

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATLAB GEREÇLERİ İLE
GÖRÜNTÜ İŞLEME UYGULAMALARI**

**Önder DEMİR
(Teknik Öğretmen)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR VE KONTROL EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin ÇELİK**

İSTANBUL 2006

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATLAB GEREÇLERİ İLE
GÖRÜNTÜ İŞLEME UYGULAMALARI**

Önder DEMİR
(Bilgisayar Teknik Öğretmeni)
(141100420020031)

YÜKSEKLİSANS TEZİ
ELEKTRONİK BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR VE KONTROL EĞİTİMİ PROGRAMI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin ÇELİK

İSTANBUL 2006

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışması boyunca bana sabır gösteren, çalışmalarına yön veren tez danışmanım Yrd.Doç.Dr. Hasan Hüseyin ÇELİK'E, göreve başladığımdan beri bana daima yol gösteren ve tahammül eden Arş.Gör. Buket DOĞAN'a, tez çalışmalarımız boyunca sorunları paylaştığımız Arş.Gör. Ulvi BAŞPINAR'a, çalışmalarımı kolaylaştırmak için yardımlarını esirgemeyen Arş.Gör.Dr. Ali BULDU, Arş.Gör. Mehmet ÖZBEK, Arş.Gör. Abdulkerim ÖNCÜ'ye, manevi desteğini her zaman hissettiren Zeynep YILDIRIM'a, arkadaşlarıma ve sabırlarını, güvenlerini esirgemeyen aileme teşekkürü borç bilirim..

Ocak, 2006

Önder Demir

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
SEMBOL LİSTESİ	VII
KISALTMALAR.....	VIII
ŞEKİL LİSTESİ	IX
TABLO LİSTESİ	XI
BÖLÜM I GİRİŞ VE TEZİN AMACI.....	1
I.1 GİRİŞ	1
I.2 TEZ ÇALIŞMASININ DÜZENİ.....	2
BÖLÜM II MATLAB UYGULAMA GELİŞTİRME ORTAMI. 3	
II.1 MATLAB	3
II.1.1 MATLAB 'ın Üstünlükleri.....	3
II.1.2 MATLAB Ana Ekranı	4
II.1.3 MATLAB Kod Yazma Ortamı (.m File Editor).....	5
II.1.4 MATLAB Görsel Ara Yüz Geliştirme Araç (GUIDE)	5

II.1.5	MATLAB Görüntü İşleme Gereçleri (Image Processing Toolbox)	6
II.2	LİTERATÜR İNCELEMESİ	8
BÖLÜM III. GÖRÜNTÜ İŞLEME EĞİTİMİ İÇİN GÖRSEL BİR ARAYÜZ GELİŞTİRİLMESİ		10
III.1	GİRİŞ	10
III.2	GÖRÜNTÜ İŞLEME EĞİTİMİ İÇİ TASARLANAN GÖRSEL ARAYÜZ	11
III.2.1	Görüntü İşleme Araç Kutusu	11
III.2.1.1	Dosya İşlemleri.....	12
III.2.1.2	Görüntü Üzerinde Yapılan Uzamsal İşlemler ..	14
III.2.1.3	Araç İle Yapılan Görüntü İyileştirme ve Geliştirme İşlemleri.....	15
III.2.2	Görüntü Analizi ve İstatistik Penceresi	19
III.2.2.1	Histogram Çıkartmak.....	20
III.2.2.2	Kontur Çıkartmak.....	21
III.2.2.3	Sınır Eğrisi Çıkarmak.....	21
III.2.2.4	İstatistik Değerlerin Hesaplanması.....	22
III.3	GÖRÜNTÜ İŞLEME KAYIT DOSYASI	24
BÖLÜM IV. DOKU SINIFLANDIRMA UYGULAMASI		25
IV.1	GİRİŞ	25
IV.2	DOKU HESAPLAMALARI	26
IV.2.1	İkinci Derece Doku Hesaplamaları	26
IV.2.2.	Gri Düzeyi Oluşum Matrisi	27
IV.2.2.1	Gri Düzeyi Oluşum Matrisi Oluşturulması.....	27
IV.2.2.2	Gri Düzeyi Oluşum Matrisini Okumak.....	29
IV.2.2.3	Gri Düzeyi Oluşum Matrisini Düzenlemek.....	29
IV.2.2.4	Normalize, Dikey GDOM Oluşturulması.....	30
IV.2.3	GDOM İle Yapılan Doku Hesaplamaları	31
IV.2.3.1	Doku Görüntüsünden GDOM Elde Edilmesi Yöntemleri.....	31
IV.2.3.2	Kontrast Grubu Doku Hesaplamaları.....	34
IV.2.3.2.1	Kontrast.....	34
IV.2.3.2.2	Benzemezlik (Dissimilarity).....	35
IV.2.3.2.3	Homojenlik (Homogeneity).....	37
IV.2.3.3	Sıralama İle İlgili Doku Hesaplamaları.....	38
IV.2.3.3.1	Maksimum Olasılık (Max).....	38
IV.2.3.3.2	Açısal İkinci Moment ve Enerji.....	38
IV.2.3.3.3	Entropi.....	39
IV.2.3.4	GDOM Doku Ölçümlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	39
IV.2.3.4.1	GDOM Ortalaması (GDOM Mean).....	40
IV.2.3.4.2	Varyans ve Standart Sapma.....	40
IV.2.3.4.3	Korelasyon.....	41

IV.3 DOKU SINIFLANDIRMA ARACI	43
IV.3.1 Doku Sınıflandırma Aracının Kullanımı	45
IV.4 DENEYSEL ÇALIŞMALAR	49
IV.4.1 Deneylerde Kullanılan Dokular	49
IV.4.2 Deneylerden Alınan Sonuçlar	60
IV.5 SINIFLANDIRMA ARACI KAYIT DOSYASI	66
BÖLÜM V. DOKU EŞLEME UYGULAMASI	68
V.1 GİRİŞ	68
V.2 DOKU TANIMA ARACI	69
V.3 DOKU TANIMA ARACI İLE YAPILAN DENEYLER	71
V.3.1 Deneylerde Kullanılan Dokular	72
V.3.2 Deneylerin Gerçekleştirilmesi	72
V.3.3 Deneylerde Alınan Sonuçlar	76
V.4 EŞLEME ARACI KAYIT DOSYASI	79
BÖLÜM VI. SONUÇ	81
KAYNAKLAR	84
EK A – Sınıfları Oluşturan Dokuların RVT'ye Kaydedilen Değerleri	88
EK B – D = 2, D = 3 İçin Sınıflandırma Sonuçları	99
EK C – D = 2, D = 3 İçin Eşleme Deneyleri Sonuçları	105
ÖZGEÇMİŞ	109

ÖZET

MATLAB GEREÇLERİ İLE GÖRÜNTÜ İŞLEME UYGULAMALARI

MATLAB hazır fonksiyonlar ve programlama yoluyla birçok alandaki yoğun matematiksel algoritma ve işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlayan bir matematiksel çözüm platformudur.

Bu çalışmada, MATLAB geliştirme ortamının sağladığı özellikler kullanılarak görüntü işleme yönelik uygulama arayüzleri gerçekleştirilmiştir. Arayüzler MATLAB görsel arayüz tasarlama aracı olan “GUIDE” özellikleri ile oluşturulmuştur. Oldukça yüksek sayıda uygulama alanı bulunan görüntü işleme konuları içerisinde doku analizi önemli bir yer tutar. Geliştirilen bir uygulamada bu işlem öncesi gerekli temel fonksiyonların oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla oluşturulan arayüz uygulama doğrultusunda MATLAB gereçlerini birleştirmekte ve hazır sonuçlar üretmektedir. Böylelikle doku analizi üzerine yapılacak çalışmalar için temel bir uygulama alt yapısı sağlanmaktadır. Ayrıca tasarlanan arayüzler ile doku sınıflandırma ve doku tanıma üzerine deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Oluşturulan arayüzler ayrıca eğitim materyali olarak kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır.

ABSTRACT

IMAGE PROCESSING APPLICATIONS WITH MATLAB TOOLS

Matlab is a mathematical platform that provide solutions for complex mathematical algorithms and calculations with its programming commands and functions.

In this study, three application interfaces have been implemented for the image processing using by MATLAB development tool. The interfaces is designed by the help of MATLAB's visual design tool "GUIDE". Image processing has wide range of application area such as texture analysis. In this study, An texture classification and texture recognition tools are designed. Designed tools have pre-processing functions for texture analysis. Moreover, interfaces can be used as educational materials.

The designed interfaces provide an application base for the texture analysis. Texture classification and recognition experiments is realized by these interfaces. Results of experiments discussed in thesis.

SEMBOL LİSTESİ

- V** : GDOM elemanı
i : Satır indisi
j : Sütun İndisi
P : Normalize GDOM elemanı.
N : Matris eleman sayısı
D : Mesafe Vektörü

KISALTMALAR

MATLAB	: Matrix Laboratory
GUIDE	: Graphical User Interface Design
GDOM	: Gri Düzeyi Oluşum Matrisi
GLCM	: Gray Level Cooccurrence Matrix
ASM	: Angular Second Moment
AİM	: Açısal İkinci Moment
(0, D)	: Satır numarası aynı, sütun numarası D kadar farklı yönde hesaplanan matris
(D, 0)	: Sütun numarası aynı, satır numarası D kadar farklı yönde hesaplanan matris
(D, D)	: Satır numarası ve sütun numarası D kadar farklı olan yönde hesaplanan matris
(D, -D)	: Satır numarası ve sütun numarası -D kadar farklı olan yönde hesaplanan matris
(Av, Av)	: Diğer yönlerde hesaplanan matrislerin ortalamasıyla elde edilen matris
RVT	: Referans Veri Tabanı

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil II.1	MATLAB Ana Penceresi.....	4
Şekil II.2	MATLAB Kod Yazma Aracı.....	5
Şekil II.3	MATLAB Görsel Ara Yüz Tasarım Aracı.....	6
Şekil III.1	Görüntü İşleme Araç Kutusu Ana Modülü.....	12
Şekil III.2	Görüntü Dosyasının Seçilip Yüklenmesi.....	13
Şekil III.3	Dosya İşlemlerini İçeren Örnek MATLAB Kodları.....	13
Şekil III.4	Boyutlandırma Ve Döndürme İle İlgili Örnek MATLAB Kodları	14
Şekil III.5	Boyutlandırılmış Ve Döndürülmüş Görüntüler.....	15
Şekil III.6	Filtre İşlemlerini İçeren Örnek MATLAB Kodları.....	16
Şekil III.7	Filtrelenmiş Görüntüler.....	16
Şekil III.8	Gürültü Eklenmiş Görüntüler.....	17
Şekil III.9	Parlaklığı Ayarlanmış Görüntüler.....	18
Şekil III.10	Parlaklık Ayarlaması İle İlgili Örnek MATLAB Kodları.....	18
Şekil III.11	Piksel Değerlerinin Görüntülenmesi.....	19
Şekil III.12	Görüntü Analizi Ve İstatistik Penceresi.....	20
Şekil III.13	Görüntü Histogramı.....	20
Şekil III.14	Kontur Çıkarımı.....	21
Şekil III.15	Histogram, Kontur,Sınır ile ilgili Örnek MATLAB Kodları.....	21
Şekil III.16	Sınır Eğrileri.....	22
Şekil III.17	Hesaplanan İstatistiksel Değerler.....	22
Şekil III.18	İstatistiksel Hesaplar İçin Örnek MATLAB Kodları.....	23
Şekil III.19	Örnek Kayıt Dosyası.....	24
Şekil IV.1	Referans Piksele Göre Hedef Piksel Gösterimleri.....	27
Şekil IV.2	Pencere Pozisyonundan Sonuç Matrisine Değer Aktarılması.....	32
Şekil IV.3	Uydudan Çekilmiş Bir Görüntü.....	33
Şekil IV.4	GDOM Hesaplamalarını Gerçekleştiren MATLAB Kodları.....	42
Şekil IV.5	Sınıflandırma İşlemi Blok Diyagramı.....	43
Şekil IV.6	Doku Sınıflandırma Aracı.....	44
Şekil IV.7	Sınıflandırma Aracı Akış Diyagramı.....	45
Şekil IV.8	A. Hesaplanan Matris Ve Değerleri B. Sınıflandırma Bölümü Ve Sonuç.....	46
Şekil IV.9	a. Dikey Sınır b. Yatay Sınır c. Orijinal Görüntü d. Sınır Çıkartma Bölümü.....	47
Şekil IV.10	a. Asıl doku görüntüsü b. Asıl doku görüntüsüne ait histogram c. Filtrelenmiş görüntü d. Filtrelenmiş görüntüye ait histogram.	48

Şekil IV.11	Yapay Bozucu Eklenmesi Ve Görüntülerin Kaydedilmesi İle İlgili MATLAB Kodları	49
Şekil IV.12	Örnek Kayıt Dosyası.....	67
Şekil V.1	Doku Eşleme Blok Diyagramı	69
Şekil V.2	Doku Eşleme Aracı Akış Diyagramı	70
Şekil V.3	Doku Eşleme Aracı Kullanıcı Arayüzü	71
Şekil V.4	Örnek Kayıt Dosyası.....	80

TABLO LİSTESİ

SAYFA NO

Tablo IV.1	Örnek Referans – Hedef Piksel İlişkileri	28
Tablo IV.2	Açıklamalarda Kullanılacak Örnek Matris	28
Tablo IV.3	İskelet GDOM	28
Tablo IV.4	Test Matrisine Ait GDOM	28
Tablo IV.5	Test Matrisine Ait GDOM 'Nin Tranzpozu.....	29
Tablo IV.6	Simetrik matris (Yatay GDOM).....	29
Tablo IV.7	Görüntü Matrisi	30
Tablo IV.8	İskelet Matris	30
Tablo IV.9	Dikey Simetrik GDOM' nin oluşturulması.....	30
Tablo IV.10	Normalize Dikey Simetrik Matris	31
Tablo IV.11	Çerçeve Yöntemiyle Hesaplanan Kontrast Değerleri	33
Tablo IV.12	Çerçeve Yöntemiyle Hesaplanan Entropi Değerleri.....	33
Tablo IV.13	Normalize Edilmiş GDOM	34
Tablo IV.14	Yatay GDOM İçin Kontrastın Hesaplanması.....	35
Tablo IV.15	Dikey GDOM İçin Kontrastın Hesaplanması	35
Tablo IV.16	Yatay GDOM İçin Benzemezlik Hesaplanması.....	36
Tablo IV.17	Dikey GDOM İçin Benzemezlik Hesaplanması	36
Tablo IV.18	Yatay GDOM İçin Homojenlik Hesaplanması	37
Tablo IV.19	Dikey GDOM İçin Homojenlik Hesaplanması	37
Tablo IV.20	Düzenli Sıralı Matris.....	38
Tablo IV.21	Düzenli Sıralı Olmayan Matris.....	38
Tablo IV.22	Yatay GDOM İçin Entropi Hesaplanması	39
Tablo IV.23	Yatay Gdom İÇİN ORTALAMA HESAPLANMASI	40
Tablo IV.24	Dikey GDOM İçin Ortalama Hesaplanması	40
Tablo IV.25	Kadife Sınıflarını Oluşturan Görüntüler	50
Tablo IV.26	Pamuklu Sınıflarını Oluşturan Görüntüler	50
Tablo IV.27	Keten Sınıflarını Oluşturan Görüntüler	51
Tablo IV.28	Parlaklığı %10 Arttırılmış Kadife Doku Görüntüleri	52
Tablo IV.29	Parlaklığı %10 Arttırılmış Pamuklu Doku Görüntüleri	52
Tablo IV.30	Parlaklığı %10 Arttırılmış Keten Doku Görüntüleri	53
Tablo IV.31	%10 Koyulaştırılmış Kadife Doku Görüntüleri	53
Tablo IV.32	%10 Koyulaştırılmış Pamuklu Doku Görüntüleri	54
Tablo IV.33	%10 Koyulaştırılmış Keten Doku Görüntüleri.....	54
Tablo IV.34	%5 Oranında Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Kadife Doku Görüntüleri	55

Tablo IV.35	%5 Oranında Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Pamuklu Doku Görüntüleri.....	55
Tablo IV.36	%5 Oranında Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Ketten Doku Görüntüleri.....	56
Tablo IV.37	Kadife Dokularının (D=1) İçin Özellik Vektörleri.....	57
Tablo IV.38	Pamuklu Dokularının (D=1) İçin Özellik Vektörleri.....	58
Tablo IV.39	Ketten Dokularının (D=1) İçin Özellik Vektörleri.....	59
Tablo IV.40	Parlaklığı %10 Arttırılmış Kadife Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	60
Tablo IV.41	Parlaklığı %10 Arttırılmış Pamuklu Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	61
Tablo IV.42	Parlaklığı %10 Arttırılmış Ketten Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	61
Tablo IV.43	Parlaklığı %10 Azaltılmış Kadife Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	61
Tablo IV.44	Parlaklığı %10 Azaltılmış Pamuklu Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	62
Tablo IV.45	Parlaklığı %10 Azaltılmış Ketten Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	62
Tablo IV.46	Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Kadife Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	62
Tablo IV.47	Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Pamuklu Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	63
Tablo IV.48	Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Ketten Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1).....	63
Tablo IV.49	Parlaklığı Arttırılmış Resimlerin Sınıflandırma Sonuçları İçin Özet Tablo.....	64
Tablo IV.50	Koyulaştırılmış Resimlerin Sınıflandırma Sonuçları İçin Özet Tablo.....	64
Tablo IV.51	Tuz-Biber Gürültülü Resimlerin Sınıflandırma Sonuçları İçin Özet Tablo.....	64
Tablo IV.52	Kadife Dokularının En İyi Sınıflandırma Parametreleri.....	65
Tablo IV.53	Pamuklu Dokularının En İyi Sınıflandırma Parametreleri.....	65
Tablo IV.54	Ketten Dokularının En İyi Sınıflandırma Parametreleri.....	65
Tablo IV.55	Görüntülerin Sınıflara Göre Sınıflandırma Sonuçları.....	66
Tablo V.1	Deneylerde kullanılan doku Görüntüleri.....	73
Tablo V.2	Birörnek Olmayan Doku Görüntüleri.....	75
Tablo V.3	Eşleme Deneyleri Sonuçları (D = 1).....	76
Tablo V.4	Eşleme Oranları (D = 2).....	77
Tablo V.5	Eşleme Oranları (D = 3).....	78
Tablo V.6	Birörnek Olmayan Dokuların Eşleme Sonuçları (D = 1).....	78
Tablo V.7	Birörnek Olmayan Dokuların Eşleme Sonuçları (D = 2).....	79
Tablo V.8	Birörnek Olmayan Dokuların Eşleme Sonuçları (D = 3).....	79

BÖLÜM I

GİRİŞ ve TEZİN AMACI

I.1. GİRİŞ

Görüntü işleme günümüzde bilgisayar bilimlerinin en önemli alanlarından biri olmuştur. Teknolojinin ilerlemesiyle güçlenen bilgisayar donanımları ve yazılımları görüntü ile ilgili yapılan çalışmaları kolaylaştırmış, bu konulara olan ilgiyi arttırmıştır. Bununla birlikte günlük hayatta görüntü işleme tekniklerinden nasıl faydalanılacağı araştırılmaya başlanmıştır. Görüntü işleme teknolojisi tıp, güvenlik, üretim, bilim alanlarında yenilikler ve kolaylıklar sağlamaktadır.

Görüntü işlemenin birçok alanda uygulanabilmesi, büyük yenilikler ve kolaylıklar sağlaması bu alanda çalışan insan sayısını ve yapılan çalışmaları arttırmıştır. Bunun sonucu olarak görüntü işleme alanında yetişmiş eleman açığı ortaya çıkmıştır. Bu yüzden gelişmiş ülkelerdeki üniversitelerde görüntü işlemeye yönelik eğitim programları başlamıştır. Bu dersler lisans veya lisansüstü seviyesinde sürekli olarak önemini korumaktadır. Eğitim programları ilgili bölümün amacına uygun olarak güncellenerek geliştirilmiş, kullanılacak araçlar tespit edilerek gerekli uygulamalara göre yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca bilgisayar bilimleri dışındaki bazı bölümlerde de ihtiyaca yönelik olarak, gerekli içerikte eğitim programları oluşturulmuştur.

Görüntü işleme uygulamalarını geliştirmek, gerçekleştirmek, eğitimini vermek klasik programlama dilleri ve teknikleri ile kolay olmamaktadır. Bu nedenle görüntü işleme algoritmalarına yönelik fonksiyon kütüphaneleri bu programlama dillerine

eklenmiş ve hazır araçlar geliştirilmiş, hatta bu işlemlere yönelik özel programlama dilleri geliştirilmiştir.

MATLAB bir teknik programlama dili ve ortamıdır. Kontrol sistemlerinden haberleşmeye, istatistikten finansal analizlere kadar bir çok uygulama alanına yönelik hazır algoritma ve fonksiyona sahip olan MATLAB' in görüntü işlemeye yönelik fonksiyonları ve gereçleri mevcuttur. Bu gereçler sayesinde MATLAB görüntü işleme uygulamaları geliştirilmesinde en çok tercih edilen uygulama ortamlarından biri olmuştur.

Tez çalışmasının amacı MATLAB görüntü işleme araçlarını kullanarak uygulamalar geliştirmek, görüntü işleme eğitiminde kullanılacak görsel ara yüzlü yardımcı eğitim materyalleri tasarlanmasıdır.

I.2. TEZ ÇALIŞMASININ DÜZENİ

Bölüm II' de MATLAB programının ana ekranı, özellikleri anlatılmış, MATLAB programlama aracı olan.m dosyası editörü (.m file editör) ile programlama ortamı tanıtılmıştır. Görüntü işleme uygulamalarında kullanılan gereçler, fonksiyonlar açıklanmış, görsel ara yüz hazırlama araçları (GUIDE) tanıtılmıştır.

Bölüm III' de MATLAB görüntü işleme gereçleri, programlama araçları ve görsel ara yüz tasarlama araçlarının bir arada kullanılmasıyla oluşturulan, eğitimde kullanılacak görsel ara yüzlü bir araç tanıtılmıştır.

Bölüm IV' de ise doku analizi yöntemleri anlatılmış, bu yöntemler kullanılarak geliştirdiğimiz görsel ara yüze sahip bir doku sınıflandırma aracı tanıtılmıştır.

Bölüm V' de MATLAB gereçleri ile tasarlanan bir doku eşleme aracı tanıtılmıştır.

Bölüm VI' da sonuçlar irdelenmiş ve değerlendirme yapılmıştır.

BÖLÜM II

MATLAB UYGULAMA GELİŞTİRME ORTAMI

II.1. MATLAB

MATLAB Mathworks firması tarafından geliştirilen bir uygulama geliştirme ortamıdır. MATLAB MATrix LABoratory kelimelerinin kısaltılmasıdır. MATLAB kod yazılarak programlama yapılabilen uygulama geliştirilebilen bir platformdur [1].

II.1.1. MATLAB' in Üstünlükleri

MATLAB' in diğer uygulama geliştirme platformlarına göre olan üstünlüğü zengin matematiksel işlem yeteneğidir. Başka programlama dilleri ile satırlarca kod yazılarak gerçekleştirilen işlemler MATLAB' in hazır matematiksel algoritmaları ile tek fonksiyon çağırılması ile gerçekleştirilebilir.

MATLAB birçok uygulama alanına göre hazırlanmış fonksiyonlara, algoritmalara ve fonksiyonlara sahiptir. MATLAB görüntü işleme gereçlerinin yanı sıra kontrol sistemleri, haberleşme, yapay sinir ağları, istatistik gibi birçok alanda uygulama geliştirebilecek imkân sağlamaktadır.

MATLAB ile kod yazılarak işlemler gerçekleştirilebildiği gibi simülasyonlar hazırlanarak birçok uygulama test edilebilir. Ayrıca simülasyonların sistemlerle gerekli donanım aracılığı ile bağlantısı sağlanarak gerçek zamanlı uygulamalar gerçekleştirilebilir.

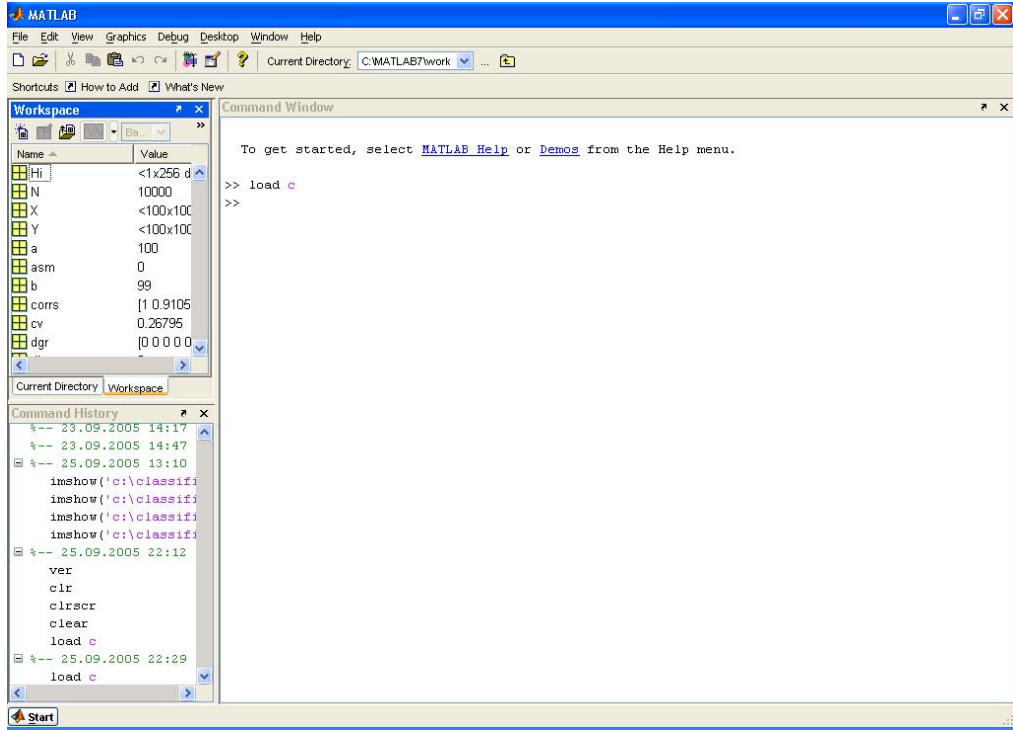
MATLAB işlem yapılan değişkenleri matris olarak tutmaktadır. Bu matrislerin sahip olduğu değerleri istenilen anda görüntüleyip, dış ortamlara aktarma, dış ortamdan veri alma imkânları sağlamaktadır. MATLAB' in önemli özelliklerinden biride üstün grafik yeteneğidir. İşlem sonuçları 2 ve 3 boyutlu grafik türleri ile görüntülenebilir [1-3]

II.1.2. MATLAB Ana Ekranı

MATLAB ana ekranında bulunan kısımların en önemlisi “Command Window” denilen komut ekranıdır. Bu ekrana tek satırlı fonksiyonlar ve komutlar yazılarak işlemler yapılabilir. Ayrıca döngü ve karar yapıları ile çok sayıda fonksiyon ve komut bir arada kullanılabilir.

“Workspace” alanında ise o anda işlem yapılan, yüklenmiş olan tüm değişkenler ve matrisler yer almaktadır. Bunlardan istenilenler “Array Editor” denilen arabirim ile görüntülenir.

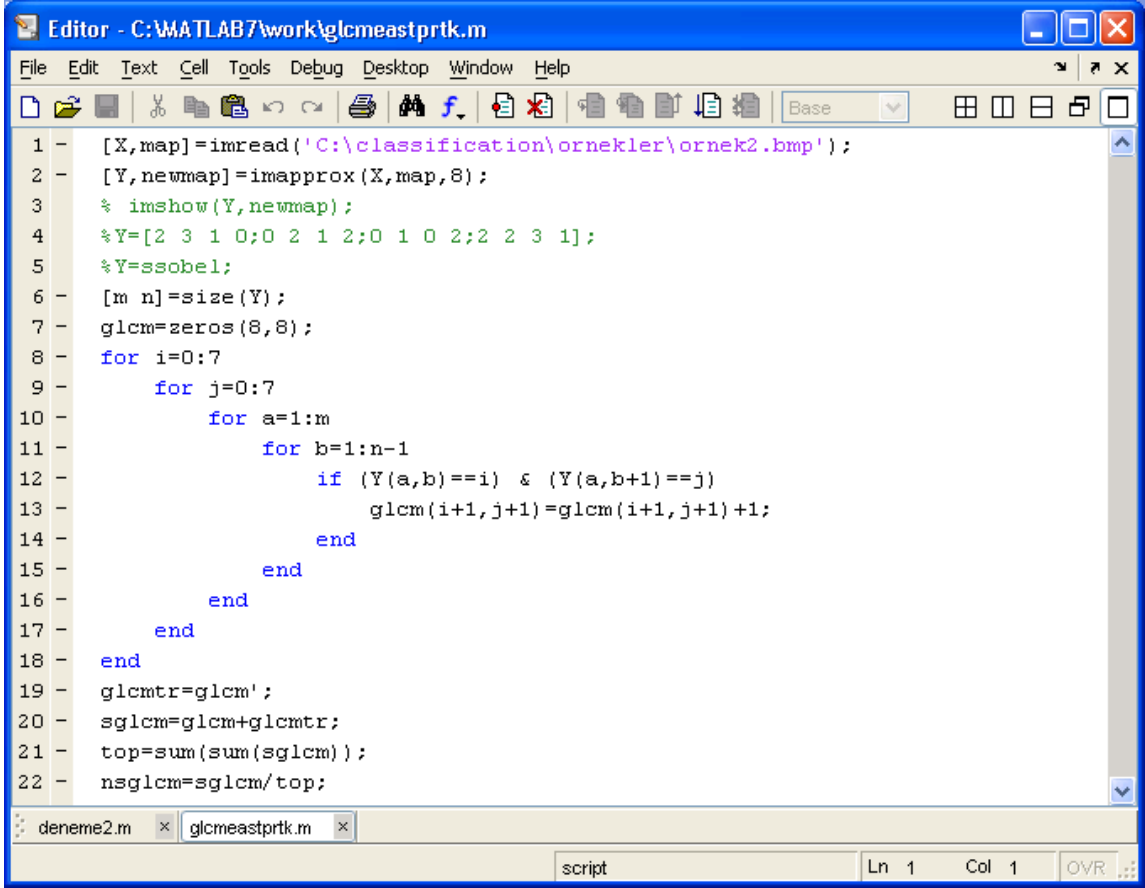
“Command History” denilen bölüm ise MATLAB' in son kullanımlarından gerçekleştirilen işlemler ve komutlar tarihleri ile birlikte tutulmaktadır. MATLAB' in menüleri kullanılarak dosya, düzenleme, grafik, program işlemleri, pencere ve yardım işlemleri yapılabilir. Ayrıca sol altta yer alan “Start” düğmesine basılarak MATLAB araç kutularına, simülasyon ve görsel ara yüz tasarlama araçlarına erişilebilir.



Şekil II.1. MATLAB ana penceresi

II.1.3. MATLAB Kod Yazma Ortamı (.m File Editor)

MATLAB ortamında kod ile uygulama gerçekleştirme m dosyası denilen metin dosyaları yazılarak gerçekleştirilir. Bu uygulamalar “.m File Editor” denilen araç kullanılarak yazılır. M file editör ile MATLAB’ in standart fonksiyonları ve ilgili gerecin fonksiyonları kullanılarak programlar yazılabilir. Editör gelişmiş birçok programlama editörü gibi kod düzenleme, derleme, test etme araçlarına sahiptir.



