

**Makale
(Article)**

**Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme Yönteminin Otomatik Depolama ve Boşaltma Sistemlerinde
Uygulanması
Barış GÖKÇE***

*Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü ANS
Kampüsü Afyonkarahisar /TÜRKİYE

bgokce@aku.edu.tr

Özet

Bu çalışmada endüstriyel depolama ve boşaltma sistemlerinde gerçek zamanlı görüntü işleme teknolojisini kullanarak depolanacak ve depodan alınacak paletli bir ürünün gerçek zamanlı görüntüsü işlenerek forklift tarafından otomatik alınması amacıyla bir görüntü işleme yaklaşımı geliştirilmiştir. Endüstriyel paletlere özel sembollerin olduğu etiketler yapıştırılarak Matlab görüntü işleme araçlarıyla paletin otomatik olarak tanınması sağlanmış ve kameranın senkronize olduğu robot ya da forklifte ürünü nasıl kavraması gerektiğine dair hareket bilgileri verilmesi için sistem hazır hale getirilmiştir. Bu çalışmada işletmelerin artan insan gücü maliyetlerini en aza indirmek ve lojistik verimliliği arttırmak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü İşleme, Endüstriyel Depolama; Palet Tanıma

Application of Real Time Image Processing Techniques on Automatic Storage and Retrieval System

Abstract

In this study, real time image processing system is used to recognize industrial goods and pallets for storage and retrieval by a forklift in industrial automatic storage and retrieval warehouse system. Matlab software and its image accusation and image processing toolbox are used to develop an algorithm to recognize the pallet and match it with a pre-recorded items from the database system. The system will be ready to inform to robot manipulators about gripping a product according to the developed algorithm. In this way, minimizing of growing manpower costs of companies and improving logistics efficiency are aimed.

Keywords: Image Processing, Industrial Storage, Pallet Recognition

1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla gelişmesiyle; yüksek maliyet ve iş gücünün yerine, amaca uygun akıllı makinelerin tasarımı önem kazanmıştır. Gelişmiş ülkelerde otomasyon ve robotların kullanımının yaygınlaşmasıyla,

Bu makaleye atıf yapmak için

Gökçe B., "Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme Yönteminin Otomatik Depolama ve Boşaltma Sistemlerinde Uygulanması" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2015 12(2) 1-13

How to cite this article

Gökçe B., "Application of Real Time Image Processing Techniques on Automatic Storage and Retrieval System" Electronic Journal of Machine Technologies, 2015, 12(2) 1-13

bu alana yönelik çalışmalar büyümeye başlamıştır. Otomasyon ile görüntü işleme ve robotların birleştirilmesi sonucunda istenilen alana yönelik sistemler geliştirilebilmektedir (Akpınar 2008).

Otomatik depolama ve boşaltma sistemleri (Automated storage and retrieval systems-AS/RS) 1950 'li yıllarda sunulmasından itibaren yaygın olarak üretim ve dağıtım sektörlerinde kullanılmaktadır. Bu sistemler genel olarak koridorlar boyunca raflar arasında çalışan vinçlerden oluşmaktadır. AS/RS sistemleri bir operatörün müdahalesi olmadan paletleri taşıyabilmektedir. Bu sistemler hem üretim hem de dağıtım sektörlerinde ürünleri (hammadde veya yarı mamül) depolamak ve siparişleri karşılamak üzere boşaltmak için kullanılırlar (Roodbergen and Iris 2009).

Bu tip gelişmiş sistemlerin kullanılabilmesi için büyük depolama alanlarının yani antrepoların (warehouse) kullanılması gerekir. Örneğin müşteri taleplerine hızlıca cevap verebilmek ve müşteri servislerini iyileştirebilmek için bir antrepo sisteminin oluşturulması gerekir. Sonrasında bu sistemin verimli olarak işletilmesi önem kazanır (Ekren et al. 2014). Bu tip antrepolarda temel operasyonlar; tedarikçilerden ürünlerin alınması, depolanması, müşterilerden siparişlerin alınması, gerekli ürünlerin boşaltılması ve müşteriye ulaştırılması adımlarından oluşur (van den Berg and Zijm 1999).

Bir antrepo sisteminde paletler büyük önem taşır. Çünkü otomasyonu oluşturan vinç sisteminin ürünler ile etkileşme noktası paletlerdir. Paletler genel olarak iki kategoriye ayrılabilirler.

1. Tek kullanımlık ve geçici paletler
2. Metal ve ahşap paletler

Herhangi bir palet ekonomik taşınabilecek kadar hafif ve tek kullanımdan sonra hurdaya ayrılabilir kadar ucuz ise gözden çıkarılabilir olduğu söylenebilir. Gözden çıkarılabilir tek kullanımlık paletler tahtadan veya kartondan yapılırlar. Standart kullanım için pek çok farklı palet tipi mevcuttur. Bunlar; tek yüzlü, çift yüzlü, tek kanatlı, çift kanatlı, kutu ve raf tipleridir (Bolz 1958).

