

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİJİTAL GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMLERİYLE LİFLİ BETON
NUMUNELERİNDEKİ ÇATLAKLARIN TESPİT EDİLMESİ**

Mahir ONAT

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Levent TAŞÇI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ-2008

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİJİTAL GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMLERİYLE LİFLİ BETON
NUMUNELERİNDEKİ ÇATLAKLARIN TESPİT EDİLMESİ**

Mahir ONAT

Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez, tarihinde, aşağıda belirtilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile
başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Levent TAŞÇI

Üye : Doç. Dr. Ragıp İNCE

Üye : Yrd. Doç. Dr. Burhan ERGEN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının önerilmesinde, yönlendirilmesinde, kaynak temininde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Levent TAŞÇI 'ya teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER.....	I
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	III
TABLolar LİSTESİ.....	V
EKLER LİSTESİ.....	VI
SİMGELER LİSTESİ.....	VII
KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	X

1. GİRİŞ	1
2. DİJİTAL GÖRÜNTÜ İŞLEME NEDİR?	2
2.1. Dijital Görüntü İşleme Teknikleri ve Adımları.....	3
2.2. Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanıldığı Alanlar.	6
3. YAPILAN ÇALIŞMA VE TARTIŞMA	7
3.1. Beton Numunesinin Hazırlanması.....	7
3.2. Karelaj Çalışması Ve İnceleme	9
3.2.1. Karelaj çalışması ve Matlab yazılımı	9
3.2.2. Karelaj Çalışması İçin Elde Edilen Bulgular Ve Değerlendirmeler	11
3.3. Lifli Beton Numunesine Ait Deney Çalışması	12
3.3.1. Deney Düzenekinin Hazırlanması	12
3.3.1. Kırılma Deneyinin Yapısı.....	14
3.3.2. Elde Edilen Komparatör Değerleri.....	15
3.4. Matlab Uygulamaları	17
3.4.1. Lifli Beton Numunesinin Maksimum Yüklü Görüntüsü İle İlk Görüntü Arasında Oluşan Deplasman Değerinin Elde Edilmesi.....	19
3.4.2. Orijinal Görüntüyü Okuma, Gri Seviyeye Çevirme ve Gösterme İşlemi.....	19
3.4.3. Eşikleme İşlemi	21
3.4.4. Beyaz Gürültüyü Eleme İşlemi	21
3.4.5. Siyah Gürültüyü Eleme ve Kenar Noktalarını Boyama İşlemi	22
3.4.6. Birinci ve Onbirinci Görüntünün Ağırlık Merkezlerini Çakıştırma İşlemi	23
3.5. Lifli Beton Numunesinin Basınç Yüzeyinin Ortadan Kalktığı anda Çekilen Resim İle İlk Resim Arasında Oluşan Deplasman Değerinin Elde Edilmesi.....	24
3.6. Matlab Programında Çatlak Görüntülerinin Elde Edilmesi	28

4. BULGULAR VE SONUÇ.....	30
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ	33
EKLER.....	34

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1	Görüntü işleme teknikleri
Şekil 3.1a	Dikdörtgen prizma numuneler
Şekil 3.1b	Küp numuneler
Şekil 3.2	Karelaj paftasının ilk görüntüsü
Şekil 3.3	Elimine edilen görüntü
Şekil 3.4	Gri seviye dönüştürülen görüntü
Şekil 3.5	Tek seviyeli görüntü
Şekil 3.6	Karelaj çalışmasına ait sonuç çıktısı
Şekil 3.7	Deney düzeneğinin önden görünüşü
Şekil 3.8	Deney düzeneğinin arkadan görünüşü
Şekil 3.9	DSC-R1 kamera
Şekil 3.10	Deplasman ve yük arasında ki ilişki
Şekil 3.11	Matlab ile görüntülerin 3 boyutlu matrissel ifadesi
Şekil 3.12	Görüntünün 600. satırdaki gri seviye değerlerinin değişim grafiği
Şekil 3.13	Görüntü nesnesinin sahip olduğu gri seviye değerlerinin görünümü
Şekil 3.14	Orijinal 1. resmin görünümü
Şekil 3.15	Gri seviyeye dönüştürülen 1. resmin görünümü
Şekil 3.16	Orijinal 11. resmin görünümü
Şekil 3.17	Gri seviyeye dönüştürülen 11.resmin görünümü
Şekil 3.18	Eşikleme İşlemi uygulanan 1.resmin görünümü
Şekil 3.19	Eşikleme İşlemi uygulanan 11.resmin görünümü
Şekil 3.20	Beyaz Gürültüyü Eleme İşleminde sonra 1.resmin görünümü
Şekil 3.21	Beyaz Gürültüyü Eleme İşleminde sonra 11.resmin görünümü
Şekil 3.22	Siyah Gürültüyü Eleyip ve Kenar Noktaları Boyandıktan sonra 1.resmin görünümü
Şekil 3.23	Siyah Gürültüyü Eleyip ve Kenar Noktaları Boyandıktan sonra 11.resmin görünümü
Şekil 3.24	Numunenin Maksimum Yük Altında ki Deplasman Değerine Ait Matlab Çıktısı
Şekil 3.25	Orijinal 50. resmin görünümü
Şekil 3.26	Gri seviyeye dönüştürülen 50.resmin görünümü
Şekil 3.27	Eşikleme İşlemi uygulanan 50.resmin görünümü
Şekil 3.28	Beyaz Gürültüyü Eleme İşleminde sonra 50.resmin görünümü

- Şekil 3.29** Siyah Gürültüyü Eleyip ve Kenar Noktaları Boyandıktan sonra 50.resmin görünümü
- Şekil 3.30** Numunenin Basınç Yüzeyinin Ortadan Kalktığında Deplasman Değerine Ait Matlab Çıktısı
- Şekil 3.31** Çatlak görüntüleri

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 Beton numunesi karışım oranları

Tablo 3.2 Komparatör değerleri

Tablo 3.3 Deplasman değerleri

EKLER LİSTESİ

Ek 1.	Çatlakların Gelişim Sürecini görüntüleyen matlab yazılımı
Ek 2.1	Görüntüyü okuma gri seviyeye çevirme
Ek 2.2	Eşik değeri atama ve tek seviyeli görüntü elde etme
Ek 2.3	Gürültü eleme ve ara mesafesi hesaplama
Ek 2.4	İlk Görüntüyü okuma gri seviyeye çevirme
Ek 2.5	Onbirinci Görüntüyü okuma gri seviyeye çevirme
Ek 2.6	İlk görüntü için eşik değeri atama ve tek seviyeli görüntü elde etme
Ek 2.7	Onbirinci görüntü için eşik değeri atama ve tek seviyeli görüntü elde etme
Ek 2.8	İlk görüntü üzerindeki gürültülerin elenmesi
Ek 2.9	Onbirinci görüntü üzerindeki gürültülerin elenmesi
Ek 2.10	İlk görüntü için kenarların boyanması ve ekranda gösterme
Ek 2.11	Onbirinci görüntü için kenarların boyanması ve ekranda gösterme
Ek 2.12	Onbirinci görüntü için deplasman hesabının yapılması
Ek 2.13	Son görüntü için yapılan yazılımın tamamı
Ek 2.14	Son görüntü için deplasman hesabının yapılması

SİMGELER LİSTESİ

λ	Parlaklık Yoğunluk Değeri
W/C	Su/Çimento Oranı
γ_{lif}	Betonda kullanılan lif malzemesinin yoğunluğu
V	Agreganın yoğunluğu
m	Agreganın kütlesi
γ	Agreganın birim hacim ağırlığı

KISALTMALAR LİSTESİ

KYA	Kenar Yakalama Algoritmaları
3D	Üç Boyutlu Görüntü
LCD	Liquid Crystal Display-(Alternatif Görüntüleme Birimi)
JPG	Joint Picture Experts Groups-(Resim Uzantı Dosyası)
RGB	Red-Green-Blue

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DIGITAL GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMLERİYLE LİFLİ BETON NUMUNELERİNDEKİ ÇATLAKLARIN TESPİT EDİLMESİ

Mahir ONAT

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2008, sayfa: 41

Bu çalışma da, betonun kırılmadan önceki potansiyel davranışının görüntü işleme teknikleri kullanılarak (matlab programında hazırlanan yazılımla) incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 50x10x10 cm. boyutunda dikdörtgen prizma şeklinde lifli beton numuneleri hazırlanmıştır. Ardından bu beton numunelerinin 28 günlük kürü elde edildikten sonra üç noktalı eğilme deneyine tabi tutulmuştur. Yüke karşılık gelen deplasman miktarları bir komparatör yardımıyla ölçülmüştür. Ayrıca deneye tabi tutulan numuneler yüksek çözünürlüklü 10.3 MP CMOS dijital kamerası ile seri çekim yapılarak görüntüleri elde edilmiştir. Bu görüntüler Matlab programında kodlanan yazılımla işlenmiş ve ortaya çıkan deplasman miktarları aynı anda elde edilen komparatör değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Görüntü İşleme, Lifli Beton, Kırılma Deneyi

ABSTRACT

DETERMINATION OF CRACKS IN THE FIBER CONCRETE SAMPLE BY USING THE DIGITAL IMAGE PROCESSING

Mahir ONAT

Firat University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering
2008, Pages:41

The purpose of this study is to examine the unbroken concrete potential treatment as use the image processing techniques that prepared in Matlab software. For this purpose, a concrete rectangular prism sample (dimensions 50x10x10 cm.) which contains fiber had prepared. After 28 days old cure had produced from this concrete sample, 3 dotted incline test made on the concrete sample. In this test, the measure of displacement correspond to the load quantity had measured with a comparator, consequently the real values had obtained. The measure of displacement on the sample had viewed with a big dimensional 10.3 active mega pixel CMOS digital photograph machine by serial taking also. These views had processed with a programmed which made in Matlab software. Concurrently, the displacement had compared with the values obtained from comparator values.

Keywords: Digital Image Processing, Fiber Concrete, Fracture Test

1.GİRİŞ

Modern şehirlerin tamamında konut ve iş alanları, yollar, köprüler, gökdelenler ve hemen her türlü mühendislik yapısında beton kullanılmaktadır. Aslında dünyada, su bir yana, beton en çok kullanılan yapı malzemesi olma özeliğine sahiptir. Dolayısıyla bu yapıların kısa ömürlü olması yıkım ve felaket anlamına gelmektedir. Ülkemizin bir deprem ülkesi olduğu da göz önünde bulundurulursa, insan hayatının nasıl bir risk altında olduğu tahmin edilebilir.

Betonun ömrüyle ilgili analiz yapabilmek, onun heterojen yapısından dolayı oldukça güçtür. Günümüz teknolojisinde birçok bilimsel disiplinin bir araya geldiği düşünülürse, yapılan bu çalışmada klasik deney düzeneklerinin ve test aletlerinin dışında bir yöntem olarak, amatör bir fotoğraf makinesi ile İnsan gözünün algılamakta güçlük çektiği hareketlerin ve yapılan deplasman miktarlarının, görüntü işleme tekniklerini kullanarak tespit edilmesidir.

Dijital Görüntü İşlemi'nin konusu olan bu çalışma, iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci olarak deneyde kullanılacak beton numunesinin hazırlanarak, deney düzeneğinde görüntüleri çekilirken üç noktalı eğilme deneyine tabi tutulması. İkinci olarak da elde edilen görüntülerin dijital görüntü işleme teknikleri ile incelenmesidir.

2.DİJİTAL GÖRÜNTÜ İŞLEME NEDİR?

Hızla gelişmekte olan teknoloji, bilim adamlarının kusursuz bir model olan insanın düşünebilme ve yorumlayabilme özelliklerini eksiksiz bir şekilde taklit edebilme ümidini arttırmaktadır. Bu nedenle, insandan başka hiçbir canlıda olmayan bu özelliklerin gelişimi, onun doğumundan ölümüne kadarki her evrede ilgi ile izlenmesini ve yıllarca benzerini yapma konusunda birçok çalışmaların yapılmasını sağlamıştır.

