak kullanılan şekliyle Taylor tarafından 1900'lü yıllardan sonra ortaya konulmuştur. Taylor yaklaşık 26 yıllık deney ve inceleme birikimlerini derleyerek, talaş kaldırma operasyonları sırasında kesme parametrelerinin ve takım malzemesinin takım ömrüne etkisini incelemiştir.

(Formül 3,1) Prensip olarak en ideal kesme şartlarını uygulamaya izin veren ampirik formüller geliştirmiştir. Geliştirdiği metotlarla o zamanın şartlarında çalıştığı kurumdaki verimi %500'lere kadar artırmıştır. Ortaya koyduğu prensiplerin günümüzde de kullanılıyor olması dikkat çekicidir. Taylor'un diğer en önemli keşfi ise, takım ve kesme kenarında oluşan sıcaklıklarla takım aşınma oranını kontrol edebilmesidir.

$$VT^n = C \dots\dots\dots(3.1)$$

V : Kesme hızı (m/dak)

T : Takım ömrü (dak)

C : Taylor sabitesi

1941'de Ernst ve Merchant tarafından bu prensipler daha da geliştirildi ve talaş oluşma (kesme) mekaniği olgunlaştırıldı. Merchant prensipleri olarak bilinen bu prensipler de günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır [1].

Tresca, Hartig, Finnie, Mallock, Taylor ve Merchant gibi bilim adamları metal kesme teknolojisinin gelişmesini sağlamışlardır. "Kesme"; kesici takımla malzemenin bir bıçak gibi ayrılmasıdır. Takım kesici kenarı, iki yüzeyin belirli bir açı altında kesişmesiyle oluşur. Bilenerek oluşturulmuş kesici kenar, ekmek kesmede olduğu gibi, malzeme gövdesi içerisinde simetrik olarak zorlanır ve aynı zamanda gövde içinde kesici kenara paralel hareket ettirilir. Kesilen malzeme gövdesi, kesici takım yüzeyleri tarafından iki parçaya ayrılmaya zorlanır. Bilenmiş kesici kenar, gövdenin çok az bir kuvvetle ve parçaların daha az pürüzlü kesilmesini sağlayacaktır [1,31].

### 3.2 Kesme Teknolojisindeki Temel Unsurlar

Kesici kenarı oluşturan her iki yüzey, yeni ortaya çıkarılan iki yüzeyi (talaşın alt yüzeyi ve iş parçasının işlenen yüzeyi) birbirinden ayırmaya zorladığında, talaşın gövdeden ayrıldığı yerde yüksek ısı meydana gelir ve takım ile iş yüzeyinde aşınma olur [1].

İş parçasından belirli bir tabaka talaş kaldırmak için "kesici kenarın" gövde içersine daldırılması gerekir. İş parçası ve takımın yüklenen gerilmelere dayanabilmesi (oluşan yükleri-kuvvetleri taşıyabilmesi) için belirli bir kesitte olması ve işlenen yüzeyin takım yan yüzeyine temas etmemesi için takıma boşluk açısı verilmelidir [1].

Pratik işlemede takım kesici kenarını oluşturan açı 55°~90° arasında değişmektedir. Genellikle kaldırılan talaş en az 60°'lik bir açıyla iş parçasından uzaklaştırılır. Bu şekilde

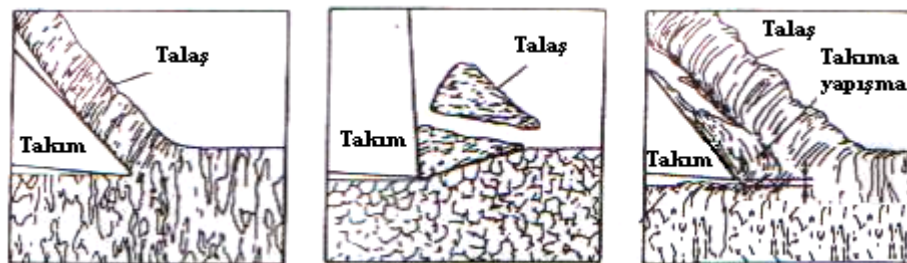
kaldırılan talaşın tamamında bir plastik deformasyon oluşur (gelişen teknikler, metal kesmenin plastik bir akma işlemi olduğunu ortaya koymaktadır). Bu yüzden talaşın oluşması ve takımın talaş yüzeyi boyunca hareketi için büyük bir enerji gerekir [1].

Talaş kaldırarak işlemenin temel amacı, yeni iş yüzeyinin (istenilen parça geometrisinin) oluşturulmasıdır. Talaşın oluşması ve hareketi enerji tüketiminin de temelini ortaya koyar. Bu sebeple takım ömrü ve kaldırılan metal oranıyla ilgili pratik problemler yalnızca takım-talaş yüzeyi boyunca hareket eden talaşın ve işlenen malzemenin davranışları incelenerek ortaya konur [1].

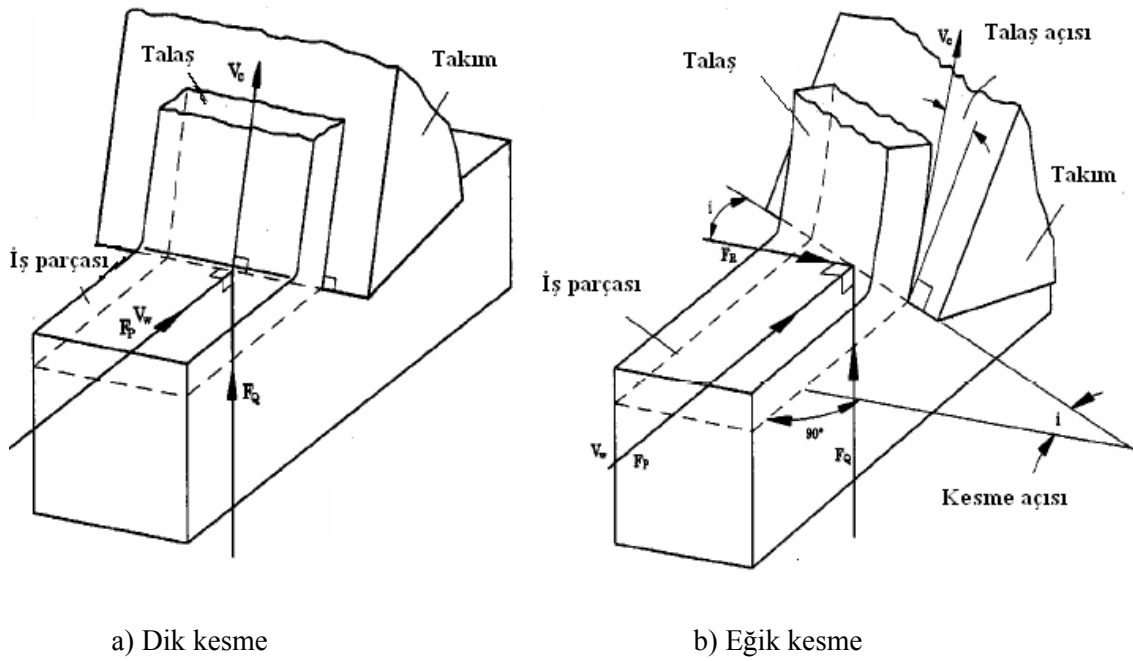
### 3.3 Talaş Oluşumu ve Geometrisi

Kesicinin iş parçasına dalması ve farklı tiplerde talaş oluşumu Şekil 3,1’de verilmiştir. Kesmenin analizi için yaygın olarak kullanılan iki kesme metodu vardır. Bunlardan birincisi dik (ortogonal) kesme, diğeri eğik (açılı-tangential/oblique) kesmedir. Kesme metotları Şekil 3,2’de verilmiştir. Bütün kesme operasyonlarında takımın (kesici) bilenmiş kenarı iş parçasından bir tabaka kaldırmak üzere bağıl harekete zorlanmış gibi düşünülür. Dik kesme, üç boyutlu problemden ziyade iki boyutlu bir problem davranışı gösterdiğinden kesme mekaniğini oluşturan eşitliklerin çıkarılmasındaki deneysel ve teorik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan bir metottur [31,32].

Bir tornalama işleminin dik veya eğik olduğunu belirleyen parametre yatma açısıdır. Yatma açısı sıfır olduğu zaman kesme işlemi dik kesme olarak adlandırılmakta, sıfırdan farklı olduğu durumlarda ise eğik kesme olarak adlandırılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Kesme kenarı, takımın işlenen parçaya göre izafi hareket yönüne dik ise bu halde kesme diktir. Eğer dik değilse kesme işlemi eğik kesme olarak adlandırılır.



Şekil 3.1 Talaş oluşumu [1].



Şekil 3.2 Dik ve eğik kesme metodları [32].

### 3.4 Talaş Biçimleri

Talaşlı üretimde, ham malzeme işlenirken elde edilen talaşın tipi genellikle; işlenen malzemenin cinsi, kesme hızı, ilerleme/talaş derinliği, talaş açısı gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Talaş oluşumu direkt olarak işlenebilirlikle alakalıdır. Bir başka ifadeyle, kesmede oluşan talaş tipine bakılarak işlemenin ne kadar verimli olduğu anlaşılabilir. Ayrıntıya girmeden en genel şekli ile bir tanımlama yapılacak olursa; değişik faktörlerin sonucu olarak üç tip talaştan söz edilebilir. Bunlar; akma (sürekli) talaş, yığma talaş ve kırık (kopuk veya süreksiz) talaştır [31].

#### 3.4.1 Akma talaş

İş parçasından sürekli ve akıcı olarak ayrılan talaş tipidir. Genellikle sünek malzemelerin uygun kesme hızlarında işlenmesiyle elde edilir. Bu şartlar altında kesme etkisinin sabit kaldığı söylenebilir. İşleme süresinde harcanan güç, takım ömrü ve elde edilen yüzey kalitesi yönünden tercih edilen talaş tipidir. Ancak, işçi güvenliği, otomatik çalışmada kontrol problemleri ve çıkan talaşın işlenen yüzeyi çizmesi açısından olumsuz tesirleri söz konusudur [31].



### 3.4.2 Yığıma talaş

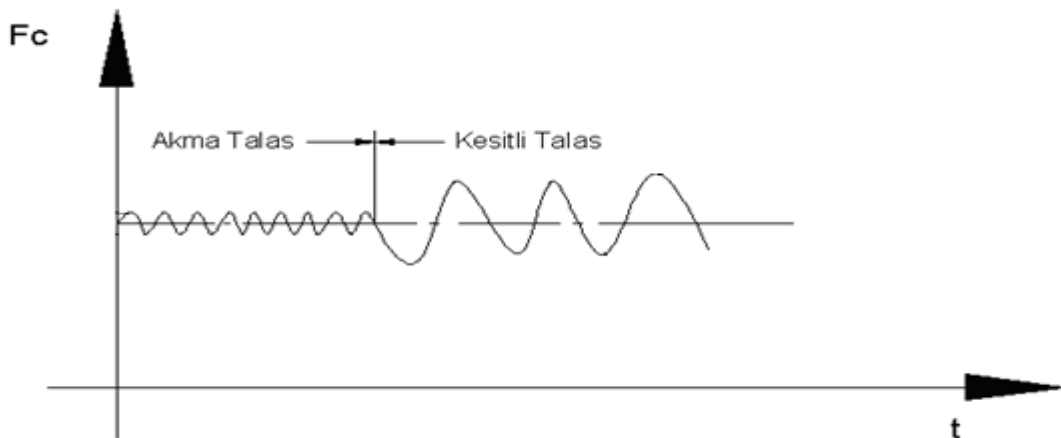
Yumuşak ve sünek malzemelerin düşük/orta kesme hızlarında işlenmesi sırasında veya takım kesici kenarının aşınma sürecine girdiği durumlarda oluşur. Çıkan talaş, takımın talaş yüzeyine tam anlamıyla yığılır. Takım kesici ağzı aşırı yüklendiğinden kısa sürede hasara uğrar. Talaşlı üretimde genellikle istenmeyen bir talaş türüdür [31].