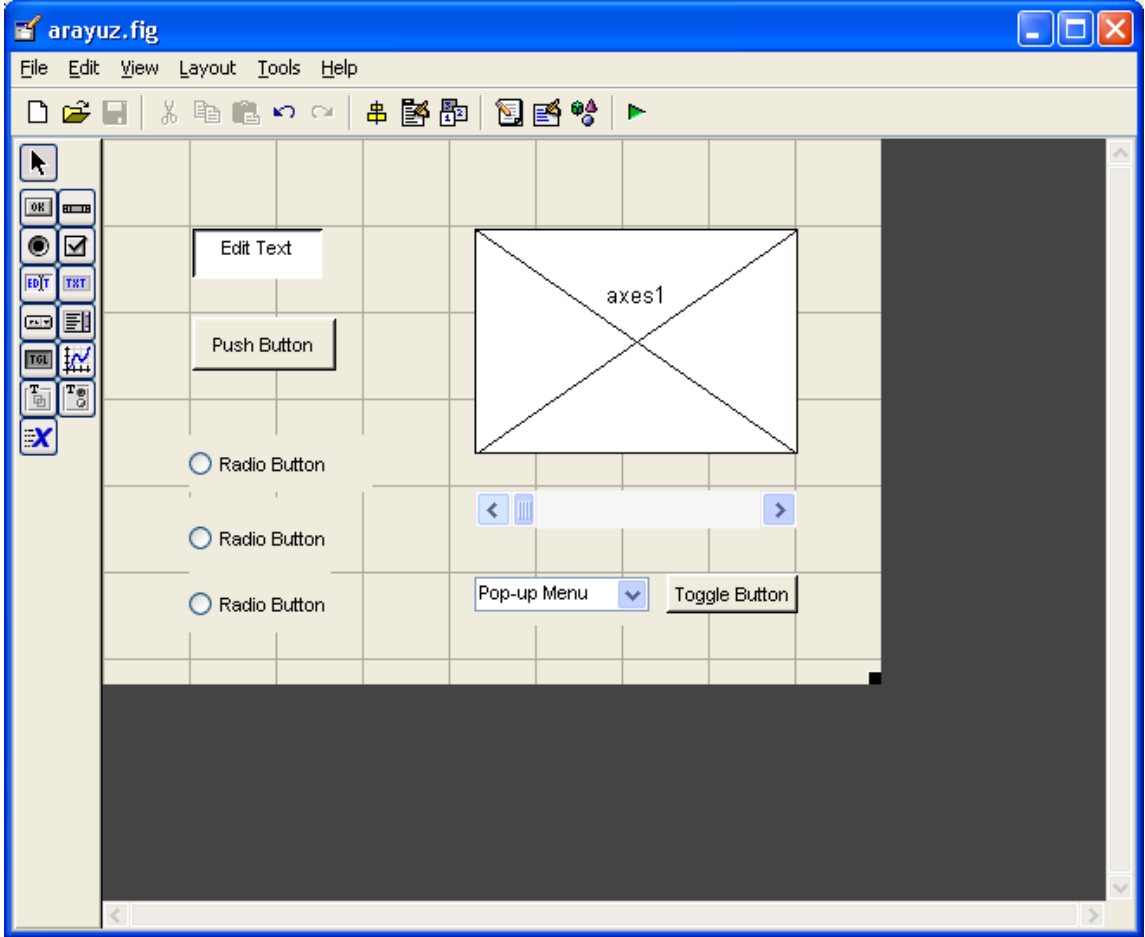
```
1 - [X,map]=imread('C:\classification\ornekler\ornek2.bmp');
2 - [Y,newmap]=imapprox(X,map,8);
3 - % imshow(Y,newmap);
4 - %Y=[2 3 1 0;0 2 1 2;0 1 0 2;2 2 3 1];
5 - %Y=ssobel;
6 - [m n]=size(Y);
7 - glcm=zeros(8,8);
8 - for i=0:7
9 -     for j=0:7
10 -         for a=1:m
11 -             for b=1:n-1
12 -                 if (Y(a,b)==i) & (Y(a,b+1)==j)
13 -                     glcm(i+1,j+1)=glcm(i+1,j+1)+1;
14 -                 end
15 -             end
16 -         end
17 -     end
18 - end
19 - glcmtr=glcm';
20 - sglcm=glcm+glcmtr;
21 - top=sum(sum(sglcm));
22 - nsglcm=sglcm/top;
```

Şekil II.2. MATLAB kod yazma aracı

II.1.4. MATLAB Görsel Arayüz Geliştirme Aracı (GUIDE)

MATLAB klasik programlama tekniği olan kod yazarak uygulama geliştirmenin yanı sıra görsel ara yüz geliştirme aracına sahiptir. GUIDE denilen araç (Graphical User Interface DEsign) MATLAB ortamında görsel tasarım yapılabilir [4],[6]. Düğmeler, metin kutuları, radyo düğmeleri, onay kutuları, kaydırma çubukları kullanılarak görsel

tasarım oluşturulur. Bu elemanların arka planına yazılan .m dosyaları ile uygulama tamamlanır.



Şekil II.3. MATLAB görsel ara yüz tasarım aracı

II.1.5. MATLAB Görüntü İşleme Gereçleri (Image Processing Toolbox)

MATLAB sağladığı görüntü işleme gereçleri ile bu alanda en çok tercih edilen uygulama gelişme aracıdır. MATLAB' in matematiksel gücü, işlem yetenekleri, hazır algoritmaları ve tasarım araçları ile görüntü işleme uygulamalarında ideal bir ortam oluşturmaktadır.

MATLAB ile bir görüntü dosyası matris olarak uygulama ortamına alınır. Bu matris üzerinde yapılan işlemler, uygulanan algoritmalar sonucunda elde edilen matriste bir resim olarak görüntülenebilir.

MATLAB görüntü işleme fonksiyonları işlevlerine göre şu şekilde gruplara ayrılabilir; [5]

- Görüntü yükleme fonksiyonları: Görüntü dosyalarını MATLAB ortamına aktarmak için kullanılırlar.
- Görüntüleme fonksiyonları: Görüntü matrislerini ekranda resim olarak görüntülemek için kullanılırlar.
- Görüntü yazma fonksiyonları: Görüntü matrisini dosya olarak kaydetmek için kullanılırlar.
- Görüntü dönüşüm fonksiyonları: Görüntü türlerini birbirine dönüştürmek için kullanılırlar.
- Uzamsal dönüşüm fonksiyonları: Görüntü üzerine uzamsal işlemler yapmak için kullanılırlar.
- Görüntü analizi ve istatistik fonksiyonları: Görüntü analizi gerçekleştiren ve istatistik değerler çıkaran fonksiyonlardır.
- Görüntü aritmetiği fonksiyonları: Görüntüler için aritmetiksel işlemler yapılmasını sağlarlar.
- Görüntü düzenleme ve iyileştirme fonksiyonları: Görüntüleri iyileştirmek için kullanılırlar.
- Doğrusal filtreleme ve dönüşüm fonksiyonları: Doğrusal filtre oluşturma ve uygulamak için kullanılırlar.
- Biçimsel işlem fonksiyonları: Görüntü türüne göre biçimsel işlemler yapmak için kullanılırlar.
- Alan tabanlı, komşuluk ve blok işlem fonksiyonları: Görüntünün bir bölümü için işlem yapılmasını sağlayan fonksiyonlardır.
- Renk haritası fonksiyonları: Renk haritaları ile ilgili işlemleri gerçekleştiren fonksiyonlardır.

II.2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde görüntü işleme teknikleri ve görüntü işleme eğitimi üzerine bir çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan taramada görüntü işleme eğitimi uygulamalarında kullanılan programlama dilleri, uygulama ortamları araştırılmıştır.

Doku görüntüleri üzerine yapılan çalışmalarda gri düzeyi oluşum matrisi ve matristen çıkarılan özelliklerin önemi, uygulama alanları araştırılmıştır.

R. Lotufo, A. Silva, R. Machado, A. Saude Python programlama dili kullanarak bir görüntü işleme araç kutusu oluşturmuşlardır [7].

B.A. Maxwell yaptığı çalışmada görüntü işleme eğitmenleri için internet tabanlı bir bilgi kaynağı tasarlamıştır [8].

K.Sage ve M.Unser yaptıkları çalışmada Java programlama dili görüntü işleme eğitiminin verilmesi üzerine çalışmışlardır [9].

S. Eddins ve M.Orchard yaptıkları çalışmada MATLAB ve C programlama dili ile görüntü işleme eğitimi için bir laboratuvar programı hazırlamışlardır [10].

G. Bebis, D. Egbert, M. Shah yaptıkları çalışmada görüntü işleme üzerine eğitim programlarını incelemişlerdir [11].

A.Hoover çalışmasında lisans eğitimi programları içerisinde görüntü işleme programlarını programlama açısından incelemiştir [12].

S. Didar ve S.Devgan yaptıkları çalışmada temel görüntü işleme tekniklerinin uygulamalarının öğretilmesi ve anlaşılması üzerine bazı araçları inceleyip, karşılaştırmışlardır [13].

R.Haralick yaptığı çalışmada doku görüntüleri üzerine yapısal ve istatistiksel yaklaşımlar gerçekleştirmiştir [14].

R.Haralick, K.Shanmugan, I.Dinstein görüntü sınıflandırma için doku özelliklerini belirlemişlerdir. Bu özelliklerini çıkarılması yöntemlerinden gri düzeyi oluşum matrisinin tanımı ve hesaplanması yöntemlerini belirlemişlerdir [15].

S. Will, L. Hermes, J. Buchman dokuların sınır eğrileri çıkartılarak sınıflandırılması üzerine çalışma yapmışlardır [16].

L. Davis, M. Clearman, J. Aggarval yaptıkları çalışmada gri düzeyi oluşum matrislerini kullanarak doku karşılaştırmaları yapmışlardır. [17]

S. Kiat-Leen ve C. Tsatsoulis aralıkları birleştirilmiş radarlarla elde edilen deniz görüntülerinin analizinde gri düzeyi oluşum matrislerini kullanmışlardır [18].

C.Ünsalan yaptığı tez çalışmasında çelik yüzeylerinin sınıflandırmasında gri düzeyi oluşum matrisi özelliklerini kullanmıştır [19].

M. A. Tahir, A. Bouridune, F. Kurugöllü, ve A. Amira yaptıkları çalışma ile gri düzeyi oluşum matrisinin ve değerlerin hesaplanmasını hızlandıracak bir donanım tasarlamışlardır [20].

A. Monadjemi yaptığı doktora çalışmasında doku sınıflandırma ve normal olmayan doku denetiminde GDOM değerleri ve korelasyon yöntemiyle sınıflandırmadan faydalanmıştır [21] .

Yapılan incelemede görüntü işleme eğitiminde farklı araçların, programlama ortamlarının kullanıldığı, bu konuda çok sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Gri düzeyi oluşum matrislerinin doku analizinde kullanılan en önemli istatistiksel yöntemlerden biri olduğu, güncel bir çok uygulamada hala kullanıldığı görülmüştür.

BÖLÜM III

GÖRÜNTÜ İŞLEME EĞİTİMİ İÇİN GÖRSEL BİR ARABİRİM GELİŞTİRİLMESİ

III.1. GİRİŞ

MATLAB ile gerçekleştirilen görüntü işleme uygulamalarında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri işlemlerin kod yazarak gerçekleştirilmesinde karşılaşılan zorluklar ve bunun sebep olduğu zaman kaybıdır. Kullanılacak fonksiyonların yazım kurallarının, alacağı parametre seçeneklerinin belirlenip, uygulanması vakit kaybına sebep olmaktadır. Özellikle birden fazla işlem uygulanması gereken işlemleri kod yazarak gerçekleştirmek çok zorlaşmakta, hata yapma ihtimali artmaktadır. Ayrıca istenilen sonucun elde edilememesi durumunda her parametre değişimi ve farklı algoritma seçiminde kodun yeniden düzenlenip, derlenmesi ve sonucun görüntülenmesi gerekmektedir. Bu yüzden meydana gelen zaman kaybı daha fazla uygulama yapılmasını engellemekte, doğru yöntemlerin ve parametrelerin belirlenmesini zorlaştırmaktadır[7,9-10].

Yapılan çalışmada oluşturulan araç kod yazmayı gerektirmeden temel görüntü işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Araç ile görüntü boyutlandırma, görüntü döndürme gibi uzamsal dönüşümler yapılabilir, sınır çıkartılarak imge analizi gerçekleştirilip, istatistiksel veriler elde edilebilir. Görüntüye çeşitli algoritmalarla gürültü eklenip, farklı türlerde filtreler uygulanabilir. Araç kullanılarak parametre girişleri ve algoritma seçimleri metin kutuları, radyo düğmeleri ile basit bir şekilde yapılmakta, hata ihtimali azalmaktadır. Yapılan işlemler sonucunda elde edilen görüntüleri dosya olarak saklayabilme olanağı sonuçların değerlendirilmesinde kolaylık sağlamaktadır [27].

Oluşturulan araç yapılan işlemlerin kaydını metin dosyası olarak tutabilmektedir. Yapılan işlemlerin uygulanan parametreleri ile kaydedilmesi uygulama sonrası çalışmalarda kolaylık sağlayacaktır.

III.2. GÖRÜNTÜ İŞLEME EĞİTİMİ İÇİN TASARLANAN GÖRSEL ARABİRİM

MATLAB ortamının grafiksel ara yüz geliştirme aracı GUIDE kullanılarak tasarlanmıştır. Tasarımı oluşturan elemanların arka planında çalışacak.m dosyası denilen kod dosyaları yazılmıştır. Bu kodlar MATLAB standart fonksiyonlarıyla birlikte görüntü işleme fonksiyonları içermektedir [1-6].

Görüntü işleme eğitimi için tasarlanan ara yüz iki ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler ana modül olarak tasarlanan görüntü işleme araç kutusu modülü ile görüntü analizi ve istatistik penceresidir.

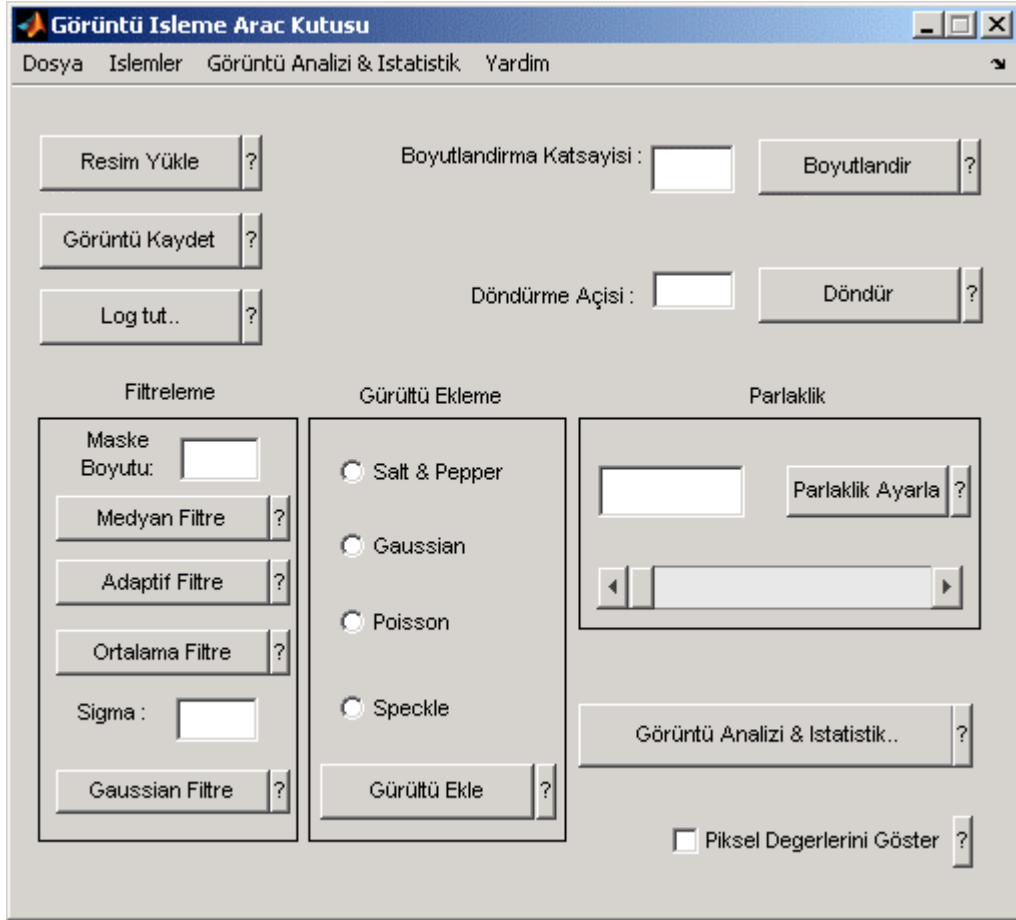
III.2.1. Görüntü İşleme Araç Kutusu

Görüntü işleme araç kutusu ile üzerinde işlem yapılacak görüntü dosyasını yüklenip bir matris olarak MATLAB çalışma ortamına aktarılır. Üzerinde işlem yapılan görüntüyü matrisi istenilen anda bir görüntü dosyası olarak kaydedilebilir. Görüntü üzerinde yeniden boyutlandırmak, döndürmek gibi uzamsal işlemler yapılabilir. gürültü eklemek, gürültü filtrelemek, parlaklık ayarlaması yapmak, görüntü üzerinde piksel

değerlerini görüntülemek gibi işlemler yapılabilmektedir. Şekil III.1'de kullanıcı arabirimi görülmektedir.

III.2.1.1. Dosya İşlemleri

Görüntü işleme araç kutusu ile işlemler yapılabilmesi için görüntünün MATLAB çalışma ortamına aktarılması gerekmektedir. Araç ile BMP (Bit Map Picture), JPEG (Joint Photographic Experts Group), TIFF (Tagged Image File Format), GIF (Graphics Interchange Format), PNG(Portable Network Graphics) türündeki görüntü dosyaları işlenebilir.



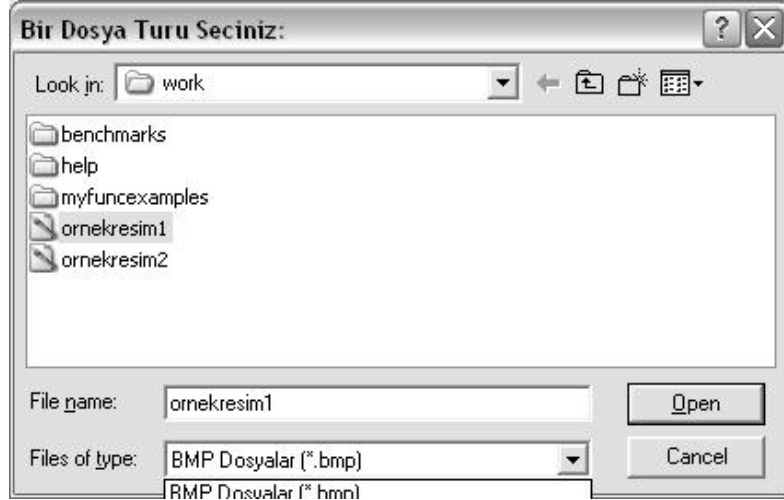
Şekil III.1. Görüntü işleme araç kutusu ana modülü

Araç işletim sisteminin dosya aç penceresi kullanarak (Şekil III.2) seçilen dosyanın ismi *imread* fonksiyonuna parametre olarak gönderir. Geri dönüş değeri elemanları görüntüyü oluşturan piksel değerleri olan bir matristir. Araç ile yapılacak işlemler bu matris üzerinde yapılacaktır.

Üzerinde işlem yapılan matris istenildiğinde bir görüntü dosyası olarak kaydedilebilir. Görüntü kaydet penceresinde belirtilen isim ve belirtilen yol *imwrite* fonksiyonuna gönderilir ve dosya kaydedilir. Araç açabildiği dosya türlerinde dosya kaydı yapabilmektedir.

Araç kutusu ile yapılan bir dosya işlemi de kayıt dosyası oluşturmaktadır. Bu dosyanın oluşturulmasının amacı yapılan işlemleri sırasıyla, kullanılan parametre ve seçeneklerle kaydedilmesidir. Bu dosya sonraki çalışmalara yardımcı olabilir. Belirtilen isimde bir metin dosya açılır ve işlemler kaydedilir.

Şekil III.3'de dosya işlemlerini içeren örnek bir kod görülmektedir.



Şekil III.2. Görüntü dosyasının seçilip yüklenmesi

```
[dosyaadi,dosyayolu]=uigetfile({'*.bmp','BMP Dosyalar (*.bmp)';
    '*.jpg','JPEG Dosyalar (*.jpg)';
    '*.tif','TIF Dosyalar (*.tif)';
    '*.gif','GIF Dosyalar (*.gif)';
    '*.png','PNG Dosyalar (*.png)';
    '*.*','Tum Dosyalar'},'Bir Dosya Turu Seciniz:');

a=imread([dosyayolu dosyaadi]);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
dsy=fopen(logyol,'a+');
fprintf(dsy,'Yüklenen Dosya :');
fprintf(dsy,'Dosya Yolu :%s \n',dosyayolu);
fprintf(dsy,'Dosya Adi: %s \n',dosyaadi);
fclose(dsy);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
imwrite(a,'C:\Resim\deneme.jpg');
```

III.2.1.2. Görüntü Üzerinde Yapılan Uzamsal İşlemler

Araç ile görüntü üzerine uzamsal işlemler yapılabilmektedir. Görüntü matrisinin boyutları değiştirilerek görüntü boyutu ayarlanabilmektedir. Matris içindeki elemanların koordinatları değiştirilerek görüntü döndürülebilmektedir.

Görüntü boyutunu değiştirmek için ilgili alana girilen katsayı değeri *imresize* fonksiyonuna matris ismi ile birlikte parametre olarak gönderilir. Geri dönüş değeri boyutları katsayı oranında değiştirilmiş bir matris olacaktır. Katsayı 1'den büyük ise görüntü matris büyüyecek, 1'den küçük ise küçülecektir. Boyut değiştirilirken oluşan yeni matris elemanlarının değerleri en yakın komşu yöntemine göre belirlenir.

Görüntü döndürme işlemi belirtilen açı değeri kadar görüntü matrisini döndürülmesini sağlar. Açı değeri ile görüntü matrisi parametre olarak *imrotate* fonksiyonuna gönderilir. Geri dönüş değeri yine bir matris olacaktır. Döndürme açısı 180° ise geri dönüş matrisinin boyutları fonksiyona gönderilen matris boyutları ile aynı olur. Döndürme açısının 90° veya 270° olması durumunda geri dönüş matrisinin satır ve sütun sayıları fonksiyona gönderilen matris ile terstir. Diğer açı değerlerinde geri dönüş matrisinin boyutları farklı olur. Bu nedenle matrisin köşelerinde boşluklar oluşur. Bu boşluklar 0 değeri ile doldurulur. Matris görüntülendiğinde köşelerde siyah renk görülür. Şekil III.4'de uzamsal işlemler ile ilgili örnek MATLAB kodları, Şekil III.5'te ise uzamsal işlem uygulanmış örnekler yer almaktadır.

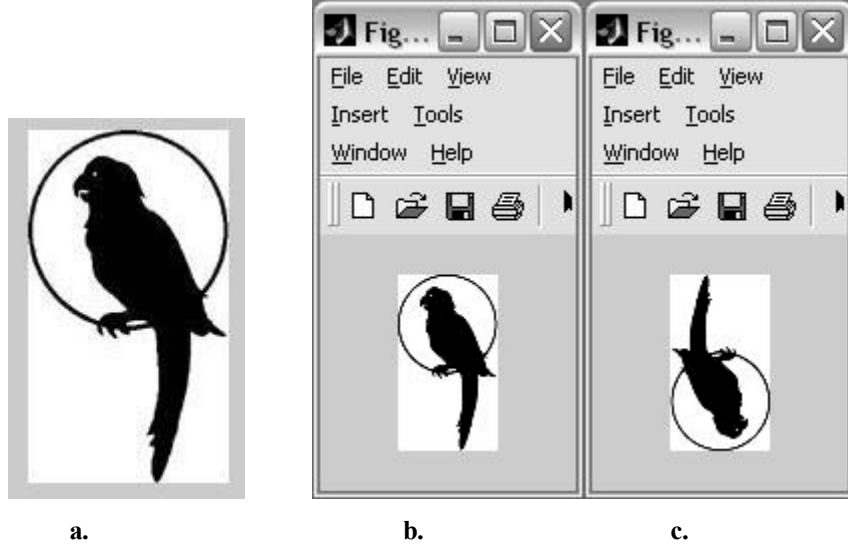
```
%% boyutlandırma işlemi

%bks:Boyutlandırma Katsayisi
a=imresize(a,bks);
figure,imshow(a);

%döndürme işlemi

%daci: Döndürme açisi
a=imrotate(a,daci);
figure,imshow(a);
```

Şekil III.4. Boyutlandırma ve Döndürme ile İlgili Örnek MATLAB kodları



Şekil III.5. a. Orijinal görüntü b. 0.5 oranında boyutlandırılmış görüntü c. 180° döndürülmüş görüntü

III.2.1.3. Araç İle Yapılan Görüntü İyileştirme ve Geliştirme İşlemleri

Görüntü iyileştirme ve geliştirme görüntülerin farklı durumlarını incelemek için kullanılabilirler. Görüntü iyileştirme için çeşitli filtreler kullanılarak gürültüden arındırılması, görüntü parlaklığının ayarlanması ile gerçekleştirilir. Görüntüye gerekli durumlarda çeşitli algoritmalarla gürültüler eklenebilir.

Görüntüyü gürültüden arındırma işlemleri için araç 4 farklı filtre uygulayabilmektedir. Bu filtrelemeler için maske matrisinin boyutu girilmelidir. Maske matrisinin boyutu 3*3, 5*5, 7*7 gibi tek sayılar olması uygundur. Belirtilen maske matris görüntü matrisi üzerinde gezdirilir ve görüntü matrisini oluşturan değerler filtreleme algoritmasına uygun olarak değişir.

Maske boyutu belirlendikten sonra hangi filtre tercih edilirse görüntü matrisi ve maske boyutu ilgili filtrenin fonksiyonuna gönderilir. Geri dönüş değeri olarak filtre uygulanmış matris elde edilir.

Araç ile medyan, adaptif, ortalama ve gaussian filtreler uygulanabilmektedir. Gaussian filtre için diğerlerinden farklı olarak sigma parametresinin de belirtilmesi gerekir. Medyan filtre maske matrisi içerisinde kalan değerlerin medyanının ortadaki elemana yerleştirilmesi ile uygulanır. Ortalama filtre ise maske içerisinde kalan değerlerin ortalamasının maske içerisindeki orta elemana yerleştirilmesi ile gerçekleşir.

Adaptif filtrede ise maske içerisindeki değerlerin varyansının yerleştirilmesi ile uygulanır. Aslında bir fourier dönüşümü olan gaussian filtre Gauss çan eğrisi formu ile sonsuz bir transfer fonksiyonunun kapalı bir alan olan maske matrisi içerisinde uygulanması ile elde edilir.

Medyan filtre için `medfilt2` fonksiyonuna, adaptif filtre için `wiener2` fonksiyonuna görüntü matrisi ve maske boyutu değerleri gönderilir. Ortalama ve gaussian filtreleme için `fspecial` fonksiyonu çağırılır. Uygulanacak filtrenin türü de maske boyutu ve gaussian filtre için sigma değeri ile bir parametre olarak bu fonksiyona gönderilir. `fspecial` fonksiyonunun geri dönüş değeri bir filtre matrisidir. Bu filtre `imfilter` fonksiyonu kullanılarak görüntüye uygulanır. Şekil III.6'da filtreleme işlemleri ile ilgili örnek kod, şekil III.7'de filtrelenmiş görüntüler görülmektedir [1],[2],[5],[23].

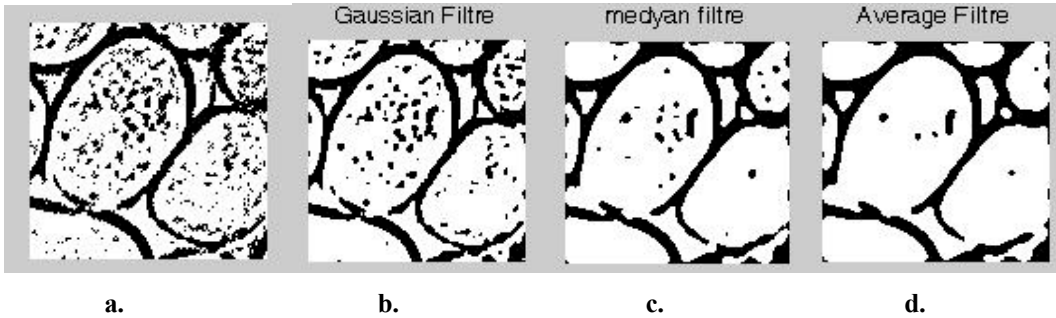
```
% msk: maske boyutu

b = medfilt2(a,[msk msk]);
% medyan filtre

H2 = fspecial('average',[msk msk]);
c=imfilter(b,H2);
% ortalama filtre

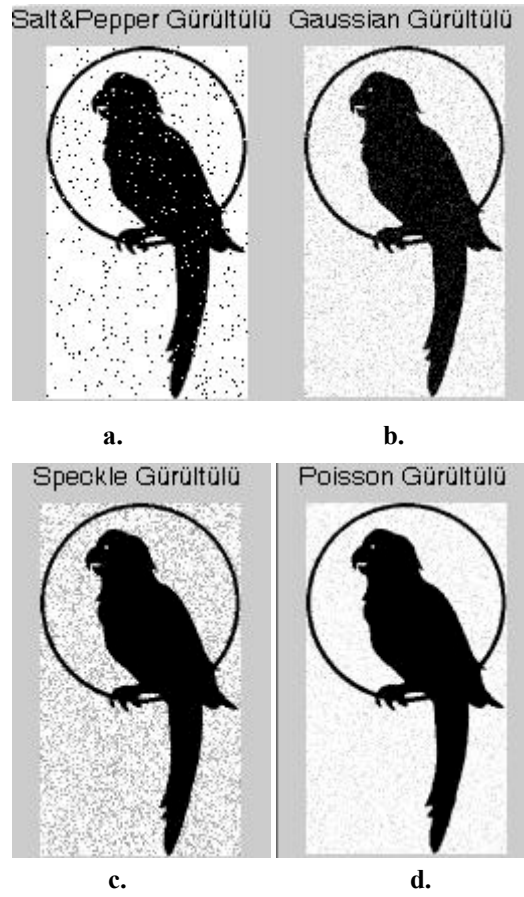
d = wiener2(b,[msk msk]);
% adaptif filtre
% sigma: sigma degeri
H3 = fspecial('gaussian',[msk msk],sigma);
e =imfilter(f,H2);
%gaussian filtre
```

Şekil III.6. Filtreleme ile ilgili örnek MATLAB kodları



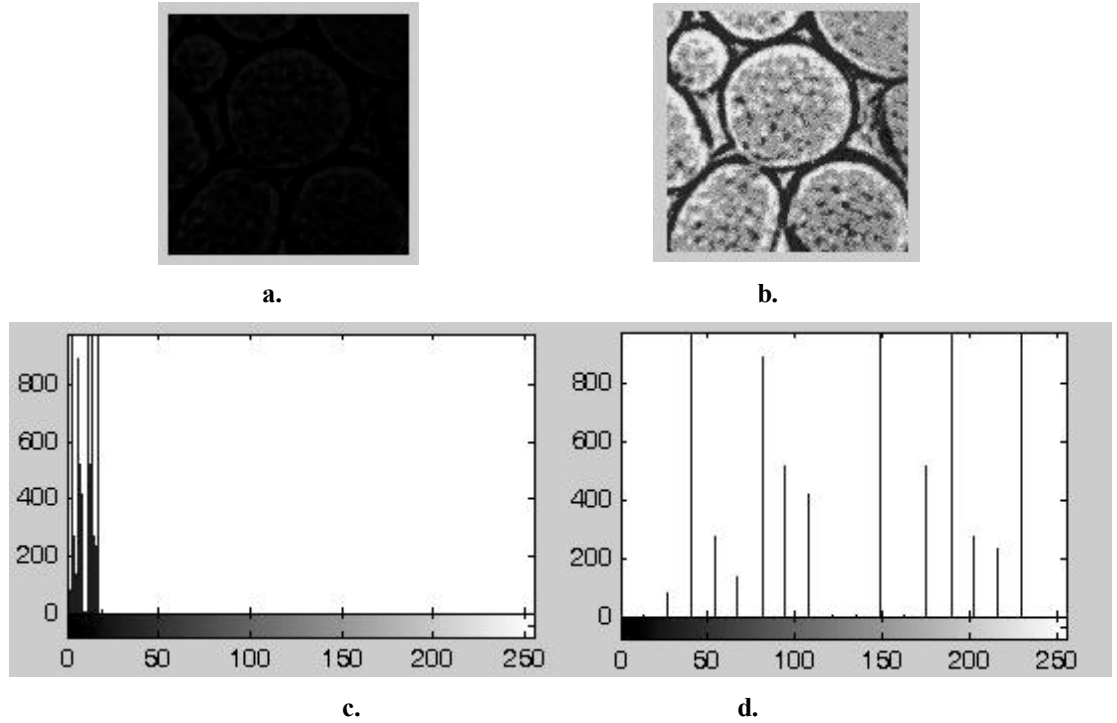
a. Orijinal görüntü
b. 0.9 sigma katsayılı 5*5 maske boyutlu gaussian filtrelenmiş hali
c. 5*5 maske boyutlu medyan filtrelenmiş hali
d. 5*5 maske boyutlu average filtrelenmiş hali

Arayüz kullanılarak görüntü üzerine belirli algoritmalar ile gürültü eklenebilir. Arayüz ile uygulanabilen gürültü algoritmaları tuz-biber (salt & pepper), benek (speckle), Gaussian ve Poisson algoritmalarıdır. Seçilen algoritmalar görüntüye varsayılan değerler kullanılarak uygulanır. Gürültü ekleme bölümündeki algoritmalar MATLAB görüntü işleme araç kutusunun varsayılan değerleri kullanılarak uygulanır. Tuz-biber gürültüsü için 0.05 yoğunluk, gaussian gürültü için 0.01 varyans değeri, Speckle için 0.04 varyans değeri uygulanır. Şekil III.8’de gürültü eklenmiş örnekler bulunmaktadır [22].



Şekil III.8. Gürültü Eklenmiş Görüntüler

Gri değerli (Gral Level) bir görüntünün parlaklığı belirtilen katsayı oranında değiştirilebilir. Katsayı [-1, 1] aralığında olmalıdır. Katsayının [-1, 0) aralığında olması durumunda görüntü parlaklık azalır, görüntü koyulaşır. Katsayı (0, 1] aralığında ise parlaklık artırılır. Parlaklık ayarlamak için *brighten* fonksiyonu çağırılır. Görüntü matrisi ve katsayı parametre olarak gönderilir. Geri dönüş değeri ile parlaklığı değiştirilmiş görüntü matrisi elde edilir. Parlaklık ayarlandıktan sonra asıl görüntü ile parlaklığı değiştirilmiş hali histogramları ile birlikte görüntülenir. Şekil 9'da parlaklığı değiştirilmiş görüntüler ve histogramları yer almaktadır. Parlaklığı artırılan görüntünün histogramında dağılım aralığının arttığı görülmektedir.



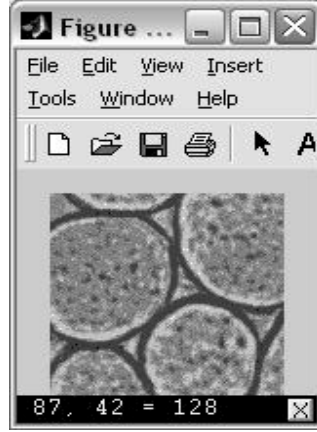
Şekil III.9. a. Orijinal görüntü b. Parlaklığı ayarlanmış görüntü c. d. Görüntülerin histogramları

```
B = brighten(A, 0.1); %parlaklığın arttırılması
C = brighten(A, -0.1); % parlaklığın azaltılması
```

Şekil 10. Parlaklık ayarlaması ile ilgili örnek kod

Görüntüyü oluşturan piksellere ait bilgilerin alınması mümkündür. Bu amaçla ara yüze bir onay kutusu eklenmiştir. Kutu işaretlendiğinde resim üzerinde fare hareket

ettirildikçe üzerinde bulunduğu pikselin değeri ve koordinatları görüldüğü gibi görüntülenir.