İnsan gözünün görüntü algılama sistemi, görüntü işleme açısından ele alındığında; görüntü yakalama, gruplama ve analiz konusunda bilinen en karmaşık sistemdir. İnsanın çevresindeki nesnelerin geometrik şekillerini tanıması, bu nesneler hakkındaki belirgin ilişkiyi kavraması ve duruma uygun cevap vermesi için nesnelere ait görüntü bilgisine ihtiyacı vardır. Görüntü bilgisi diğer bilgilere oranla daha kalıcı, düşünebilme ve yorumlayabilme fonksiyonlarının daha etkili kullanıldığını ifade eden bir örnektir. Görüntü bir nesnenin sunumudur. Görüntü bilgisi günümüzde birçok alanda kullanılır. Tarayıcılar, kameralar v.b. gibi algılayıcı sistemler kullanılarak görüntü bilgisi sayısal sistemlere aktarılır ve matris formatında depolanır [1].

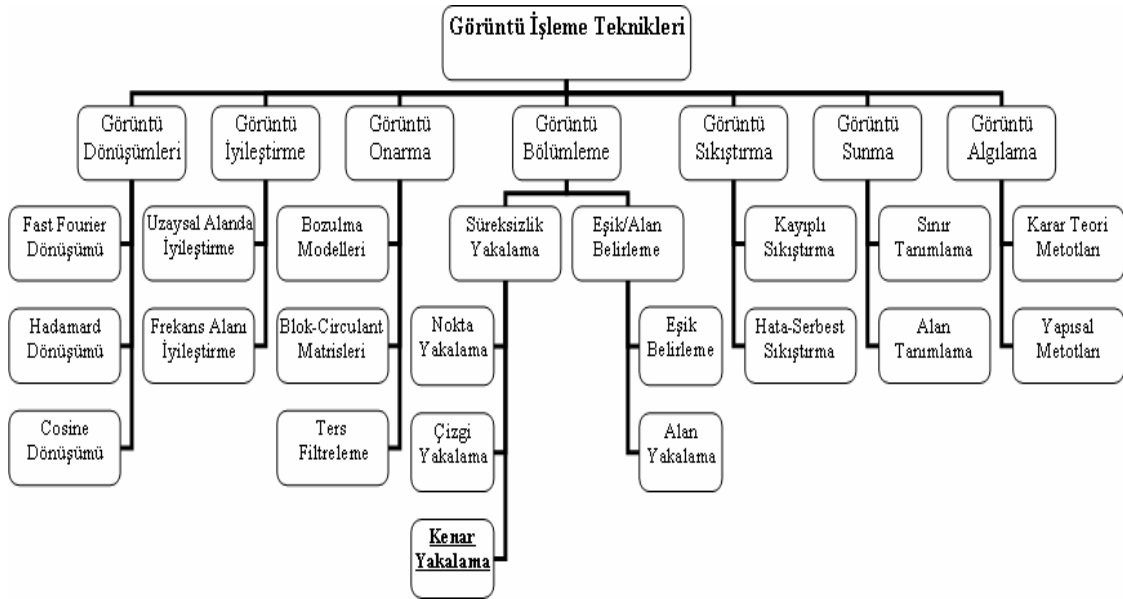
Bir görüntünün insan tarafından algılanması ve yorumlanması birkaç aşamadan meydana gelir. Öncelikle göze gelen ışık ışınları korneadan, gözbebeğinden ve ardından da mercekten geçer. Saydam tabakanın bükümlü üst yüzeyi ve mercek, ışınları kırar ve nesnenin (resmin) görüntüsü ters çevrildikten sonra retinaya ulaşır. Daha sonra ışığa duyarlı hücreler (reseptörler; koni ve çubuk hücreler) ışığı elektrik sinyallerine çevirir ve sinir uçlarına uyarı olarak yollarlar. Retinadan gelen görüntü orijinaline göre baş aşağı durumda ve ters taraftadır. Bu elektriksel uyarılar beyne nesnenin çeşidi, büyüklüğü, rengi, uzaklığı hakkında bilgi götürürler ve tüm bu dizi işlemler saniyenin onda biri kadar bir sürede gerçekleşir. Ancak beyin, kendisine gelen bu sinyallerin genliğini, fazını, frekansını değerlendirip görüntü hakkında tüm bilgiyi elde eder ve insanın o nesneyi doğru bir şekilde tanıması sağlanır. Bu olay görüntü işleminin ta kendisidir [2].

Görüntüyü algılama ve yorumlama işlemi gerçekleşirken bir saniyede meydana gelen işlem sayısı şu an mevcut hiçbir bilgisayarın yapamayacağı kadar yüksektir. Bu kadar hızlı olmasının yanı sıra görmenin en şaşırtıcı ve mucizevî yanı, ağ tabakaya düşen ters görüntünün beynin optik merkezinde düzeltilmesidir [3].

Görüntünün meydana gelmesinde bir ışık kaynağına ihtiyaç duyulur. Bu ışık kaynağı sayesinde sürekli zamanlı bir görüntünün her hangi bir (x,y) noktasındaki (pikselindeki) parlaklık değeri (yoğunluğu) λ olarak ifade edilir. Parlaklık değeri ve ışık fonksiyonu gerçek ve

pozitif niceliklerdir. Tüm görüntü işleme uygulamalarında azda olsa arka planda bir ışık kaynağı mevcuttur [4].

Görüntüyü seviye olarak üçe ayırabiliriz. Sadece siyah (0 değeri) ve beyaz (1 değeri) renkleri içeren ikili görüntü, gri düzeyli görüntü ve renkli görüntü. Her üç seviyedeki görüntünün sunumu da matris formundadır. Matrisin her hangi bir değeri görüntünün o koordinatlardaki noktanın parlaklık, ısı veya buna benzer farklı niteliklerdeki değeri olabilir. Bu çalışma da Şekil 2.1’de verilen sayısal görüntü işleme yöntemlerinden iki seviyeli görüntü üzerinde kenar çıkarma yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 2.1 Görüntü işleme teknikleri

2.1. Dijital Görüntü İşleme Teknikleri ve Adımları

Görüntü işleme teknikleri, görüntünün insan veya bilgisayar tarafından daha iyi anlaşılması, yorumlanması, kullanılması, depolanması ve transfer edilmesini sağlamak amacıyla, uzaysal alandaki bir görüntünün parlaklık, çözünürlük, zıtlık gibi nicel değerleri değiştirilmesini veya frekans alanındaki bir görüntünün filtrelenmesi, genlik veya faz değerlerinin değiştirilmesini sağlayarak yeni bir görüntünün oluşmasını sağlayan tekniklerdir. Görüntü bilgisi, görüntü işleme teknikleri sayesinde istenilen forma dönüştürülür. Bu teknikler görüntü dönüştürme, onarma, iyileştirme, bölümlleme, sıkıştırma, sunma ve algılama olarak verilebilir [1].

Tüm görüntü işleme teknikleri uzaysal ve frekans alanı olmak üzere iki farklı uzayda çalışır. Görüntü dönüştürme tekniği kullanılarak uzaysal alanda bulunan bir görüntü frekans alanına aktarılabilir veya işlemin tersi yapılabilir. Görüntü iyileştirme tekniği, kaynak görüntüyü daha anlaşılır ve yorumlanabilir bir biçime dönüştürmek için kullanılır. Eğer kaynak görüntü uzaysal alanda ise histogram eşitleme, görüntü çıkarma gibi operasyonlar kullanılır. Eğer kaynak görüntü frekans alanında ise düşük frekans geçiren, yüksek frekans geçiren, benzer yapılı (homomorphik) filtreleme gibi operasyonlar kullanılır. Görüntü onarma teknikleri, bozulmuş görüntüleri düzeltme amacına yöneliktir. Genellikle kaynak görüntü frekans alanında işlenir. Görüntü sıkıştırma tekniği, yüksek hacimli bir görüntüyü daha düşük bir hacme indirgeyerek, görüntünün depolanması işleminde hafızanın en uygun kullanılmasını, görüntünün transfer edilmesi işleminde ise aktarım için harcanan süresinin daha az olmasını sağlar. Görüntü bölümlendirme tekniği, kaynak görüntü içerisindeki süreksizlik (nokta, çizgi ve kenar) ve benzerlik (alan) özelliklerinin tespit edilmesini amaçlar. Görüntü bölümlendirme tekniği ile parçalara ayrılmış bir görüntüyü tekrar sayısal ortamda kullanabilmek için uygun bir biçimde birleştirmek gerekir. Bu işlem için uygun bir görüntü sunma tekniği kullanılabilir. Görüntü işleme hiyerarşisi içerisindeki en önemli tekniklerden biri olan görüntü algılama ve yorumlama tekniği kullanılarak, görüntü içerisinde bölümlenmiş her bir nesnenin önceden veri tabanına kaydedilmiş nesne boyutlarına karşılık gelip gelmediği kontrol edilir. Böylece aranan nesnenin görüntü içerisinde olup olmadığına karar verilebilir [5-8].

Kenar belirleme (edge detection) metodu, görüntü işleme tekniklerinden görüntü bölümlendirme konusunun bir alt başlığı olarak incelenir. Görüntünün bütünü oluşturulan parçaların bir birinden ayrılması işlemine görüntü bölümlendirme denir. Görüntü bölümlendirme işlemi, görüntüden tüm nesneler ayrıldığı zaman son bulur. Parçalanmış görüntü, diğer görüntü işleme teknikleri tarafından işlenebilir. Görüntü analizinin başarılı olup olmaması, görüntü bölümlendirmenin başarılı olup olmamasına bağlıdır. Başka bir deyişle görüntüdeki aynı karakteristiğe sahip alanların bir birinden ayrılması işlemine bağlıdır. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için, görüntü içerisindeki nesnelerin zemin ile kesiştikleri alanda nokta, çizgi ve kenar özelliklerinin yakalanması gerekir [9].

Görüntü içerisindeki nesnelerin algılanması ve geometrik özelliklerini tanıma süreci, insan görme sisteminde, nesnelerin dış çizgilerine göz gezdirilmesi ile başlar. Bu yaklaşımı yapay görme sistemlerine uyarladığımızda, şayet nesnenin sınırları başarılı bir şekilde izlenirse nesne tanıma çok daha iyi sonuçlar alınabilir. Böylece tanıma olayında nesneye ait kenarların yakalanması işlemi önemli bir rol oynar [10].

Kenar yakalama algoritmaları (KYA) üç farklı yapıya sahip görüntü üzerinde çalıştırılabilir. Bunlardan birincisi, iki seviyeli (siyah-beyaz) görüntüdür. Bu görüntüde nesneye ait bir nokta “1”, arka plana ait bir nokta ise “0” olarak kodlanır. İkincisi, gri seviyeli görüntüdür. Bu görüntüdeki tüm noktalar 0-255 arasında gri düzeyli bir renk değerine sahiptir. Üçüncüsü ise renkli görüntülerdir. Bu görüntüdeki her nokta kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere 3 farklı renge ait 0-255 arasındaki değerlerden oluşan bir diziye sahiptir. KYA’da iki önemli özelliğin olması gerekmektedir. Birincisi, nesnenin kenar çizgisinin tek nokta kalınlığında elde edilebilmesidir. Böylece nesneyi işlemek için daha az bilgi kullanıldığından, nesne tanımada oldukça önemli olan hız problemine zamandan tasarruf sağlanarak çözüm getirilebilir. Aynı zamanda nesne tanımak için oluşturulacak veri tabanları daha kolay oluşturulabilir. İkincisi, kenar yakalama işleminin sonucu, kenar yönlerinden bağımsız olmalıdır. Yani yakalanan kenar bilgisi, kenarı yakalanan nesne yön değiştirdiğinde de değişime uğramamalıdır [11].

Görüntü bilgisinin en düşük seviyeli sunumuna iki seviyeli görüntü denir. Nesneye ait noktalar “1”, zemine ait noktalar ise “0” olmak üzere iki gri seviye değeri ile ifade edilir. Medikal uygulamalarda, savunma sistemlerinde, gerçek zamanlı sistemlerde ve değişik endüstriyel alanlarda çok yaygın bir şekilde kullanılır. İki seviyeli görüntü işleminin avantajları ve dezavantajları aşağıdaki gibidir [12].

Avantajları:

- Kolay elde edilme: Basit sayısal kameralar, düşük maliyetli tarayıcılar ile rahatlıkla elde edilebilir. Ayrıca, gri seviyeli görüntüler için bir eşik değeri olarak kullanılabilir.
- Az yer kaplama: Bir noktanın kapladığı alan sadece bir bit’tir. Sıkıştırma algoritmaları kullanılarak kapladığı alan çok düşük bir seviyeye düşürülebilir.
- Basit ve hızlı işleme: Olası kombinasyon seçenekleri çok az olduğu için gri seviyeli ve renkli görüntülere uygulanan algoritmalarından çok daha basit ve hızlıdır.

