



Makale / Research Paper

Görüntü İşleme Teknikleri ile Rulo Sac Hassas Doğrultmada Silindir Konumlarının Belirlenmesi

Oğuz KOÇAR^{1a*}, Sedat DİKİCİ^{2b}, Hasan UÇAR^{3c}, Erhan BAYSAL^{4d}

^aZonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak/TÜRKİYE

^bZonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak/TÜRKİYE

^cZonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak/TÜRKİYE

^dZonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Alaplı Meslek Yüksekokulu, Makine Programı, Zonguldak/TÜRKİYE
oguz.kocar@beun.edu.tr

Received/Geliş: 04.01.2021

Accepted/Kabul: 17.02.2021

Öz: Çelik servis merkezlerinde bobin şeklindeki sac malzemelerin istenilen boy ve genişlikte kesilmeden önce açılmasında hassas doğrultma en çok kullanılan yöntemdir. Bunun sebebi sac malzeme kusurlarının ve artık gerilmenin giderilmesinin gerekmesidir. İstenmeyen bu durumların giderilememesi halinde yarı mamulden mamule geçiş operasyonların başarısızlığa neden olmaktadır. Buna ek olarak hurda miktarı ve ürün maliyetinde artış meydana gelmektedir. Hassas doğrultma işleminde rulodan açılan sac malzeme bir dizi silindirin arasından geçirilir. Hassas doğrultma işleminden istenilen ürün kalitesinin elde edilebilmesi için sac malzeme kusurlarına ve malzeme özelliklerine göre silindirlerin konumlandırma ayarlarının hassas yapılması gerekmektedir. Fakat mevcut durumda hassas ayar operatörler tarafından deneme yanılma yoluyla belirlenmektedir. Bu çalışmada görüntü işleme teknikleri kullanarak rulodan açılan sac malzemenin üzerindeki kusurlar belirlenmiştir ve operatörlerin silindirlerin daha hassas konumlandırılmasında yardımcı olması amaçlanmıştır. Çelik sac merkezinden temin edilen sac malzeme üzerindeki kusurların belirlenmesi için kurulan düzenek aracılığı ile farklı farklı zamanlarda görüntüleri alınmıştır. Böylece farklı aydınlatma şartlarında ki yüzey kusurlarının histogramı aynı seviyeye gelmesi sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre görüntü işleme tekniklerinin sac malzeme üzerindeki kusurların belirlenebileceği görülmüştür. Böylece deneme yanılma sırasında ortaya çıkan hurda miktarının ve silindirlerin hassas konumlandırma sürelerinin azaltılması hedeflenmiştir. Sac malzemedeki kusurların belirlenmesinde görüntü işleme teknikleriyle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçların uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hassas doğrultma; rulo sac; görüntü işleme; çelik servis merkezi.

Determination of Cylinder Positions in Coil Sheet Precision Straightening Process by The Method of Image Processing Techniques

Abstract: In steel service centers, precision straightening is the most common used method for opening coil-shaped sheet materials before cutting them to the desired length and width. To eliminate layer sheet material defects and residual stress, precision straightening method must be used. If these undesirable situations cannot be eliminated, the transition from semi-finished products to finished processes will cause malfunction. In addition, there is also an increase in the amount of scrap and the cost of products. In the precision straightening process, the coil sheet material unrolled from the roll is passed through a series of rollers. To complete the whole process successfully, it is required to position cylinders setting precisely. However, the precise setting is determined by the operators through the way of trial and error currently. In this study, defects on the sheet metal opened from the coil were determined using image processing techniques and it was aimed to support the operator for the positioning correct settings of the cylinders. Images were taken at different times by means of the mechanism established to determine the defects on the sheet material supplied from the steel sheet center. Thus, the histogram of surface defects under different lighting conditions was provided to be at the same level.

Bu makaleye atf yapmak için

Koçar O., Dikici S., Uçar H., Baysal E., "Görüntü İşleme Teknikleri ile Rulo Sac Hassas Doğrultmada Silindir Konumlarının Belirlenmesi" El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi 2021, 8 (2); 604-617.

How to cite this article

Koçar O., Dikici S., Uçar H., Baysal E., "Determination of Cylinder Positions in Coil Sheet Precision Straightening Process by The Method of Image Processing Techniques" El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2021, 8 (2); 604-617.

ORCID ID: *0000-0002-1928-4301; ⁰0000-0001-8906-1245; ⁰0000-0001-9504-6818; ⁰0000-0002-2767-8722

According to the results, it was seen that the defects of image processing techniques on sheet material can be determined. Thus, it is aimed to reduce the amount of scrap generated during trial-and-error process and reduce the duration of the precise positioning time of the cylinders. The results obtained with image processing techniques were compared to determine the defects in sheet metal. According to study, it has been determined that the results are consistent.

Keywords: Roller levelling; coil sheet metal; image processing; steel service center.

1. Giriş

Çelik, imalat sanayinin bütün alanlarında; ulaşım, inşaat, beyaz eşya ve diğer sektörlerin temel yapı taşıdır. Bundan dolayı demir çelik üretim ve tüketim büyüklüğü sanayileşmenin temel göstergeleri arasında yer aldığı gibi küresel kalkınmanın da merkezinde yer almaktadır [1-3]. Ayrıca kişi başına tüketilen yassı çelik oranı ülkelerin gelişmişlik kriterleri arasında gösterilmektedir. Bu yüzden yıllara göre çelik tüketim oranlarından tüketimle ilgili tahminlere, demir cevherinin tedarikinden hurda malzemenin toplanarak geri dönüşümüne kadar çelikle ilgili alanlarda çalışmalar yürütülmektedir.

Çeliği bütün sektörlerin bir parçası yapan en önemli iki özelliğinden biri yüksek dayanıma sahip olması diğeri farklı mekanik özellikler kazandırılabilmesidir. Bunun için çelikhanelerde sıvı ham demir, istenilen kaliteye göre, çeşitli alaşımlar kullanarak saf oksijen üfleme yöntemiyle karbon oranı azaltılarak sıvı çeliğe dönüştürülür. Sonraki aşamada sıvı çelik sürekli döküm tesislerinde kalıplara kesintisiz olarak dökülerek istenilen ebatlarda katılaştırılır ve slab-kütük adı verilen yarı mamuller elde edilir. Kütükten uzun ürün (kangal) ve slaktan yassı sıcak ürün (bobin, levhalar) elde edilir. Sıcak haddehanede üretilen bobinler (1.2-25 mm), soğuk haddehanede haddelenerek daha ince hale getirilir ve soğuk ürün (0.2-2 mm) üretilir. Soğuk ürün, talebe göre galvanizli ya da kalay-krom kaplı ambalaj çeliği haline getirilir. Saclar üretim şekillerine göre sıcak haddelenmiş (siyah sac), soğuk haddelenmiş (DKP saclar) ve haddelendikten sonra çinko kaplanmış (galvanizli saclar) olarak adlandırılmaktadır [4]. Şekil 1’de sıcak haddeden sonra soğuk haddelemeye sevk edilen bobinler görülmektedir.



Şekil 1. Bobinlerin bekleme alanlarına sevk edilmesi.

