

## **SAC METAL DİLİMLEMEDE GİYOTİN VE RULO KESİM İŞLEMLERİNDE KESİM YÜZEYİNİN İNCELENMESİ**

**Arif ÖZKAN<sup>1</sup>, Fatih BABA<sup>2</sup>, Kerim ÇETİNKAYA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Abant İzzet Baysal Üniversitesi Düzce Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü  
ozkan\_a1@ibu.edu.tr

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksek Okulu Makine Bölümü  
fatihbaba14@hotmail.com

<sup>3</sup> Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü  
kcetinkaya@karaelmas.edu.tr

### **Özet**

Endüstride büyük bir yer edinmiş olan kalıplılık günümüzde tüm sanayi kuruluşlarında ihtiyaç duyulan işlem basmağı olarak kullanılmaktadır. Tasarım evresinden sonra günümüz ihtiyaçlarına cevap verir ürünlerin denenmesi için kalıp işlemleri ile prototip imalatı yapılmakta ve gerekli işlemler bu ürün üzerinde yapılmaktadır. Kalıplama öncesinde, DIN normunda eş geometrilerde Fe37, X12CrNi18-10 ve CuZn36Pb1,5 malzemeleri için uygun boyutlarda kesilmeleri, giyotin ve rulo kesme yöntemlerinde araştırılmıştır. Her malzeme için uygun yöntem, kesim yüzeylerinin mikroskobik görüntüleri ile deneysel olarak açıklanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Giyotin kesme, Rulo kesme, Kalıp, Malzeme

### **Abstract**

Casting process which has wide range in industry, today all manufacturing companies are needs for this process step. After designing process, make a prototype of product via casting for today's requirements and testing process made on this prototype. Before casting process, St 37, X12CrNi18-10, CuZn36Pb1,5 materials which are same geometry, cuts appropriate dimension via guillotine and roll cutting techniques is being researched for suitable on DIN standards. Suitable results explained with microscobic views and experimental findings for each materials.

**Key Words :** Guillotine cutting, Roll cutting, Die, Material

## **1. GİRİŞ**

Günümüz teknolojisi hayatı daha kolay yaşamayı ve ekonomik durumu iyileştirmeyi amaçlar. Yaşamın ve ekonominin iyileşmesinin temelinde unsurlara uygun şekilde organize olmaktan geçer. Organizasyon ise her yönden ihtiyaca en uygun malzeme, işlem ve elemanlarla olur. Bunu üretim sürecinde işlem planlaması sağlar. Üretimde bir mamulün değişik süreçlerden geçerken alternatif işlemlerle kıyaslanır ve en uygunu seçilir. Bu seçimi belli değerlere göre yapılır. Bunların en başında birbirinden ayırlamayacak ekonomiklik, zaman, kalite ve imalat sayısıdır. Bir işlem planlamasında ekonomiklik düşünülüp kaliteden ödün verilirse müşteri memnuniyeti kaybolur ve zincirleme reaksiyon sonucu müşteri portföyü daralır. Buda işletmenin pazardaki yerini kaybetmeye doğru giden sonun başlangıcı olur.

Metal kesme konusunda pek çok çalışma yapılmıştır. Kesim konusunda en önemli unsur olarak uygun kuvvet ve kuvvetin kesilecek malzeme üzerine penetrasyonunun nasıl olacağını belirlenmesi ile ilgilidir [1-4]. Malzemelerin kesimleri esnasında plastik şekil değişikliği bölgesi ve akma sınırlarında uygun olmayan kuvvet ve uygun olmayan teknik kullanılması neticesinde hata unsuru ortaya çıkmaktadır. Tüm bu çalışmaların ortak neticesi uygun kuvvet ve tekniğin, pek çok deneysel uygulama ve benzetim sonucunda elde edilen veriler ışığında belirlenmesi gerektiğidir. Hambli ve Reszka [2], kuvvet gibi önem arz eden 10 hata ölçütü üzerinde kritik verilerin belirlenmesi ve tanımlanması üzerine çalışmışlar, malzeme üzerinde oluşan boşluklardaki kuvvet geçiş eğrileri ters teknik (etki-tepki) kullanılarak giderilmiştir. Ancak bu tekniğin genel değil, benzer şartlar altında başarılı sonuç verdiğini bildirmişleridir.