### 3.4.3 Kırık (kopuk veya süreksiz) talaş

Farklı gerilmelere sahip ve gevrek malzemelerden talaş kaldırılması sırasında talaş sadece kısmen biçimlendirilebileceğinden ilk bozulma bölgesinde kırılma olacaktır ve bu bölgede talaş parçalara ayrılacaktır. Dökme demir, pirinç, çinko, porselen ve sert plastik gibi malzemelerin işlenmesi sırasında ortaya çıkar. Ayrıca dövülebilir malzemelerin düşük kesme hızlarında ve yüksek ilerlemelerle işlenmesi sırasında da görülür. Akma talaş tipinde belirtilen olumsuz özellikler (etkiler) söz konusu değildir [31].

### 3.5 Talaş Biçimlerinin Oluşması

Akma talaş, ince birbirine yapışık belli bir kalınlıkta olan dilimlerden oluşur. Bu dilimler kesme bölgesinde kopan malzemenin kayması ile oluşur. Bu küçük dilimler, küçük genlikli fakat büyük frekanslı periyodik kesme kuvveti değişikliğine yol açar. Bir bant halinde yüksek hızla düzenli akan talaş iş parçasında tehlike meydana gelir [31]. Talaş oluşmasına bağlı olarak kesme kuvvetindeki ( $F_c$ ) dalgalanmalar Şekil 3,3'de gösterilmiştir.

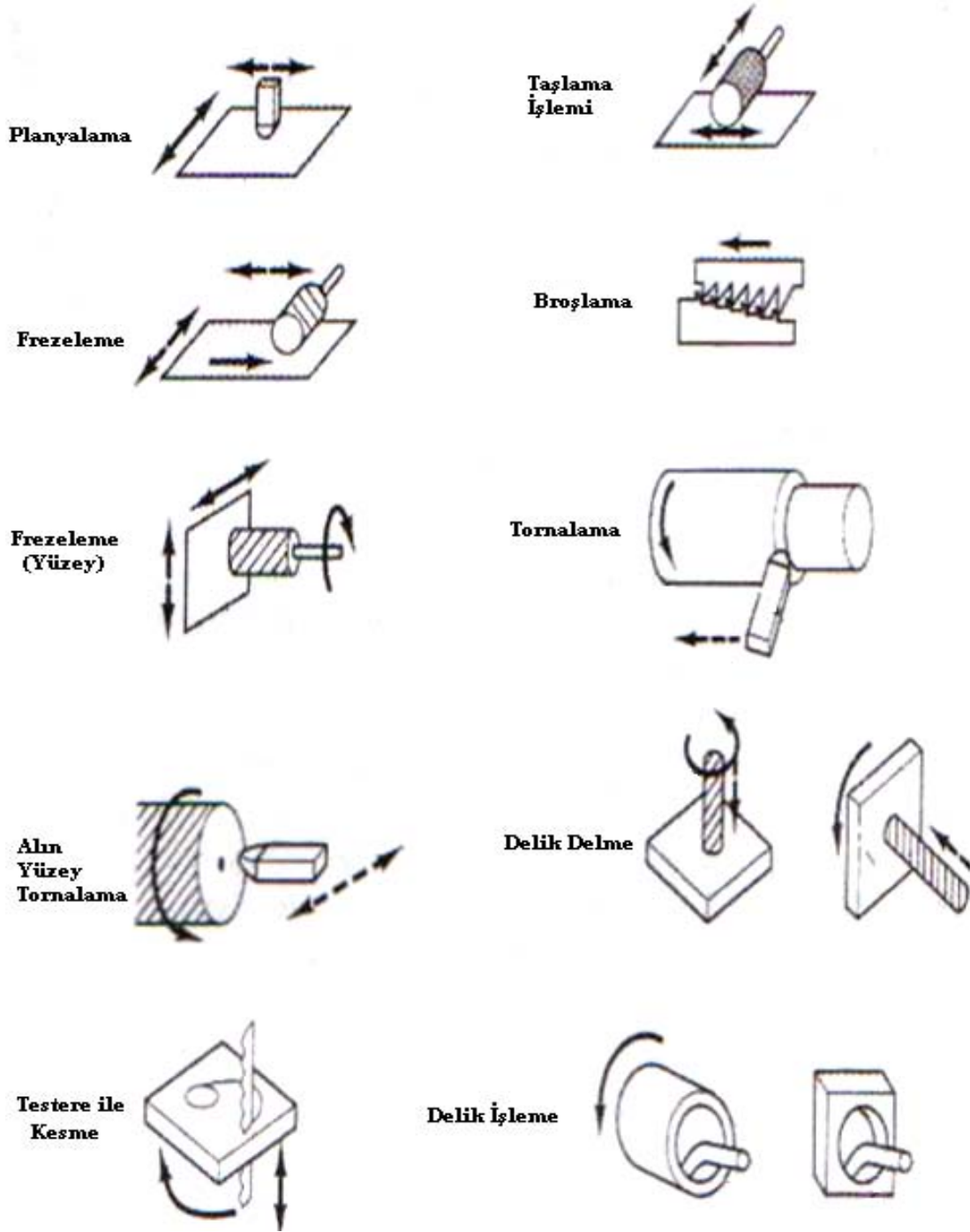


**Şekil 3.3** Talaş oluşmasına (akma veya kesintili) bağlı olarak kesme kuvvetindeki dalgalanmalar.

Kesintili talaş daha fazla malzemenin sıkışması ve Fc hattı boyunca kopması ile oluşur. Talaş genellikle küçük parçalara bölünür. Bazı malzemelerde sıçrayarak dağılır. Kesilme sırasında kayma hızı değişir. Bu hız sıkışmada en küçük, talaşın kopması anında ise en büyük değerini alır. Takım talaş yüzeyi ise bunun tam aksine sıkışmada en büyük, kopmada ise en küçük değeri olmaktadır. Akma talaş tipine göre periyodik değişen kesme kuvvetlerinin genliği büyük, frekansı ise küçüktür [31].

### **3.6 Talaş Kaldırma İşlemleri**

Bu işlemlerde istenilen geometride parça üretmek için , iş parçası malzemesinden fazla olan kısımları kesici takım aracılığıyla uzaklaştıran talaş kaldırma işlemleridir. Bu kategoride tornalama, delme, delik büyütme, frezeleme, vargelleme gibi işlemler en önemli talaş kaldırma işlemleridir. Bu kesme işlemleri çok genel olarak metallere uygulanır. Bu işlemler, iş malzemesinden daha sert ve dayanımlı olan kesici takımlar kullanılarak gerçekleştirilir. Taşlama bu kategorideki diğer bir genel işlemdir ki bu işlemde malzemedan talaş kaldırmak için abrasiv (aşındırıcı) taşlama diski kullanılır. Diğer talaş kaldırma işlemleri geleneksel olmayan işlemler olarak bilinir. Çünkü bu işlemlerde geleneksel kesici takım ve taşlar kullanılmaz. Bunun yerine lazer ışınları, elektron-ışın demetleri, kimyasal erozyon, elektro – erozyon ve elektro-kimyasal enerji kullanılması esasına dayanır. Başlangıç malzemesine istenilen geometride parça haline dönüştürmede artık ve hurda malzemenin en aza indirilmesi arzulanır [1]. Şekil 3,4’de bazı talaş kaldırma işlemleri şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Değişik talaş kaldırma işlemleri [1].

### 3.6.1 Kesme hızı

Torna klemi kesme kenarının, dönen iş parçası çevresinden, bir dakikada metre cinsinden aldığı yola, tornada kesme hızı denir.

#### Kesme hızı tanımının matematiksel formülü

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \dots\dots\dots(3.1)$$

V = Kesme hızı (m/dak).

D = İş parçasının çapı (mm).

n = Fener milinin devir sayısı (dev/dak).

Tornada kesme hızına etki eden faktörleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz ;

1. Talaş kaldırma yöntemi
  - a. Kaba talaş kaldırma
  - b. İnce talaş kaldırma'dır
2. Malzeme çifti
  - a. Kesici aletin cinsi
  - b. Kesilecek malzemenin cinsi
3. Kesme oranı
4. İlerleme miktarı
5. Talaş derinliği
6. Tezgâhın gücü ve kapasitesi
7. Fener ( iş ) mili devir sayısı
8. İş parçasının fiziksel durumu ve ölçüleri
9. İş parçasının bağlama tarzı
10. Kesici aletin fiziksel durumu ve bağlama tarzı

Uygulamada kesme hızı formülünden faydalanarak kesme hızı hesabı yapılmamaktadır. Kesme hızı değerleri laboratuvar testleri sonucu elde edilerek cetvellere yazılmıştır. Tornacı, gereken kesme hızı değerlerini, kesme hızı cetvellerinden alarak kullanır [1].

### 3.6.2 İlerleme miktarı

Torna klemi kesme kenarının, dönen iş parçasının bir devrinde, doğrusal olarak milimetre cinsinden aldığı yola “ilerleme“ adı verilir. Konvansiyonel torna tezgahlarının ilerleme miktarı sembolü (S) harfidir [1]. Bazı CNC tezgahlarında ikinci bir ilerleme vardır. İkinci ilerlemenin tanımı şöyle yapılmaktadır; torna kaleminin kesme kenarının, dönen iş parçası üzerinden doğrusal olarak, bir (1) dakikada milimetre cinsinden aldığı yola “ilerleme” denilir. CNC torna tezgâhlarında ilerlemenin sembolü (F) harfidir [1]. Bu durumda tornada iki türlü ilerlemede de alınan yol doğrusal olarak ve milimetre cinsindedir. Aradaki temel fark sadece ilerlemenin birim zamanındadır. Konvansiyonel torna tezgahlarında bir devirde doğrusal alınan yol mm/dev dir. CNC torna tezgahlarında ise, bir dakikada doğrusal olarak alınan yol mm/dakika’dır. İlerleme miktarına etki eden faktörler ise şu şekilde sıralanabilir;

1. Talaşa kaldırma yöntemi
  - a. Kaba talaş kaldırma
  - b. İnce talaş kaldırma
2. Malzeme cifti
  - a. Kesici aletin cinsi
  - b. Kesilecek malzemenin cinsi
3. Kesme hızı
4. Kesme oranı
5. Talaş derinliği
6. Tezgahın gücü ve kapasitesi
7. Fener (iş) mili devir sayısı
8. İş parçasının fiziksel durumu ve ölçüleri
9. İş parçasının bağlama tarzı
10. Kesici aletin fiziksel durumu ve bağlama tarzı [1].

### 3.6.3 İş mili devir sayısı hesabi

İş mili devir sayısını tespit etmenin özel bir formülü yoktur. Kesme hızı formülünden faydalanarak (formül çekmek suretiyle) iş mili devir sayısı hesaplanır. Bu durumda kesme hızı formülü dolaylı olarak, devir sayısı formülü olarak kullanılmaktadır [1].

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} \dots\dots\dots(3.2)$$

### 3.6.4 Talaş derinliğinin hesaplanması

Tornacılıkta talaş derinliğinin hesaplanması en kolay işlemlerden biridir. Tornalamaya başlangıç çapından (D) , tornalanan çapın(d) çıkarılarak ikiye bölünmesi yeterlidir. Toplam talaş derinliği ve her pasodaki talaş derinliğinin hesabında aynı yöntem kullanılır [1].

$$a = \frac{D - d}{2} \dots\dots\dots(3.3)$$

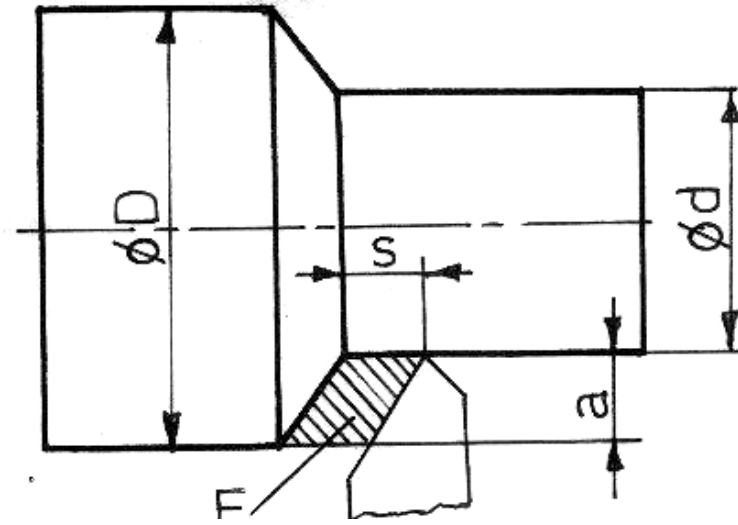
D = Tornalama Başlangıç Çapı (mm)

d = Tornalanan Çap (mm)

a = Talaş Derinliği (mm)

### 3.6.5 Talaş kesitinin hesaplanması

Talaş derinliği ve ilerleme miktarı dörtgenin kenarlarını oluşturmakta olup, ikisinin çarpımı ile talaş kesiti bulunmaktadır [1]. Talaş derinliği ve ilerleme miktarı şematik olarak Şekil 3,5’de gösterilmiştir.