Dezavantajları:

- Sınırlı uygulama: Doğal ortamdan elde edilen görüntüleri yeterince ifade edemediği için yapay ortamlarda oluşturulan görüntüler üzerinde kullanılır.
- 3D’ye genişleyememe: Nadirde olsa nesnelerin 3D’li doğal halleri gölgeleme tekniği kullanılarak gösterilmeye çalışılır.
- Kaliteli görüntülerde gölgelemeye ihtiyaç duyma: Çevresel etkiler olmaksızın iki seviyeli kaliteli bir görüntü elde etmek istersek, gölgeleme tekniği kullanılmak zorunda kalınır.

2.2. Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanıldığı Alanlar

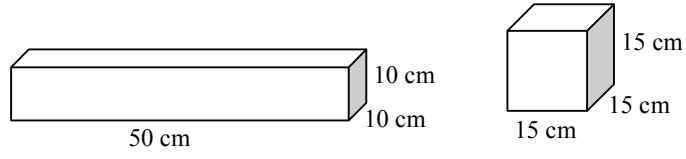
Görüntü bir nesnenin sunumudur. Görüntü bilgisi günümüzde birçok alanda kullanılır. Örneğin; Endüstride; Hayvancılık sektöründe, yetiştirme çiftliklerinin ürün geliştirme konusu olarak, mekân-ürün ilişkisini sabit kameralarla izlemek suretiyle hayvanların büyüme ve gelişme süreçleri takip edilmiştir [13]. Karayolu mühendisliğinde; Asfalt betonundaki yorulma çatlakları, hızlandırılmış yol testlerine tabi tutulurken deney akımına monte edilmiş kameralar yardımı ile çatlakların ve deformasyonların incelenmesi sağlanmıştır [14]. Harita mühendisliğinde; Uzaktan algılamada kullanılan birçok teknik sayısal görüntü işlemenin de konusudur. Uzaydan uydu yardımıyla çekilen yeryüzü görüntülerinin işlenmesi ve uzunluk, alan, konum belirleme v.b. gibi sonuçların elde edilmesinde kullanılmıştır [15, 16]. Tıp alanında; Tomografi ve MR görüntülerinin işlenmesiyle hastalıklı dokuların tespit edilmesi ve gelişim süreçlerinin izlenmesi sağlanmıştır [17]. Parmak izi veya yüz tanıma gibi kriminolojik uygulamalarda, uzaysal çalışmalarda ve askeri uygulamalarda görüntü bilgilerinin sıkça kullanıldığını görmek mümkündür. Tarayıcılar, kameralar v.b. gibi algılayıcı sistemler kullanılarak görüntü bilgisi sayısal sistemlere aktarılır ve matris formatında depolanır [18, 19]. Bu çalışmada yük altında bulunan beton kirişin kırılmadan önceki ve kırılmadan sonraki yapmış olduğu hareketlerin görüntü işleme yöntemleri ile tespit edilmeye çalışılmıştır.

3. YAPILAN ÇALIŞMA VE TARTIŞMA

Bu çalışma lifli beton numunelerinin hazırlanması, karelej paftasının oluşturulması ve işlenmesi, deney numunesinin kırılırken fotoğraflarının çekilerek analizlerinin yapılmasından oluşmaktadır. Bu işlem adımları ileriki bölümlerde sırasıyla detaylı olarak anlatılmıştır. Birinci adımda; beton numunelerinin, temsil niteliği taşıyacak evsafa hazırlanması, istenilen ebatlarda dökülmesi ve 28 günlük basınç dayanımının elde edilmesidir. İkinci adımda; mesafe ölçme ve hata belirleme amacına yönelik, bir karelej paftasının görüntülenmesiyle elde edilen resimlerinin Matlab programında yapılan yazılımla, görüntü işleme tekniklerini kullanarak; 0,5 ve 1 mm'lik çizgiler arası mesafelerin tespit edilmesidir. Üçüncü adımda; çalışmanın aslını teşkil eden, beton numunelerin kırılmak suretiyle yaptığı deplasmanların ölçülmesine yönelik çalışmadır.

3.1. Beton Numunesinin Hazırlanması

Dikkate alınması gereken öncelikli konu, kullanılacak beton numunesinin kırılmadan önce yük altında yapacağı deplasmanın, değerlendirilebilecek aralıklarda olmasının nasıl sağlanabileceğidir. Buna bağlı olarak basınç dayanımından ziyade çekme dayanımının artırılması için, daha çok sanayi tipi yapıların zemin döşemelerinde kullanılan lifli beton çözümü düşünülmüştür. Üç noktalı eğilme deneyine tabi tutulacak numunelerin maksimum deplasman değerine ulaşabilmesi için mesnet açıklığının büyük olması istenir. Zira Beton numunelerinin kırılmasında kullanılacak hidrolik pres makinesinin ayakları arasındaki açıklığın 60 cm olmasından mütevellit, kullanılacak numune boyutları 10x10x50 cm olarak tasarlanmıştır. Yine kırılması düşünülen numunelerin beton sınıflarının tayini için gerekli olan 15x15x15 cm boyutlarına sahip küp numuneler hazırlanmıştır. Dörder adet numune için lifli beton karışım dizaynı hazırlanmış olup 3 adet numune kalıba dökülmüştür. Kalıptan çıkan numune boyları 51,4 cm olarak ölçülmüş ve programda ki piksel uzunluklarının dönüşümü bu değere göre yapılmıştır. Aşağıda bu numunelere ait karışım oranları ve tasarım hesapları verilmiştir.



Şekil 3.1. a) Dikdörtgen prizma numuneler (3 adet) b) Küp numuneler (3 adet)

$$\begin{array}{ll} \text{Çimento: } 350 \text{ kg/m}^3 & d_{\max}: 16 \text{ mm} \\ w/c=0.60 & \xrightarrow{\text{Lifli beton}} w/c=0.65 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} 350 \cdot 0.65 = 227.5 \text{ kg/m}^3 \text{ Su} & \\ \gamma_{\text{lif}} = 7.8 \text{ g/cm}^3 & \xrightarrow{\quad} V = m/\gamma \\ & V = 50/7.8 = 6.4 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1000 = 350/3.1 + 20 + 227.5 + A/2.63 \\ A = 1682 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

Tablo 3.1 Beton numunesi karışım oranları

1m ³ beton için; (kg)	0,033 m3 beton için; (kg)
Çimento: 350	Çimento: 11.55
Su : 227.5	Su: 7.5
Agrega : 1682	Lif; 1.65
V _A =1665	Kum; 27.5
	Çakıl; 27.5

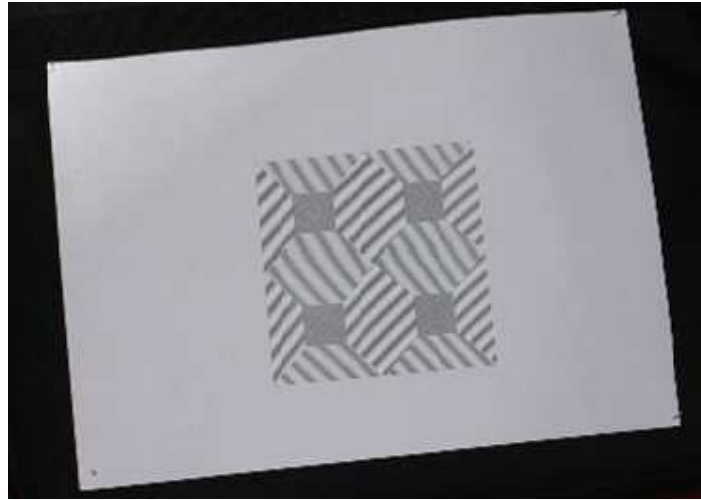
Betonun basınç mukavemeti standart kür koşullarında saklanmış (20 °C ±2°C kirece doygun su içerisinde), 28 günlük silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küp (15 cm kenarlı) numuneler üzerinde ölçülür. Hazırlanan numunelere ait 28 günlük basınç dayanımının elde edilebilmesi için su kürüne tabi tutulmuş ve bu süre sonunda küp numunelerin basınç dayanımları ölçülmüş; 91ton, 86ton, 88ton değerlerine ulaşılmıştır. Buda dökülen betonun C35 kalitesinde bir beton sınıfına ait olduğunu göstermiştir.

3.2. Karelaj Çalışması Ve İnceleme

Bu bölümde; laboratuarda kullanılması düşünülen lifli beton numunesinin, milimetrik aralıklarda yapabileceği hareketlerin tespit edilebilmesinin öngörüsü için, karelaj paftası ile basit bir deney yapılmıştır. Fotoğraf makinesi ile düzgün olarak çizilmiş 0,5 ve 1 mm çizgilerden oluşan paftada, çizgiler arası mesafeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bir sonra ki çalışma göz önünde bulundurularak, 50 cm'lik beton numunesinin tamamının objektife sığdırılması ve hidrolik pres makinesinin ayak mesafelerinin 80 cm'yi bulmasından ötürü, fotoğraf makinesi karelaj paftasının ekseninde 80 cm mesafeye yerleştirilmiş ve çekim yapılmıştır. Elde edilen görüntüler, görüntü işleme teknikleri kullanılarak matlab programında işlenmiş, pafta üzerinde bulunan çizgiler arasında ki mesafeler gerçek mesafelerle karşılaştırılarak hassasiyet derecesi bulunmaya çalışılmıştır.

3.2.1. Karelaj çalışması ve Matlab yazılımı

Lifli beton numunesinin yüzeysel eğikliğinden ötürü karelaj paftası siyah zemin üstüne eğik bir açı ile yerleştirilmiş ve görüntü alma işlemi 10,3 MP çözünürlüklü CMOS dijital kamerayla yapılmıştır. Dijital kameranın objektifinden çıkan ilk görüntü şekil 3.2' de ki gibidir.



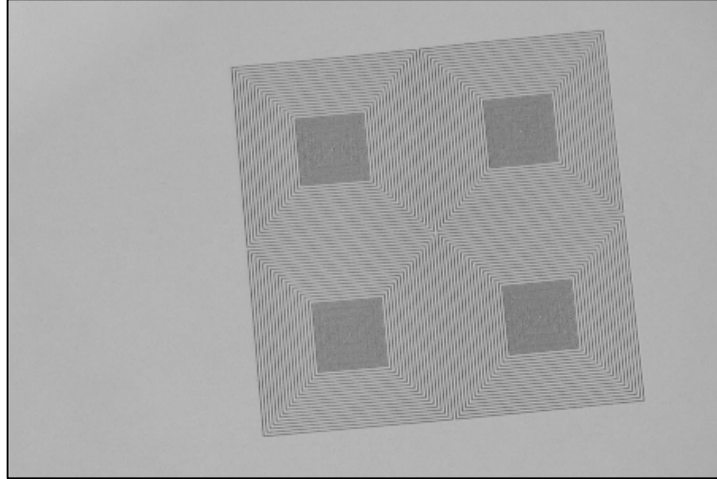
Şekil 3.2 Karelaj paftasının ilk görüntüsü

Görüntüde gürültü olarak nitelendirilen nesne dışı görüntülerin çıkartılarak sadece deney objesine yer verilmesi sağlanmıştır. Elemine edilen görüntü Şekil 3.3’ de verilmiştir.