Ernst ve Merchant [5-6], tarafından geliştirilen sürekli malzeme akışı ve kesme açısını belirleyen basit analitik formu neticesinde pek çok çalışma bu teknik ile gerçekleştirilmiştir. Isıl gevşeme ve faz değişikliği gibi diğer unsurlar dışında bu tekniği kullanmışlardır. Ancak detaylı mekanizmalara ihtiyaç duyması ve çoğunlukla küçük alanlarla sınırlı olması nedeniyle teorik modelleme olarak sınırlı kalmaktadır. Klamecki [7] tarafından ilk olarak tanımlanan sonlu elemanlar yöntemi (Finite Element Method - FEM) işleme alanında üç boyutlu formülasyonun kullanılmasını sağlamaktadır. Pek çok araştırmacı özellikle metal kesme problemleri ve kalıplama işlemleri için bilgisayar yardımı ile modelleme ve benzetim yaparak imalat işlemini çözümlenmektedir. Bununla da sınırlı kalmayıp çok karmaşık olan işlemleri gerçekleştirebilmekte ve sonuçlarını günümüzde kullanılan Ansys [8] gibi ileri seviye programlar ile çok net ortaya konabilmektedir. Bu işlemlerin içinde ise as Johnson-Cook [9] ve Zerilli-Armstrong [10] tarafından ortaya konmuş gerilim modelleri ile hata formları açıklanmaktadır. Bu sonuçlara göre kurulan deney düzenekleri ile metal kesim işlemleri istenilen biçimde sağlanmış olmaktadır.

Çalışmanın dahilinde ferforje metal üretimi üzerine çalışan bir işletmede üretilen eleman için gerekli olan sac dilimleme işlemi ele alınmıştır. Burada yapılması gereken belli kıstaslardan ödün vermeden en uygun kesim ve dilimleme elde ederek kazanç sağlamaktır. Bununla birlikte atık olarak anılan malzeme kısmını en aza indirgeyerek en uygun kesim yüzey kalitesi araştırılarak sonuçları açıklanacaktır.

## 2. DENEY MALZEMELERİ

Rulo olarak sarılmış malzemeler kullanılma alanlarına göre çeşitli özelliklerdedirler. Rulo olarak sarımlarının nedeni uygun kalınlıkları ve uzun şerit yapıları nedeniyle. Kullanılacakları sanayi kollarında uzun metrajlı olarak gerek duyuldukları ve akış sağlama gereği nedeniyle rulo halinde sarılmışlardır. Kullanılacakları yerlerde açıcılar ve çeşitli mekanizmalar yardımıyla açılarak akış sağlanarak veya çeşitli ölçülerde kesilerek kullanılırlar. Ülkemizde çeşitli sanayi kuruluşları için farklı özellikte sac kullanılmaktadır. Bunları şöyle açıklayabiliriz. Slab olarak adlandırılan ve sıvı çeliğin, sürekli döküm yöntemiyle katılaştırılması sonucu meydana gelen, dikdörtgen kesitli yarı ürünün, sıcak haddehanede, sıcak olarak haddelenmesi ile elde edilen ve kalınlıkları 1,50 - 20,00 mm aralığında değişen rulo veya sac şeklindeki yassı çelikler sıcak haddelenmiş rulo saçlardır [11]. Genel konstrüksiyon ve otomotiv endüstrisi ile gemi, basınçlı kap, tarım araçları, boru ve LPG tüpü imalatında kullanılırlar. Sıcak haddelenmiş yassı çeliklerin soğuk haddehanede soğuk haddelenmesi sonucunda elde edilen ve kalınlıkları 0,30-2,00 mm aralığında değişen rulo veya sac şeklindeki yassı çelikler ise soğuk haddelenmiş rulo saçlardır. Dayanıklı ev aletleri, büro, mefruşat ve mutfak eşyaları üretimi ile, genel konstrüksiyon ve otomotiv endüstrisinde kullanılırlar. Galvanizli rulo saçlar, soğuk haddelenmiş yassı çeliklerin sıcak daldırma yöntemiyle çeşitli ağırlıklarda çinko kaplanması ile üretilen ve kalınlıkları 0,30-2,00 mm aralığında değişen rulo veya sac şeklindeki yassı çeliklerdir. İnşaat, konstrüksiyon, elektrikli ev aletleri vb. genel kullanım amaçlı ürünlerin yanı sıra beyaz eşya ve otomotiv endüstrisinde kullanılırlar. Kalay / Krom kaplı rulo saçlar, soğuk haddelenmiş yassı çeliğin elektroliz yöntemiyle çeşitli ağırlıklarda kalay ve krom kaplanması ile üretilen ve kalınlıkları 0,20-0,60 mm aralığında değişen rulo veya sac şeklindeki yassı çeliklerdir. Konserve, salça, yağ, peynir, meşrubat, boya, kimyasal ve