Şekil 3.5 Talaş derinliği ve ilerleme miktarı.

$$F = a s \dots\dots\dots(3.4)$$

a = Talaş Derinliği (mm).

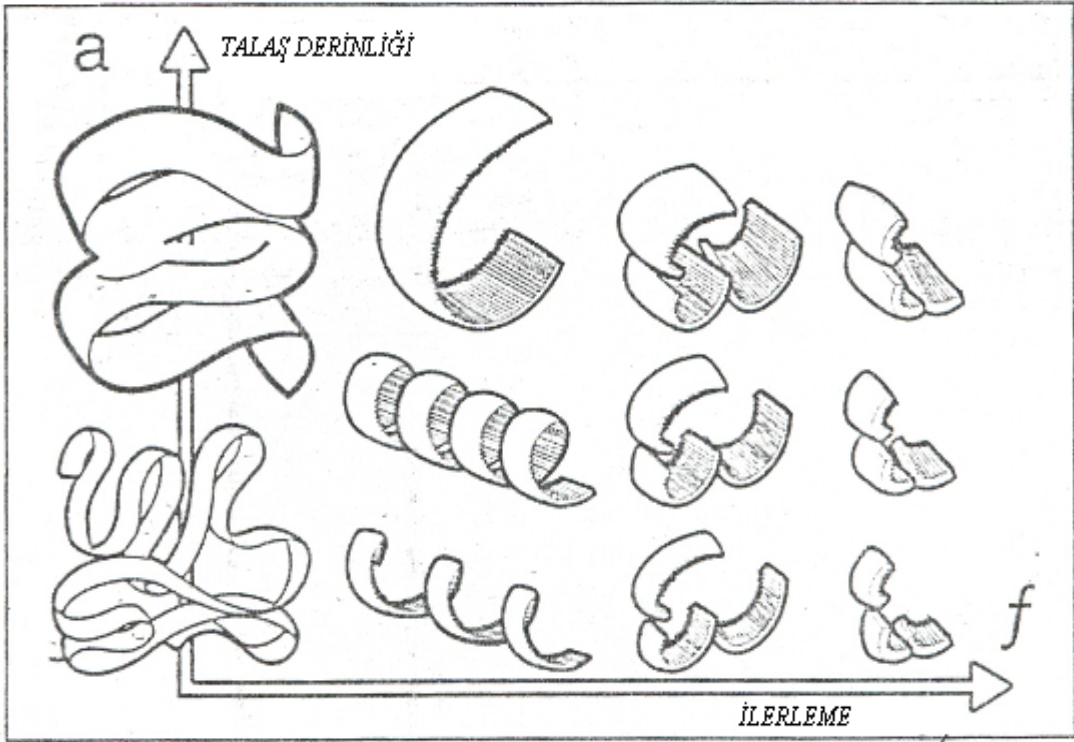
s = İlerleme miktarı (mm/ dev).

F = Talaş Kesiti (mm)

### 3.6.6 Talaş oluşumunun talaş derinliği ve ilerleme ile olan ilişkisi

Talaş oluşumu (biçimlenmesi) çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. En büyük rolü iş parçası malzemesi oynar. İş parçasının tipi, dayanımı, sertliği, yapısı, biçimi ve boyutların hepsi talaş oluşumunu etkiler.

Kesme parametreleri de talaş biçimi ve boyutlarını doğrudan etkiler. Özellikle talaş derinliği, ilerleme ve bazı kesme hızı değerleri önemli faktörlerdir. Kesme (soğutma) sıvılarının kullanılması da talaş biçimini etkileyen temel faktörlerdendir [15,31]. Şekil 3,6'da, talaş biçimi ile talaş derinliği ve ilerleme arasındaki ilişkinin nasıl değiştiği gösterilmiştir.



Şekil 3.6 İlerleme-talaş derinliği ilişkisinin talaş biçimine etkisi [15].

Yukarıdaki şekil incelendiğinde talaş derinliği ve kullanılan ilerleme değerinin talaş oluşumuna etkileri görülmektedir. Talaş derinliği ve ilerleme miktarı arttırıldıkça akma talaş tipi kopuk talaş tipine doğru değişmektedir.

Takım geometrisi, talaş biçimini etkileyen bir diğer faktördür. Takım işe giriş (batma) açısı, talaşın boyunu, genişliğini ve yönünü etkiler. Takım uç yarıçapı, talaş derinliğinin değerine bağlı olarak talaşı etkileyecektir. Talaş açısı, talaşın aktığı yüzeyi oluşturduğundan, temas boyunu ve sürtünme faktörünü belirleyen unsur olacaktır [15,31].

### 3.6.7 Devir ve ilerleme ilişkisi

Tornada devir ve ilerleme, malzeme ve kesici takım karakterine göre değişir. Sert malzemelerde devir ve ilerleme düşer yumuşak malzemelerde ise artar. Çünkü sert malzemelerin işlenmesinde devir ve ilerlemenin artması takım ömrünü azaltır. Fakat günümüz teknolojisinde üretilen kesici takım ve elmaslar bize devir ve ilerlemede çok daha fazlasını sunmaktadır. Kullandığımız devir doğrudan kesici takım ömrüne, ilerleme ise işleme zamanına etki etmektedir. Ama unutulmamaktadır ki her ikisi de doğrudan iş maliyetini etkilemektedir [33].

Bu sebeple rekabet içerisinde olan şirketler iş maliyetini düşürmek ve işleme zamanını kısaltmak için devir ve ilerlemeye çok büyük önem vermektedirler. En iyi devir ve ilerleme miktarları bilimsel olarak çok iyi bilinmesine rağmen çalışan elemanların tecrübesi de büyük önem taşımaktadır. İşlenecek olan malzemeye verilecek devir ve ilerleme değerine kullanılan kesici takım, soğutma sıvısı, işlem süresi ve işlem sırası gibi bir çok faktör etki etmektedir [33].

İşlenecek parça çok iyi analiz edilmelidir. İstenen yüzey kalitesinden daha iyi bir yüzey kalitesi elde edilmesi daha kaliteli bir işin yapıldığı anlamına gelmez, sadece maliyetin arttığı anlamına gelir. Teknik formüllerle bulduğumuz devir ve ilerleme günümüz şartları sanayisinde yeterli olmamaktadır. Bulunan devir ve ilerleme için nitelikli malzeme analiz kataloğu ve kesici takım kataloğunun edinilmesi gerekmektedir. Bir başka ifadeyle günümüzde malzemeler belli bir standarda göre değil, ihtiyaca göre imal edilmektedir. Bu sebeple sanayide çok geniş bir alışım sınıfı karşımıza çıkmaktadır. Bu yeni alışımları, diğer malzemelerle kıyas yapmak pek mümkün olmamaktadır. Bir diğer konu ise kesici takımlardır. Günümüz takım firmaları bize çok geniş bir takım teknolojisi sunmaktadır ve bunları tokluk ve aşınma dayanımında gün geçtikçe geliştirmektedir [33].

Sonuç olarak; talaşlı imalatta kullanılan devir sayısı ve ilerleme değerleri üretim maliyetlerini direkt olarak etkilemektedir. Kaliteli bir iş yapabilmek ve piyasada rekabet edebilmek için yapılacak olan iş çok iyi analiz edilmeli ve maliyet hesapları çok iyi yapılmalıdır.



## 4.ÜRETİMDE İŞLENEBİLİRLİK VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

### 4.1 Üretimde İşlenebilirlik

#### 4.1.1 Malzemenin işlenme kabiliyeti

Bu terim kesin olarak tarif edilmiş değildir. Bununla beraber genel manası bizzat terimin ifade ettiği üzere, verilen bir iş parçası malzemesinin ne derece kolaylıkla işlendiğidir [34]. İşlenme kabiliyeti değerlere göre değişir. Bununla beraber malzemeleri aynı işleme şartları altında birbirleri arasında mukayese etmek mümkündür. İşlenme kabiliyetini etkileyen kriterleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- 1) Muayyen kesme şartları altında kalem ömrünün veya muayyen kesme şartları altında kesme hızının büyüklüğü. Bu halde, kesme hızı veya takım ömrü ne derece büyükse, o malzemenin işlenme kabiliyetinin o derece iyi olduğu kabul edilir.
- 2) Kesme kuvvetlerinin büyüklüğü veya güç sarfiyatı. Muayyen kesme şartları altında, bir malzeme ne kadar az kesme kuvveti veya güç sarfiyatı ile işlenebiliyorsa, o malzemenin işlenme kabiliyetinin o derece iyi olduğu kabul edilir.
- 3) İş parçası üzerinde husule gelen yüzey düzgünlüğü derecesi. Bu halde de muayyen kesme şartları altında o malzemenin yüzey düzgünlüğü ne derece iyi ise o malzemenin işlenme kabiliyetinin o derece iyi olduğu itibar eder [34].

Bunlar arasında da en önemlisi birinci maddedir, yani takım ömrü veya kesme hızıdır. Bununla beraber kesme kuvvetinin ve güç sarfiyatının derecesi de büyük rol oynar. Çünkü bu değerler büyük ise daha rijit ve daha büyük bir tezgâha ihtiyaç vardır. Bu da tesis masraflarını arttırır. Bundan başka işlenen parçalarının yüzey pürüzlülüğü, parçaların reddine sebep oluyorsa bu husus ta maliyet üzerine tesir eder [34].

Belli bir malzeme işlendiği zaman elde edilen takım ömrü, güç sarfiyatı ve yüzey pürüzlülüğü talaş kaldırma faktörlerine tabi olarak değişir. Ayrıca bir malzeme grubunun mesela takım ömrü esas tutularak talaş kaldırma faktörlerinin muayyen bir değer takımı için, işlenebilme kabiliyetlerini sıralamış oluruz. Şayet talaş kaldırma faktörlerinin değerleri değiştirilirse bu sıra her zaman aynı kalmaz. İşte mevcut malzemeyi işlenme kabiliyetine göre kesin olarak sıralamak bu bakımdan mümkün değildir [34].

#### 4.1.2 Normal işleme şartları

**Relatif işlenme kabiliyeti;** Bu kabiliyet, diğer talaş kaldırma faktörlerinin aynı kalması şartıyla, belli bir takım ömrü için, kaba talaş almada malzemelerin kesme hızlarını mukayese etmek sureti ile ölçülür. Mukayese malzemesi olarak umumiyetle işlenmesi en güç, yani muayyen bir takım ömrü, mesela 60dk için en küçük kesme hızını icap ettiren bir malzeme esas alınır ve diğer malzemelerin aynı talaş kaldırma şartları altındaki kesme hızları bu hıza nispet edilir, yani bölünür. Böylece relatif işlenme kabiliyetlerini ifade eden bir takım rakamlar elde edilir. Relatif işlenme kabiliyeti, netice itibarıyla relatif kesme hızından ibarettir [34].

**Sertlik, kopma mukavemeti ve relatif işlenme kabiliyeti ;** Birçok malzemenin Brinell sertliği ile kopma mukavemeti arasında takribi bir münasebet mevcuttur. Aynı şekilde, bu gibi malzemelerin Brinell sertliği veya kopma mukavemeti ile relatif işlenme kabiliyeti arasında takribi bir münasebet kurmak mümkündür. Genel olarak, bir malzemenin Brinell sertliği veya kopma mukavemeti ne kadar büyükse o malzemenin relatif işlenme kabiliyeti, yani relatif kesme hızı, o derece düşüktür [34].

#### 4.2 Yüzey Pürüzlülüğü

1930 yıllarında metal yüzeylerinin pürüzlülük değerlendirmesi, o yüzeye bakarak veya dokunarak yapılırdı. Yüzeyde yüksek yansıma var ise yüzey pürüzsüz olarak düşünülürdü. Bu tip değerlendirmenin ömrü pek uzun olmadı. Metal yüzeyinin değerlendirmesi şahsın dikkatinden bağımsız düşünölmeye başlandı. Böylece düşünceler bu parametreler üzerine yoğunlaştı. Pürüz yüksekliği için ortalama yükseklik, yüzey yapısında başrol oynar. Fakat yüzey pürüzlülüğünü kontrol etmeye yetmez [35].