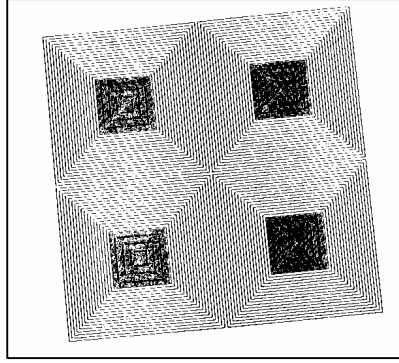
Şekil 3.3 Elimine edilen görüntü

Elemine işleminin ardından görüntünün analizi başlar ve RGB (Red, Green, Blue) seviyesinde olan görüntü Ek.2,1’de verilen yazılımla gri seviyeye dönüştürülür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Gri seviye dönüştürülen görüntü

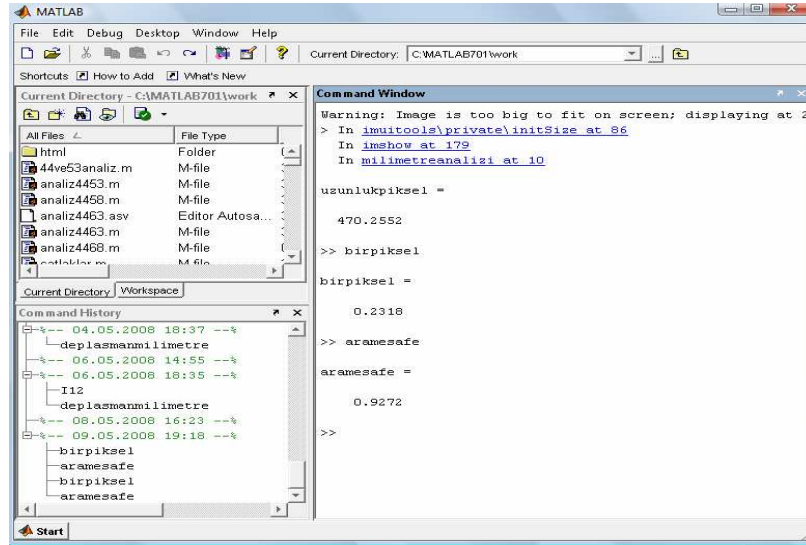
Bir sonraki aşamada Ek.2,2’ de verilen yazılım ile eşik değeri belirlenerek görüntü siyah ve beyaz olmak üzere tek seviyeye dönüştürülmüş olur (Şekil 3.5). Bu işlemin sonucunda, çizgiler arası mesafelerin kaç piksel olduğu siyah ve beyaz piksellerin matematiksel olarak hesaplanması ile bulunur.



Şekil 3.5 Tek seviyeli görüntü

3.2.2. Karelaj Çalışması İçin Elde Edilen Bulgular ve Değerlendirmeler

Yazılan Ek.2,3 ‘de ki Matlab yazılımı bir sonuç çıktısı verir (Şekil 3.6). Burada ifade edilen matematiksel değerler, 1 milimetre aralıklarla çizilen çizgilerin görüntü işleme teknikleriyle kaç milimetreyi ifade ettiğidir. Böylece gerçekte 1mm olan mesafe bu teknikle 0.93 mm olarak tespit edilebilmiştir. Pafta üzerinde çizilmiş olan 0,5 mm aralıklarla çizilen çizgiler ise ışık yansımalarından dolayı iç içe girmiş ve ara mesafeleri tespit edilememiştir.



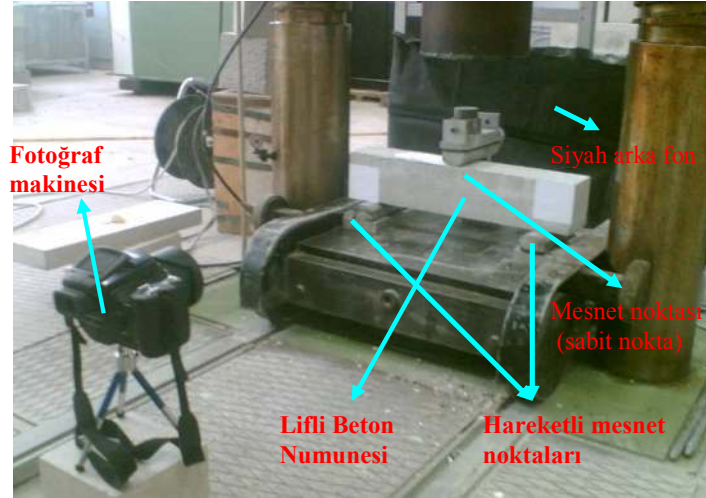
Şekil 3.6 Karelaj çalışmasına ait sonuç çıktısı

3.3. Lifli Beton Numunesine Ait Deney Çalışması

Laboratuar çalışmasının en son aşamasını ve tez çalışmasının amacını da teşkil eden bu bölüm, lifli beton numunesinin kırılması ve belli zaman aralıklarında deney numunesinin yük altındaki görüntülerinin elde edilmesi ile ilgilidir. Deney üç bölümde gerçekleştirilmiş olup ilk olarak; deney düzeneği kurulmuştur, ikinci olarak pres makinesinin harekete başlaması ile eş zamanlı fotoğraf çekimi yapılmıştır, üçüncü olarak elde edilen görüntülerin analizleri yapılmıştır.

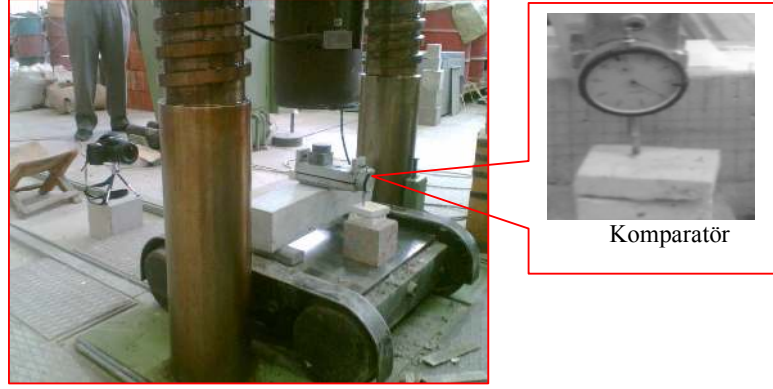
3.3.1. Deney Düzeneğinin Hazırlanması

Dikdörtgen prizma numunelerini 3 eksenli eğilme deneyine tabi tutmak amacı ile mesnet açıklıkları maksimum olacak şekilde dışardan 5 cm, iç açıklığı 40 cm olarak hidrolik baskı makinesine oturtulmuştur. Lifli beton numunelerinin yük altındaki davranışlarının tespit edilebilmesi için kullanılacak metrik olan dijital kamera, numunenin eksenine oturtulmak suretiyle titreşimlerden minimum oranda etkilenecek durumda, 80 cm' lik mesafede üç ayak üstüne yerleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Deney düzeneğinin önden görünüşü

Dijital görüntü işleme teknikleriyle elde edilecek sonuçları karşılaştırmak amacı ile numunenin arka yüzeyine miknatıs yardımıyla %1 mm.'lik hassasiyete sahip bir adet komparatör takılmıştır (Şekil 3.8). Bu sayede okunan komparatör değerleri ile matlab sonuç çıktısı karşılaştırılabilecektir.



Şekil 3.8 Deney düzeneğinin arkadan görünüşü

Deneyde manuel çekim yapmak için Sony Cyber-shot R1 - Geniş ve yüksek hassasiyette 10.3 MP çözünürlüklü CMOS sensörlü ve yüksek kalitede 24mm - 120mm (35mm) ZEISS lenslerini aynı gövdede birleştiren, serbest açılı, 'canlı' görüntü veren parlak LCD ekranlı dijital kamera kullanılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 DSC-R1 Kamera

Bütün bu deney düzeneğine ait işler tamamlandıktan sonra eğilme deneyi başlatılarak basit bir kronometre yardımı ile süreye bağlı olarak görüntü alımı yapıp, yük ve komparatör değerleri okunmuştur. Görüntü alımında dikkat edilen hususlar; dijital kameranın özelliğinden dolayı; makinenin birinci çekimden sonra kendini ikinci çekime hazırlamasının yaklaşık olarak 5-6 saniye kadar süre almasından dolayı yapılan çekimlerin arasında 5-6 saniyelik süre farkı oluşmuştur. Arka planda görüntü kirliliğine neden olacak nesnelerin fotoğraf karesinde gözükmemesi için fotoğraf makinesinin lifli beton numunesine olan mesafesi minimum seviyeye düşürülmüştür.

3.3.2. Kırılma Deneyinin Yapılması

Hazırlanan beton numuneleri üç adet olup sırasıyla kırılarak laboratuvar aşamasının tamamlanması düşünülmüştür.

Birinci olarak ilk numune deney düzeneğine yerleştirilmiş ve hidrolik pres makinesinde kırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen görüntüler Matlab programında değerlendirilmiş ve beton numunesinin kenar noktalarının arka plandan ayırt edilemediği, dolayısı ile köşe noktadaki hareket miktarlarını tespit etmenin mümkün olmadığı görülmüştür. Herhangi bir sonuç alınamadığı için deneyin ikinci tekrarının yapılması zaruri olmuştur.

İlk deney de edilen tecrübe ışığında deneyin ikinci tekrarına geçilmiştir. Bu aşamada lifli beton numunesini arka plandan ayırt edebilmek için ikinci numune beyaz renge boyanmıştır. Kırılma deneyi tekrarlanmış ve elde edilen görüntüler Matlab programında işlenmiştir. Bu kez kenar noktaları arka plandan rahatlıkla ayırt edilebilmiş ancak numunelerdeki yüzey pürüzlülüğü nedeni ile köşe koordinatlarının tam tespit edilemediği görülmüştür. Deneyin ikinci tekrarından da bir sonuç alınamadığı görülmüştür. Böylelikle deneyin üçüncü tekrarına geçilmeden deney düzeneğinde değişiklik yapılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

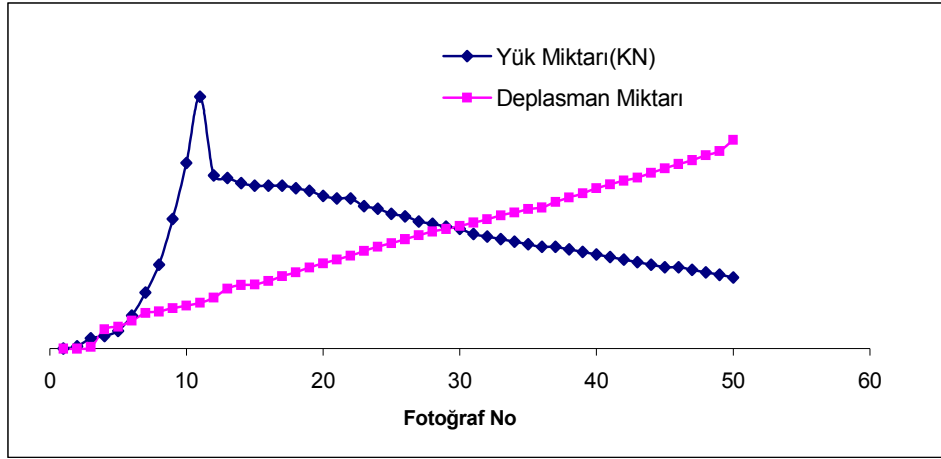
İlk iki deneyden faydalanarak yapılacak üçüncü deneyde numunenin gri renkte kalmasına, köşe noktalarının pürüzlülüğünün ortadan kalkması için ise beyaz not kağıtlarının numune üzerine yapıştırılmasına, geri plandan numunenin ayırt edilebilmesi için arka fonda siyah perde kullanılmasına karar verilmiştir. Önceki bölümde anlatılan deney düzeneğine ait diğer elemanlar sabit tutularak bu değişiklikler yapılmış ve deneyin üçüncü tekrarına geçilmiştir. Üçüncü numune hidrolik pres makinesinde kırılıp görüntüleri çekilmiş olup bu görüntüler Matlab programında işlenerek okunan komparatör değerleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler ve bunlara ait değerlendirmeler takip eden bölümlerde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

3.3.3. Elde Edilen Komparatör Değerleri

Yük altında lifli beton numunesinin yaptığı deplasman, %1 mm'lik hassasiyete sahip komparatör de okunarak Tablo 3.2'de ki değerler elde edilmiştir. Tablo 3.2'e ait 11. satırdaki ifadeler numunenin kırılmadan hemen önce maksimum yüke ulaştığı anda yapmış olduğu deplasman miktarını ifade ederken, 50. satırdaki değerler ise numunenin basınç yüzeyinin ortadan kalktığı, deformasyonu tamamladığı anda ki ulaştığı deplasman miktarını ifade etmektedir. Yüke bağlı olarak numunenin yapmış olduğu deplasman değerleri Şekil 3.10' da ki gibidir. Matlab programında hazırlanan yazılımla analizi yapılan resimlerden çıkan sonuçlarla komparatör de yapılan okumalar kıyaslanmıştır.