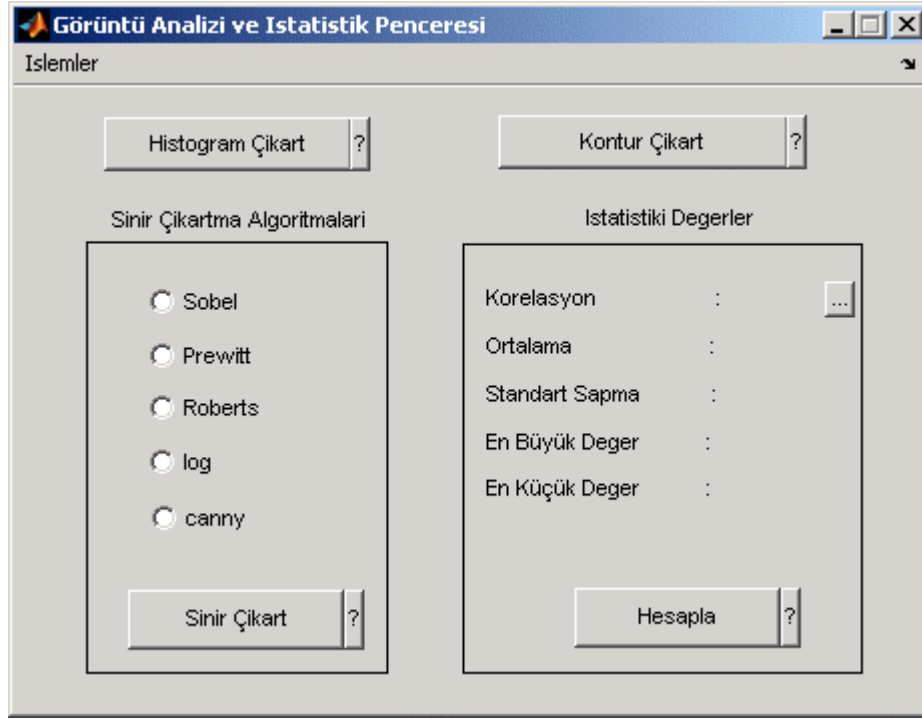


Şekil III.11. Görüntü üzerindeki piksel bilgilerinin görüntülenmesi

III.2.2. Görüntü Analizi Ve İstatistik Penceresi

Ara yüzün ilk modülünde bulunan görüntü analizi & istatistik düğmesi ile ikinci modül olan görüntü analizi ve istatistik modülü çalışır. Görüntü analizi ve istatistik penceresi şekil III.12’de yer almaktadır. Görüntü analizi ve istatistik penceresi ile şu işlemler yapılabilir [2],[5],[22].

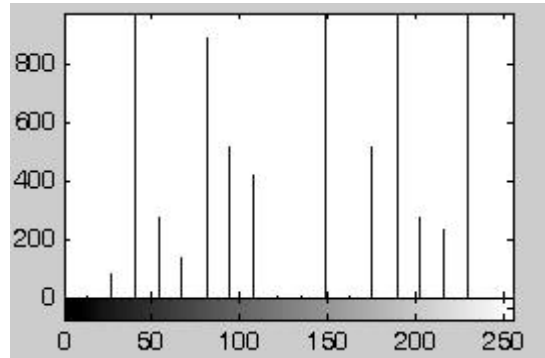
- Histogram çıkartımı
- Dış çizgi (Kontur) çıkartımı
- Çeşitli algoritmalarla sınır eğrisi çıkartımı
 - Sobel Yöntemi
 - Prewitt Yöntemi
 - Roberts Yöntemi
 - Laplacian of Gaussian Yöntemi
 - Canny Yöntemi
- İstatistiksel analiz
 - Ortalama
 - Standart sapma
 - En büyük ve en küçük piksel değeri bulma
 - Başka bir görüntü ile korelasyon



Şekil III.12. Görüntü analizi ve istatistik penceresi

III.2.2.1. Histogram Çıkartmak

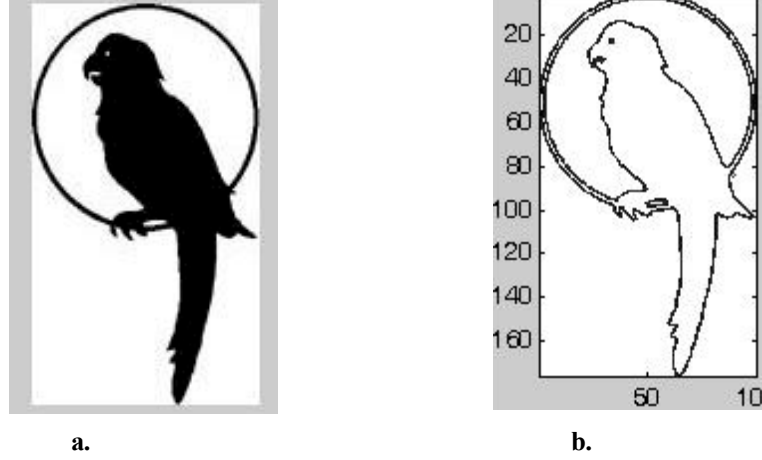
Histogram bir veri kümesindeki değerlerin dağılımını gösteren grafikdir. Görüntünün histogramı piksel değerlerinden oluşan görüntü matrisinin elemanlarının dağılımını veren grafikdir. Histogram grafiğine bakılarak hangi parlaklık değerine sahip piksellerin görüntü üzerinde daha yoğun olduğu gibi bilgiler alınabilir. Histogram grafiği için *imhist* fonksiyonu çağırılır. Görüntü matrisi parametre olarak fonksiyona gönderilir. Geri dönüş ise histogramın yer aldığı bir grafik pencresidir.



Şekil III.13. Histogram

III.2.2.2. Kontur Çıkartmak

Kontur görüntüdeki şeklin kapalı sınır eğrisidir. Kontur grafiği sayesinde şeklin biçimselliği çıkartılabilir. Görüntünün arka planı silinerek beyaz zemin üzerine kontur çizilir. Gri düzeyli görüntülerin konturu çıkarılabilmektedir.



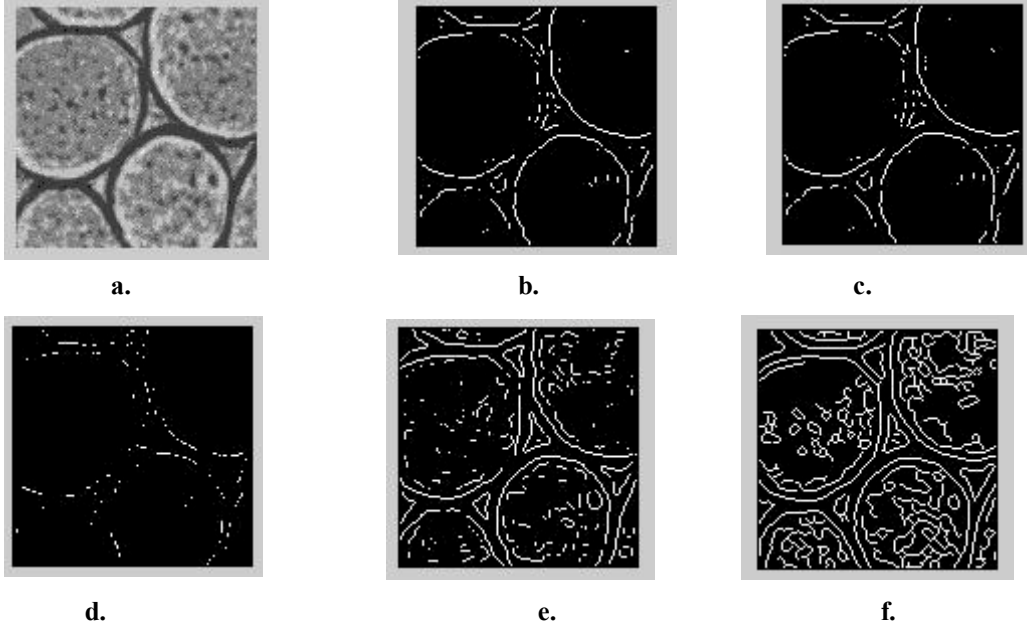
Şekil III.14. a. Orijinal görüntü b. Çıkarılan kontur

III.2.2.3. Sınır Eğrisi Çıkartmak

Görüntünün sınır eğrisi lokal süreklilik gösteren ve çevresine göre belirginleşmiş bölgelerin değişim noktalarından oluşur. Görüntü sınırı 5 farklı algoritma kullanılarak çıkartılabilmektedir. Bunlar Sobel, Prewitt, Roberts, Log (Laplacian Of Gaussian) ve Canny algoritmalarıdır. Sınır grafiği siyah zemin üzerine beyaz olarak çizilir. Sınır çıkartma işlemleri MATLAB varsayılan ayarları olarak yatay ve dikey yönde görüntüye göre belirlenen otomatik eşik değeri ile yapılır. Görüntü matrisi, kullanılacak yöntem *edge* fonksiyonuna parametre olarak gönderilir. Geri dönüş değeri olarak sınır görüntüsü 0 ve 1'lerden oluşan bir matris olarak elde edilir.

```
imhist(a);  
% histogram çıkartımı  
  
imcontour(a);  
%kontur çıkarımı  
  
c=edge(a,'log');  
d=edge(a,'canny');  
e=edge(a,'roberts');  
f=edge(a,'prewitt');  
g=edge(a,'sobel');  
% Sınır eğrilerinin çıkarılması
```

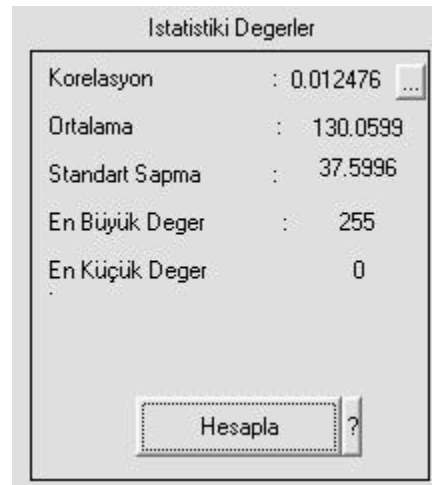
Şekil 15. Histogram, Kontur, ve Sınır Eğrilerinin Çıkarımı ile İlgili Örnek MATLAB Kodları



Şekil III.16. a. Orijinal görüntü b. Sobel ile çıkarılan sınır c. Prewitt ile çıkarılan sınır d. Roberts ile çıkarılan sınır e. Log ile çıkarılan sınır f. Canny ile çıkarılan sınır

III.2.2.4. İstatistik Değerlerin Hesaplanması

Ara yüz ile görüntü matrisi üzerinden istatistik değerleri hesaplayabilmektedir. Görüntü matrisi değerlerinin ortalaması, standart sapması, en büyük ve en küçük piksel değerleri hesaplanabilir. Korelasyon iki görüntü matrisi arasında hesaplanacağı için ikinci görüntü korelasyon ile ilgili bölümden yüklenir.



Şekil III.17. Hesaplanan İstatistik Değerler

Denklemi (III.1)'de görülen ortalama işlemini gerçekleştirmek için *mean2* fonksiyonu çağırılır. Görüntü matrisi fonksiyona gönderilerek geri dönüş değeri olarak ortalama değerini tutan bir değişken elde edilir. Denklemi (III.2)'de görülen standart sapma işlemi için *std2* fonksiyonu çağırılır. Görüntü matrisi fonksiyona gönderilerek geri dönüş değeri olarak standart sapma değerini tutan bir değişken elde edilir. Denklem (III.3)'de görülen korelasyon hesabı *corr2* fonksiyonu kullanılır. Korelasyonu hesaplanacak iki matris parametre olarak fonksiyona gönderilir. Geri dönüş değeri korelasyon sayısını tutan bir değişken olur. Görüntü matrisindeki en büyük değeri bulmak için Görüntü matrisindeki en büyük değeri bulmak için *max* fonksiyonu çağırılır. Fonksiyona görüntü matrisi gönderilir, en büyük değeri tutan bir değişken elde edilir. Görüntü matrisindeki en küçük değeri bulmak için *min* fonksiyonu çağırılır. Bu fonksiyonun kullanımı *max* fonksiyonu gibidir.

$$\sum_{b=0}^{L-1} bP(b) \quad (\text{III.1})$$

$$\left[\sum_{b=0}^{L-1} (b - \bar{b})^2 P(b) \right]^{1/2} \quad (\text{III.2})$$

$$\sum_{a=0}^{L-1} \sum_{b=0}^{L-1} abP(a,b) \quad (\text{III.3})$$

```
%ortalama
ort=mean2(a);

%standart sapma
st=std2(a);

%korelasyon
kr=corr2(a,b);

%en büyük değer
enb = max(a);

%en küçük değer
enk = min(a);
```

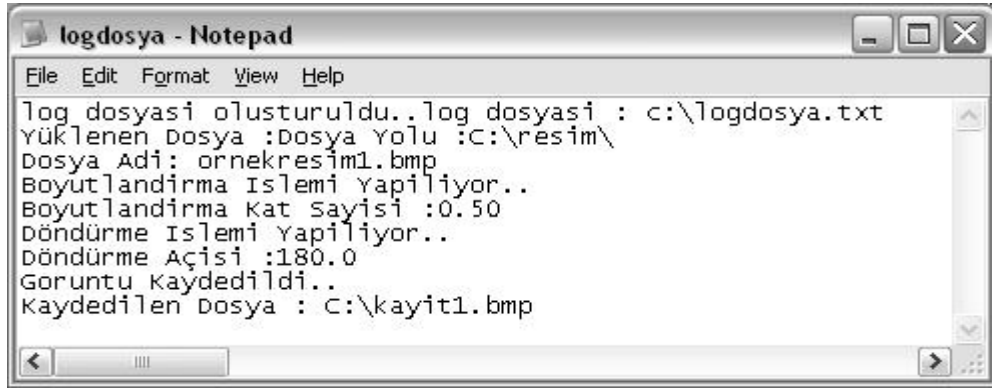
Şekil III.18. İstatistiksel hesaplar için örnek MATLAB kodları

III.3. GÖRÜNTÜ İŞLEME KAYIT DOSYASI

Aracın önemli yeteneklerinden biri tuttuğu kayıt dosyasıdır. Araç üzerinde çalışılan görüntü dosyası isimlerini, yapılan işlemleri, kullanılan parametreleri sırasıyla bu kayıt dosyasında tutar. Bu kayıtlar metin dosyası olarak tutulur.

Kullanıcının belirttiği adres ve isimde tutulan kayıt dosyası yüklenen dosyanın ismi, uygulanan uzamsal işlemleri, görüntü iyileştirme işlemlerini sırasıyla ve kullanılan parametreleri ile kaydeder. Yapılan bir işlem sonrasında görüntü dosyası kaydedildiyse hangi isimle hangi adrese kaydedildiği bu dosyada yer alır. Böylece görüntüye uygulanan işlem sırası, elde edilen sonuçlar takip edilebilir.

Kayıt dosyası uygulama sonrası çalışmalarda yararlanılabilecek bir kaynaktır. Ayrıca arşiv oluşturma çalışmalarında kullanılabilir. Kayıt dosyası eğitim materyali olarak kullanılabilir. Uygulama ve laboratuvar çalışmalarında faydalanılabilir, ders notlarına eklenilebilir.



Şekil III.19. Aracın Tuttuğu Bir Kayıt Dosyası

BÖLÜM IV

DOKU SINIFLANDIRMA UYGULAMASI

IV.1. GİRİŞ

Sınıflandırma fiziksel bir nesnenin veya bir olayın daha önce tanımlanmış kategorilerden birine ait olduğunun belirlenmesidir. Doku sınıflandırmasında amaç bilinmeyen bir dokunun bilenen doku sınıflarından birine atanmasıdır. Doku sınıflandırması doku analizi alanındaki dört önemli problemden biridir. Bu alandaki diğer önemli problemler görüntüyü doku özelliklerine göre homojen bölümlere ayırma işlemi olan segmentasyon işlemi, doku oluşturmak için bir doku modeli meydana getirme işlemi olan doku sentezi, 3 boyutlu bir sahnedan 2 boyutlu olarak alınan doku görüntüsünden dokunun şeklini çıkarma işlemidir.

Başarılı bir sınıflandırma doku görüntüsünün etkin bir şekilde tanımlanmasını gerektirir. Doku analizinin endüstride yüzey üzerinde kusur denetiminde, biomedikalde hastalıklı dokunun tespitinde, havadan veya uydudan çekilen görüntülerden yapılan coğrafi analizler gibi uygulama alanları vardır. Fakat bir çok alanda

uygulanma potansiyeline rağmen %100 başarılı çalışmaların sayısı çok fazla değildir. Bunun en önemli sebepleri gerçek dünyanın tekbiçimli olmaması, doku hesaplamalarının çok fazla matematiksel işlem gerektirmesidir.

Doku sınıflandırması işlemi iki aşamadan oluşur: Öğrenme aşaması ve tanıma aşaması. Öğrenme aşamasında amaç her sınıfın dokusal özelliklerini içeren bir model oluşturmaktır. Seçilen bir doku analizi yöntemi sınıf dokularına uygulanarak dokusal özelliklerden oluşan bir veri seti elde edilir. Tuceryan ve Jain 1993 yılında yaptıkları çalışma ile doku analizi yöntemlerini dört kategoriye ayırmışlardır. Bunlar istatistiksel, geometrik, model tabanlı ve sinyal işleme yöntemleridir. Bu yöntemler uygulanarak elde edilen veriler sayısal değerler, ayrıık histogramlar, deneysel grafikler, uzamsal doku yapıları olabilir. Tanıma aşamasında, özelliği bilinmeyen örnek doku sınıflara uygulanan yöntemin aynı ile analiz edilir. Örneğe ait dokusal özellikler sınıflara ait özellikleri içeren veri setleri ile karşılaştırılır ve en uygun eşleşme belirlenir [14-15], [22], [25] .

IV.2. DOKU HESAPLAMALARI

Doku hesaplamaları doku görüntüsünü oluşturan piksellerin değerleri üzerinden hesaplanır. Doku hesaplamaları işleme giren piksel ve piksel komşuluk sayısına göre derecelendirilir.

1. derece doku hesaplamaları orijinal görüntü üzerinden yapılan istatistiksel hesaplardır. Varyans, ortalama, standart sapma gibi değerler birinci derece hesaplamalardır.

2. derece doku hesaplamaları ise görüntü piksellerinin ikili komşuluk grupları halinde incelenmesi sonucunda yapılır.

3. ve daha yukarı derecede ise 3 veya daha fazla pikselin gruplanarak incelenir. Fakat hesaplamının uzun sürmesi ve yorum çıkarmanın zorluğu sebebiyle genellikle kullanılmaz [10-13] . Doku sınıflandırma uygulamalarında kullanılan istatistiksel yöntemler genellikle 2.derece doku hesaplamaları kullanılarak yapılır.

IV.2.1. İkinci Derece Doku Hesaplamaları

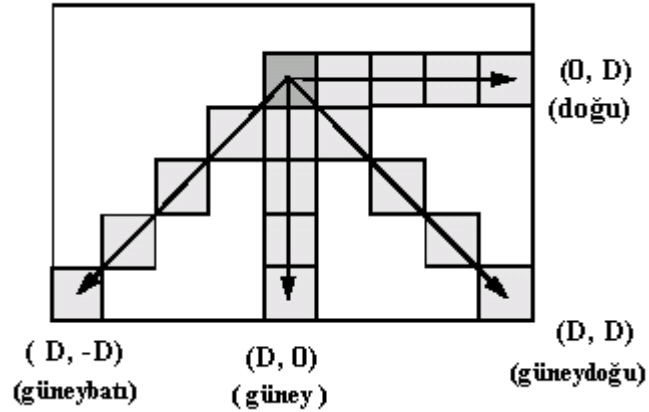
Görüntü matrisini oluşturan piksel değerlerinin ikili komşuluk kombinasyonları ile oluşturulan yardımcı matrisler üzerinden yapılan hesaplamalardır. En sık kullanılan yardımcı matris gri düzeyi oluşum matrisidir (GDOM) [15], [25-26].

IV.2.2. Gri Düzeyi Oluşum Matrisi

Gri düzeyi oluşum matrisi (Gray Level Co-occurrence Matrix, (GDOM)) görüntüyü oluşturan piksellerin ikili komşuluğa göre gri düzeylerinin (grey level) kombinasyonlarının hangi sıklıkta olduğunun tablolandığı iki boyutlu matristir. Bu matrisi oluşturan değerler üzerinden dokuya özgü hesaplamalar yapılır [15].

IV.2.2.1. Gri Düzeyi Oluşum Matrisi Oluşturulması

GDOM iki pikselin komşuluk ilişkisine göre oluşturulur. Birinci piksele referans piksel, ikincisine komşu piksel veya hedef piksel denir. Komşuluğun yönü GDOM'u oluşturmak için önemlidir. Referans pikselin sağındaki piksel ile komşuluğu incelenecekse yön (0, D) olarak veya doğu olarak belirtilir. Buna (0,1) 'da denir. Referans piksele göre satır numarasını 0, sütun numarasını 1 arttırarak hedef piksele ulaşılır. Bu şekilde komşunun referansa göre yerini belirten vektöre mesafe vektörü (distance vector) denir. Bir görüntü için 8 yönde komşuluğa göre GDOM hesaplanabilir. Fakat genellikle 4 yön tercih edilir. Sol üst köşeden, sağ alt köşeye kadar bütün pikseller sıra ile referans olurlar. (0,1) için GDOM oluşturulurken son sütundaki değerlerin sağ taraflarında komşusu olmadığı için hesaba katılmazlar. Boyutları $m*n$ piksel olan bir görüntü matrisinden yönü (D, D) olan GDOM oluşturulurken m. satır ve n. sütundaki değerler, yönü (D, 0) olan GDOM oluşturulurken ise m. satırdaki değerler hedef pikselleri matris boyutunu aştığı için dikkate alınmazlar. Şekil IV.1'de referans piksele göre hedef piksel gösterimleri yer almaktadır [14-15], [22], [25].



Şekil IV.1. Referans bir piksele göre hedef piksel gösterim yönleri

Tablo IV.1. Örnek Referans – Hedef Piksel İlişkileri

Referans Piksel Koordinatı	Yön – Mesafe Vektörü	Hedef Piksel Koordinatı
(4, 4)	(0, 2)	(4, 6)
(3, 5)	(2, 2)	(5, 7)
(10, 14)	(1, 0)	(11, 14)
(20, 10)	(3, -3)	(23, 7)

Tablo IV.2. Açıklamalarda Kullanılacak Örnek Matris

0	0	1	1
0	0	1	1
0	2	2	2
2	2	3	3

Tablo IV.2'deki görüntü matrisine göre oluşturulan iskelet matris görülmektedir.

Tablo IV.3. İskelet GDOM

Komşu piksel değeri -> Referans piksel değeri	0	1	2	3
0	0,0	0,1	0,2	0,3
1	1,0	1,1	1,2	1,3
2	2,0	2,1	2,2	2,3
3	3,0	3,1	3,2	3,3

İskelet matrisin değerleri, satır ve sütun indislerinin sırasıyla komşuluğunun görüntü matrisinde oluşma sayısı yazılarak belirlenir. Buna göre sol üst köşeye 0,0 kombinasyonunun kaç kez oluştuğu, sağ alt köşeye (3,3) kombinasyonunun kaç kez oluştuğu yazılır. Tablo 3'de iskelete göre oluşturulan GDOM görülmektedir [26].

Tablo IV.4. Örnek Matrise Göre GDOM

	0	1	2	3
0	2	2	1	0
1	0	2	0	0
2	0	0	3	1
3	0	0	0	1

IV.2.2.2. Gri Düzeyi Oluşum Matrisini Okumak

Oluşan GDOM 'e incelendiğinde;

(0,0), (0,1), (1,1) ikili kombinasyonlarının (0, D) yönünde 2 kez,

(0,2), (2,3), (3,3) ikili kombinasyonlarının (0, D) yönünde 1 kez,

(2,2) ikili kombinasyonunun (0, D) yönünde 3 kez,

(0,3), (1,0), (1,2), (1,3), (2,0), (2,1), (3,0), (3,1), (3,2) kombinasyonlarının ise

oluşmadığı görülmüştür.

IV.2.2.3. Gri Düzeyi Oluşum Matrisini Düzenlemek

GDOM boyutları görüntünün gri ton kademesi kadardır. Görüntü 4 ton griden oluştuğu için 4*4 GDOM oluşturulur. 256 farklı gri tonu olsaydı 256*256 boyutunda bir GDOM oluşurdu. Büyük bir GDOM 'de bir çok hücrenin değeri 0 olacaktır, buda istatistiksel geçerliliği düşürecektir. Bu büyüklükte GDOM hesap ve yorum zorluğu çıkaracağından görüntü daha düşük gri ton kademelerine indirgenir [26].

Simetrik matris köşegene göre değerleri simetrik olan matristir. Örneğin simetrik matrisin (3,2) elemanı ile (2,3) elemanları eşittir. Doku hesaplamaları en iyi simetrik matrisler üzerinde yapılabilir.

Hesaplanan GDOM simetrik değilse bile bu matris simetrik hale getirilebilir. Bir matrisin transpozu ile toplanarak simetrik matris elde edilebilir.

Tablo IV.5. Tablo IV.4'deki GDOM 'nin Tranzpozu

2	0	0	0
2	2	0	0
1	0	3	0
0	0	1	1

Tablo IV.6. Simetrik matris (Yatay GDOM)

4	2	1	0
2	4	0	0
1	0	6	1
0	0	1	2

GDOM istatistiksel bir olasılık matrisi olduğu için matris değerlerinin 0 ile 1 arasında olması istenir. Bu yüzden matrisin her bir elemanı matris değerlerinin

toplamına bölünerek bir normalizasyon yapılır. Normalizasyon denklemi (IV.1)'de görülmektedir.

$$P_{i,j} = \frac{V_{i,j}}{\sum_{i,j=0}^{N-1} V_{i,j}} \quad (IV.1)$$

IV.2.2.4. Normalize, Dikey (D, 0) GDOM Oluşturulması

Normalize, dikey GDOM oluşturulurken yön 90° olarak alınır. Bu durumda hedef piksel referans pikselle aynı sütunda yer alır.

Tablo IV.7. Görüntü Matrisi

0	0	1	1
0	0	1	1
0	2	2	2
2	2	3	3

Tablo IV.8. İskelet Matris

0,0	0,1	0,2	0,3
1,0	1,1	1,2	1,3
2,0	2,1	2,2	2,3
3,0	3,1	3,2	3,3

Tablo IV.9. Dikey Simetrik GDOM'nin oluşturulması

3	0	2	0	+	3	0	0	0	=	6	0	2	0
0	2	2	0		0	2	0	0		0	4	2	0
0	0	1	2		2	2	1	0		2	2	2	2
0	0	0	0		0	0	2	0		0	0	2	0

Güney Matris + Transpoz (Güney) = Simetrik Matris (Dikey)

Normalizasyon için dikey matris değerlerinin toplamı olan 24'e bölünür [26].

Tablo IV.10. Normalize Dikey Simetrik Matris

0.250	0	0.083	0
-------	---	-------	---

0	0.166	0.083	0
0.083	0.083	0.083	0.083
0	0	0.083	0

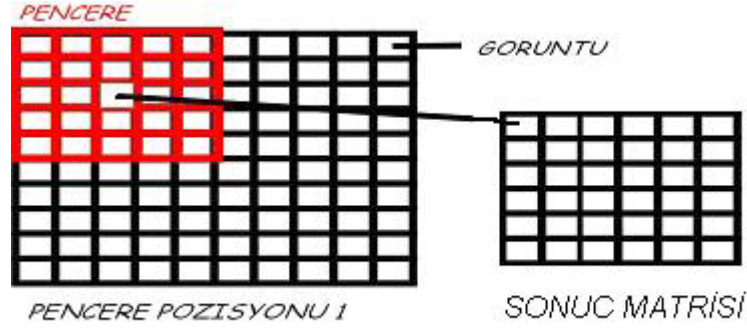
IV.2.3. GDOM ile Yapılan Doku Hesaplamaları

GDOM' nin elemanları üzerinden hesaplanan bir çok doku değeri aslında matris elemanlarının ağırlıklı ortalamalarıdır. Ağırlıklı ortalama, ortalama alma işleminin her bir değer için belli bir katsayı ile çarpılmasından sonra yapılmasıdır [26].

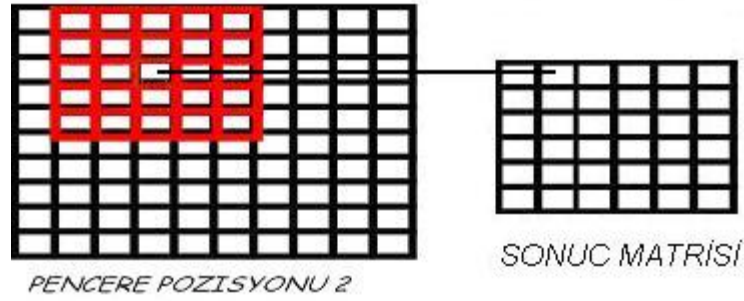
IV.2.3.1 Doku Görüntüsünden GDOM Elde Edilmesi Yöntemleri

GDOM görüntü matrisi üzerinden elde edilir. Doku görüntüsü bir örnek ise görüntü matrisinin tamamı üzerinden GDOM elde edilebilir. Doku görüntüsü bir örnek olmayan durumlarda ise bölümler halinde GDOM elde etmek daha sağlıklı sonuç verir. Bir yüzey üzerinde kusur denetiminde, biomedikal görüntülerinde hastalıklı dokunun tespitinde, havadan veya uydudan çekilen görüntülerde farklı coğrafi birimlerin, bitki örtülerinin, jeolojik birimlerin tespitinde bu yöntem fayda sağlamaktadır.

Bu yöntemde belirli bir boyuttaki pencere görüntü matrisi üzerinde belirli mesafelerde hareket ettirilir. Her hareket ettirildiğinde pencere içerisindeki bölüme ait GDOM elde edilir ve değerler hesaplanır. Hesaplanan değerler bir sonuç matrisine aktarılır. GDOM üzerinden kaç değer hesaplanacak ise o sayıda sonuç matrisine ihtiyaç vardır. Pencere boyutu belirlenirken dikkat edilmesi gereken hususlar pencere büyüklüğünün incelenecek dokunun bir motifini kapsayabilmesi ve boyutlarının tek sayı olan bir matris olmasıdır (5*5, 9*9 vb.). Pencere matrisinin boyutlarının çift sayı olması hesap zorluğu çıkaracağı için tercih edilmez. Hareket mesafesi olacak piksel sayısı dokunun motifini atlamayacak şekilde belirlenmelidir. Büyük bir hareket mesafesi doku motifinin atlanmasına sebep olacağı gibi, çok kısa bir mesafe belirlenmesi de işlemlerin uzun sürmesine ve sonuç matrisinin boyutlarının büyümesine sebep olacaktır [14-15], [19], [22], [25].



a.



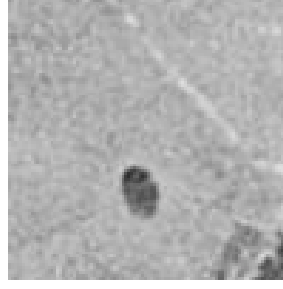
b.

Şekil IV.2. a. Pencere pozisyonu 1 iken sonuç matrisine değer aktarılması

b. Pencere pozisyonu 2 iken sonuç matrisine değer aktarılması

Şekil IV.2.' de 10*10 boyutlarındaki bir görüntü matrisinden, 5*5 boyutlarındaki bir pencere matris gezdirilerek sonuç matrisine değer aktarılması görülmektedir. Pencere 1 pozisyonunda iken içinde kalan değerlere göre GDOM elde edilir ve doku değerleri hesaplanır. Hesaplanan sonuç matrisine (1,1) elemanı olarak yerleşir. Pencere bir piksel kaydırılarak işlemler tekrarlanır. Hesaplanan sonuç bu sefer matrisin(1,2)elemanı olarak yerleşir. Bu şekilde devam ederek 6*6 boyutlarında bir sonuç matrisi oluşur.

Büyük boyutlu resimlerde bu işlemi çerçeveyi 1 piksel oynatarak gerçekleştirmek fazla vakit alıp, istenmeyen büyüklükte bir sonuç matrisi oluşmasına sebep olabilir. Böyle durumlarda çerçeve kendi boyutundan fazla olmayacak ve çerçeve matris içerisine girmeyecek görüntü matrisi elemanı kaşmayacak şekilde kaydırılarak sonuç matrisi elde edilebilir [26].



Şekil IV.3. Uydudan Çekilmiş Bir Görüntü (100*100 Piksel)

Şekil IV.2’de yer alan 100*100 boyutlarındaki resmin 9*9 boyutlarındaki bir çerçeve ile GDOM matrisleri hesaplanmıştır. Çerçeve her defasında 9 piksel kaydırılarak hareket ettirilmiştir. Böylece 121 çerçeve hareketi gerçekleştirilmiş, resmin 121 adet 9*9 piksellik bölümünden 121 adet GDOM hesaplanmıştır.