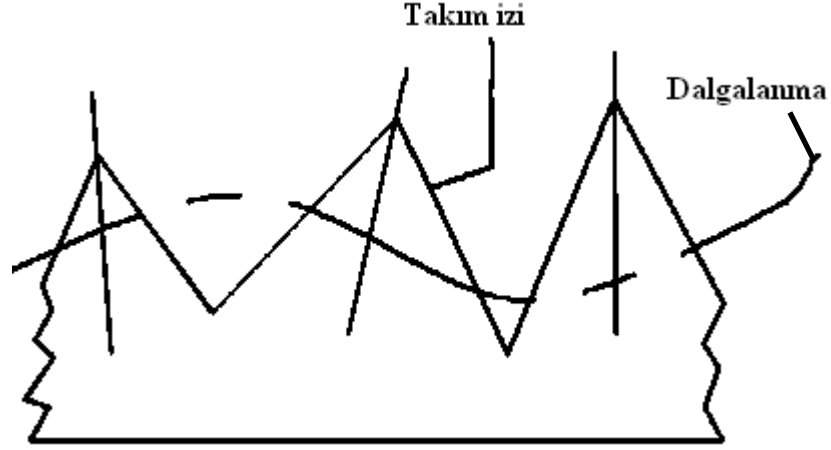
##### 4.2.1 Yüzeyin yapısı

Yüzey yapısı; pürüzlülük, dalgalanma ve genel form hataları terimleri ile tanımlanmaktadır.

**Pürüzlülük ;** İşleyici bir takımın, yüzeyin bir ucundan diğer ucuna gitmesiyle oluşan pek çok çizikli, düzensiz kısa dalga boyu uzunluklarıdır. Yüzeydeki çizik izlerini normal yönde ölçme ile çapraz yönde (açılı kesik çizgi) ölçme arasında dalga boyu uzunluğu açısından fark vardır [35].

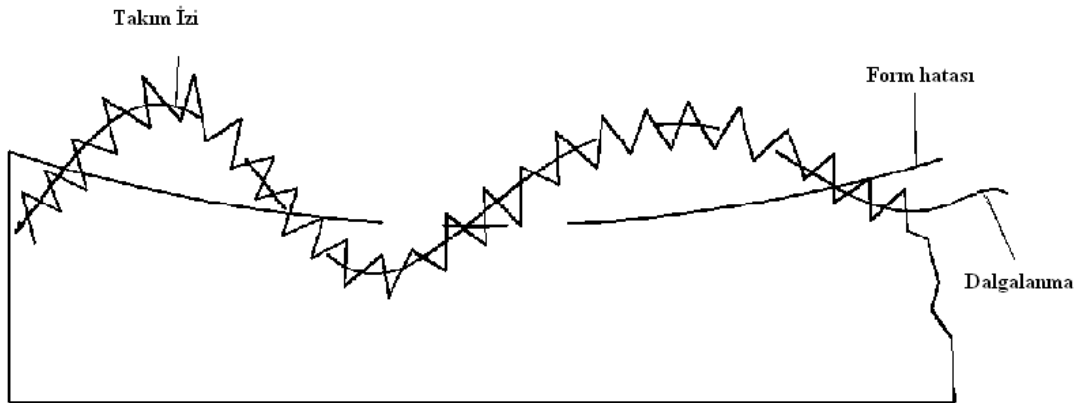
**Dalgalanma ;** Yüzey pürüzlülüğü düzensiz dalga olarak dağılmışsa, yüzey aşırı yüklenmiş demektir. Bu tür bir oluşum dalgalanma olarak adlandırılır. Dalgalanma yüzeyin taşlanması esnasında, taşlama taşının eksik kısımlarından, işlemeyi yapan takımın bağlantı katerinin

titreşiminden veya ısı işlemlerden meydana gelebilir. Şekil 4,1'de yüzeyde oluşan dalgalanma gösterilmektedir [35].



Şekil 4.1 Yüzeyde oluşan dalgalanma.

**Genel Form Hataları ;** Yüzeyin yapısında, kızak aşınmalarından, tornalama işleminde işleyici takımın merkezinin aşağıda veya yukarıda olmasından, iş parçası işlenirken iş parçasının eğilip bükülmesinden form hataları meydana gelebilir. Şekil 4,2'de işleme esnasında oluşan form hatası gösterilmektedir [35].



Şekil 4.2 İşleme esnasında yüzeyde oluşan form hatası.

**Yüzey pürüzlülüğü ölçme parametreleri** ; Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazları yüzeyin profilini grafik olarak çizerler. Yüzeyin uzun dalga boylarından olması, yüzey pürüzlülüğü ölçme parametre değerini etkiler. Bu nedenle çok uzun dalga boylarının etkisi önlenmelidir. Bu amaç için kullanılan parametreler aşağıda olduğu gibi gösterilir ve adlandırılır [35].

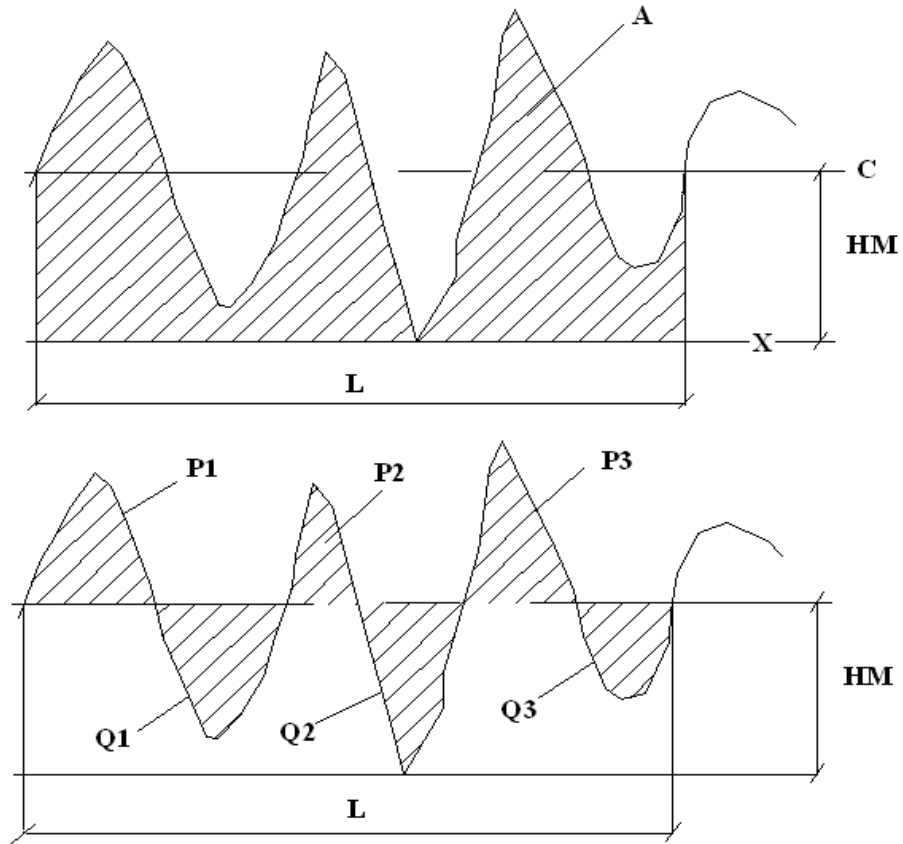
Ra: Aritmetik ortalama sapma,

Rz: 5 tane en yüksek ile 5 tane en alçak noktanın ortalaması,

Rt: Tüm ölçüm uzunluğu için maksimum yükseklik ile maksimum derinliğin toplamı,

Rq: Aritmetik ortalama sapmaların kara kökü anlamında bir parametredir.

**Ra (Aritmetik ortalama sapma)** ; Bu ifade BJS standardında merkez eksenli ortalama yüksekliği olarak tarif edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ölçen cihazlardan direkt olarak okunabilir. Bir yüzeyin Ra değeri grafik olarak okunabilir. Şekil 4,3'de Ra parametresinin hesabında kullanılan değerler şematik olarak gösterilmiştir [35].



**Şekil 4.3** Ra parametresinin hesabında kullanılan değerlerin şematik gösterimi.

Bir yüzeyin Ra değeri grafik olarak şu yolların takip edilmesiyle bulunabilir;

- 1-) Önce yüzeyin en alt (dip) tarafına değecek şekilde düz bir (x – x) eksenini çizilir,
- 2-) Tam sayıda dalga boyu uzunluğuna sahip olacak şekilde bir (L) uzunluğu seçilir,
- 3-) Planimetre kullanılarak eğri altındaki çizili (A) alanı bulunur daha sonra,  
Hm= A/L hesaplanır. Ve (C-C) eksenini çizilir.

4-) (Hm) yüksekliğindeki eksen çizildikten sonra eksen üzerinde (P<sub>1</sub>+P<sub>2</sub>+P<sub>3</sub>+.....+v<sub>s</sub>) ve eksen altında (Q<sub>1</sub>+Q<sub>2</sub>+Q<sub>3</sub>+.....+v<sub>s</sub>) ki alanların toplamı (L) uzunluğuna bölünüp (1000/Vq) ile çarpıldığında (5.1) denklemi elde edilir.

$$Ra ( \mu m ) = \left[ \frac{P_{alan \ i} + Q_{alan \ i}}{L} \right] \times \left[ \frac{1000}{Vq} \right] \dots\dots\dots(5.1)$$

Burada;

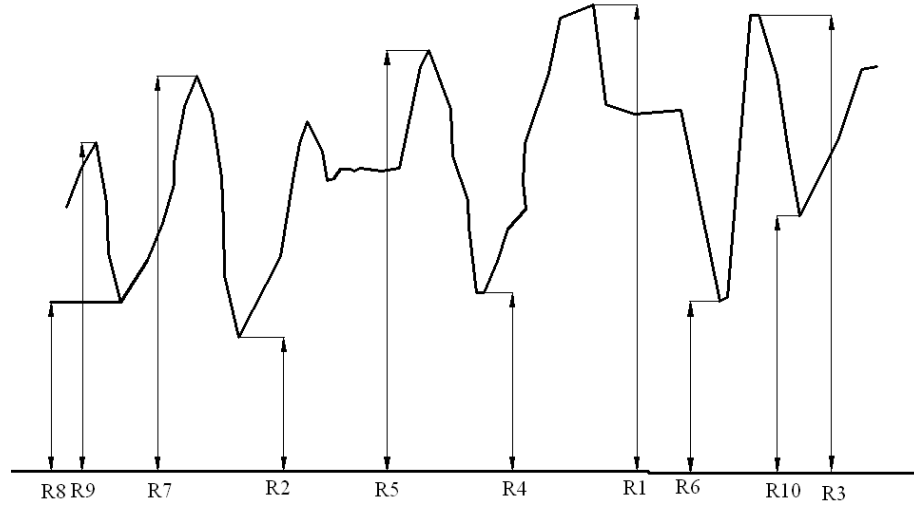
P ve Q alanları (mm<sup>2</sup>),

L uzunluğu (mm) olarak alınır.

Vq: Düşey büyütme değeridir [35].

**Yatay büyütme:** P, Q alanlarında ve (L) uzunluklarında gözlenir. Fakat yatay büyütme açık olarak denklem içinde görülmez. (Ra) değeri hala en çok kullanılan parametredir [35].

**Rz (5 tane en yüksek ile 5 tane en alçak noktanın ortalaması) ;** Bu parametrenin bulunuşunun gösterimi (Ra) nın gösteriminden daha kolaydır. Şekil 4,4'de Rz hesabı için parametreler gösterilmiştir.



**Şekil 4.4** Rz parametresinin hesabında kullanılan değerlerin şematik gösterimi.

Rz değerinin hesaplanabilmesi için önce profile, bir paralel eksen çizilir. Bu profilden sırayla 5 adet en dip nokta uzaklıkları ölçülür. Ölçüm sonrası ortalama değer;

$$Rz = \frac{1}{5} [(R_1 + R_3 + R_5 + R_9) - (R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10})] \times \frac{1000}{Vq} \dots\dots\dots(5.2)$$

denklemleriyle hesaplanır [35].