Paletlerin uluslararası standart ölçüleri Çizelge 1'de verilmiştir (Woodley 1964, İnt.Kyn.1). Ülkemizde çoğunlukla "Euro palet" adı verilen 800x1200 mm ölçülerindeki paletler yoğun olarak kullanılmaktadır. Ülkemizdeki depolama sistemlerinin raf ölçüleri genellikle bu ölçülere göre yapılmıştır. Bu çalışmada da Euro palet kullanılmıştır.

Çizelge 1. Uluslararası standartlarda belirlenmiş paletler ve kullanılan bölgeler

Boyutlar, mm (Genişlik × Uzunluk)	Dünyada Kullanılan Bölgeler
1016 × 1219	Kuzey America
1000 × 1200	Avrupa, Asya (Kuzey Amerika'ya benze)
1165 × 1165	Avusturalya
1067 × 1067	Kuzey Amerika, Avrupa, Asya
1100 × 1100	Asya
800 × 1200	Avrupa (Birçok girişe uyar)

Roll (1999) tarafından yapılan ve bilgisayar görme prensibine dayanan çalışmada; tek görüntüden paletin konumlandırılması için bir sistem geliştirilmiştir ve robotu kontrol etmek için basit bir program uygulamaya konmuştur. Çalışmanın ana konusu görüntü işlemedir. Diğer konular; kontrol sistemi, kameranın sunucu tarafından kontrolü uygulaması ve imge çerçeve yakalayıcısıdır. Tüm sistem dört ana kısımdan oluşmaktadır: robot, kamera, görüntü özellik çıkarıcı cihaz ve kontrol sistemi. Bu çalışmada robotun amacı kendisine verilen yer bilgisi dahilinde paletle doğru yönde ve olabildiğince hassas olarak yaklaşmak ve kaldırmaktır. Özellik çıkartma algoritması olarak; palet ön yüzünü karakterize eden dikdörtgen dizisini tespit etmek amacıyla rotasyonel simetri filtreleri ve Hough dönüşümü algoritmaları kullanılmıştır.

Akpınar (2008) yaptığı çalışmada ele alınan üç kayar ekleme sahip, x ve y ekseninde kayma işlemi yaparken z ekseninde parçayı tutup istenen depoya koyması amaçlanan bir robot tasarlanmıştır. Bant üzerinde bulunan parçaları görüp uygun olanlarının robot tarafından yakalanmasını sağlamak için ise bir görüntü işleme programı yazılmıştır. İncelenen kare ve dikdörtgen parçaların pratikte kalınlığı olan parçalar olabileceği düşünülmüş, alan bulmaya yönelik hata analiz sonuçları %3'ün altında olduğu hesaplanmıştır. Daha önceki çalışmalar referans olarak alındığında hesaplanan bu hata yüzdesi robotun pratikte de kullanılabileceğini göstermiştir.

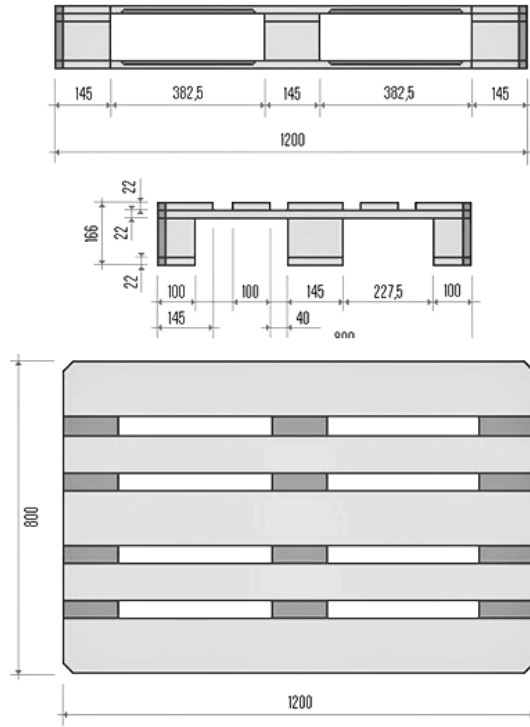
2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada materyal olarak bir adet endüstriyel palet, kamera, tripod, hareketli alt tabla, ray ve Matlab Görüntü İşleme yazılımı kullanılmıştır.

2.1. Palet

Bu çalışma kapsamında Çizelge 1'de dünya standartlarında sunulan endüstriyel paletlerden sanayide Euro palet olan bilinen ahşap palet ölçülerine göre tasarım yapılmıştır. Şekil 1'de Euro Palet'in ölçüleri ve teknik çizimi verilmiştir. Euro palet ölçülerinde bir kenar 1200 mm iken diğer kenar 800 mm genişliğindedir. Bu ölçülerde bir forkliftin çatallarının rahat bir şekilde araya girmesi için tasarlanmıştır.