Tablo IV.11. Çerçeve Yöntemi ile Hesaplanan Kontrast Değerleri

Ortalama : 2,545				En Büyük : 8,181				En Küçük : 0,500			
3,444	2,667	2,667	4,333	2,722	0,778	1,722	2,111	1,667	2,056	1,333	
5,333	5,833	2,944	2,833	1,611	1,389	1,778	1,444	1,667	2,111	1,667	
3,056	2,056	2,389	2,556	1,167	1,556	1,444	1,222	1,778	1,500	1,722	
5,667	3,111	3,833	0,500	2,556	1,000	2,833	1,167	1,333	1,722	1,222	
3,444	1,889	3,167	2,500	1,611	2,778	0,611	1,444	1,944	1,111	0,944	
1,222	1,778	1,833	1,278	1,722	1,167	1,000	2,889	2,056	1,222	1,833	
1,667	2,056	1,278	3,889	3,264	3,153	2,000	5,222	4,222	2,611	2,944	
0,944	1,500	1,056	1,833	4,847	7,569	1,889	1,278	3,500	2,667	2,111	
1,611	1,444	2,444	1,389	3,889	5,903	1,111	1,833	3,556	4,167	1,389	
3,444	4,111	2,389	2,833	1,500	1,278	1,611	1,444	5,194	7,111	5,056	
0,833	2,333	2,167	4,833	1,833	2,944	1,167	3,000	8,181	7,333	8,125	

Tablo IV.12. Çerçeve Yöntemi ile Hesaplanan Entropi Değerleri

Ortalama :		1,127		En Büyük :		2,630		En Küçük :		0,229	
1,154	0,897	0,637	1,181	1,344	0,698	1,014	1,032	1,031	1,150	0,868	
1,168	1,306	1,086	0,903	0,831	1,009	0,991	0,982	1,152	1,229	1,370	
1,003	0,956	0,836	1,160	0,738	1,188	1,152	1,021	1,143	1,035	1,298	
1,134	0,895	1,034	0,229	1,028	0,777	1,511	1,145	0,935	1,138	0,767	
1,022	0,722	0,987	0,789	0,639	0,864	0,533	1,243	1,258	0,943	0,872	
1,021	1,088	1,002	0,869	0,584	0,738	0,712	1,077	1,466	1,082	1,240	
1,152	1,196	0,998	1,120	1,838	1,758	1,133	1,448	1,366	1,133	1,653	
0,606	0,897	0,760	1,065	2,630	2,455	1,291	0,957	1,227	0,897	1,246	
0,754	0,488	0,908	0,918	1,712	2,137	0,852	1,002	1,144	1,388	1,296	
1,112	1,365	1,145	1,216	1,056	0,964	1,087	0,744	1,959	1,691	2,319	
0,726	1,055	1,064	1,419	0,922	0,923	1,033	1,008	2,020	2,011	2,204	

Resimin tamamından elde edilen GDOM’dan hesaplanan kontrast değeri 2,572 iken 121 kontrast değerinin ortalaması 2,545’dir. Kontrast değeri bakımından diğerlerine göre farklılık gösteren bölgeler koyu renkle belirtilmiştir. Benzer bir durum entropi

değeri içinde söz konusudur. Tam resimden elde edilen entropi değeri 1,427 iken 121 bölgeden elde edilen entropi değerlerinin ortalaması 1,127 bulunmuştur. Kontrast değeri diğerlerine göre farklı olan bölgelerin entropi değerlerindedeki farklılık olduğu görülmüştür. Resmin kendisi incelendiğinde de o bölümlerin genel dokudan farklı olduğu görülür.

IV.2.3.2. Kontrast Grubu Doku Hesaplamaları

Kontrast grubu hesaplamaları, kontrast ile ilgili, ağırlıkları GDOM köşegeni olan uzaklığına bağlı olan hesaplamalardır. GDOM köşegeni kontrast değeri üretmez [23].

IV.2.3.2.1 Kontrast

Denklem (IV.2)'de görülen kontrast denkleminde i ve j satır-sütun indislerini, N matrisin boyutunu, P ise indislerin belirttiği GDOM elemanını gösterir

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \times (i - j)^2 \quad (IV.2)$$

Kontrast denklemi incelendiğinde i ve j' nin eşit olduğu durumlarda kontrast değeri 0 olur. Yani matrisin köşegeni kontrast göstermez. Bunun sebebi bu değerlerin gösterdiği komşu piksellerin benzer olmasıdır. Köşegenden uzaklaştıkça i-j farkı artacağı için kontrast değerinin arttığı görülür.

(i – j) farkı 0 ise kontrast yoktur, ağırlık değeri 0 olur.

(i – j) farkı 1 ise düşük kontrast vardır, ağırlık değeri 1 olur.

(i – j) farkı 2 ise kontrast artmaktadır, ağırlık değeri 4 olur.

Ağırlıklar formül gereği üssel olarak artar.

Tablo IV.5'te gösterilen yatay GDOM' nin normalize edilmiş halinde kontrast hesaplanırsa;

Tablo IV.13. Normalize edilmiş GDOM

0.166	0.083	0.042	0
0.083	0.166	0	0
0.042	0	0.250	0.042
0	0	0.042	0.083

$$\begin{aligned}
&=0.166*(0-0)^2 + 0.083*(0-1)^2 + 0.042*(0-2)^2 + 0*(0-3)^2 + 0.083*(1-0)^2 + 0.166*(1-1)^2 \\
&+ 0*(1-2)^2 + 0*(1-3)^2 + 0.042*(2-0)^2 + 0*(2-1)^2 + 0.250*(2-2)^2 + 0.042*(2-3)^2 + 0*(3-0)^2 + \\
&0*(3-1)^2 + 0.042*(3-2)^2 + 0.083*(3-3)^2 \\
&= 0.166*(0) + 0.083*(1) + 0.042*(4) + 0.083*(1) + 0.166*(0) + 0.042*(4) + 0.25*(0) \\
&+ 0.042*(1) + 0.042*(1) + 0.083*(0) \\
&= 0.083 + 0.168 + 0.083 + 0.168 + 0.042 + 0.042 = 0.586
\end{aligned}$$

Kontrast hesaplamasında pratik bir yöntem ile gerçekleştirilebilir. Kontrast ağırlıkları matris biçiminde yazılır ve GDOM ile çarpılır. Çarpım sonuçları toplandıığında kontrast değerini verir [2], [23], [25], [26].

Tablo IV.14. Yatay GDOM İçin Kontrastın Hesaplaması

Kontrast Ağırlıkları				X	Yatay GDOM				=	Çarpım Sonucu			
0	1	4	9		0.166	0.083	0.042	0		0	0.083	.168	0
1	0	1	4		0.083	0.166	0	0		0.083	0	0	0
4	1	0	1		0.042	0	0.250	0.042		.168	0	0	0.042
9	4	1	0		0	0	0.042	0.083		0	0	0.042	0

$$\begin{aligned}
&=0 + 0.083 + 0.168 + 0 + 0.083 + 0 + 0+0+ 0.168 + 0 + 0 + 0.042 + 0 + 0 + 0.42 + 0 \\
&=0.586
\end{aligned}$$

Aynı yöntemle dikey GDOM için kontrast hesaplanırsa;

Tablo IV.15. Dikey GDOM İçin Kontrastın Hesaplaması

Kontrast Ağırlıkları				X	Dikey GDOM				=	Çarpım Sonucu			
0	1	4	9		0.250	0	0.083	0		0	0	0.332	0
1	0	1	4		0	0.166	0.083	0		0	0	0.083	0
4	1	0	1		0.083	0.083	0.083	0.083		0.332	0.083	0	0.083
9	4	1	0		0	0	0.083	0		0	0	0.083	0

$$\begin{aligned}
&=0 + 0 + 0.332 + 0 + 0+ 0 + 0.083 + 0 + 0.332 + 0.083 + 0 + 0.83 + 0 + 0 + 0.083 + 0 \\
&=0.996
\end{aligned}$$

Yatay ve dikey kontrast sonuçları incelendiğinde dikey kontrastın (Kuzey-Güney), yatay yöndeki kontrasttan daha yüksek olduğu görülür. Bunun sebebi dikey GDOM değerlerin yatay GDOM değerlerinden büyük olmasıdır.

II.2.3.2.2 Benzemezlik (Dissimilarity)

Benzemezlik denkleminde (IV.3) i ve j satır-sütun indislerini, N matrisin boyutunu, P ise indislerin belirttiği GDOM elemanını gösterir. Kontrast denkleminden farklı olarak benzemezlik denkleminde üssel bir fonksiyon olmadığı için ağırlıklar üssel olarak artmazlar.

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \times |i - j| \quad (IV.3)$$

Tablo IV.16. Yatay

GDOM İçin Benzemezlik Hesaplaması

Benzemezlik Ağırlıkları				X	Yatay GDOM				=	Çarpım Sonucu			
0	1	2	3		0.166	0.083	0.042	0		0	0.083	0.084	0
0	1	2	3	X	0.166	0.083	0.042	0	=	0	0.083	0.084	0
1	0	1	2		0.083	0.166	0	0		0.083	0	0	0
2	1	0	1		0.042	0	0.250	0.042		0.084	0	0	0.042
3	2	1	0		0	0	0.042	0.083		0	0	0.042	0

$$= 0 + 0.083 + 0.084 + 0 + 0 + 0.083 + 0 + 0 + 0 + 0.084 + 0 + 0 + 0.042 + 0 + 0 + 0.042 + 0$$

$$= 0.418$$

Tablo IV.17. Dikey GDOM İçin Benzemezlik Hesaplaması

Benzemezlik Ağırlıkları				X	Dikey GDOM				=	Çarpım Sonucu			
0	1	2	3		0.250	0	0.083	0		0	0	0.166	0
0	1	2	3	X	0.250	0	0.083	0	=	0	0	0.166	0
1	0	1	2		0	0.166	0.083	0		0	0	0.083	0
2	1	0	1		0.083	0.083	0.083	0.083		0.166	0.083	0	0.083
3	2	1	0		0	0	0.083	0		0	0	0.083	0

$$= 0 + 0 + 0.166 + 0 + 0 + 0 + 0.083 + 0 + 0.166 + 0.083 + 0 + 0.083 + 0 + 0 + 0.083 + 0$$

$$= 0.664$$

Yatay ve dikey yönde benzemezlik değerleri incelendiğinde dikey yöndeki benzemezliğin daha büyük olduğu görülür. Bunun sebebi de kontrastda olduğu gibi matrislerin değer toplamları ile ilgilidir.

II.2.3.2.3. Homojenlik (Homogeneity)

Homojenliğe ters fark momenti de (Inverse Difference Moment) denir. Homojenlik denklemini incelendiğinde (IV.4) kontrast ve farklılık ağırlıklarının aksine homojenlik ağırlıkları köşegenden uzaklaştıkça üssel olarak azalır.

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1 + (i - j)^2} \quad (IV.4)$$

Tablo IV.18. Yatay GDOM İçin Homojenlik Hesaplaması

Homojenlik Ağırlıkları				X	Yatay GDOM				=	Çarpım Sonucu			
1	0.5	0.2	0.1		0.166	0.083	0.042	0		0.166	0.0415	0.008	0
0.5	1	0.5	0.2	0.083	0.166	0	0	0.0415	0.166	0	0		
0.2	0.5	1	0.5	0.042	0	0.25	0.042	0.008	0	0.250	0.021		
0.1	0.2	0.5	1	0	0	0.042	0.083	0	0	0.021	0.083		

$$= 0.166 + 0.0415 + 0.008 + 0 + 0.0415 + 0.166 + 0 + 0 + 0.008 + 0 + 0.25 + 0.021 + 0 + 0 + 0.021 + 0.083$$

$$= 0.806$$

Tablo IV.19. Dikey GDOM İçin Homojenlik Hesaplaması

Homojenlik Ağırlıkları				X	Dikey GDOM				=	Çarpım Sonucu			
1	0.5	0.2	0.1		0.250	0	0.083	0		0.250	0	0.0166	0
0.5	1	0.5	0.2	0	0.166	0.083	0	0	0.166	0.0415	0		
0.2	0.5	1	0.5	0.083	0.083	0.083	0.083	0.0166	0.0415	0.083	0.0415		
0.1	0.2	0.5	1	0	0	0.083	0	0	0	0.0415	0		

$$= 0.25 + 0 + 0.0166 + 0 + 0 + 0.166 + 0.0415 + 0 + 0.0166 + 0.0415 + 0.083 + 0.0415 + 0 + 0 + 0.0415 + 0 = 0.698$$

Yatay ve dikey yöndeki homojenlik incelendiğinde yatay yönün daha homojen olduğu, fakat yönler arasındaki farkın kontrast ve benzemezlikte olduğu kadar fazla olmadığı görülür [2], [23], [25], [26].

IV.2.3.3. Sıralama İle İlgili Doku Hesaplamaları

Pencere içerisindeki piksel değerlerinin düzgün sıralı veya dağınık olması ile ilgili ölçümlerdir.

Tablo IV.17 ve tablo IV.18.'de görülen iki matrisinde yatay kontrastı aynıdır. Her değer sağındaki değerden bir küçüktür. Fakat sıranın derecesi farklıdır.

Tablo IV.20. Düzgün sıralı matris

1	2	3	4
1	2	3	4
1	2	3	4
1	2	3	4

Tablo IV.21. Düzgün sıralı olmayan matris

3	4	2	3
1	2	3	4
2	3	4	5
4	5	6	7

Tablo IV.17'deki daha düzenli matriste her piksel çiftlemesi bir çok kez meydana gelmiştir. Örneğin (1,2) kombinasyonu 4 kez, (3,4) kombinasyonu 4 kez oluşmuştur. Tablo IV.18'deki düzensiz matriste ise (1,2) kombinasyonu sadece 1 kez, (3,4) kombinasyonu 3 kez meydana gelmiştir.

Bu ölçümlerde de kontrast ölçümleri gibi ağırlıklar söz konusudur. Ağırlıklar düzenli sıra arttıkça artar, düzensizlik arttıkça azalır. GDOM içerisindeki $P_{i,j}$ değerleri zaten bir oluşma sayısını gösterdikleri için bu ölçümlerde ağırlık olarak kendileri kullanılırlar [22], [23], [14-15], [22], [25].

IV.2.3.3.1. Maksimum Olasılık (Max)

En büyük $P_{i,j}$ değeridir. Matriste bulunduğu satır ve sütun numarası piksel çiftlemelerinden matris içerisinde en fazla bulunanıdır.

IV.2.3.3.2. Açısal İkinci Moment (AİM) Ve Enerji

Açısal ikinci moment (Angular second moment-ASM) ve enerji (Birörneklilik-Uniformity) her $P_{i,j}$ değerini ağırlık olarak alırlar. Düzgün sıralı matrislerde yüksek değerlerde ASM ve enerji ölçülebilir.

$$\sum_{i,j=0}^{n-1} P_{i,j}^2 \quad (IV.5)$$

(IV.5)'de denklemi görülen açısal ikinci momentin karekökü enerjiyi verir.

$$ENERGY = \sqrt{ASM} \quad (IV.6)$$

IV.2.3.3.3. Entropi

Entropi içerik bilgisinin veren bir ölçüdür. Özelliksiz, geniş boşluklar az içerik bilgisine sahiptir. Dağınık alanlar ise daha fazla içerik bilgisi verir.

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P(i, j)(-\ln P(i, j)) \quad (IV.7)$$

Tablo IV.22. Yatay GDOM için entropi hesaplanması

ln(P(i,J))				X	Yatay GDOM * (-1)				=	Çarpım Sonucu			
-	-	-	0		0.166	0.083	0.042	0		0.2980	0.2065	0.1331	0
1.795	2.488	3.170	0		0.083	0.166	0	0		0.2065	0.2980	0	0
-	-	0	0		0.042	0	0.25	0.042		0.1331	0	0.3465	0.1331
2.488	1.795	0	0		0	0	0.042	0.083		0	0	0.1331	0.2065
-	0	-	-1.70										
3.170	0	1.386	-1.70										
0	0	-	-										
		3.170	2.488										

$$= 0.298 + 0.2065 + 0.1331 + 0 + 0.2065 + 0.2980 + 0 + 0 + 0.1331 + 0 + 0.3465 + 0.1331 + 0 + 0 + 0.1331 + 0.2065$$

$$= 2.0951$$

IV.2.3.4. GDOM Doku Ölçümlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

GDOM oluşturan değerler üzerinden hesaplanan 1.derece istatistiksel değerlerdir. Görüntü matrisi üzerinden yapılan istatistiksel hesaplamalarla karıştırılmamalıdır [19],[23].

IV.2.3.4.1. GDOM Ortalaması (GDOM Mean)

GDOM ortalaması orijinal görüntüdeki piksel değerlerinin ortalaması değildir. Bir piksel değerinin ağırlık kat sayısı matris içerisinde kaç kere yer aldığı değildir. Ağırlık kat sayısı bir komşu piksel değeri ile kaç kere ikili kombinasyona girdiğidir. Ortalama referans piksel için ve hedef piksel için ayrı ayrı hesaplanabilir.

$$\mu_i = \sum_{i,j=0}^{N-1} i(P_{i,j}) \quad (\text{IV.8}) \quad \mu_j = \sum_{i,j=0}^{N-1} j(P_{i,j}) \quad (\text{IV.9})$$

Tablo IV.23. Yatay GDOM için ortalama hesaplanması

Ağırlık	X	Yatay GDOM			
0		0.166	0.083	0.042	0
1	0.083	0.166	0	0	
2	0.042	0	0.25	0.042	
3	0	0	0.042	0.083	

$$\begin{aligned}
&= 0 * (0.166 + 0.083 + 0.042 + 0) + 1 * (0.083 + 0.166 + 0 + 0) + \\
&\quad 2 * (0.042 + 0 + 0.250 + 0.042) + 3 * (0 + 0 + 0.042 + 0.083) \\
&= 0.249 + 2(0.334) + 3(0.125) = 0.249 + 0.668 + 0.375 \\
&= 1.292
\end{aligned}$$

Tablo IV.24. Dikey GDOM için ortalama hesaplanması

Ağırlık	X	Dikey GDOM			
0		0.250	0	0.083	0
1	0	0.166	0.083	0	
2	0.083	0.083	0.083	0.083	
3	0	0	0.083	0	

$$\begin{aligned}
&= 0 * (0.250 + 0.083) + 1 * (0.166 + 0.083) + 2 * (0.083 + 0.083 + 0.083 + 0.083) \\
&\quad + 3 * (0.083) = 1.162
\end{aligned}$$

IV.2.3.4.2. Varyans ve Standart Sapma

Varyans, referans ve komşu piksel arasındaki farkın dağılımı nedir sorusunun cevabıdır. Varyans GDOM içerisindeki değerlerin ortalamasına ve ortalamaya göre dağılımlarına bağlıdır. Varyans GDOM içerisindeki değerlere göre hesaplandığı için orijinal görüntüdeki gri düzeylerin varyansı ile aynı değildir. (IV.10)'da referans piksel için, (IV.11)'de ise hedef piksel için varyans denklemleri görülmektedir [23], [26].

$$\sigma_i^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (i - \mu_i)^2 \quad (\text{IV.10})$$

$$\sigma_j^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (j - \mu_j)^2 \quad (\text{IV.11})$$

Yatay ve dikey GDOM için varyans ve standart sapma hesaplanırsa;

$$\begin{aligned} \text{Varyans (Yatay)} = & 0.166(0-1.292)^2 + 0.083(0-1.292)^2 + 0.042(0-1.292)^2 + 0 + \\ & 0.083(1-1.292)^2 + 0.166((1-1.292)^2 + 0 + 0 + 0.042(2-1.292)^2 + 0 + 0.250(2-1.292)^2 + \\ & 0.042(2-1.292)^2 + 0 + 0 + 0.042(3-1.292)^2 + 0.083(3-1.292)^2 \end{aligned}$$

$$\text{Yatay Varyans} = 1.039067$$

$$\text{Yatay Standart Sapma} = 1.01934$$

$$\begin{aligned} \text{Varyans (Dikey)} = & 0.250(0 - 1.162)^2 + 0 + 0.083(0 - 1.162)^2 + 0 + 0 + 0.166(1 - 1.162)^2 + \\ & 0.083(1 - 1.162)^2 + 0 + 0.083(2 - 1.162)^2 + 0.083(2 - 1.162)^2 + 0.083(2 - 1.162)^2 + 0.083(2 \\ & - 1.162)^2 + 0 + 0 + 0.083(3 - 1.162)^2 + 0 \end{aligned}$$

$$\text{Dikey Varyans} = 0.969705$$

$$\text{Dikey Standart Sapma} = 0.98475$$

IV.2.3.4.3. Korelasyon

Korelasyon diğer doku ölçümlerinden farklı bir ölçümdür. Korelasyon diğerlerinden bağımsızdır ve başka bir dokunun ölçümleri ile kombinasyon sağlamak için kullanılabilir.

Korelasyon büyük pencereler içinde kullanılabilir. Dokuda düzenli olarak aynı objeler varsa pencere büyüklüğü tanımlanabilir. Fakat pencere büyüklüğü bir objeyi alacak şekilde olmalıdır. Korelasyon -1 ile +1 arasında bir değer alır. -1 veya +1 olması tam negatif veya pozitif uyum olduğunu gösterir. Sabit görüntüler için korelasyon tanımsızdır [19].

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)P_{i,j}}{\sigma_i \sigma_j} \quad (\text{IV.12})$$

Şekil IV.3’de mesafe vektörü ve yönü (0, 1) olan bir GDOM oluşturulması ve GDOM üzerinden değerlerin hesaplanmasının yer aldığı MATLAB kodları görülmektedir.

```

Y=imread('C:\resim\tex1.bmp');

[m n]=size(Y); % resmin boyutları alınıyor
gdom=zeros(8,8); %gdom tanımlanıyor

%%%%%%%%%gdom oluşturulması %%%%%%%%%%

for i=0:7
    for j=0:7
        for a=1:m
            for b=1:n-1
                if (Y(a,b)==i) & (Y(a,b+1)==j)
                    gdom(i+1,j+1)=gdom(i+1,j+1)+1;
                end
            end
        end
    end
end

sgdom = gdom + gdom'; % simetrik gdom elde edildi
nsgdom = sgdom / sum(sum(sgdom)); % normalizasyon yapıldı
%%%%%%%%% gdom oluşturuldu %%%%%%%%%%

%%%%%%%%% gdom degerleri hesaplaması %%%%%%%%%%

for i=1:8
    for j=1:8
        kontt=kont+(nsgdom(i,j)*(i-j)^2);
        benz=benz+(nsgdom(i,j)*abs(i-j));
        homogm=homogm+(nsgdom(i,j)/(1+(i-j)^2));
        aim=aim+nsgdom(i,j)^2;
        if nsglcm(i,j)~=0
            entropi=entropi+(nsgdom(i,j)*(-1)*log(nsgdom(i,j)));
        end
    end
end

%%%%%%%%% degerler hesaplandı %%%%%%%%%%

```

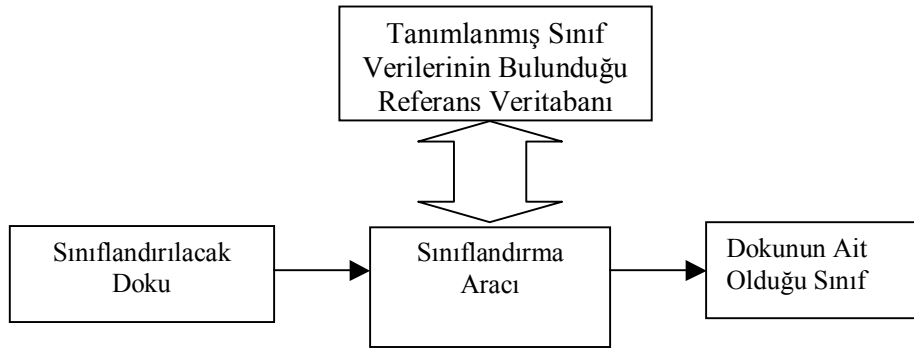
Şekil IV.4. GDOM Hesaplamalarını Gerçekleştiren MATLAB Kodları

IV.3. DOKU SINIFLANDIRMA ARACI

Tasarlanan sınıflandırma aracı istatistiksel metotlarla sınıflandırma yapmaktadır. İkinci dereceden istatistik değerleri bulmakta kullanılan GDOM ile elde edilen değerler sınıflandırma işleminde kullanılmaktadır. Sınıflandırması yapılacak olan görüntüden elde edilen GDOM hesaplamalarının, sınıfları oluşturan görüntülerin GDOM hesaplamaları ile olan ilişkileri değerlendirilerek ait olduğu sınıf tespit edilmeye çalışılır. Şekil IV.5’de sınıflandırma işlemi için bir blok diyagram görülmektedir, şekil IV.6’de aracın kullanıcı ara yüzü, şekil IV.7’de ise akış diyagramı yer almaktadır[14], [15], [26].

Tasarlanan araç yüklenen doku görüntüsünün istenen yönlerdeki GDOM’larını bulur ve kontrast, benzemezlilik, homojenlik, entropi ve açısal ikinci momentini içeren özellik vektörünü hesaplar. Bu değerleri önceden referans veritabanında (RVT) bulunan sınıf verileri ile ilişkilendirerek dokunun ait olduğu sınıfı belirtir. Araç temel sınıflandırma yöntemlerinden biri olan korelasyon yöntemini kullanmaktadır. Korelasyon ile sınıflandırma yönteminde sınıflandırılacak verinin sınıf verileri ile korelasyonu hesaplanır. Verinin en yüksek korelasyona sahip olduğu sınıfa ait olduğu belirlenir.

Araç yatay ve dikey doğrultuda doku sınır eğrilerini çıkartıp, bunların arasındaki ilişkiye göre olası değerlendirme yöntemini belirtebilmektedir [16-19].



Şekil IV.5. Sınıflandırma işlemi blok diyagramı

DOKU SINIFLANDIRMA
 Dosya Ön işleme Hesaplama Sınıflandırma Yardım

Yükle ?
 Histogram ?

Mesafe Vektörü: 2

GLCM (0,D) GLCM (D,0) GLCM (D,D) GLCM (-D,-D) GLCM(A,A) ?

0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	10977	66	0	0	737	6426	0
2	0	67	181	0	0	0	790	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	704	0	1	0	213	81	0
6	0	6442	788	0	0	39	12087	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Simetrik ? normalize ?

Kontrast Benzezeçlilik Homojenlik ASM Entropi

GLCM (0,D) 9.35013 1.93619 0.612561 0.224314 1.70461

GLCM (D,0) 8.81871 1.82902 0.63341 0.23035 1.69044

GLCM (D,D) 10.9032 2.25505 0.547318 0.209026 1.76573

GLCM (-D,-D) 11.1084 2.29666 0.539212 0.207917 1.7672

GLCM (A,A) 10.0403 2.07829 0.583326 0.216186 1.73878

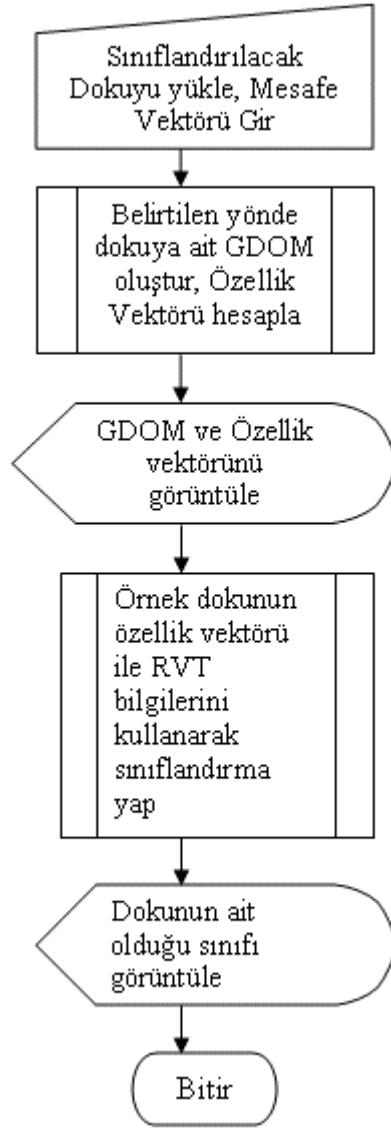
Sınıflandırma
 (0,D) için Sınıflandır ?
 (D,0) için Sınıflandır ?
 (D,D) için Sınıflandır ?
 (-D,-D) için Sınıflandır ?
 (A,A) için Sınıflandır ?
 cotton

Filterleme
 Maske Boyutu: 3
 Medyan Filtre ?
 Adaptif Filtre ?
 Ortalama Filtre ?
 Histogram ?

Sinir Çıkartma
 Sinir ?
 Dikey Sinir ?
 Yatay Sinir ?

C:\Program Files\WMA\TL\AB704\work\kth\cotton1\
 46-scale_1_jm_3_grey.bmp
 Boyut: 200 * 200

Şekil IV.6. Doku Sınıflandırma Aracı Kullanıcı Arayüzü



Şekil IV.7. Sınıflandırma aracı akış diyagramı

IV.3.1. Doku Sınıflandırma Aracının Kullanımı

Tasarlanan sınıflandırma aracı istatistiksel metotlarla sınıflandırma yapmaktadır. İkinci dereceden istatistik değerleri bulmakta kullanılan GDOM ile elde edilen değerler sınıflandırma işleminde kullanılmaktadır. Sınıflandırması yapılacak olan görüntüyü yüklemek için Yükle düğmesi kullanılır. Yüklenen doku ekranda görüntülenir. Görüntü dosyasının adı, yolu ve boyutları ekranda belirir.

Hesaplamaları gerçekleştirmek için mesafe vektörü girildikten sonra hesaplaması istenilen yönün düğmesine basılır.

- Doğu yönü için GDOM (0, D),
- Güney yönü için GDOM (D, 0),
- Güneydoğu yönü için GDOM (D, D),
- Güneybatı yönü için GDOM (D, -D),
- Dört yön matrisinin ortalaması için GDOM (Av,Av) gerekli işlevi sağlar.

İlgili işlem aktif edildikten sonra hesaplanan GDOM matris alanına yazılır (Şekil IV.4). Matristen hesaplanan kontrast, benzemezlik, homojenlik, AİM ve entropi değerleri o yönün alanına yerleşir. Bu 5 değere özellik vektörü ismi verilir (Şekil IV.8). Sınıflandırmayı gerçekleştirmek için kullanılacak yöne ait özellik vektörü mutlaka hesaplanmalıdır. Ortalama GDOM'u oluşturmak için diğer 4 yön hesaplanmalıdır.

Mesafe Vektörü :

	GLCM (0,D)	GLCM (D,0)	GLCM (D,D)	GLCM (-D,-D)	GLCM(A,A)	?		
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0.25	0.25	0	0	0.25	0.25	0
1	0	3606.75	1969.75	456.25	202.5	1770.25	4120.25	29.25
2	0.25	1923.5	962	154.5	85.75	800.5	2154.75	10
3	0	460.5	140.5	42.75	7.5	211.75	455.25	2.75
4	0	179.5	89.5	9.5	7.75	61.5	197	0.75
5	0.25	1816.25	826	190.25	66.25	852.5	1986.25	10.75
6	0.5	4118.75	2124.25	454.75	181.75	1993.5	4560.75	25.25
7	0	31.25	8	1.75	0.75	16.5	22	0

Simetrik ? ?

	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	ASM	Entropi
GLCM (0,D)	<input type="text" value="9.49207"/>	<input type="text" value="2.36409"/>	<input type="text" value="0.404902"/>	<input type="text" value="0.0680722"/>	<input type="text" value="2.95243"/>
GLCM (D,0)	<input type="text" value="9.49404"/>	<input type="text" value="2.34722"/>	<input type="text" value="0.41602"/>	<input type="text" value="0.0685324"/>	<input type="text" value="2.9426"/>
GLCM (D,D)	<input type="text" value="9.60591"/>	<input type="text" value="2.41343"/>	<input type="text" value="0.385712"/>	<input type="text" value="0.0659122"/>	<input type="text" value="2.96393"/>
GLCM (-D,-D)	<input type="text" value="9.66174"/>	<input type="text" value="2.42427"/>	<input type="text" value="0.383576"/>	<input type="text" value="0.0658558"/>	<input type="text" value="2.96262"/>
GLCM (A, A)	<input type="text" value="9.56309"/>	<input type="text" value="2.38709"/>	<input type="text" value="0.397617"/>	<input type="text" value="0.066306"/>	<input type="text" value="2.96821"/>

Sınıflandırma

?

?

?

?

?