## 5.MALZEME VE DENEYSEL YÖNTEM

### 5.1 Araştırmada Kullanılan Malzeme

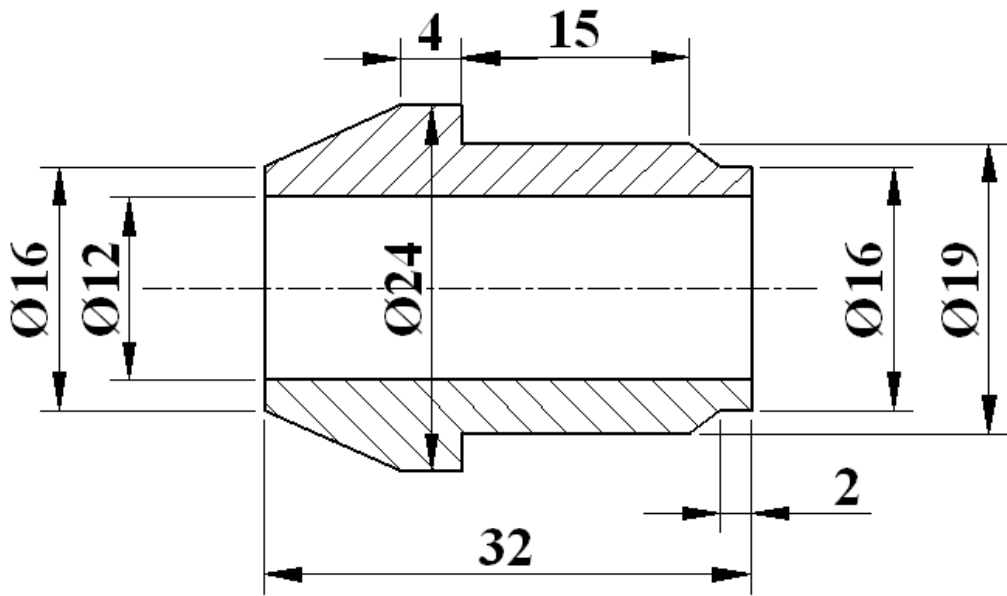
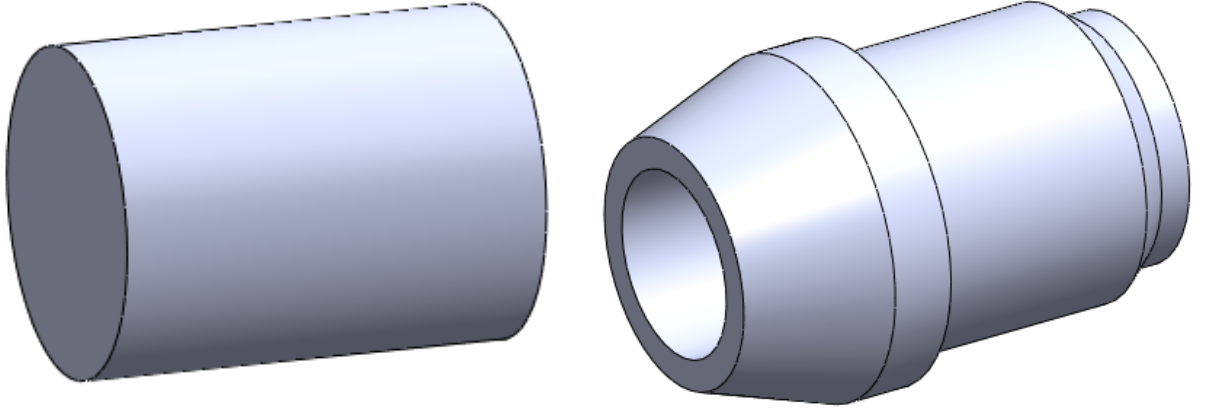
Bu çalışmada; Ç 1040 (sade karbonlu çelik) ve 11SMnPb37 (kurşunlu otomat çeliği) deney malzemesi olarak kullanılmıştır. Deney de kullanılan malzemelerin kimyasal bileşimi Çizelge 5,1’de, deney malzemelerinin mekanik özellikleri Çizelge 5,2’de , 140,170,210 ve 240 m/dk kesme hızı ve 0,1-0,125-0,15-0,175-0,2-0,225-0,25 mm/devir ilerleme değerleri kullanılarak elde edilen deney numunelerinin tanımlanması Çizelge 5,3’de, deney numunelerinin şematik görünüşü ise Şekil 5,1’de verilmiştir. Çizelge 5,1 ve 5,2’de verilen değerler satıcı firma tarafından verilen malzeme sertifikalarından alınmıştır.

**Çizelge 5.1** Deney numunelerinin kimyasal bileşimi (% Ağırlıkça) .

Malzeme	C	Mn	Si	P	S	Pb
Ç 1040	0,35	0,6	0,1	0,04	0,05	-
Otomat Çeliği	0,069	1,241	–	0,061	0,378	0,286

**Çizelge 5.2** Deney numunelerinin mekanik özellikleri.

Malzeme	Akma Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Çekme Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	% Uzama	Sertlik (HB)
Ç 1040	490	552	12	210
Otomat Çeliği	478	492	10.2	180



Şekil 5.1 Deney numunelerinin şematik görünüşü.



**Çizelge 5.3** Deney numunelerinin tanımlanması.

NUMUNE KODU		KESME HIZI (m/dk)	İLERLEME (mm/dev)
Otomat Çeliği	1040		
A-1	E-1	140	0,1
A-2	E-2		0,125
A-3	E-3		0,15
A-4	E-4		0,175
A-5	E-5		0,2
A-6	E-6		0,225
A-7	E-7		0,25
B-1	F-1	170	0,1
B-2	F-2		0,125
B-3	F-3		0,15
B-4	F-4		0,175
B-5	F-5		0,2
B-6	F-6		0,225
B-7	F-7		0,25
C-1	G-1	210	0,1
C-2	G-2		0,125
C-3	G-3		0,15
C-4	G-4		0,175
C-5	G-5		0,2
C-6	G-6		0,225
C-7	G-7		0,25
D-1	H-1	240	0,1
D-2	H-2		0,125
D-3	H-3		0,15
D-4	H-4		0,175
D-5	H-5		0,2
D-6	H-6		0,225
D-7	H-7		0,25

## 5.2 Talaş kaldırma işlemi

Spektral analizi yaptırılarak talaş kaldırmaya hazır hale getirilmiş olan deney numunelerinde, iki farklı malzeme arasında kesme hızı ve ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi, değişen kesme hızı ve ilerleme oranlarının, üretim sürelerine olan etkileri ile Ç1040 ve otomat çeliğinin yıllık üretim adetleri incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan deney numuneleri, seri üretimi yapılan otomotiv yedek parçasıdır. Deney numuneleri, CNC torna tezgahında çevrim kullanılarak tamamen işlendikten sonra değerlendirmeleri yapılmıştır. Deneyde kesici takım olarak, DCMT 11T304-SM IC807 kodlu iskar marka sert metal kesici uç kullanılmıştır. Kesme deneylerinde; 140, 170, 210 ve 240 m/dk kesme hızı ve 0,1-0,125-0,15-0,175-0,2-0,225-0,25 mm/devir ilerleme değerleri kesme parametreleri olarak alınmıştır. Talaş kaldırma esnasında soğutma sıvısı olarak bor yağı kullanılmıştır. Deneyde kullanılan CNC torna tezgahı teknik özellikleri Çizelge 5,4'de verilmiştir.

**Çizelge 5.4** Yang SL-12 CNC torna tezgahı teknik özellikleri.

Ayna ölçüsü	150 mm
Maksimum çevirme çapı	330 mm
Maksimum tornalama çapı	128 mm
Maksimum tornalama boyu	130 mm
Çubuktan çalışma çapı	35 mm
İş mili devir sayısı	6000 dev/dk
İş mili motor gücü	7,5 kW
Taret istasyon sayısı	8 adet
Ağırlık	2400 kg
Kontrol ünitesi	FANUC 0i-Mate TC
Kayıt kızak tipi	Lineer rulmanlı
Eksen seri hareket hızları	30 m/dk

### 5.2.1 Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi

Bütün numuneler için;Talaş kaldırma işleminden sonra elde edilen rekorların çapakları alınmıştır. Time TR-200 marka yüzey pürüzlülük cihazında Çizelge 5,5’de verilen değerlerle ve deney numunelerinin 16 mm boyutundaki kısımdan ölçümleri yapılmış olup, ölçümlerde yüzey pürüzlülük parametresi olarak Ra kullanılmıştır.

**Çizelge 5.5** Yüzey pürüzlülüğü ölçüm kriterleri.

Cutoff	0.25mm
n x Cutoff	5
Standart	ISO
Range	$\pm 40\mu\text{m}$
Filter	Rc
Display R	Ra

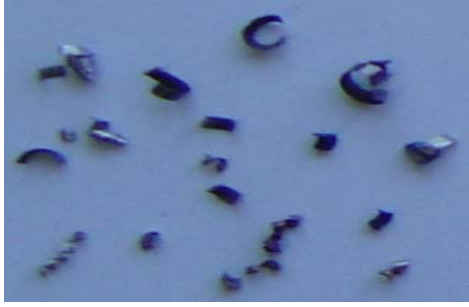
## 6.BULGULAR VE TARTIŞMA

### 6.1 Yüzey Pürüzlülük Deneyleri

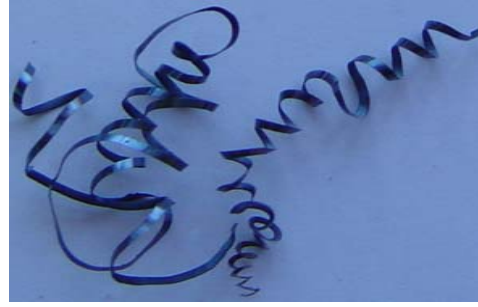
Otomat çelikleri ve Ç1040 çelikleri için daha yüksek kesme hızları ve ilerleme değerleri kullanarak yüzey pürüzlülüğünün kesme hızı ve ilerleme hızı arasındaki ilişkileri incelenmiştir.

#### 6.1.1 İlerleme değeri ve yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğüne bağlı, işleme değerlendirmelerini yapabilmek amacı ile 7 farklı ilerleme değeri kullanılmıştır. İşleme esnasında malzeme çeşidine göre çıkan talaş tipleri Şekil 6,1'de, otomat çeliği ve Ç 1040 çeliklerinin işlenmesinde ilerleme hızına bağlı olarak oluşan yüzey pürüzlülük değerleri Çizelge 6,1'de, otomat çeliğinin ilerleme hızlarına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğün değişimi Şekil 6,2 ve Ç1040 çeliğinin ilerleme hızlarına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğün değişimi ise Şekil 6,3'de gösterilmiştir.