Bobinler farklı kalınlık ve genişliklerde üretildikten sonra stok alanlarında bekletilmektedir. Üretim sırasında veya stok alanında beklerken sac malzemede deformasyonlar oluşabileceği gibi bobin şeklinde sarıldığı için bombe şeklinde kusurlar da oluşabilmektedir. Daha sonra bobinler istenilen boy ve genişlikte kesilerek levha haline getirilmek üzere çelik servis merkezlerine sevk edilirler.

Sac malzemede dalgalanma, kenarlarda veya ortada bombe, kıvrılma ve oluk gibi birçok kusurlar bulunabilir [5, 6]. Bobinler açılarak istenilen boy ve genişlikte kesilmeden önce sac malzemede oluşan deformasyonları düzeltmek ve kalıntı gerilmelerini gidermek için doğrultma işlemi yapılmaktadır [7]. Hassas doğrultma, sac ruloların açılması ve açıldıktan sonra bir dizi çalışma silindiri arasından geçirilerek düzleştirilmesi işlemidir. Morris ve arkadaşları (2001) yapmış oldukları çalışmada yarı mamul halindeki sac malzemede bulunan kusurların ve eğriliklerin malzemenin mekanik özelliklerini etkilediklerini göstermiştir [8]. Bu nedenle hassas doğrultmada hem kusurların giderilmesi hem de artık gerilme dağılımının dengelenmesi istenir. Bu iki hedefin sağlanabilmesi için malzemenin akma ve çekme gibi mekanik özelliklerinin bilinmesinin yanı sıra rulo sac açılım esansında operatör tarafından kusurların belirlenmesi ve silindirleri buna göre konumlandırması gerekmektedir.

Bu çalışma, sac malzemenin var olan kusurlarını belirlemek için görüntü işleme teknikleri kullanarak silindirlerin konum hassasiyetine yardımcı olmayı hedeflemektedir. Sac malzeme önce enine ve boyuna yedi parçaya bölünmüş sonra sac malzemede bulunan dalgalanma, bombe vb. kusurlar belirlenmiştir. Bu sebeple sac malzemenin kalitesinin artması, yarı mamul sırasındaki işlemlerin başarıya ulaşma oranını yükselterek hurda sayısı ve maliyeti azaltabilecektir.

2. Materyal ve Metot

Karadeniz Ereğli’de yer alan Erdemir Demir Çelik fabrikası Türkiye’nin en büyük entegre yassı çelik üretim tesisidir. Erdemir sıcak haddelenmiş yassı çelik, soğuk haddelenmiş yassı çelik ve kaplamalı yassı çelik ürünler olmak üzere farklı kalitelere sahip geniş bir ürün çeşitliliğine sahiptir. Erdemir yaklaşık 4 milyon ton ham çelik ve yaklaşık 5 milyon ton nihai ürün kapasitesine sahiptir ve bölgede yassı çelik ile ilgili yan sanayinin gelişmesine de katkıda bulunmuştur. Bunlardan en önemlisi çelik servisleridir. Bölgede faaliyet gösteren bu firmalardan biri olan Tatmetal yassı çelikler için asitleme, soğuk haddeleme, galvanizleme ve boyama entegre üretim tesislerine sahiptir. Özellikle yassı galvanizlenmiş çelik üretimiyle dikkat çekmektedir. Galvanizli çelik otomotiv, beyaz eşya, inşaat ve yapı sektörlerinde çok tercih edilmektedir. Tat Metal, entegre tesislerinde yassı çeliğe nihai özelliklerini kazandırmasıyla birlikte istenilen ölçülerde dilimleme işlemi yapmakta ve müşterilerine ulaştırmaktadır. Şekil 2’de Tatmetal hassas doğrultma hattı görülmektedir.



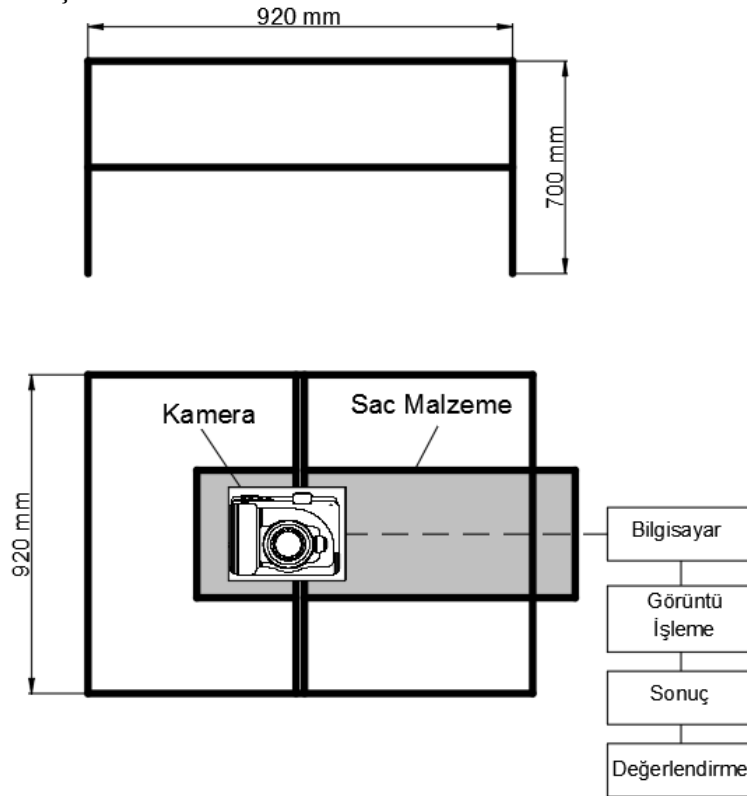
Şekil 2. Hassas doğrultma hattı.

Yapılan çalışmada galvanizli sac malzeme kullanılmıştır. Galvanizli sac malzeme 1.18 mm kalınlığında ve 355 mm genişliğinde olarak Tat Metal doğrultma ve dilimleme tesislerinden temin

edilmiştir. Ayrıca tesislerde hassas doğrultma makinesi ile ilgili incelemeler yapılmıştır. Hassas doğrultma işlemi aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır;

- Rulo sac malzemenin hassas doğrultma hattına getirilmesi ve hatta yerleştirilmesi
- Operatör tarafından sac malzeme üzerindeki kusurların belirlenmesi
- Belirlenen kusurlara göre hassas doğrultma silindirlerinin konumlandırma ayarının yapılması
- Sistemin çalıştırılarak sac kalitesinin kontrol edilmesi
- Sac kalitesi onaylandıktan sonra seri bir şekilde hassas doğrultma işleminin yapılması ve sac malzemenin istenilen boylarda kesilmesi.

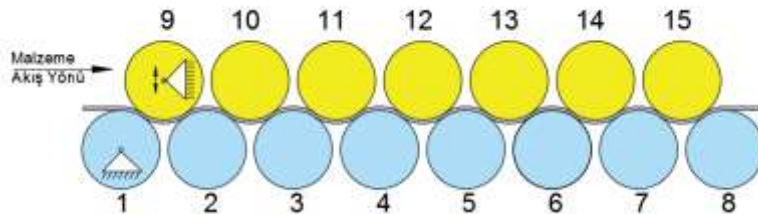
Hassas doğrultma hattına benzer olarak Şekil 3'te ölçüleri verilen şasi yapılmıştır. Tat Metal'den alınan numuneler alt kısma yerleştirilerek günün farklı saatlerinde fotoğrafları alınmıştır. Daha sonra görüntü işleme teknikleri kullanarak sac malzeme üzerindeki kusurlar belirlenmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır.