Bu çalışmada Şekil 2'de verilen Euro palet kullanılmıştır. Bu paletin 800 mm'lik yüzeyine kameranın kolay tanınması için özel şekiller konulmuştur. Projenin ilk aşamasında sadece paleti tanımaya yönelik çalışmalar yapılmış ancak sanayide kullanılan paletler gözlemlendiğinde ölçülerde cm cinsinden sapmaların olduğu, yüzeylerin sık kullanımdan dolayı kirlendiği, kullanılan ahşap malzemelerin farklı renklerde olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple paletin kendisini tanımaktan ziyade kolay çıkarılabilir ve yapıştırılabilir etiketler seçilmiştir.



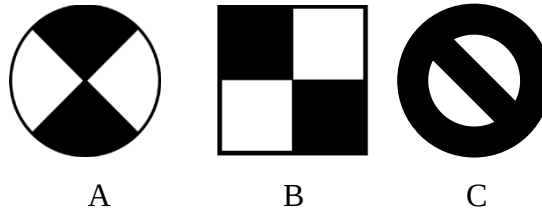
Şekil 1. Euro paletin standarttaki ölçüleri



Şekil 2. Kullanılan Euro palet ve ön yüzeyi

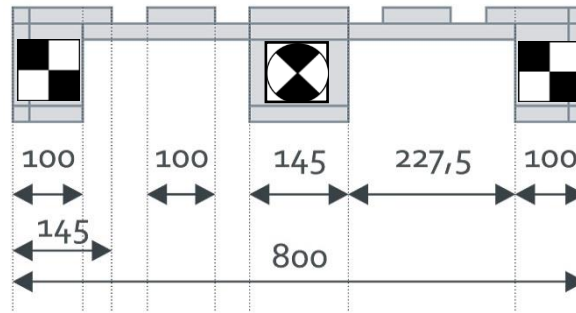
2.3. Özel Şekiller

Şekil 3’de Euro paletin 800 mm’lik ön yüzeyine etiket olarak yapıştırılan özel şekiller verilmiştir. Bu şekiller kameranın paletin ön yüzeyinin sınır noktalarının ve genişliklerinin doğru bir şekilde algılanması ve ölçülmesi için kullanılmıştır. Kullanılan bu şekillerden daire şeklinde olan şekillerin çapı 75 mm ve kare olan şeklin genişliği ise 75 mm ’dir. Euro paletin standart ölçülerinde kenar ve orta bölümlerinin genişlikleri 100 mm yükseklikleri ise 166 mm ’dir. Ancak sanayide 20’ye yakın farklı paletler ölçülmüş bu ölçüler tam olarak görülememiştir. Palet üreticileri uzunluk ve genişliği standarda tam uygun olarak yapmışlar ancak detaylarda sapmaların olduğu görülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda 800 mm ’lik yüzeyin kenar ve orta bölümünün en düşük ölçüsünün 75 mm olduğu görülmüştür. Bu sebeple özel şekilli etiketlerin genişlikleri 75 mm olarak seçilmiştir. Bu şekiller etiket formatında çıktıları alınmış ve ahşap yüzeylere kolayca yapıştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3. Euro paletim ön yüzeyine yapıştırılan özel şekiller.

Şekil 4'te Çalışmada kullanılan Euro paletin ön yüzey görüntüsünün ölçüleri verilmiştir. Bu ölçüler referans alınarak tanıma işlemi yapılacaktır. Palet üreticilerinin ürettikleri paletlerdeki ölçü farklılıkları dikkate alınmıştır. Buna göre sağ ve sol kenarlardaki şekillerin dıştan dışa olan ölçüsü 800 mm olarak referanslanmıştır. Forklift ileri doğru hareket ettiğinde kenarlardaki görüntüler kameranin görüntüsünden çıktığından ortadaki şekli referans alacaktır. Bu yüzden ortadaki şekil kenarlardaki şekillerden farklıdır. Görüntü işlemede kenarlardaki şekilleri ölçü almada ortadaki şekli ise paletin ortalanmasında ve forkliftin çatallarının ortadaki şekli referans alarak hareket ettirilmesinde kullanılacaktır.



Şekil 4. Euro paletin ön yüzeyinin ölçüleri ve yapıştırılan özel şekiller.

2.3 Uygulama Yeri ve Planı

Proje çalışması Dehşetiler Makine Çelik Yapı Sistemleri Ltd. Şti.'nin çelik silo üretim tesislerinde endüstriyel bir ortamında ve endüstriyel raflar üzerinde yapılmıştır.

Proje çalışmasında IP kamera kullanılmış ve elde edilen video görüntüsü 640x480 piksel genişliğinde ve renkli olarak 25 fps hızında kaydedilmiştir. Çalışmada kullanılan resim örneği Şekil 5'de ve video resimlerinin genel özellikleri ise çizelge 2'de verilmiştir.

