

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜRÜN KALİTESİNİN GÖRSEL
PARAMETRELERE GÖRE DEĞERLENDİRME
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Vildan BAYRAM

Danışman:

Doç.Dr. M.Ali SALAHLI

Temmuz, 2008

ÇANAKKALE

**ÜRÜN KALİTESİNİN GÖRSEL
PARAMETRELERE GÖRE DEĞERLENDİRME
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

Vildan BAYRAM

**Danışman:
Doç.Dr. M.Ali SALAHLI**

**Temmuz, 2008
ÇANAKKALE**

İÇERİK

Sayfa

TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	2
1.1. Ürün Kalitesinin Görsel Parametrelere Göre Değerlendirilmesi.....	2
1.2. Tezin Amacı.....	2
BÖLÜM 2 – TÜRKİYE’DE ÜRETİM SEKTÖRÜNDE KALİTE KONTROLÜ KONUSUNDA YAPILMIŞ OLAN PROJELER	5
2.1. Yapay Görme Tekniğiyle Hatalı Ürün Tanıma Ve Ayırma Sistemleri.....	5
2.2. Seramik Karo Ürününün Kalite Kontrolü İçin Mevcut Sistem.....	8
2.3. Ortam Koşulları	8
2.4. Göz ile Kontrol.....	9
2.5. Ortaya Çıkan Hatalar.....	10
BÖLÜM 3 – GÖRÜNTÜ İŞLEME	12
3.1. Bilgisayar Görmesi	12
3.2. Görüntü İşleme.....	13
3.3. Görüntü İşleme Sistemi Adımları	14
3.3.1 Görüntü Elde Edilmesi	15
3.3.2. İyileştirme	17
3.3.3. Zenginleştirme.....	18
3.3.4. Özelliklerin Çıkarılması.....	19

BÖLÜM 4 – SERAMİK KAROLARIN KALİTE KONTROLÜ ALANINDAKİ ARAŞTIRMALAR	20
4.1. Seramik Karonun Görsel Değerlendirilmesinde Kullanılan Teknikler...	20
4.1.1. Doku Özelliği Çıkarımı Yöntemine Göre Teknikler	21
4.1.1.1. İstatistiksel Teknikler.....	21
4.1.1.2. Desen İnceleyen Teknikler.....	22
4.1.2. Hata Türüne Göre Teknikler	23
4.1.2.1. Noktasal Hata.....	23
4.1.2.2. Vektörel Hata.....	23
BÖLÜM 5 – GELİŞTİRİLEN SERAMİK KARO ÜRÜNÜNDE KALİTE KONTROLÜ SİSTEMİ.....	25
5.1. Geliştirilen Sistemin Genel Yapısı	25
5.2. Donanım Yapısı	27
5.3. Sistemin Donanım Kısmının Genel İşleyişi.....	30
5.3.1. Kayan Band Mekanizması.....	30
5.3.2. Mikrodenetleyici Kontrol Ünitesi.....	30
5.4. Geliştirilen Sistemin Yazılım Yapısı.....	38
5.4.1. Görüntü Elde Etme Fonksiyonu.....	39
5.4.2. Görüntü Üzerinde Önışleme Fonksiyonu.....	40
5.4.3. Görüntünün İşlenmesi Fonsiyonu.....	43
5.4.4. Özelliklerin Çıkarılması Fonksiyonu.....	48
BÖLÜM 6 – SONUÇ	55
KAYNAKLAR	I
Tablolar.....	IV
Şekiller.....	V
Yaşam Öyküsü.....	VII

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Vildan BAYRAM tarafından Doç.Dr. M.Ali SALAHLI yönetiminde hazırlanan “ÜRÜN KALİTESİNİN GÖRSEL PARAMETRELERE GÖRE DEĞERLENDİRME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....

Yönetici

.....

Jüri Üyesi

.....

Jüri Üyesi

Sıra No:.....

Tez Savunma Tarihi:...../...../.....

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans tez danışmanım Doç. Dr. M. Ali SALAHLI'ya, yüksek lisans tezimde bana yardımcı olan Öğr. Gör. Utku BAYRAM'a, araştırma görevlisi Utku SOBUTAY'a, ve bana maddi ve manevi destekte bulunan aileme çok teşekkür ederim.

ÜRÜN KALİTESİNİN GÖRSEL PARAMETRELERE GÖRE DEĞERLENDİRME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Bu tez, görsel kalite kontrol sistemlerinin ilk adımı olan görüntü işleme süreci ile ilgilidir. Bilgisayar sistemi kullanılarak seramik karo yüzeyindeki kusurların belirlenmesini otomatikleştirme ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. İlk olarak, Türkiye'deki seramik üretimi endüstrisinde mevcut sistem vurgulanmıştır. Görüntü işleme konusunun ve bazı tekniklerinin özeti ile devam edilmiştir. Ardından, seramik karolarda yüzey kusurlarının tespiti için daha önceden geliştirilen birkaç teknik gözden geçirilmiştir. Daha sonra, tezin uygulama bölümündeki önışleme ve işleme kısımlarında kullanılan teknikler anlatılmıştır. Bu tezde seramik karoların yüzey kusurlarının tespitinde Canny kenar belirleme algoritmasının nasıl kullanıldığı tarif edilmiştir. Son olarak, kalite kontrol sürecine uygun olarak, görüntü işleme ile ulaşılan özellikler uzman sisteme girdi bilgisi olarak gönderilmiştir.

Anahtar sözcükler : Görüntü işleme, kalite kontrol, kenar belirleme algoritmaları.

DEVELOPMENT OF THE EVALUTION SYSTEM OF PRODUCT QUALITY USING VISUAL PARAMETERS

ABSTRACT

In this thesis, it has been studied to automate detecting the defects on the surface of a ceramic tile using a computer system. Firstly, the current system at tile manufacturing industry in Turkey is outlined. This is followed by summarizing image processing and some of its techniques. Next, a number of techniques recently developed to detect various kinds of defects on tiles is reviewed. Then, the techniques used at preprocessing and processing parts in application of this thesis are described. How the Canny edge detector is used at defect detection on ceramic tiles in this thesis is described. According to the quality control process; the features gained from image processing are forwarded to be inputs for an expert system.

Key words : Image processing, quality control, edge detection algorithms.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Ürün Kalitesinin Görsel Parametrelere Göre Değerlendirilmesi

Üretim sektöründe, ürünler paketlemeden hemen önce kalite kontrol aşamasına gelmektedir. Kalite kontrol aşamasında ürünler üzerinde son değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu değerlendirmeler ile üründe tespit edilen hatalara göre ürünün kalitesi belirlenmekte ve sınıflandırılması yapılmaktadır. Kalite kontrolü ve sınıflandırma aşamasında doğru sonuçların alınması üretim verimliliğini önemli ölçüde etkiler.

Kalite kontrolü sürecinde, ürünün malzemesinin yapısına bağlı olarak yapısal kalitesi veya görünüşüne bağlı olarak görsel kalitesi kontrol edilir. Görsel kalite değerlendirmesinde, ürün görünümünde kaliteyi olumsuz yönde etkilen unsurlar ve ürün görünümünü bozan unsurlar hata olarak algılanır. Bu hataların tespiti yakın zamana kadar insan tarafından yapılmaktayken, bu iş artık insan kontrollü bilgisayarlı kalite kontrol sistemlerine bırakılmaktadır. Bilgisayar kontrollü otomatikleştirilmiş kalite kontrol sistemlerinde hata tespiti ve kalite kontrolü süreci, insana göre daha yüksek hassasiyet ve doğruluk sağlamaktadır.

1.2. Tezin Amacı

Bu tezin konusunu oluşturan çalışmaların amacı, kalite kontrol sistemlerinde görsel değerlendirme aşamasının bilgisayar kontrollü olarak otomatikleştirilerek yapılmasıdır. Seramik karo ürün örneğinde çeşitli tez çalışmaları yapılmıştır.

Seramik karo üretiminde paketleme aşamasına geçmeden önce üretilen seramik karoların görsel olarak değerlendirilerek kalite kontrollerinin yapılması aşamasının bilgisayar ortamında yapılması amaçlanmaktadır. İnsan tarafından yapılan göz ile algılamada ve kalite değerlendirmesinde ortam şartlarından veya kişisel durumlardan kaynaklanan yanılgılar olabilmektedir. Bu tür yanılgıların en aza indirilerek, kalite

kontrolünde görsel değerlendirmenin insandan bağımsız hale getirilmesi hedeflenmiştir. Kalite kontrolünde bilgisayar tarafından yapılan görsel değerlendirme ile en hızlı şekilde ve en doğru sonuçlara ulaşılmaktadır. Kalite kontrolü aşamasında, hataları ve kalitesi değerlendirilerek sınıflandırılan ürünler paketleme aşamasında sınıflarına göre ayrı paketlenmektedir. Kalite kontrolü ve sınıflandırma süreci sonucunda ıskarta olarak belirlenen ürünler geri dönüşüm için üretim aşamasına tekrar geri gönderilerek, bu sayede üretim verimliliğinin artırılmasının sağlanması hedeflenmektedir.

Tezin birinci bölümünde ilk olarak ürünlerin kalite kontrol sürecinin ve bu süreçte görsel değerlendirmenin önemine değinilmiştir. Daha sonra Türkiye'deki üretim sektöründe ürünlerin kalite kontrol aşamalarında görsel değerlendirme konusuna yönelik yapılmış örnek projelerden bahsedilmiştir. Ardından seramik karo ürünlerinin kalite kontrolünde, mevcut sistem genel hatlarıyla anlatılmış ve gözlenen sorunları belirtilmiştir.

Tezin ikinci bölümünde, kalite kontrolünde ürünlerin görsel değerlendirilmesinde kullanılan görüntü işleme konusu ve görüntü işleme adımları hakkında bilgi verilmiştir. Bu adımlar görüntü elde edilmesi, görüntünün iyileştirilmesi, görüntünün zenginleştirilmesi ve özelliklerin çıkarılması olarak verilmiştir. Bu adımlarda kullanılan yöntemler ve tekniklerden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde, seramik karo üretiminde kalite kontrol konusu ile ilgili yapılan araştırmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan teknikler, doku özelliği türüne ve hata türüne göre teknikler olmak üzere başlıklar altında kategorilere ayrılmıştır. Her bir alt kategoriye ait incelenen örnek çalışmalar ve sonuçları özetlenmiştir.

Tezin son bölümünde, tezin uygulama kısmını oluşturan seramik karo ürününde kalite kontrolü sistemi anlatılmıştır. Sistemde kalite kontrolünde görsel değerlendirme aşamasında sistemin genel yapısı ve uygulanan adımlar anlatılmıştır. Bu adımlar görüntü ön işleme ve işleme sürecinde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Kullanılan teknikler ve sonuçları görüntüler üzerinde belirtilmiştir. Görsel değerlendirmeyi otomatikleştirmesi hedeflenerek tasarlanan sistemin donanım ve yazılım bölümleri anlatılmıştır. Sistemin, seramik karo ürünü için görsel değerlendirme ile kalite kontrolünde ortaya çıkan sonuçları belirtilerek tez sonlandırılmıştır.

BÖLÜM 2

TÜRKİYE'DE ÜRETİM SEKTÖRÜNDE KALİTE KONTROLÜ KONUSUNDA YAPILMIŞ OLAN PROJELER

2.1. Yapay Görme Tekniğiyle Hatalı Ürün Tanıma Ve Ayırma Sistemleri

Yapay görme tekniği ile hatalı ürün tanıma sistemlerinde, ürünün yapısal şekline ve ambalajına göre hatalı olanlar tespit edilmekte ve diğerlerinden ayrılmaktadır. Ürünlerin paketlenme aşamasına gönderilmeden önce kalite kontrolünü yaparak hatalı ürünlerin sevkiyatını engelleyen ve hat sonlarında ürünlerin kolilere doğru sayıda ve doğru şekilde yerleştirilip yerleştirilmediğini kontrol eden sistemlerdir. Sistemde tüm kontroller için endüstriyel ışıklandırma, kamera ve optik düzenekler yardımıyla alınan ve sistem bilgisayarına aktarılan ürün görüntüleri kullanılmaktadır. Sistemin ışık, kamera ve bilgisayar gibi tüm bileşenleri uygun standartlardaki endüstriyel kabin ve muhafazalar içindedir. Kullanıcı ara yüzü, gerçek zamanlı yapay görme algoritması ve donanımların yönetimi yüksek bir sistem kaynağı gerektirmektedir. Bu nedenle bu türdeki yapay görme projelerinde birden fazla bilgisayar kullanılarak ve sistemin zorlu işletme şartlarında sürekli devrede kalacağı da düşünülerek görevlerin paylaşılması sık karşılaşılan bir durumdur. Yüksek ürün çeşitliliğine ve değişken hatalara sahip böyle bir proseste farklı hataları algılayacak algoritmalar kullanmak uzun işlem zamanı gerektirmektedir. Görüntülerin alınması işlemi dijital sensörlerle tetiklenmektedir. Sistem, ürünlerin ön, arka ve koli kontrolünü eş zamanlı olarak yürütmektedir. Hata durumlarında hat durdurularak operatöre sorun ve yapılması gerekenler bildirilmektedir. Hatalı ürünler ise ayırma sistemine aktarılarak hattan alınmaktadır.

Gerçekleştirilen bir projede (e3tam, 2007c), ürün ambalajı gerçek zamanlı olarak kalite kontrolü sisteminde incelenmektedir. Bu sistem analizinde ürünlerin ön ve arka yüzlerinde Şekil 2.1'deki kapak, şişe, etiket ve koli yerleşimi kontrolleri, üçlü kamera sistemi yardımıyla yapılmaktadır. Sistemde, yüksek hassasiyet ve hız gerektiren ürün kontrollerinde iki adet renkli dijital kamera, koli kontrolleri için ise bir adet renkli analog kamera kullanılmıştır. Yazılım geliştirme ortamı olarak

görüntü işleme uygulamaları için hazır modüller içeren National Instruments firmasına ait bir ürün olan LabVIEW (National Instruments, 2008) kullanılmıştır. hatalar yerine ideal ürünlerin tanıtılması ve hattaki ürünlerin ideal ürünle karşılaştırılması tercih edilmiştir. Ürün görüntüsü toplam 25 bölgeye ayrılarak incelenmekte ve her bölge için farklı hata toleransları kullanılmaktadır.



Şekil 2.1. Örnek projede hedeflenen kontroller.

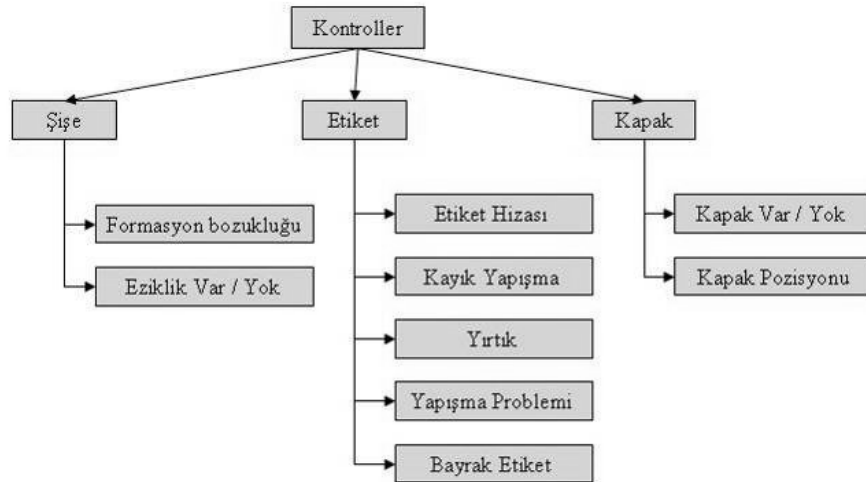
Hattan ideal kalitede ürünler geçiyorken yeni bir ürünün tanıtılması, toplam 10 dakika süren 5 aşamada tamamlanabilmektedir. Bunlar:

1. Kameraların gördüğü alanın ayarlanarak hattan geçen ürünlere ait resimlerin bilgisayara kaydı.
2. Kaydedilen ürün resimlerinden ideal bir ürünün belirlenmesi.
3. İdeal ürün resminde kontrol edilmesi istenen bölgelerin belirlenmesi.
4. Test çalıştırmasıyla hattan geçen ürünlerden hata toleranslarının belirlenmesi.
5. Kolinin ve kolideki ürünlerin tanıtılması.