Şekil 3. Deney Düzeneği

2.1 Hassas Doğrultma İşlemi

Hassas doğrultma işlemi, rulodan açılan sac metal şeridin makineden geçerken bir dizi tekrarlanan bükme işlemine maruz bırakılmasıdır. Bükme işlemindeki amaç sac malzemedeki kusurların en aza indirilmesi ve artık gerilmelerin dengelenmesini içeren elastik-plastik bükme işlemidir.

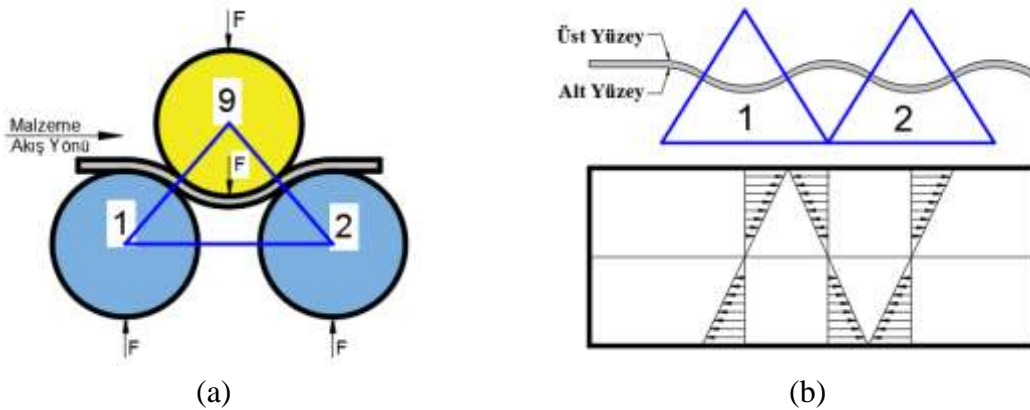


Şekil 4. 15 Hassas doğrultma sistematik görüntüsü

Hassas doğrultma işleminin istenilen ürün kalitesi giriş parametrelerine son derece duyarlıdır. Ayrıca bu parametrelerin optimizasyonu için malzeme özelliklerinin bilinmesinin yanı sıra malzeme kusurlarının da etkili bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir [9].

Şekil 4'te 15 silindirli hassas doğrultma makinesinin temsili gösterimi bulunmaktadır. Şerit malzeme akış yönü sol taraftan sağ tarafa doğrudur. Alt silindirler (1-8) sabit pozisyonadadır. Üst silindirler (9-15) yatayda sabittir ve dikey yönde sac malzeme üzerindeki kusurları düzleştirmeye yarayan bükme açısı için ayarlanabilir.

Her üçlü silindir grubu arasında sac malzemeye bükme işlemi uygulanmaktadır. Bu üç silindirden oluşan alan yük üçgeni veya bükme üçgeni olarak adlandırılır (Şekil 5 a) [10]. Yük üçgeninde bulunan silindirlerin arasında ki mesafe ayarlanırken malzeme özellikleri ve malzeme kusurları göz önünde bulundurulmalıdır [11, 12]. Hassas doğrultma makinelerinde birçok sistem mevcut olmakla birlikte ele alınan örnekte ilk yük üçgeni genellikle şerit malzemeye aşırı gerilme uygulamak için kullanılır. Hassas doğrultma makinesinin ilk yük üçgeni (1, 2 ve 9) ve son yük üçgeni (7, 8 ve 15) uygun çalıştırıcılar olarak kabul edilir. İlk ve son yük hücrelerinin konumları ayarlanabilmektedir. Sac malzeme silindirlerin arasından geçerken üst ve alt yüzeyler basma/çekme gerilmelerine maruz bırakılır. Şekil 5.b'de sac malzeme üst yüzeyinin birinci yük üçgeninde basmaya, yük hücreleri arasında çekmeye ve ikinci yük hücrelerinde tekrar basmaya maruz kaldığı görülmektedir. Bu işlem son silindire kadar devam etmekle beraber ilk yük hücresi ile son yük hücresi arasında sac malzeme üzerine uyguladıkları kuvvet arasında fark vardır.



Şekil 5. a) Yük Üçgeninin gösterimi b) Sac malzeme bükülmesinin şematik gösterimi

Yük hücreleri için ayar yapıldıktan sonra sac malzemedeki kusur tipine göre üst silindir grubunda her bir silindir için ayar yapılması gerekmektedir. Şekil 6 a'da orta kısmı bombe yapmış kusurlu bir sac malzeme görülmektedir. Bu durumda silindirin sac malzemeye uyguladığı kuvvet kenarlarda az, orta kısımda daha fazla olmalıdır. Bunun için Şekil 5 b'de görülen silindirde 1 ve 7 numaralı bölgelere daha az kuvvet uygulanırken 2 ve 6 numaralı bölgelere daha fazla kuvvet uygulanmalıdır ki sac malzeme düzleşsinsin.

Şekil 7'de Zonguldak Ereğli bölgesinde faaliyet gösteren Tatmetal Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de bulunan hassas doğrultma makinesi kontrol ünitesinin ekranı görünmektedir. İşaretli kısımlar giriş ve çıkış yük üçgenlerinin kontrolü için kullanılmaktadır. Ve giriş yük üçgenine yüksek kuvvet uygulanarak malzeme üstündeki gerilim artırılırken, çıkış üçgeninde ise kuvvetin azaltıldığı görülmektedir. Arada kalan yedi sütun ise hassas ayar yapmak ve malzeme üzerindeki kusurları gidermek için kullanılmaktadır. Bu kısım incelendiğinde ise üçüncü bölgede sac malzemenin bozuk olduğu ve o yüzden üçüncü bölgenin ayarının değiştirildiği görülmektedir. Özellikle ince ayarlar yapılırken operatörün sac malzeme üzerinde bulunan kusurları tespit etmesi ve buna göre ayarları yapması gerekmektedir. Bunun için rulo hassas doğrultma makinesine yerleştirildikten sonra, rulo açıcı yardımıyla bir miktar açılır. Sonra operatör sac malzemeyi incelemek için ilgili kısma giderek

gözlem yapar. Ve burada ki gözlemlerine göre ince ayarlar yapılır. Deneme amaçlı olarak sac malzeme silindirler arasından geçirilerek operatör tarafından onay alması durumunda istenilen boylarda kesme işlemi başlar. Eğer yapılan ayarlarla sac malzemedeki kusurlar giderilememişse o kısım hurdaya ayrılarak tekrar ayar yapılır. Bu işlem her rulo için tekrarlanmaktadır.



Şekil 6. Hassas doğrultma makinesi kontrol ünitesi

2.2 Sayısal Görüntü İşleme

Sayısal görüntü işleme, görüntülerin bilgisayar vb. dijital ortamlara aktarılması ve çeşitli işlemlere maruz bırakılmasını içeren yöntemlerdir [13]. Reel görüntüler, bilgisayar ortamına aktarılırken, piksel denilen en küçük tanecikli yapılarla bir araya getirilir. Görüntüyü oluşturan tüm pikseller, belirli bir renk veya gri seviye değerini ifade ederler. Yan yana ve alt alta piksellerin bir araya gelmesi ile bir sayısal görüntü meydana gelir. Bilgisayar ortamında görüntüler, piksel değerlerini ifade eden elemanların oluşturduğu bir matris olarak tanımlanır. Sayısal görüntüye ait pikselleri ifade eden matris elemanları ise $2^8 = 256$ farklı gri seviye değerine sahiptir. Piksel değeri 0 olan bir eleman siyah görüntü gri seviyesini temsil ederken, 255 piksel değeri ise beyaz gri seviye değerini temsil etmektedir. Piksel değeri 0'dan 255'e doğru gittikçe gri seviyenin açıklığı artmaktadır.