aerosol kutuları, meşrubat ve kavanoz kapakları, oyuncak ve kırtasiye gereçleri gibi birçok endüstriyel ürünün imalatında kullanılırlar.

Kalın levhalar ise slab olarak adlandırılan ve sıvı çeliğin, sürekli döküm yöntemiyle katılaştırılması sonucu meydana gelen, dikdörtgen kesitli yarı ürünün, sıcak haddehanede, sıcak olarak haddelenmesi ile elde edilen ve kalınlıkları 12,00–50,00 mm aralığında değişen levha şeklindeki yassı çeliklerdir. Kalınlıkları nedeniyle levha şeklinde sevk edilirler. Rulo olarak kullanılmaları uygun değildir. Bükülme problemleri açılma yetersizlikleri nedeniyle rulo olarak kullanılmazlar.

Bu çalışma dahilinde rulo malzemeler için kesim yüzeyleri incelenerek açıklanmıştır. Deneyler, ferforje metal sanayinde üretilen, montaj elemanı olarak kullanılan malzemeler Fe37, X12CrNi18–10 ve CuZn36Pb1,5 malzemeleridir. Bu malzemeler teknik özellikleri açısından müşteri portföyüne uygun ve kullanım yeri içinde ideal olarak seçilmiştir. Malzeme numunelerinin kesim yüzeyi uzunlukları 15 mm ve kalınlıkları 2 mm' dir.

## 2.1 Pirinç ( CuZn36Pb1,5 )

Pul (montaj elemanı) malzemesi olarak seçilen pirinç malzeme kullanıldığı yer itibariyle fırın boya ve verniğe uyumlu olmasından dolayı seçilir. Ayrıca estetik yapısıyla da öne çıkmaktadır. Buda malzeme içerisinde bulunan Cu ve Ni alaşımlarının karakteristik özellikleri sayesinde kazanılır.

Benzer özelliklere sahip diğer pirinç malzemelerde Cu ve Ni alaşımları düşük orandadır. Kullanılan pirinç malzemenin kimyasal özelliği çizelge 2.1' de görülmektedir. Uluslararası DIN CuZn36Pb 1,5 olarak bilinen malzemenin TS olarak sembolü CuZn36Pb 1,5'dir.

Çizelge 2.1 Pirinç malzeme kimyasal özellikleri [12,13]

Malzeme Normu	DIN EN CuZn36Pb 1,5							
Malzeme Türleri	Cu	Pb	Zn	Al	Fe	Ni	Sn	Si+Mn+Sp+Bi+As
Malzeme Oranları %	62–64	0,7-2,5	Kalan	0,05	0,2	0,3	0,1	10

Kullanılan Pirinç malzemesinin Akma Dayanımı 370 N/mm<sup>2</sup>'dir. Uzama oranının değeri minimum % 20 olarak belirlenmiştir. Bu normdaki değerlere göre üretilen malzeme istenilen özelliklere sahip demektir.

