

MALZEMELERDE SÜNEKLİĞİN GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİYLE ÖLÇÜLMESİ

Yusuf ŞAHİN¹, M. Hakan BAŞ¹, Fahrettin ÖZTÜRK^{1,2*}, Süleyman KILIÇ¹

¹Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Niğde
²Department of Mechanical Engineering, The Petroleum Institute, Abu Dhabi, UAE

ÖZET

Malzemelerde süneklik, toplam uzama miktarı veya kesit daralması ölçülerek hesaplanmaktadır. Yapılan deneyler neticesinde toplam uzamanın ölçümünde herhangi bir problem olmamasına karşın, kırılan malzeme kesitinin düzensiz yapısından dolayı kesit alanının ölçümünde zorluklarla karşılaşmaktadır. Ölçümün alındığı yer ve ölçen kişiye bağlı olarak sonuçlar farklılık göstermektedir. Bu çalışmada çekme deneyine tabi tutulan numunelerin kesit alanları, geleneksel ölçüm yöntemleri ve görüntü işleme yöntemi ile ölçülerek karşılaştırması yapılmıştır. Görüntü işleme yöntemi MATLAB yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlemde kopmanın gerçekleştiği kesitin görüntüsü işlenerek süneklik tespit edilmiş ve değerler karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak iki ölçüm arasındaki ortalama hata payı ise %29.74 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Süneklik, Kesit Daralması, Toplam Uzama Miktarı, Görüntü İşleme

DUCTILITY MEASUREMENT OF A MATERIAL BY IMAGE PROCESSING

ABSTRACT

Ductility of a material is calculated by measuring total elongation or reduction of area. Based on experimental observations, there is no problem to determine the total elongation. However, it is quite difficult to measure a fractured area accurately when fracture surface has an irregular shape. Results show differences depend on experimenters and location of the measurement is made. In this study, conventional and image processing methods are compared using tensile test data. Image processing is made using MATLAB software. The image of the fracture surface is processed. Then the ductility is determined and results are compared. As a result, the average difference between two measurement methods is calculated about 29.74.

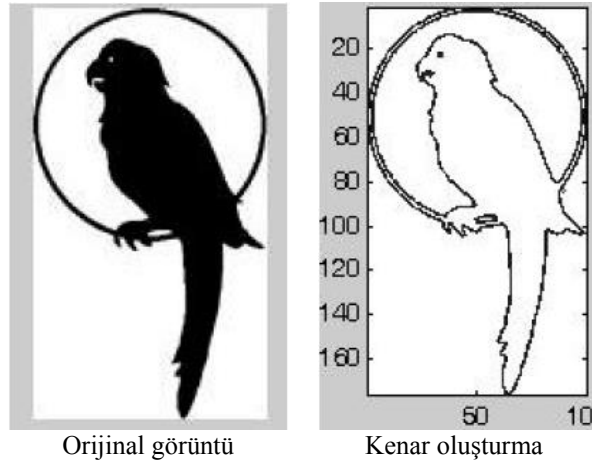
Keywords: Ductility, Reduction of Area, Total Elongation, Image Processing

* Corresponding author. Tel.: 388 225 22 54; e-mail: fahrettin@nigde.edu.tr

1.GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte tasarım ve analizlerde yazılımların kullanılmasında büyük oranda artışlar görülmektedir. Bilgisayar programları yapılan tasarım ve analizlerde etkin rol oynamakta ve hata payını en aza indirmektedir. Malzemenin mekanik özelliklerinin ölçümünde de son yıllarda görüntü işleme teknolojisi yaygınlaşmaya başlamıştır. Extensometre ve strain gage'lerin yerini video tip uzama ölçerler almaktadır. Şekillendirme sınır diyagramları da yine görüntü işleme yoluyla ölçülerek elde edilmektedir.