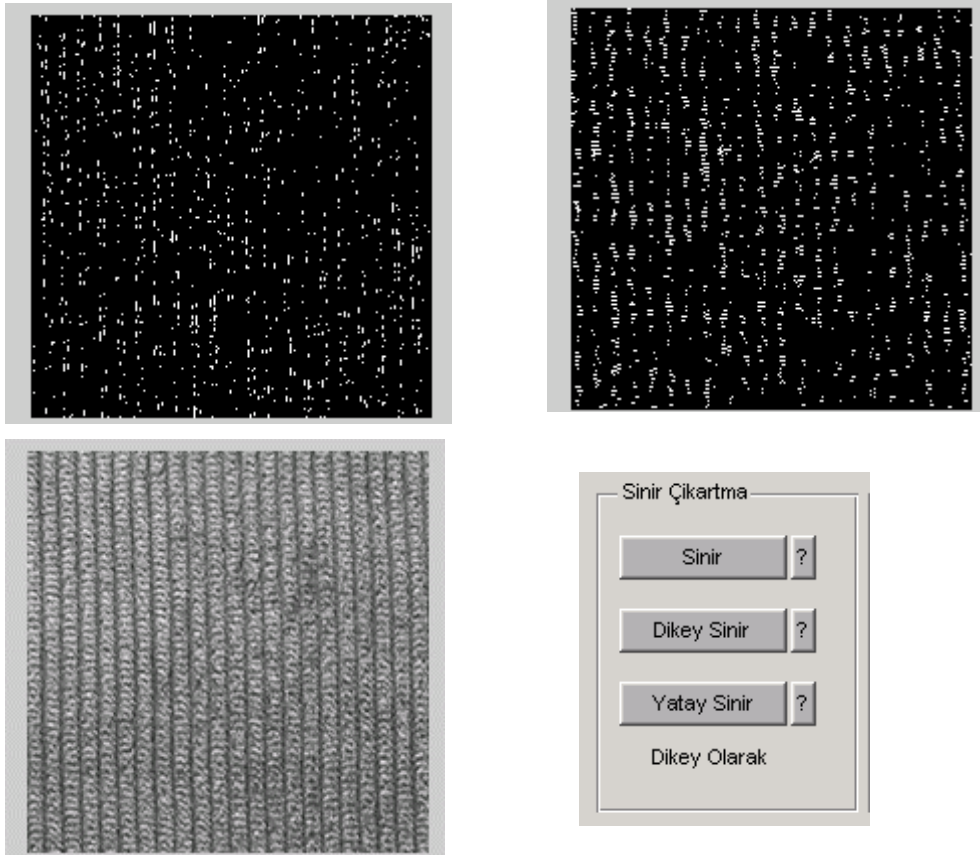
Kadife

Şekil IV.8.a. Hesaplanan matris ve değerleri.

b. Sınıflandırma bölümü ve sonuç

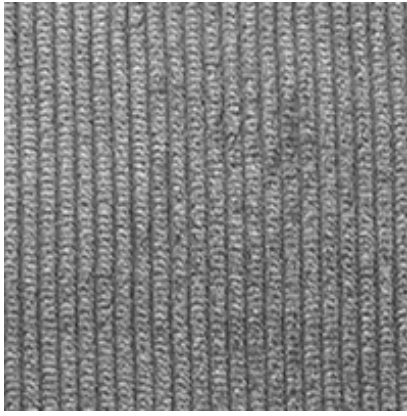
Özellik vektörü hesaplandıktan sonra sınıflandırma işlemi yapılabilir. Hangi yön için sınıflandırma yapılacaksa sınıflandırma bölümünde ilgili yön seçilir. Sınıflandırma sonucu sınıflandırma bölümünün alt kısmında belirtilir. Tüm yönler için hesaplama ve sınıflandırma işlemleri ardışık olarak yapılabilir. Eğer istenilen yöne ait bilgiler önceden yüklenmiş sınıfların bilgileri içerisinde yer almıyorsa o sınıflandırma yapılamaz. Hesaplaması yapılmamış yönün sınıflandırılması da mümkün değildir..

Sınıflandırma aracı bazı yardımcı özelliklere de sahiptir. Bunların başında sınır çıkartma özelliği gelmektedir. Sınır çıkartma işlemi sobel algoritması kullanılarak yapılmaktadır. Yatay ve dikey yöndeki sınırlar çıkartıldıktan sonra araç iki yöndeki sınırları kıyaslayarak hangi yönde sınıflandırma yapmanın daha sağlıklı olabileceğini belirtir. Bu diğer yöndeki sınıflandırmanın hatalı olacağını belirtmediği gibi yapılanın kesinlikle doğru olacağı da söylenemez. Bu durum dokunun fiziksel yapısına göre farklılık gösterebilir. Şekil IV.9'da yatay, dikey sınır görüntüleri ve sınır çıkartma bölümleri görülmektedir [2], [16], [18].

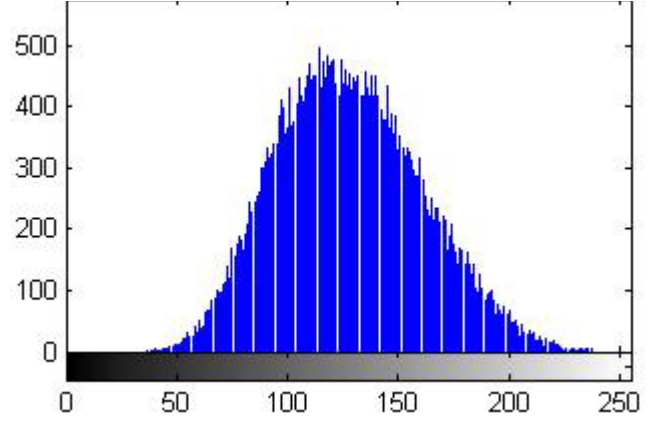


Şekil IV.9. a. Dikey Sınır b. Yatay Sınır c. Orijinal Görüntü d. Sınır Çıkartma Bölümü

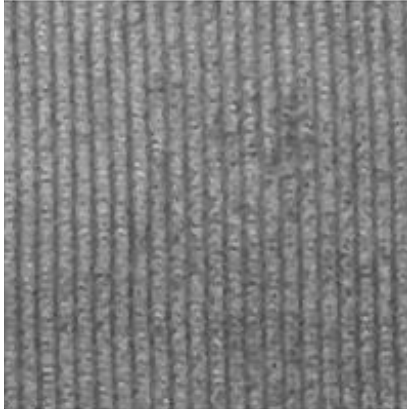
Doku görüntüsünün sınıflandırılmadan önce gürültüden arındırılmasının gerektiği durumlar için araçta filtreleme seçenekleri bulunmaktadır. Filtreleme işlemi için maske değeri girildikten sonra medyan, adaptif, ortalama filtre uygulanabilir. Filtre uygulandıktan sonra asıl görüntü ile filtrelenmiş görüntü arasındaki histogram farkı da görüntülenebilir. Filtreleme işleminde dikkat edilmesi gereken husus filtreleme işlemi sonucunda dokunun kendine has özelliklerini yitirmemesidir [2], [23].



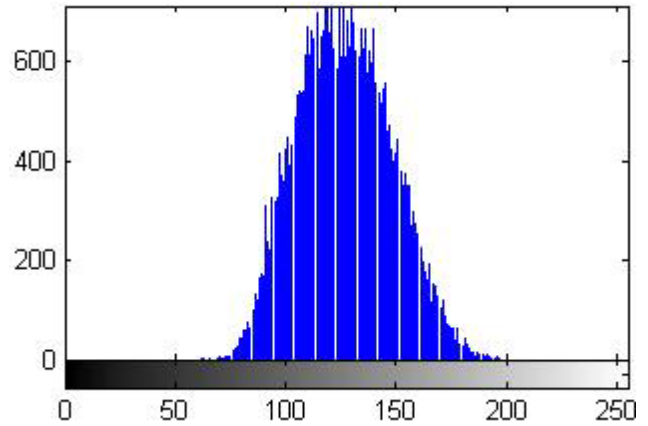
a.



b.



c.



d.

Şekil IV.10. a. Asıl doku görüntüsü b. Asıl doku görüntüsüne ait histogram
c. Filtrelenmiş görüntü d. Filtrelenmiş görüntüye ait histogram

Şekil IV.8’de bir dokunun maske boyutu 3*3 olan bir medyan filtre uygulandıktan sonraki görüntüsü ve histogramı yer almaktadır. Şekil IV.10.c’de dokunun asıl halindeki özellikleri yitirdiği görülmekte, histogramdaki dağılımın daralmasından da bu anlaşılmaktadır.

IV.4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Doku sınıflandırma aracının kullanılmasının test edilmesi ve elde ettiği sonuçların incelenmesi için önceden oluşturulan 3 sınıf için deneyler yapılmıştır. Sınıflandırılması istenilen görüntüler, sınıfları oluşturan görüntülerin MATLAB görüntü işleme fonksiyonları kullanılarak yapay bozucular uygulanmış halleridir. Bu bozucular %10 oranında parlaklığın artırılıp, azaltılması ve %5 oranında tuz-biber gürültüsü eklenmesi ile elde edilmiştir. Şekil IV.11’de yapay bozucuların yapılışıyla ilgili örnek MATLAB kodları yer almaktadır.

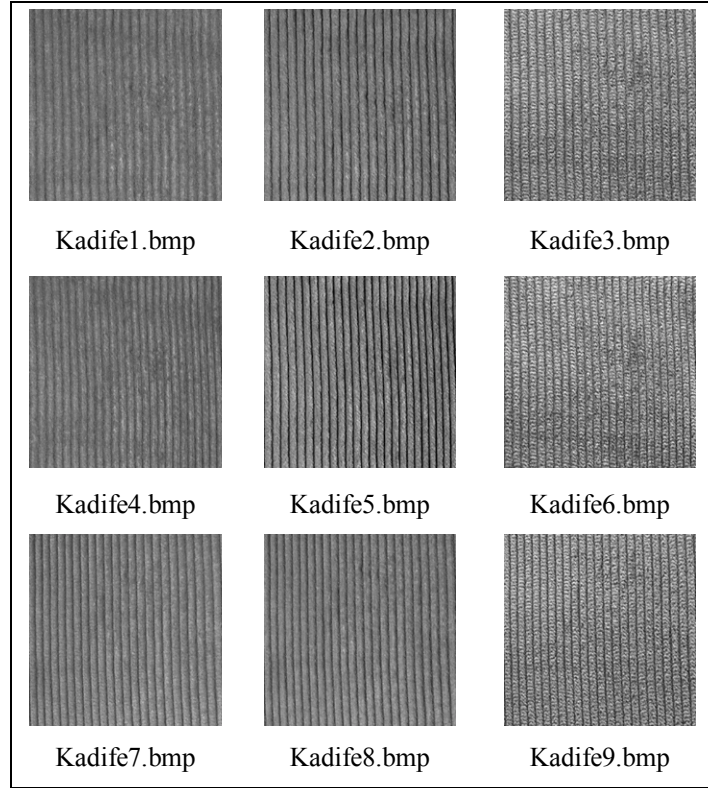
```
A = imread('C:\resim\dokul.bmp');
B = brighten(A, 0.1);
C = brighten(A, -0.1);
D = imnoise(A, 'saltpepper');
% yapay bozucuların eklenmesi
imwrite(B, 'C:\resim\dokulacik.bmp');
imwrite(C, 'C:\resim\dokulkoyu.bmp');
imwrite(D, 'C:\resim\dokultuzbiber.bmp')
%bozucu eklenmiş görüntü dosyalarının kaydedilmesi
```

Şekil IV.11. Yapay bozucu eklenmesi ve görüntülerin kaydedilmesi ile ilgili MATLAB kodları

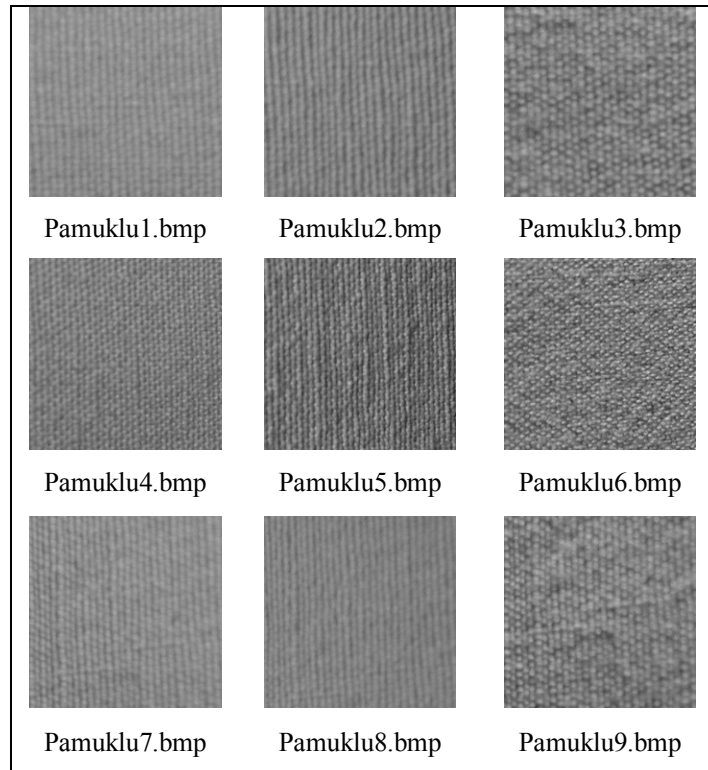
IV.4.1. Deneylerde Kullanılan Dokular

Doku sınıflandırma aracı ile yapılan deneylerde İsveç’in KTH (Kungliga Tekniska högskolan) Kraliyet Teknoloji Enstitüsü tarafından oluşturulan KTH-TIPS (KTH-Textures under varying Illumination, Pose and Scale) görüntü veritabanından seçilen doku görüntüleri kullanılmıştır. KTH-TIPS veritabanında bulunan dokular arasından tekstil dokuları seçilmiştir. Keten (Linen), pamuklu (Cotton) ve fitilli kadife (Corduroy) dokularından dokuzar tane seçilerek 3 adet sınıf oluşturulmuştur [29]. Kadife resimlerinden oluşan sınıfa *sınıf 1*, pamuklu resimlerinden oluşan sınıfa *sınıf 2*, keten resimlerinden oluşan sınıfa *sınıf 3* ismi verilmiştir. Tablo IV.25-27’de bu sınıflar görülmektedir

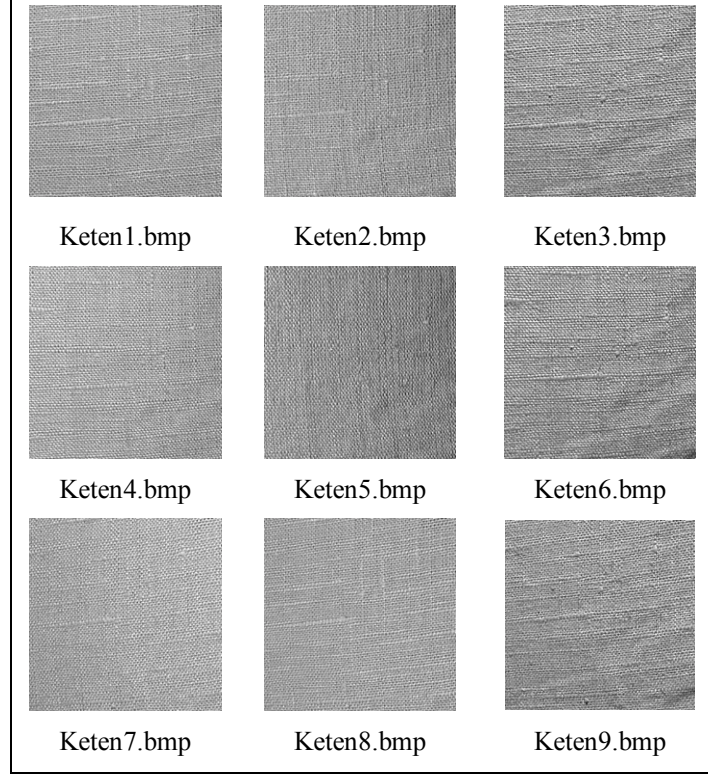
Tablo IV.25. Kadife (Sınıf 1) sınıfını oluşturan görüntüler



Tablo IV.26. Pamuklu (Sınıf 2) sınıfını oluşturan görüntüler

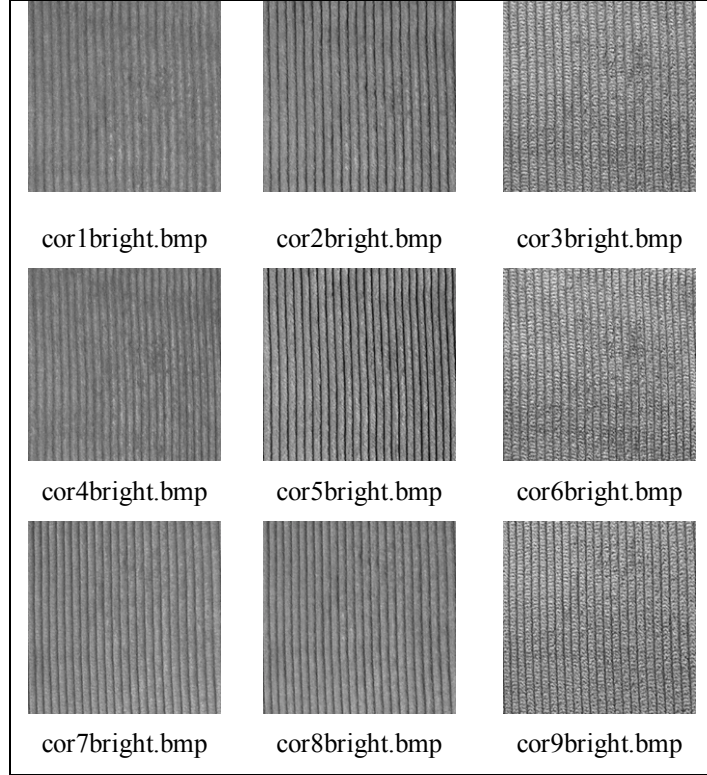


Tablo IV.27. Keten (Sınıf 3) sınıfını oluşturan görüntüler

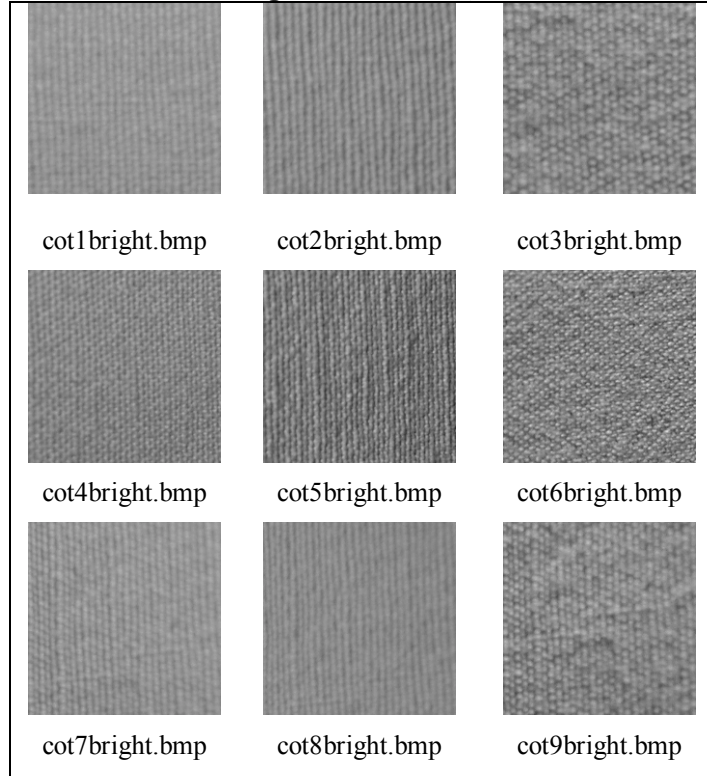


Sınıflandırma amacıyla seçilen 3 sınıfa ait dokular üzerinde iki farklı yapay bozucu etkisi oluşturulmuştur. Bunlar parlaklığın değiştirilmesi ve tuz-biber gürültüsü eklenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Her sınıfa ait doku örnekleri üzerinde \pm % 10 parlaklık değişimi sağlanmıştır. Tablo IV.28-33'de sınıflara ait dokuların parlak/koyu değişimlerini yansıtmaktadır. Ayrıca % 5 tuz-biber gürültüsü eklenmiş doku örnekleri tablo IV.34-36 arasında yer almaktadır.

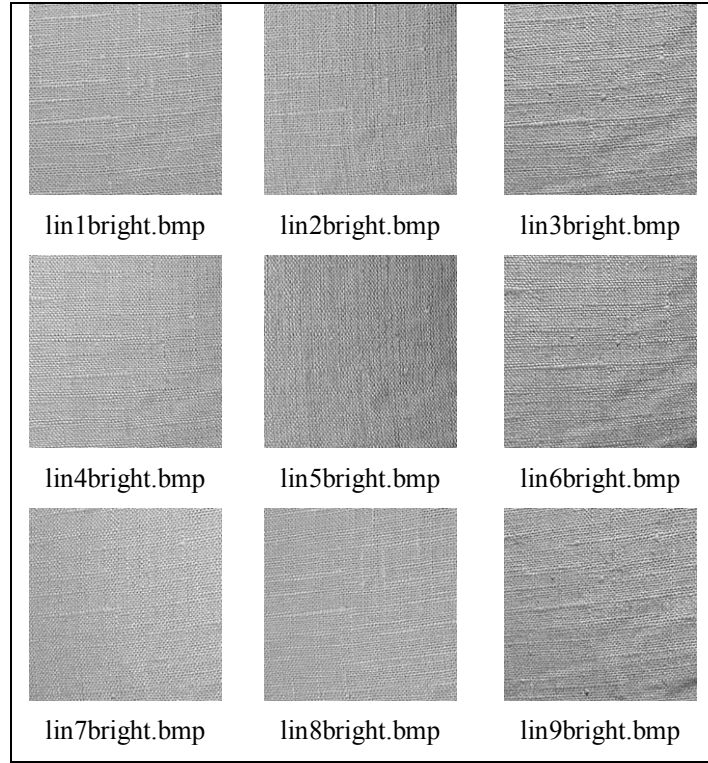
Tablo IV.28. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sınıf 1 Görüntüleri



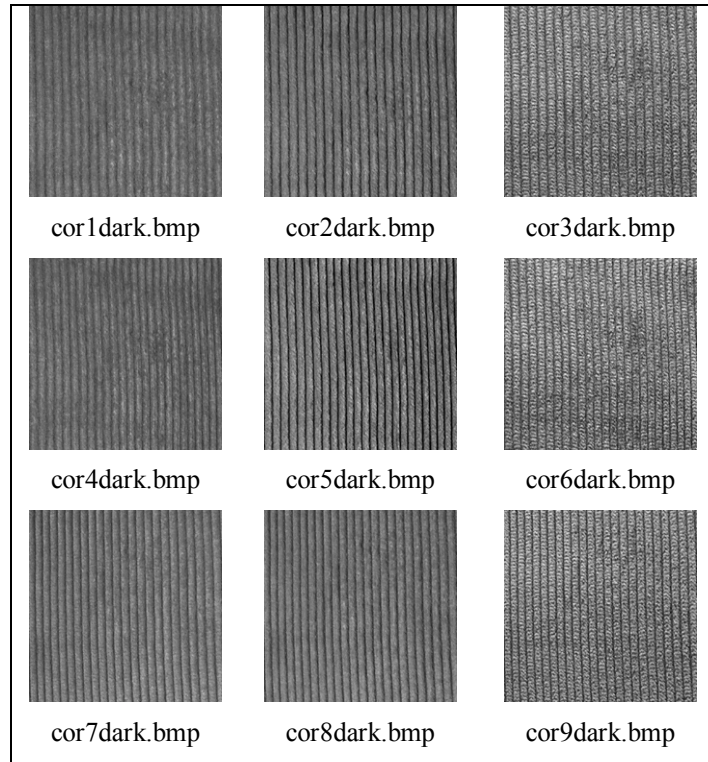
Tablo IV.29. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sınıf 2 Görüntüleri



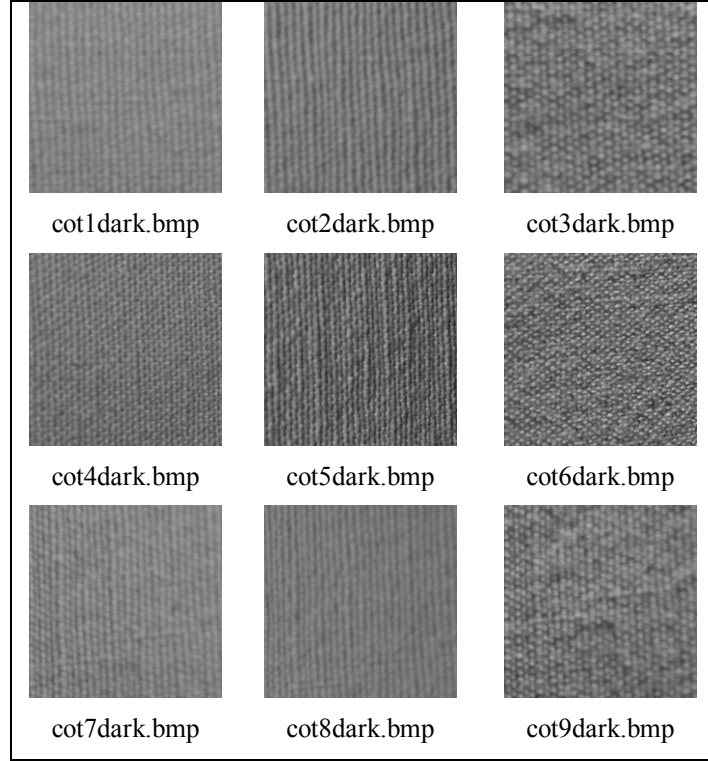
Tablo IV.30. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sınıf 3 Görüntüleri



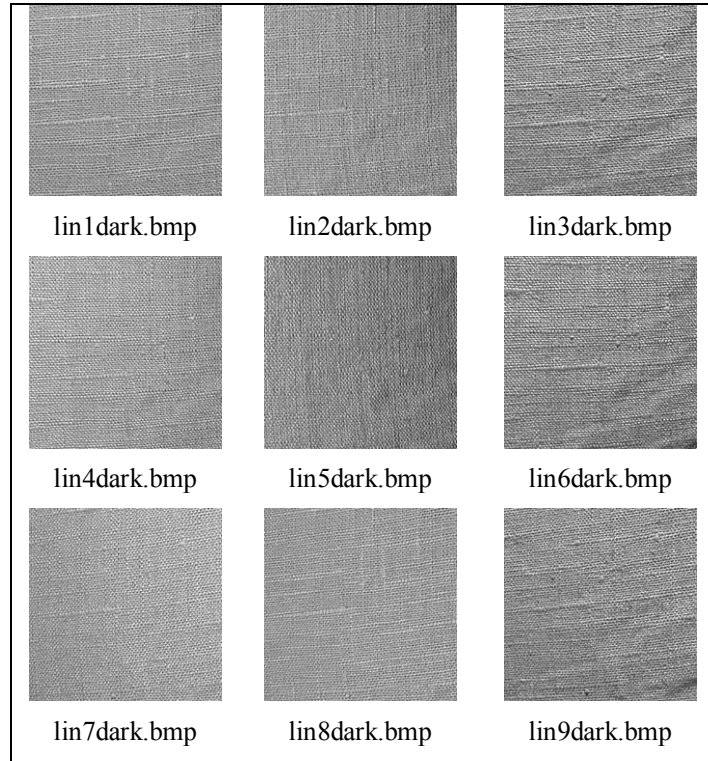
Tablo IV.31. %10 Koyulaştırılmış Sınıf 1 Görüntüleri



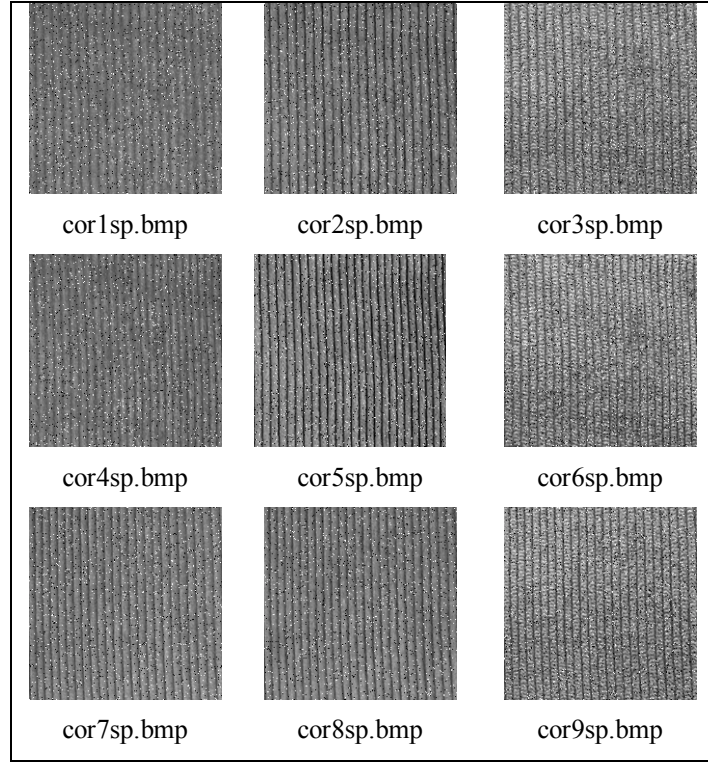
Tablo IV.32. %10 Koyulaştırılmış Sınıf 2 Görüntüleri



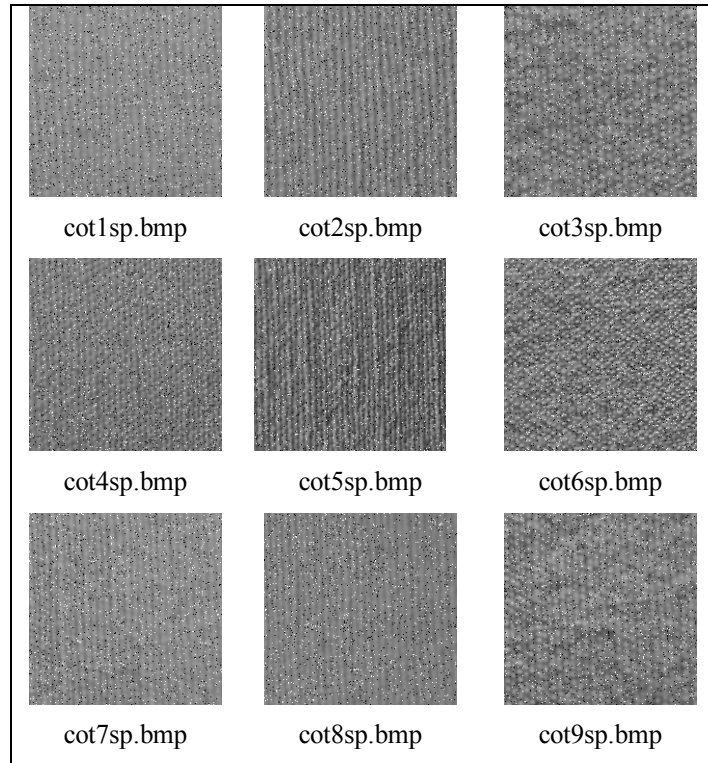
Tablo IV.33. %10 Koyulaştırılmış Sınıf 3 Görüntüleri



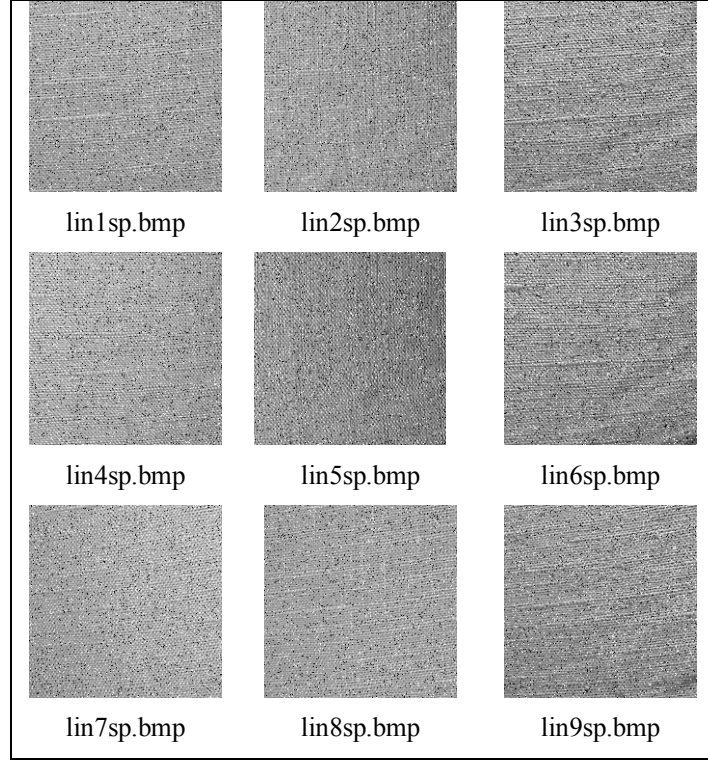
Tablo IV.34. %5 Oranında Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 1 Görüntüleri



Tablo IV.35. %5 Oranında Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 2 Görüntüleri



Tablo IV.36. %5 Oranında Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 3 Görüntüleri



Sınıfları oluşturan her bir resmin 4 yöndeki GDOM matrisleri ve bu GDOM'ların aritmetik ortalaması alınarak elde edilen ortalama matrisleri 3 farklı mesafe vektörü (1, 2 ve 3 piksel) için hesaplanmıştır. Hesaplanan matrislerden kontrast, benzemezlik, homojenlik, AİM ve entropi değerlerini içeren özellik vektörü çıkartılmıştır. Çıkarılan değerler mesafe vektörlerine göre üç farklı MATLAB veri dosyasına kaydedilmiştir. Bu veri dosyası sınıflandırma işlemlerinde baz alınacak referans veri tabanıdır (RVT).

Özellik vektörlerinin tüm yönler için D=1 mesafe vektörüne göre değerleri Sınıf 1 için tablo IV.37'de, Sınıf 2 için tablo IV.38'de sınıf 3 için ise tablo IV.39'da yer almaktadır.