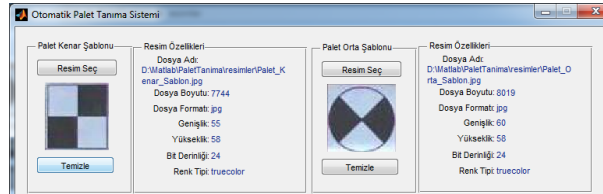


Şekil 5. Çalışmada kullanılan video kameradan alınan örnek resim

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan resimlerin özellikleri

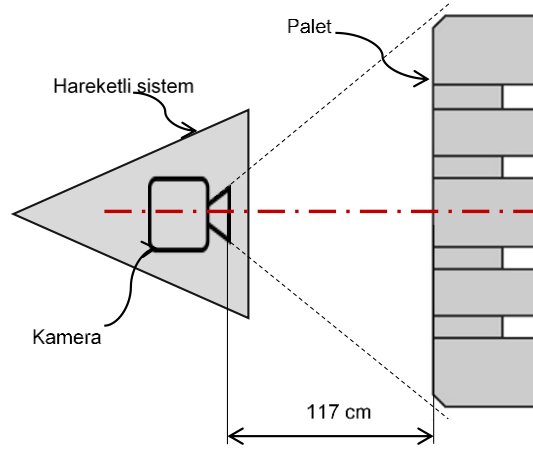
Dosya formatı	jpg
Renk tipi	Gerçek renk (Truecolor)
Genişlik	640 piksel
Yükseklik	480 piksel
Yatay çözünürlük	96 dpi
Dikey çözünürlük	96 dpi
Bit derinliği	24 bit

Paleti görüntüleyen kameradan elde edilen bir palet resmi üzerinde sağ ve sol kenarda iki adet aynı şekil ve ortada farklı bir şekil bulunmaktadır. Şekil 6’da gösterildiği gibi kullanıcı paletlerin kendisinin ve boyutunun tanımlanmasında kullanılacak kenar ve orta bölüm şablonları programın ara yüzü aracılığı ile sisteme yüklenir. Sisteme yüklenen şablon resimlerin özellikleri kullanıcıya gösterilir.



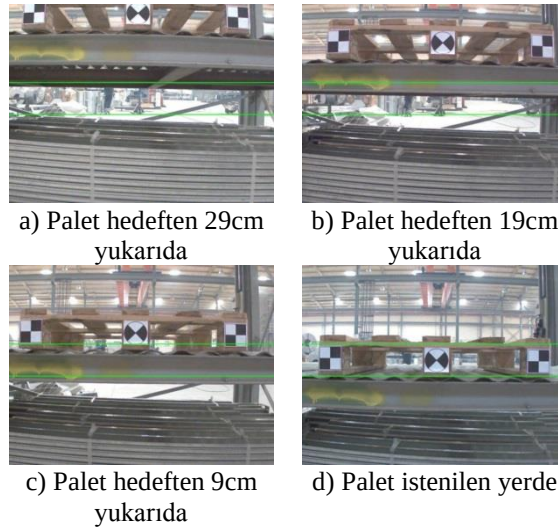
Şekil 6. Palet kenar ve orta şablonlarının sisteme yüklenmesi

Şekil 7’de fabrika içerisine kurulan yatayda palete doğru ve dikey hareketli sistemin genel şeması verilmektedir. Buna göre kameranın lensinin palete olan uzaklığı 117 cm’dir. Bu mesafe kameranın lensinin odak uzaklığına bağlı olarak paletin tam olarak görüntüye girdiği mesafedir. Paletlerin kenarlarına ve ortasında yerleştirilen şekiller bu mesafede 55x55 piksel genişliğinde ve alanı 3025 piksel civarındadır.



Şekil 7. Kamera ve hareketli sistemin genel şeması

Forklift paletin bulunduğu konuma geldikten sonra forkliftin çatalları yukarı kalkmaya başlar, forkliftin çatallarına bağlı olan kamera da çatallar ile beraber yukarı kalkar. Matlab yazılımında geliştirilen sisteme paletin ilk görüntüsü resmin üst noktasından itibaren girmeye başlar ve bu aşamadan itibaren palet kenar ve palet orta şablonlarının tanıma işlemi yapılır. Kenar ve orta şablonları tanıdıktan sonra paletin ölçüleri elde edilmiş olunur. Orta şablonun merkezi her zaman için 800 mm genişliğindeki paletin orta noktasını gösterir. Bu üç şablonun forkliftin çatallarının paletin alt kanalına girecek mesafesine geldiğinde forkliftin çatallarının yukarı hareketi durdurulur. Şekil 8’de paletin kameranın görüntüsüne üst noktadan girdiği görülmektedir. Programda görüntü üzerine yatayda paralel iki yeşil çizgi çekilmiştir. Görüntü içerisinde kameranın yukarı hareket etmesi ile paletin bu iki çizgi arasına geldiğinde forkliftin çatallarının paletin boşluk noktasında olduğunu göstermektedir. Bu noktadan itibaren forklift palete doğru ilerler