Görüntü işlemeyle, görüntü anlama (Image Understanding), Webi arama, nesne tanıma, şekil işleme, uygunluk geribildirimi (Relevance feedback), düzgünleştirme ve gürültü giderme (Smoothing and Noise), görsel algılama, görsel veri modelleme, kenar tespiti ve sınırlar vb... birçok uygulamalar yapılmaktadır. Örneğin Matlab ile kontur oluşturma işlemi Şekil 1'de ve boyut ölçümü Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1. Kontur oluşturma [1].



Şekil 2. Görüntü işleme ile boyut ölçümü [2].

Mehmet Eroğlu ve Hikmet Bal [3] görüntü işleme tekniklerini kullanarak malzemelerin tane büyüklüğü analizlerini incelemiştir. Yaptıkları çalışmada görüntü iyileştirme, filtreleme, yapısal düzenleme ve bölümlendirme tekniklerini kullanmışlar ve sonuç olarak aydınlatmanın ve resim çözünürlüğünün etkisinin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Erhan Altan ile Kerem Asmaz [4] yaptıkları çalışmada görüntü işleme yöntemiyle kameradan veya tarayıcıdan elde edilen resimlerden verileri elde etmiş ve iki boyutlu parçaları

tanımlayarak boyut ölçümü yapmışlardır. Ali Okatan ve Atınç Yılmaz [5] görüntü işleme yöntemi kullanarak görüntüler arasındaki piksel farklarını karşılaştırarak gerçek zamanlı bir güvenlik uygulaması geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada, MATLAB yazılımı ve arabirimleri kullanılarak görsel verilerin işlenmesine çalışılmıştır. Yazılan program ile görsel verilerin filtrelenmesi ve numune kesit alanının ölçümü yapılmıştır.

Ölçüm sonucunda elde edilen numune kesit alanı, sünekliğin (ductility) hesaplanmasında kullanılacaktır. Süneklik, bir malzemenin şekillendirme kabiliyetinin belirlenmesinde kullanılan önemli göstergelerden biridir. Malzemelerde süneklik, toplam uzama miktarı (total elongation) veya kesit daralması (reduction of area) ölçülerek hesaplanmaktadır. Çekme deneyi sonrası toplam uzama, malzemenin son boyundan ilk boyunun çıkarılması ile kesit daralması ise kumpas yardımıyla kesitin belli noktalarında ölçü alınarak hesaplanmaktadır. Elle yapılan ölçümler sırasında önemli ölçüde hata yapılmaktadır. Ayrıca yapılan ölçüm kişiden kişiye değişmekte ve belirli bir standardın yakalanması mümkün olmamaktadır. Bununla birlikte kopma alanının belirli bir geometrik yapısı olmadığından, hesaplanması zordur.

Bu çalışmada görüntü işleme yöntemi kullanılarak kırılma yüzeyinin kesit alanı ölçülmektedir. Görüntü işleme yöntemiyle alınan ölçüler elle yapılan ölçümlerle karşılaştırılmıştır.

2.SÜNEKLİK

Süneklik genel olarak malzemenin şekillendirilebilme kabiliyetinin göstergelerinden biridir. Süneklik, % toplam uzama (%EL) veya % kesit daralması (%A) ölçülerek 1 ve 2 numaralı denklemlerden hesaplanmaktadır.

L_0 : İlk uzunluk

L : Son uzunluk

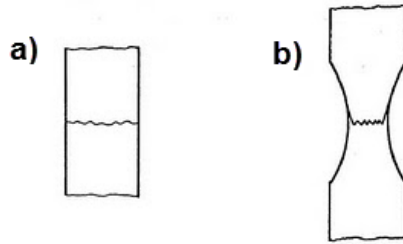
A_0 : İlk kesit alanı

A : Son kesit alanı

$$\text{Yüzde Uzama Miktarı} = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Yüzde Kesit Daralması Miktarı} = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100 \quad (2)$$

Yüzde uzamanın artması sünekliğin de artması demektir. Kesit daralması da sünekliğin bir göstergesi olup sünek malzemelerde belirgin bir büzülme veya boyun verme meydana gelirken, gevrek malzemeler büzülme görülmemektedir [6].