a) Otomat çeliği talaş örneği



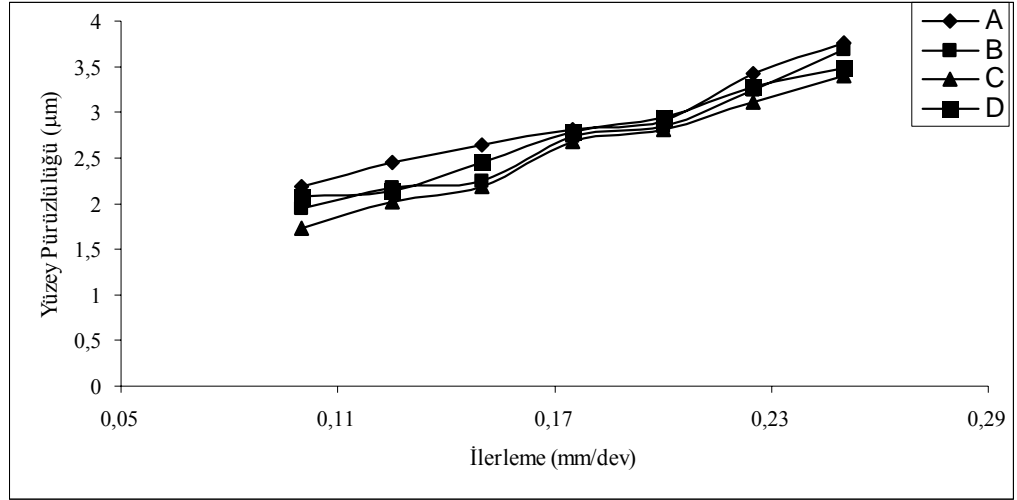
b) Ç1040 çeliği talaş örneği

**Şekil 6.1** Talaş tipleri

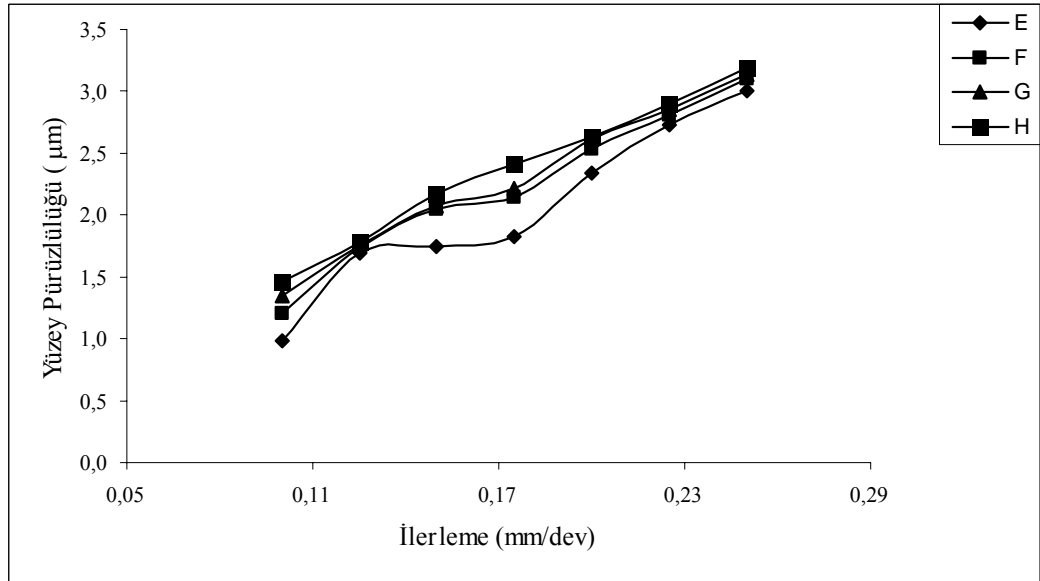
Şekil 6,1 incelendiğinde, otomat çeliğinden çıkan talaş örneklerinin kırık talaş, Ç1040 çeliğinden çıkan talaş örneklerinin ise sürekli (akma) talaş olduğu görülmektedir. Otomat çeliğinin işlenmesinde, yapısında bulunan kurşun (Pb) miktarının fazla olmasından dolayı kırık talaş çıkmaktadır. Ç1040 çeliğinin yapısına bakıldığında ise, otomat çeliğine göre daha fazla miktarda karbon (C) bulunmaktadır. Dolayısı ile karbon (C) yapıyı sertleştirmekte ve sürekli talaş çıkmasına neden olmaktadır.

**Çizelge 6.1** Malzeme çeşidine göre ilerleme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri.

NUMUNE KODU		İLERLEME (mm/dev)	YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK DEĞERİ (Ra) ( $\mu\text{m}$ )	
Otomat Çeliği	Ç 1040		Otomat Çeliği	Ç 1040
A1	E1	0,1	2,182	0,986
A2	E2	0,125	2,454	1,694
A3	E3	0,15	2,648	1,746
A4	E4	0,175	2,808	1,828
A5	E5	0,2	2,904	2,339
A6	E6	0,225	3,426	2,73
A7	E7	0,25	3,756	3,006
B1	F1	0,1	1,947	1,203
B2	F2	0,125	2,175	1,739
B3	F3	0,15	2,246	2,05
B4	F4	0,175	2,736	2,14
B5	F5	0,2	2,852	2,534
B6	F6	0,225	3,247	2,811
B7	F7	0,25	3,685	3,102
C1	G1	0,1	1,727	1,348
C2	G2	0,125	2,013	1,751
C3	G3	0,15	2,19	2,071
C4	G4	0,175	2,676	2,217
C5	G5	0,2	2,809	2,611
C6	G6	0,225	3,11	2,856
C7	G7	0,25	3,394	3,133
D1	H1	0,1	2,073	1,46
D2	H2	0,125	2,139	1,783
D3	H3	0,15	2,445	2,167
D4	H4	0,175	2,79	2,413
D5	H5	0,2	2,945	2,636
D6	H6	0,225	3,28	2,901
D7	H7	0,25	3,48	3,194



Şekil 6.2 Otomat çeliğinin ilerleme hızlarına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değişimi.



Şekil 6.3 Ç1040 çeliğinin ilerleme hızlarına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değişimi.

Çizelge ve şekiller incelendiğinde; sabit kesme hızlarında 140, 170, 210, 240 m/dk ve her bir kesme hızı için 0,100-0,125-0,150-0,175-0,200-0,225-0,250 mm/dev farklı ilerleme değerlerinde üretilmiş olan otomat ve Ç 1040 çeliklerinin yüzey pürüzlülük değerleri görülmektedir. Her iki malzemede de ilerleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülük değeri de artmaktadır. Başka bir ifade ile ilerleme ile yüzey pürüzlülüğü doğru orantılı olarak değişmektedir. Bunun nedeni, ilerleme miktarı arttıkça kesicinin bir devirde alması gereken talaş miktarının artması nedeniyle pürüzlülük değeri de artmaktadır [10]. Bu durum literatür

[10] ile paralellik taşımaktadır. Tüm deneylerde ilerleme değerinin artışı ile işlenmiş yüzeyde çukur ve tepe değerleri arasındaki mesafe artacağından, elde edilen ortalama pürüzlülük değeri de (Ra) artmıştır [19]. Malzemeler kendi aralarında karşılaştırıldığında ise Ç1040 çeliği deney numunelerinin aynı şartlar altında otomat çeliğine göre yüzey pürüzlülük değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. İşleme esnasında Ç1040 çeliği deney numunesinde sürekli talaş, otomat çeliğinde ise kırık talaş oluşumu gözlenmiştir. Bunun nedeni, Ç1040 çeliği içerisindeki C ve Si miktarının otomat çeliğine göre fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Dolayısı ile Ç1040 çeliğinde sürekli talaş, otomat çeliğinde ise kırık talaş çıkmaktadır. Bunun sebebi otomat çeliği bileşiminde bulunan kurşun miktarının fazla olması kırık talaş çıkmasına neden olmaktadır.

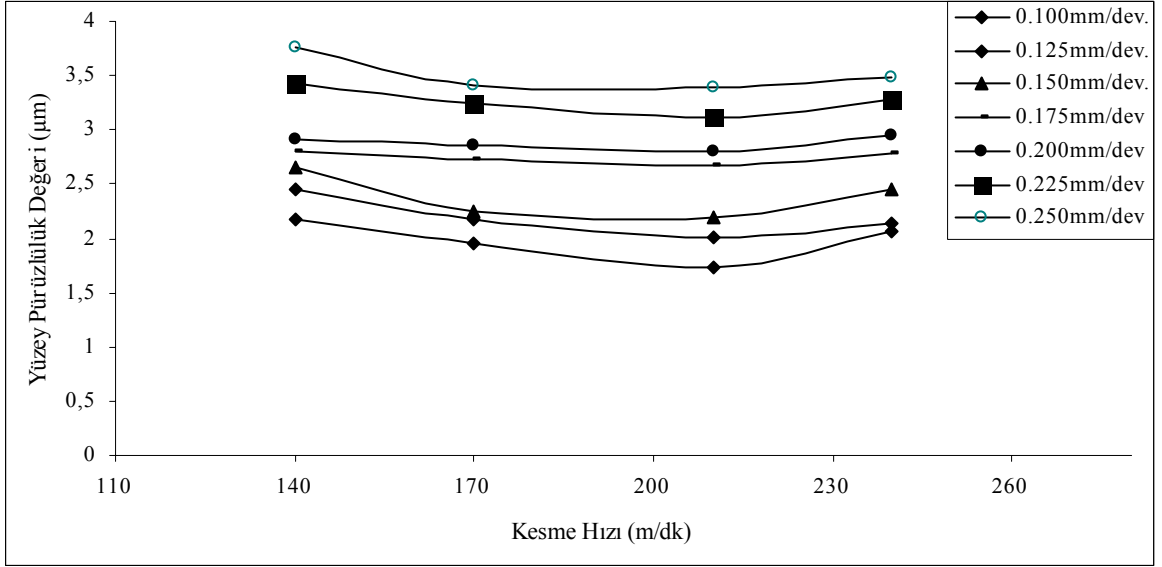
### **6.1.2 Kesme hızı ve yüzey pürüzlülüğü**

Deney numuneleri, sabit ilerleme değerlerinde 0,100-0,125-0,150-0,175-0,200-0,225-0,250 mm/dev. ve her bir ilerleme değeri için 140, 170, 210, 240 m/dk kesme hızlarında yüzey pürüzlülük değerleri incelenmiştir. Kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerlerinin değişimi Çizelge 6,2'de, otomat çeliğinin kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerlerinin değişimi Şekil 6,4'de, Ç1040 çeliğinin kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerlerinin değişimi ise Şekil 6,5'de gösterilmiştir.

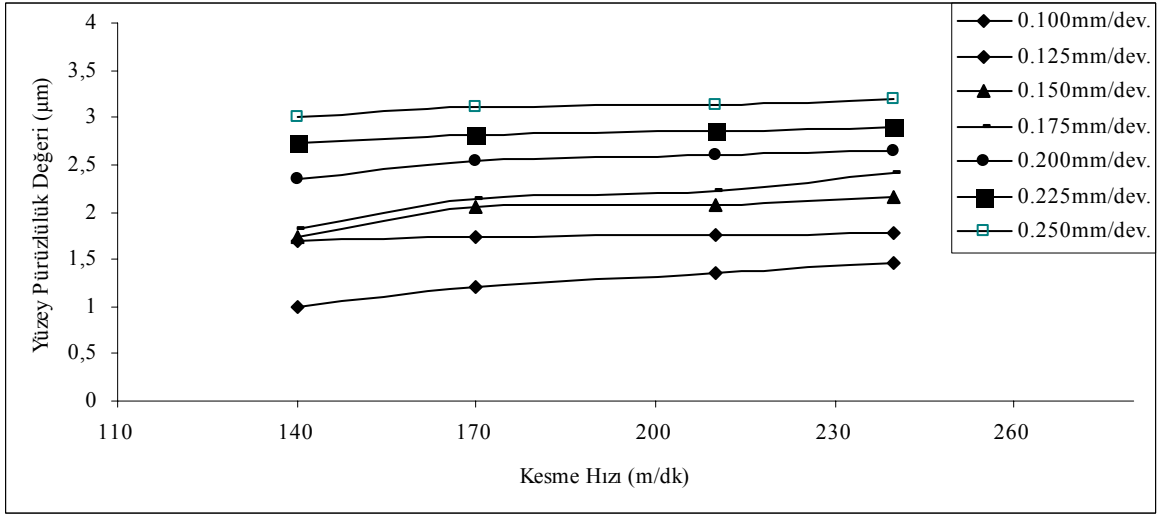
**Çizelge 6.2** Kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri.

NUMUNE KODU		KESME HIZI (m/dak)	YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK DEĞERİ (Ra) ( $\mu\text{m}$ )	
Otomat Çeliği	Ç 1040		Otomat Çeliği	Ç 1040
A1	E1	140	2,182	0,986
A2	E2		2,454	1,694
A3	E3		2,648	1,746
A4	E4		2,808	1,828
A5	E5		2,904	2,339
A6	E6		3,426	2,73
A7	E7		3,756	3,006
B1	F1	170	1,947	1,203
B2	F2		2,175	1,739
B3	F3		2,246	2,05
B4	F4		2,736	2,14
B5	F5		2,852	2,534
B6	F6		3,247	2,811
B7	F7		3,685	3,102
C1	G1	210	1,727	1,348
C2	G2		2,013	1,751
C3	G3		2,19	2,071
C4	G4		2,676	2,217
C5	G5		2,809	2,611
C6	G6		3,11	2,856
C7	G7		3,394	3,133
D1	H1	240	2,073	1,46
D2	H2		2,139	1,783
D3	H3		2,445	2,167
D4	H4		2,79	2,413
D5	H5		2,945	2,636
D6	H6		3,28	2,901
D7	H7		3,48	3,194





Şekil 6.4 Otomat çeliğinin kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değeri.



Şekil 6.5 Ç1040 çeliğinin kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değeri.