Gerçekleştirilen bir başka projede (e3tam, 2007a), paketlenme hattı etiket makinesi çıkışında bulunan kameralı kontrol sistemi öncelikle çamaşır suyu

şişelerinin şişe, etiket ve kapak detaylarının yapay görme teknolojisi kullanılarak incelenmesi ve hatalı olan ürünlerin sevkini engellenmesini amaçlar. Kurulan sistemde, görülebilir spektrumda çalışan akıllı 3 dijital kamera ile endüstriyel ışıklandırma sistemi kullanılarak uygun aydınlatma koşulları sağlanmış ortamda, şişe daha kafa altında dönerken şişenin tamamı görüntülenerek, kameralar üzerine yüklenmiş sistem yazılımları ile analizi yapılmak suretiyle şişe yapısında, etikette yada kapak kısmında kabul edilebilir sınırlar dışında bir hata olup olmadığı kontrol edilmektedir.

Analiz sonucunda sistem yazılımının kararına göre hatalı bulunan ürünün hatttan atılma işlemi, etiket makinesi mevcut PLC sistemi tarafından sistem yazılımının PLC'ye gönderdiği sinyaller aracılığı ile yapılmaktadır. Hattan atma sistemi şişelerin etiket makinesinde çıktığı noktada mevcut bulunan pnömomatik bir kol aracılığı ile yapılmaktadır. Sistemin hatta sabitlenmiş mekanik konstrüksiyonu, kamera ve ışıkların etiket makinesi içerisinde montajı için gerekli malzemeleri ve hatta kurulan PC kabinini içermektedir. Analiz işlemi, 3 kamera üzerine yüklenmiş yazılımlar aracılığı ile aynı şişenin 3 farklı açıdan alınan görüntüleri üzerinde ayrı ayrı yapılmaktadır. Sistem analiz işlemi sırasında önceden belirlenen detaylar üzerinde inceleme yapmaktadır. Bu noktalar ve toleranslar, fabrika yetkilileri istekleri ve koşullar göz önüne alınarak belirlenmiştir. Şekil 2.2'de analiz işleminde kontrol edilen noktalar belirtilmiştir.



Şekil 2.2. Analiz işleminde kontrol edilen noktalar.

Fabrika bünyesinde bulunan farklı tip şişe ve farklı ürün tipi bulunan ürün portföylerinde mevcut her çeşit ürünün kontrol edilebilmesi için, ürün değişimlerinde ve boyut değişimlerinde kullanıcı ara yüzü kullanılarak makinede çalışacak şişe boyutunun ve ürün tipinin operatör tarafından değiştirilmesi gerekmektedir.

2.2. Seramik Karo Ürününün Kalite Kontrolü İçin Mevcut Sistemler

Seramik üretimi yapan fabrikaların birçoğunda seramik karoların kalite kontrolü insan tarafından yapılmaktadır. Seramik fabrikalarındaki personellerin, seramik karoları kalitelere göre sınıflandırma işlemini nasıl yaptığı gözlemlenmiştir. Sınıflandırma işlemi için seramik karoların gözle algılanma koşulları, seramik karoların sınıflandırmayı belirleyen özellikleri, seramik karo görüntülerinin gözle algılanmasıyla çıkan sonuçlar incelenmiştir.

2.3. Ortam Koşulları

Seramik karolar, fabrika içinde kayan band üzerinde personelin kalite kontrolü yapacağı bölgeye gelmektedir. Seramik karolar, üretim aşamalarından geçtikten sonra paketleme aşamasından hemen önce kontrol edilmektedir. Fabrikadaki gözlem sürecinde 31 Mayıs 2007 tarihinde kaydedilen Şekil 2.3'deki görüntüde görüldüğü gibi kalite kontrol aşamasına kadar ürünler, kayan band üzerinde tek sıra halinde sürekli olarak geçmektedir. Geçiş hızı sabittir, ancak bir sorun halinde personel tarafından duraklatılmaktadır.



Şekil 2.3. Fabrikada, kalite kontrolü aşamasında seramik karoların gözle algılanması (orijinal).

Fabrika içi aydınlatma gün ışığından etkilenmeyecek biçimde yapılmaktadır. Kayan band üzerinde kontrolün yapıldığı bölgede, ürüne yaklaşık 1m kadar mesafede ürünün yüzeyine dik açıyla bakacak şekilde yerleştirilmiş floresan ile aydınlatma sağlanmıştır. Fabrika içi aydınlatmasından etkilendiği için seramik karo üzerine düşen ışık sabit olmadığından dolayı aynı ürün farklı zamanlardaki geçişlerde farklı algılanabilmektedir. Ortam koşulları, fabrika içinde gürültü, ışık, hareket gibi personelin dikkatini dağıtabilecek unsurlara açıktır. Algılamayı yapan personeller vardiyaya göre değişmektedir ve her bandda bir personel olacak şekilde yerleşmişlerdir. Personel, önüne gelen üründe gördüğü hataların miktarına göre ürün sınıfına karar vermektedir.

2.4. Göz İle Kontrol

Ürün üzerine düşen ışığın özellikleri ortam koşullarına göre değişmekte olduğu için algılama esnasında hatalar olabilmektedir. Ürün yüzeyi sadece floresan ışık kaynağından değil fabrika içi aydınlatmasından gelen ışıktan da etkilendiği için algılamayı yapan göze gelen görüntü her zaman için aynı değildir. Bu da aynı ürün için gözün farklı görüntüler algılamasına ve yorumlamanın sağlıklı yapılamamasına neden olur.

Personel değişimi de elde edilen görüntülerde ve yorumlamada farklılıklar yaratabilir. Aynı rn için farklı personellerin algıladığı görüntüler farklı olabilir. Farklı personeller, algıladıkları görüntüleri farklı yorumlayarak farklı kararlar verebilirler.

Algılama ortamı çevreye açık olduğu için hareketli nesnelere veya ortamdaki gürültü personelin dikkatini dağıtabilir ve bu da gözün algılamasını etkiler.

Personelin yorgunluk, stres gibi ruh hali de algılamayı etkileyebilecek bir unsurdur. Gzn algılamasını etkileyebilecek bu tür durumlar üründen elde edilen görüntüyü, yorumlamayı ve karar verilmesini de etkiler.

2.5. Ortaya ıkan Hatalar

rnlerin kalite sınıflandırması için ürünlerin görüntülerini algılayan personel, ürün üzerinde tespit ettiği hata miktarına göre karar vermektedir. Fabrikada belirlenen hatalar ve açıklamaları Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Hatalar ve açıklamaları

Hata türü	Açıklaması	Boyutu / Alanı
Nokta	Seramik karo yüzeyinde bulunan, başka nesnelerin çarpmasından veya ortamdaki tozların yüzeye yapışmasından kaynaklanan koyu tonda (siyah) noktasal hatalar.	<4 mm ²
Köşe kırığı	Köşelerde oluşan, seramik karo yüzeyinde kırılma ve kopmalardan oluşan alansal hatalar. Seramik karo üzerindeki sır yüzeyden farklı renk tonunda, zemin renginde veya seramik karonun kendi renginde (sır olmayan kısım) olabilir.	< 5 cm ²
Çatlak	Çatlamalardan veya kesiklerden kaynaklanan yüzeydeki vektörel izler. Uzunluk ve yön parametreleri vardır.	< (2 mm * 5cm)
Çukurluk	Seramik karo yüzeyindeki sır yüzeyinde oluşan çukurluk şeklindeki alansal hatalar. Sır üzerinde gölgeli bölge olarak görülür.	Yarıçapı < 1 cm
Kabarma	Seramik karo yüzeyinde sır kabarmasından kaynaklanan alansal hatalar. Sır yüzeyinde gölgeli bölge olarak görülür.	Yarıçapı < 1 cm

Mevcut sistemde ürünlere ve personele ait istatistiksel bilgiler kaydedilmekte ve bu yanımlar takip edilmektedir. Personellerin, ürünleri sınıflandırma sıklıkları kaydedilerek aynı banda ait farklı personellere ait bilgiler karşılaştırılmaktadır. Bu bilgiler analiz edilerek yanımların kaynaklandığı sebepler tespit edilmektedir. Bunların yanı sıra paketleme aşamasından sonra gönderilen ürün hakkında müşteriden gelen geri bildirim, ürün ile ilgili bilgilerle işlenerek olası yanımlar engellenmeye çalışılmaktadır.

BÖLÜM 3

GÖRÜNTÜ İŞLEME

3.1. Bilgisayar Görmesi

Görme duyusu insanın nesnelere algılamasında önemli rol oynar. İnsan görme sistemi dış dünyayı, elektromanyetik enerjinin cisimlerden yansıtılarak göz önündeki retinaya düşmesi ile algılar. İnsan gözünün algıladığı enerji elektromanyetik tayfta görünür bölge olarak belirtilen aralıkla sınırlıdır. Gözün nesneden yansıyan enerjiyi algılaması, beyne iletilmesi ve bu gelen enerjinin beyin tarafından işlenmesi ile görme sağlanır. Üç boyutlu evrenden algıladığı bu verileri, iki boyutlu veri haline dönüştürerek işler ve yaşamı boyunca oluşturduğu bilgi bankasını da kullanarak değerlendirir.

Bilgisayar görmesinde, gözün gerçekleştirdiği görevleri yapmaya çalışırken algılayıcılar kullanılır. Algılayıcının elde ettiği görüntü veya görüntü setleri üzerinden bilgilerin teorik ve algoritmik olarak bilgisayar tarafından çıkarılıp incelenmesi bilgisayarlı görme konusunun dahilindedir (Baxes, 1994). Bilgisayarlı görme sistemlerinde, insan görme sistemini canlandırmaktan ziyade, problem çözümüne yönelik modeller ve yöntemler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu tür yaklaşımın iki genel adımı mevcuttur (Yarman ve Ertel, 2002):

1. Problemin özelliklerini belirleyerek bu probleme özgü matematiksel modeller geliştirmek.
2. Geliştirilen modelleri kullanarak problem çözümü için gerekli algoritmaları bulmak ve bu algoritmaların gerçekleştirilebileceği yazılım ve donanımları geliştirmek.

Her ne kadar insan görme sistemi kadar keskin görme sağlanamasa da bilgisayarlı görme sistemi ile daha verimli ve doğru sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bilgisayarlı görme, performansa yönelik problem çözme yaklaşımı kullanılarak birçok uygulama alanında başarı ile kullanılmaktadır. Aşağıda bu uygulamalardan bazıları verilmiştir.

- Nesne tanıma
- Mikroskopi
- Uzaktan algılama
- Parçacık sayımı / boyutlandırma
- Parmak izi tespiti
- Doküman okuma
- Gıda kalite kontrolü
- Jeolojik modelleme
- Astronomi ...vs

Bilgisayarlı görme konusunun en önemli uygulama alanlarından birisi kameralar aracılığı ile algıladığı görüntüleri değerlendiren ve bu değerlendirmeye göre iş yapan sistemlerdir. Hemen hemen her türlü üretim hattında üretilen malzemenin kalite denetimini yapabilmek için mekanizmalar vardır. Bilgisayarlı görme sistemleri dahilinde kameralar ile ürün görüntüleri elde edilerek çeşitli yazılımlar aracılığı ile düzgün üretilip üretilmedikleri kontrol edilir. Geliştirilen bu sistemlerden bazıları insan denetiminden çok daha mükemmel ve kusursuz çalışabilmektedir.

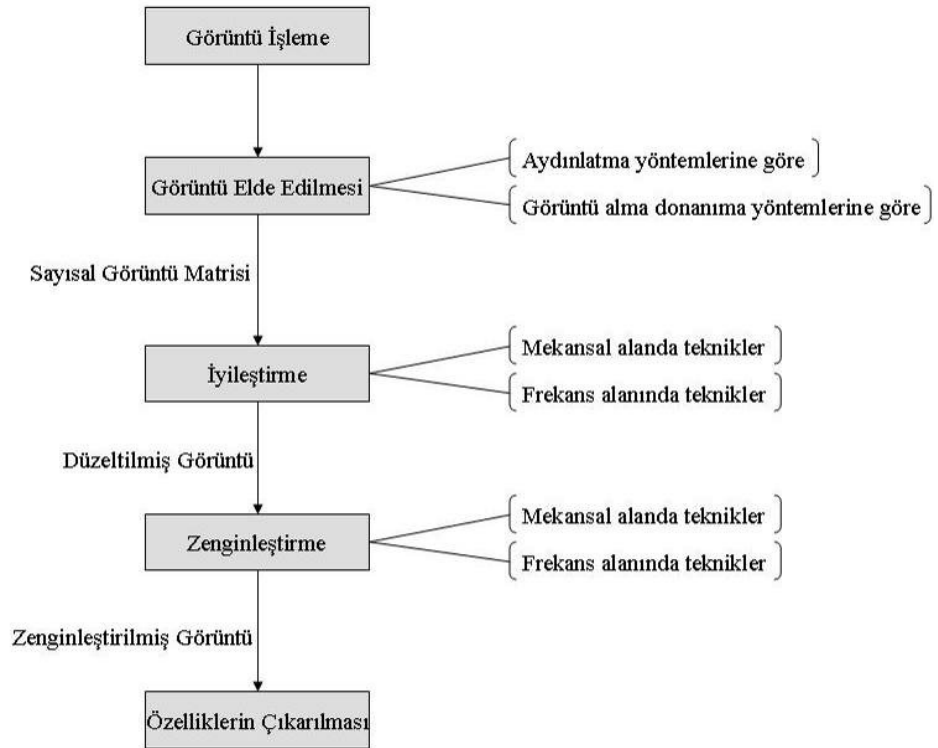
3.2. Görüntü İşleme

Görüntü işleme konusu; bilgisayarlı görme, görüntü analizi, görüntü tanıma ve yapay zeka konuları ile ilişkilidir. Aralarında kesin sınırlar yoktur ve birbirlerinin alanına girebilmektedirler. Görüntü işleme iki temel uygulama alanı hedef alır. İlki nesnelere hakkında görsel bilgilerin elde edilmesi ve insanın yorumlaması için bu görsel bilgilerin güçlendirilmesidir. İkincisi ise görüntü bilgisinin, otomatik makine algılaması dahilinde kaydedilmesi, iletilmesi ve temsili için işlenmesidir (Gonzales ve Woods, 2002).

Görüntü işleme sistemi, görüntünün elde edilmesi, işlenmesi ve görüntüye ait bilgilerin çıkarılmasını içermektedir. Çoğu zaman çıktı olarak yine görüntü elde edilmektedir (Niblack, 1986). Bu yeni görüntü; daha fazla bilgi içeren, daha iyi yorumlanabilir bir görüntüdür. Görüntü işleme sisteminin çıkışında, bilgiler yorumlanmak üzere insana veya bir sonraki uzman sisteme aktarılmaktadır.

3.3. Görüntü İşleme Sistemi Adımları

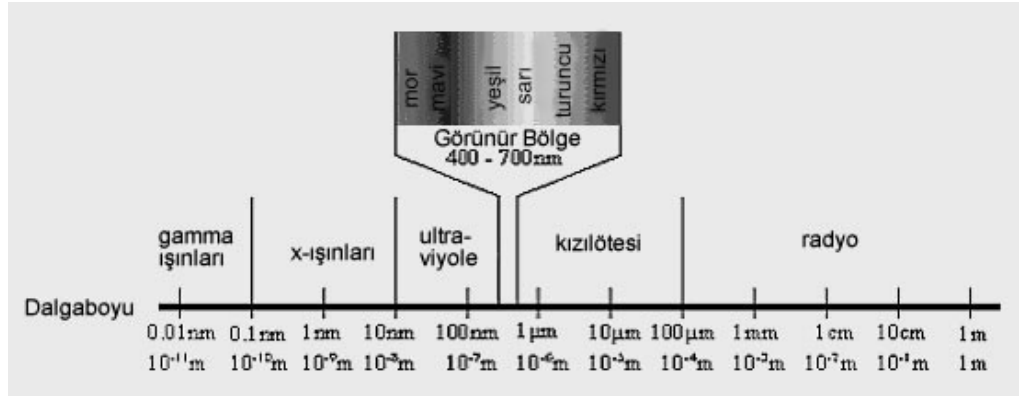
Görüntü işleme yönteminin adımları Şekil 3.1’de verilmiştir. Bu adımlar alt bölümlerde daha ayrıntılı olarak anlatılacaktır. Görsel değerlendirme amacıyla görüntü işlemine sokulan ürünün geçtiği aşamalar verilmiştir. Bu aşamalardan görüntü elde edilmesi aşaması bilgisayar ortamı dışında donanım ile, sonraki aşamalar ise bilgisayar ortamında gerçekleştirilmektedir. Her bir aşamadan çıkan veriler bir sonraki aşamaya aktarılmakta ve görüntü işleme sistemi tamamlanmaktadır.



Şekil 3.1. Görüntü işleme yönteminin adımları.

3.3.1. Görüntü Elde Edilmesi

Bilgisayarlı görme sistemindeki algılayıcıların algılama yaptığı enerji aralığı elektromanyetik tayfın (Şekil 3.2) neredeyse tamamını kapsar (Uhuzam, 2007). Gamma ışınlarından radyo dalgalarına kadar uzanan enerjiyi algılayabilen algılayıcılar, nesne hakkında göz ile elde edilenden daha fazla bilgi elde eder. Bu özellik de hedeflenen uygulamaya yönelik kolaylık sağlar. Örneğin optik kameralara ek olarak yeri geldikçe termal kameraların kullanımı ile ısıya dayanıklı malzemelerin kalite kontrolü yapılabilir.