Bu teknoloji, araç plaka tanıma, ortalama hız tespiti [14], bir ortamdaki kişi yoğunluğu hesaplama [15], yüz, plaka ve nesne tanıma [16-21], nesne takibi [22], insansız hava araçları [23], otomasyon [24, 25], sürdürülebilir tarım [26], tıp [27- 29] ve daha birçok farklı alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Görüntü işleme teknikleri imalat sektöründe de birçok uygulama alanına sahiptir. Çağıl ve Yıldırım (2020) yaptıkları çalışmada Google Colab Platformu, Python Programlama Dili, OpenCV kütüphanesi kullanarak bir firmada, kapı, pencere montaj projelerinde kullanılmakta olan aksesuarların adedini belirlemek üzere görüntü işleme ve derin öğrenmeye dayalı nesne tespiti kullanmıştır. Özellikle montaj hattında yeni işe başlayan işçilerin ürünler ve ürün kodlarını öğrenene kadar geçecek zamanda hataların azaltılması hedeflenmiştir [30]. Diğer bir çalışmada görüntü işleme tekniği ile resim üzerindeki sınır koordinatları belirlenerek CNC tezgâhları için G kodu üretiminde kullanılabileceği belirtilmiştir [31]. Diğer bir çalışmada yüksek dayanımlı çeliklerde geri esneme açısının malzeme üzerindeki yük kaldırıldıktan sonra ölçülebildiği belirtilerek yük altında ve yük kaldırıldıktan sonra ölçüm yapmaya imkân veren bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntemle göre proses süresince numunelerin görüntüleri kaydedilerek pres alt/üst ölü noktadayken ve pres kalktıktan sonraki geri esneme açıları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar

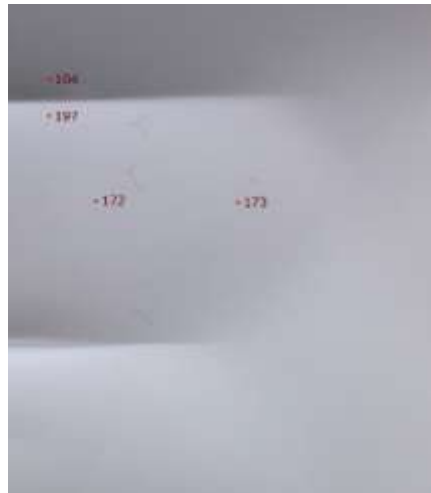
kullanıldığında simülasyon sonuçlarında %20 iyileşme sağlandığı belirlenmiştir [32]. Horozoğlu (2013) yapmış olduğu çalışmada tornalama işlemi uygulanan iş parçasının mikroskop görüntüsü alınarak gri tonlama yapmıştır [33]. Sonuçları deneysel ölçümlerle karşılaştırarak %75 oranında benzerlik tespit etmiştir. Duman ve arkadaşları [34] görüntü işleme tekniklerinin Eklemeli İmalat alanında kullanımına dikkat çekerek yöntemin ergime oluşumu ve toz sermede meydana gelen hataların belirlenmesinde kullanıldığını belirtmiştir. Dhanasekar ve arkadaşları (2007) yaptıkları çalışmada yüzey pürüzlülüğünün ve yüzey pürüzlülüğünün ölçümünün büyük önem taşıdığını belirterek görüntü işleme teknikleriyle monokromatik leke (benek) korelasyonuna dayalı yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi konusunda çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, işlenmiş yüzeylerdeki lazer ışığının sebep olduğu bağdaşık benek dağılım şekline dayalı yüzey pürüzlülük ölçümüne deneysel bir yaklaşım sunmuşlardır [35].

Görüntü işleme uygulamalarında farklı programlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada, görüntü işlemede en yaygın olarak kullanılan programlardan biri olan Matlab görüntü işleme kütüphanesi fonksiyonlarından yararlanılarak, görüntü işleme gerçekleştirilmiştir

3. Sac Malzemenin Görüntü İşleme ile İncelenmesi

Rulodan açılan sac malzemenin sahip olduğu kusurları inceleyebilmek için sacın doğrultma işleminden önce, üstten görüntüsünü alacak şekilde bir kameralı alana yerleştirilmesi gerekmektedir. Sac malzemenin rulo şeklinde sarılması ve uzun süre bu şekilde bekletilmesi, orta kısmında, uç kısımlarda veya kenarlarda bombe verme şeklinde bölgesel ya da genel kusurlara neden olmaktadır. Söz konusu kusurlar, sacın görüntüsündeki gri seviye değerlerinin farklılaşması şeklinde görülebilir. Şekil 8'de sacın sahip olduğu kusurların, görüntüdeki gri seviye değerlerine etkileri gösterilmiştir. Yamukluğun iki tarafında, sacın düz bölgelerine göre daha yüksek ve daha düşük gri seviye değerleri vardır. Mevcut kusurların şiddeti arttıkça gri seviye değerleri arasındaki farklar da artacaktır.

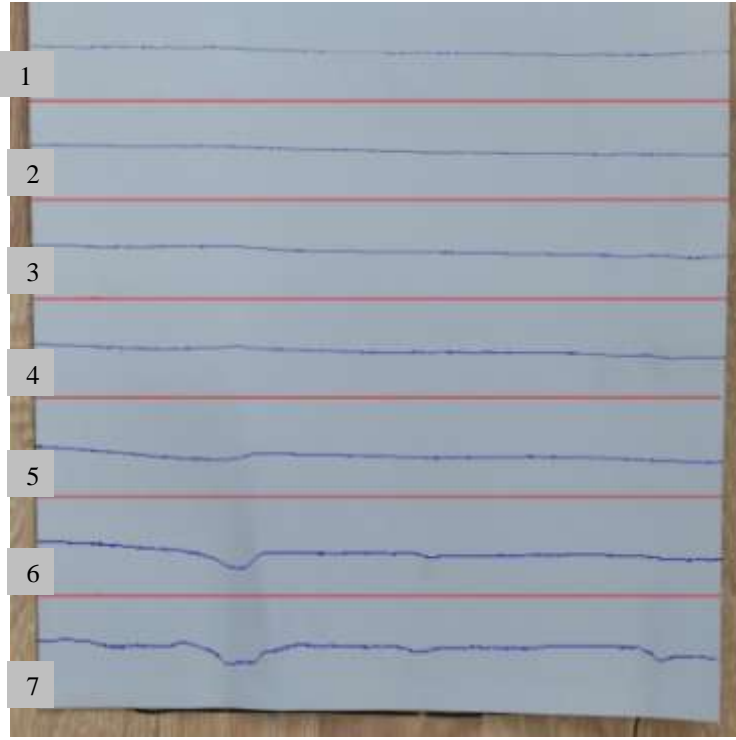
Kullanılan hassas doğrultma makinasının sahip olduğu silindirler yatay ve dikey olarak 7 sıra halinde konumlandırılmıştır. Söz konusu silindirlerin uygulayacağı kuvvete göre sac malzemede düzeltme işlemi gerçekleştirilmektedir.