Şekil 8. Palet tanıma işleminde yürütülen sürecin akış diyagramı

2.4 Normalize Edilmiş Çapraz Korelasyon Yöntemi

Bu yöntemde vektörlerin benzerliği hesaplanır. Bu nedenle oluşan değerler arasında en küçük değer değil en yüksek değer bulunmalıdır. Hesaplanan değer 1'e ne kadar yakın ise iki vektör birbirine o kadar benzer demektir(Martin and Crowley 1995). Denklem 1'de normalize edilmiş çapraz korelasyon yönteminin denklemleri verilmiştir. Bu çalışmada ana resim içerisinde benzerlikleri aranacak olan referans semboller paletin her iki kenarındaki semboller ile ortasındaki semboldür.

$$Benzerlik_i = \frac{\sum_{i,j} (R1(i,j) - R1_{ort})(R2(i,j) - R2_{ort})}{\sqrt{\sum_{i,j} (R1(i,j) - R1_{ort})^2 (R2(i,j) - R2_{ort})^2}} \quad (1)$$

R1: 1. Referans imgeye ait öznitelik vektörleri

R2: 2. Referans imgeye ait öznitelik vektörleri

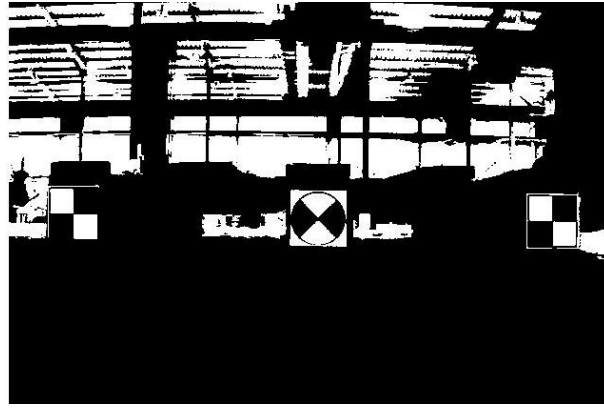
i, j: Öznitelik vektörlerine ait indis numaraları

ort: Aritmetik ortalama

3. BULGULAR

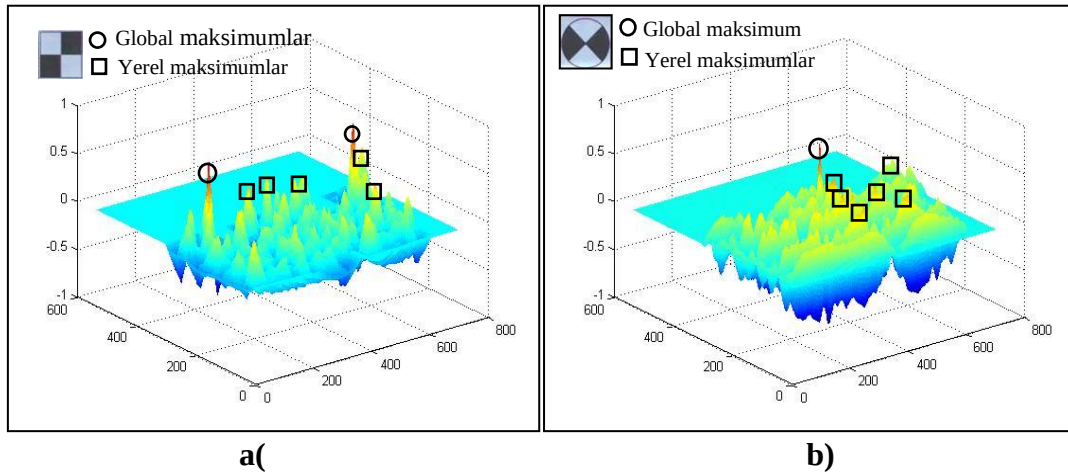
Kameradan elde edilen 640x480 piksellik görüntü içerisinde paletin tanınması için videodan resim kareleri alınmış ve resim kareleri üzerinde görüntü işleme çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen renkli görüntü gri resme dönüştürülmüş ve resmin kontrastı arttırılarak ön işleme tabi tutulmuştur. Bu ön iyileştirme palet üzerine konulan özel sembollerin kolay tanınması için yapılmıştır. Uygulama gerçek fabrika şartlarında yapılmış burada fabrikanın ışıklandırılması ve diğer konstrüksiyonların arka planda beyaz siyah alanların olabileceğini göstermiştir.