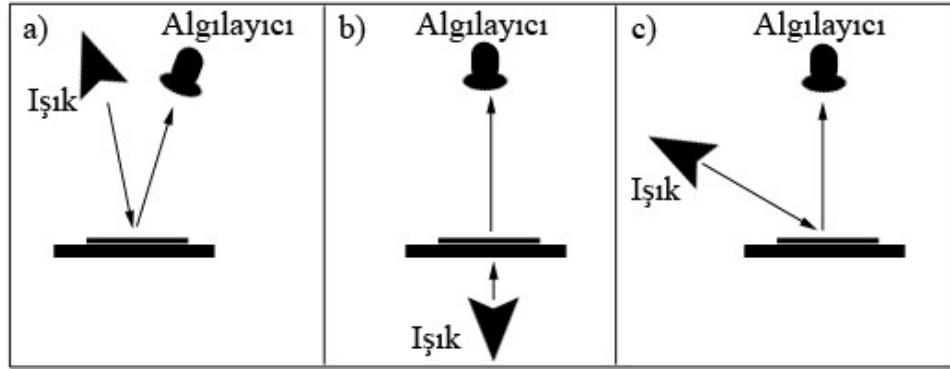


Şekil 3.2. Elektromanyetik tayf (Uhuzam, 2007).

Görüntü elde etmek için kullanılan donanım aşağıdaki gibi üçe ayrılabilir.

1. Analog kameralar: Algılama yaptıkları alana ait video sinyalleri veya RGB çıkışı veren analog kameralardır. Görüntü yakalayıcılar (Frame grabber) kullanılarak görüntülerin elde edilmesi sağlanır.
2. Analog-sayısal dönüştürücü: Nesnelere ait görüntülerin bilgisayarda görüntü işleme teknikleri ile işlenebilmesi için analog sinyaller, bilgisayarın anlayacağı biçime, sayısal biçime dönüştürülür. Görüntünün bilgisayarda bitlerle ifade edilmesi sağlanır.
3. Sayısal algılayıcılar: Sayısal algılayıcıların çıkışında sayısal veriler vardır. CCD gibi alan taraması yapan algılayıcılar bu türlere örnektir.

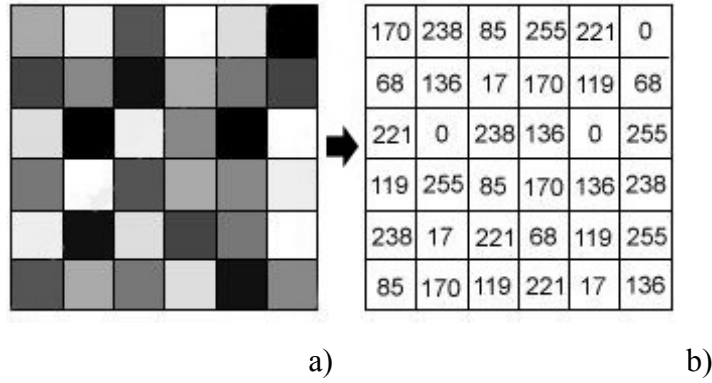
Görüntü kalitesini etkileyen önemli bir unsur da görüntüsü alınacak nesnenin aydınlatılmasıdır. Nesneden algılayıcıya gelen yansımaların sadece belirlenen ışık kaynağından sabit aydınlatma ile sağlanması ve dış ortamdaki yabancı ışık kaynaklarından yansımaların etkilenmemesi gerekmektedir (Grover, 2002) . Ortamı aydınlatmak için birçok yöntem vardır. Işık kaynağının konumuna göre aydınlatma bu yöntemler arasındadır. Işık kaynağının yeri ve konumu amaca uygun seçilmelidir. Konuma göre aydınlatma Şekil 3.3’de gösterildiği gibi üçe ayrılır; önden aydınlatma, arkadan aydınlatma ve yandan aydınlatma.



Şekil 3.3. Aydınlatma yöntemleri (Grover, 2002).

Önden aydınlatma yönteminde; ışık kaynağı görüntüsü alınacak nesneyi algılayıcının gördüğü yönde ve algılayıcıya yakın konumdadır. Bu konum sayesinde nesneden yansıyan ışığın alınması, nesne yüzeyindeki baskı, baskı devre kartı üzerindeki lehim hatları gibi yüzey özelliklerinin tespit edilmesi sağlanır. Arkadan aydınlatma yönteminde; algılayıcı nesnenin ön yüzünü görecektir ve ışık kaynağı algılayıcıya zıt olarak nesnenin arka tarafından aydınlatma yapacak şekilde konumlandırılır. Daha çok şeffaf nesnelere üzerinde siyah-beyaz baskıların algılanmasında kullanılır. Yandan aydınlatma yönteminde; algılayıcı ve ışık kaynağı nesnenin ön tarafında konumlandırılır. Algılayıcı nesne yüzeyine dik konumdadır. Işık kaynağı ise nesne yüzeyine açılı aydınlatma yapacak şekilde, algılayıcıdan uzak konumdadır. Nesne yüzeyindeki pürüzlerin, yüzey özelliklerinin algılanmasında kullanılır.

Nesne görüntüsünün elde edilmesinden sonra görüntü bilgisayar ortamına aktarılır. Bilgisayar ortamındaki sayısal görüntü iki boyutlu matrisel yapıda ifade edilir. Görüntü matrisindeki her bir hücre, kendi konumuna karşılık gelen pikselin (görüntünün en küçük birimi) renk tonu değerini içermektedir. Şekil 3.4'de örneği verilen görüntü matrisinin her bir hücresi görüntü pikselinin konumunu ve renk tonu değerini temsil eder.



Şekil 3.4. (a) Bilgisayar ortamında, piksellere ayrılmış sayısal görüntü.

(b) Görüntü matrisi ve piksellerin renk tonu değerleri

3.3.2. İyileştirme

Görüntünün bilgisayar ortamına aktarılmasından sonra görüntü işleme tekniklerinin uygulanması aşaması gelmektedir. Elde edilen ham görüntüde bozukluklardan veya gürültülerden kaynaklanan hataları gidermek için görüntü iyileştirme adımı uygulanır. Bu adımda hedef, bozulmaların nasıl olduğunun bilinmesi, modellenmesi ve ters işlemlerin uygulanmasıyla orijinal görüntüyü elde etmektir. Daha iyi yorumlanabilir bir görüntü elde etmek için yapılan bu işlemler nesneldir.

Görüntü elde etme sırasında oluşabilen gürültülerin başlıca nedenleri;

- Algılayıcı kalitesi
- Işık seviyesi
- Sensör sıcaklığı
- Çevresel faktörlerdir.

İyileştirme teknikleri iki ana grupta toplanabilir (Gonzales ve Woods, 2002):

1. Mekansal alanda işlemler: Doğrudan pikseller üzerinde yapılan matematiksel işlemlerdir. Noktasal veya komşusal işlemler olarak ikiye ayrılır.
2. Frekans alanda işlemler: Görüntünün fourier dönüşümünün işlenmesiyle ve görüntü frekansları üzerinde yapılan işlemlerdir.

3.3.3.Zenginleştirme

Görüntünün daha iyi yorumlanabilmesi için yapılan işlemlerdir. Farklı problemlere farklı teknikler uygulanır. Tekniklerin ne kadar işe yaradığına yorumlayıcı karar verir. Bu nedenle görüntü iyileştirme tekniklerinin aksine öznel işlemlerdir.

Görüntü zenginleştirme;

- Mekansal alanda işlemler
 - Noktasal işlemler
 - Komşusal işlemler
- Frekans alanında işlemler olarak ana başlıklara ayrılabilir (Gonzales ve Woods, 2002).

Mekansal alanda işlemlerden noktasal işlemler, görüntü matrisindeki her bir piksel üzerindeki işlemlerdir. Histogram eşitleme, histogram eşleme gibi işlemlerle görüntü kontrastı artırılabilir. Böylece daha iyi yorumlanabilir bir görüntü elde edilir.

Komşusal işlemlerde ise piksellerin yeni değerleri komşu piksellerinin de hesaba katılmasıyla oluşturulan fonksiyon ile belirlenir. Yapılacak filtreleme işlemine uygun çekirdek matris (filtre), görüntü matrisi üzerinde gezdirilerek her bir piksel işlenir. Yeni değerlerle, amaca uygun görüntü elde edilir .

3.3.4.Özelliklerin Çıkarılması

Görüntü işleme adımlarının uygulanması ile görüntü üzerindeki nesnelerin belirlenmesi sağlanır. Görüntü üzerinde her bir nesneye ait çıkarılan özellikler, görüntü işleme sisteminin çıktısını oluşturmaktadır. Bu nesneler tanımlanarak özellikleri ile birlikte bilgi kümesi olarak görüntü işleme sisteminden sonra gelen sisteme aktarılır.

Görüntüden elde edilen nesneler noktasal, vektörel veya alansal yapıdadır (Baxes, 1994):

- Noktasal nesneler için;
Konum, en, boy, piksel sayısı ve parlaklık seviyesi gibi özelliklerdir.
- Vektörel nesneler için;
Konum, en, boy, piksel sayısı, komşu piksel yönlerine göre chain kodu gibi özelliklerdir.
- Alansal nesneler için;
Konum, en, boy, piksel sayısı, parlaklık seviyesi, sınırlarının chain kodu gibi özelliklerdir.

BÖLÜM 4

SERAMİK KAROLARIN KALİTE KONTROLÜ ALANINDAKİ ARAŞTIRMALAR

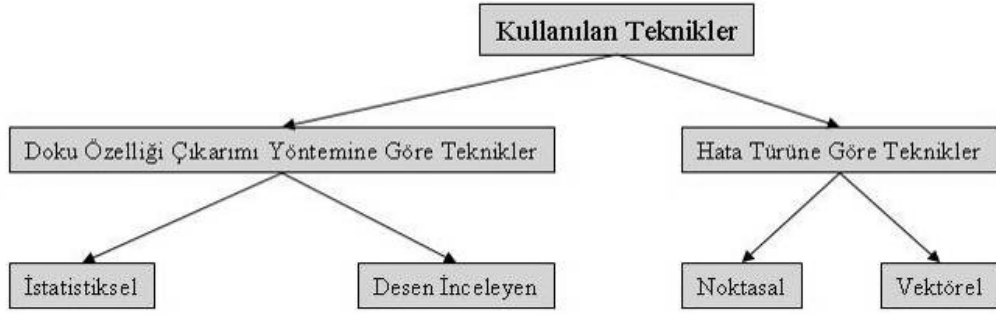
Seramik karo sektöründe üretim sürecinde otomasyonun yaygınlaşması verimi ve hızı artırmıştır. Seramik karoların üretiminin son aşaması olan kalite kontrolü ve sınıflandırma aşamasında, otomasyon önceki aşamalarda olduğu kadar yaygınlaşmamıştır. Seramik karoların kalite kontrolü için otomasyon sistemlerinde, ürün üzerindeki hatalar tespit edilmekte ve bu hatalar göz önünde bulundurularak kalitelerine göre sınıflandırılmaktadır.

Yurtdışında bu alanda çeşitli çalışmalar yapılmakta ve kalite kontrolü yapan sistemler geliştirilmektedir. Yurtiçinde ise bu alandaki çalışmalar çok az sayıdadır ve e3tam, Divit (Dijital Video ve İmge Teknolojileri -Arge) firmaları kalite kontrol sistemleri tasarlamaktadır.

Seramik karo üzerindeki hataların bulunmasında ve sınıflandırılmasında ihtiyaca göre seçilen çeşitli donanım sistemleri üzerinde çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Hata tespiti için geliştirilen tekniklerin uygulanması sırasında eğitim verileri olarak kullanılan seramik karo örneklerinin iyi seçilmesi gerekmektedir. Sisteme tanıtılan seramik karo ve hata örneklerinin her türlü durumu, olabilecek her hatayı içermesi gereklidir.

4.1.Seramik Karonun Görsel Değerlendirilmesinde Kullanılan Teknikler

Seramik karo yüzeyinde veya dokusundaki hataların tespit edilmesi amacıyla yapılan görsel değerlendirme işlemlerinde farklı kategorilerde teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikleri Şekil 4.1'deki gibi gruplandırabiliriz.



Şekil 4.1. Seramik karonun görsel değerlendirilmesinde kullanılan teknikler.

4.1.1. Doku Özelliği Çıkarımı Yöntemine Göre Teknikler:

Seramik karo yüzeyindeki hataların görsel olarak incelenmesine dayanan yöntemlerden biri doku özelliği çıkarımıdır (Novak ve Hocenski, 2005). Bu yöntemde seramik karo üzerindeki doku özellikleri belirlenir ve bunlar hata tespiti için incelenir. Bu yöntemde istatistiksel ve desen inceleyen teknikler kullanılmaktadır.

4.1.1.1. İstatistiksel Teknikler

İstatistiksel tekniklerde sayısal görüntüde piksellerin dağılımından bilgi çıkarılmakta, ancak konumsal ilişkileriyle ilgili bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle istatistiksel özellikler aydınlığı karakterize eden fakat mekansal yapıyı belirtmeyen özelliklerdir. Rank order filter, Top hat transform (Desoli ve diğ., 1993), histogram işlemleri gibi teknikler istatistiksel teknikler arasına girer.

Desoli ve diğ. (1993) yaptıkları çalışmada, seramik karoların görsel değerlendirmesini yapan ve otomatikleştirilmiş yüzey kalite analizine yönelik bir görüntü işleme sisteminden bahsetmektedir. Bu projede yeni geliştirilmiş bir sensöre dayanan ve yüksek çözünürlüklü renkli görüntü elde etmek için gelişmiş bir ekipman tanımlamayı ve gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Projede, seramik karolarda renk ölçümü, doku karakterizasyonu ve hata tespiti için uygun olan bir görüntü analiz algoritması gerçekleştirmek ve otomatikleştirilmiş değerlendirme sistemine entegre etmek hedeflenmektedir. Sistem 3 modülden oluşur; doku sınıflandırması, renk

tonlama sınıflandırması, yüzey hatası tespiti. İlk modülde; kullanılan algoritmalar daha çok renk ve doku ayırımına dayanır. Doku özellikleri olmayan seramik karolarda hataların tespiti, uygun ışık altında çok bantlı görüntü işleme teknikleri ile kolayca yapılır. Ancak doku özelliği olan seramik karolarda hataların tespiti için dokuların gösteriminin çok iyi olması ve hem mekansal hem frekans alanında çözünürlüğün yüksek olması gerekli. İkinci modülde; renk gösterimi şemalarında daha ileri seviye incelemeler yapılmakta. Seramik karoların renk uzayındaki histogramı dokulu karolarda renk tonlaması yapılmasını sağlamaktadır. Üçüncü modülde; desenli yüzeylerde seramik karoların ilk olarak desen şablonu ile kaydedilmesi gerekmektedir. Daha sonra her bir desen renk tonlamasına derecelendirilerek ayrı ayrı incelenir. Sistemde bulunan algoritmalarından “rank order filter” algoritması kullanılarak, seramik karo üzerindeki pıhtı hatalarının tespiti sağlanmaktadır. Seramik karo üzerindeki çatlak hatalarının tespitinde ise “top hat transform” kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra hataların tespiti ve sınıflandırma için histogram uzaklığı, ortalama ve varyansı hesaplanmıştır.

4.1.1.2. Desen İnceleyen Teknikler

Görüntüde istatistiksel metodların yanı sıra görüntünün desen bilgisi üzerinde işlem yapan ileri seviye teknikler de kullanılmaktadır.

LBP (Local binary pattern operator) tekniği kullanılan bir makalede (Novak ve Hocenski, 2005); görüntünün mekansal yapısı ile ilgili bilgi, görüntünün aydınlık bilgisinden daha etkili olduğundan dolayı LBP’ye dayalı özellik çıkarımı metodları istatistiksel metodlara göre daha verimli olduğu gözlenmiştir. İstatistiksel yöntemlerde piksellerin ve özelliklerin mekansal bilgileri ve konumsal ilişkileri ile ilgili bilgi bulunmamaktadır. LBP tekniğinde ise konumsal bilgilerin olması hata tespitinde daha etkili olmasını sağlamıştır. Makalede 20 seramik karo eğitim seti olarak kullanılmıştır. 20 seramik karo üzerinde yapılan denemelerde istatistiksel metodlarda %25’e varan yanlış hata tespiti gözlenmiş, tespit edilemeyen hata oranı ise istatistiksel metodların kendi içinde kademelerine göre değişerek %5 ila %20 olarak gözlenmiştir. LBP tekniklerinde yanlış hata tespiti oranı %0 ila %15 olarak

gözlenmiştir. Tespit edilemeyen hataların oranı %0 ila %10 olarak değişmektedir. Toplam yanılmaların oranlarına göre; LBP teknikerinin kendi içinde değerlendirilmesi ile en fazla %10 toplam yanılma oranı hesaplanmıştır. LBP teknikleri arasında ise en etkili olanın %0 toplam yanılma ile LBP_riu243 tekniği (çap 3 olmak üzere merkez pikselden 24 nokta uzakta çekirdek) görülmüştür.