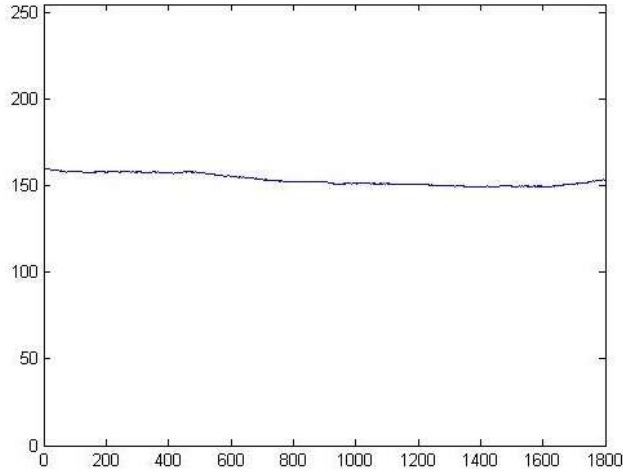
Şekil 8. Sac malzeme kusurları ve gri seviye etkileri

Kusurların fazlalığına göre silindirlerin uygulayacağı kuvvet değeri değişecektir. Silindirlerin uygulayacağı kuvveti belirleyebilmek için sacın görüntüsündeki gri seviye dağılımlarını gösteren işaretler üretilmektedir.

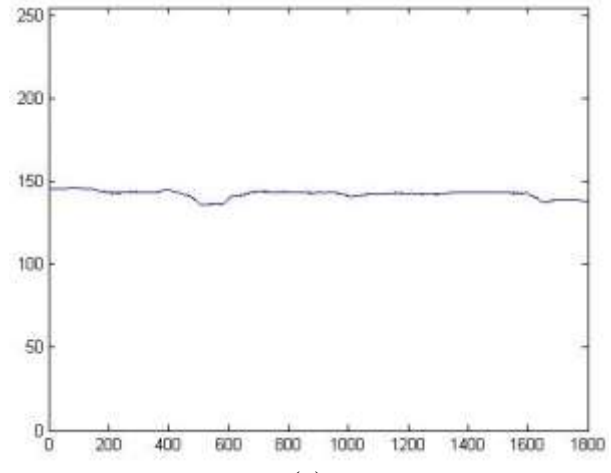
Şekil 9.a’da dikey olarak 7 farklı bölgeye ayrılmış bir sac ve her bölgedeki gri seviye değerlerini ifade eden işaretler gösterilmektedir. Bu durum bize sac malzemedeki kusurların bölgesel olarak değiştiğini göstermektedir.



(a)



(b)



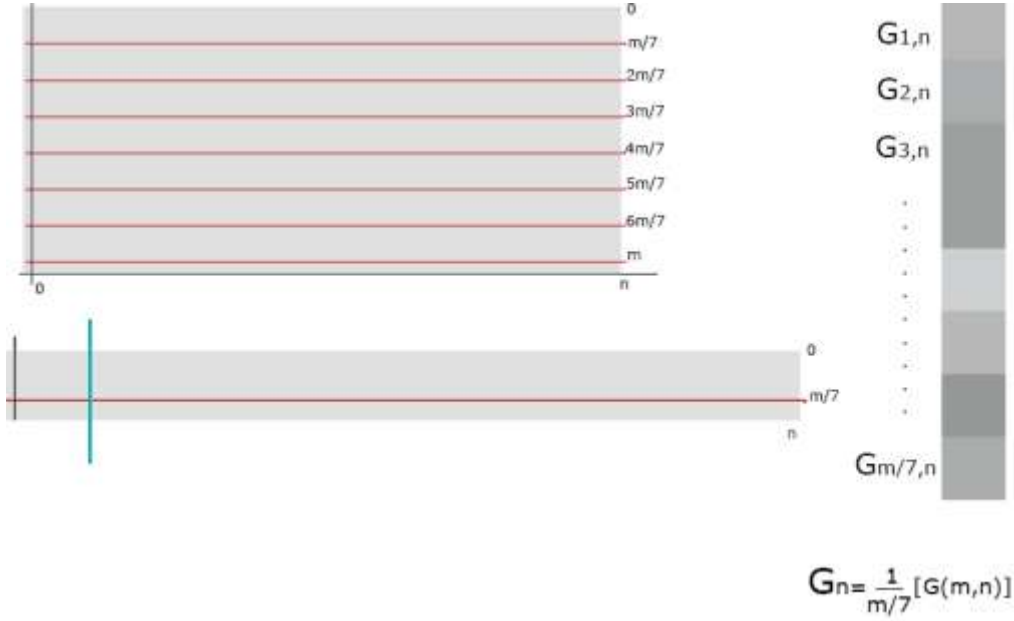
(c)

Şekil 9. a) Sacın dikey bölgelerindeki gri seviye işaretleri b) En alt bölmedeki gri seviye dağılımı c) En üst bölmedeki gri seviye dağılımı

Sacın ayrı ayrı incelenen 7 bölgesindeki gri seviye değerlerini ifade eden işaretler alınırken, söz konusu kusurlar, bir tepe ve çukur şeklinde gözlemlenir. Bu tepe ve çukurları ifade eden grafiklerin elde edilmesi, aynı bölge içerisindeki dikey piksellere ait gri seviye değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmaktadır (Şekil 10). Her bir sütundaki gri seviye değerleri toplanarak o bölgedeki sütun piksel sayısına bölünür ve sinyalin o sütundaki değeri elde edilir.

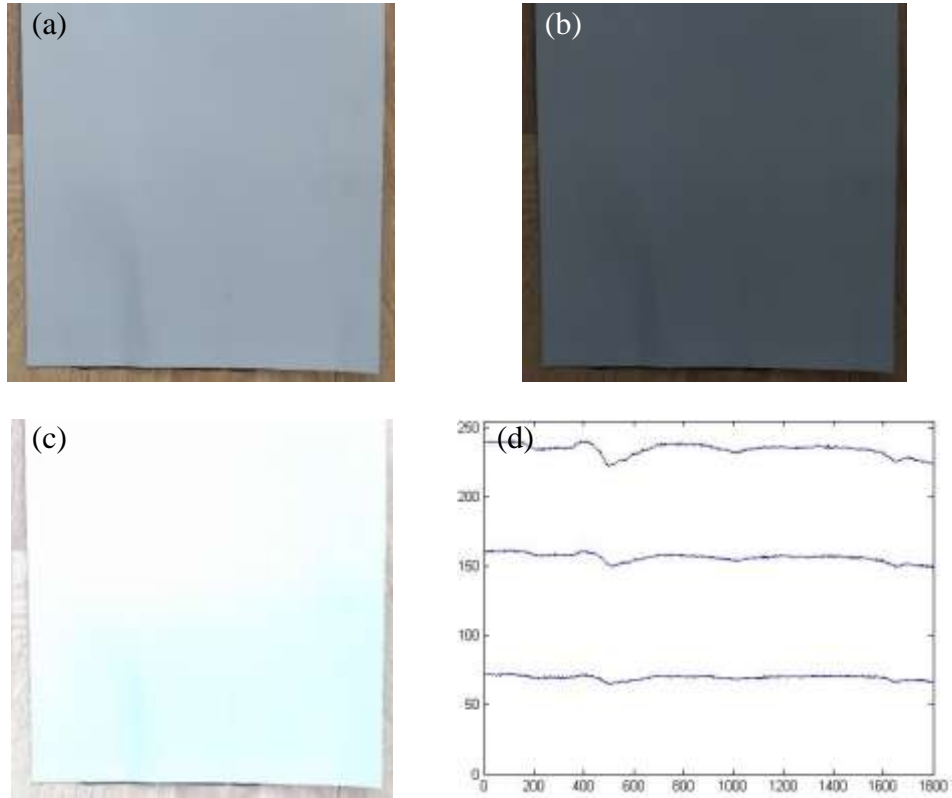
Burada “G” iki boyutlu görüntü sinyalini, “m” satır indisini ve “n” ise sütun indisini ifade etmektedir. Şekil 9 b’de sacın en üstündeki bölgenin ve Şekil 9 c’de sacın en alt bölgesindeki gri seviye dağılımı görülmektedir. Yamukluğun alt bölgede daha fazla olduğu, yukarıya çıkıldıkça azaldığı hem sacın görüntüsünden hem de elde edilen işaretlerden anlaşılmaktadır.