Çizelge ve şekiller incelendiğinde, kesme hızı, yüzey pürüzlülüğü üzerine etki etmektedir. Şekil 6,4 incelendiğinde, 0.100mm/dev. ilerleme hızında, kesme hızı 140 m/dk.'dan 170 m/dk.'ya çıktığında yüzey pürüzlülük değeri düşmüştür. Ancak, aynı ilerleme hızında kesme hızı 240m/dk.'ya çıktığında yüzey pürüzlülük değerinde artış gözlenmektedir. Bu durum diğer ilerleme hızları ile aynı şekilde artış göstermektedir. Bunun nedeni, yüksek kesme hızlarında tezgahın rijitliğinin bozulmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bir başka ifadeyle yüksek kesme hızlarında parçada meydana gelen titreşim sonucu yüzey pürüzlülüğü

etkilenmektedir. 0.100mm/dev ilerleme hızlarında seçilen kesme hızlarında elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri en küçükten en büyüğe doğru sırasıyla 210m/dk'da (1,727  $\mu\text{m}$ ), 170 m/dk'da (1,947 $\mu\text{m}$ ), 240 m/dk'da (2.073  $\mu\text{m}$ ) ve 140 m/dk'da (2.182  $\mu\text{m}$ ) olarak bulunmuştur. Yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmek için kesme hızının artırılması, literatürdeki en yaygın yöntemdir [13,19]. Yalnız kesme hızında belirli bir sınır aşıldığında yüzey pürüzlülüğünün arttığı tespit edilmiştir [2,8].

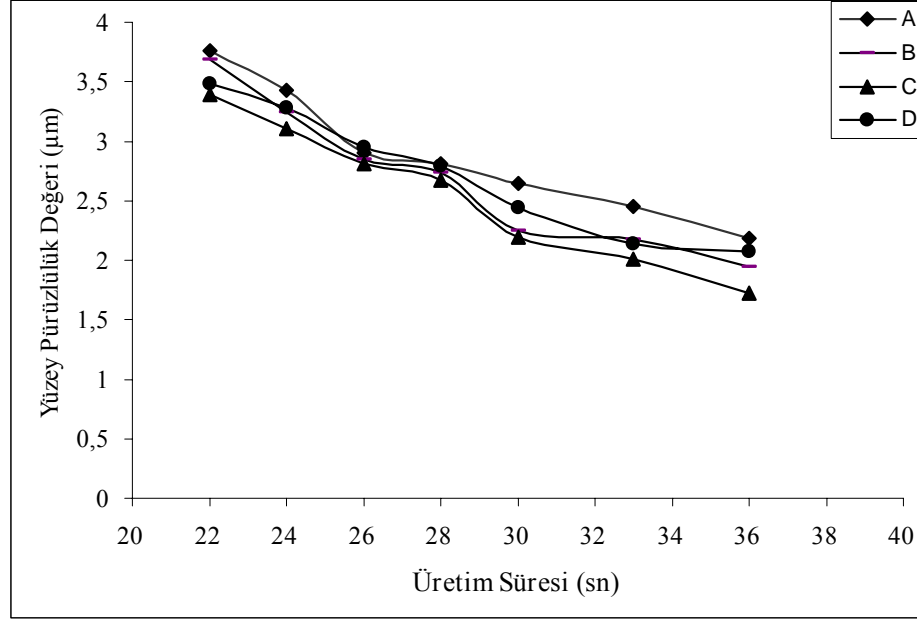
Şekil 6,5 incelendiğinde, kesme hızı arttıkça yüzey pürüzlülük değeri de artmaktadır. Bunun nedeni, malzemenin sert olmasından dolayı takım daha hızlı aşınmakta dolayısı ile takım ömrü azalmaktadır. Otomat çeliği için seçilen aynı ilerleme ve kesme hızlarında Ç1040 çeliğinde elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri en küçükten en büyüğe doğru sırasıyla 140m/dk'da (0.986  $\mu\text{m}$ ), 170 m/dk'da (1,203 $\mu\text{m}$ ), 210 m/dk'da (1.348  $\mu\text{m}$ ) ve 240 m/dk'da (1.460  $\mu\text{m}$ ) olarak bulunmuştur. Bu durumda Ç1040 malzemesi için en ideal kesme hızı 140m/dk'dır. Bunun nedeni daha yüksek kesme hızlarında malzeme yüzeyindeki bozunumlar başlamaktadır.

### **6.1.3 Üretim süresi ve yüzey pürüzlülüğü**

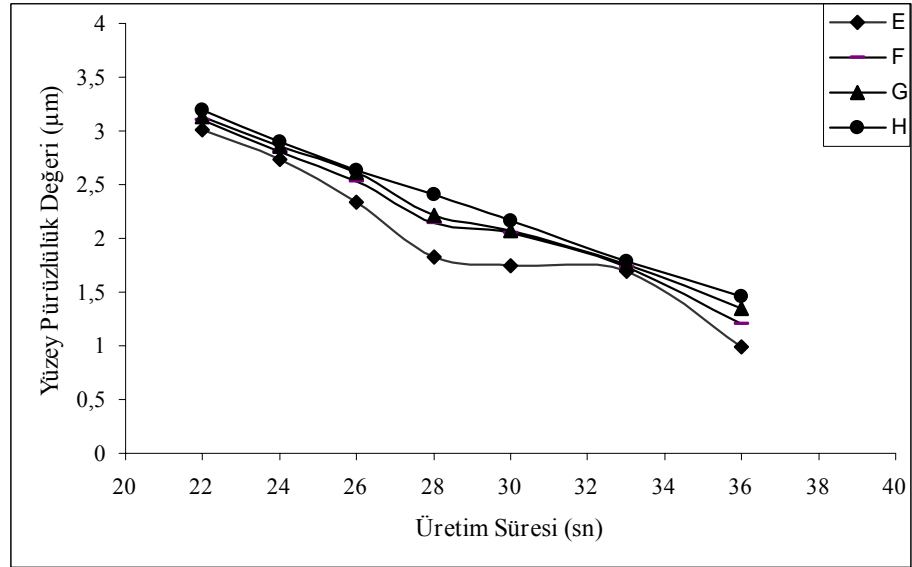
Yüzey pürüzlülüğüne bağlı üretim süresi değerlendirmelerini yapabilmek amacı ile ilerleme hızlarına bağlı olarak 7 farklı üretim süresi elde edilmiştir. Otomat çeliği ve Ç 1040 çeliklerinin işlenmesinde üretim süresine bağlı olarak oluşan yüzey pürüzlülük değerleri Çizelge 6,3'de, otomat çeliğinin üretim süresine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğün değişimi Şekil 6,6'da, Ç1040 çeliğinin üretim süresine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğün değişimi ise Şekil 6,7'de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.3** Üretim süresine bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri.

NUMUNE KODU		ÜRETİM SÜRESİ (sn)	YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK DEĞERİ (Ra) (µm)	
Otomat Çeliği	Ç 1040		Otomat Çeliği	Ç 1040
A1	E1	36	2,182	0,986
A2	E2	33	2,454	1,694
A3	E3	30	2,648	1,746
A4	E4	28	2,808	1,828
A5	E5	26	2,904	2,339
A6	E6	24	3,426	2,73
A7	E7	22	3,756	3,006
B1	F1	36	1,947	1,203
B2	F2	33	2,175	1,739
B3	F3	30	2,246	2,05
B4	F4	28	2,736	2,14
B5	F5	26	2,852	2,534
B6	F6	24	3,247	2,811
B7	F7	22	3,685	3,102
C1	G1	36	1,727	1,348
C2	G2	33	2,013	1,751
C3	G3	30	2,19	2,071
C4	G4	28	2,676	2,217
C5	G5	26	2,809	2,611
C6	G6	24	3,11	2,856
C7	G7	22	3,394	3,133
D1	H1	36	2,073	1,46
D2	H2	33	2,139	1,783
D3	H3	30	2,445	2,167
D4	H4	28	2,79	2,413
D5	H5	26	2,945	2,636
D6	H6	24	3,28	2,901
D7	H7	22	3,48	3,194



Şekil 6.6 Otomat çeliğinin üretim süresine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü.



Şekil 6.7 Ç1040 çeliğinin üretim süresine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü.

Şekil 6,6 ve 6,7 incelendiğinde; her iki malzeme için, ilerleme değeri arttıkça üretim süresi azalmaktadır. Üretim süresi azaldıkça yüzey pürüzlülüğünde ters orantılı olarak artış gözlenmektedir. Bunun nedeni, üretim süresinin azalabilmesi için ilerleme hızının artırılması gerekmektedir. İlerleme miktarı arttıkça kesicinin bir devirde alması gereken talaş miktarının artması nedeniyle pürüzlülük değeri de artmaktadır. Elde edilen üretim sürelerine bağlı olarak

otomat çeliği ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri 140m/dk'da kesme hızında en büyükten en küçüğe doğru sırasıyla 22 sn'de (3.756 µm), 24 sn'de (3.426µm), 26sn'de (2.904 µm), 28 sn'de (2.808 µm), 30sn'de (2.648 µm), 33 sn'de (2.454 µm) ve 36 sn'de (2.182 µm) olarak bulunmuş, bu durum Ç1040 çeliği için ise; 22 sn'de (3.006 µm), 24 sn'de (2.730µm), 26sn'de (2.339 µm), 28 sn'de (1.828 µm), 30sn'de (1.746 µm), 33 sn'de (1.694 µm) ve 36 sn'de (0.986 µm) olarak bulunmuştur. Buradan da anlaşılmaktadır ki, her iki malzemede birden üretim süreleri azaldıkça yüzey pürüzlülük değerleri artmaktadır. Ayrıca üretim sürelerine bağlı olarak Ç1040 çeliğinin yüzey pürüzlülük değerleri, otomat çeliğine göre daha düşük çıkmıştır.

#### 6.1.4 Yıllık üretim adetleri

Otomotiv sektörü bağlantı rekoru imalatında genelde yüzey pürüzlülük değeri Ra(max)=3,000 µm kabul görmektedir. Çalışmada A1 ve E1 kodlarıyla belirtilmiş olan numuneler standardın öngördüğü kesme hızlarıyla elde edilmiş numunelerdir. A1 kodlu numune seri üretimi yapılmakta olan malzemedir. Çizelge 6,3 incelendiğinde kesme hızı ve ilerlemenin artırılmasına rağmen bir çok numunenin kabul gören Ra yüzey pürüzlülük değeri içinde olduğu görülmektedir. Aynı kod numarasına sahip olan bütün numunelerin üretim süreleri değişmemektedir. Burada Ra(max) değeri aşılmamak kaydıyla en kısa sürede üretilen otomat ve Ç1040 çeliği deney numuneleri kullanılarak yıllık üretim adetlerinin hesaplanması için 6 gün 24 saat (3 vardiya) çalışan ve bir yıl boyunca sürekli aynı parçayı (A1) üreten bir işletme baz alınmıştır.

Otomat çeliği için; A5 (2.904 µm), B5 (2.852 µm), C5 (2.809 µm), ve D5 (2.945 µm), kodlu numunelerin, 1040 çeliği için; E6 (2.730 µm), F6 (2.811 µm), G6 (2.856 µm), H6 (2.901 µm), kodlu numunelerin kullanabileceği görülmektedir. Bu durumda otomat çeliği için 5 kodlu numuneler 26 sn'de, Ç1040 için ise 6 kodlu numuneler 24 sn'de üretilmiştir.

#### Hammadde :

$$\frac{\pi d^2 \gamma}{4} L \Rightarrow \frac{3,14 (0,024)^2 7,85}{4} 32 = 0,113kg \dots\dots\dots (7.1)$$

d : Parça Çapı,

$\gamma$  : Çeliğin Özgül Ağırlığı,

L : Parça Boyu.

Hammadde ağırlığı 0.113 kg. olarak hesaplanmış olup bu değer her iki malzeme içinde aynıdır. Ancak Ç1040 çeliği kg fiyatları otomat çeliğine göre daha ucuz olduğundan hammadde kullanımında Ç1040 çeliği daha avantajlıdır.

#### **Takım Gideri:**

Yapılmış olan farklı üretimlerde kesme parametrelerinin değişmesinden dolayı takım ömürleri farklılık göstermektedir. Yapılan dört farklı üretim için takım ömürleri Çizelge 6,4de verilmiştir.