şekil 9'da ön işlem uygulanmış görüntünün siyah beyaz (ikili) dönüştürülmüş görüntüsü verilmiştir. Bu görüntü elde edilirken 100 pikselden küçük alanlar silinmiştir. Elde edilen siyah beyaz görüntüde görüntünün alındığı fabrikada arka plandaki ışıklandırmanın görüntüye beyaz olarak yansıdığı görölmektedir. Dikkat edildiği gibi özel şekillerin üzerinde kalan kısımda kare veya dikdörtgen şekline benzer alanların oluştuğu görölmektedir. Bu alanlar resim üzerine özel şekillerin bulunmasında ve ayrıştırılmasında engel oluşturabilmektedir. Bu sebeple özel sembollerin siyah ve beyaz olarak palete yapıştırılıp görüntü işlemeye alınmasında sorunlar çıkabilecektir. Bu durum şablon görüntünün çapraz korelasyonu alınıp ana resim üzerinde aranmasında global ve yerel maksimumların artmasına sebep olmaktadır. Bu durum işlemin uzamasına, doğru sonucun bulunamamasına sebep olmaktadır.



Şekil 9. Siyah ve beyaza dönüştürülmüş görüntü

Paletin kenarlarının tam olarak tanınması için şablon tabanlı arama işlemi yapılmıştır. Bu işlemin yapılması sırasında şablon resim ana resim ile çapraz korelasyonu alınmış ve ana resim üzerindeki global ve yerel maksimumlar çıkartılarak bu şablon resme ait olan maksimumlar aranmıştır. Çapraz korelasyon ile şablon resmin ana resim üzerinde bulunmasında başarı yaklaşık %90'lık bir başarı elde edilmiştir. Ancak daha öncede ifade edildiği gibi resimlerin arka planında aydınlatmadan kaynaklanan çevresel etkilerden dolayı beyaz alanın artması fabrikadaki diğer konstrüksiyonlarında siyah beyaz görüntü üzerinde kareye benzer şekiller meydana geldiğinden şablon görüntünün ana resim üzerinde bulunmasında sapmalar meydana gelmektedir. İki adet palet kenar şablonunun ana resim ile çapraz korelasyonu alınmış ve ana resim üzerindeki yerel ve global maksimumları Şekil 10a'da ve bir adet palet orta şablonu için çapraz korelasyon maksimumları Şekil 10b'de verilmiştir. Bu şekilde iki noktanın diğerlerinden daha yukarıda olduğu ancak bu iki global maksimuma yakın çok sayıda yerel maksimumların olduğu görülmektedir. Bu yerel maksimumların bu kadar fazla olması görüntüdeki arka plandaki beyaz ve diğer alanların olmasından kaynaklanmaktadır. Resmin alt kısmına kalan siyah alanlar şekildeki görüntünün düz alanlarında karşılık gelmektedir. Bu sebeple görüntüde şablon resmine yakın oluşabilecek şekillerin olmamasının önemli olduğu görülmüştür. Bu sebeple şablon resminin seçimi de bu açıdan önemlidir.

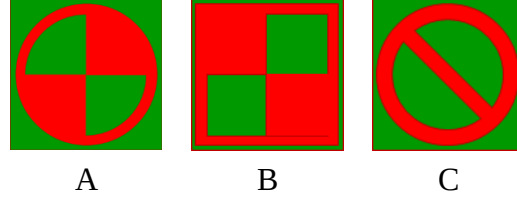


a)

b)

Şekil 10. İki adet kenar şablon (a) ve bir adet palet orta şablon (b) için çapraz korelasyon maksimumları

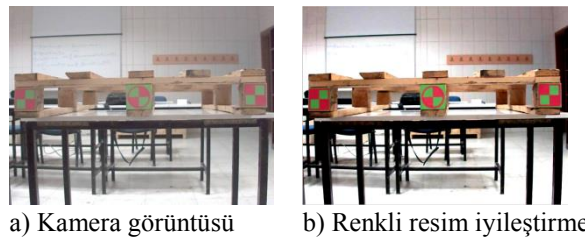
Şablon resimlerinin paletin tanınmasında önemli olduğu ancak siyah ve beyaz olması çevresel ışık faktörlerinden çok kolay etkilenebileceğini göstermiştir. Bu sebeple şablon resimlerin renklerinin çevresel faktörlerden etkilenmeyecek bir renkte olması gerektiği anlaşılmıştır. Bu sebeple renkli RGB kameradan alınan bir resimde kırmızı ve yeşil renklerin bir fabrika ortamında çok sık karşılaşılan bir durum olmayacağı varsayılmış ve bunun üzerinde aynı semboller kırmızı ve yeşil renklerden yeniden oluşturulmuştur. Bu yeni semboller Şekil 11’de verilmiştir.