4.1.2.Hata Türüne Göre Teknikler:

4.1.2.1. Noktasal Hata

Seramik karo yüzeyindeki iğne ucu, nokta gibi tek piksellik hataların tespitinde kullanılan tekniklerdir. Bu tekniklerden “Optimal Spot Filter” tekniğiyle yapılan denemelerde noktasal hataların yanı sıra küçük çatlaklar, oyuklar gibi hataların da tespit edildiği görülmüştür (Boukouvalas ve diğ., 1995). Seramik karo hatalarının kategorilere ayrıldığı makalede, daha önceden dokulu ve düz seramik karolardaki hataların tespitinde kullanılan bazı teknikler sıralanmıştır (Boukouvalas ve diğ., 1995). Bu teknikler; düz yüzeyli seramik karolarda iğne ucu ve çatlak tespitinden dokulu yüzeylerde çatlak tespitine, renkli dokulu seramik karolarda hata tespitine kadar uzanmaktadır. Makalede kullanılan “Optimal Line Filter” ve “Optimal Spot Filter” ile çatlaklar gibi çizgisel hatalar ve iğne ucu, delikler gibi noktasal hatalar tespit edilmiş ve her hata için birer örnek görüntü makaleye eklenmiştir. Bu tekniğin en iyi sonucu bol ışıklı ve düz yüzeylerde tarayıcı ile görüntü alınması ile sağlanmıştır.

Rank order filter tekniği (Desoli ve diğ., 1993) ile yapılan denemelerde nokta ve pıhtı gibi hataların tespiti sağlanmıştır.

4.1.2.1. Vektörel Hata

Seramik karo yüzeyindeki çatlaklar, yarıklar gibi çizgisel hataların tespitinde kullanılan tekniklerdir. Bu teknikte seramik karo görüntüsünden birkaç piksel genişliğindeki özellikler çıkarılmaktadır. Bu tekniklerden; “Optimal Line

Filter” (Boukouvalas ve diğ., 1995) tekniğinde dikey ve yatay olmak üzere iki tane tek boyutlu çakıştırma kullanılmıştır.

Çizgisel hataların bulunmasında kullanılan bir başka yöntem de Wigner dağılımıdır (Jacobson ve Wechsler, 1994). Bu teknik uzun çatlakların hata tespitinde kullanıldığı ve en iyi sonucun 7*7 boyutunun kullanılması ile elde edildiği görülmüştür.

Çizgisel hataların belirlenmesinde kullanılan diğer bir yöntem de kenar belirleme yöntemleridir. Kenar belirleme işleminde, görüntüdeki keskin devamsızlıklar belirlenir ve buralara konumlanılır. Bu kenarlar, görüntünün sahne yapısındaki değişimlerden kaynaklanan görüntü yoğunluğunda devamsızlıklar olarak tanımlanır. Bu devamsızlıkları belirginleştirmek için zenginleştirme ve yumuşatma uygulanır. Kenar belirleyiciler, nesnenin gri seviye görüntüsünden nesnenin hızlı ve tam doğru olarak tanınması için gerekli olan kenarları üretme kabiliyetine göre değerlendirilirler. En sık kullanılan kenar belirleyicilerden biri Canny kenar belirleyicidir (Canny, 1986).

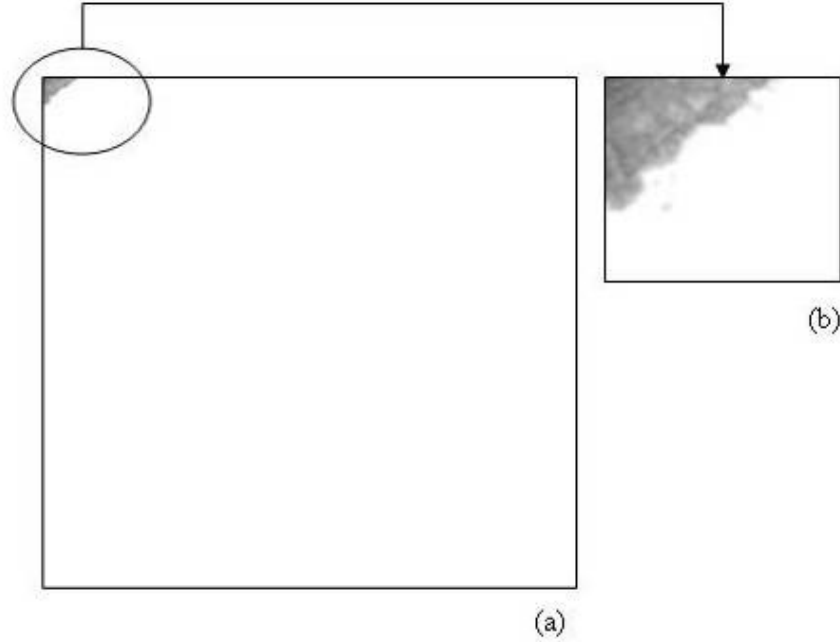
Canny kenar belirleme yöntemi ile çalışılan bir makalede (Vasilic ve Hocenski, 2006) kullanılan 20 adet seramik karonun örnek görüntüleri üzerinden alınan sonuçlara göre hataların %85’e yakın başarı oranı ile tespitinin sağlandığı gözlemiştir. Bu makalede kullanılan Canny kenar belirleme yönteminde, 20 seramik karonun görüntüleri 8-bit tek kanallı gri görüntüye çevrilmiştir. Görüntüler üzerinde hem Gaussian hem de basit görüntü yumuşatma filtreleri kullanılmış ve 3*3 boyutundaki Canny kenar belirleme çekirdeği kullanılarak işleminden geçirilmiştir. Canny kenar belirleyici ile elde edilen son görüntü, siyah üzerinde girdi görüntüsündeki kenarları belirten beyaz piksellerden oluşan binary görüntüdür.

BÖLÜM 5

GELİŞTİRİLEN SERAMİK KARO ÜRÜNÜNDE KALİTE KONTROLÜ SİSTEMİ

5.1. Geliştirilen Sistemin Genel Yapısı

Seramik karoların kalite kontrol sürecinde, gözle incelenmesinin olumsuz sonuçlarını en aza indirmek için, geliştirilen sistemde görüntü işleme yöntemleri kullanılmıştır. Farklı yüzey kusurları içeren örnek seramik karolar kullanılmıştır. Gözle yapılan incelemelerde seramik karo üzerindeki 2mm'den büyük ve çok koyu tondaki özellikler belirlenebilmiştir (Şekil 5.1). Çoğu yüzey hatası çıplak gözle ayırt edilememektedir. Gözle fark edilemeyen yüzey kusurları ve bu kusurlar hakkındaki boyut, renk tonu gibi ayrıntılı bilgiler ise ancak görüntü işleme teknikleri ile elde edilmiştir.



Şekil 5.1. (a) Örnek seramik karo görüntüsü. (b) Örnek seramik karo görüntüsünde sol üstteki köşe kırığının yakınlaştırılmış görüntüsü.

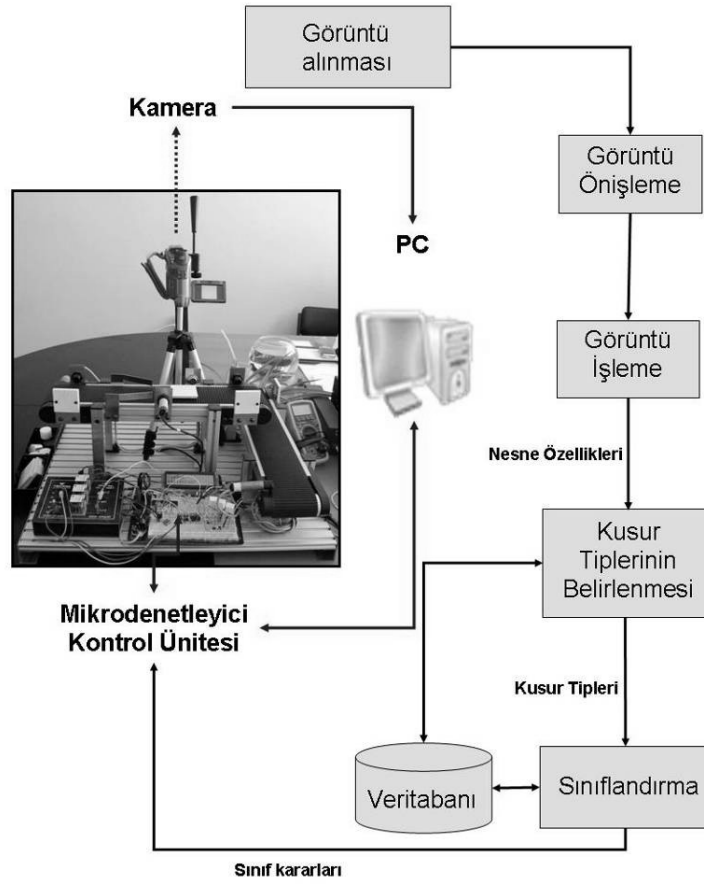
Seramik karo görüntüsünde bulunan özellikler yapısal olarak aşağıdaki gibi gruplandırılabilir (Novak ve Hocenski, 2005):

1. Yüzey özellikleri: Seramik karonun sır yüzeyinde oluşan, siyah nokta, çizik, leke gibi noktasal, çizgisel veya alansal özelliklerdir.
2. Doku özellikleri: Seramik karonun dokusunda bozulmalara neden olan hatalardan kaynaklanan doku özellikleridir. Çukur, tümsek, çatlak, kırık gibi yapısal özelliklerdir.
3. Desen özellikleri: Seramik karo üzerindeki desenin rengi, boyutları, parlaklığı, konumu gibi özelliklerdir.

Seramik karolar üzerinde gözlenen yüzey ve doku özellikleri şekillerine göre aşağıdaki gibi ayrılabilir;

1. Noktasal Özellikler: Seramik karonun sır yüzeyi üzerinde görülen boya sıçraması, ince çarpmalardan veya toz yapışmasından kaynaklanan, küçük nokta şeklindeki özellikler.
2. Çizgisel Özellikler: Seramik karonun sır yüzeyinde veya köşelerinde görülen çarpmalardan, kırılmalardan, çatlaklardan veya çiziklerden kaynaklanan çizgi şeklindeki özellikler.
3. Alansal Özellikler: Seramik karonun yüzeyinde damlama veya çökmelerden oluşan orta veya büyük boyuttaki alansal doku özellikleri.

Uygulanan sistemde seramik karonun görüntüsünün alınması, görüntünün işlenmesi ve görüntüden özelliklerin çıkarılması işlemleri uygulanmaktadır. Sistemin genel yapısı Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2. Geliştirilen sistemin genel yapısı.

Bu genel yapıya göre, seramik karonun görüntüsünün elde edilmesinden sonra bu görüntü üzerinde görüntü işleme adımları uygulanmaktadır. Elde edilen görüntünün iyileştirilmesi, zenginleştirilmesi ve görüntüden özelliklerin çıkarılması işlemleri MATLAB 7 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Görüntü üzerinde belirlenen nesnelerin çıkarılmasından sonra bu nesneler ve özellikleri bir sonraki adımda sınıflandırma modülüne geçirilmek üzere hazırlanmaktadır.

5.2. Donanım yapısı

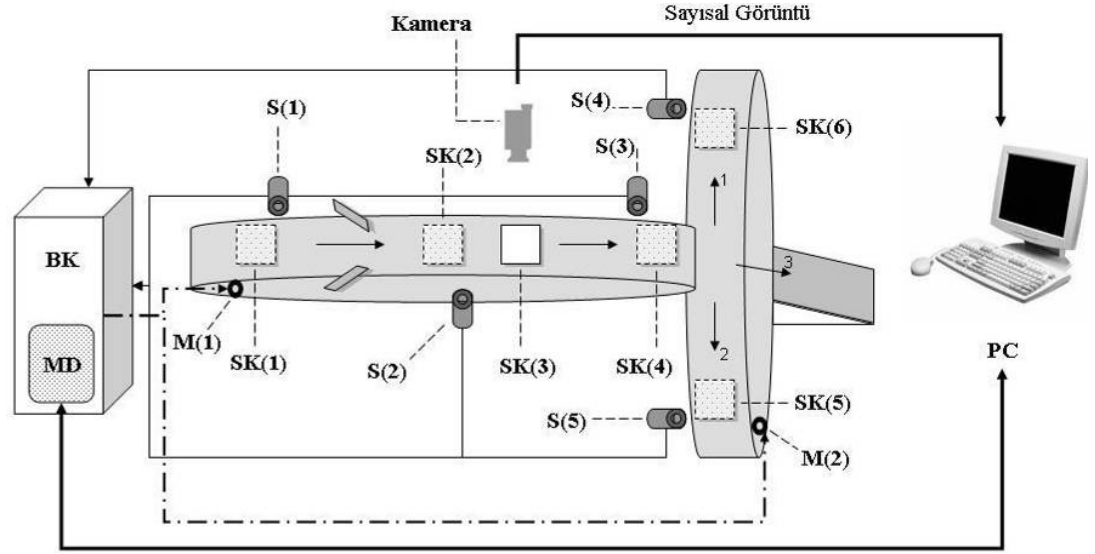
Kamera: Seramik karo görüntüsünü bilgisayara aktaran dijital kamera kullanılmaktadır.

Sensörler: Maksimum 10cm. algılama mesafesi olan beş adet optik sensör kullanılmaktadır.

Kayan band mekanizması: İki eksenli kayan band mekanizmasına, ıskarta ürünlerin ayrılabilmesi amacıyla üçüncü eksen eklenmiştir. Kayan band mekanizması üzerine sensörler ve kamera monte edilmiştir.

Bilgisayar sistemi: Seramik karo görüntüsünü alan ve yazılan görüntü işleme programı ile işleyerek ürün yüzeyindeki kusurların tespit edilmesini sağlayan ve ürün sınıfına karar veren kişisel bilgisayar kullanılmaktadır. Kişisel bilgisayardan kayan band üzerindeki donanıma gönderilen komutlar ile seramik karonun uygun sınıfa gönderilmesi sağlanmaktadır. Gerçekleştirilen sistemde kullanılan, 1.40Ghz Intel Celeron M işlemcili ve 752 MB Ram kapasiteli, Windows XP işletim sistemli dizüstü bilgisayar üzerinde çalıştırılan ve MATLAB v.7.0 programı ara yüzünde Matlab dilinde yazılan programla işlemler yürütülmektedir.

Uygulanan çalışmada, kayan band sistemi üzerinde sabit kamera düzeneği kullanılmıştır. Kullanılan kamera kayan banda sabitlenerek, kayan banddan geçmekte olan seramik karonun görüntüsü alınmaktadır. Kayan band üzerine monte edilen sensörler aracılığıyla seramik karonun geçiş durumu bilgisayara gönderilmekte, seramik karonun geçişinin algılanmasıyla kamera tarafından alınan görüntü (Şekil 5.1) bilgisayara aktarılmakta ve işlenmektedir. Gerçekleştirilen sistemin donanımsal yapısı Şekil 5.3’de ve açıklamaları Tablo 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.3. Sistemin donanımsal yapısı.

Tablo 5.1. Uygulama düzeneği elemanları ve açıklamaları.

Eleman adı	Açıklama
BK	Kayan bantı kontrol eden birim
MD	Mikro denetleyici birimi
PC	Görüntü işleme ve sınıflandırma işlemlerinin gerçekleştirildiği bilgisayar ortamı
Kamera	Seramik karo görüntüsünü alıp bilgisayar ortamına USB ara yüzüyle aktaran kamera düzeneği
Görüntü Alma Bandı:	
Sensörler	
S(1)	Kayan banda seramik karonun konulduğunu algılayan optik sensör.
S(2)	Seramik karonun, kameranın görüntü alma alanına ulaştığını algılayan optik sensör.
S(3)	Seramik karonun, sınıflandırma bandının çalışmasını başlatacak olan optik sensör.
M(1)	Görüntü alma bandını harekete geçiren motor.
Seramik Karo Örnekleri	
SK(1)	Kayan band üzerinde, S1 sensörünün algılama alanına gelen yüzey kusuru olan seramik karo örneği
SK(2)	S2 sensörünün algıladığı, görüntüsü alınmaya hazır seramik karo örneği
SK(3)	Kamera tarafından görüntüsü alınan seramik karo örneği.