$$G_n = \frac{1}{m/7} [G(m, n)] \quad (1)$$



Şekil 10. Bölgelerdeki Gri Seviye Sinyallerinin Elde Edilmesi

Sacın gri seviye işareti, görüntü alımı esnasında ortamdaki aydınlatmaya göre de değişebilmektedir. Şekil 11’de aynı sacın gün içinde 3 farklı zamanda farklı aydınlatma koşullarında görüntüleri elde edilmiştir. Aydınlık ortamda görüntünün histogramı 255 değerlerinde yoğunlaşacağı için gri seviye farklılıkları az olacaktır. Karanlık ortamda ise, kusurun ışık alan kısmı ile daha az ışık alan kısmı arasındaki aydınlanma şiddeti artacağı için gri seviye farklılıkları da artacaktır.



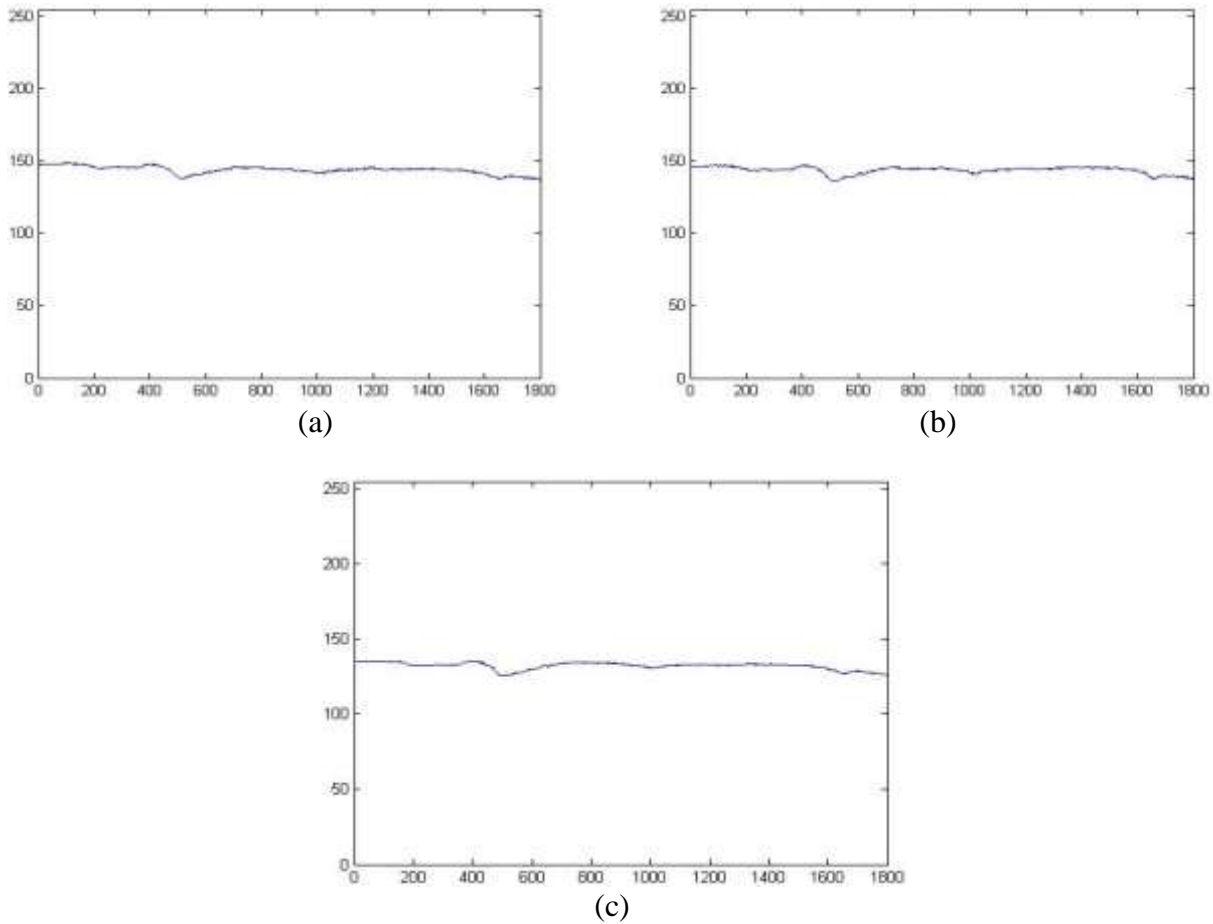
Şekil 11. a) Orta Aydınlıklı Ortam b) Karanlık Ortam c) Yüksek Aydınlıklı Ortam d) Çeşitli Aydınlatma Ortamlarında Aynı Sacın Gri Seviye İşaretleri

Farklı aydınlatma koşullarında kusurların olduğundan daha yüksek ya da daha düşük görülmesi olasıdır. Bu durumda, tüm ortamlar için sacın histogramının aynı gri seviye değerine çekilmesi gibi bir çözüm sunabilir. Tüm piksellere ait gri seviye değerleri, 128 değeri etrafına çekilerek, yüksek gri seviye değerlerindeki farklılıklar artacağı gibi düşük gri seviye dağılımlarında da farklılıklar azalacaktır.

$$Ort = \frac{1}{m \times n} \sum \sum G(x, y) \quad (2)$$

$$G(x, y) = \frac{128}{Ort} G(x, y) \quad (3)$$

Burada, m görüntünün yatay piksel sayısını, n ise dikey piksel sayısını ifade etmektedir. Ort değeri ise görüntüdeki tüm piksellerin gri seviye değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir. Görüntüdeki tüm piksel değerleri, $128/Ort$ ile çarpılarak histogram ortalaması 128 değeri etrafına yaklaştırılmış olur. Bu işlemten sonra Şekil 9'da gösterilen ve 3 farklı ortamdaki sac görüntüsüne ait gri seviye işaretleri Şekil 12'de gösterildiği gibi elde edilir.