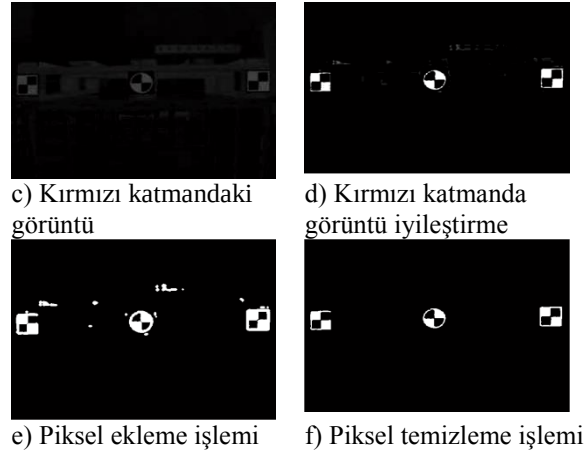


Şekil 11. Euro paletim ön yüzeyine yapıştırılan yeşil-kırmızı özel şekiller.

Elde edilen üç katmanlı renkli görüntünün kırmızı katmanı diğer iki katmandan çıkarılmıştır. Böylece resimdeki kırmızı renklere sahip nesneler beyaz renkte daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Şekil 12 c’de kırmızı katmandaki görüntü verilmiştir. Resimde de görüldüğü özel sembollerin kırmızı renkte olan bölümlerinin beyaz renkte ortaya çıktığı görülmektedir. Daha sonra bu resim üzerinde parlaklık ve kontrast değerleri değiştirilerek özel sembollerin resim içerisinde daha belirgin olması sağlanmıştır. Şekil 12d’de iyileştirilmiş görüntü verilmiştir. Burada resim gri formattadır ve görüntü henüz siyah beyaz görüntü olan ikili formata çevrilmemiştir.

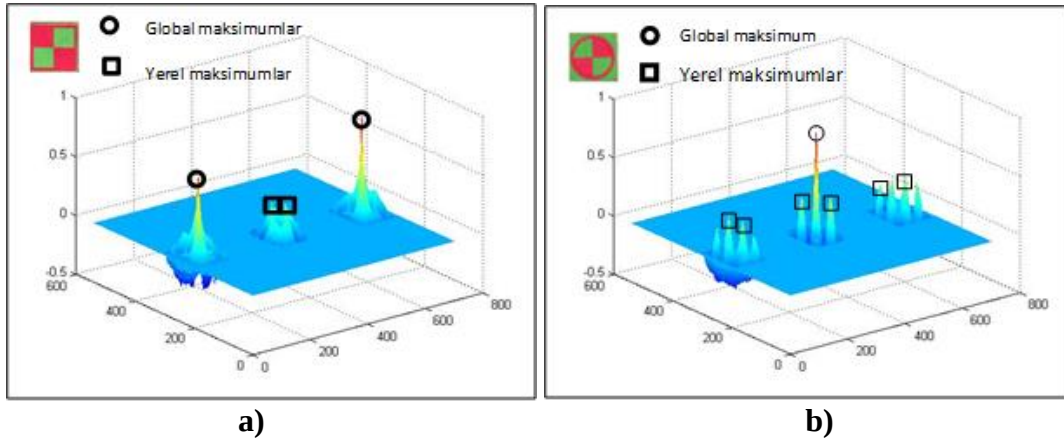
Elde edilen gri görüntü ikili görüntü olan siyah beyaz görüntüye çevrilmiş ve bu çevrim sırasında her bir beyaz pikselin açıkta kalan komşu siyah pikseller üzerine birer piksellik eklemeler yapılmıştır. Böylece gri eşik değerine bağlı siyah beyaz dönüşümde kaybolan bazı küçük bölgelerin geri kazanılması sağlanmıştır. Şekil 12e’de siyah beyaz görüntüye çevrilmiş ve piksel eklemesi yapılmış resim görülmektedir. Daha sonra bu resim üzerinde alanı 100 pikselden küçük olan bütün bölgelerin gürültü olacağı varsayılarak gürültü temizleme işlemi yapılmıştır. Şekil 12f’de en son elde edilmiş görüntü verilmiştir. Resmimiz artık şablon resimle karşılaştırılabilir ve üzerinde işlem yapılabilir durumdadır.





Şekil 12. Fabrika ve laboratuvar ortamında alınmış görüntülerin siyah beyaza dönüştürülmüş şekilleri.

Şablon resim ana resim ile çapraz korelasyonu alınmış ve ana resim üzerindeki global ve yerel maksimumlar çıkartılarak bu şablon resme ait olan maksimumlar aranmıştır. Kırmızı ve yeşil renkli şablonlar ile yapılan çapraz korelasyon işleminde şablon resmin ana resim üzerinde bulunmasında yaklaşık %99'luk bir başarı elde edilmiştir. Ancak daha önceki siyah beyaz renkli şablonlarda olan ve arka planında aydınlatmadan kaynaklanan çevresel etkilerden tamamen arındırılmıştır. Kırmızı ve yeşil renkli iki adet palet kenar şablonun ana resim ile çapraz korelasyonu alınmış ve ana resim üzerindeki yerel ve global maksimumları Şekil 13a'da verilmiştir. Bir adet orta şablon için hesaplanan yerel ve global maksimumlar Şekil 13b'de verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi maksimum olan iki noktanın diğerlerinden daha yüksek değerde olduğu ve yerel maksimumlar ile arasında ayırt edici çok büyük farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Burada yerel maksimumların sadece orta şablona ait bölgede olduğu görülmektedir. Şablon resmin ana resim üzerinde çapraz korelasyonla aranması işleminde başarı elde edilmiş ve şablonun bulunmasında kullanılmıştır. Bu sebeple şablon resminin seçimi ve renklerinin ayırt edici olması açısından önemi büyüktür