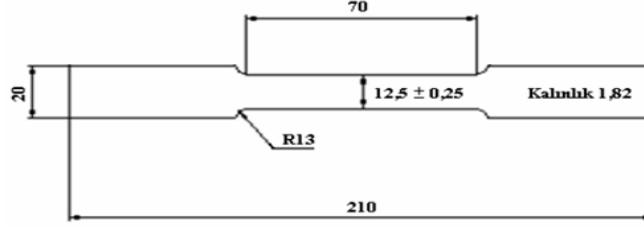
Şekil 3. Gevrek ve sünek malzemenin kırılması. a) Gevrek malzemenin kırılması b) Sünek malzemenin kırılması [7]

Şekil 3'de görüldüğü gibi sünek malzemelerin şekillendirilmesinde gevrek malzemelere oranla daha çok kesit daralması meydana geldiği görülmektedir.

3.DENEYSEL ÇALIŞMA

Yapılan çalışmada farklı sıcaklık ve deformasyon hızlarında çekme deneyine tabi tutulmuş olan AA 5754-O malzemenin deney esnasında gerçekleşen kırılma ile oluşan kesit alanındaki azalmanın ölçümleri, hem görüntü

işleme hem de geleneksel ölçüm yöntemi olan kumpas aracılığı ile belirlenmiştir. Ölçümlerde kullanılan kumpasın hassasiyeti %1 dir. Kullanılan deney numunelerine ait ölçümler Şekil 4’de verilmiştir. Malzemedeki alaşımların oranları da Tablo 1. de gösterilmiştir.



Şekil 4. Çekme deneyi numunesi ölçüleri [5]

Deneyler SHIMADZU marka tek eksenli çekme cihazında (Şekil 5) gerçekleştirilmiş olup deney numunelerinde meydana gelen uzamalar video tipi extonsometre ile ölçülmüştür. Yapılan deneylerde sırasıyla -60 , -30, 0 ,25 (oda sıcaklığı), 100 , 175 , 250 °C sıcaklıklar ile sırasıyla 5, 25, 125 ve 500 mm/dk çekme hızları kullanılmıştır.

Tablo 1. AA 5754 malzemesindeki elementlerin ortalama % oranları

Element	% Ağırlık	Element	% Ağırlık	Element	% Ağırlık
Al	96	Si	0,112	Sn	0,0027
Mg	3,17	V	0,0098	Cr	0,0023
Mn	0,51	Cu	0,0096	Zr	0,0015
Fe	0,163	Ti	0,009	Diğer	<0,001