SK(4)	Kamera tarafından görüntüsü alınarak bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra, sınıflandırma bandına aktarılacak seramik karo örneği
Sınıflandırma Bandı:	
Sensörler	
S(4)	Birinci sınıfa ait seramik karonun geçişini onaylayan optik sensör.
S(5)	İkinci sınıfa ait seramik karonun geçişini onaylayan optik sensör.
M(2)	Sınıflandırma bandını harekete geçiren motor.
Seramik Karo Örneklere	
SK(5)	Birinci sınıfa ayrılan seramik karo örneği
SK(6)	İkinci sınıfa ayrılan seramik karo örneği

5.3.Sistemin Donanım Kısımının Genel İşleyişi

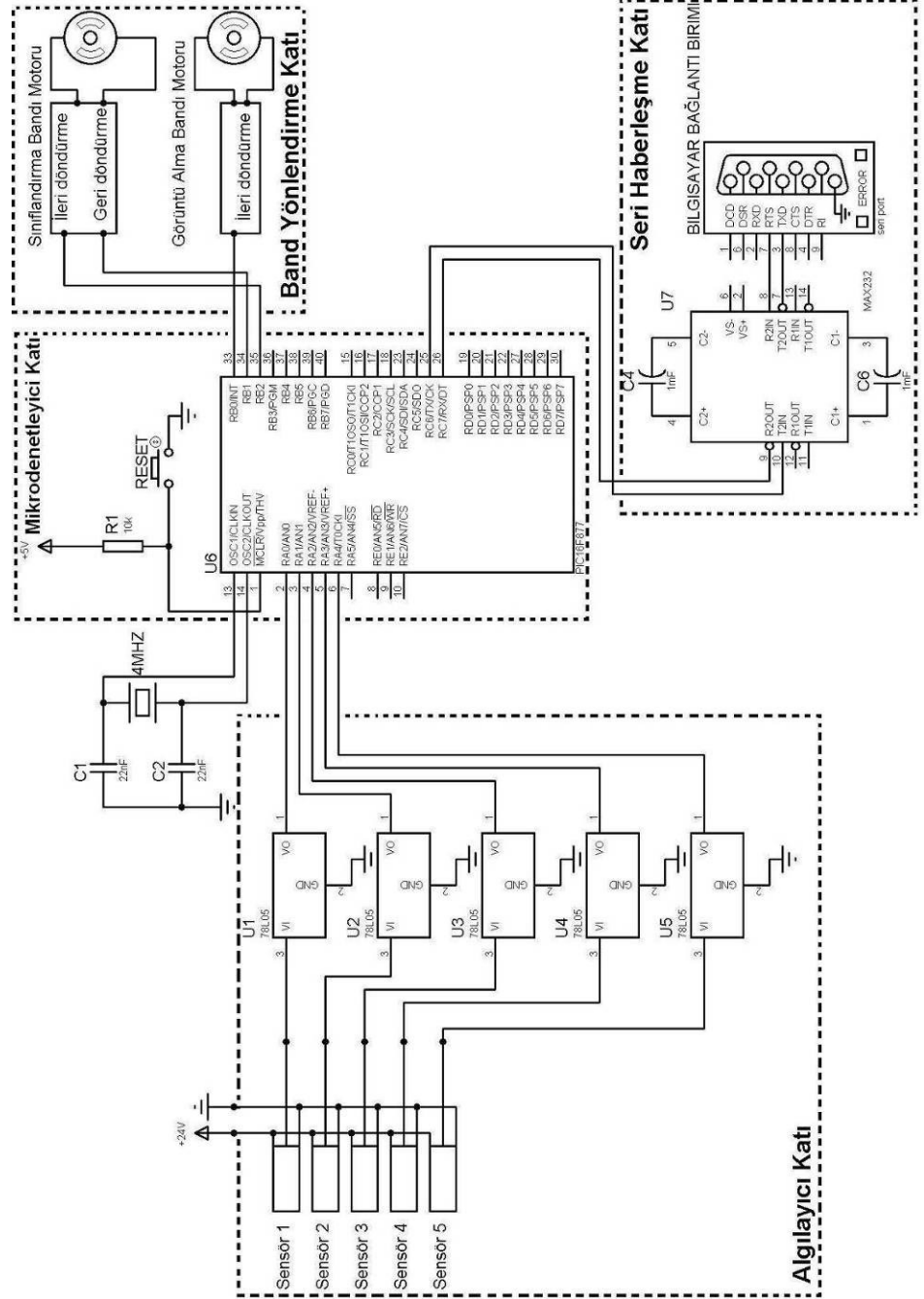
5.3.1. Kayan Band Mekanizması

Kayan band üzerine gelen seramik karo örneğinin S(1) sensörü tarafından algılanarak, bilginin mikro denetleyiciye aktarılmasıyla harekete geçen M(1) motoru, görüntü alma bandını harekete geçirir. Band üzerinde ilerleyen seramik karo, S(2) sensörüne ulaşmadan önce band kenarlarındaki levhalar sayesinde düzeltilir. S(2) sensörünün gördüğü “seramik karo geldi” bilgisi mikro denetleyiciye ve oradan da seriport aracılığıyla anında bilgisayara aktarılır. Seramik karo, görüntüsünün alınması için kamera önüne gelene kadar mikro denetleyiciye bilgisayar tarafından gönderilen “görüntü bandını durdur” komutuyla, mikro denetleyici kontrollü M(1) motoru durdurulur. Seramik karo, kamera önünde durmaktadır. Bu aşamadan sonra bilgisayara USB biriminden bağlı olan kameranın aldığı görüntü, bilgisayarda işlenmek üzere kaydedilir. Bilgisayarda işlenen seramik karo görüntüsü sınıflandırılarak, karonun hangi sınıfa ait olduğu tespit edilir ve görüntü alma bandı tekrar çalıştırılarak, sınıfı belli olan seramik karonun band üzerinde ilerlemesi devam ettirilip artık sınıflandırma bandına aktarılması sağlanmalıdır. Band üzerinde ilerleyen seramik karo S(3) sensörünün önüne geldiğinde, bilgisayarda belirlenen sınıf bilgisi mikro denetleyiciye aktarılır ve hangi sınıfa ait olduğu bilgisi doğrultusunda M(2) motoru ileri yönde (1 nolu ok) ya da geri yönde (2 nolu ok) harekete geçirilerek veya ıskarta olan 3 nolu ok yönünde sınıflandırma bandının seramik karonun sınıfına göre paketleneyeceği yöne doğru ilerlemesi sağlanır. S(4) ve S(5) sensörleri ile seramik karoların paketlemeye gidip gitmedikleri tespit edilir ve banddan kaç adet fayansın aktarıldığı bilgisi de tutulabilir.

5.3.2. Mikro Denetleyici Kontrol Ünitesi

Gerçekleştirilen sistemde, seramik karoların kayan band üzerinden geçişini denetleyen sensörlerin ve bilgisayardan gelen sınıf bilgisine göre kayan band hareketini yönlendiren motorların kontrolü mikro denetleyici kontrol ünitesi ile sağlanmaktadır. Mikro denetleyici kontrol ünitesi, band kontrol katı ve mikro denetleyici içine gömülen mikro denetleyici programından oluşmaktadır.

Sistemde kullanılan band kontrol katı; algılayıcı katı, band yönlendirme katı, seri haberleşme katı ve mikro denetleyici katı olmak üzere 4 ana birimden oluşmaktadır ve devre şeması Şekil 5.4’de verilmiştir.



Şekil 5.4. Sistemde kullanılan band kontrol katının devre şeması.

Algılayıcı katı; kayan band üzerinde bulunan ve seramik karoların geçişini algılayan sensörlerden aldığı bilgiyi mikro denetleyici katına aktarır.

Band yönlendirme katı; mikro denetleyici katından gelen komuta göre motorları çalıştırarak kayan bandın hareketini sağlar.

Seri haberleşme katı; mikro denetleyici katı ile bilgisayar programı arasındaki haberleşmeyi sağlar. Mikro denetleyici katından gelen S(1) sensörüne ait onay bilgisini bilgisayara aktararak bilgisayar programından görüntü alma işlemi tetiklenir. Bilgisayar programından gönderilen sınıf bilgisi ise mikro denetleyici katına aktarılır.

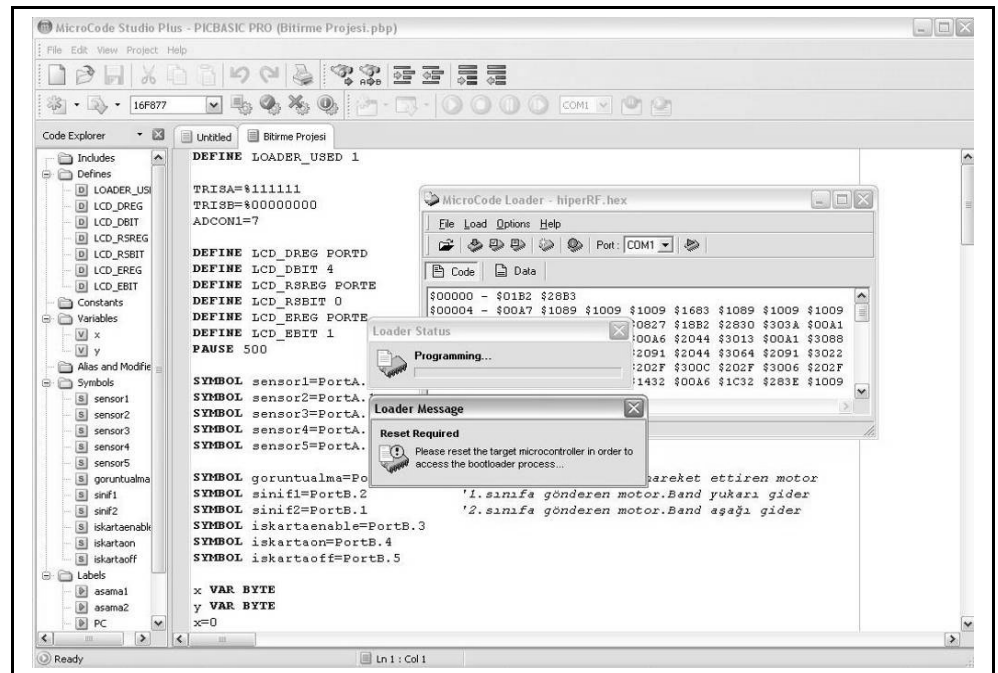
Mikro denetleyici katı; algılayıcı, seri haberleşme ve band yönlendirme katı arasındaki iletişimi ve koordinasyonu sağlar. Mikro denetleyici katındaki mikro denetleyici içine gömülen program ile işlem adımları belirlenir ve ilgili donanım parçasına komutlar gönderilir.

Seramik karonun kayan band üzerinden geçişinin S(1) sensörü tarafından algılanmasıyla, algılayıcı katına onay bilgisi gelmekte ve band yönlendirme katı kayan band üzerindeki M(1) motorunu çalıştırarak kayan bandın hareketini başlatır. Seramik karo, kameranın görüntüleme alanına geldiğinde S(2) sensörü tarafından algılanmasının ardından, algılayıcı katından seri haberleşme katına bilgi gönderilmekte ve seri haberleşme katı da bilgisayara görüntü alması için uyarı göndermektedir. Bilgisayar tarafından görüntünün alınıp işlenmesinden sonra kayan band üzerindeki seramik karoya ait sınıf bilgisi yine seri haberleşme katına gönderilir. Seri haberleşme katından mikro denetleyici katına gönderilen sınıf bilgisine göre band yönlendirme katına komut gönderilir ve motorların hareketiyle kayan band uygun eksen yönünde hareket ettirilir.

Mikro denetleyici katında kullanılan mikro denetleyiciler; ram, giriş-çıkış üniteleri, çevre üniteleri ve bunlar arasında iletişimi sağlayan adresleme hatlarıyla veri iletim hatlarını tek yonga içerisinde barındıran programlanabilir entegre elemanlardır. Gerçekleştirilen sistemde mikro denetleyici olarak piyasada yaygın bulunabilmesi, tekrar tekrar programlanabilmesi ve 8 KB flash program belleğine sahip olması gibi nedenlerden dolayı Pic16f877 kullanılmıştır. Pic16f877’de çok sayıda

giriş çıkışın bulunması gerçekleştirilen sistemin kontrolünde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Program hafızası flash rom olduğu için program, elektriksel olarak silinip yeniden yüklenebilmektedir. Ayrıca enerji kesilmelerinden de program etkilenmemektedir (Dinçer ve diğ., b.t.; Bodur ve diğ., b.t.).

Kullanılan Pic16f877 mikro denetleyicisi, MicroCode Studio programlama ara yüzünde PICBasicPro (Dinçer ve diğ., b.t.) programlama diliyle yazılan program ile kontrol edilmektedir. PICmicronun hangi portları, hangi özellikleri kullanılacaksa, algoritma kurularak, PicBasic komutlarıyla program yazılıp derlenmektedir (Özcan, 2005). MicroCode Studio derleyicisinde yazılan program “.bas” uzantılı olup, program yazıldıktan sonra derlendiğinde programın assembly dilindeki karşılığı “.asm” uzantılı bir dosya ve mikro denetleyiciye gömülecek olan “.hex” uzantılı dosya oluşturulmaktadır (Bayram, 2006). Şekil 5.5’deki gibi derlendikten sonra elde edilen hex uzantılı dosya, Micro code loader programı aracılığıyla bilgisayarla iletişim halindeki seri haberleşme katı üzerinde mikro denetleyiciye yüklenmektedir.



Şekil 5.5. MicroCode Studio ve MicroCode Loader ara yüzleri.

Gerçekleştirilen sistemde PicBasic dilinde yazılan program ve açıklamaları aşağıdaki gibidir.

- Programın birinci adımında sensörler, port giriş ve çıkışları tanımlanmaktadır:

```
symbol sensor1=PortA.0
symbol sensor2=PortA.1
symbol sensor3=PortA.2
symbol sensor4=PortA.3
symbol sensor5=PortA.4
symbol goruntualma=PortB.0 'görüntü alma bandını hareket ettiren
M(1) motoru
symbol sinif1=PortB.2 '1.sınıfa gönderen motor durumu.
symbol sinif2=PortB.1 '2.sınıfa gönderen motor
durumu.
symbol iskartaenable=PortB.3' Iskarta sınıfına gönderen motor
durumu.
symbol iskartaon=PortB.4
symbol iskartaoff=PortB.5
```

- Programın ikinci adımında, seramik karonun kayan band mekanizması üzerinden geçişinin olup olmadığının S(1) sensörü tarafından algılanması ile ilgili komutlar yer almaktadır:

```
asama1:
if sensor1=1 and sensor2=0 then
x="1"
goruntualma=1
iskartaenable=1
iskartaon=0
iskartaoff=1
pause 200
```

```

iskartaenable=0
hserout ("Sensor:",x,13,10)      'sensör1 gördüğünde PC ye sensor:1
yazar
  Lcdout $fe,1,"Sensor1 gordu"
  LCDOUT $fe,$C0,"FAYANS ILERLIYOR"
  goto asama2
else
  LCDOUT $fe,1,"Fayans"
  Lcdout $fe,$C0,"bekleniyor"
endif
  pause 10
goto asama1

```

- Programın üçüncü adımında, seramik karonun S(1) sensörü tarafından algılanmasından sonra kayan band hareketiyle S(2) sensörü önüne geldiğinde algılanması ve kamera ile görüntü alma işlemi için bilgisayara bilgi gönderilmesi ile ilgili komutlar yer almaktadır:

```

asama2:
  if sensor2=1 and sensor1=0 then
  x="2"
  hserout ("Sensor:",x,13,10)      'sensör2 gördüğünde PC ye sensor:2
yazar
  Lcdout $fe,1,"Sensor2 gordu"
  pause 300
goruntualma=0
  lcdout $fe,1,"Band durduruldu"
  Lcdout $fe,$C0,"GORUNTU ALINIYOR"
  gosub PC
  endif
goto asama2
PC:
  hserin (y)

```

```

select case y
case "e"
goruntualma=1
goto birinci
case "d"
goruntualma=1
goto ikinci
case "f"
goruntualma=1
    iskartaenable=1
    iskartaon=1
    iskartaoff=0
    pause 200
    iskartaon=0
goto iskarta
end select
pause 10
goto PC

```

- Programın dördüncü adımında, seramik karonun görüntüsünün bilgisayar tarafından işlenmesi sonucunda elde edilen sınıf bilgisinin 1.sınıf, 2. sınıf veya ıskarta sınıfında olması durumuna göre motor hareketinin sağlanması ve kayan band üzerinden uygun sınıfa aktarılması ile ilgili komutlar yer almaktadır:

```

birinci:
if sensor3=1 then
pause 500
goruntualma=0
sinif1=1
sinif2=0
y=0
Lcdout $fe,1,"1. SINIF"
lcdout $fe,$C0