Tablo IV.37. Kadife Dokularının D = 1Mesafe Vektörüne Göre Değerleri

KADİFE (SINIF I)	Yön	Doku	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
	(0, D)	Kadife1	8,7674	1,9125	0,59683	0,26633	1,6804
		Kadife2	9,7282	2,2423	0,47912	0,12218	2,3935
		Kadife3	9,357	2,2602	0,45489	0,076831	2,8326
		Kadife4	9,555	2,1327	0,53954	0,20902	1,8491
		Kadife5	9,993	2,3575	0,42706	0,083512	2,9138
		Kadife6	9,0472	2,2534	0,43769	0,064957	2,9919
		Kadife7	9,9465	2,2118	0,51809	0,13828	2,207
		Kadife8	9,9116	2,2208	0,50859	0,1283	2,2817
		Kadife9	8,8306	2,2437	0,42805	0,059364	3,047
(D, 0)	Kadife1	7,802	1,6899	0,64701	0,28552	1,6241	
	Kadife2	8,4067	1,8178	0,61234	0,15773	2,1044	
	Kadife3	9,3375	2,2693	0,44769	0,073969	2,8728	
	Kadife4	7,6207	1,6768	0,64412	0,24165	1,7398	
	Kadife5	7,941	1,7728	0,61164	0,12032	2,4536	
	Kadife6	8,9991	2,2402	0,43997	0,064262	3,0064	
	Kadife7	7,8511	1,6876	0,64866	0,17442	1,9684	
	Kadife8	7,7358	1,6761	0,64462	0,16611	2,0108	
	Kadife9	8,7816	2,1911	0,45033	0,063977	2,978	
(D, D)	Kadife1	8,1424	1,7734	0,62676	0,27664	1,6615	
	Kadife2	9,1583	2,1227	0,50467	0,1259	2,373	
	Kadife3	9,6413	2,367	0,41569	0,069144	2,9248	
	Kadife4	8,8798	1,9792	0,57345	0,21764	1,8291	
	Kadife5	9,7168	2,3045	0,43797	0,08549	2,8985	
	Kadife6	9,2216	2,3337	0,4046	0,058721	3,0793	
	Kadife7	9,5985	2,1373	0,534	0,14146	2,1928	
	Kadife8	9,4507	2,1235	0,52907	0,13229	2,2606	
	Kadife9	8,9991	2,3275	0,39313	0,054694	3,1101	
(D,-D)	Kadife1	8,5405	1,8617	0,60776	0,26993	1,6749	
	Kadife2	9,7735	2,2543	0,47584	0,12103	2,4012	
	Kadife3	9,5374	2,3605	0,41269	0,06787	2,9459	
	Kadife4	9,5331	2,1223	0,5429	0,20973	1,847	
	Kadife5	10,252	2,4113	0,41542	0,081916	2,93	
	Kadife6	9,2392	2,3556	0,39441	0,057129	3,1054	
	Kadife7	10,123	2,2501	0,50972	0,13697	2,2137	
	Kadife8	9,8656	2,2162	0,50828	0,12822	2,2848	
	Kadife9	9,0055	2,3319	0,39216	0,053992	3,1274	
(Av,Av)	Kadife1	8,313	1,8094	0,6196	0,27435	1,6628	
	Kadife2	9,2662	2,1091	0,51806	0,12954	2,3526	
	Kadife3	9,468	2,3141	0,43279	0,071392	2,9059	
	Kadife4	8,8964	1,9776	0,57505	0,21818	1,8247	
	Kadife5	9,4745	2,2111	0,47314	0,089207	2,888	
	Kadife6	9,1265	2,2956	0,41922	0,06061	3,0611	
	Kadife7	9,3785	2,0714	0,5527	0,14517	2,1706	
	Kadife8	9,2399	2,0589	0,54771	0,13608	2,2372	
	Kadife9	8,904	2,2734	0,41597	0,057021	3,0865	

Tablo IV.38. Pamuklu Dokularının D = 1 Mesafe Vektörüne Göre Değerleri

PAMUKLU (SINIF 2)	Yön	Doku	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
	(0, D)	Pamuklu1	6,059	1,2973	0,73212	0,49416	1,1243
		Pamuklu2	8,7517	1,7755	0,65312	0,26024	1,4807
		Pamuklu3	8,1493	1,6911	0,66154	0,24075	1,6482
		Pamuklu4	9,4112	1,9379	0,61487	0,24388	1,6054
		Pamuklu5	9,5989	2,221	0,49653	0,12963	2,2513
		Pamuklu6	8,8409	1,979	0,56841	0,14773	2,2384
		Pamuklu7	7,4663	1,5597	0,68573	0,40065	1,2927
		Pamuklu8	11,757	2,352	0,54755	0,25289	1,3866
		Pamuklu9	8,3521	1,7408	0,64987	0,23195	1,6981
(D, 0)	Pamuklu1	6,5901	1,4111	0,70862	0,48112	1,1282	
	Pamuklu2	7,9185	1,6079	0,6856	0,27171	1,4545	
	Pamuklu3	8,9227	1,8489	0,63053	0,2304	1,6719	
	Pamuklu4	8,9233	1,835	0,63615	0,25058	1,5842	
	Pamuklu5	6,941	1,577	0,65047	0,16866	2,0349	
	Pamuklu6	9,7811	2,2016	0,51379	0,13254	2,3365	
	Pamuklu7	7,5894	1,5875	0,67975	0,39773	1,2937	
	Pamuklu8	13,124	2,6255	0,49497	0,25273	1,3863	
	Pamuklu9	8,7625	1,8249	0,63332	0,22671	1,7087	
(D, D)	Pamuklu1	5,2099	1,117	0,76905	0,51664	1,1026	
	Pamuklu2	7,7587	1,575	0,69201	0,27412	1,4522	
	Pamuklu3	7,9768	1,6557	0,66836	0,2429	1,6483	
	Pamuklu4	9,4341	1,9437	0,61265	0,24268	1,6216	
	Pamuklu5	9,4416	2,1944	0,49941	0,12849	2,2717	
	Pamuklu6	10,132	2,2965	0,48527	0,12438	2,406	
	Pamuklu7	6,4714	1,3549	0,72635	0,42084	1,2689	
	Pamuklu8	9,3657	1,8737	0,63953	0,26777	1,3571	
	Pamuklu9	7,8689	1,6424	0,66898	0,23866	1,6872	
(D,-D)	Pamuklu1	5,6281	1,2064	0,75065	0,50516	1,1147	
	Pamuklu2	8,143	1,6525	0,67707	0,26851	1,462	
	Pamuklu3	8,387	1,7401	0,65177	0,23721	1,658	
	Pamuklu4	9,0664	1,867	0,62898	0,2481	1,5961	
	Pamuklu5	9,5049	2,2013	0,50046	0,12977	2,2534	
	Pamuklu6	9,7774	2,2038	0,51225	0,13183	2,3465	
	Pamuklu7	7,1938	1,5043	0,69659	0,40578	1,2876	
	Pamuklu8	10,493	2,0993	0,59616	0,25849	1,3757	
	Pamuklu9	8,5969	1,7918	0,63955	0,22856	1,7087	
(Av,Av)	Pamuklu1	5,8729	1,2582	0,74006	0,49888	1,1207	
	Pamuklu2	8,1435	1,6528	0,67693	0,26842	1,4632	
	Pamuklu3	8,3594	1,734	0,65303	0,23763	1,6573	
	Pamuklu4	9,2086	1,8959	0,62317	0,24622	1,6035	
	Pamuklu5	8,8701	2,048	0,53681	0,13598	2,2229	
	Pamuklu6	9,632	2,17	0,51998	0,13332	2,3422	
	Pamuklu7	7,1811	1,5018	0,69707	0,40597	1,2872	
	Pamuklu8	11,188	2,2382	0,56943	0,25481	1,3829	
	Pamuklu9	8,3955	1,7501	0,64791	0,23131	1,7013	

Tablo IV.39. Keten Dokularının D = 1 Mesafe Vektörüne Göre Değerleri

KETEN (SINIF 3)	Yön	Doku	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
	(0, D)	Keten1	7,5657	2,0082	0,46712	0,099909	2,5683
		Keten2	8,1984	2,1564	0,43415	0,097438	2,6241
		Keten3	8,383	2,1717	0,43325	0,060155	3,0416
		Keten4	7,6754	2,1268	0,41104	0,079519	2,7908
		Keten5	9,4088	2,3842	0,38811	0,068698	2,9563
		Keten6	9,4556	2,3723	0,39473	0,059207	3,0819
		Keten7	7,1024	2,0162	0,43131	0,092922	2,6434
		Keten8	7,2492	1,9416	0,48408	0,11887	2,4141
		Keten9	8,7756	2,1927	0,44954	0,076733	2,837
(D, 0)	Keten1	7,5801	2,1587	0,39006	0,09191	2,649	
	Keten2	8,3981	2,207	0,42311	0,098835	2,6139	
	Keten3	8,6242	2,3318	0,35895	0,051444	3,1792	
	Keten4	8,0245	2,2238	0,37833	0,077332	2,8188	
	Keten5	9,3056	2,2882	0,43405	0,075295	2,8757	
	Keten6	9,7115	2,4564	0,36293	0,05531	3,1438	
	Keten7	7,3313	2,0847	0,41058	0,091601	2,6497	
	Keten8	7,992	2,2145	0,39568	0,11589	2,4514	
	Keten9	8,9168	2,3344	0,38272	0,0686	2,9348	
(D, D)	Keten1	7,4016	2,1273	0,39429	0,091247	2,6425	
	Keten2	8,2279	2,2226	0,40413	0,097456	2,6277	
	Keten3	8,6276	2,3265	0,36144	0,05153	3,1762	
	Keten4	7,7687	2,1836	0,38134	0,07597	2,8123	
	Keten5	9,6308	2,4037	0,39397	0,068757	2,9347	
	Keten6	9,6866	2,4387	0,3689	0,054979	3,1362	
	Keten7	7,5547	2,1942	0,36646	0,092979	2,6282	
	Keten8	7,9247	2,246	0,37907	0,12519	2,3711	
	Keten9	8,8325	2,3241	0,38302	0,071765	2,9061	
(D,-D)	Keten1	7,5101	2,1655	0,38601	0,096987	2,6095	
	Keten2	8,1103	2,197	0,41174	0,10026	2,6181	
	Keten3	8,459	2,3181	0,35698	0,05428	3,1397	
	Keten4	8,0168	2,2414	0,36755	0,083306	2,7586	
	Keten5	9,485	2,4184	0,37526	0,069478	2,9334	
	Keten6	9,3288	2,4228	0,35797	0,059486	3,07	
	Keten7	7,1891	2,0433	0,42175	0,09262	2,6549	
	Keten8	7,593	2,1233	0,41718	0,11611	2,4521	
	Keten9	8,8683	2,3109	0,39139	0,069631	2,9346	
(Av,Av)	Keten1	7,5145	2,1149	0,40942	0,092527	2,6591	
	Keten2	8,2339	2,1957	0,41831	0,097801	2,6386	
	Keten3	8,5234	2,2869	0,3777	0,052143	3,1879	
	Keten4	7,8713	2,1939	0,38459	0,077815	2,8229	
	Keten5	9,4573	2,3735	0,39788	0,069285	2,9565	
	Keten6	9,5457	2,4225	0,37115	0,055726	3,1465	
	Keten7	7,2942	2,0845	0,40756	0,091657	2,6577	
	Keten8	7,6896	2,1312	0,41905	0,11621	2,4587	
	Keten9	8,8483	2,2904	0,4017	0,069833	2,9382	

Daha önceden hesaplanan verilerin yer aldığı referans veritabanı sınıflandırma aracı çalıştırıldığında MATLAB yazılım ortamına alınmaktadır. Sınıflandırılması için yüklenen bir doku görüntüsünden çıkartılan değerler belirtilen mesafe vektörüne uygun, istenilen yönlerle ilişkilendirilerek sonuçlar görüntülemiştir [15-19].

IV.4.2. Deneyle Alınan Sonuçlar

Sınıf 1, sınıf 2 ve sınıf 3'e ait yapay bozucu eklenmiş dokuların tamamı sınıflandırma aracı kullanılarak test edilmiştir. Deneyle 1, 2, 3 piksellik mesafe vektörleri ve 4 farklı yönde hesaplanan gri düzeyi oluşum matrisleri ve bu matrislerin ortalama değerleri (A_v, A_v) üzerinden kontrast, benzemezlik, homojenlik, açısal ikinci moment ve entropi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen veriler ile referans veritabanında yer alan veriler arasındaki korelasyon hesaplanarak ele alınan dokunun hangi sınıfa ait olduğu belirlenmiştir. En yüksek korelasyon değerini sağlayan sınıf, eşleştirilen sınıf olarak tanımlanmıştır.

Aşağıdaki tablolarda resimlerin 4 yönde elde edilen GDOM ve onların ortalamalarından oluşan (A_v, A_v) matrisinden elde edilen değerlere göre sınıflandırma sonuçları mesafe vektörüne göre ayrılmış olarak yer almaktadır. Her yön için doğruluk oranı ve tüm tablonun doğruluk yüzdesi belirtilmiştir.

Tablo IV.40. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sınıf 1 Dokularının Yönere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(A_v, A_v)
%10 açık (Sınıf 1)	cor1bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cor2bright	S 2	S 1	S 1	S 2	S 2
	cor3bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor4bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor5bright	S 3	S 1	S 3	S 1	S 1
	cor6bright	S 3	S 1	S 3	S 3	S 1
	cor7bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor8bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor9bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	Oran	5/9	8/9	6/9	6/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					32/45 - %71,1	

Tablo IV.41. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sınıf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları
(D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 açık (Sınıf 2)	cor1bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot2bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot3bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot4bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot5bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cot6bright	S 2	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot7bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot8bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	Oran	8/9	8/9	7/9	7/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					37/45 - %82,2	

Tablo IV.42. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sınıf 3 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları
(D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 açık (Sınıf 3)	lin1bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin2bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin3bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin4bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin5bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin6bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin7bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin8bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin9bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	Oran	9/9	9/9	9/9	9/9	9/9
Doğruluk Yüzdesi					45/45 - %100	

Tablo IV.43. Parlaklığı %10 Azaltılmış Sınıf 1 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları
(D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sınıf 1)	cor1dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor2dark	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	cor3dark	S 3	S 1	S 3	S 3	S 3
	cor4dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor5dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor6dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor7dark	S 1	S 1	S 1	S 2	S 2
	cor8dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor9dark	S 3	S 1	S 3	S 3	S 3
	Oran	7/9	8/9	7/9	6/9	6/9
Doğruluk Yüzdesi					34/45 - %75,5	

Tablo IV.44. Parlaklığı %10 Azaltılmış Sınıf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sınıf 2)	cot1dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot2dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot3dark	S 2	S 1	S 2	S 2	S 2
	cot4dark	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot5dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cot6dark	S 2	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot7dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot8dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9dark	S 2	S 1	S 2	S 2	S 2
	Oran	7/9	6/9	6/9	6/9	6/9
Doğruluk Yüzdesi					31/45 - %68,8	

Tablo IV.45. Parlaklığı %10 Azaltılmış Sınıf 3 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sınıf 3)	lin1dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin2dark	S 1	S 3	S 3	S 3	S 1
	lin3dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin4dark	S 1	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin5dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin6dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	lin7dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin8dark	S 1	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin9dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	Oran	5/9	8/9	8/9	8/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					36/45 - %80	

Tablo IV.46. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 1 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 1)	cor1sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor2sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor3sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor4sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor5sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor6sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor7sp	S 1	S 1	S 1	S 2	S 1
	cor8sp	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	cor9sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	Oran	9/9	8/9	9/9	8/9	9/9
Doğruluk Yüzdesi					43/45 - %95,5	

Tablo IV.47. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 2)	cot1sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot2sp	S 2	S 1	S 2	S 2	S 2
	cot3sp	S 2	S 1	S 2	S 2	S 2
	cot4sp	S 1	S 1	S 1	S 2	S 1
	cot5sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cot6sp	S 2	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot7sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot8sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	Oran	6/9	4/9	5/9	6/9	5/9
Doğruluk Yüzdesi					26/45 - %57,7	

Tablo IV.48. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 3 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 1)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 3)	lin1sp	S 1	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin2sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin3sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin4sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin5sp	S 3	S 3	S 3	S 1	S 3
	lin6sp	S 1	S 3	S 3	S 1	S 3
	lin7sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin8sp	S 1	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin9sp	S 1	S 3	S 1	S 1	S 1
	Oran	5/9	9/9	8/9	6/9	8/9
Doğruluk Yüzdesi					36/45 - %80	

Mesafe vektörü 2 ve 3 piksel için elde edilen sonuçlar Ek B’de yer almaktadır.

Yapılan deneyler sonucunda parlaklığı değiştirilmiş, gürültü eklenmiş kadife ve keten dokularının tamamı çeşitli yön ve mesafe vektörlerinde doğru olarak sınıflandırılmıştır.

Pamuklu dokularının ise parlaklığı arttırılmış örneklerinin tamamı doğru sınıflandırılmış, parlaklığı azaltılmış ve gürültü eklenmiş örneklerin ise tamamı doğru sınıflandırılmamıştır. Pamuklu dokularının yanlış sınıflandırılmaları incelendiğinde tamamının kadife olarak sınıflandırıldığı görülmüştür. Bunun sebebi kadife ve pamuklu sınıflarını oluşturan doku görüntülerinin fiziksel olarak birbirlerine benzemeleridir.

Aşağıdaki özet tablolarda sınıflandırma işleminin doğru sonuçları yer almaktadır.

Özet tablolarda yapay bozucu eklenmiş 9'ar resmin mesafe vektörleri ve yönlere göre doğru sınıflandırma sayıları yer almaktadır.

Tablo IV.49. Parlaklığı Arttırılmış Resimlerin Sınıflandırma Sonuçları İçin Özet Tablo

Parlaklığı Arttırılmış Resimler	D = 1	Sınıf	(0, D)	(D, 0)	(D, D)	(D, -D)	(Av, Av)	Yüzde
		Sınıf 1	5	8	6	6	7	71,11%
		Sınıf 2	8	8	7	7	7	82,22%
		Sınıf 3	9	9	9	9	9	100,00%
D = 2	Sınıf 1	6	8	5	5	7	68,89%	
	Sınıf 2	8	8	7	7	7	82,22%	
	Sınıf 3	8	9	8	8	7	88,89%	
D = 3	Sınıf 1	5	9	3	4	5	57,78%	
	Sınıf 2	8	9	7	7	7	84,44%	
	Sınıf 3	9	9	9	8	8	95,56%	

Tablo IV.50. Koyulaştırılmış Resimlerin Sınıflandırma Sonuçları İçin Özet Tablo

Parlaklığı Azaltılmış Resimler	D = 1	Sınıf	(0, D)	(D, 0)	(D, D)	(D, -D)	(Av, Av)	Yüzde
		Sınıf 1	7	8	7	6	6	75,56%
		Sınıf 2	7	6	6	6	6	68,89%
		Sınıf 3	5	8	8	8	7	80,00%
D = 2	Sınıf 1	7	7	7	7	7	77,78%	
	Sınıf 2	7	8	5	4	9	73,33%	
	Sınıf 3	7	6	9	7	4	73,33%	
D = 3	Sınıf 1	7	9	5	6	7	75,56%	
	Sınıf 2	5	8	5	4	6	62,22%	
	Sınıf 3	9	7	5	6	9	80,00%	

Tablo IV.51. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Resimlerin Sınıflandırma Sonuçları İçin Özet Tablo

Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Resimler	D = 1	Sınıf	(0, D)	(D, 0)	(D, D)	(D, -D)	(Av, Av)	Yüzde
		Sınıf 1	9	8	9	8	9	95,56%
		Sınıf 2	6	4	5	6	5	57,78%
		Sınıf 3	5	9	8	6	8	80,00%
D = 2	Sınıf 1	8	8	7	6	8	82,22%	
	Sınıf 2	7	6	7	5	4	64,44%	
	Sınıf 3	5	9	9	8	6	82,22%	
D = 3	Sınıf 1	7	9	8	8	9	91,11%	
	Sınıf 2	6	6	5	4	3	53,33%	
	Sınıf 3	9	9	6	5	6	77,78%	

Tablo IV.52-IV.54 incelendiğinde kadife dokularının mesafe vektörü 3 veya 1 piksel, yön (D,0) iken yüksek oranda doğru sınıflandırıldığı görülmektedir. Pamuklu dokularının ise mesafe vektörü 3 ve 2 piksel, yön (D,0) iken yapılan sınıflandırmalarının 1 piksele göre daha iyi olduğu görülmüştür. Keten dokuları ise tüm mesafe vektörlerinde (D, 0) ve (0, D) yönleri için yüksek oranda doğru sınıflandırılmıştır.

Tablo IV.52. Kadife Dokularının En İyi Sınıflandırma Parametreleri

	Mesafe Vektörü	En İyi Sonuç Veren Yön	Oran
Parlaklığı Arttırılmış	3	(D, 0)	9/9
Parlaklığı Azaltılmış	3	(D, 0)	9/9
Tuz-Biber Gürültülü	3	(D, 0)-(Av,Av)	9/9
Tuz-Biber Gürültülü	1	(0, D)-(D, D)-(Av,Av)	9/9
Tuz-Biber Gürültülü	1	(Av,Av)	9/9

Tablo IV.53. Pamuklu Dokularının En İyi Sınıflandırma Parametreleri

	Mesafe Vektörü	En İyi Sonuç Veren Yön	Oran
Parlaklığı Arttırılmış	3	(D, 0)	9/9
Parlaklığı Azaltılmış	2	(D, 0)	8/9
Parlaklığı Azaltılmış	3	(D, 0)	8/9
Tuz-Biber Gürültülü	2	(0, D)-(D, D)	7/9

Tablo IV.54. Keten Dokularının En İyi Sınıflandırma Parametreleri

	Mesafe Vektörü	En İyi Sonuç Veren Yön	Oran
Parlaklığı Arttırılmış	1	Tüm Yönler	9/9
Parlaklığı Arttırılmış	2	(D, 0)	9/9
Parlaklığı Arttırılmış	3	(0, D)-(D, 0)-(D, D)	9/9
Parlaklığı Azaltılmış	2	(D, D)	9/9
Parlaklığı Azaltılmış	3	(0, D)	9/9
Tuz-Biber Gürültülü	1	(D, 0)	9/9
Tuz-Biber Gürültülü	2	(D, 0)-(D, D)	9/9
Tuz-Biber Gürültülü	3	(0, D)-(D, 0)	9/9

Deneyler mesafe vektörü bakımından incelendiğinde mesafe vektörünün belirlenmesinde belirgin bir kural olmadığı görülmektedir. Mesafe vektörü dokunun

fiziksel yapısı, doku motifinin şekli göz önünde bulundurularak dokuya göre farklı olarak seçilmelidir.

Deney sonuçları yön bakımından incelendiğinde, yön tespitinin dokunun sınır eğrisinden faydalanılarak fikir sahibi olunabilmektedir. Dokunun yatay ve dikey yönlerdeki sınırları incelendiğinde sınırların daha az belirgin olduğu yön sınıflandırma yapılacak yönü belirtebilmektedir. Yapılan deneylerde dokuların yatay ve dikey sınırları çıkartılarak sınıflandırma aracının belirlediği yöndeki sınıflandırma sonuçları incelenmiştir. Yapılan 243 deneyin 205 tanesinde belirtilen yön doğru sınıflandırma yapmıştır. Sınıflandırma aracının belirttiği yönün doğruluk yüzdesi %84,36'dır. Aracın yanlış yön belirttiği 38 deneyin 16'sında her iki yönünde doğru sınıflandırmasını yapamadığı görülmüştür.

Hatalı sonuç veren sınıflandırma işlemleri incelendiğinde parlaklığı artırılmış kadife dokularının yanlış sınıflandırıldığı görülmüştür. Pamuklu dokularının ise parlaklığın azaltıldığı durumlarda kadife olarak sınıflandırılmıştır. Tuz-biber gürültüsü eklenmiş örneklerde ise pamuklu ve keten dokularının kadife olarak yanlış sınıflandırıldığı görülmüştür.

Tablo IV.55. Görüntülerin Sınıflara Göre Sınıflandırma Oranları

	Parlaklık Arttırma			Parlaklık Azaltma			Tuz-Biber Gürültüsü		
	kadife	pamuklu	keten	kadife	pamuklu	keten	kadife	pamuklu	keten
Kadife	%65,9	%20	%14,1	%76,2	%5,3	%18,5	%89,6	%7,4	%3
Pamuklu	%17,1	%82,9	%0	%34,8	%65,2	0	%41,4	%58,6	%0
Keten	%5,2	%0	%94,8	%26	%0	%74	%20	%0	%80

IV.5. SINIFLANDIRMA ARACI KAYIT DOSYASI

Doku sınıflandırma aracının en önemli özelliklerinden biri yapılan işlemleri ve elde edilen sonuçları bir kayıt dosyasında tutabilmesidir. Kayıtlar metin dosyası olarak tutulur. Bu dosya eğitim ve araştırma çalışmalarında için önemli bir materyal olarak kullanılabilir.

Kayıt dosyası sınıflandırılacak doku dosyasının ismini, GDOM hesaplamasındaki mesafe vektörü ve yönü, hesaplanan özellik vektörünü saklamaktadır. Sınıflandırma

işleminde kullanılan yön ve sınıflandırma sonucuda kayıt dosyasında tutulur. Ayrıca uygulanan filtreler ve sınır eğrisi çıkartılan doğrultular kayıt dosyasında belirtilir.

Kayıt dosyası yapılan işlemleri ardışık olarak kaydeder. İkinci bir doku yüklendiğinde yeni bir kayıt dosyası oluşturulur. Kayıt dosyası sınıflandırılan doku görüntüsü dosyasının ismi ile tutulur. Kayıt dosyası MATLAB programının kurulu olduğu klasörün alt klasörü olan *work* klasöründe tutulur.

Bu dosya araştırma çalışmalarında yapılan işlemlere ait sonuçların izlenmesi, değerlendirilmesi ve yorumlanması amaçlarına hizmet etmektedir. Daha sonra yapılacak çalışmalara ön hazırlık sağlayabileceği gibi bir arşiv oluşturulmasında da kullanılabilir.

Eğitim çalışmalarında ise kayıt dosyası öğrencilere materyal olarak verilebilir. Öğrencilerin gerçekleştirdiği işlemlerin izlenmesi ve sonuç çıkartması bakımından anlam kazanmaktadır.

```
C:\Program Files\MATLAB704\work\44-scale_8_im_9_grey.bmp
log dosyasi olusturuldu..
log dosyasi : 44-scale_8_im_9_grey.bmp
<0,D> GLCM hesaplandi..
Mesafe vektoru =3.000000
GLCM degerleri hesaplandi..8.580431 2.163426 0.452975 0.076754 2.856633
<D,0> GLCM hesaplandi..
Mesafe vektoru =3.000000
GLCM degerleri hesaplandi..8.958756 2.304594 0.400408 0.069703 2.931317
Sinir Cikartildi..
Dikey Sinir Cikartildi..
Yatay Sinir Cikartildi..
<D,0> iCin siniflandirma yapildi..
<0,D> iCin siniflandirma yapildi..
```

Şekil IV.12. Örnek Bir Kayıt Dosyası

BÖLÜM V

DOKU EŞLEME UYGULAMASI

V.1. GİRİŞ

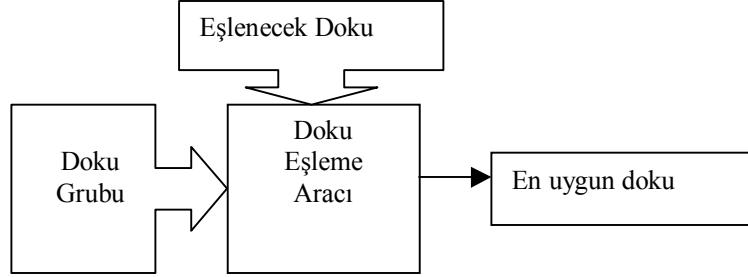
Eşlemek benzer iki varlığın bir araya getirilmesidir. Görüntü işlemede ise eşleme bir görüntünün belli özellikleri incelenerek görüntünün bilinen görüntüler içerisinde en yakın olanının tespit edilmesidir. Günümüzde bir nesnenin tanınmasından, bir el yazısının, parmak izinin, insan yüzünün, göz retinasına kadar bir çok tanıma görüntü eşleme ile gerçekleştirilebilmektedir.

Eşleme işleminin gerçekleştirilebilmesi için eşlenecek görüntünün ait olduğu sınıfın ayırt edici ortak özellikleri bilinmelidir. Eşlenecek görüntünün belirli yöntemlerle özellikleri çıkarılıp, sınıfın ortak özelliklerini taşıyıp taşımadığı belirlenir. Sınıfın ortak özelliklerini taşıyorsa görüntünün neye ait olduğu belirlenebilir.

Yapılan uygulamada doku eşleme işlemi için bir araç geliştirilmiştir. Geliştirilen araç dokuların belirli istatistiksel özelliklerini çıkarıp bu özellikleri tanıma işleminde kullanmaktadır. Bölüm IV’ de bahsedilen bu özellikler Haralick tarafından 1979 yılında “Statistical and structural approaches to texture” ve “Textural Features for Image Classification” isimli çalışmada belirlenmiştir [14,15]. Yapılan çalışmada ele alınan herhangi bir dokunun, tanımlanan bir doku grubundaki dokulardan hangisi ile daha çok benzerlik taşıdığı belirlenmektedir.

V.2. Doku Eşleme Aracı

Doku eşleme aracı doku sınıflandırma aracı ile benzer yöntemleri kullanmasına rağmen çalışma şekli farklıdır. Doku eşleme aracında önceden kaydedilmiş herhangi bir veri yoktur. Çalışma anında yüklenen dokuların verileri hesaplanır. Daha sonra alınan örneğin verileri hesaplanarak yüklenen dokuların verileri ile ilişkisi incelenir en uygun doku belirlenir. Şekil V.1’de işlem ile ilgili blok diyagram görülmektedir [1-3], [5], [23].



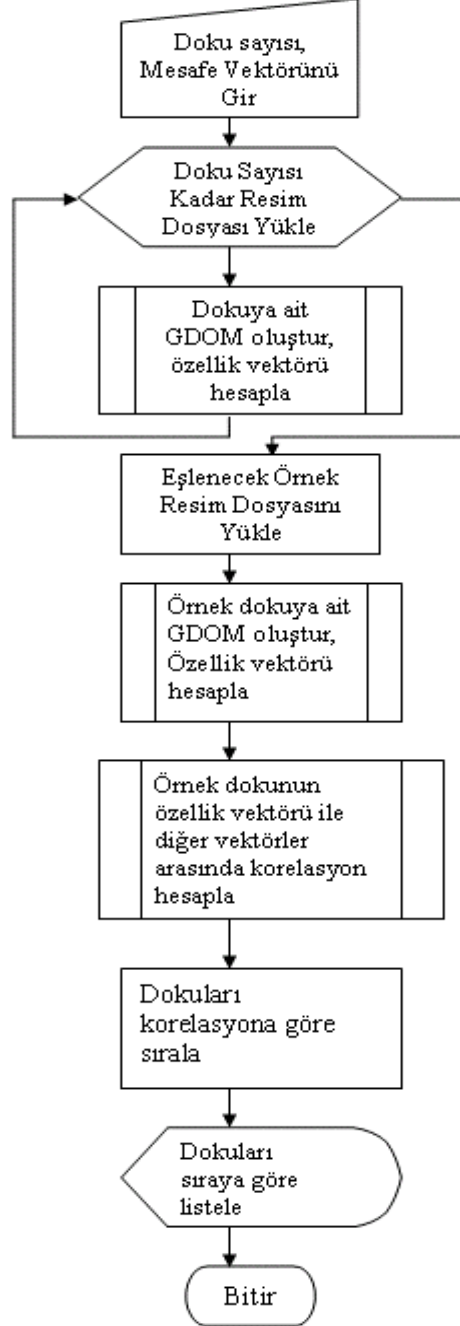
Şekil V.1. Doku Eşleme İşlemi Blok Diyagramı

Doku eşleme aracı sınıflandırma aracı gibi istatistiksel yöntemleri kullanmaktadır. Gri düzeyi oluşum matrisi ile elde edilen değerler tanıma işleminde kullanılır. Gri düzeyi oluşum matrisi için mesafe vektörü ve yüklenecek doku sayısı bilgileri doku eşleme programına ait arabirim üzerinden girilmektedir. Doku yükle düğmesine basıldıktan sonra ardı ardına belirtilen sayıda doku yüklenir. Her bir doku ekranda görüntülenir. Görsel tasarım ise en fazla 6 adet doku arasından eşleme yapılacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Yüklenen her dokunun dört yönde GDOM matrisleri hesaplanır ve her matristen kontrast, benzemezlik, homojenlik, açısız ikinci moment ve entropi değerleri çıkarılır. Doku grubu yüklendikten sonra tanıma işlemi yapılacak olan örnek doku yüklenmektedir. Bu işlemde hangi yön için inceleme yapılmak isteniyorsa o yöne ait fonksiyon düğmesi kullanılır .