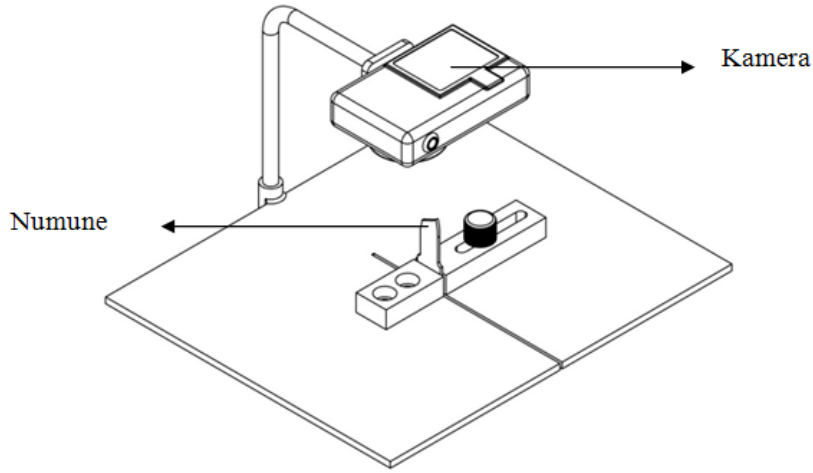


Şekil 5. Çekme deney tesisatının genel görünümü

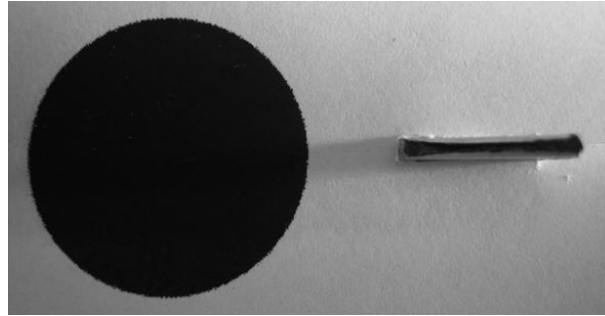
4.GÖRÜNTÜ İŞLEME

Çekme deneyi yapılarak kırılmış numunelerden görüntü alınabilmesi için öncelikle, kopma yüzeyleri siyah renge boyanmıştır ve bu işlem uygulanırken bütün kesitin doldurulmasına dikkat edilmiştir. Görüntülerin ölçülendirilebilmesi için Şekil 6'da verilen düzenek kesit daralmasının ölçümü için tasarlanmıştır. Sonraki aşamada Şekil 6'daki düzeneğe, numunelerin kopma kesitleri kamera merceğine dik bakacak şekilde sabitlenmiştir. Kopma alanına referans oluşturması için numunenin hemen yanına siyah renkte, alanını daha önceden bildiğimiz bir dairesel kesit eklenmiştir. Bunun sebebi, alanı bilinen kesitin ne kadar piksel kaplayacağını tespit etme ve böylece numunedeki kesit alan ile karşılaştırılmasıdır.

Numune resimleri 4 mega piksel dijital fotoğraf makinesiyle, yakın çekim ayarında, 2272 X 1704 çözünürlükte çekilmiştir. Yapılan çekimlerde görüntü kalitesinin sonucu değiştirildiği görülerek, ışığın yönü ve şiddeti kaliteyi en az etkileyecek biçimde ayarlanmış ve Şekil 7'de görülen görüntü elde edilmiştir.

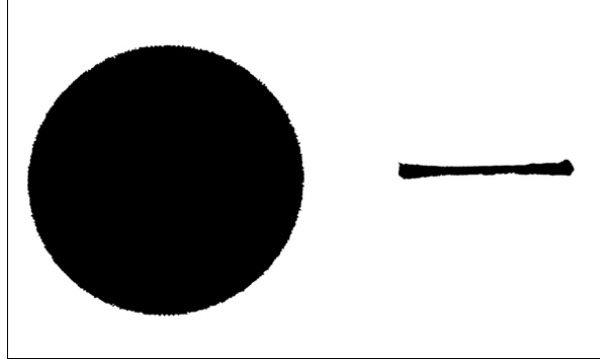


Şekil 6. Görüntü işleme ölçüm düzeneği



Şekil 7. Elde edilen gerçek görüntü

İkinci aşamada ise işlenmemiş görüntüler, yazılan program yardımıyla işlenmiş ve görüntüdeki nesnelere ayrıştırılmıştır. Bu işlemden sonra yalnız referans daire ile numunenin iz düşümü (kopma kesit alanının kamera merceğine dik bakan kısmı) kalacak şekilde filtrelenerek Şekil 8'deki görüntü elde edilmiştir.