Tablo 3.2 Komparatör değerleri

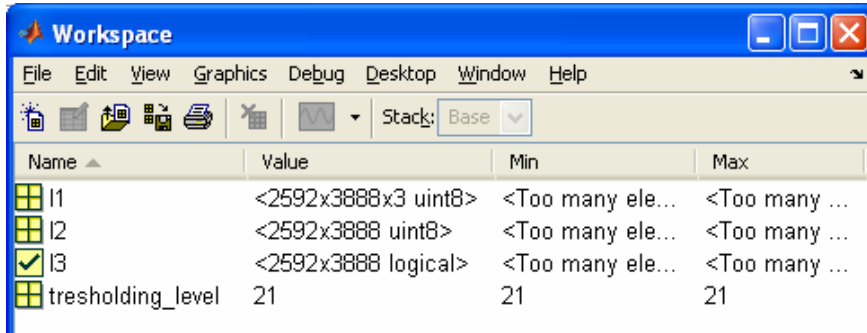
Fotoğraf No	Süre (sn)	Yük (KN)	Deplasman (mm)	Açıklama
1	0	0	0	İlk deplasman değeri
2	3	0.1	0	
3	7	0.4	0.07	
4	12	0.5	0.76	
5	17	0.7	0.86	
6	25	1.3	1.10	
7	33	2.2	1.40	
8	39	3.3	1.46	
9	45	5.1	1.59	
10	51	7.3	1.69	
11	56	9.9	1.80	Numunenin kırılmadan önce maksimum yükte yapmış olduğu deplasman değeri
12	61	6.8	2.00	
13	67	6.7	2.36	
14	75	6.5	2.50	
15	79	6.4	2.52	
16	84	6.4	2.66	
17	90	6.4	2.85	
18	96	6.3	3.00	
19	101	6.2	3.18	
20	107	6	3.35	
21	113	5.9	3.50	
22	118	5.9	3.65	
23	124	5.6	3.84	
24	129	5.5	4.00	
25	134	5.3	4.14	
26	139	5.2	4.30	
27	143	5	4.45	
28	148	4.9	4.60	
29	152	4.8	4.70	
30	157	4.7	4.82	
31	162	4.5	4.95	
32	167	4.4	5.08	
33	171	4.3	5.24	
34	176	4.2	5.35	
35	182	4.1	5.48	
36	187	4	5.54	
37	191	4	5.76	
38	196	3.9	5.94	
39	201	3.8	6.10	
40	206	3.7	6.30	
41	213	3.6	6.45	
42	218	3.5	6.60	
43	223	3.4	6.72	
44	229	3.3	6.90	
45	235	3.2	7.08	
46	241	3.2	7.25	
47	246	3.1	7.40	
48	253	3	7.60	
49	260	2.9	7.76	
50	275	2.8	8.20	Basınç yüzeyinin ortadan kalktığı durumda ki resme ait deplasman değeri



Şekil 3.10 Deplasman ve yük arasında ki ilişki

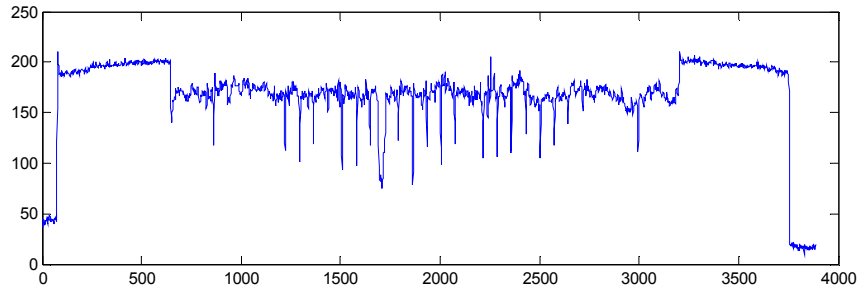
3.4. Matlab Uygulamaları

Matlab programı yardımı ile JPG. Formatında ki resimler her piksel, bir matris elemanını temsil edecek şekilde 3 boyutlu matrislere dönüştürülerek saklanmaktadır (Şekil 3.10). Böylece resmin sayısallaştırılması sağlanmış olur. RGB (0- 255) renk değerlerine sahip olan bu görüntünün renk kodları birer matris elemanıdır. Beton numunesine ait görüntülerin matris boyutları Şekil 3.11’de görüldüğü gibi oldukça büyüktür.



Şekil 3.11 Matlab ile görüntülerin 3 boyutlu matrissel ifadesi

Görüntünün bütünü oluşturulan matris elemanlarının tamamının kullanılmasına, programın işlem adımlarını uzatıp, uzun zaman alacağından dolayı gerek yoktur. Beton numuneyi temsil edebilecek bir matris satırı seçilmesi yeterlidir. Bu matris satırı, görüntü içerisinde yer alan beton numunesinin olduğu herhangi bir satır olabilir. Bu çalışmada 600. matris satırı seçilmiştir. Seçilen bu matris satırı, kullanılacak eşik piksel değeri hakkında ipucu vermektedir. Şekil 3.12’de görünen grafik, uygulamamız gereken eşik değeri hakkında ipucu verir. Eşik değeri 100 olduğu takdirde beton numunesi ile arka fona ait zemin renkleri birbirinden ayrılacaktır.



Şekil 3.12 Görüntünün 600. satırdaki gri seviye değerlerinin değişim grafiği

600. satırdaki piksellere ait gri seviye değerlerinin, değişimini gösteren matris tablosuna ait örnek bir görünüm Şekil 3.13’de verilmiştir.

	1	2	3	4	5	6	7
592	30	39	41	40	39	40	41
593	39	37	39	40	40	40	41
594	40	37	39	39	40	40	39
595	38	39	40	39	38	39	39
596	40	43	41	38	34	38	38
597	43	46	44	41	37	40	38
598	43	44	41	40	39	41	39
599	41	42	40	41	42	43	43
600	36	38	39	41	43	44	43
601	38	39	37	39	41	43	43
602	41	38	40	38	42	41	43
603	38	37	38	38	40	41	42
604	38	38	37	38	38	40	41
605	39	38	37	38	37	39	41
606	39	37	37	38	38	39	40
607	42	38	38	37	39	38	39
608	43	38	37	37	39	39	40

Şekil 3.13 Görüntü nesnesinin sahip olduğu gri seviye değerlerinin görünümü

3.4.1. Lifli Beton Numunesinin Maksimum Yüklü Görüntüsü İle İlk Görüntü Arasında Oluşan Deplasman Değerinin Elde Edilmesi

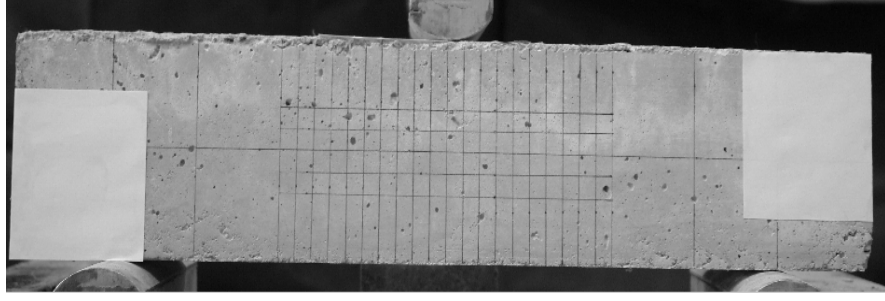
Pres altında bulunan beton numunesinin yük almaya başladığı andan itibaren başlayıp basınç yüzeyinin ortadan kalktığı zamandaki durumuna kadar 43 adet görüntüsü çekilmiştir. Bu çalışmada kullanılacak görüntüler; ilk görüntü, maksimum yüke ulaşip numunenin kırıldığı anda ki görüntüsü ve basınç yüzeyinin ortadan kalktığı son görüntüdür. Çalışmanın bu bölümünde; ilk görüntü (1.görüntü) ile maksimum yük altında ki görüntünün (11. görüntü) Matlab programında işlenmesi ile maksimum yük altındae beton numunesinin yaptığı deplasman miktarı tespit edilmiştir.

3.4.2. Orijinal Görüntüyü Okuma, Gri Seviyeye Çevirme ve Gösterme İşlemi

Yükün yüklenmeye başladığı anda resmedilen ilk görüntü referans görüntüsü olarak alınır, ilk görüntünün programda işlenmemiş durumu Şekil 3.14’de ki gibidir. İlk adım olarak resim üzerinde kullanılmayacak görüntülerin çıkartılması ve görüntünün gri seviyeye dönüştürülmesi işlemleri Ek.2.4’de ki yazılımla gerçekleştirilir ve Şekil 3.15’de ki görüntü elde edilir.



Şekil 3.14 Orijinal 1. resmin görünümü

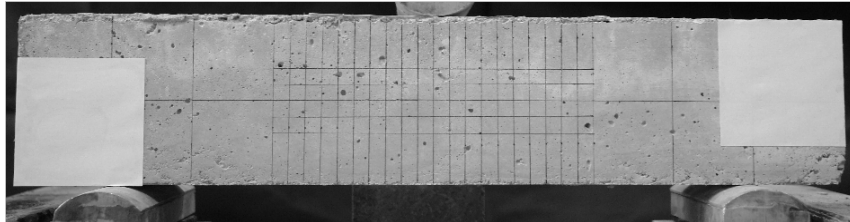


Şekil 3.15 Gri seviyeye dönüştürülen 1. resmin görünümü

Yükün maksimum seviyeye çıktığı anda resmedilen onbirinci görüntü kıyas görüntüsü olarak alınır, onbirinci görüntünün programda işlenmemiş durumu Şekil 3.16'da ki gibidir. İlk adım olarak resim üzerinde kullanılmayacak görüntülerin çıkartılması ve görüntünün gri seviyeye dönüştürülmesi işlemleri (Ek.2.5) gerçekleştirilir ve Şekil 3.17'de ki görüntü elde edilir.



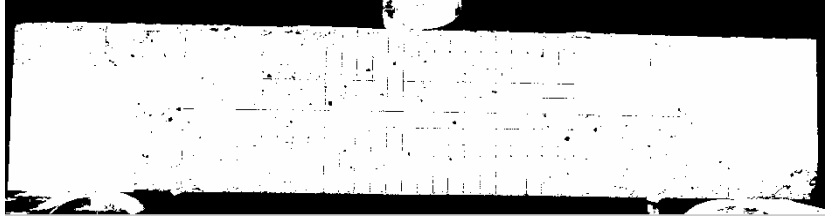
Şekil 3.16 Orijinal 11. resmin görünümü



Şekil 3.17 Gri seviyeye dönüştürülen 11.resmin görünümü

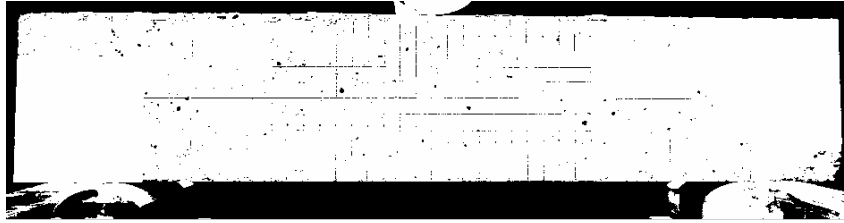
3.4.3. Eşikleme İşlemi

Eşik değeri beton numunesini arka planın zemin renklerinden ayırabilmek için Şekil:3.11'nin incelenmesiyle tespit edilen bir eşik değerin atanması işlemidir. Eşikleme işleminden sonra eşik değerinden yüksek değere sahip pikseller 0, düşük değer sahip pikseller 1 olarak değiştirilir. Ek.2.6'da verilen yazılım birinci resme ait eşikleme işlemini gerçekleştirir ve Şekil 3.18'de ki görüntüyü elde eder.



Şekil 3.18 Eşikleme İşlemi uygulanan 1.resmin görünümü

Aynı işlem (Ek.2.7) maksimum yükteki görüntü için uygulandığında Şekil 3.19'da ki görünüm elde edilir.