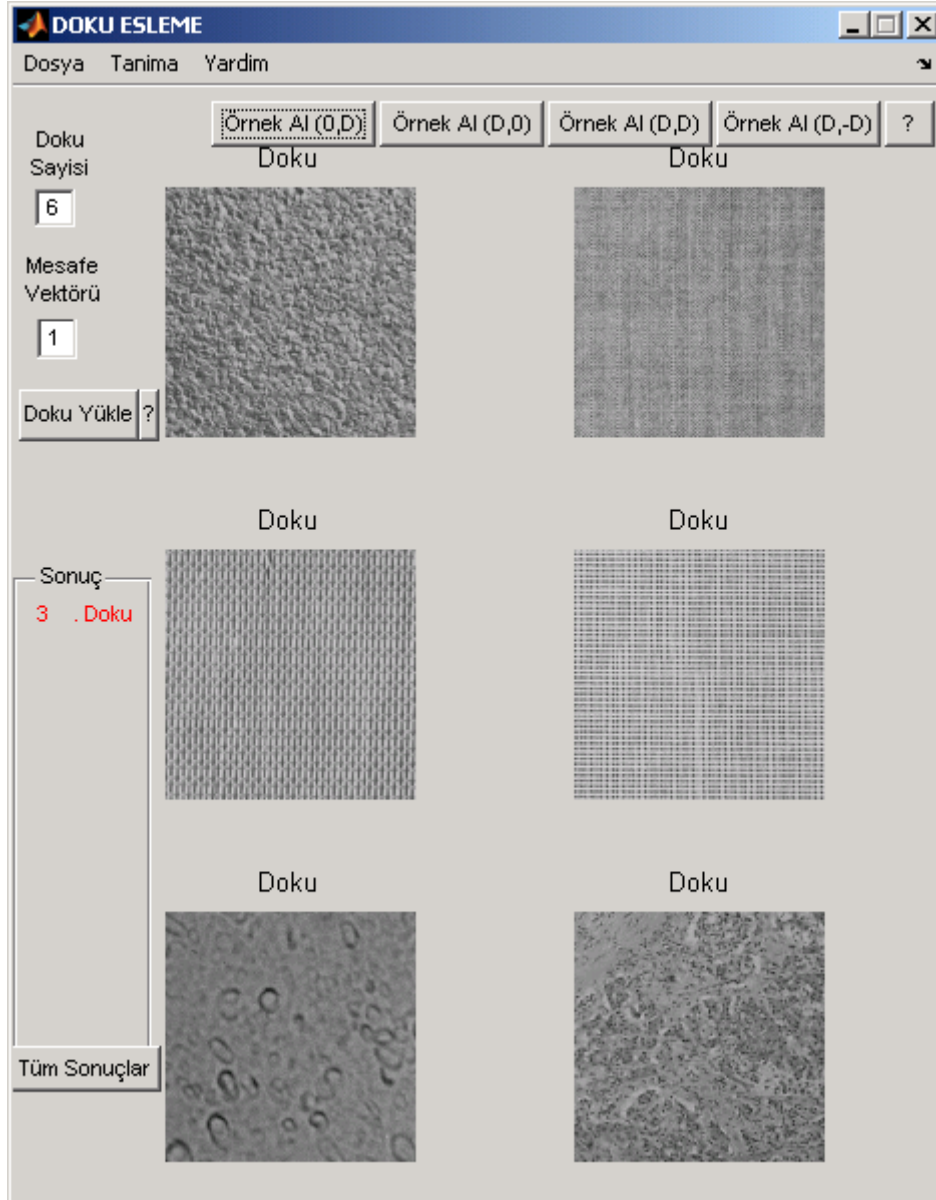
- Doğu yönü için ÖRNEK AL (0, D),
- Güney yönü için ÖRNEK AL (D, 0),
- Güneydoğu yönü için ÖRNEK AL (D, D),
- Güneybatı yönü için ÖRNEK AL (D, -D) ile yön tercihi yapılmaktadır.

Örnek yüklendikten sonra istenilen yönde gri düzeyi oluşum matrisi ve değerleri hesaplanır. Hesaplanan bu değerler ile yüklenen dokuların aynı yönde hesaplanan değerleri arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanır. En yüksek korelasyona sahip

dokunun numarası sonuç bölümünde belirtilir. Tüm sonuçlar aktif edilmeden sadece en yüksek korelasyona sahip doku belirtilir. Tüm sonuçlar görüntülendiğinde korelasyon değerine göre diğer dokularda sonuç bölümünde listelenir. Doku tanıma aracında düğmeler ile yapılabilen bütün işlemler menüler kullanılarak da yapılabilmektedir. Dosya menüsünden dokular yüklenip, tanıma menüsündeki seçeneklerle doku tanıma işlemleri gerçekleştirilebilir. Şekil V.2’de aracın kullanıcı arabirimi görülmektedir [1-6].



Şekil V.2. Doku Tanıma Akış diyagramı



Şekil V.3. Doku Eşleme Aracı Kullanıcı Arayüzü

V.3. DOKU EŞLEME ARACI İLE YAPILAN DENEYLER

Doku tanıma aracı ile 15 asıl doku ve bu dokulardan rasgele alınan örnek kesitler kullanılarak deneyler gerçekleştirilmiştir. 1, 2 ve 3 piksellik mesafe vektörleri için 50 farklı doku grubuyla toplam 150 deney yapılmıştır.

V.3.1. Deneylerde Kullanılan Dokular

Deneylerde 15 farklı doku kullanılmıştır. Bu dokulardan 10 tanesi Brodatz görüntü veritabanından alınmıştır. Brodatz dokularının özelliği birörnek (uniform) olmalarıdır. Birörnek dokular resmin tamamında aynı veya benzer doku karakteristiğini gösterir. Deneylerde birörnek olmayan dokularında yer alması için 5 görüntü daha eklenmiştir. Bu beş dokudan dört tanesi Utah Üniversitesi Tıp Fakültesi görüntü veritabanından alınmış merkezi sinir sistemine ait hastalıklı doku görüntüleridir. Diğer doku ise uydudan çekilmiş bir yeryüzü görüntüsüdür [28-30]. Tablo V.1’de yer alan dokulardan tex1 ile tex10 arası brodatz dokularıdır. Tex11 ile tex14 arası merkezi sinir sistemine ait dokulardır. Tex15 ise uydudan çekilmiş yeryüzü görüntüsüdür.

Deneylerde kullanılan asıl dokular 256*256 piksel boyutlarındadır. Eşleştirmesi yapılacak dokuları elde etmek için asıl dokulardan rasgele örnek kesitler alınmıştır. Bu kesitlerin büyüklüğü 100*100 pikseldir.

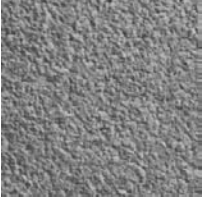
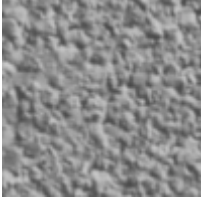
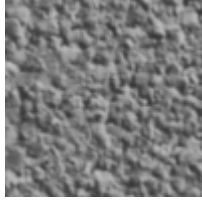
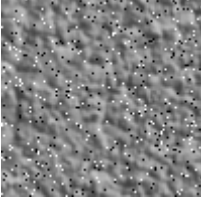
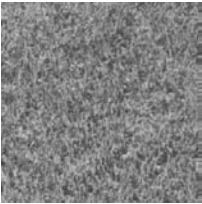

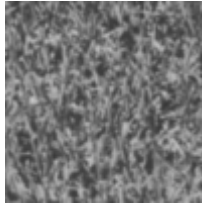
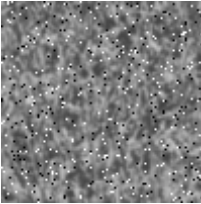
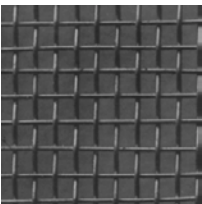
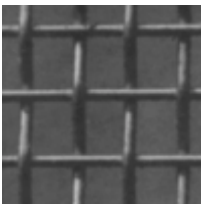
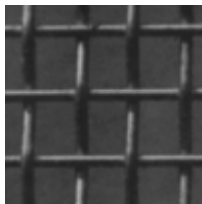
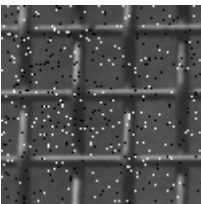
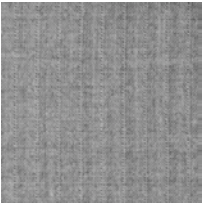
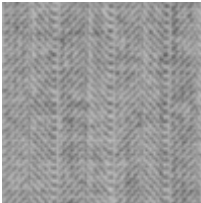
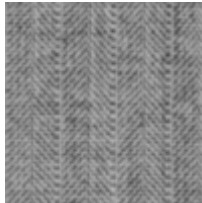
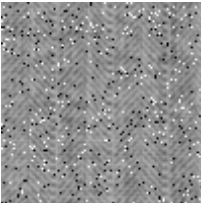

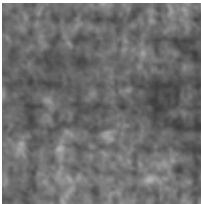
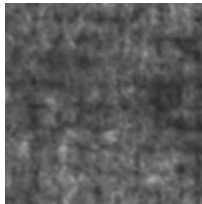
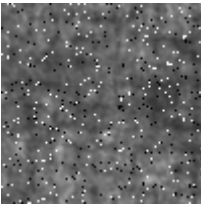
Rasgele alınan kesitlere uygulama başarısını test etmek amacıyla ayrı ayrı yapay bozucular uygulanmıştır. Her bir kesitin %10 oranında parlaklığı açılmış veya koyulaştırılmıştır. Ayrıca her kesite %5 oranında tuz-biber gürültüsü eklenmiştir. Deneyler üretilen kesitlerin yapay bozucu eklenmiş formları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

V.3.2. Deneylerin Gerçekleştirilmesi

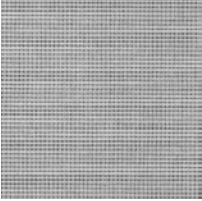
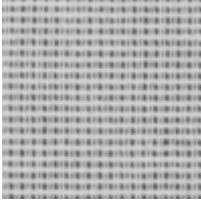
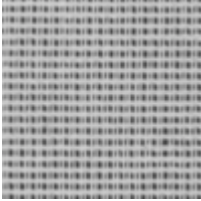
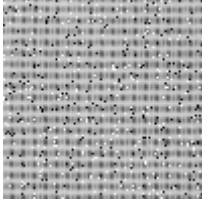
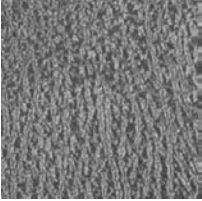
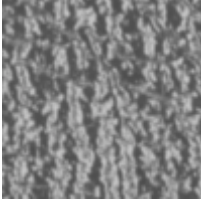
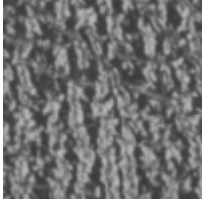
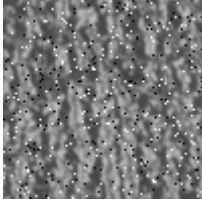
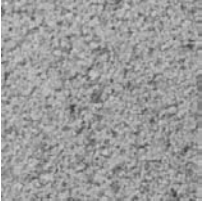
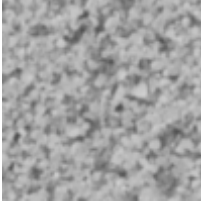
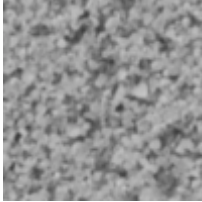
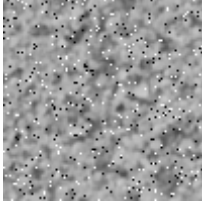
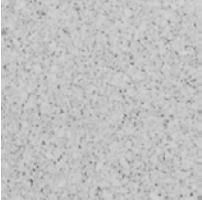
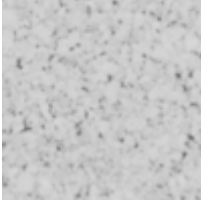
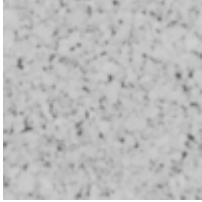
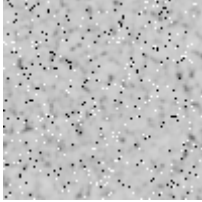
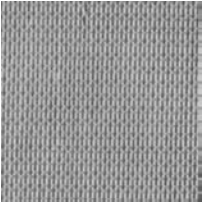
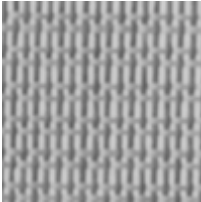
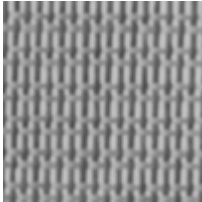
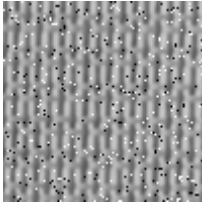
Asıl dokulardan rasgele 4’lü kombinasyonlar oluşturulmuştur. Bu kombinasyonu oluşturan dokulardan herhangi birinden alınan örnek kesit eşleştirilecek doku olarak tanımlanmış ve diğer dokular ile eşleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

50 adet 4’lü kombinasyonda birörnek olan ve olmayan dokular bir arada kullanılmıştır. 5 adet 4’lü kombinasyonda ise birörnek olmayan dokular kullanılmıştır.

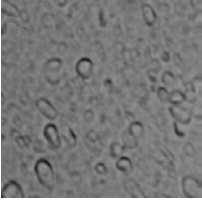
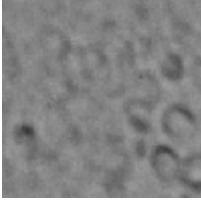
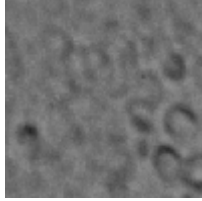
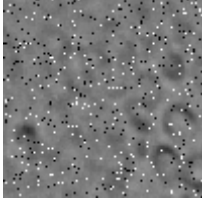
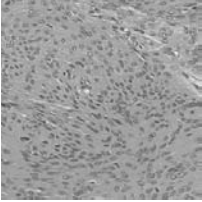
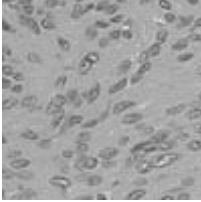
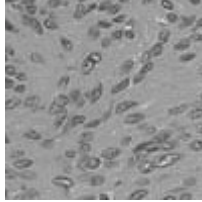
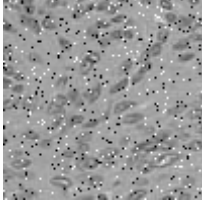
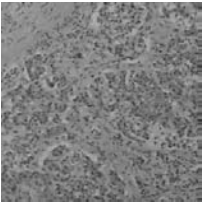
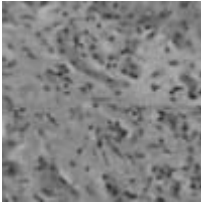
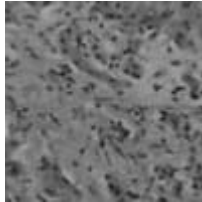
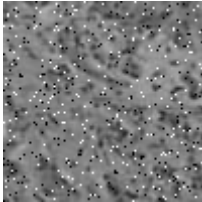
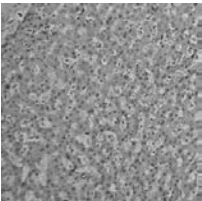
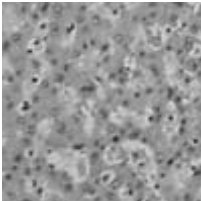
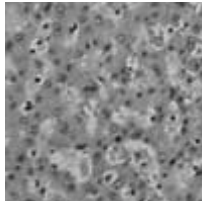
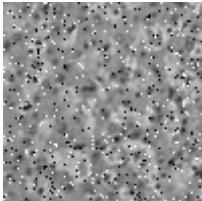
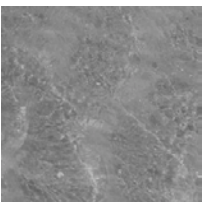
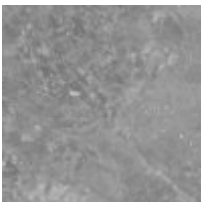
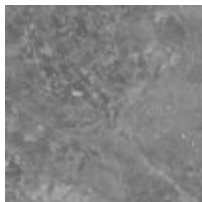
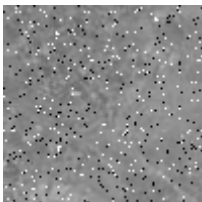
Tablo V.1. Deneylerde Kullanılan Doku Görüntüleri

Asıl Doku (256*256)	%10 Aydınlık (100*100)	%10 Karanlık (100*100)	%5 tuz biber gürültülü (100*100)
			
tex1.bmp	tex1bright.bmp	tex1dark.bmp	tex1sp005.bmp
			
tex2.bmp	tex2bright.bmp	tex2dark.bmp	tex2sp005.bmp
			
tex3.bmp	tex3bright.bmp	tex3dark.bmp	tex3sp005.bmp
			
tex4.bmp	tex4bright.bmp	tex4dark.bmp	tex4sp005.bmp
			
tex5.bmp	tex5bright.bmp	tex5dark.bmp	tex5sp005.bmp

Tablo V.1. Devamı

Asıl Doku (256*256)	%10 Aydınlık (100*100)	%10 Karanlık (100*100)	%5 tuz biber gürültülü (100*100)
 tex6.bmp	 tex6bright.bmp	 tex6dark.bmp	 tex6sp005.bmp
 tex7.bmp	 tex7bright.bmp	 tex7dark.bmp	 tex7sp005.bmp
 tex8.bmp	 tex8bright.bmp	 tex8dark.bmp	 tex8sp005.bmp
 tex9.bmp	 tex9bright.bmp	 tex9dark.bmp	 tex9sp005.bmp
 tex10.bmp	 tex10bright.bmp	 tex10dark.bmp	 tex10sp005.bmp

Tablo V.2. Birörnek Olmayan Doku Görüntüleri

Asıl Doku (256*256)	%10 Aydınlık (100*100)	%10 Karanlık (100*100)	%5 tuz biber gürültülü (100*100)
 tex11.bmp	 tex11bright.bmp	 tex11dark.bmp	 tex11sp005.bmp
 tex12.bmp	 tex12bright.bmp	 tex12dark.bmp	 tex12sp005.bmp
 tex13.bmp	 tex13bright.bmp	 tex13dark.bmp	 tex13sp005.bmp
 tex14.bmp	 tex14bright.bmp	 tex14dark.bmp	 tex14sp005.bmp
 tex15.bmp	 tex15bright.bmp	 tex15dark.bmp	 tex15sp005.bmp

V.3.3. Deneylerde Alınan Sonuçlar

Deneyler için 4'lü rasgele 50 grup oluşturulmuştur. Bu gruplar tablo V.1'de yer alan asıl dokulardan seçilmiştir. Tablo V.1'in diğer sütunlarında yer alan kesitlerin tanıma işlemleri için 150 deney yapılmıştır. Tablo V.3'de görülen 4'lü kombinasyonlarda birörnek olan ve olmayan dokular bir arada kullanılmıştır.

Tablo V.3. Tanıma Deneyleri Sonuçları ($D = 1$)

(Hatalı tanımlar gölgelendirilmiştir)

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Eşlemeler			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)
1	tex1	tex2	tex3	tex4	tex1dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
2	tex1	tex2	tex3	tex4	tex2dark	Doku 1	Doku 1	Doku 2	Doku 1
3	tex1	tex2	tex6	tex7	tex2bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
4	tex1	tex2	tex13	tex10	tex10dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
5	tex1	tex5	tex15	tex6	tex5bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
6	tex1	tex5	tex6	tex9	tex9sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
7	tex10	tex5	tex1	tex15	tex1bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
8	tex11	tex5	tex13	tex9	tex11dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
9	tex11	tex12	tex13	tex5	tex13dark	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
10	tex13	tex14	tex6	tex7	tex7sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 4	Doku 2
11	tex2	tex8	tex11	tex14	tex8bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
12	tex4	tex3	tex7	tex9	tex3bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
13	tex14	tex3	tex8	tex9	tex3bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
14	tex8	tex12	tex6	tex14	tex12dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
15	tex3	tex10	tex12	tex15	tex15sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
16	tex3	tex6	tex9	tex14	tex6dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
17	tex3	tex7	tex8	tex10	tex10bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
18	tex2	tex4	tex7	tex12	tex12sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 1	Doku 4
19	tex2	tex8	tex11	tex13	tex2dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
20	tex4	tex6	tex7	tex8	tex4bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
21	tex4	tex5	tex8	tex14	tex5dark	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
22	tex4	tex13	tex6	tex2	tex13sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
23	tex4	tex7	tex10	tex15	tex10sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
24	tex5	tex6	tex9	tex12	tex9bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
25	tex3	tex8	tex12	tex13	tex8sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
26	tex1	tex5	tex9	tex11	tex11bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
27	tex12	tex2	tex10	tex14	tex14bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
28	tex3	tex7	tex10	tex15	tex15dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4

Tablo V.3. Devamı

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Sonuçlar			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)
29	tex4	tex8	tex9	tex12	tex12bright	Doku 4	Doku 4	Doku 2	Doku 4
30	tex2	tex6	tex13	tex3	tex2sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
31	tex1	tex5	tex11	tex14	tex1sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 1
32	tex3	tex4	tex7	tex10	tex3dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
33	tex6	tex7	tex8	tex9	tex6bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
34	tex5	tex9	tex14	tex15	tex5bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
35	tex2	tex4	tex12	tex13	tex4dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
36	tex1	tex5	tex8	tex12	tex8dark	Doku 4	Doku 4	Doku 1	Doku 4
37	tex2	tex6	tex9	tex11	tex6sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
38	tex3	tex7	tex9	tex10	tex3sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
39	tex4	tex5	tex15	tex8	tex4sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
40	tex12	tex1	tex2	tex7	tex7dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
41	tex13	tex15	tex14	tex2	tex13bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
42	tex3	tex6	tex7	tex9	tex7sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
43	tex8	tex13	tex2	tex10	tex13dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
44	tex4	tex5	tex13	tex8	tex4bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
45	tex1	tex12	tex9	tex15	tex9sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
46	tex2	tex14	tex6	tex11	tex14sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
47	tex7	tex9	tex11	tex14	tex9dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
48	tex3	tex8	tex5	tex6	tex6dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
49	tex3	tex4	tex2	tex15	tex15bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
50	tex1	tex12	tex13	tex14	tex14bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
Doğruluk Oranı :						42/50	42/50	42/50	43/50
Doğruluk Yüzdesi :						% 84	% 84	% 84	%86

Mesafe vektörü 2 ve 3 piksel için eşleme sonuçları Ek C’de yer almaktadır.

Tablo V.4. D = 2 İçin Eşleme Oranları

	Yönlere Göre Sonuçlar			
	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)
Doğruluk Oranı :	43/50	43/50	38/50	39/50
Doğruluk Yüzdesi :	% 86	% 86	% 76	% 78

Tablo V.5. D = 3 İçin Eşleme Oranları

	Yönlere Göre Sonuçlar			
	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)
Doğruluk Oranı :	40/50	41/50	39/50	38/50
Doğruluk Yüzdesi :	% 80	% 82	% 78	% 76

Yapılan deneylerin sonuçları incelendiğinde farklı mesafe vektörleri ve yönlerde en yüksek %86 oranında doğru tanıma yapılmıştır. Bunlar mesafe vektörü 1 piksel iken (D,-D) yönü ve mesafe vektörü 2 piksel iken (0,D) ve (D,0) yönleridir. En düşük doğru tanıma oranları %76 ile mesafe vektörü 2 piksel için (D,D) ve mesafe vektörü 3 piksel için (D,-D) yönüdür. Mesafe vektörünün 1 piksel olması durumunda tüm yönler için yapılan işlemlerin daha iyi sonuç verdiği, tüm mesafe vektörleri için (0,D) ve (D,0) yönleri daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

En iyi sonuçları veren (0, D) ve (D, 0) yönlerindeki sonuçlar incelendiğinde mesafe vektörünün farklı seçilmesi bir kombinasyon için eşleme sonucunu değişikliği sebep olsa da genel olarak bakıldığında deney sonuçlarını etkilememektedir.

Birörnek olmayan dokular ile aracı test etmek için sadece bu tür dokulardan meydana gelen grup kombinasyonları oluşturulmuştur. Grup elemanlarından birinden örnek kesit alınarak yönlere göre eşleştirme sonuçları üretilmiştir. Üç farklı mesafe vektörü için gerçekleştirilen deneylerde elde edilen sonuçlar Tablo V.6-V.8'de yer almaktadır.

Tablo V.6. Birörnek Olmayan Dokuların Eşleme Sonuçları (D = 1)

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Sonuçlar			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)
1	tex11	tex12	tex13	tex14	tex14sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
2	tex11	tex12	tex14	tex15	tex11dark	Doku 4	Doku 4	Doku 1	Doku 1
3	tex11	tex13	tex14	tex15	tex13dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
4	tex11	tex12	tex13	tex15	tex15bright	Doku 4	Doku 4	Doku 1	Doku 1
5	tex12	tex13	tex14	tex15	tex14bright	Doku 2	Doku 3	Doku 2	Doku 2
Doğruluk Oranı :						3/5	3/5	3/5	3/5
Doğruluk Yüzdesi :						% 60	% 60	% 60	% 60

Tablo V.7. Birörnek Olmayan Dokuların Eşleme Sonuçları (D = 2)

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Sonuçlar			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)
1	tex11	tex12	tex13	tex14	tex14sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
2	tex11	tex12	tex14	tex15	tex11dark	Doku 4	Doku 1	Doku 1	Doku 1
3	tex11	tex13	tex14	tex15	tex13dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
4	tex11	tex12	tex13	tex15	tex15bright	Doku 4	Doku 1	Doku 1	Doku 1
5	tex12	tex13	tex14	tex15	tex14bright	Doku 3	Doku 3	Doku 1	Doku 1
Doğruluk Oranı :						4/5	4/5	3/5	3/5
Doğruluk Yüzdesi :						% 80	% 80	% 60	% 60

Tablo V.8. Birörnek Olmayan Dokuların Eşleme Sonuçları (D = 3)

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Sonuçlar			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)
1	tex11	tex12	tex13	tex14	tex14sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
2	tex11	tex12	tex14	tex15	tex11dark	Doku 4	Doku 1	Doku 4	Doku 1
3	tex11	tex13	tex14	tex15	tex13dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
4	tex11	tex12	tex13	tex15	tex15bright	Doku 4	Doku 1	Doku 4	Doku 4
5	tex12	tex13	tex14	tex15	tex14bright	Doku 1	Doku 3	Doku 1	Doku 1
Doğruluk Oranı :						3/5	4/5	3/5	4/5
Doğruluk Yüzdesi :						% 60	% 80	% 60	% 80

Tablo V.6-V.8’de yer alan birörnek olmayan dokulara ait eşleme sonuçları incelendiğinde birörnek dokulara göre tüm yönler için doğru eşleme oranı azalmıştır. Bunun sebebi bu doku resimlerinin kendi içerisinde her alanda aynı dağılım özelliklerini göstermemesidir.

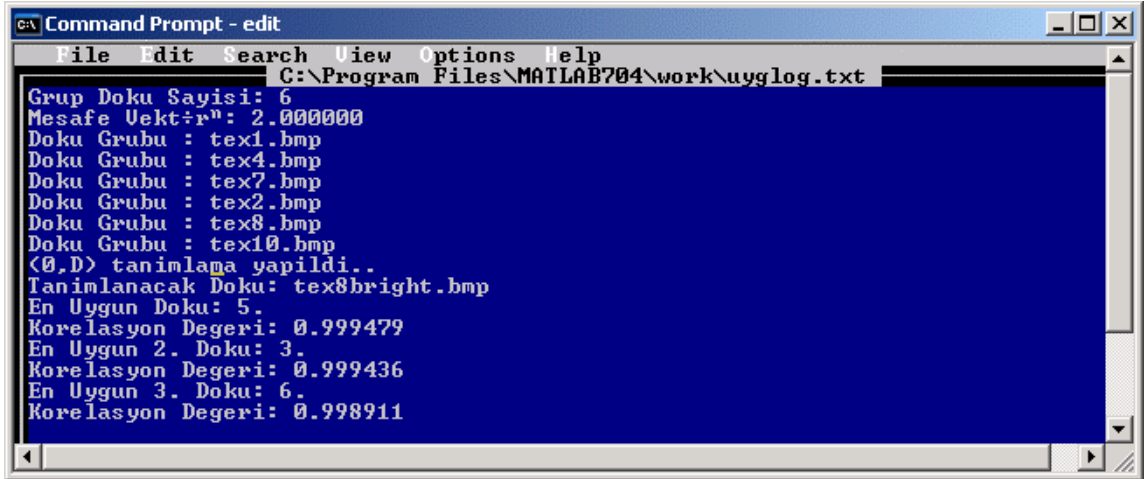
Birörnek olmayan görüntü farklı doku yapıları içerdiğinden örnek kesitin alındığı yer önem kazanmaktadır. Bu tip dokuların özelliklerinin çıkarılmasında çerçeve yöntemi ile elde edilen ortalama GDOM değerleri daha iyi sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

V.4. EŞLEME ARACI KAYIT DOSYASI

Eşleme aracının faydalı özelliklerinden biri yapılan işlemleri ve alınan sonuçları bir kayıt dosyasında tutmasıdır. Metin dosyası olarak tutulan kayıtlar eğitim ve araştırma çalışmalarında kullanılabilir materyallerdir.

Kayıt dosyası doku grubunu oluşturan doku görüntülerinin sayısını, bu dokuların görüntü dosyalarının isimlerini kaydeder. GDOM hesaplamasında kullanılacak yönü ve mesafe vektörünün kaydı tutulur. Eşlenecek görüntü dosyasının da ismi kayıt edilir. Eşlenecek dokunun doku grubunu oluşturan dokularla olan korelasyon değerleri ve eşleme sonucu kayıt dosyasında tutulur.

Bu dosya ile dokuların birbirleri ile olan eşleşme sonuçları doküman haline getirilip incelendiğinde işlemlerin izlenmesi, değerlendirilmesi ve yorumlanması için kolaylık sağlanır. Bu doküman sonraki çalışmalara ön hazırlık yapılmasında kullanılabilir. Ayrıca Eğitim çalışmalarında ise kayıt dosyası öğrencilere materyal olarak verilebilir, öğrencilerin elde ettiği sonuçların incelemelerine olanak verir.



```
Command Prompt - edit
File Edit Search View Options Help
G:\Program Files\MATLAB704\work\uyglog.txt
Grup Doku Sayisi: 6
Mesafe Vektör: 2.000000
Doku Grubu : tex1.bmp
Doku Grubu : tex4.bmp
Doku Grubu : tex7.bmp
Doku Grubu : tex2.bmp
Doku Grubu : tex8.bmp
Doku Grubu : tex10.bmp
<0,D> tanımlama yapıldı.
Tanımlanacak Doku: tex8bright.bmp
En Uygun Doku: 5.
Korelasyon Degeri: 0.999479
En Uygun 2. Doku: 3.
Korelasyon Degeri: 0.999436
En Uygun 3. Doku: 6.
Korelasyon Degeri: 0.998911
```

Şekil V.4. Eşleme Aracının Tuttuğu Bir Kayıt Dosyası

BÖLÜM VI

SONUÇ

VI.1. SONUÇ

Görüntü işleme tekniklerinin klasik yapısal programlama dilleri kullanılarak gerçekleştirilmesi zor olmaktadır. Bu zorluklar çoğunlukla yoğun matematiksel işlemlerin gerekliliği, işlenecek veri sayısının yüksek oluşu ve algoritma karmaşıklığının yanında oluşturulan uygulama programına ait doğruluğun her adımda test edilmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden görüntü işleme uygulamaları matematik ve programlama alanında yeterli uygulama deneyimi ve yoğun dikkat gerektirmektedir. Farklı işlemlerin denenmesi, birleştirilmesi ve analizi bu şekilde zaman alıcı bir çok çalışmayı gerektirmektedir.

MATLAB ve benzeri yazılımlar bu alandaki zorlukları içinde bir çözüm kaynağı oluşturmaktadır. MATLAB, oluşturduğu matematiksel işlem ortamı yanında görüntü işleme gibi birçok alandaki güncel algoritmaları hazır fonksiyonlar olarak sağlamaktadır. Ayrıca görsel arabirim tasarlama imkanı ile hazır fonksiyonlar birleştirilerek amaca özel bir yazılım gereci oluşturulabilmektedir.

Bu çalışmada MATLAB görüntü işleme gereçleri kullanılarak doku incelemeye yönelik bir görsel arabirim tasarımı gerçekleştirilmiştir. Görsel arabirim MATLAB'in GUIDE aracı ile görüntü işleme fonksiyonları ve oluşturulan arka plan kodlarının birleştirilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu özellik ile tasarlanan arabirim yazılımı MATLAB ortamının sağladığı genel fonksiyonları kullanan özel amaçlı bir uygulama alt yapısını sağlamaktadır. Ayrıca oluşturulan arabirim programları yapılan ardışık

uygulamaları ve sonuçları incelemek amacıyla bir kayıt dosyası oluşturmaktadır. Kayıt dosyası elde edilen sonuçların kolaylıkla yorumlanmasını ve irdelenmesini sağlamaktadır.

Gri düzeyi oluşum matrisleri doku analizinde en yaygın kullanılan tekniklerden biridir. Görüntü matrisindeki piksel komşuluk ilişkisi kullanılarak elde edilen matristen çeşitli doku özellikleri çıkarılabilmektedir.

Yapılan uygulamalardan biri olan doku sınıflandırma uygulamasında GDOM'dan elde edilen özelliklerin yanı sıra sınır eğrisi çıkarma, filtreleme gibi görüntü işleme tekniklerinden de faydalanılarak doku sınıflandırma işlemi gerçekleştirebilen bir araç tasarlanmıştır. Araç yüklenen bir dokuyu daha önceden yüklenmiş veriler ışığında değerlendirerek sınıflandırır. Görsel olarak tasarlanan bu araç parametre girişi gerçekleştirilip, yön seçildiğinde oluşturulan GDOM ve hesaplanan özellik vektörü araç üzerinde görüntülenir. Araç istenilen yönde GDOM hesaplayıp, sınıflandırma yapabilir.

Aracın kullanımının test edilmesi için bazı deneyler yapılmıştır. Deneyler KTH doku veritabanından alınan doku sınıfları ve onların işlenmesiyle oluşturulan görüntüler kullanılarak yapılmıştır. Oluşturulan 3 sınıfa göre yüklenen verilerle yapılan deneylerde aracın % 80 üzerinde doğru sınıflandırma yaptığı görülmüştür.

Doku eşleme uygulamasında ise çalışma anında yüklenen bir dokunun o an yüklenen dokular arasından hangisi olabileceğini tespit eden bir araç tasarlanmıştır. Bu araçta sınıflandırma aracı gibi istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu araçta önceden yüklenmiş bir veri yoktur. Çalışma anında istenilen sayıda doku resmi dosyasından oluşan bir doku grubu yüklenir. Her bir doku görüntüsünün özellik vektörü hesaplanır. Eşlenecek resim dosyası yüklendiğinde özellik vektörü hesaplanır. Hesaplanan özellik vektörünün doku grubu özellik vektörleri ile olan ilişkisi incelenerek eşleştiği doku bulunur.