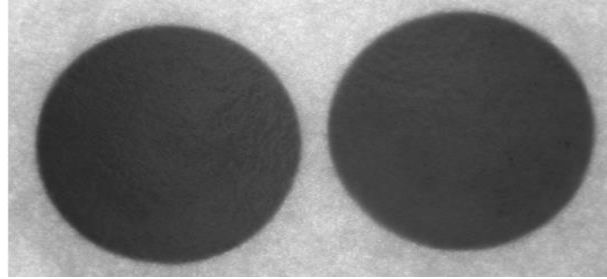


Şekil 8. Filtrelenmiş görüntü

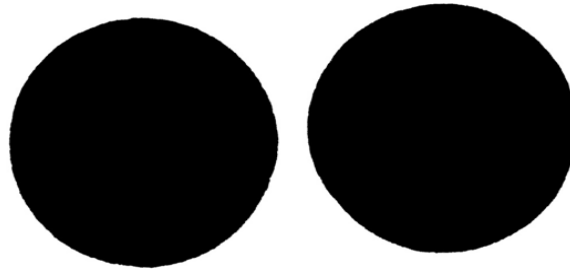
Elde edilen bu görüntü üzerinde referans dairesi ve kesit alanı numaralandırılarak cisimlerin alanları ve eşmerkezliliği hesaplanmaktadır. Burada eşmerkezlilik, alınan görüntülerin doğruluklarının tespitinde kullanılmaktadır. Bu yöntemde karşılaşılan başlıca zorluk alınan görüntüdeki alanların net bir şekilde ayrıştırılmasıdır. Ayrıca kırılan bölgedeki farklı açıdan yansıyan ışınların oluşturduğu renklenmeler ölçüm sırasında hatalara sebep olmaktadır. Bu yüzden ışıklandırma ve kopma kesit alanı ölçüm için önem arz etmektedir.

4.1. Ölçüm Yöntemindeki Hata Miktarının Tespiti

Ölçüm yönteminde yapılan hatanın ölçümü için kesit alanı bilinen numunelerin görüntü işleme yöntemi ile elde edilen kesit alanlarının gerçek alanları ile karşılaştırılması yapılmıştır. Buna göre Şekil 9'da numunenin çekilmeden önceki kesit görüntüsü, Şekil 10'da MATLAB programı ile işlenmiş görüntüsü ve Tablo 2'de kalibrasyon görüntüsüne ait ölçüm değerleri verilmiştir



Şekil 9. Ölçüm kalibrasyonu için referans nesneler



Şekil 10. Kalibrasyon görüntüsünün işlenmiş hali

Referans dairelerin alanı da 3 numaralı formülle hesaplanırsa:

$$\text{Referans Dairesi Alanı} = \pi r^2 = \pi \left(\frac{17}{2}\right)^2 = 226,98 \text{ mm}^2 \quad (3)$$

Tablo 2. Görüntü işleme yöntemi ile elde edilen kalibrasyon görüntüsü ölçüm değerleri

Numune	Kesit Alan (piksel)	Kesit Alanı (mm ²)	Eksantriklik (0-1)
1.Nesne	683083	Referans	0,15663
2.Nesne	683060	226,9724	0,13626

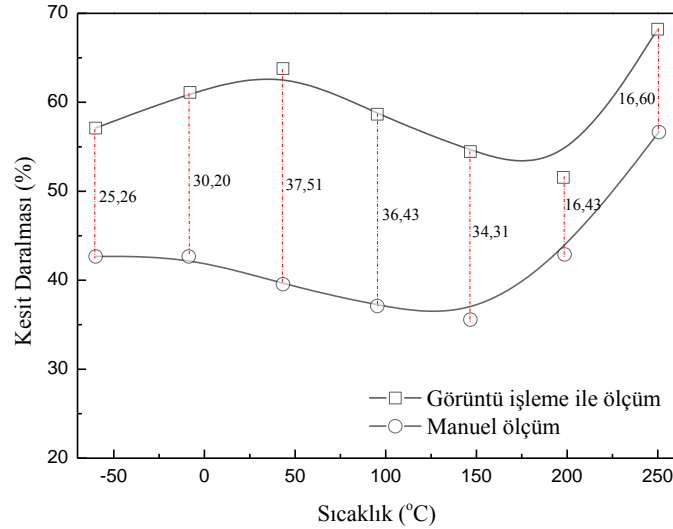
Bu değerlere göre 4 numaralı formülle hata oranı belirlenecek olursa:

$$\% \text{ Hata} = \frac{226,98 - 226,9724}{226,98} \cdot 100 = 3,3483 \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