**Çizelge 6.4** Üretim şekline göre bir takım ile işlenen parça sayıları

ÜRETİM ŞEKLİ	BİR TAKIMLA İŞLENEN PARÇA ADEDİ
Otomat çeliği normal üretim	850
Ç1040 çeliği normal üretim	400
Otomat çeliği hızlandırılmış üretim	450
Ç1040 çeliği hızlandırılmış üretim	250

Çizelge incelendiğinde Ç1040'a göre otomat çeliği için takım ömrünün daha iyi olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle normal üretimde bir takım ile, otomat çeliğinde 850 adet, Ç1040 çeliğinde ise 400 adet parça üretilmektedir. Hızlandırılmış üretimlere bakıldığında ise takım ömrü her iki malzeme içinde giderek azalmıştır.

#### **Yıllık Üretim Adedi:**

Yıllık üretim adetleri hesaplanırken, seri üretim yapan ve haftanın altı (6) günü yirmi dört (24) saat çalışan bir işletme baz alınmıştır. Haftada bir gün çalışılmadığı için bir yılda üçyüzonüç (313) gün üzerinden hesaplama yapılmıştır. Üretim şekillerine göre yıllık üretim adetleri Çizelge 6,5'de verilmiştir.

**Çizelge 6.5** Üretim şekline göre bir yıllık üretim adetleri

ÜRETİM ŞEKLİ	YILLIK ÜRETİM ADEDİ
Otomat çeliği normal üretim	751200
Ç1040 çeliği normal üretim	751200
Otomat çeliği hızlandırılmış üretim	1039473
Ç1040 çeliği hızlandırılmış üretim	1112680

Çizelge incelendiğinde normal üretimlerde kesme parametrelerinin aynı olmasından dolayı üretim sürelerinin değişmediği ve yıllık üretim adetlerinin aynı olduğu görülmektedir. Otomat çeliği hızlandırılmış üretimde %38, Ç1040 çeliği hızlandırılmış üretimde %48 normal üretime göre daha fazla parça imal edilmiştir. Yıllık üretim adetleri normal üretimlerde her iki malzemede de aynı olmasına rağmen, hammadde maliyetinde Ç1040 çeliği daha avantajlıdır.

## 7.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 7.1 Sonuçlar

Malzemelerden talaş kaldırılması esnasında malzemenin yapısı, işleme esnasında kullanılan kesme hızı ve ilerleme değerleri işlenebilirliği önemli ölçüde etkilemektedir. Talaş kaldırmada yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli faktör kesme hızıdır. İdeal kesme hızının seçilmesi veya kesme hızının yüzey pürüzlülüğünü nasıl etkilediği konusunda günümüze kadar bir çok çalışma yapılmıştır.

Otomotiv sektöründe kullanılan bağlantı rekorlarının imalatı için en kısa zamanda, en fazla ürünü, daha ucuza nasıl üretebiliriz sorusu ile başlamış olduğumuz bu çalışmada; mevcut olan üretimin hızlandırılması ve daha ucuz bir malzemenin kullanımında çıkan sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir;

1-) Yüzey pürüzlülüğü ilerleme hızına bağlı olarak değişmektedir. İlerleme hızının artmasıyla birlikte yüzey pürüzlülük değerinin de arttığı tespit edilmiştir.

2-) İlerleme hızı üretim süresini etkileyen en önemli faktördür. İlerleme hızı arttıkça üretim süreleri azalmaktadır.

3-) Takım ömrüne bakıldığında; bir kesici uçla otomat çeliği normal üretimde 850 adet, hızlandırılmış otomat çeliği üretiminde 450 adet, Ç 1040 çeliği kullanıldığında 400 adet, Ç1040 çeliği hızlandırılmış üretimde 250 adet rekor yapılmıştır. Dolayısıyla Ç1040 çeliğine göre otomat çeliğinin takım ömrü ve işlenebilirliği daha iyidir.

4-) Kesicinin kullanma sürelerini etkileyen kesme hızının düşük ve yüksek olduğu durumlarda yüzey pürüzlülüğü artış göstermiştir. Genel olarak kesme hızının yüksek, ilerleme hızının düşük olması durumunda yüzey pürüzlülüğünün azaldığı, kesme hızı düşük, ilerleme değerinin yüksek olduğu durumlarda ise pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür. İlerlemenin yüksek olması durumunda kesicinin bir devirde alması gereken talaş miktarının artması nedeniyle pürüzlülük de artmaktadır.

5-) İşletmenin şu anki mevcut üretimi ile yılda 751200 adet rekor üretimi yapılmaktadır. Ç1040 çeliği kullanımında kesme parametreleri değiştirilmediği için yıllık üretim adedi değişmemektedir. Otomat çeliği hızlandırılmış üretimde yılda 1039473 adet, Ç1040 çeliği hızlandırılmış üretimde 1112680 adet rekor imalatı yapılacaktır.



6-) Takım ömürlerine bakıldığında otomat çeliği üretiminin daha iyi gibi görünmesine rağmen yıllık üretim adetleri ve hammadde fiyatları göz önüne alındığında Ç1040 çeliği hammadde fiyatları günümüz şartları ile %20 daha ucuzdur. Aynı sayıda yıllık üretim miktarları için Ç1040 çeliği kullanımı daha avantajlıdır.

7-) Elde edilen sonuçlara bakıldığında, hızlandırılmış üretimler için mevcut üretim kapasitesi otomat çeliği için %38, 1040 çeliği için %48 arttığı görülmektedir.

## 7.2 Öneriler

Yapılan çalışma sonucunda aşağıdaki öneriler yapılabilir;

- 1- Çalışmada elde edilen bulgulardan yararlanarak hazırlanan bir bilgisayar programı ile uygun kesme hızı, ilerleme ve devir sayısı ile optimum üretim süresi hesaplanabilir.
- 2- Aynı uygulama dikey işleme merkezinde parça işlenmesi içinde tekrarlanabilir.
- 3- Bu çalışmaya yapay sinir ağı uygulanarak yüzey pürüzlülüğü tahmini yapılabilir.

### KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] ŞAHİN, Y., 2003, Talaş kaldırma prensipleri, Gazi Kitapevi, Ankara.
- [2] Rahman, M., Seah, W.K.H. and Teo, T., 1997, The machineability of inconel 718, Materials Processing Technology, Singapore vol 63, n: 1-3, p:199-240.
- [3] Gürarda, A. ve Çakır, M.C., 1999, Yüzey pürüzlülüğünün optimum talaş kaldırma faktörleri ve üretim maliyeti üzerine etkisi, Makina – İmalat Teknolojileri Sempozyumu, Konya Sayı:224, s:331-340.
- [4] Malakooti, B. and Raman, V., 2000, An interactive multi-objective artificial neural network approach for machine setup optimization, Journal of Intelligent Manufacturing, Cleveland, vol: 11, p: 41-50.
- [5] Lee, B.Y. and Tarn, Y.S., 2000, Cutting parameter selection for maximizing production rate or minimizing production cost in multistage turning operations, Materials Processing Technology, vol: 105, n: 1-7, p: 61-66.
- [6] Sağlam, H., 2001, Frezelemede kesme parametreleri ile kesme kuvvetlerinin değişimi ve bunların takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin deneysel incelenmesi, Selçuk Teknik Online Dergisi ISSN 1302-6178, vol: 1, n:3, p: 42-44.
- [7] Çakır, O. ve Kılıçkap, E., 2001, Metallerin soğuk talaşlı işlenmesi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Konya Şubesi Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Sayı: 228, s:279-285, Konya.
- [8] Jacobson, M., Dahlman, P. and Gunnberg, F., 2002, Cutting speed influence on surface integrity of hard turned bainite steel, Materials Processing Technology Gothenburg, vol: 128, n: 1-6, p: 318-323.
- [9] Coğun, C. ve Özses, B., 2002, Bilgisayar sayısal denetimli takım tezgahlarında değişik işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Derneği, Cilt: 17, No: 1, s: 59-75, Ankara.
- [10] Güllü, A. ve Özdemir, A., 2003, Prizmatik parçaların frezelenmesinde kesme parametreleri ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkilerin deneysel olarak bulunması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16(1), s: 127-134, Ankara.
- [11] Libao, M.A.S., 2003, Optimization of machining parameters in multi-pass turning and milling operations, Journal of Materials Processing Technology, Concordia, vol: 26, n:10-12, p: 839-843, Canada.
- [12] Özçatalbaş, Y. ve Aydın, B., 2006, Mekanik özellik ve kesme geometrisinin AA2014 alaşımının işlenebilirlik özelliklerine etkileri, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derneği, Cilt: 21, No: 1, s: 21-27, Ankara.
- [13] Altın, A., Gökkaya, H. ve Nalbant, M., 2006, İşleme parametrelerinden kesme hızının inconel 718 süper alaşımın işlenebilirliğe etkisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derneği, Cilt: 21, No:3, s: 581-586, Ankara.

### KAYNAKLAR DİZİNİ(devam)

- [14] Sakarya, N ve Göloğlu, C., 2006, Taguchi yöntemi ile cep işlemede kullanılan takım yolu hareketlerinin ve kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin belirlenmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derneği, Cilt: 21, No: 4, s: 603-611, Ankara.
- [15] Gökkaya, H. and Nalbant, M., 2007, The effects of cutting tool geometry and processing parameters on the surface roughness of AISI1030 steel, Materials ve Design, vol: 28, n:2, p: 717-721.
- [16] Korkut, I. and Dönertaş, M.A., 2007, The influence of feed rate and cutting speed on the cutting forces, surface roughness and tool – chip contact length during face milling, Materials ve Design, vol: 28, n:1, p: 308-312.
- [17] Al-Ahmari, A.M.A., 2007, Predictive machinability models for a selected hard material in turning operations, Materials Processing Technology, vol:190, n: 1-3, p: 305-311.
- [18] Al-Ahmari, A.M.A., 2008, Prediction and optimization models for turning operations, International Journal of Production Research, vol: 46, n: 15, p: 4061-4081 London.
- [19] KAÇAL, A., GÜLESİN, M. ve MELEK, F., 2008, GGG 40 Küresel grafitli dökme demirlerin ince tornalama operasyonlarında kesme kuvvetlerinin ve küzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi, Politeknik Dergisi, Cilt: 11, Sayı:3, s:229-234, Ankara.
- [20] Karayel, D., 2008, Prediction and control of surface roughness in CNC lathe using artificial neural network, Journal of Materials Processing Technology, Article in press, p:13, science direct.
- [21] Gaitonde, V.N., Karnik, S.R. and Paulo Davim, J., 2008, Selection of optimal MQL and cutting conditions for enhancing machinability in turning of brass, Journal of Materials Processing Technology, vol:204, n:1-3, p:459-464
- [22] Onwubolu, G.C., 2008, Modelling and predicting surface roughness in turning operations using hybrid differential avolution and the group method of data handling networks, Engineering Manufacture, Vol: 222, n:7, p:785-795.
- [23] Qian, L., Yang, B. and Lei, S., 2008, Comparating and combining off-line federate rescheduling strategies in free-form surface machining with federate acceleration and deceleration, Robotics and computer integrated manufacturing, vol:24, n:6, p:796-803.
- [24] [www.cemtas.com.tr](http://www.cemtas.com.tr) , erişim tarihi: 18.05.2008
- [25] Serfiçeli, Y.S., 2001, Malzeme Bilgisi, Ankara.
- [26] <http://kucuklercelik.com> , erişim tarihi:10.04.2008
- [27] Onaran, K. , 2006, Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, S 316–317.

**KAYNAKLAR DİZİNİ(devam)**

- [28] Yüksel, M. , 1992, Malzeme Bilgisi Tmmmo Denizli Şubesi Yayınları Ankara.
- [29] <http://www.celmercelik.com> , erişim tarihi: 03.03.2008
- [30] ÖZKARA, H., 1984, Atölye ve Teknolojisi, M.E.B., Ankara.
- [31] ŞEKER, U., 1997 , Kesme Kuvvetleri ve Takım Tasarımı Ders Notları, Yayınlanmamış Ders Notu, Gazi Üniversitesi Makine Eğitimi Bölümü, Ankara.
- [32] Lazoğlu, İ. ve Serpenguzel, A., 2006, Bilgisayarlı sayısal kontrol (CNC) tezgahlarında takım, parça ve talaş sıcaklıklarının yüksek çözünürlüklü kızılaltı kamera yardımıyla incelenmesi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu,MİSAG 193, İstanbul.
- [33] <http://forum.cadokulu.com> , erişim tarihi: 18.09.2008
- [34] <http://www.bolbilgi.com> , erişim tarihi: 07.03.2008
- [35] Ay, İ. ve Demircioğlu, K., Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü, Balıkesir Üniversitesi, Ders Notu, s:1-25.