## 2.2 Paslanmaz Çelik (X12CrNi18–10)

Paslanmaz çelik türleri dünyada aranan bir konuma gelmiş bazı özellikleri sayesinde ön plana çıkmıştır. Avrupa Birliği üye ülkelerinde önceden paslanması istenmeyen yerlerde alüminyum sıklıkla kullanılmaktaydı. Ancak, alüminyumun içerisindeki zararlı maddelerden dolayı ısı, gıda ve insan sağlığını etkileyecek yerlerde kullanılması yasaklanmıştır. Bunun yerine paslanmaz çelik kullanılması önerilerek kullanım alanları arttırılmıştır. Günümüzde yüzme havuzlarından gemilere, gıda parçalayıcılarından banyo gereçlerine vb. yerlere kadar her yerde paslanmazın değişik şekil ve özellikte olanları kullanılmaktadır.

İncelenecek olan paslanmaz çelik (X12CrNi18–10) malzemesi, östenitik türde bir malzemedir. Miknatıslanma özelliği yoktur. Korozyona karşı dayanımı yüksektir. Malzemenin kimyasal özellikleri çizelge 2.2' de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Paslanmaz çelik(X12CrNi18–10) kalite malzemenin kimyasal özellikleri [12,13]

Malzeme Normu	DIN EN X12CrNi 18–10						
Malzeme Türleri	C	Cr	Ni	Mn	Si	S	N
Malzeme Oranları %	0,08	18–20	8–10,5	2	1	0,03	0,05

Uluslararası DIN X12CrNi 18–10 ve ulusal alanda TS sembolü X12CrNi 18–10 ve 1,4301 nolu olarak bilinmektedir. Paslanmaz çelik malzemesinin akma dayanımı 200 N/mm<sup>2</sup>'dir. Çekme dayanımı ise kendinden beklenmedik kadar yüksek olan 500 N/mm<sup>2</sup>'dir. Buna oranlar dikkate alındığında kopma uzaması % 45 gibi bir değer çıkmaktadır. Brinell olarak 130–180 arasında değişebilen sertliklere sahiptir.

### 2.3 St–37 (Erdemir 3237)

St-37 malzeme kullanıldığı yerde sıcak galvanizlemeye maruz kalacağından içyapısı da buna uygun olmalıdır. Bunun için içindeki silisyum (Si) oranı önemlidir. Bu değer düşük olması istenir. Uluslararası DIN EN normuna göre 10025–94 numaralı ve St–37 sembolü olarak yapılırken, ülkemizde Erdemir [11] 3237 malzeme numarası ve TS Fe–37 sembolü dikkate alınmaktadır. Burada kullanılan malzemenin kimyasal özellikleri çizelge 2.3' te verilmektedir.

Çizelge 2.3 St 37 (Erdemir 3237) malzemesi kimyasal özellikleri [11]

Malzeme Normu	DIN EN St–37						
Malzeme Türleri	C	Mn	P	S	Si	Al	N
Malzeme Oranları %	0,17	1	0,025	0,025	0,4	0,015	0,009

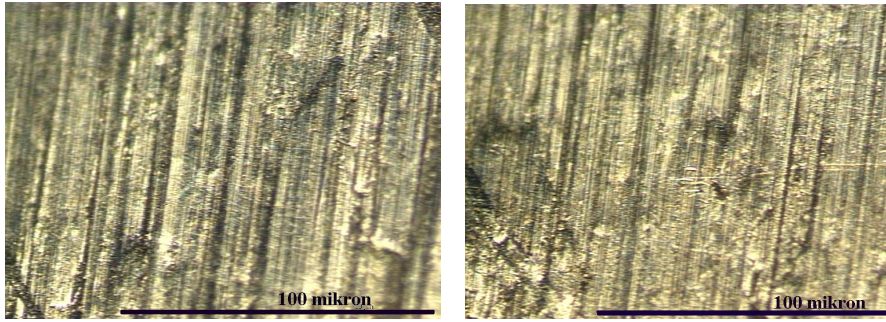
St–37 malzemesinin akma dayanımı 225 N/mm<sup>2</sup>, çekme dayanımı ise 340 M/mm<sup>2</sup>'dir [11,13]. Çekme dayanımı düşük olduğu için bu uzama oranına da yansımış durumdadır. Uzama oranı % 17 gibi düşük bir değerdir.