Şekil 3.19 Eşikleme İşlemi uygulanan 11.resmin görünümü

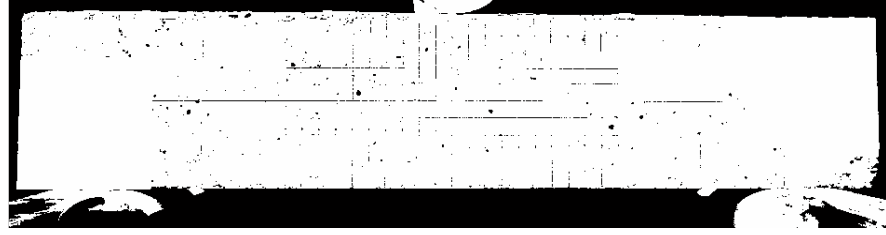
3.4.4. Beyaz Gürültüyü Eleme İşlemi

Eşikleme işleminden sonra elde edilen görüntü çok fazla sayıda küçük beyaz piksel içermektedir. Bunlar görüntü işlemede gürültü olarak bilinir ve görüntünün işlenmesini zorlaştırır. Görüntü üzerinde ki gürültülerin elenmesi için Matlab program dilinde "bwareaopen" Olarak bilinen bir fonksiyon kullanılmaktadır. Buna göre 3000 beyaz pikselin bir arada olmadığı alanlar siyaha dönüştürülmektedir. İlk görüntünün beyaz gürültüleri elendikten sonra (Ek.2.8) Şekil 3.20'de ki görüntü elde edilmiş olur.



Şekil 3.20 Beyaz Gürültüyü Eleme İşleminden sonra 1.resmin görünümü

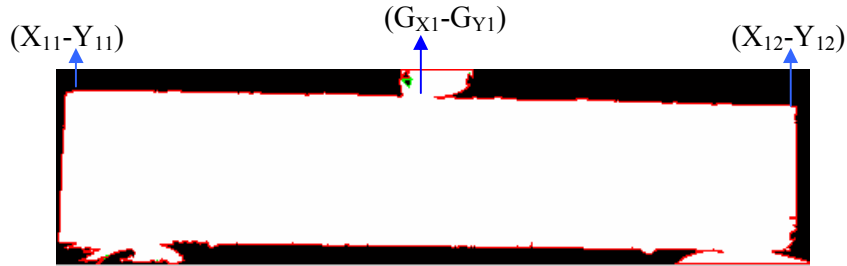
Kırılma anında görüntülenene deney numunesine ait onbirinci görüntünün beyaz görüntüleri de aynı yöntem kullanılarak (Ek.2.9) elenir ve Şekil 3.21 ‘de ki görüntü elde edilmiş olur.



Şekil 3.21 Beyaz Gürültüyü Eleme İşleminden sonra 11.resmin görünümü

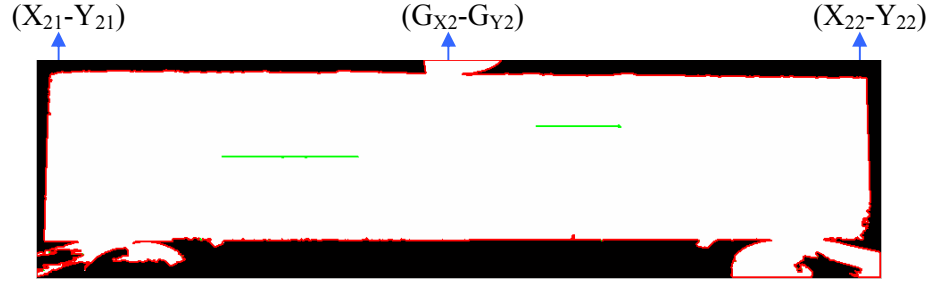
3.4.5. Siyah Gürültüyü Eleme ve Kenar Noktalarını Boyama İşlemi

İki seviyeye dönüştürülen görüntü içinde beyaz gürültülerden başka siyah gürültüler de mevcuttur görüntünün net ve bir bütün olarak ortaya çıkması için bütün bu gürültülerden temizleniş olması gerekir. Siyah gürültünün elenmesi için önce görüntünün tersinin alınması işlemi gerçekleştirilmelidir. Görüntüdeki 1 değerine sahip piksellerin 0, 0 değerine sahip piksellerin de 1 olarak değiştirilebilmesi için Ek.2.10’da verilen Matlab yazılımı ile bu işlem gerçekleştirilir. Şekil 3.22’de ki görüntü üzerinde gösterilen x_{11}, y_{11} , x_{12}, y_{12} ve G_{x1}, G_{y1} notasyonları, köşe noktalarına ve ağırlık merkezlerine ait koordinatları ifade etmektedir.



Şekil 3.22 Siyah Gürültüyü Eleyip ve Kenar Noktaları Boyandıktan sonra 1.resmin görünümü

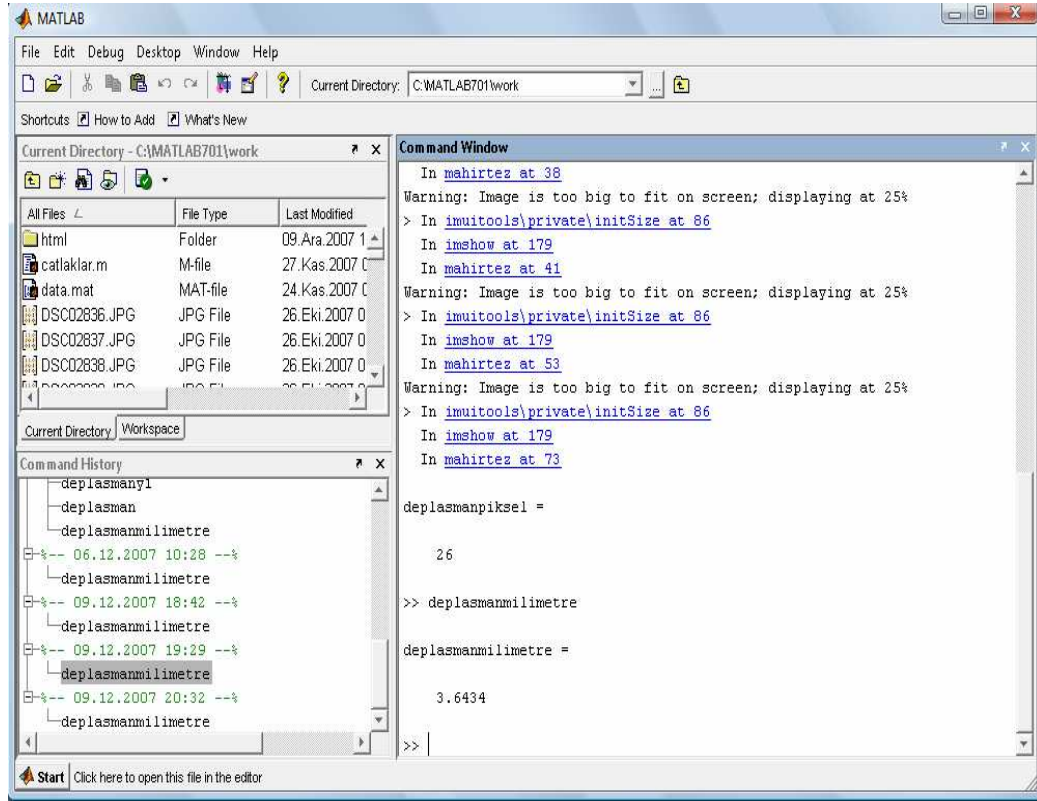
Ek.2.11’de verilen Matlab yazılımı ile siyah gürültüleri elenen ve kenar noktaları boyanan onbirinci görüntü Şekil 3.4.13’de gösterilmektedir. $x_{21}, y_{21}, x_{22}, y_{22}$ ve G_{x2}, G_{y2} notasyonları ile ifade edilen, köşe noktalarına ve ağırlık merkezlerine ait koordinatlardır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23 Siyah Gürültüyü Eleyip ve Kenar Noktaları Boyandıktan sonra 11.resmin görünümü

3.4.6. Birinci ve Onbirinci Görüntünün Ağırlık Merkezlerini Çakıştırma İşlemi

Lifli beton numunesinin yaptığı deplasmanı tespit edebilmek için öncelikle numune üzerinde hareket etmediği varsayılan bir mesnet noktasına ihtiyaç vardır. Deneyde kullanılan hidrolik pres makinesinin hareketi aşağıdan yukarıya doğru vermesinden dolayı, sabit nokta olarak basınç yüzeyinin orta noktası kabul edilmiştir. Numunenin yüzey eğriliğinden dolayı bu sabit nokta; köşe noktalarından geçen bir hayali dikdörtgen oluşturularak, dikdörtgenin ağırlık merkezi olarak tasarlanmıştır. Birinci görüntü ve on birinci görüntünün mesnet noktalarının aynı koordinatta olmamasından dolayı köşe noktalarında ki hareketin tespit edilmesi mümkün değildir. Dolayısı ile on birinci görüntünün arada ki koordinat farkı kadar kaydırılması gerekir, böylece mesnet noktaları çakıştırılmış olur. Ek.2.12’de verilen Matlab programına ait yazılımın son adımında Matlab sonuç ekranı çıkar. Bu ekranda gösterilen 26 değeri köşe noktalarında ki deplasmanın piksel cinsinde değerini, 3,6 ise milimetre cinsinden değerini ifade eder.



Şekil 3.24 Numunenin Maksimum Yük Altında ki Deplasman Değerine Ait Matlab Çıktısı

3.5. Lifli Beton Numunesinin Basınç Yüzeyinin Ortadan Kalktığı anda ki Çekilen Resim İle İlk Resim Arasında Oluşan Deplasman Değerinin Elde Edilmesi

Çalışmanın bu bölümünde; ilk görüntü (1.görüntü) ile basınç yüzeyinin ortadan kalktığı anda çekilen (50. görüntü) görüntülerin analizini içerir. Kıyas için kullanılacak olan ilk görüntü önceki bölümde olduğu gibi bu bölümde de aynı işlemlere tabi tutulmak suretiyle, basınç yüzeyinin ortadan kalktığı anda görüntülenene ellinci görüntüye kıyas oluşturur. Son görüntü olan ellinci görüntü ise aynı onbirinci görüntüde olduğu gibi hazırlanan Matlab algoritması ile öncelikle orijinal görüntüsü elde edilir (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 Orijinal 50. resmin görünümü

Bu işlemin ardından gri seviyeli durum ekranda gösterilir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Gri seviyeye dönüştürülen 50. resmin görünümü

Daha sonra eşikleme işlemi ile eşik değerinden yüksek değere sahip pikseller 0, düşük değere sahip pikseller 1 olarak değiştirilir (Şekil 3.27).



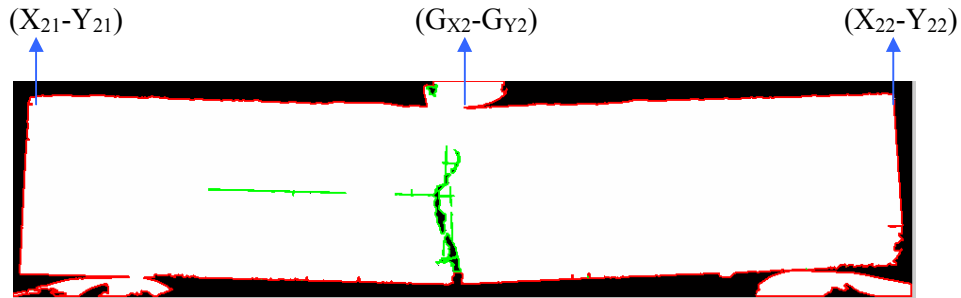
Şekil 3.27 Eşikleme İşlemi uygulanan 50. resmin görünümü

Eşikleme işleminden sonra elde edilen görüntü birçok küçük beyaz piksel içermektedir. Bunlar görüntü işlemede gürültü olarak bilinir ve görüntünün işlenmesini zorlaştırır. Elenmesi için "bwareaopen" fonksiyonu kullanılmaktadır. Buna göre 3000 beyaz pikselin bir arada olmadığı alanlar siyaha dönüştürülmektedir (Şekil 3.28).