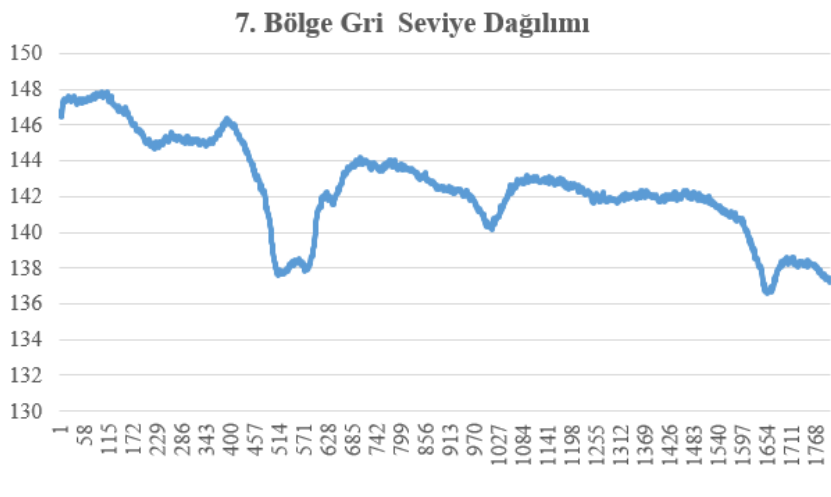


Şekil 12. Aynı sacın farklı ortamlardaki görüntülerinin düzenlenmesi ile benzer gri seviye işaretlerinin elde edilmesi

Sacın her koşulda aynı kusurları için benzer işaretlerin elde edilmesinden sonra, her dikey düzlemdeki silindirlerin uygulayacağı kuvvet ayarlanabilmektedir. Ayrıca söz konusu yamukluğun konumu da gri seviye işaretlerinden anlaşılacağı için yatay olarak hangi silindirlerin ne şiddette bir kuvvet uygulayacağı da ayarlanabilmektedir.

Şekil 13'de 7. bölgesinde (sac malzemenin uç kısmı) bulunan kusurlar için gri seviye bölgeleri görülmektedir. Ayrıca sac malzeme üzerinden kırk noktadan 0.005 hassasiyete sahip dijital kumpas kullanılarak 5 tekrarlı şekilde ölçümler yapılarak Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1’de görüntü işleme sonuçları referans noktasına göre gri seviyelendirme referans noktasına göre mm’ye göre çevrilerek verilmiştir. Bunun için sac malzemenin genişliği (355 mm) 1800 piksele bölünmüştür. Sac malzeme üzerinden alınan ölçümlerde yaklaşık aynı yerlerdeki piksel değerlerinin ortalaması alınarak yükseklik değerleri hesaplanmıştır. Sonra 7. bölgede ki eğri Gerçek değerler ve görüntü işleme değerleri aralarındaki ilişkinin belirlenmesi için korelasyon sayısı (r) hesaplanmıştır.



Şekil 13. 7. Bölge için görüntü işleme sonuçları

Tablo 1. Gerçek ölçüm değerleri ve görüntü işleme değerleri

No	GD	GİD	No	GD	GİD
1	30.13	26.5423	22	13.91	11.04
2	30.80	28.9521	23	12.58	7.0719
3	31.51	28.9831	24	14.93	10.436
4	32.19	28.21	25	17.29	14.1
5	32.88	30.91	26	17.15	14.54
6	31.46	25.254	27	16.64	12.975
7	30.03	21.897	28	16.14	12.814
8	28.80	22.145	29	15.63	11.521
9	27.18	21.912	30	15.12	11.736
10	25.76	22.567	31	14.62	11.97
11	24.33	24.865	32	14.11	11.54
12	12.17	12.175	33	13.60	12.012
13	0.00	-2.525	34	13.04	11.217
14	0.79	-1.873	35	11.43	8.974
15	1.54	0.101	36	10.24	3.672
16	11.10	12.245	37	9.16	2.612
17	20.66	18.032	38	8.27	1.31
18	19.31	17.53	39	7.36	1.165
19	17.96	16.841	40	7.07	0.127
20	16.61	16.102	41	5.19	-3.234
21	15.26	14.483			

GD: Gerçek değer, GİD: Görüntü işleme değeri

R değeri %92 ile görüntü işleme değerleri ile ölçüm değerleri arasında yüksek pozitif ilişki olduğunu göstermektedir. Buda deneysel sonuçlarla görüntü işleme teknikleri sonucu elde edilen sac malzeme kusurlarının belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir. Bununla beraber

görüntü işleme yöntemleri ile daha geniş bir alandaki kusurların tespit edilebilmesi ve operatör tarafından gözle muayenenin öznel bir değerlendirmeye bağlı olması görüntü işleme teknikleri kullanımını avantajlı hale getirmektedir.

4. Sonuçlar

Yapılan araştırma, görüntü işleme teknikleri kullanılarak hassas doğrultma işleminde silindirlerin konumlandırılması için sac malzeme üzerindeki kusurların belirlenmesine yönelik çalışma sunmaktadır. Hassas doğrultma öncesinde operatör sac malzemedeki kusurları gözle kontrol ederek silindirlerin konumlandırmasını yapmaktadır. Konumlandırma yapıldıktan sonra sac malzeme kontrollü bir şekilde silindirlerin arasından geçirilerek kusurların giderilip giderilmediği kontrol edilir İstenilen kalite elde edildikten sonra seri bir şekilde sac malzeme istenilen boylarda kesilerek plaka haline getirilir. Silindirlerin konumlandırılması sırasında malzeme ve zaman kayıpları yaşanmaktadır. Ayrıca olası bir operatör değişikliğinde operatör tecrübe kazanana kadar üretimde yavaşlamalar meydana gelmektedir. Bu aşamada operatörün silindirlerin konumlandırma ayarlarına yardımcı olacak bir yöntem, hurda miktarını ve hassas doğrultma işlem süresini azaltarak imalatı hızlandıracaktır. Literatür çalışması incelendiğinde görüntü işlemenin pek çok alanda ve yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca imalat ve kalite kontrol alanlarında da kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan çalışmada ise farklı olarak çelik servis merkezlerinde görüntü işleme yöntemlerinin kullanılabilirliği gösterilmiştir. Böylece daha hassas silindir ayarı yapılarak ürün kalitesi artırılabilir gibi hassas ayarların hızlı ve doğru yapılmasıyla birlikte hem hurda malzeme miktarının azaltılması hem de üretim miktarının artırılabilirliği düşünülmektedir. Ayrıca ilerleyen çalışmalarda görüntü işleme yönteminin çıktıları ve operatörlerin tecrübeleri derin öğrenme girdisi olarak kullanılarak silindirlerin hassas konumlandırılması otomatik olarak yaptırılabilir.

Bu çalışmada görüntü işleme teknikleri kullanılarak sac malzeme üzerindeki kusurların belirlenmesi sağlanmıştır. Bunun için kurulan düzenek yardımıyla sac malzemenin farklı zamanlarda görüntüsü alınmıştır. Farklı aydınlatma koşulları sac malzeme kusurlarını olduğundan yüksek veya fazla gösterebilmektedir. Bunun için sac malzeme histogramı aynı gri seviyeye çekilmesi için çözüm önerilmiştir. Sac malzeme üzerindeki kusurların yüksekliği hem mekanik kumpas yardımı ile hem de görüntü işleme yöntemiyle ölçülerek korelasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre görüntü işleme tekniklerinin sac malzeme üzerindeki kusurların belirlenebileceği görülmüştür.