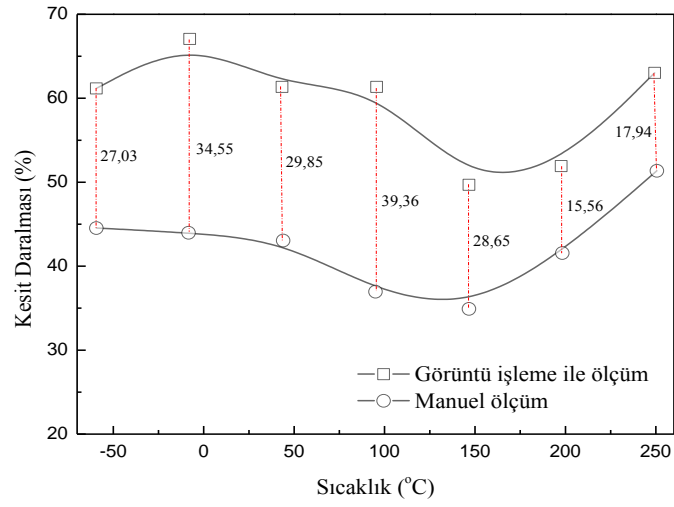
Bu değer referans alanının görüntü işleme yöntemi ile çok hassas bir şekilde ölçülebileceğinin göstergesidir. Elde edilen bu ölçüm hassasiyetinin açılı yüzeylerde elde edilmesi mümkün değildir. Ölçümlerde bir miktar daha hata payı olacaktır.

5.SONUÇ VE TARTIŞMA

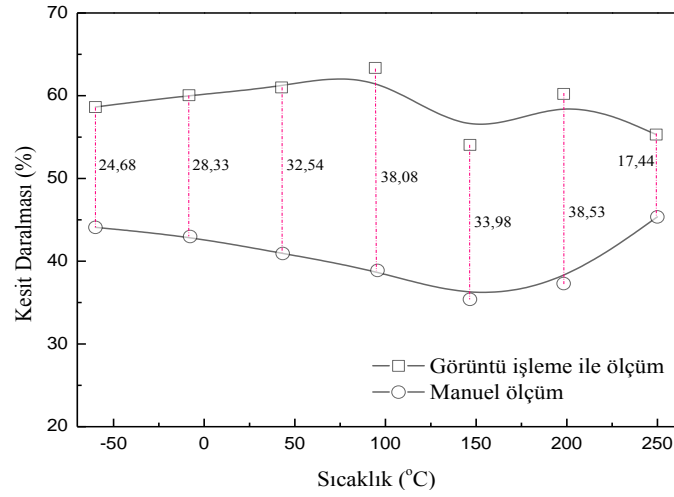
Çekme deneyi sonucunda elde edilen kesitlerin geleneksel yolla ölçümünde %1 hassasiyetli dijital kumpas kullanılmıştır. Karşılıklı kopma yüzey alanları kumpas ve görüntü işleme metodu ile ölçülerek farklı hızlardaki % kesit daralması ve hata oranları Şekil 11-14 arasındaki grafiklerde verilmiştir. Kumpasla ölçümlerde kesitin üç değişik yerinden alınan değerlerin ortalaması alınarak alan hesabında bu ortalama değerler kullanılmıştır.



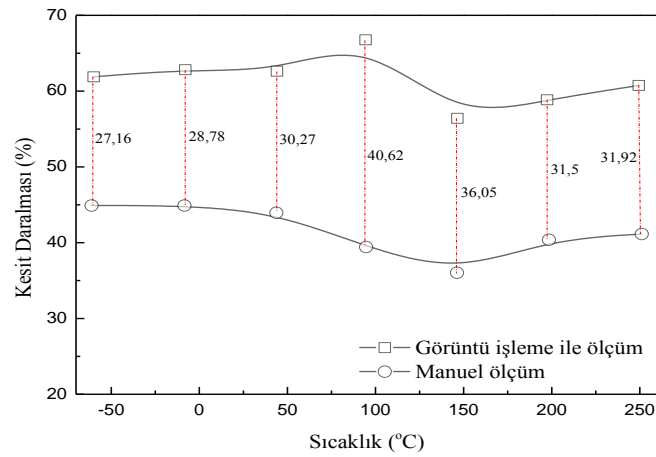
Şekil 11. 5 mm/dk hızında, sıcaklık değişimine göre % kesit daralması ve hata miktarları