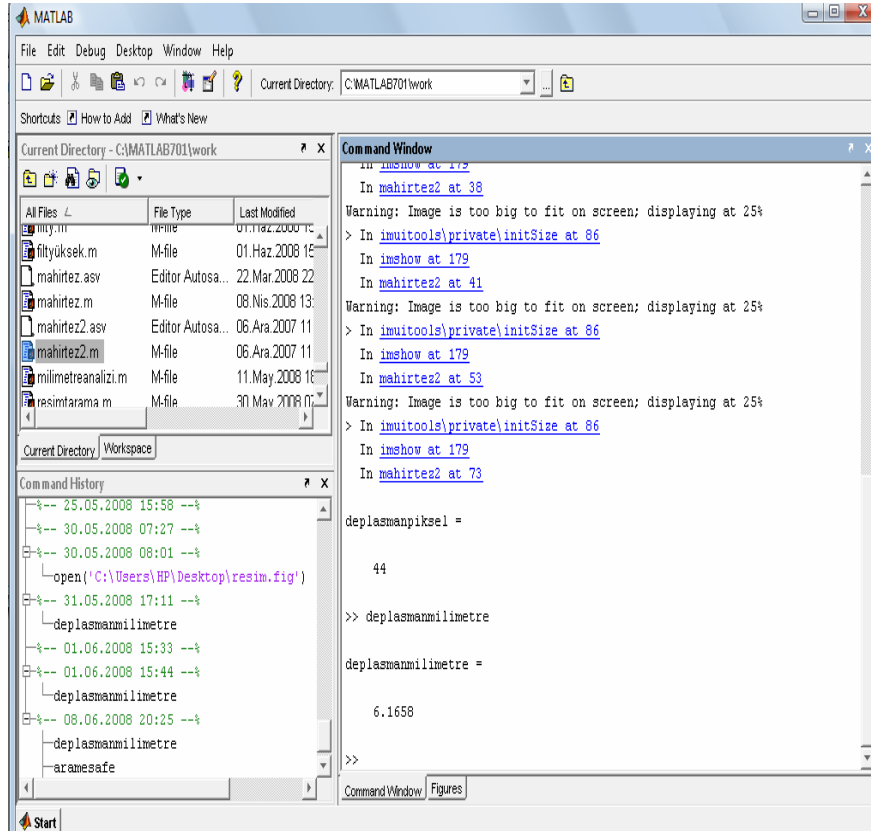
Şekil 3.28 Beyaz Gürültüyü Eleme İşleminden sonra 50. resmin görünümü

İki seviyeye dönüştürülen görüntü içinde beyaz gürültülerden başka siyah gürültüler de mevcuttur görüntünün net ve bir bütün olarak ortaya çıkması için bütün bu gürültülerden temizleniş olması gerekir. Siyah gürültünün elenmesi için önce görüntünün tersinin alınması işlemi gerçekleştirilmelidir. Böylece görüntüdeki 1 değerine sahip pikseller 0, 0 değerine sahip piksellerde 1 olarak değiştirilir ve "bwareaopen" fonksiyonu tekrar kullanılır (Ek.2:Kod.13). Siyah gürültüleri elenen ve kenar noktaları boyanan 50. görüntü Şekil 3.29'da ki gibidir.



Şekil 3.29 Siyah Gürültüyü Eleyip ve Kenar Noktaları Boyandıktan sonra 50. resmin görünümü

Lifli beton numunesinin yaptığı deplasmanı tespit edebilmek için öncelikle numune üzerinde hareket etmediği varsayılan bir mesnet noktasına ihtiyaç vardır. Deneyde kullanılan hidrolik pres makinesinin hareketi aşağıdan yukarıya doğru vermesinden dolayı, sabit nokta olarak basınç yüzeyinin orta noktası kabul edilmiştir. Numunenin yüzey eğriliğinden dolayı bu sabit nokta; köşe noktalarından geçen bir hayali dikdörtgen oluşturularak, dikdörtgenin ağırlık merkezi olarak tasarlanmıştır. Buna göre; 1. görüntü üzerinde (x11;y11), (x12;y12) ve (Gx1;Gy1) notasyonlar ile (Şekil 3.4.12), 50. görüntü üzerinde (x21;y21), (x22;y22) ve (Gx2;Gy2) notasyonlar (Şekil 3.5.5) ifade ettiğimiz köşe notalarına ve ağırlık merkezlerine ait koordinatlardır. Birinci görüntü ve ellinci görüntünün mesnet noktalarının aynı koordinatta olmamasından dolayı köşe noktalarında ki hareketin tespit edilmesi mümkün değildir. Dolayısı ile birinci görüntüyü arada ki fark kadar kaydırılması gerekir (Ek.2.14), böylece mesnet noktaları çakıştırılmış olur. Bundan sonra köşe noktalarında ki hareket miktarı ölçülebilir. Matlab programı, lifli beton numunesine ait son görüntü olan basınç yüzeyinin ortadan katlığı anda ki durumuna ait görüntünün analizi ile yaptığı deplasman miktarlarını 6,2 mm (44 piksel) olarak bulmuş ve çalışmayı durdurmuştur (Şekil 3.30).



Şekil 3.30 Numunenin Basınç Yüzeyinin Ortadan Kalktığında Deplasman Değerine Ait Matlab Çıktısı

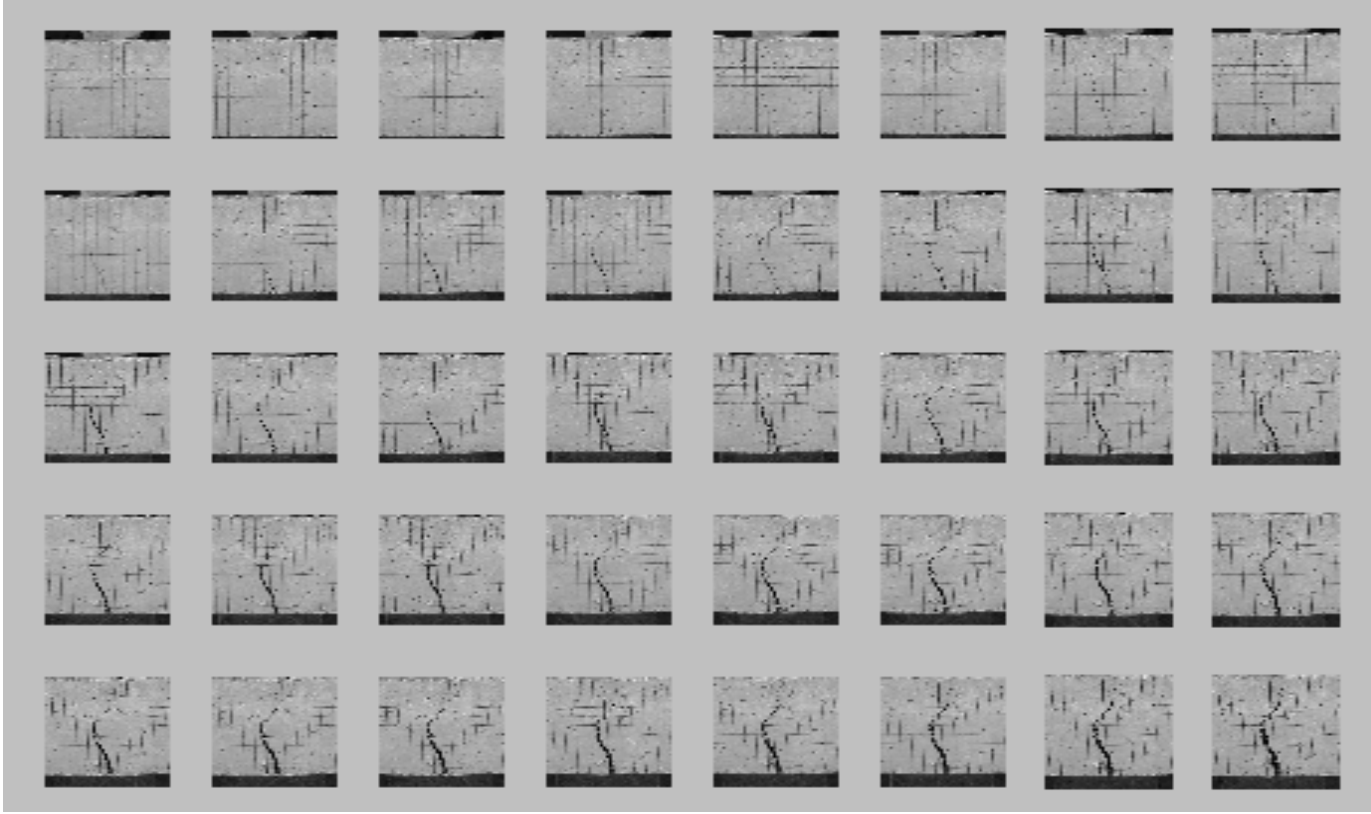
Lifli beton numunesinin kırılmasından basınç yüzeyinin ortadan kalkmasına kadar geçen sürede numunenin yaptığı deplasman miktarları yine matlab programında değerlendirilmiş ve Tablo 3.3’de ki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.3 Deplasman değerleri

Fotoğraf No	Süre (sn)	Yük (KN)	Deplasman (Matlab) (mm)	Deplasman (Komparatör) (mm)	Açıklamalar
11	56	9.9	3.6	1.8	Numunenin kırılmadan önce maksimum yükte yapmış olduğu deplasman değeri
15	79	6.4	4.2	2.5	
20	107	6	4.8	3.3	
25	134	5.3	5	4.1	
30	157	4.7	5.1	4.8	
35	182	4.1	5.2	5.5	
40	206	3.7	5.7	6.3	
45	235	3.2	5.9	7	
50	275	2.8	6.2	8.2	Basınç yüzeyinin ortadan kalktığı durumda ki resme ait deplasman değeri

3.6. Matlab Programında Çatlak Görüntülerinin Elde Edilmesi

Bu çalışmanın ikinci yönü, çatlak görüntülerinin gelişim süreçlerinin incelenmesidir. Yazılan basit bir matlab programı (Ek 1) ile lifli beton numunesinin maksimum yüke ulaşp, kırılma anından sonra çatlakların gelişimi, deformasyonlar ve basınç yüzeyinin ortadan kalktığı son duruma kadar ortalama 5 sn’de bir fotoğrafı çekilmiştir. Çekilen 40 adet fotoğraf ardı ardına dizilerek bir film şeridi gibi Şekil 3.31’de ortaya konulmuştur.



Şekil 3.31 Çatlak Görüntüleri

4. BULGULAR VE SONUÇ

Lifli beton numunesinin kırılmadan önce maksimum yük altında yaptığı deplasman komparatörden 1,8 mm olarak tespit edilmişken yazılan Matlab programı ile bulunan değer 3,6 mm' dir. Deneyin devamında beton numunesine ait basınç yüzeyinin ortadan kalktığı anda ki yapmış olduğu deplasman değeri komparatörden 8,2 mm olarak tespit edilmiş ancak program yardımı ile 6,2 mm olarak bulunmuştur. Bu iki zaman aralığında yapılan ara okumalar ve Matlab programından elde edilen sonuçlar programın hassasiyet derecesinin %3 oranına kadar yaklaştığını göstermektedir. Bu çalışmanın sağlaması niteliğinde bir karelej çalışması gerçekleştirilmiş ve 1 mm aralıklarla çizilen çizgilerin 0.93 mm olarak tespit edilebildiği görülmüştür. Bu sonuç daha ideal şartlarda programın %7 hassasiyetle sonuç verebildiğini göstermiştir.

Hidrolik pres makinesinin yaptığı; titreşimlerin ve döndürme etkinsin, fotoğraf çekiminde ki ışık yansımalarının, eş zamanlı manüel okumaların milimetrik düzeyde hatalara neden olduğu düşünülmektedir.

Laboratuar şartlarının iyileştirilmesi halinde bir amatör fotoğraf makinesi ile düzenli aralıklarla çekilen görüntüler karşılaştırılarak, betondaki hareketlerin ve deformasyonların, tespit edilebilmesinin mümkün olduğu, ancak milimetrik hassasiyet isteyen çalışmalarda bu yöntemin kesin sonuçlar veremeyeceği görülmüştür.

Köprü, viyadük, vb. gibi betonarme yapılarda ki hareketlerin tespit edilmesinde deprem-risk araştırmaları için kolaylıkla kullanılabilecek pratikliğe sahip bir yöntemdir.