## 3. GİYOTİN KESİM VE RULO KESİM YÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Saç malzemeler değişik form ve kullanım ölçülerinde tezgâhlarda kesilebilmektedir. Bu kesim alet ve tezgahları, giyotin makasla kesme, şerit testerede kesme, matkapla delme ve çürütme, özel zımbalarda delme ve koparma ve keme kalıplarında rulo açıcı devamında kesim işlemleridir [14]. Saç metal malzemelerden kesilen şeritlerin üretim oranı yüksek kalıplarda seri olarak üretilmesi ve kesim yüzeylerinin üretime uygun olmasıdır. Bunun ve artık malzeme miktarının en az seviyede kalması için kesme işlemi önemlidir. Kalıba giren parçalarda herhangi bir talaş kaldırma işlemi olmadığından hassaslık e ölçü tamlığı nettir ancak eğer tekil işlem kalıbı kullanılıyor ise parça boyutları uygun olarak kalıba verilmelidir.

Giyotin makaslarıyla, kalıplanacak parçaların şerit malzemeleri kesilmektedir. Ancak dikdörtgen ve kare gibi çekme işlemi gören düzgün kenarlı parçalar, giyotin makaslarıyla veya rulo açıcı aparata sahip kesme makaralı şerit malzeme kesme tezgahı işlemiyle daha önceden kesilen şerit malzemeler ile sağlanır [14,15]. Çalışmada kesme makaslarıyla kesme olarak da bilinen işlem giyotin kesim olarak adlandırılmış ve kesme makaralı şerit malzeme kesim (rulo kesim) işlemiyle ferforje metal işleminde kullanılan malzemeler için deneysel kıyaslaması yapılmıştır.

Saç metal plaka firmaya geldiğinde işlem planlamasında olduğu gibi ilk aşamada giyotin makinesinden geçerek firmadaki imalat işlemlerine başlamış olur. Saç metal plaka burada şeritlere dilimlenerek sonraki işlem olan pres kalıplarına alınır. Burada giyotinin belli ölçütler içinde işlemini yapması gerekmektedir. Bunları sağlamaması kalıptan çıkacak malzemenin dolayısıyla ürünün baştan hatalı olmasına sebep olur. Olumsuz olarak ortaya çıkabilecek bir durum olan kesilen şeritteki ölçü farklılığı, kalıbı patlatmalara kadar varabilen sorunlar doğurabilir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli konu kesilme yüzeyindeki deformasyon, çapaklar ve pürüzlülüktür. Malzemedeki yıpranmanın az olması, kesme yüzeyi üzerindeki kesme işlemi sonrası bir sertleşme olmadığı ve çapak oluşumunun az olması demektir. Çapak ve sertleşme, işlemede ve kalıplamada yıpranma, atma, patlama ve ölçüde olmama gibi istenilmeyen sonuçlar doğurmaktadır. Kesim durumları mikroskop altında numune yüzeylerinin incelenmesiyle anlaşılacaktır. Bu çalışmada yapılan incelemelerde optik mikroskopta Image Analyzer Lucia 4.1 kullanılarak görüntüler alınmıştır. Optik-mikroskop altında giyotin kesimleriyle ve hazır rulonun otomatik sürücü için istenilen boyutta dilimlenmesiyle oluşan yüzeylere bakılmıştır. Deney parçalarının kesim yüzeylerinin uzunlukları 15 mm ve 2 mm kalınlıkta ve 3' er adet numune kesimi yapılarak sağlanmıştır. Şekil 3.1 a' da giyotin kesim ve 3.1 b' de rulo kesim yüzeyleri olan paslanmaz çelik (X12CrNi18-10) malzeme numunelerin görüntüsü görülmektedir. Şekil 3.2 a'da giyotin kesim ve 3.2 b' de rulo kesim yüzeyleri olan pirinç malzeme numunelerin görüntüsü görülmektedir. Şekil 3.3 a' da ise giyotin kesim ve 3.3 b' de de rulo kesim yüzeyleri olan St 37 (Erdemir 3237) malzeme numunelerin deney yüzey görüntüsü görülmektedir.