Şekil 13. İki adet kenar şablon (a) ve bir adet palet orta şablon (b) için çapraz korelasyon maksimumları

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada 1200x800 mm’lik bir Euro palet kullanılarak paletin 800 mm’lik yüzeyine kameranın kolay tanınması için özel şekiller tasarlanmış konulmuştur. Projenin ilk aşamasında sadece paleti tanımaya yönelik çalışmalar yapılmış ancak sanayide kullanılan paletler gözlemlendiğinde ölçülerde cm cinsinden sapmaların olduğu, yüzeylerin sık kullanımdan dolayı kirlendiği, kullanılan ahşap malzemelerin farklı renklerde olduğu gözlemlenmiştir. Bu olumsuz durum istikrarlı bir görüntü işleme süreci için istenilmeyen bir durum olduğundan paletin kendisini tanımak yerine özel sembollerle paletin kenarlarını ve ortasını tanımının daha doğru bir yaklaşım olacağı tespit edilmiştir.

Paletlerin özel sembollerle tanınması için bir algoritma geliştirilmiş ve geliştirilen algoritma ile tanıma işlemi yapılmıştır. Çalışmanın gerçeğe uygun yapılması için fabrika ortamı ve fabrika ortamının aydınlatma benzetimi olan laboratuvar kullanılmıştır. Bu sebeple bu ve benzeri çalışmalarda gerçek ortam veya gerçeğin aynı benzetimi olan laboratuvar ortamı kullanmak son derece önemlidir. Özellikle ışığın çevresel faktörlerin etkilerinin belirlenmesi önemlidir.

Bu proje çalışmasında şablon resimlerinin paletin tanınmasında önemli olduğu belirlenmiş ancak siyah ve beyaz olması çevresel ışık faktörlerinden çok kolay etkilenebileceğini göstermiştir. Şablon resimlerin ana resim üzerinde çapraz korelasyon yöntemi ile aranması sırasında bu sorun bariz bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu durumun üstesinden gelmek için çalışmanın sürdürülmesi sırasında üç katmalı renkli görüntünün kırmızı ve yeşil katmanlarının daha seçilebilir olacağı düşünülerek değişiklik yapılmıştır.

Yeniden oluşturulan şablon resimleri ile ışıktan kaynaklanan çevresel gürültülerin etkisi azaltılmış ve global maksimumların belirgin bir şekilde ortaya çıkması sağlanmıştır. Sembol olarak belirlenen şablon renklerinin çevresel gürültülerden etkilenmeyecek bir renkte olması gerektiği anlaşılmıştır. Bu sebeple şablonlarda renk seçimi önemli bir unsurdur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 14.FEN.BİL.23 numaralı proje ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. Afyon Kocatepe Üniversitesine bu çalışmaya sağladığı desteğinden dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. Akpınar, Ö. (2008). Depolama amaçlı görüntü işleme tabanlı bir Kartezyen robot tasarımı. Yüksek lisans tezi Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
2. Bolz, H.A. ed. (1958), Materials Handling Handbook, The Ronald Press Company
3. Ekren, B.Y., Heragu, S.S., Krishnamurthy, A., Malmborg, C.J.(2014) Matrix-geometric solution for semi-open queuing network model of autonomous vehicle storage and retrieval system. Computers & Industrial Engineering 68:78–86

4. Martin, J., and Crowley, J. L. (1995). Comparison of correlation techniques. In International Conference on Intelligent Autonomous Systems, Karlsruhe (Germany) (pp. 86-93).
5. Roll, J. (1999). A System for Visual-Based Automated Storage Robots. Master's Thesis. LiTH-ISY-EX-2053
6. Roodbergen, K. J., Vis, I. F. (2009). A survey of literature on automated storage and retrieval systems. European Journal of Operational Research, 194(2): 343-362.
7. Van den Berg, J. P., Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. International Journal of Production Economics, 59:519-528.
8. Woodley, D.R. (1964). Encyclopedia of Materials Handling - Volume 2, The Macmillan Company, New York.

İNTERNET KAYNAKLARI

İnt.kyn.1: [http:// http://en.wikipedia.org/wiki/Pallet](http://en.wikipedia.org/wiki/Pallet)