Şekil 12. 25 mm/dk hızında, sıcaklık değişimine göre % kesit daralması ve hata miktarları



Şekil 13. 125 mm/dk hızında, sıcaklık değişimine göre % kesit daralması ve hata miktarları



Şekil 14. 500 mm/dk hızında, sıcaklık değişimine göre % kesit daralması ve hata miktarları

Verilen grafiklerde elle ölçüm (manüel) ve görüntü işleme yöntemi ile elde edilen kesit alanları karşılaştırıldığında, grafiklerin birbirine paralel olduğu görülmektedir. Ayrıca görüntü işleme ile elde edilen kesit alanlar, manüel ölçüme göre daha düşük değerlerde ölçülmektedir. Bundan dolayı % kesit daralması, görüntü işleme yöntemi ile elde edilen grafiklerde daha yüksek değerlerde oluşmaktadır. Bunun sebebi düzensiz kopma bölgelerinin izdüşümünün standart ölçüm aletleri ile ölçümünün zorluğundan kaynaklanmaktadır. Ayrıca manüel ölçümde farklı noktalardan ölçüm alınarak ortalama bir alan hesaplanmaktadır. Buna karşın görüntü işleme yöntemi ile kopma kesit alanının izdüşümü en küçük ayrıntısına kadar tespit edilmekte ve bu sayede daha hassas veriler elde edilmektedir. Buradan yola çıkarak grafiklerde manüel ölçüm ile elde edilen değerlerin daha düşük olmasının nedeni, kopma bölgesi kesit alanının eğimli olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu yeni teknik malzemenin anizotropisi, strain gage veya extensometre gibi ölçüm aletlerinin kullanılmasına gerek kalmadan belirlenebilmektedir. Bu anlamda çok büyük bir kazanım sağlanmış olmaktadır.

6.SONUÇ

Bu çalışmada; deney numunelerinin kırılma kesit alanları, görüntü işleme yöntemi ile hesaplanmıştır. Çekme deneyi sonunda kesit daralması elle ve görüntü işleme tekniğiyle ölçülmüştür. Ölçümler arasında ortalama %29,74 hata olduğu hesaplanmıştır. Sonuç olarak görüntü işleme yöntemi ile yapılan ölçümlerdeki hata oranının az olduğu ve ölçümlerde standart bir yöntem sağlandığı görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir. Proje No: 106M058, Proje Başlığı: “Sıcaklık ve Deformasyon Hızının Şekillendirilebilmeye Etkisinin Deneysel ve Teorik İncelenmesi”. Projeye desteklerinden dolayı TÜBİTAK’a en içten teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- [1] DEMİR, Ö., Matlab Gereçleri İle Görüntü İşleme Uygulamaları, Marmara Üniversitesi FBE. Y. L. Tezi., 2006.
- [2] SAR, I M., <http://www.mavis.com.tr/blog/?m=2010&paged=2>, 12 Eylül 2010.
- [3] BAL, H., Kamera İle Görüntü İşleme Teknikleriyle Malzeme Tane Büyüklüğü Analizi, Gazi Üniversitesi FBE Y.L. Tezi Makine Müh. A.B.D., 2006.
- [4] ASMAZ, K., Görüntü İşleme İle 2 Boyutlu Cisimlerden Grafik Modeller İçin Veri Eldesi, Yıldız Teknik Üniversitesi FBE Y. L. Tezi. Makine Müh. A.B.D, 2006.
- [5] YILMAZ, A., Kamera Kullanarak Görüntü İşleme Yoluyla Gerçek Zamanlı Güvenlik Uygulaması, Haliç Üniversitesi FBE Y. L. Tezi. Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri-Bilgisayar ve Kontrol, 2007.
- [6] BEER F., JOHNSTON E. R., Cisimlerin Mukavemeti (Çeviri), Beta Yayınevi, İstanbul, 2003.
- [7] PEKEL, H., Sıcaklık ve Çekme Hızının AA 5754-O Sacların Şekillendirilebilirliğine Etkileri , Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.