```

```

endif
if sensor4=1 then          'sensör4 gördüğünde PC ye sensor:4
yazar
x="4"                    '1.sınıf fayansı paketleni
hserout ("Sensor:",x,13,10)
LCDOUT $fe,1,"1.SINIF FAYANS"
lcdout $fe,$C0,"PAKETLENDI"
PAUSE 500
sinif1=0
sinif2=0
goto asama1
endif
pause 10
goto birinci
ikinci:
if sensor3=1 then
pause 500
goruntualma=0
sinif1=0
sinif2=1
y=0
Lcdout $fe,1,"2. SINIF"
lcdout $fe,$C0
endif
if sensor5=1 then  'sensör5 gördüğünde PC ye sensor:5 yazar
x="5"              '2.sınıf ürün paketleni
hserout ("Sensor:",x,13,10)
LCDOUT $fe,1,"2.SINIF FAYANS"
lcdout $fe,$C0,"PAKETLENDI"
PAUSE 500
sinif1=0
sinif2=0

```

```
goto asama1
endif
pause 10
goto ikinci
iskarta:
if sensor3=1 then
LCDOUT $fe,1,"FAYANS ISKARTAYA"
lcdout $fe,$C0,"AYRILDI"
pause 1000
goruntualma=0
iskartaon=0
iskartaoff=1
pause 500
goto asama1
endif
pause 10
goto iskarta
```

5.4.Geliştirilen Sistemin Yazılım Yapısı

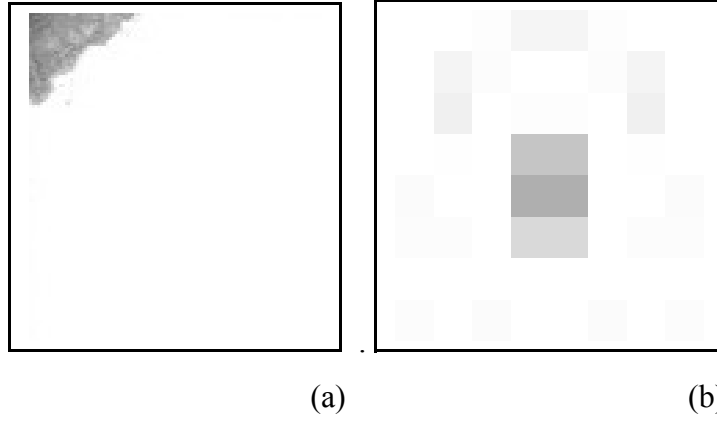
Seramik karoların görsel değerlendirmesini bilgisayar ortamında yapmak üzere ürün yüzeyindeki kusurların tespit edilmesini sağlayan ve elde ettiği bilgilere göre sistemin donanımını yönlendiren bilgisayar programı yazılmıştır. Windows XP işletim sistemi üzerinde, MATLAB v.7.0 programı ara yüzünde yazılan program Bölüm 3’de anlatılan görüntü işleme adımları esas alınarak yazılmıştır. Hazırlanan program, donanımdan gelen bilgiyle koordineli olarak dijital kamerayı tetikleyerek, seramik karo görüntüsünü Görüntü Elde Etme Fonksiyonu sayesinde almaktadır. Alınan görüntü, iyileştirme adımlarından geçirilmek üzere Önileme Fonksiyonuna aktarılmaktadır. Önileme Fonksiyonundan çıkan iyileştirilmiş görüntü, bir sonraki adım olan zenginleştirme işlemlerinin yapıldığı Görüntü İşleme Fonksiyonuna

aktarılmaktadır. Görüntü İşleme Fonksiyonundan çıkan son görüntü, yüzey üzerindeki kusurların belirgin olduğu ve özelliklerinin çıkarılmasına hazır görüntüdür. Gerçekleştirilen sistemin son adımı olan özellik çıkarımı adımındaki işlemler, programın Özellik Çıkarımı Fonksiyonundaki komutlar ile tamamlanmaktadır. Bu fonksiyondan elde edilen ve yüzey kusurlarını ifade eden nesne bilgileri seramik karonun sınıflandırılması için gerekli özelliklerdir.

5.4.1. Görüntü Elde Etme Fonksiyonu

Seramik karonun en sağlıklı görüntüsünün alınabilmesi için farklı yöntemler incelenmiştir. Yaptığımız uygulamada, daha önce bahsedilen görüntü elde etme yöntemlerinden, ilk olarak önden aydınlatma yöntemine uygun tarayıcı kullanılması denenmiştir. Görüntünün tarayıcı ile elde edilmesinde sabit ışık kaynağı ile aydınlatılan ürünün görüntüsü algılayıcı vasıtasıyla alınıp bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Seramik karoların örnek görüntüleri, tarayıcı kullanılarak 72 ila 600dpi arasında çözünürlüklerde taranmasıyla alınmıştır. Yüksek çözünürlükte tarama yapmak, görüntüde özelliklerin daha ayrıntılı belirlenmesini sağlamakta fakat hata olarak sayılmayan ayrıntıları da çıkarmaktadır ve işlemleri oldukça yavaşlatmaktadır (Boukouvalas ve diğ., 1995).

Uygulanan sistem için, görüntünün tarayıcı ile alınması sistemin akışını çok fazla yavaşlatmakta ve tarayıcı mekanizması kayan band üzerine uyarlanamamaktadır. Tarayıcı ile elde edilen görüntü kalitesi yüksek seviyede olmasına rağmen hız düşüklüğü ve mekanik olarak uyarlanamamasından dolayı tarayıcı kullanımından vazgeçilmiştir.



Şekil 5.6. Kamera ile elde edilen seramik karo yüzeyindeki kusurların yakınlştırılmış görüntüleri. (a) Seramik karo köşesindeki kırık. (b) Seramik karo yüzeyinin orta kısmındaki siyah nokta.

Gerçekleştirilen sistemde dijital kamera ile elde edilen görüntüler (Şekil 5.6) incelendiğinde en belirgin özelliklerin yüzey özellikleri olduğu gözlemlenmiştir. Dijital kamera aracılığıyla seramik karo görüntüsünün geliştirilen programa alınması işlemi Şekil 5.7’de ekran görüntüsü verilen Görüntü Elde Etme Fonksiyonu tarafından yapılmaktadır.

```

Editor - C:\MATLAB7\work\27 haziran\goruntu_elde_etme_fonksiyonu.m*
function goruntu=goruntu_elde_etme_fonksiyonu();
2 - clear goruntu
3 - try
4     %Digital kameradan görüntü alınması:
5     vid = videoinput('winvideo',1,'RGB24_640x480');
6     set(vid,'Timeout',60)
7     goruntu=getsnapshot(vid);
8     imwrite(goruntu,'goruntu.jpg');
9
10    %nesneleri temizle:
11    delete(vid)
12    clear vid
13
14 catch
15     %hata durumunda uyarı:
16     warning(lasterr)
17     goruntu=imread('Goruntuler/tarama160.jpg');
18 end

```

Şekil 5.7. Geliştirilen programda “Görüntü Elde Etme Fonksiyonu”.

Yazılan programın Görüntü Elde Etme Fonksiyonunda, 640*480 çözünürlüklü renkli seramik karo görüntüsü kameradan alınıp program içine sayısal görüntü olarak

aktarılmaktadır. Görüntü alınması sırasında hata olması durumunda hata ve açıklaması ekrana yazdırılmaktadır.

Görüntü üzerindeki özellikler güçlendirilerek, özellik ve bilgileri daha iyi ve hızlı tespit edebilmek için önışlemler yapılmıştır. Önışleme sonrası elde edilen görüntü üzerinde özelliklerin tespit edilebilmesi için uygun yöntemler araştırılmıştır. Bilgisayar ortamına aktarılan görüntü üzerinde, ışık konumu ve ışık miktarı gibi değişiklikler yapılmadığından buna uygun teknikler kullanılmıştır.

5.4.2. Görüntü Üzerinde Önışleme Fonksiyonu

Seramik karo görüntüsünün işlenmesi adımına başlamadan önce görüntüden en fazla bilginin en kısa sürede çıkartılması ve sonraki işlemler için en uygun hale getirilmesi amacıyla önışlemler yapılmıştır. Uygulanan sistemde görüntü önışleme aşamasında gerçekleştirilen iyileştirme adımları Şekil 5.8'deki gibidir. Bu aşamada bozukluk veya gürültüleri gidermek, görüntüyü zenginleştirme işlemlerine hazırlamak amaçlanmıştır. İşlenmeye en uygun seramik görüntüsünün çıkarılması hedeflenmiştir. Hazırlanan programda elde edilen seramik karo görüntüsünün önışleme aşamasının gerçekleştirilmesi için Şekil 5.9'da ekran görüntüsü verilen Önışleme Fonksiyonu kullanılmıştır.



Şekil 5.8. Görüntü iyileştirme adımları.

```

Editor - C:\MATLAB7\work\27 haziran\onisleme_fonksiyonu.m
Stack: Ba...
- 1.0 + ÷ 1.1 x % %
1 function [ iyilestirilmis_goruntu, info_goruntu ] = onisleme_fonksiyonu( goruntu )
2
3 %Giriş parametresi (goruntu): Görüntü Elde Etme Fonksiyonu ile elde edilen görüntü
4
5 info_goruntu=imfinfo(goruntu); %Görüntü hakkında bilgiler
6
7 gri_goruntu=rgb2gray(goruntu);
8
9 iyilestirilmis_goruntu=imhist(gri_goruntu);
10
11 %Çıkış parametresi (iyilestirilmis_goruntu): Görüntü İşleme Fonksiyonuna
12 %giriş parametresi olarak gönderilir.
  
```

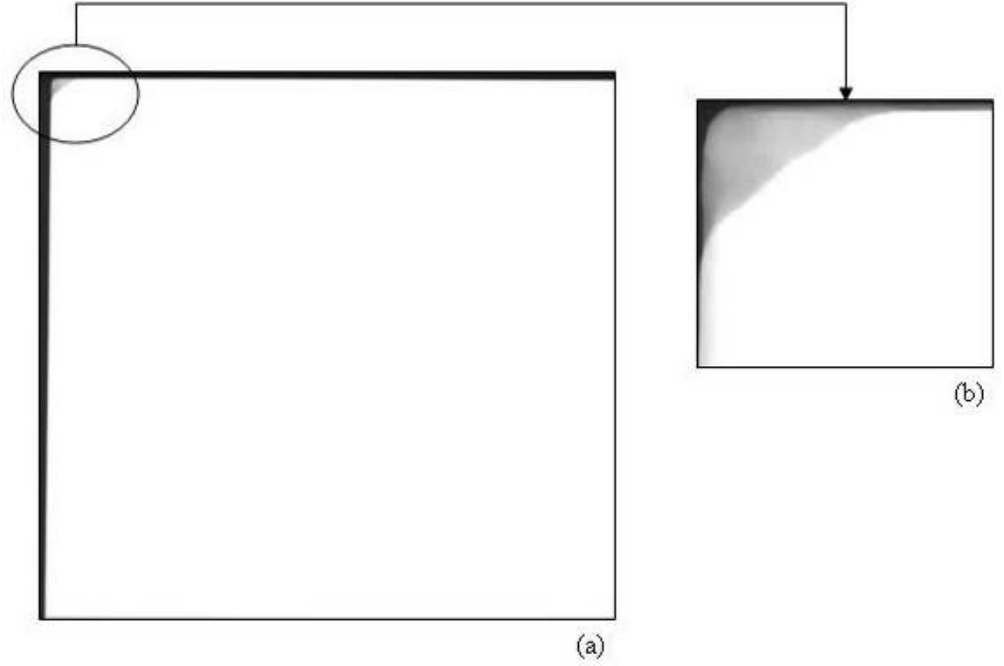
Şekil 5.9. Geliştirilen programda “Görüntü Önikleme Fonksiyonu”.

İlk olarak görüntünün gri seviye dönüşümü yapılmıştır. Kamera ile elde edilen RGB görüntüsü kırmızı, yeşil ve mavi band olmak üzere 3 bandlıdır. Gri seviye dönüşümü ile görüntüdeki piksel değerleri gri tonda ifade edilerek tek banda düşürülmüştür.

Gri seviyedeki görüntü üzerinde işlemler, renkli görüntüye oranla daha hızlı ve etkin yapılmaktadır. Görüntünün gri seviye dönüşümü yapıldıktan sonra 640*480 piksel boyutlu 8 bit görüntü matrisi elde edilmiştir.

Elde edilen görüntüde sadece seramik karonun değil kayan band zemininin de bir kısmı görünmektedir. Seramik karo görüntüsünün

zeminden ayrıştırılması gerekmektedir. Bunun için öncelikle seramik karo ile zemini belirgin şekilde ayırabilmek için görüntü üzerinde filtre uygulanmıştır. Mekansal alanda işlemlerden orta değer (median) filtresinin uygulanması ile elde edilen görüntü Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.10. (a) Görüntünün gri seviye dönüşümü ve orta değer filtresi uygulanmış hali. (b) (a)'daki görüntüde köşe kırığının yakınlaştırılmış hali.

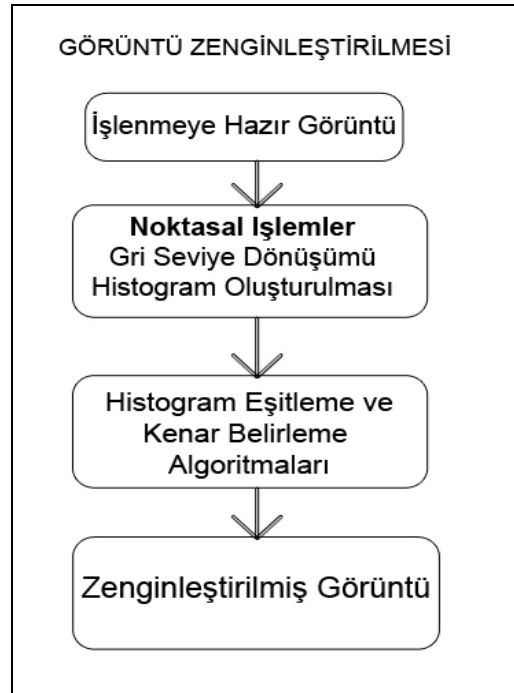
Orta değer filtresinin uygulanmasından sonra görüntü içinde kayan band zemininin olduğu kısım kırılmıştır. Bu işlem için eşik değeri, ortalama grilik değeri olarak belirlenmiştir. Eşik değerinin altındaki, seramik karoyu oluşturan değerlere göre daha koyu olan pikseller görüntüden çıkarılmıştır.

5.4.3. Görüntünün İşlenmesi Fonksiyonu

Seramik karo üzerindeki özelliklerin belirlenmesi için çeşitli görüntü işleme yöntemleri denenmiştir.

İstatistiksel tekniklerin elde edilen görüntü üzerindeki sonuçlarının doğruluk oranı yüksektir (Desoli ve diğ., 1993; Boukouvalas ve diğ., 1995). LBP teknikleri gibi desen bilgisini kullanarak işlem yapan teknikler, üçlü kamera sistemi ile elde edilen görüntülerde verimli olmaktadır (Novak ve Hocenski, 2005). Desen bilgisini kullanan yöntemler, gerçekleştirilen sistemde kullanılan kamera ile elde edilen görüntülerdeki renk bilgisi ve çözünürlüğün yeterli olmamasından dolayı verimli olamamıştır. Kenar belirleme teknikleri ile görüntü üzerindeki tüm yüzey özellikleri tespit edilmiştir. Önişleme ve tespit sürecinde, hızı ve doğruluk oranı karşılaştırılarak istatistiksel yöntemler ve kenar belirleme yöntemleri kullanılmıştır.

Görüntü iyileştirme adımından gelen işlenmeye hazır görüntü, görüntü zenginleştirme adımında Şekil 5.11'deki işlemlerden geçmektedir. Bu işlemlerin önemli kısmı program içinde Şekil 5.12'de ekran görüntüsü verilen Görüntü İşleme Fonksiyonu içindeki komutlar ile yapılmaktadır.



Şekil 5.11. Zenginleştirme işlemleri.