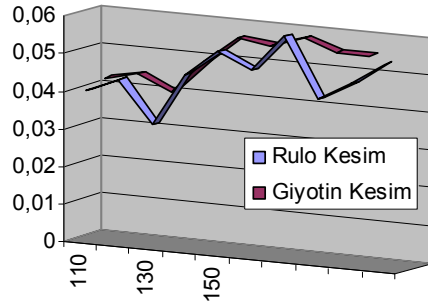


a) Giyotin kesimi,

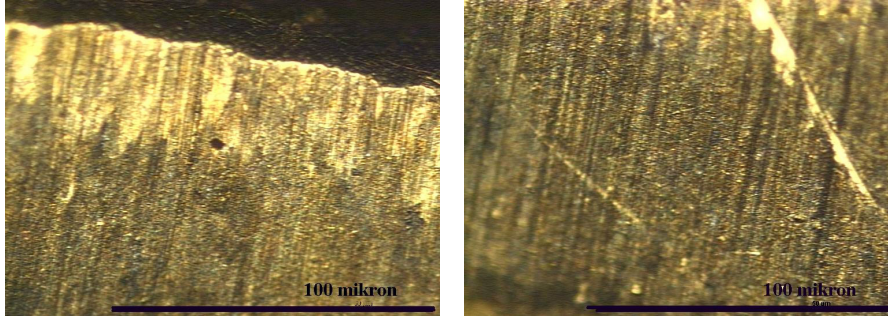
b) Rulo kesimi

Şekil 3.1 Paslanmaz çelik (X12CrNi18-10) malzemenin Optik-Mikroskop altında giyotin ve rulo kesim yüzeylerinin görüntüleri; a) Giyotin kesimi, b) Rulo kesimi

Mikroskop görüntülerinde görüldüğü üzere, paslanmaz çelik (X12CrNi18-10) malzeme numunesinde giyotin kesimi biraz daha derin ve yüzey çizgileri aralıklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca giyotin kesiminde kesme yüzeyinin üst tarafında aşağıya doğru büküm oluşmuş ve bir akma yüzeyi meydana gelmiştir. Rulo kesiminde ise yüzeyde sadece dilimlemede oluşan kesmenin doğrultusunda bir kesme oluşmuştur. Giyotin kesiminde yüzeydeki tahribat uzun derin yarıklar olarak meydana gelmiştir. Kesilme çizgilerine yaklaşık 15 – 20 derece bir açı yapmakta ve rulo kesimde ise bu tahribat biraz değişerek kesilme sonrası yüzeylerde ufak girintiler görülmektedir. Şekil 3.1 c' de ölçülen kesim yüzeylerinin pürüzlülük değerleri grafik olarak verilmiştir. Rulo kesim işlemi sonucunda deney numunesinde meydana gelen yüzey pürüzlenmesi 0,04 ile 0,06 mm aralıklarında oluşurken, giyotin makasıyla kesim işlemi sonucunda aynı deney numunesinde kesim boyu arttıkça artan pürüzlülük gözlemlenmiş ve ölçülmüştür. Ancak rulo kesim işlemi sonucunda yüzey pürüzlülük değerleri arasında fark olması deney numunelerinde derin izler meydana gelmesinin sonucudur.