Yazar(lar)ın Katkıları

OK, SD, HU, EB. test ve analiz çalışmalarını yaptı ve makaleyi yazdı. Yazarlar da makalenin son halini okudu ve onayladı.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- [1]. Basson, E., Word Steel In Figures 2019, <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:96d7a585-e6b2-4d63-b943-4cd9ab621a91/World%20Steel%20in%20Figures%202019.pdf>
- [2]. Huh, K. S., "Steel consumption and economic growth in Korea: Long-term and short-term evidence", *Resources Policy*, 2011, 36(2): 107-113.
- [3]. Ghosh S., "Steel consumption and economic growth: Evidence from India", *Resources Policy*, 2006, 31(1): 7-11.
- [4]. <http://www.harcelik.com/urunler/dkp-hrp-siyah-sac>

- [5]. Kobayashia, M., Matsuaia, T., Murakami, Y., "Mechanism of creation of compressive residual stress by shot peening", *International Journal of Fatigue*, 1998, 20(5), 351-357.
- [6]. Park, K. C., Hwang, S. M., "Development of a finite element analysis program for roller leveling and application for removing blanking bow defects of thin steel sheet", *ISIJ international*, 2002, 42(9): 990-999.
- [7]. Petruska, J., Navrat, T., Sebek, F., "A New Model for Fast Analysis of Leveling Process", *Advanced Materials Research*, 2012, Vol. 586, 389-393.
- [8]. Morris, J.W., Hardy, S.J., Lees, A.W., Thomas, J.T., "Formation of residual stresses owing to tension leveling of cold rolled strip", *Ironmaking&Steelmaking*, 2001, 28(1): 44-52.
- [9]. Jindrich, P., Tomas, N., Frantisek S., "A New Model for Fast Analysis of Leveling Process", *Advanced Materials Research*, 2012, 586: 389-393.
- [10]. Grüber, M., Kümmel, L., Hirt, G., "Control of residual stresses by roller leveling with regard to process stability and one-sided surface removal", *Journal of Materials Processing Technology*, 2020, 280: 116600.
- [12]. Guericke, W., Weiser, J., "Influence of changing of thickness and yield strengths on the quality of the straightening process for rolled bars and profiles" *Neue Hutte(Germany)*, 1992, 37(2): 41-47.
- [13]. Nastran, M., Kuzman, K., "Stabilisation of mechanical properties of the wire by roller straightening" *Journal of Materials Processing Technology*, 2002, 125: 711-719.
- [14]. Uyar, E., Kavala, D., "5 Eksen CNC İşleme Tezgahtı Tasarımı ve PC Destekli Kontrolü", 1. *MakinaTek Dergisi*, 2010.
- [15]. Günay, B., Akgöl, K., "Ortalama Hız Tespit Sistemlerinin Doğrulama Metodolojisi", *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2020, 6(1): 16-31.
- [16]. Şenel, F. A., Tokat, S., "Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Bir Ortamın İnsan Yoğunluğunun Hesaplanması", *ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, Bursa, 613-617, 2012.
- [17]. Durmuş, H., "Görüntü İşleme Teknikleri İle 3B Yüz Tanıma", *Yüksek Lisans Tezi*, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Eylül, 2019.
- [18]. Çelik, U., Oral, M., "Motorlu Araçlar İçin Plaka Tanıma Sistemi", 10. Ulusal Kongre ve Fuarı, İstanbul, 17-21, 2003.
- [19]. Bellaire, G., Talmi, K., Oezguer, E., Koschan, A., "Object Recognition: Obtaining 2-D Reconstructions from Color Edges", *Proceedings IEEE Symposium on Image Analysis and Interpretation*, Tuscon, 192-197, 1998.
- [20]. Şengül, Ö., Öztürk, S., Kuncan, M., "Color Based Object Separation in Conveyor Belt Using PLC", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2020, 18: 401-412.
- [21]. Köse, İ., Öztürk, S., Kuncan, M., "Pantography Application With Real-Time Plc Based On Image Processing In Gantry Robot System", *European Journal of Technique (EJT)*, 2019, 9 (2) , 219-229.
- [22]. Kuncan, M., Kaplan, K., Acar, F., Kundakçı, I. M., & Ertunç, H. M., "Fuzzy logic based ball on plate balancing system real time control by image processing", *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2016, 10(3): 28-32.
- [23]. Daş, R., Polat, B., Tuna, G., "Derin Öğrenme ile Resim ve Videolarda Nesnelerin Tanınması ve Takibi", *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2019, 31(2): 571-581.
- [24]. Ekmen, M. İ., Aydoğdu, Ö., "İnsansız Hava Araçları İçin Görüntü İşleme Tabanlı Otonom İniş", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2020, 297-303.
- [25]. Solak, S., Altınışık, Umut., "Görüntü işleme teknikleri ve kümeleme yöntemleri kullanılarak fındık meyvesinin tespit ve sınıflandırılması", *Sakarya University Journal of Science*, 2018, 22(1): 56-65.
- [26]. Güvenoğlu, E., Bağırhan, M., "Shearlet Dönüşümü ve Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Kot Kumaşlar Üzerinde Gerçek Zamanlı Hata Tespiti", *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2019, 6 (3): 491-502.

- [27]. Ağın, O., Malaslı M. Z., "Görüntü İşleme Tekniklerinin Sürdürülebilir Tarımdaki Yeri ve Önemi: Literatür Çalışması", Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 2016, 12(3): 199-206.
- [28]. Osmanođlu, U. Ö., Mutlu, F., Gürsoy, H., Şanlısoy, S., "Görüntü İşleme ve Analizinin Tıpta Kullanımı ve Bir Uygulama", Osmangazi Tıp Dergisi, 2016, 41(1): 6-16.
- [29]. Başçıftçı, F., Avuçlu E., "Determination Age and Gender with Edge Detection Algorithms Using Dental X-Ray Images", El-Cezerî Journal of Science and Engineering, 2020, 7 (1), 315-321.
- [30]. Demirciođlu, P., "Diş ve İmplant Mikromorfolojik Yapıların Sinyal ve Görüntü İşleme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi", El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 2018, 5(3): 741-748.
- [31]. Çağıl, G., Yıldırım, B., "Bir Montaj Parçasının Derin Öğrenme ve Görüntü İşleme ile Tespiti", Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi, 2020, 3(2): 31-37.
- [32]. Öztürk, S., Kuncan, M., "Kameradan Alınan Görüntünün CNC Tezgâhında Gerçek Zamanlı Olarak İşlenmesi", Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2020, 9(3): 1251-1263.
- [33]. Billur, E., Çetin, B., Baranođlu, B., Muratođlu, T., Yılmaz, M. M., "Yüksek Dayanımlı Çeliklerin Bükümünde Geri Esneme Açısının Görüntü İşleme ile Belirlenmesi", Makina Tasarım Ve İmalat Dergisi, 2019, 17(1): 16-20.
- [34]. Horozoğlu E., "Görüntü İşlemeyle Yüzey Pürüzlülüđü Ölçümü ve Analizi", Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, 2013.
- [35]. Duman, B., "Görüntü İşleme Tekniklerinin Eklemeli İmalatta Kullanımı", 4th International Congress On 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies And Digital Industry, Antalya, 525-539, 2019.
- [36]. Dhanasekar B., Mohan N. K., Bhadurı B., Ramamoorth B., "Evaluation of surface roughness based on monochromatic speckle correlation using image processing", Indian of Techology Madras, Chennai, India, 2007.