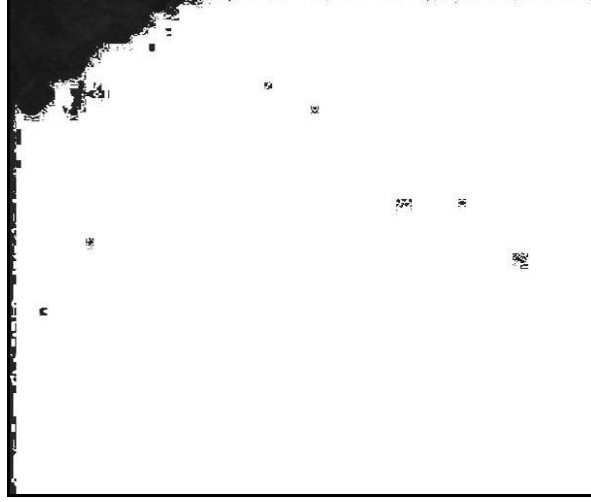
```
Editor - C:\MATLAB7\work\27 haziran\goruntu_isleme_fonksiyonu.m*
function [ kusurlar ] = goruntu_isleme_fonksiyonu( grigoruntu )
% Canny Kenar Belirleme:
kenar_goruntusu=edge(grigoruntu,'canny');
kusurlar=imclose(kenar_goruntusu,ones(7));
imwrite(kusurlar,'goruntu_kusurlari.jpg');
%Çıkış parametresi (kusurlar): Görüntü üzerindeki yüzey kusurlarının belirginleştirildiği
```

Şekil 5.12. Geliştirilen programda “Görüntü İşleme Fonksiyonu”.

Uygulanan sistemde, görüntü üzerindeki nesnelere daha da belirginleştirilmesi için mekansal alanda noktasal işlemlerden olan histogram eşitleme yapılmıştır. Daha yüksek kontrastlı bir görüntü elde edilmesi sağlanmıştır. Bu şekilde görüntü üzerindeki nesnelere daha belirgin hale getirilmesi sağlanmıştır. Şekil 5.13’deki yakınlaştırılmış görüntüde seramik karonun köşesindeki kırık görülmektedir. Histogram eşitleme işleminden sonra elde edilen yeni görüntü ise Şekil 5.14’de verilmiştir.



Şekil 5.13. Seramik karo üzerindeki köşe kırığının yakınlaştırılmış görüntüsü.



Şekil 5.14. Zenginleştirme işlemlerinden histogram eşitleme yapılan görüntü.

Uygulanan sistemde, histogram eşitleme işleminden sonra elde edilen görüntü üzerinde kenar belirleme algoritmaları kullanılarak görüntüde nesne sınırları belirlenmiştir. Ön işlemlerden geçirilen seramik görüntüsü üzerinde özelliklerin belirlenmesinde hızlı ve verimli sonucu, “Canny kenar belirleme yöntemi” vermiştir (Canny, 1986). Kenar belirleme yöntemlerinde “Canny kenar belirleme algoritmasının” verdiği sonuçlarda belirlenen yüzey kusuru sayısı ve bu yüzey kusurlarına ait özelliklerden elde edilen bilgi yeterli düzeydedir. Görüntüde fayans sınırlarının ve görüntü üzerindeki nesnelerin sınırlarının belirlenmesi sağlanmıştır.

Canny kenar belirleme algoritması aşağıdaki adımları içermektedir (Gonzales ve Woods, 2003):

1. x ve y eksenlerinde ayrı ayrı Gaussian filtre ile yumuşatma yapılır.
2. Birinci adımdaki x ve y eksenindeki filtre sonuçları eğim hesaplanarak birleştirilerek yükselteler hesaplanır ve kenarları belirten noktaların konumu belirlenir. Bu noktalar yüzey kusurunun sınırlarını ifade eden piksellerdir.

3. Kenar noktaları olarak belirlenen pikseller ve değerleri dizi halinde tutulur, bu pikseller haricinde kalan piksellerin değeri sıfır (siyah) olarak değiştirilir.

4. Canny algoritmasına parametre olarak verilen eşik değerlerine göre güçlü ve zayıf kenar noktaları ayrıştırılır. Canny kenar belirleme algoritmasının hassasiyeti, görüntünün en yüksek ve en düşük değerleri 0 ile 1 arasında verilen eşik değerlerine çekilerek ayarlanır.

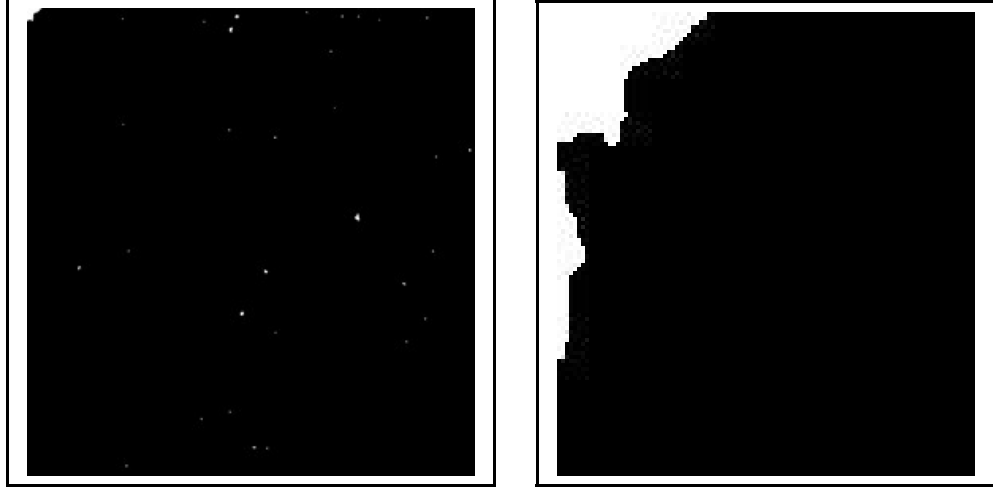
Gerçekleştirilen sistemde, Canny kenar belirleme algoritması, MATLAB ortamındaki uygulama programında “Kenar_goruntu = edge(grigoruntu, 'canny', esik)” formatı ile çalıştırılmıştır. Canny kenar belirleme algoritmasına “grigoruntu” değişkeni ile önışleme adımlarından geçirilen seramik karo görüntüsü girdi olarak verilmektedir. Canny algoritmasının en iyi sonucunu almak için farklı eşik değerleri ile incelenmiş ve gerçekleştirilen sistemde “0.03” değeri eşik değeri olarak kullanılmıştır.

Şekil 5.15’deki kenar belirleme işleme ile elde edilen görüntü üzerinde, köşe kırığı ve seramik karo yüzeyindeki kusurları ifade eden nesnelerin sınırları elde edilmiştir.



Şekil 5.15. Kenar belirleme algoritması ile üzerindeki nesnelerin sınırları belirlenen yakınlaştırılmış seramik karo görüntüsü.

Gerçekleştirilen sistemde; Canny kenar belirleme yöntemi kullanılarak görüntü üzerinde özelliklerin kenar pikselleri beyaz, arka plan siyah olmak üzere binary görüntü elde edilmiştir. Görüntüdeki noktasal, çizgisel ve alansal nesnelerin kenar pikselleri belirlendikten sonra Matlab’da “imclose” fonksiyonu ile nesnelerin kapalı alan olarak ifade edilmesi için kapatma işlemi yapılmıştır. Şekil 5.16’da kenar belirleme ve kapatma işlemlerinden geçirilen seramik karo görüntüsü ve yakınlaştırılmış hali verilmiştir. Şekil 5.16 (a)’da seramik karonun tam boy görüntüsü görülmektedir. Bu görüntü üzerindeki beyaz pikseller görüntüde belirlenen özellikleri ifade eder. Şekil 5.16 (b)’de yine aynı görüntü esas alınarak sol üst köşe yakınlaştırılmıştır. Bu şekilde de görüldüğü üzere seramik karo yüzeyinde oluşan kırık, kullanılan görüntü işleme yöntemleri ile belirlenmiştir. Yapılan işlemler sonucu belirlenen özellikler yeterli bulunmuş ve özelliklerin çıkartılması adımına geçilmiştir.



Şekil 5.16 (a) (b): Görüntü işleme yöntemlerinden Canny kenar belirleme yöntemi temel alınarak uygulanan işlemler sonucu belirlenen yüzey kusurları, seramik karo görüntüsü ve yakınlaştırılmış hali.

5.4.4. Özelliklerin Çıkarılması Fonksiyonu

Görüntü işleme adımları ile görüntü üzerinden en fazla bilginin elde edilmesi amaçlanmıştır. İyileştirme ve zenginleştirme adımlarındaki işlemler sonrasında, görüntü üzerindeki nesnelere belirlenmektedir. Bu nesnelere ve özellikleri aşağıdaki gibidir.

- Noktasal nesnelere: Görüntü üzerindeki noktasal nesnelere en, boy, ortalama piksel parlaklık seviyesi ve piksel sayısı gibi özellikleri belirlenebilmektedir.
- Vektörel nesnelere: Başlangıç konumu, en boy, parlaklık seviyesi, toplam piksel sayısı ile alanının oranı, chain kodu özellikleri belirlenebilmektedir.
- Alansal nesnelere: Başlangıç konumu, en, boy, parlaklık seviyesi, alan matrisi ve chain kodu özellikleri belirlenebilmektedir.

Uygulanan görüntü işleme işlemleri ile belirlenen özelliklerin bilgisayar tarafından işlenmeye hazır hale getirilmesi ve bu özelliklerden bilgilerin çıkartılması

işlemleri yapılmıştır. Öncelikle görüntüdeki özelliklere ait hangi bilgilere ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.

Noktasal, çizgisel ve alansal özellikler için aşağıdaki bilgilerin elde edilmesi hedeflenmiştir:

1- En bilgisi: Piksellerle ifade edilen özelliğin eninin piksel sayısı olarak hesaplanması.

2- Boy bilgisi: Piksellerle ifade edilen özelliğin boyunun piksel sayısı olarak hesaplanması.

3- Oran bilgisi: Özelliğin alanının, en*boy'a oranının hesaplanması

4- Parlaklık değeri ortalaması: Özelliğin görüntüde karşılık gelen piksellerinin parlaklık değeri ortalaması.

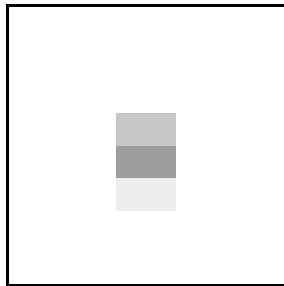
Özellikler üzerinden bilgi çıkartılması için öncelikle görüntü üzerinde belirlenen özelliklerin segmentasyonu, görüntüden ayrılması için bazı yöntemler kullanılmıştır. Daha sonra ayrı ayrı çıkarılan her bir özellik için gerekli bilgilerin hesaplanması için işlemler yapılmıştır.

Hazırlanan programda, zenginleştirilmiş görüntüde belirginleşen yüzey kusurlarından özellikleri çıkaran ana fonksiyon Şekil 17'de ekran görüntüsü verilen Özellik Fonksiyonudur.

```
Editor - C:\MATLAB7\work\27 haziran\ozellik_fonksiyonu.m
1 function [ ozellik, ozellik_sayisi ] = ozellik_fonksiyonu( kusurlar, renkli_goruntu )
2 %Kusur özellikleri:
3 %sinir(cevre pikseller),en,boy bilgileri
4 [ozellik.sinir] = bwboundaries(kusurlar,'noholes');
5
6 imshow(renkli_goruntu)
7 ozellik_sayisi=length(ozellik.sinir)
8 for k = 1:ozellik_sayisi
9     maxlar(k)=max(ozellik.sinir(k));
10    minler(k)=min(ozellik.sinir(k));
11
12    birler(k)=kusurlar(minler(k){1}:maxlar(k){1},minler(k){2}:maxlar(k){2});
13    parlaklik=renkli_goruntu(minler(k){1}:maxlar(k){1},minler(k){2}:maxlar(k){2});
14    alan(k)=sum(sum(birler(k)));
15    ozellik.ortalama(k)=mean2(uint8(birler(k))).*parlaklik);
16
17    enboy=(maxlar(k)-minler(k))+1;
18    ozellik.en(k)=enboy(1);
19    ozellik.boy(k)=enboy(2);
20
21    ozellik.oran(k)= alan(k)/(ozellik.en(k)*ozellik.boy(k));
22 end
```

Şekil 5.17. Geliştirilen programda “Özellik Fonksiyonu”.

Gerçekleştirilen sistemde, görüntünün işlenmesi adımıyla işlenerek seramik karo görüntüsü üzerinde belirlenen yüzey kusurunun her birinin ayrı ayrı sınırları belirlenmiştir. Her bir yüzey kusurunu belirten özellik için sınırları oluşturan piksel koordinatları elde edilmiş ve dizi olarak tutulmuştur. Sınır bilgilerinin elde edilmesinden sonra, bu değerler kullanılarak, örnek görüntüde yüzey kusurunu ifade eden piksellere karşılık gelen matrisler elde edilmiştir. Bu matrislerden biri, mantıksal (0,1) hücrelerden oluşan, matrisin hangi hücrelerinin yüzey kusurunu kapsadığını belirten mantıksal özellik matrisidir. Mantıksal özellik matrisinin örnek görüntü ile çakıştırılmasıyla karşılık gelen parlaklık değerlerini içeren özellik matrisi elde edilmiştir. Şekil 5.18’de görüntüsü verilen örnek yüzey kusuru piksellerine karşılık gelen mantıksal özellik matrisi Tablo 5.2’de ve parlaklık değerlerini içeren özellik matrisi Tablo 5.3’de verilmiştir.



Şekil 5.18. Örnek nokta yüzey kusurunun yakınlaştırılmış görüntüsü.

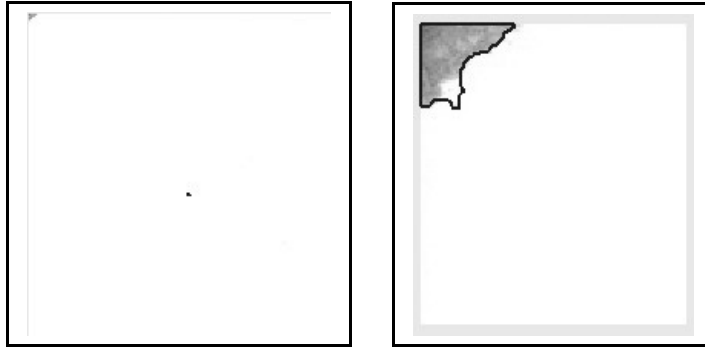
Tablo 5.2. Örnek nokta yüzey kusuruna ait mantıksal özellik matrisi.

0	1	1	0
1	1	1	1
1	1	1	1
0	1	1	0

Tablo 5.3: Örnek nokta yüzey kusuruna ait parlaklık değerlerini içeren özellik matrisi

0	254	255	0
254	168	177	254
254	187	168	251
0	241	227	0

Bu verilerle yüzey kusuru hakkında hedeflenen en, boy, alan/(en*boy) oranı, parlaklık değeri ortalaması bilgileri elde edilmiştir. Şekil 5.19 (a) ve (b)'de verilen örnek görüntüler üzerinde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.19. (a) Seramik karo görüntüsünde, özellikleri çıkarılarak işaretlenen siyah nokta yüzey kusuru. (b) Özellikleri çıkarılarak işaretlenen köşe kırığı yüzey kusuru.

Şekil 5.19 (a)'da elde edilen görüntü işlemlerden geçirilerek, çıkarılan özellik çizgi ile işaretlenmiş ve orijinal görüntü ile karşılaştırılmıştır. Seramik karonun orta kısmındaki bir özellik çıkarılmış ve işaretlenmiştir. Bu özelliğe ait bilgiler şu şekilde bulunmuştur:

En: 8

Boy: 9

Oran = Alan / (en*boy): 0,666667

Ortalama Parlaklık= 168.708

Şekil 5.19 (b)'de elde edilen görüntü ile çıkarılan özelliğin karşılaştırılmış görüntüsü verilmiştir. Seramik karo yüzeyinde oluşan köşe kırığını belirten alansal özellik çıkarılmıştır. Bu özelliğe ait bilgiler şu şekilde bulunmuştur:

En: 32

Boy: 38

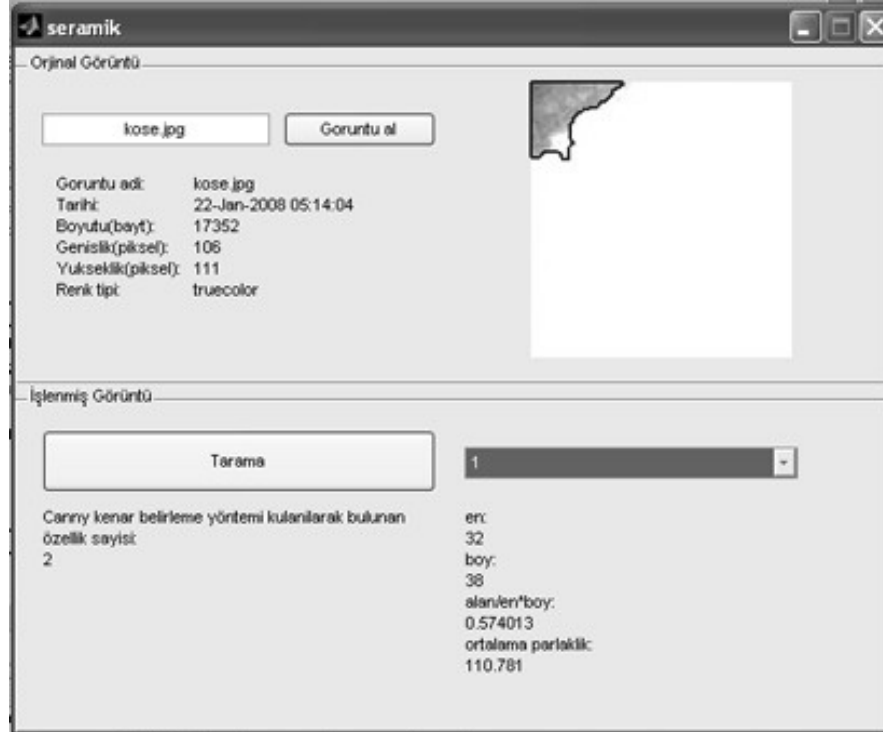
Oran = Alan / (en*boy): 0,574013

Ortalama Parlaklık= 110.781

Şekil 5.19'daki örnek seramik karo görüntülerinden çıkarılan özellik bilgileri Şekil 5.20'de verilen uygulama ara yüzlerinde hesaplanarak ekrana yansıtılmıştır. Elde edilen görüntünün işlemlerden geçirilerek işlenmesi sonucunda her bir görüntü için bilgi ve bulunan özellik sayısı yazdırılmıştır. Seçilen yüzey kusuru özelliği hakkında hesaplanan bilgiler listelenmiştir. Çıkarılan yüzey kusuru özellikleri işaretlenerek, orijinal görüntü ile karşılaştırılmış ve ekrana verilmiştir. Tarama komutuyla özelliklere ait bilgiler hem ekrana yansıtılmakta hem de 'Özellikler' fonksiyonu (boy,en,oran,parlaklık ortalaması) ile kaydedilmektedir. Bu kaydedilen bilgiler, seramik karonun kalite kontrolü sonrasında, sınıflandırmanın gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.