Şekil 3.1 c. Yüzey pürüzlülük değerleri

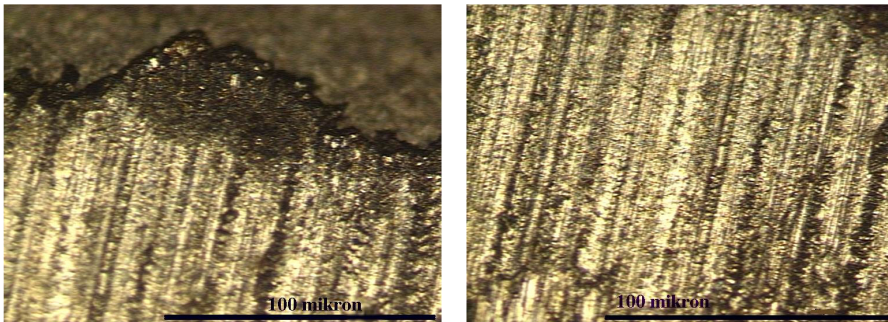


a) Giyotin kesimi,

b) Rulo kesimi

Şekil 3.2 Piriç malzemesinin Optik-Mikroskop altında giyotin ve rulo kesim yüzeylerinin görüntüleri; a) Giyotin kesimi, b) Rulo kesimi

Piriç ( $CuZn36Pb1,5$ ) malzemesinin yumuşak yapısı gereği, kesme kuvveti daha az uygulanmaktadır. Fakat bu kuvvetin düşük olması giyotin kesiminde fark ortaya çıkartmamıştır. Bunun nedeni kesme kuvveti ayarı giyotin makinelerinde bulunmamaktadır. Giyotin makasları aynı kuvvet değeri ile kesim yaparlar. Bundan dolayı kesilme yüzeyinde şekil 3.2 a' da görüldüğü gibi az pürüzlü ancak kopuk yapı ortaya çıkmıştır. Kesilmiş yüzeyde çiziklerde derinlik az fakat kesilme yüzeyinin belli bir kısmında (yaklaşık üçte birine yakın bir bölümde) oluşan kopma ve akma şekil 3.2 a' da gösterilmiştir. Rulo kesiminde ise baskı kuvveti ayarlanabildiği için daha düzgün bir kesim yüzeyi elde edilmiştir. Elde edilen yüzey şekil 3.2 b 'de görüldüğü boyuna çizikler meydana gelmiştir. Kesilme yüzeyinde giyotin kesimine göre çizikler daha derin olduğu görülmektedir. Buna karşılık olarak yüzeyde kopma olmamıştır. Deney parçalarının hiç birisinde 15 mm' lik deney numunesi boyunca hiçbir kopma meydana gelmemiştir.



a) Giyotin kesimi

b) Rulo kesimi

Şekil 3.3 St 37 (Erdemir 3237 ) malzemesinin Optik-Mikroskop altında giyotin ve rulo kesim yüzeylerinin görüntüleri; a) Giyotin kesimi, b) Rulo kesimi

St 37 malzemesinin giyotin kesiminde de oluşan kopma şekil 3.3 a' da görülmektedir. Kesilme yüzeyinden sonraki kopan yüzeyde dalgalanmalı bir yapı oluşmaktadır. Şekli 3.3 b' de rulo kesimi sonrasında oluşan yüzey görülmektedir. Kesimde kopma, işleme payı olarak kabul



edilebilecek, çok az bir şekilde meydana gelmiştir. Burada da kesilme yüzeyindeki çizikler, pirinç (CuZn36Pb1,5) malzeme yüzeyinde meydana gelen oluşuma benzer sıklık ve derinlikte olduğu görülmüş ve ölçülmüştür.