KAYNAKLAR

1. TALU, M. "Model Tabanlı Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Görüntü Kenarının Yakalanması" F.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Elazığ-2004
2. Mayo Clinic Ansiklopedisi, Cilt 2, s. 436.
3. Arthur C. Guyton, 1986. Tıbbi Fizyoloji, 7.b. Merk Publishing, s. 1012.
4. Russ, J.C., 2002. The Image Processing Handbook CRC Press LLC North Carolina State University.
5. Gonzalez, R., and Wintz, P., 1987. Digital Image Processing. Reading, MA: Addison Wesley, second ed.
6. Jahne, B., 1997. Digital Image Processing Concept, Algorithms, and Scientific Applications.
7. Ioannis, P., 1993. Digital Image Processing Algorithms, Prentice hall international series in signal processing.
8. Ritter, G. X., Wilson, J. N., 2001. "Handbook of Computer Vision Algorithms in Image Algebra", Boca Raton London New York Washington, D.C.
9. Türkoğlu, İ. and Arslan, 1999. An Edge Detection Method Developed For Object Recognition, Eleco'99 International Conference On Electrical And Electronics Engineering, 428-430, Bursa.
10. Bağcıoğulları, F., ve C.H., 1994. Nesne tanıma sistemi için geliştirilmiş özel bir kenar çıkarma algoritması, 2. Signal İşleme ve Uygulamaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.47-52.
11. Türkoğlu, İ. and Arslan, 1999. An Edge Tracing Method Developed For Object Recognition, The 7-th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Interactive Digital Media'99, 9-12, Plzen, Slovakiya.
12. Duda, R.O., and Hart, P.E., 1989. Pattern Classification and Scene Analysis. Stanford Research Institute.
13. McDonald, T., Chen, Y.R. 1990. Separating connected muscle tissues in images of beef carcass rib eyes. Transactions of the ASAE
14. Clark Scheffy, Ed Diaz, 1999. Asphalt Concrete Fatigue Crack Monitoring and Analysis Using Digital Image Analysis Techniques. International Conference.
15. AÇIKGÖZ, R., BANGER, G., DOĞAN, S. 1999. Bilgisayarlar ve raster veri yapısı. Harita Kadastro Mühendisliği Dergisi, Sayı 86.

16. Uzaktan Algılama Görüntülerinde Digital Görüntü İşleme ve RSImage Yazılımı
ALTUNTAŞ, C., 2002. .Uzaktan Algılamada Tek Görüntü Üzerinden Obje Belirleme ve Tanımlama., Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
17. JIA, XIUPING., RICHARDS, J.A., 1999. Remote Sensing Digital Image Analysis.
18. MAILLET, S.M., SHARAIHA, Y. M., 1999. Binary Digital Image Processing, 3rd edition., Portland OR
19. MATHER, P.M., 1996. Computer Processing of Remotely-Sensed Images, England.
20. SUNAR, F., İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınlanmamış Ders Notları.
21. SABINS, F.F., 1996. Remote Sensing Prrinciples and Interprtation.
22. YANIK, M., 1997. Borland Delphi ile Görsel Programlama, Beta Yayınları, İstanbul.
23. H. N. Koutsopoulos and I El Sanhour. 1991. Methods and Algorithms for Automated Analysis of Pavement
24. Images. Transportation Research Record 1311, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp.
25. S. G. Ritchie, M. Kaseko, and B Bavarian. Development of an Intelligent System for Automated Pavement
26. Uzunalioglu, H., 1992. Model-Based Recognition of Polyhedral Objects, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
27. Evaluation. 1991. Transportation Research Record 1311, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp.
28. Processing. 1991. Transportation Research Record 1311, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp.
29. M. H. Mohajeri and P. J. Manning. ARIA™: An Operating System of Pavement Distress Diagnosis by Image
30. L. Li, P. Chan, and R. L. Lytton. Detection of Thin Cracks on Noisy Pavement Images. 1991. Transportation

ÖZ GEÇMİŞ

Mahir ONAT

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

e.posta: mahironat@yahoo.com.tr

23.08.1979	Elazığ'da doğdu.
1997-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldu.
2005	Fırat Üniversitesi M.F. İnşaat Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.
2005-2007	Karayolları 8. Bölge Müdürlüğü 87. Şube Şefliğinde Bakım mühendisi olarak görev yaptı.
2007- 2008	Karayolları 87. Şube Şefliğinde Şube Şefi olarak görev yaptı.
2008-	8. Bölge Müdürlüğünde kontrol mühendisi olarak çalışmaktadır.

EKLER

1. Çatlakların Gelişim Sürecini görüntüleyen matlab yazılımı

I1=imread('DSC02853.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,1),imshow(I1);	I1=imread('DSC02861.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,9),imshow(I1);	I1=imread('DSC02869.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,17),imshow(I1);
I1=imread('DSC02854.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,2),imshow(I1);	I1=imread('DSC02862.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,10),imshow(I1);	I1=imread('DSC02870.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,18),imshow(I1);
I1=imread('DSC02855.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,3),imshow(I1);	I1=imread('DSC02863.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,11),imshow(I1);	I1=imread('DSC02871.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,19),imshow(I1);
I1=imread('DSC02856.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,4),imshow(I1);	I1=imread('DSC02864.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,12),imshow(I1);	I1=imread('DSC02872.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,20),imshow(I1);
I1=imread('DSC02857.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,5),imshow(I1);	I1=imread('DSC02865.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,13),imshow(I1);	I1=imread('DSC02873.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,21),imshow(I1);
I1=imread('DSC02858.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,6),imshow(I1);	I1=imread('DSC02866.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,14),imshow(I1);	I1=imread('DSC02874.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,22),imshow(I1);
I1=imread('DSC02859.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,7),imshow(I1);	I1=imread('DSC02867.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,15),imshow(I1);	I1=imread('DSC02875.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,23),imshow(I1);
I1=imread('DSC02860.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,8),imshow(I1);	I1=imread('DSC02868.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,16),imshow(I1);	I1=imread('DSC02876.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,24),imshow(I1);

<pre>I1=imread('DSC02877.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,25),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02883.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,31),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02889.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,37),imshow(I1);</pre>
<pre>I1=imread('DSC02878.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,26),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02884.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,32),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02890.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,38),imshow(I1);</pre>
<pre>I1=imread('DSC02879.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,27),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02885.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,33),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02891.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,39),imshow(I1);</pre>
<pre>I1=imread('DSC02880.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,28),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02886.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,34),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02892.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,40),imshow(I1);</pre>
<pre>I1=imread('DSC02881.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,29),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02887.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,35),imshow(I1);</pre>	
<pre>I1=imread('DSC02882.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,30),imshow(I1);</pre>	<pre>I1=imread('DSC02888.jpg'); I1=I1(1260:2100,1560:2280); subplot(5,8,36),imshow(I1);</pre>	

2. Matlab programına ilişkin kodlar

Ek.2.1 Görüntüyü okuma gri seviyeye çevirme

```
I11=imread('DSC03126.JPG');  
I12=rgb2gray(I11);  
I12=I12(850:1450,1400:2300);  
figure(1),imshow(I11);  
figure(2),imshow(I12);
```

Ek.2.2 Eşik değeri atama ve tek seviyeli görüntü elde etme

```
tresholding_level=135;  
I13=(I12>tresholding_level);  
figure(3),imshow(I13);
```

Ek.2.3 Gürültü eleme ve ara mesafesi hesaplama

```
I14=bwareaopen(I13,3000);  
figure(4),imshow(I14);  
x1=281;y1=85;  
x2=749;y2=39;  
uzunlukpiksel=((x2-x1)^2+(y2-y1)^2)^0.5  
gercekuzunlugu=109; %Milimetre  
Pikseluzunlugu=uzunlukpiksel;  
birpiksel=(gercekuzunlugu/Pikseluzunlugu); %Milimetre  
aramesafe=4*birpiksel; %milimetre
```

Ek.2.4 İlk Görüntüyü okuma gri seviyeye çevirme

```
I11=imread('DSC02843.JPG');  
I12=rgb2gray(I11);  
I12=I12(1275:2250,40:3825);  
figure(1),imshow(I11);  
figure(2),imshow(I12);
```

Ek.2.5 Onbirinci Görüntüyü okuma gri seviyeye çevirme

```
I21=imread('DSC02853.JPG');  
I22=rgb2gray(I21);  
I22=I22(1275:2250,40:3825);  
figure(3),imshow(I21);  
figure(4),imshow(I22);
```

Ek.2.6 İlk görüntü için eşik değeri atama ve tek seviyeli görüntü elde etme

```
tresholding_level=100;  
I13=(I12>tresholding_level);  
figure(5),imshow(I13);
```

Ek.2.7 Onbirinci görüntü için eşik değeri atama ve tek seviyeli görüntü elde etme

```
I23=(I22>tresholding_level);  
figure(6),imshow(I23);
```

Ek.2.8 İlk görüntü üzerindeki gürültülerin elenmesi

```
I14=bwareaopen(I13,3000);  
figure(7),imshow(I14);
```

Ek.2.9 Onbirinci görüntü üzerindeki gürültülerin elenmesi

```
I24=bwareaopen(I23,3000);  
figure(8),imshow(I24);
```

Ek.2.10 İlk görüntü için kenarların boyanması ve ekranda gösterme

```
I15=1-I14;  
I16=bwareaopen(I15,1000);  
I16=logical(1-I16);  
figure(9),imshow(I16);  
hold on;  
BW = I16;  
[B,L,N] = bwboundaries(BW);  
imshow(BW);  
hold on;  
for k=1:length(B),  
    boundary = B{k};  
    if(k > N)  
        plot(boundary(:,2), boundary(:,1),  
            'g','LineWidth',2);  
    else  
        plot(boundary(:,2), boundary(:,1), 'r','LineWidth',2);  
    end  
end  
end
```

Ek.2.11 Onbirinci görüntü için kenarların boyanması ve ekranda gösterme

```
I25=1-I24;  
I26=bwareaopen(I25,1000);  
I26=logical(1-I26);  
figure(10),imshow(I26);  
hold on;  
BW = I26;  
[B,L,N] = bwboundaries(BW);  
imshow(BW);  
hold on;  
for k=1:length(B),  
    boundary = B{k};  
    if(k > N)  
        plot(boundary(:,2), boundary(:,1), 'g','LineWidth',2);  
    else  
        plot(boundary(:,2), boundary(:,1), 'r','LineWidth',2);  
    end  
end  
end
```

Ek.2.12 Onbirinci görüntü için deplasman hesabının yapılması

```
x11=108;y11=47; x12=188;y12=3715;  
g1x=(x12+x11)/2; g1y=(y12+y11)/2;  
x21=57;y21=53; x22=85;y22=3723;  
g2x=(x22+x21)/2; g2y=(y22+y21)/2;  
farkx=g2x-g1x; farky=g2y-g1y;  
B = circshift(I16,[farkx farky]);  
x11=x11+farkx;x12=x12+farkx;  
y11=y11+farky;y12=y12+farky;  
deplasmanpiksel=x21-x11  
Kutleuzunlugu=514; %Milimetre  
Pikseluzunlugu=y12-y11;  
deplasmanmilimetre=deplasmanpiksel*(Kutleuzunlugu/Pikseluzunlugu);
```

Ek.2.13 Son görüntü için yapılan yazılımın tamamı

```
I21=imread('DSC02892.JPG');
I22=rgb2gray(I21);
I22=I22(1275:2250,40:3825);
figure(3),imshow(I21);
figure(4),imshow(I22);
I23=(I22>tresholding_level);
figure(6),imshow(I23);
I24=bwareaopen(I23,3000);
figure(8),imshow(I24);
I25=1-I24;
I26=bwareaopen(I25,1000);
I26=logical(1-I26);
figure(10),imshow(I26);
hold on;
BW = I26;
[B,L,N] = bwboundaries(BW);
imshow(BW);
hold on;
for k=1:length(B),
    boundary = B{k};
    if(k > N)
        plot(boundary(:,2), boundary(:,1), 'g','LineWidth',2);
    else
        plot(boundary(:,2), boundary(:,1), 'r','LineWidth',2);
    end
end
end
```

Ek.2.14 Son görüntü için deplasman hesabının yapılması

```
x11=47;y11=108; x12=3715;y12=188;  
g1x=(x12+x11)/2; g1y=(y12+y11)/2;  
x21=74;y21=64; x22=3744;y22=56;  
g2x=(x22+x21)/2; g2y=(y22+y21)/2;  
farkx=g2x-g1x; farky=g2y-g1y;  
B = circshift(I16,[farkx farky]);  
x11=x11+farkx;x12=x12+farkx;  
y11=y11+farky;y12=y12+farky;  
deplasmanpiksel=x21-x11  
Kutleuzunlugu=514; %Milimetre  
Pikseluzunlugu=y12-y11;  
deplasmanmilimetre=deplasmanpiksel*(Kutleuzunlugu/Pikseluzunlugu);
```