Şekil 5.20 (a). Tam boy seramik karo görüntüsü üzerine uygulama



Şekil 5.20 (b). Yakınlaştırılmış köşe görüntüsü üzerine uygulama

BÖLÜM 6

SONUÇ

Çalışılan tezde, kalite kontrol sistemleri ve ürünlerin görsel değerlendirilmesi incelenmiştir. Ürünlerin yüzey kusurlarının görsel parametrelere göre değerlendirilerek tespit edilmesine ve kalite kontrolünün yapılması çalışılmıştır. Bu amaçla farklı görüntü işleme teknikleri ve konuyla ilgili yapılan proje ve çalışmalar incelenmiştir.

Uygulanan çalışmada, ürün örneği olarak seramik karo seçilmiştir. Seramik karo yüzeyindeki kusurların görsel parametrelere göre değerlendirilmesi sistemi geliştirilmiştir.

Gerçekleştirilen sistem; 1.4 Ghz işlemcili, 752 Mb ram destekli dizüstü bilgisayar, algılayıcı, kayan band mekanizması ve mikro denetleyici kontrol ünitesinden oluşmaktadır.

Sistemde, bilgisayar ile görüntü işleme yöntemlerinin kullanılması sonucunda, çıplak gözle incelemeye oranla daha fazla sayıda ve ayrıntıda kusur bulunmuştur. Bu kusurların görüntüden ayrıştırılması ile her bir kusur bağımsız olarak değerlendirilebilmiştir. Kusur özelliklerinin çıkartılmasının ardından, bu özelliklere ait bilgilerin hesaplanması işlemleri yapılmıştır. Kusurların tespiti sonucunda, her bir özelliğe ait bilgiler sınıflandırılmaya uygun hale getirilmiştir. Elde edilen bilgiler, seramik karoların sınıflandırılması amacıyla uzman sisteme yönlendirilmiştir.

Prototip olarak oluşturulan sistem, daha yüksek hızda bilgisayar sistemi ve yüksek çözünürlüklü endüstriyel algılayıcı sistemleri kullanılarak fabrika ortamına uygun hız ve performansa ulaşabilir.

KAYNAKLAR

- Gonzales, R. C., Woods, R.E., 2002. *Digital Image Processing* (2nd ed.). Prentice Hall, 793 s.
- Gonzales, R. C., Woods, R.E., Eddins, S.L., 2003. *Digital Image Processing using Matlab*. Prentice Hall, 624 s.
- Niblack, W., 1986. *An introduction to digital image processing* (2nd ed.). Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Grover, M. P. , 2002. *Automation, Production Systems and Computer -Integrated Manufacturing*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Novak, I., Hocenski, Z., 2005. Texture feature extraction for a visual inspection of ceramic tiles. *IEEE ISIE*, Dubrovnik, Croatia.
- Boukouvalas, C., Kittler, J., Marik, R., Mirmehdi, M., Petrou, M., 1995. Ceramic tile inspection for colour and structural defects. *Proceedings of AMPT95*, İrlanda.
- Desoli, G.S., Fioravanti, S., Fioravanti, R., Corso, D., 1993. A system for automated visual inspection of ceramic tiles. *Proceedings of the IECON '93*, USA, 1871-1876 s.
- Vasilic, S., Hocenski, Z., 2006. The Edge Detecting Methods in Ceramic Tiles Defects Detection. *IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, Montreal, 469 – 472 s.
- Hocenski, Z., Vasilic, S., Hocenski, V., 2006. Improved Canny Edge Detector in Ceramic Tiles Defect Detection. *IECON 2006 - 32nd Annual Conference*, Paris, Fransa, 3328 – 3331 s.

- Canny, J.F, 1986. A computational approach to edge detection. *IEEE transactions on Pattern analysis and machine intelligence*, vol.8, no.6.
- Petrou,M, 1993. Optimal convolution filters and an algorithm for the detection of wide linear features. *IEE Proceedings*, 140(5), 331-339.
- Jacobson,L. D. and Wechsler,H., 1988. Joint spatial / spatial frequency representation. *Signal Processing*, 14(1), 37-68.
- Özbek, M.E., Sarnel, H., 2003. Seramik yüzeylerinde hata tespiti ve sınıflandırılması için otomatik sistem tasarımı. *Bilgi Teknolojileri Kongresi II*, Denizli, 265-267 s.
- Hocenski, Z. , Baumgartner, A. , 2000. Image comparison method for visual quality control based on matrix decomposition. *Proceedings of the 2000 IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, vol.2, Puebla.
- [Hocenski, Z.F.](#), [Nyarko, E.K.](#), 2000. Surface quality control of ceramic tiles using neural networks approach. *Proceedings of the 2002 IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, vol.3, 657 – 660 s.
- Rimac-Drlje, S., Keller, A., Hocenski, Z., 2005. Neural network based detection of defects in texture surfaces. *IEEE ISIE 2005*, vol.3, 1255 – 1260 s.
- Ghita, O., Carew, T., Whelan, P., 2006. A vision-based system for inspecting painted slates. *Sensor Review*, vol. 26, 108-115(8) s.
- Baxes, A G., 1994. *Digital Image Processing Principles and Applications*. John Wiley & Sons, Inc., USA.

- Yarman-Vural, F.T.,Erten,Y.M., 2000. *Bilgisayar Sistemleri*. Akademi yayıncılık, Ankara.
- Bayram, U., 2006. Akıllı Ev Otomasyonu (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Özcan, S., 2005. Kapalı Mekanda Tarama Yapan Akıllı Robotun Tasarımı (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Dinçer, G., Gerçek C., Bodur A., b.t. *Pic Basic Pro*. Era bilgi sistemleri yayıncılık, ISBN: 975-6897-16-3.
- Bodur A., Dinçer, G., Gerçek C., b.t. *Mikrokontrol ve Robotik*, Era bilgi sistemleri yayıncılık, ISBN: 975-6897-19-8.
- National Instruments, (11 Haziran 2008). Labview Ölçüm ve Otomasoy Yazılımı, 20 Haziran 2008, <http://www.ni.com/labview/>
- UHUZAM, (2003). Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi, Şubat 2004, <http://www.cscrs.itu.edu.tr/>
- E3TAM AŞ. , (18 Eylül 2007a). *ACE Paketleme Hattı Kameralı Kontrol Sistemi*, 1 Haziran 2007, www.e3tam.com/calismalar/PROJELER/PNG_ace_hatti.htm
- E3TAM AŞ. , (18 Eylül 2007b). *PC Tabanlı Yapay Görme ile Hatalı Lastik Sırtı Tanıma ve Ayırma Sistemi*, Endüstriyel Proje, 1 Haziran 2007, www.e3tam.com/calismalar/PROJELER/010_Brisa_01.htm
- E3TAM AŞ. , (18 Eylül 2007c). *PC Tabanlı Yapay Görme Tekniğiyle Hatalı Ürün Tanıma Ve Ayırma Sistemi*, Endüstriyel Proje, 1 Haziran 2007, www.e3tam.com/calismalar/PROJELER/011_Henkel_01.htm

TABLULAR

Tablo Adı	Açıklama	Sayfa
Tablo 2.1	Hatalar ve açıklamaları	11
Tablo 5.1	Uygulama düzeneği elemanları ve açıklamaları	29
Tablo 5.2	Örnek nokta yüzey kusuruna ait mantıksal özellik matrisi	51
Tablo 5.3	Örnek nokta yüzey kusuruna ait parlaklık değerlerini içeren özellik matrisi	51

ŞEKİLLER

Şekil Adı	Açıklama	Sayfa
Şekil 2.1	Örnek projede hedeflenen kontroller	6
Şekil 2.2	Analiz işleminde kontrol edilen noktalar	7
Şekil 2.3	Fabrikada, kalite kontrolü aşamasında seramik karoların gözle algılanması	9
Şekil 3.1	Görüntü işleme yönteminin adımları	14
Şekil 3.2	Elektromanyetik tayf	15
Şekil 3.3	Aydınlatma yöntemleri	16
Şekil 3.4	(a)Bilgisayar ortamında, piksellere ayrılmış sayısal görüntü	17
Şekil 4.1	(b)Görüntü matrisi ve piksellerin renk tonu değerleri Seramik karonun görsel değerlendirilmesinde kullanılan teknikler	21
Şekil 5.1	(a) Örnek seramik karo görüntüsü (b) Örnek seramik karo görüntüsünde sol üstteki köşe kırığının yakınlaştırılmış görüntüsü	25
Şekil 5.2	Geliştirilen sistemin genel yapısı	27
Şekil 5.3	Sistemin donanımsal yapısı	28
Şekil 5.4	Sistemde kullanılan band kontrol katının devre şeması	31
Şekil 5.5	MicroCode Studio ve MicroCode Loader arayüzleri	33
Şekil 5.6	Kamera ile elde edilen seramik karo yüzeyindeki kusurların yakınlaştırılmış görüntüleri. (a) Seramik karo köşesindeki kırık (b) Seramik karo yüzeyinin orta kısmındaki siyah nokta	39
Şekil 5.7	Geliştirilen programda “Görüntü Elde Etme Fonksiyonu”	40
Şekil 5.8	Görüntü iyileştirme adımları	41
Şekil 5.9	Geliştirilen programda “Görüntü Ön İşleme Fonksiyonu”	41
Şekil 5.10	(a) Görüntünün gri seviye dönüşümü ve orta değer filtresi uygulanmış hali (b) (a)’daki görüntüde köşe kırığının yakınlaştırılmış hali	42
Şekil 5.11	Zenginleştirme işlemleri	44
Şekil 5.12	Geliştirilen programda “Görüntü İşleme Fonksiyonu”	44
Şekil 5.13	Seramik karo üzerindeki köşe kırığının yakınlaştırılmış görüntüsü	45
Şekil 5.14	Zenginleştirme işlemlerinden histogram eşitleme yapılan görüntü	45
Şekil 5.15	Kenar belirleme algoritması ile üzerindeki nesnelerin sınırları belirlenen yakınlaştırılmış seramik karo görüntüsü	47
Şekil 5.16	(a) (b): Görüntü işleme yöntemlerinden Canny kenar	48

	belirleme yöntemi temel alınarak uygulanan işlemler sonucu belirlenen yüzey kusurları, seramik karo görüntüsü ve yakınlaştırılmış hali.	
Şekil 5.17	Geliştirilen programda “Özellik Fonksiyonu”	50
Şekil 5.18	Örnek nokta yüzey kusurunun yakınlaştırılmış görüntüsü	51
Şekil 5.19	(a) Seramik karo görüntüsünde, özellikleri çıkarılarak işaretlenen siyah nokta yüzey kusuru. (b) Özellikleri çıkarılarak işaretlenen köşe kırığı yüzey kusuru.	52
Şekil 5.20	(a) Tam boy seramik karo görüntüsü üzerine uygulama (b) Yakınlaştırılmış köşe görüntüsü üzerine uygulama	54

YAŞAM ÖYKÜSÜ

Kişisel Bilgiler				
Akademik Unvanı	: Uzman			
Soyadı Adı	: BAYRAM Vildan			
Doğum Yeri / Doğum Tarihi	: Samsun / 05.09.1982			
Uyruğu	: TC			
Ana Dil (ler)	: Türkçe			
Cinsiyet	: Bayan			
Tel 1	: (544)6801722			
Tel İş 1	: (286)2180018-2195			
Posta Adresi	: Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü			
E-posta 1	: vildan@comu.edu.tr			
Kadrosunun Bağlı Bulunduğu				
Birim	: Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi			
Bölüm	: Bilgisayar Mühendisliği			
Öğrenim Durumu				
Lisans				
Üniversite	: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi			
Akademik Birim	: Mühendislik-Mimarlık Fakültesi			
Program/Bölüm/Diğer	: Bilgisayar Mühendisliği			
Ülke	: Türkiye			
Mezuniyet Yılı	: 2005			
Bildiği Diller				
	Dil Adı			Seviye
1	İngilizce			İleri
2	İspanyolca			Başlangıç
Dil Sınav Sonuçları				
	Dil Adı	Sınav Adı	Derece	Yıl
1	İngilizce	ÜDS	75	2005
Akademik Unvanları				
	Unvan	Kurum		Yıl

1	Uzman	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	2005
Görev Yaptığı Birimler			
1	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği		
Bildiriler			Yıl
Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunulacak, programda yer alan tam metin olarak yayımlanan bildiri			
1	IV.Otomasyon Sempozyumu 2007, 23-25 Mayıs 2007 TMMOB (Samsun) ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun-Türkiye. "Kütüphane Otomasyonu".Syf 69-71.		2007
2	Bilgi Teknolojileri Kongresi IV Akademik Bilişim 2006, 09-11 Şubat 2006 Pamukkale Üniversitesi, Denizli - Türkiye. "Evcil veya Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Otomasyonun Kullanılması".Syf 295-297, ISBN:975-6992-13-1.		2006
Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunulacak, programda yer alan özet metin olarak yayımlanan bildiri ya da poster veya gösteri			
1	Proje Park organizasyonu 2008, 6-7 Mayıs 2008 Erciyes Üniversitesi, TÜBİTAK, Türk Telekom ve Kayseri Sanayi Odası (KAYSO), Kayseri - Türkiye. "Bilgisayar Kontrollü Orman Yangını Tespiti Otomasyonu" - Poster. Poster No: P020108.		2008
2	Proje Park organizasyonu 2008, 6-7 Mayıs 2008 Erciyes Üniversitesi, TÜBİTAK, Türk Telekom ve Kayseri Sanayi Odası (KAYSO), Kayseri - Türkiye. "Görüntü Tanıma Yöntemleri ile Seramik Ürünlerin Kalite Değerlendirmesi" - Poster. Poster No: PO22708.		2008
3	ÇOMÜ Proje Pazarı,9 Mart 2008. Kolin Otel-Çanakkale. "Görüntü Tanıma Yöntemleri Kullanılarak Seramik Ürünlerinin Kalitelerinin Değerlendirilmesi Ve Sınıflara Ayrılması" isimli proje ile sergiye katılım.		2008
4	ÇOMÜ Proje Pazarı,9 Mart 2008. Kolin Otel-Çanakkale. "Bilgisayar Kontrollü Orman Yangını Tespiti Otomasyonu" isimli proje ile sergiye katılım.		2008
Eğitim ve Öğretim Etkinlikleri		Tarih Aralığı	
Son iki yılda verdiği lisans dersleri			
1	BM436-Görüntü İşleme		03.2007<>06.2007
2	BM213-Bilgisayar Destekli Tasarım		09.2006<>02.2007
Toplumsal Etkinlikler			Yıl
Ulusal nitelikteki bilimsel, mesleki, sosyal, kültürel ve ekonomik kurum ve kuruluşların yönetimlerinde, kurullarında, komisyon ya da komitelerinde alınan görevler			
1	Görme ve bedensel engellilere Avrupada geçerli ECDL sertifikalı 250 saatlik bilgisayar işletmenliği kursunun 90 saatinin verilmesinde eğitmen olarak görev alınması.		2007