#### 4. SONUÇLAR

Alınan mikroskop görüntülerinin de gösterdiği gibi giyotin kesimi ve rulo kesimi işlemleri deney malzemelerinin yüzeyinde deformasyonlar oluşturmuştur. Bununla beraber kesme işlemini sonlarına doğru giyotin makasıyla kesim işleminde kuvvet dengesizliği nedeniyle kopma olayı olmuştur. Kopmadan dolayı meydana gelen iç gerilmeler pirinç ve St 37 malzemelerinde baskının ayarlanamamasından kaynaklanmaktadır. Oluşan kopma, malzemenin istenilen boyutlarda kesilmesine engel olmakta, sertleşme ve çapak meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Rulo kesimde ise malzemenin içeriğine göre istenilen kesme kuvveti ayarlanmakta, bunun sonucu olarak da düzgün kesim yüzeyi elde edilmiştir. Pirinç ve St 37 malzeme numunelerinde kopma olayı meydana gelmediğinden, giyotin kesime göre rulo kesim işleminin iyi sonuç verdiği ortaya çıkmıştır. Bu incelemede, mikroskop görüntüleri ile malzeme cinsine göre giyotin kesimin dezavantajları ortaya konulmuş, rulo kesimin yerinde bir tercih olacağı sonucuna varılmıştır. Bu malzemelere karşılık olarak paslanmaz çelik malzemesinde rulo kesim işleminde, yüzeyde meydana gelen pürüzlülük farkı neticesinde giyotin makasıyla kesim işleminin uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Deney numunelerinde, karbon oranı düşük ( $< 0,11$ ) ve östenitik yapıya sahip malzemelerde kuvvet büyüklüğü ve devamlılığı neticesinde giyotin makasıyla kesim; yumuşak, karbon oranı yüksek ( $> 0,12$ ) kırılğan malzemelerde kuvvet ayarlanabilirliği nedeniyle rulo kesim işlemi iyi sonuçlar vermiştir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Clift SE, Hartley P, Sturgess CEN. Rowe GW. Fracture prediction in plastic deformation processes. International Journal of Mechanical Sciences 1990;32(1):1–17.
- [2] Hamblı R, Reszka M. Fracture criteria identification using an inverse technique method and blanking experiment. International Journal of Mechanical Sciences 2002;44(7):1349–61.
- [3] Pyttel T, John R, Hoogen M. A finite element based model for the description of aluminium sheet blanking. International Journal of Machine Tools and Manufacture 2000;40(14):1993–2002.
- [4] Gouveia BPPA, Rodrigues JMC, Martins PAF. Ductile fracture in metalworking: experimental and theoretical research. Journal of Materials Processing Technology 2000;101(1–3):52–63.
- [5] H. Ernst, M.E. Merchant, Chip formation friction and high quality machined surfaces, in: Surface Treatment of Metals, ASM, New York, 1941.
- [6] M.E. Merchant, Basic mechanics of the metal cutting process, J. Appl. Phys. 16 (1945) 318–324.
- [7] Ansys Inc., www.ansys.com, 2005
- [8] B.E. Klamecki, Incipient chip formation in metal cutting—a three dimension finite element analysis, PhD Dissertation, University of Illinois at Urbana Champaign, 1973
- [9] G.R. Johnson, W.H. Cook, A constitutive model and data for metals subjected to large strain, high strain rates, and high temperature, in: Proceedings of the 7th International Symposium on Ballistics, Am. Def. Ass. (ADPA), Netherlands, 1983, pp. 541–547.
- [10] F.J. Zerilli, R.W. Armstrong, Dislocation-mechanics-based constitutive relations for material dynamics calculation, J. Appl. Phys. 5 1987 1816–1825.
- [11] Erdemir Demir Çelik A.Ş., www.erdemir.com.tr, 2005
- [12] Schijve, J., Fatigue of Structures and Materials, Kluwer Academic Publishers, New York, 2001
- [13] Matweb, www.matweb.com, 2005
- [14] Uzun, İ., Erişin, Y., Saç Metal Kalıplığı, MEB Basımevi, Ankara, 2002
- [15] Donald, F. E., Edward, A. R., Techniques of Pressworking Sheet Metals, 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice – Hall Inc., New Jersey, 1997