Eşleme aracı farklı özelliklerdeki dokular kullanılarak denemeler yapılmıştır. Birörnek dokularda yüksek oranda doğru eşleme yapılırken, birörnek olmayan dokularda ise bu oranın düştüğü görülmektedir.

Tasarlanan doku sınıflandırma ve eşleme aracı doku türü konusunda uzman kişiye ihtiyaç duymadan, istatistiksel yöntemlerle kolaylıkla uygulama yapılabilen bir alt yapı niteliği göstermektedir.

Tasarlanan araçların uygulamada kullanımının yanı sıra eğitime olan katkısı da göz önünde bulundurulmuştur. Görsel programlamanın sağladığı yararlar öğrencinin kodla uğraşmadan parametre girişi ve yöntem seçimlerini yaparak uygulamayı gerçekleştirebilmesi ve sonuçlarını görüntüleyebilmesi öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır. Hazırlanan yardım mesajları işlem anında kullanıcıya yol göstermektedir.

Ayrıca tasarlanan ara yüzlerin yapılan işlemlerin kayıtlarını sırasıyla ve parametre değerleri ile birlikte bir metin dosyasında tutabilmektedir. Bu dosya sayesinde uygulama sonrası yapılan işlemler takip edilebilir, kayıtları tutulup bir arşiv oluşturulabilir. Kayıt dosyası uygulama sonrası çalışmalarda yararlanılabilecek bir eğitim materyali olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] www.mathworks.com (Erişim Tarihi : Ocak 2006)
- [2] Gonzalez,R.; Woods, R; Eddins,S:”Digital Image Processing Using MATLAB”, Prentice Hall, (2004)
- [3] www.matlabcentral.com (Erişim Tarihi: Aralık 2005)
- [4] Marchand,P; Holland,T:” Graphics and GUIs with MATLAB”,Chapman&Hall (2003).
- [5] “MATLAB Image Processing Toolbox User Guide”, The Mathworks Inc.
- [6] "MATLAB Creating Graphical User Interfaces”, The Mathworks Inc.
- [7] Lotufo, R., et all. “Toolbox of Image Processing Using the Python Language”, *International Conference on Image Processing vol.3*,Barcelona Spain, Sep. (2003)
- [8] Maxwell B.A., “Building an On-line Resource for Computer Vision Educators”, *Proceedings of IEEE Workshop on Combined Research and Curriculum Development*, December (2001)
- [9] Sage, K., Unser, M. “Teaching Image Processing Programming in Java”, *IEEE Signal Processing Magazine*, November (2003)
- [10] Eddins, S., Orchard, M. “Using MATLAB and C in an Image Programming Lab Course”, *International Conference on Image Processing*, Austin, USA, (1994)
- [11] Bebis, G., Egbert, D., Shah, M. “Review of Computer Vision Education”, *IEEE Transactions on Education* Vol. 46, February (2003)
- [12] Hoover, A.“Computer Vision Education in Undergraduate Education: Modern Embedded Programming”, *IEEE Transactions on Education* Vol. 46, May. (2003)
- [13] Didar, S., Devgan, S., “Application to Enhance the Teaching and Understanding of Basic Image Processing Techniques”, *IEEE Transactions on Education*, (2000)

- [14] Haralick,R.M.: “Statistical and Structural Approaches to Texture”, *Proceedings of IEEE*,vol.67, (1979)
- [15] Haralick,R.M., Shanmugan,K., Dinstein,I: “Textural Features for Image Classification”, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* vol.3, (1973)
- [16] Will, S., Hermes, L., Buchman, J., “On Learning Texture Edge Detectors”, *International Conference on Image Processing*, Vancouver, Canada, (2000)
- [17] Davis, L., Clearman, M., Aggarval, J., “A comparative Texture Comparison Study On Generalized Coocurrence Matrices”, *IEEE Conference On Decision and Control*, Miami USA, December 12-14, (1979)
- [18] Kiat-Leen, S., Tsatsoulis, C., “Texture Analysis of SAR Sea Imagery Using Gray-Level Co-Occurrence Matrices”, *IEEE Transactions on Geoscience And Remote Sensing* vol. 37, March (1999)
- [19] Ünsalan, C., “Pattern Recognition Methods for Texture Analysis Case Study: Steel Surface Classification”, MSc Thesis, Bogazici Univ., Inst. For Graduate Studies in Pure and Applied Sciences, Istanbul, Türkiye (1998)
- [20] Tahir, M. A., Bouridune, A., Kurugöllü, F., Amira, A., “Accelerating the computation of GLCM and Haralick Texture Features on Reconfigurable Hardware”, *International Conference on Image Processing*, (2004)
- [21] Monadjemi, A. “Towards Efficient Texture Classification and Abnormality Detection”, PhD Thesis, University of Bristol (2004)
- [22] Parker,J.R.:”Algorithms For Image Processing and Computer Vision”, Wiley Computer Publishing, (1997)
- [23] Pratt,W.: “Digital Image Processing:PIKS inside”, Wiley Interscience, (2001)
- [24] <http://users.ece.gatech.edu/mcclella/matlabGUIs/> (Erişim Tarihi: Mart 2005)
- [25] <http://www.ee.oulu.fi/research/image/texture> (Erişim Tarihi: Nisan 2005)
- [26] http://www.ucalgary.ca/~mhallbey/texture%20tutorial/texture_tutorial.html (Erişim Tarihi: Ekim 2005)
- [27] Çelik, H.H., Demir, Ö. “Görüntü İşleme Eğitimi İçin Görsel Bir Ara Yüz”, *I. International Vocational And Technical Education Technologies Congress*, Istanbul Turkey, Sept. 5-7 (2005)
- [28] <http://surface.kz.tsukuba.ac.jp/~kiryu/Dscn1683.jpg> (Erişim Tarihi : Mart, 2005)

- [29] www.nada.kth.se/cvap/databases/kth-tips/ (Erişim Tarihi : Mart, 2005)
- [30] <http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/CNSHTML/CNS124.html>
<http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/CNSHTML/CNS199.html>
<http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/CNSHTML/CNS200.html> (Erişim Tarihi:
Mart, 2005)

EKLER

EK A

SINIFLARI OLUŞTURAN DOKULARIN D=1, D=2, D=3 İÇİN RVT'YE KAYDEDİLEN DEĞERLERİ

Tablo A.1. Sınıf 1 Dokularının (0,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	9,6709	2,1257	0,54537	0,25176	1,7295
Kadife2	10,446	2,487	0,40426	0,10377	2,4812
Kadife3	9,4921	2,3641	0,4049	0,068072	2,9524
Kadife4	10,441	2,3716	0,47444	0,19838	1,8977
Kadife5	10,65	2,5518	0,36711	0,065193	3,0127
Kadife6	9,1089	2,3344	0,39461	0,057618	3,1144
Kadife7	10,589	2,4152	0,44878	0,12352	2,2796
Kadife8	10,564	2,465	0,4237	0,11231	2,3617
Kadife9	8,7662	2,31	0,3867	0,054677	3,13

Tablo A.2. Sınıf 1 Dokularının (D,0) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	6,754	1,4603	0,6953	0,30633	1,5864
Kadife2	7,8097	1,7054	0,63138	0,16089	2,1158
Kadife3	9,494	2,3472	0,41602	0,068532	2,9426
Kadife4	6,7779	1,4831	0,68648	0,25872	1,7074
Kadife5	8,0388	1,8074	0,59925	0,11612	2,5077
Kadife6	9,1018	2,3115	0,409	0,05862	3,0876
Kadife7	7,0751	1,5218	0,6827	0,18482	1,938
Kadife8	6,6926	1,4587	0,68868	0,17838	1,9804
Kadife9	8,8333	2,2545	0,41824	0,059595	3,0594

Tablo A.3. Sınıf 1 Dokularının (D,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	9,79	2,1468	0,54251	0,25074	1,7249
Kadife2	10,345	2,4617	0,41022	0,10422	2,4822
Kadife3	9,6059	2,4134	0,38571	0,065912	2,9639
Kadife4	10,486	2,3757	0,47534	0,19833	1,8956
Kadife5	10,631	2,533	0,37454	0,065625	3,016
Kadife6	9,161	2,3733	0,37705	0,056196	3,1182
Kadife7	10,591	2,4134	0,45054	0,12395	2,2777
Kadife8	10,543	2,4563	0,42698	0,11262	2,364
Kadife9	8,8999	2,3661	0,3655	0,053219	3,1392

Tablo A.4. Sınıf 1 Dokularının (D,-D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	9,8002	2,1499	0,54121	0,25079	1,728
Kadife2	10,387	2,4759	0,40598	0,10384	2,4813
Kadife3	9,6617	2,4243	0,38358	0,065856	2,9626
Kadife4	10,476	2,3782	0,47319	0,19849	1,8967
Kadife5	10,53	2,5253	0,37313	0,064958	3,011
Kadife6	9,315	2,4029	0,37219	0,056311	3,1186
Kadife7	10,774	2,4521	0,44125	0,12341	2,2783
Kadife8	10,606	2,4743	0,42087	0,11202	2,3627
Kadife9	8,8975	2,3675	0,36425	0,053302	3,1379

Tablo A.5. Sınıf 1 Dokularının Ortalama GDOM İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	8,9998	1,9698	0,58129	0,2619	1,7145
Kadife2	9,744	2,2816	0,46324	0,11108	2,4819
Kadife3	9,5631	2,3871	0,39762	0,066306	2,9682
Kadife4	9,5405	2,151	0,52763	0,207	1,8918
Kadife5	9,9592	2,3535	0,42878	0,070737	3,039
Kadife6	9,1714	2,3554	0,38828	0,056456	3,124
Kadife7	9,7525	2,1995	0,50612	0,1294	2,2785
Kadife8	9,5965	2,2123	0,49039	0,11726	2,3651
Kadife9	8,849	2,3243	0,38377	0,053131	3,1557

Tablo A.6. Sınıf 2 Dokularının (0,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	6,1496	1,3175	0,72756	0,4918	1,1324
Pamuklu2	11,538	2,3334	0,54491	0,23793	1,539
Pamuklu3	9,3501	1,9362	0,61256	0,22431	1,7046
Pamuklu4	11,564	2,3756	0,52641	0,22749	1,6647
Pamuklu5	10,489	2,5304	0,39275	0,11763	2,3508
Pamuklu6	10,137	2,3038	0,48195	0,12414	2,4144
Pamuklu7	8,1871	1,7089	0,65539	0,38816	1,3155
Pamuklu8	11,96	2,3927	0,53972	0,25249	1,3872
Pamuklu9	9,6985	2,0192	0,59306	0,21398	1,7681

Tablo A.7. Sınıf 2 Dokularının (D,0) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	4,3264	0,92914	0,80759	0,54286	1,0613
Pamuklu2	5,4604	1,1111	0,78222	0,31815	1,3474
Pamuklu3	8,8187	1,829	0,63341	0,23035	1,6904
Pamuklu4	8,785	1,8092	0,63967	0,25056	1,6027
Pamuklu5	7,4384	1,6998	0,62008	0,15721	2,111
Pamuklu6	10,417	2,3891	0,45085	0,11635	2,4565
Pamuklu7	5,3062	1,1147	0,77409	0,44806	1,2209
Pamuklu8	7,3945	1,4795	0,71533	0,29388	1,3033
Pamuklu9	8,5089	1,7751	0,64193	0,22857	1,7224

Tablo A.8. Sınıf 2 Dokularının (D,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	6,2622	1,3429	0,72176	0,48953	1,137
Pamuklu2	11,717	2,3694	0,53772	0,23724	1,542
Pamuklu3	10,903	2,2551	0,54732	0,20903	1,7657
Pamuklu4	12,836	2,6304	0,47458	0,22894	1,6603
Pamuklu5	10,133	2,4728	0,39928	0,11948	2,3448
Pamuklu6	10,798	2,4683	0,43171	0,11784	2,4432
Pamuklu7	8,1574	1,7039	0,6557	0,38935	1,3194
Pamuklu8	12,282	2,457	0,52734	0,25216	1,3878
Pamuklu9	10,613	2,2102	0,55277	0,20424	1,8096

Tablo A.9. Sınıf 2 Dokularının (D,-D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	6,3437	1,3607	0,71825	0,48704	1,1348
Pamuklu2	12,021	2,4302	0,5261	0,23667	1,5422
Pamuklu3	11,108	2,2969	0,53921	0,20792	1,7672
Pamuklu4	11,9	2,4425	0,51267	0,227	1,6682
Pamuklu5	10,299	2,492	0,39979	0,1178	2,3538
Pamuklu6	10,392	2,3836	0,45328	0,11658	2,4523
Pamuklu7	8,6716	1,8089	0,63482	0,38207	1,3221
Pamuklu8	12,459	2,4924	0,52054	0,25209	1,3879
Pamuklu9	11,23	2,3353	0,52768	0,20046	1,8224

Tablo A.10. Sınıf 2 Dokularının Ortalama GDOM İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	5,7678	1,237	0,74391	0,50189	1,1251
Pamuklu2	10,176	2,0593	0,59807	0,24554	1,5226
Pamuklu3	10,04	2,0783	0,58333	0,21619	1,7388
Pamuklu4	11,266	2,3133	0,53856	0,22911	1,6656
Pamuklu5	9,5869	2,2978	0,45324	0,11886	2,3625
Pamuklu6	10,435	2,386	0,45451	0,11777	2,4551
Pamuklu7	7,5764	1,5833	0,68018	0,39932	1,3092
Pamuklu8	11,017	2,204	0,57599	0,2556	1,3814
Pamuklu9	10,008	2,084	0,57905	0,20994	1,7884

Tablo A.11. Sınıf 3 Dokularının (0,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,3842	2,037	0,43884	0,092049	2,6302
Keten2	8,1652	2,1731	0,42357	0,096278	2,6261
Keten3	8,5319	2,2717	0,38581	0,052505	3,1616
Keten4	7,7948	2,1919	0,37971	0,076597	2,8175
Keten5	9,3785	2,4033	0,37521	0,074604	2,8836
Keten6	9,6948	2,4489	0,36486	0,054779	3,137
Keten7	7,3946	2,111	0,39998	0,092949	2,6511
Keten8	7,2091	1,979	0,46212	0,11434	2,4476
Keten9	8,8813	2,2521	0,42301	0,071277	2,9131

Tablo A.12. Sınıf 3 Dokularının (D,0) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,2516	2,0792	0,41019	0,091705	2,6456
Keten2	8,2093	2,1811	0,42323	0,096999	2,6367
Keten3	8,6238	2,3208	0,36527	0,052538	3,1715
Keten4	8,0457	2,2574	0,36048	0,078187	2,8002
Keten5	9,3536	2,3887	0,38301	0,070136	2,9463
Keten6	9,4601	2,4286	0,36104	0,056034	3,1187
Keten7	7,5713	2,1666	0,38256	0,094503	2,6369
Keten8	7,4696	2,0862	0,42605	0,11402	2,457
Keten9	8,9582	2,3166	0,39391	0,070654	2,9234

Tablo A.13. Sınıf 3 Dokularının (D,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,026	1,9063	0,48271	0,10186	2,5892
Keten2	7,925	2,0566	0,46875	0,10356	2,5861
Keten3	8,3828	2,1994	0,41717	0,056456	3,1243
Keten4	7,4785	2,0115	0,45904	0,086202	2,7496
Keten5	9,2308	2,2736	0,43575	0,074179	2,8936
Keten6	9,2133	2,2979	0,4167	0,060459	3,0957
Keten7	6,7241	1,8438	0,49759	0,10444	2,5483
Keten8	7,1193	1,904	0,49516	0,12249	2,4079
Keten9	8,6407	2,1907	0,44253	0,074819	2,8785

Tablo A.14. Sınıf 3 Dokularının (D,-D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,3271	2,0305	0,43803	0,095027	2,6474
Keten2	8,1317	2,1306	0,44431	0,099817	2,6182
Keten3	8,5317	2,2745	0,38524	0,052342	3,1818
Keten4	7,6074	2,0643	0,43839	0,08248	2,7712
Keten5	9,355	2,3001	0,43065	0,074105	2,8868
Keten6	9,3329	2,3388	0,40335	0,058917	3,1065
Keten7	7,2529	2,0489	0,42316	0,092454	2,6499
Keten8	7,6496	2,1107	0,42469	0,11637	2,4556
Keten9	8,8678	2,3038	0,39679	0,069503	2,9383

Tablo A.15. Sınıf 3 Dokularının Ortalama GDOM İçin Kaydedilen Değerleri (D = 2)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,2476	2,0135	0,44235	0,093467	2,6527
Keten2	8,1082	2,1356	0,43988	0,098462	2,6286
Keten3	8,5179	2,2667	0,38831	0,052597	3,18
Keten4	7,7326	2,1318	0,40921	0,078865	2,8186
Keten5	9,3296	2,3417	0,40602	0,070671	2,9583
Keten6	9,4261	2,3789	0,38637	0,056379	3,1411
Keten7	7,237	2,043	0,42565	0,093867	2,6558
Keten8	7,3618	2,0201	0,45196	0,11538	2,4624
Keten9	8,8374	2,2659	0,41403	0,070507	2,933

Tablo A.16. Sınıf 1 Dokularının (0,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	9,9022	2,1872	0,52615	0,25068	1,7303
Kadife2	10,182	2,4744	0,39224	0,10505	2,4534
Kadife3	9,6129	2,3968	0,39497	0,066832	2,9668
Kadife4	9,5084	2,2085	0,49345	0,20784	1,8797
Kadife5	10,383	2,5484	0,35257	0,063657	2,975
Kadife6	9,2392	2,3673	0,38608	0,056679	3,1252
Kadife7	11,631	2,6354	0,39563	0,1271	2,2481
Kadife8	10,585	2,4962	0,40107	0,11567	2,3176
Kadife9	8,8319	2,3262	0,38172	0,053716	3,1479

Tablo A.17. Sınıf 1 Dokularının (D,0) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	7,3516	1,5876	0,66899	0,2948	1,6144
Kadife2	8,2123	1,7896	0,61418	0,15684	2,1335
Kadife3	9,3297	2,2648	0,44895	0,073879	2,8892
Kadife4	7,333	1,6093	0,65874	0,24736	1,7402
Kadife5	8,1792	1,8427	0,59056	0,11509	2,52
Kadife6	8,9988	2,2387	0,44069	0,064083	3,024
Kadife7	7,1732	1,5482	0,6761	0,18289	1,9485
Kadife8	7,3186	1,5919	0,66083	0,16996	2,0125
Kadife9	8,7169	2,1838	0,4496	0,062736	3,0155

Tablo A.18. Sınıf 1 Dokularının (D,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	9,9451	2,1949	0,52522	0,25052	1,7297
Kadife2	10,214	2,4788	0,39231	0,10477	2,4554
Kadife3	9,6187	2,4019	0,39259	0,066781	2,9671
Kadife4	9,6059	2,2259	0,49112	0,20705	1,8815
Kadife5	10,369	2,5418	0,35514	0,063422	2,9769
Kadife6	9,1371	2,3536	0,38552	0,056677	3,1213
Kadife7	11,495	2,6061	0,40246	0,1265	2,2511
Kadife8	10,544	2,4866	0,40376	0,11513	2,3216
Kadife9	8,9195	2,342	0,37968	0,05375	3,1476

Tablo A.19. Sınıf 1 Dokularının (D,-D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	9,7589	2,1589	0,53093	0,25296	1,7277
Kadife2	10,066	2,4504	0,39663	0,10553	2,4502
Kadife3	9,5656	2,3903	0,39461	0,066723	2,9666
Kadife4	9,5094	2,2101	0,49257	0,20844	1,875
Kadife5	10,318	2,5359	0,35498	0,063866	2,9718
Kadife6	9,2478	2,3672	0,38647	0,056687	3,1236
Kadife7	11,77	2,6622	0,39002	0,12877	2,2386
Kadife8	10,741	2,5274	0,39453	0,11681	2,3104
Kadife9	8,8623	2,3398	0,37562	0,053805	3,1456

Tablo A.20. Sınıf 1 Dokularının Ortalama GDOM İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Kadife1	9,2348	2,031	0,56309	0,25932	1,7357
Kadife2	9,6651	2,297	0,44925	0,10962	2,5017
Kadife3	9,5313	2,3632	0,40789	0,067486	2,965
Kadife4	8,9849	2,0623	0,53429	0,21235	1,9022
Kadife5	9,8083	2,3659	0,41375	0,066696	3,0506
Kadife6	9,1554	2,3315	0,39979	0,057451	3,1199
Kadife7	10,509	2,3609	0,46658	0,12549	2,2941
Kadife8	9,7908	2,2738	0,46554	0,11358	2,3798
Kadife9	8,8322	2,2976	0,3968	0,054025	3,1544

Tablo A.21. Sınıf 2 Dokularının (0,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	6,546	1,4056	0,70777	0,48273	1,143
Pamuklu2	14,862	2,9986	0,41522	0,24627	1,5257
Pamuklu3	11,13	2,3008	0,53837	0,20794	1,7681
Pamuklu4	12,912	2,6457	0,47165	0,22947	1,6601
Pamuklu5	9,5213	2,3647	0,41058	0,12455	2,305
Pamuklu6	10,456	2,3953	0,45101	0,11756	2,4564
Pamuklu7	8,7423	1,8239	0,63073	0,38241	1,3244
Pamuklu8	14,027	2,806	0,46021	0,25581	1,3798
Pamuklu9	11,207	2,3306	0,52844	0,20053	1,8246

Tablo A.22. Sınıf 2 Dokularının (D,0) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	5,5957	1,1989	0,75225	0,50721	1,1126
Pamuklu2	7,0719	1,4366	0,71891	0,28563	1,4248
Pamuklu3	10,955	2,2661	0,54497	0,20857	1,7664
Pamuklu4	10,475	2,1534	0,57123	0,23336	1,6479
Pamuklu5	8,4289	1,9327	0,5657	0,14228	2,1891
Pamuklu6	10,652	2,4488	0,43125	0,11825	2,4391
Pamuklu7	7,0039	1,4663	0,70383	0,40966	1,2849
Pamuklu8	10,263	2,0533	0,60499	0,26018	1,3725
Pamuklu9	10,433	2,172	0,56093	0,20589	1,8022

Tablo A.23. Sınıf 2 Dokularının (D,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	6,4811	1,3944	0,70889	0,48542	1,1408
Pamuklu2	14,939	3,0139	0,41192	0,24732	1,5216
Pamuklu3	12,335	2,5457	0,48688	0,20417	1,7905
Pamuklu4	13,761	2,8152	0,43821	0,23406	1,6423
Pamuklu5	9,4112	2,3476	0,4121	0,12644	2,2949
Pamuklu6	10,483	2,4062	0,44592	0,11779	2,4581
Pamuklu7	8,6419	1,8047	0,63345	0,38561	1,3221
Pamuklu8	14,022	2,805	0,46038	0,25587	1,3797
Pamuklu9	11,861	2,4658	0,49865	0,19746	1,8406

Tablo A.24. Sınıf 2 Dokularının (D,-D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	6,4631	1,3916	0,70915	0,48588	1,1402
Pamuklu2	15,184	3,0628	0,4026	0,24949	1,5172
Pamuklu3	12,441	2,5677	0,48245	0,20399	1,79
Pamuklu4	12,9	2,643	0,47276	0,22837	1,6623
Pamuklu5	9,8142	2,4121	0,40581	0,12213	2,3228
Pamuklu6	10,446	2,3952	0,45045	0,11762	2,4566
Pamuklu7	8,6867	1,8142	0,63053	0,38725	1,3149
Pamuklu8	14,083	2,8173	0,45803	0,25617	1,379
Pamuklu9	12,34	2,5622	0,47918	0,19745	1,8407

Tablo A.25. Sınıf 2 Dokularının Ortalama GDOM İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Pamuklu1	6,2699	1,3473	0,71959	0,49006	1,1419
Pamuklu2	12,999	2,6249	0,48777	0,23706	1,5463
Pamuklu3	11,71	2,4191	0,51338	0,20495	1,7853
Pamuklu4	12,506	2,5631	0,48871	0,22804	1,6664
Pamuklu5	9,2915	2,2634	0,44885	0,12057	2,3588
Pamuklu6	10,51	2,4115	0,44463	0,11746	2,458
Pamuklu7	8,2657	1,7267	0,64977	0,39008	1,3252
Pamuklu8	13,092	2,6189	0,49618	0,25269	1,3866
Pamuklu9	11,455	2,3817	0,51701	0,19901	1,8344

Tablo A.26. Sınıf 3 Dokularının (0,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,4288	1,9984	0,46263	0,097628	2,6052
Keten2	8,059	2,1029	0,45305	0,10036	2,6186
Keten3	8,4887	2,2334	0,40552	0,05531	3,1238
Keten4	7,1443	1,907	0,49343	0,093314	2,6632
Keten5	9,2174	2,2572	0,44553	0,077449	2,861
Keten6	9,1188	2,2459	0,4417	0,066835	2,9891
Keten7	6,7774	1,8622	0,49013	0,10268	2,58
Keten8	6,9337	1,8399	0,51665	0,12583	2,3873
Keten9	8,5804	2,1634	0,45297	0,076754	2,8566

Tablo A.27. Sınıf 3 Dokularının (D,0) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,2966	2,0539	0,42532	0,091124	2,6517
Keten2	8,196	2,1676	0,42852	0,096767	2,6311
Keten3	8,509	2,2898	0,37456	0,051635	3,1875
Keten4	7,9547	2,2177	0,37495	0,07665	2,8151
Keten5	9,2587	2,3536	0,39514	0,069788	2,9566
Keten6	9,5778	2,4278	0,36912	0,05482	3,1408
Keten7	7,4734	2,1401	0,3899	0,092648	2,6486
Keten8	7,5025	2,0724	0,43537	0,11375	2,4601
Keten9	8,9588	2,3046	0,40041	0,069703	2,9313

Tablo A.28. Sınıf 3 Dokularının (D,D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,4238	2,065	0,42764	0,091948	2,6539
Keten2	8,21	2,1782	0,42472	0,096975	2,6367
Keten3	8,4676	2,2605	0,38788	0,052226	3,1782
Keten4	7,7095	2,1573	0,39324	0,077286	2,8142
Keten5	9,5818	2,3959	0,39477	0,069234	2,9541
Keten6	9,4368	2,3833	0,3848	0,056304	3,1352
Keten7	7,4613	2,1388	0,38915	0,091287	2,6549
Keten8	7,606	2,1183	0,41986	0,11545	2,459
Keten9	8,8625	2,3023	0,3964	0,069657	2,9386

Tablo A.29. Sınıf 3 Dokularının (D,-D) Yönü İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,474	2,064	0,43154	0,09249	2,6512
Keten2	8,1038	2,1426	0,43577	0,097872	2,6349
Keten3	8,546	2,2811	0,38254	0,052175	3,177
Keten4	7,9839	2,2285	0,37276	0,07746	2,8155
Keten5	9,4289	2,4019	0,38023	0,070036	2,9432
Keten6	9,5797	2,4389	0,36399	0,055096	3,1405
Keten7	7,388	2,0995	0,40615	0,092338	2,658
Keten8	7,2755	1,9953	0,45837	0,11477	2,4556
Keten9	8,8568	2,2608	0,4169	0,070324	2,9243

Tablo A.30. Sınıf 3 Dokularının Ortalama GDOM İçin Kaydedilen Değerleri (D = 3)

Sınıf	Kontrast	Benzemezlik	Homojenlik	AİM	Entropi
Keten1	7,4055	2,0452	0,43684	0,092768	2,6484
Keten2	8,1421	2,1477	0,43556	0,097813	2,6327
Keten3	8,5028	2,2662	0,38764	0,052473	3,1758
Keten4	7,697	2,1271	0,40879	0,078897	2,8166
Keten5	9,3707	2,3518	0,40404	0,070262	2,9561
Keten6	9,4277	2,3737	0,39002	0,056773	3,1368
Keten7	7,2739	2,0597	0,41899	0,092972	2,6577
Keten8	7,3286	2,0061	0,4577	0,11596	2,4584
Keten9	8,8143	2,2576	0,41675	0,070632	2,9287

EK B

D = 2, D = 3 İÇİN SINIFLANDIRMA SONUÇLARI

Tablo B.1. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sınıf 1 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları
(D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 açık (Sınıf 1)	cor1bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cor2bright	S 1	S 1	S 1	S 2	S 1
	cor3bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor4bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor5bright	S 3	S 1	S 3	S 3	S 1
	cor6bright	S 3	S 1	S 3	S 3	S 3
	cor7bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor8bright	S 1	S 1	S 2	S 1	S 1
	cor9bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	Oran	6/9	8/9	5/9	5/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					33/45 - %73,3	

Tablo B.2. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sınıf 1 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları
(D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 açık (Sınıf 1)	cor1bright	S 2	S 1	S 2	S 2	S 2
	cor2bright	S 2	S 1	S 2	S 2	S 1
	cor3bright	S 1	S 1	S 3	S 1	S 1
	cor4bright	S 2	S 1	S 2	S 2	S 2
	cor5bright	S 3	S 1	S 3	S 3	S 1
	cor6bright	S 1	S 1	S 3	S 3	S 3
	cor7bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor8bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 2
	cor9bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	Oran	5/9	9/9	3/9	4/9	5/9
Doğruluk Yüzdesi					26/45 - %57,7	

Tablo B.3. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sımf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 açık (Sımf 2)	cot1bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot2bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot3bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot4bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot5bright	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cot6bright	S 2	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot7bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot8bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	Oran	8/9	8/9	7/9	7/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					37/45 - %82,2	

Tablo B.4. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sımf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 açık (Sımf 2)	cot1bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot2bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot3bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot4bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot5bright	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot6bright	S 2	S 2	S 1	S 2	S 1
	cot7bright	S 2	S 2	S 2	S 1	S 2
	cot8bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9bright	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	Oran	8/9	9/9	7/9	7/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					38/45 - %84,4	

Tablo B.5. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sımf 3 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 açık (Sımf 2)	lin1bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin2bright	S 3	S 3	S 1	S 3	S 1
	lin3bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin4bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin5bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin6bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin7bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin8bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin9bright	S 1	S 3	S 3	S 1	S 1
	Oran	8/9	9/9	8/9	8/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					40/45 - %88,8	

Tablo B.6. Parlaklığı %10 Arttırılmış Sımf 3 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları
(D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 açık (Sımf 2)	lin1bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin2bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin3bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin4bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin5bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin6bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin7bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin8bright	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin9bright	S 3	S 3	S 3	S 1	S 1
	Oran	9/9	9/9	9/9	8/9	8/9
Doğruluk Yüzdesi					43/45 - %95,5	

Tablo B.7. Parlaklığı %10 Azaltılmış Sımf 1 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları
(D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sımf 1)	cor1dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor2dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor3dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	cor4dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor5dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor6dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor7dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor8dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor9dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	Oran	7/9	7/9	7/9	7/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					35/45 - %77,7	

Tablo B.8. Parlaklığı %10 Azaltılmış Kadife Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları
(D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sımf 1)	cor1dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor2dark	S 1	S 1	S 2	S 1	S 1
	cor3dark	S 1	S 1	S 3	S 3	S 3
	cor4dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor5dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor6dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor7dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor8dark	S 2	S 1	S 2	S 2	S 1
	cor9dark	S 3	S 1	S 3	S 3	S 3
	Oran	7/9	9/9	5/9	6/9	7/9
Doğruluk Yüzdesi					34/45 - %75,5	

Tablo B.9. Parlaklığı %10 Azaltılmış Sınıf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları

(D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sınıf 2)	cot1dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot2dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot3dark	S 2	S 2	S 2	S 1	S 1
	cot4dark	S 1	S 2	S 1	S 1	S 2
	cot5dark	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cot6dark	S 2	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot7dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot8dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9dark	S 2	S 2	S 1	S 1	S 1
	Oran	7/9	8/9	5/9	4/9	5/9
Doğruluk Yüzdesi					29/45 - %64,4	

Tablo B.10. Parlaklığı %10 Azaltılmış Sınıf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları

(D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sınıf 2)	cot1dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot2dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot3dark	S 1	S 2	S 1	S 1	S 2
	cot4dark	S 1	S 2	S 1	S 1	S 2
	cot5dark	S 2	S 1	S 2	S 1	S 1
	cot6dark	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot7dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot8dark	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9dark	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	Oran	5/9	8/9	5/9	4/9	6/9
Doğruluk Yüzdesi					27/45 - %60	

Tablo B.11. Parlaklığı %10 Azaltılmış Sınıf 3 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları

(D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sınıf 3)	lin1dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin2dark	S 3	S 1	S 3	S 3	S 1
	lin3dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin4dark	S 3	S 3	S 3	S 1	S 1
	lin5dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin6dark	S 1	S 1	S 3	S 3	S 1
	lin7dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 1
	lin8dark	S 1	S 1	S 3	S 1	S 1
	lin9dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	Oran	7/9	6/9	9/9	7/9	4/9
Doğruluk Yüzdesi					33/45 - %73,3	

Tablo B.12. Parlaklığı %10 Azaltılmış Keten Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
%10 koyu (Sınıf 3)	lin1dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin2dark	S 3	S 1	S 1	S 1	S 1
	lin3dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin4dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 1
	lin5dark	S 3	S 3	S 1	S 3	S 3
	lin6dark	S 3	S 1	S 1	S 1	S 1
	lin7dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 1
	lin8dark	S 3	S 3	S 1	S 1	S 1
	lin9dark	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	Oran	9/9	7/9	5/9	6/9	4/9
Doğruluk Yüzdesi					31/45 - %68,8	

Tablo B.13. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 1 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 1)	cor1sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor2sp	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	cor3sp	S 1	S 1	S 3	S 3	S 3
	cor4sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor5sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor6sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor7sp	S 2	S 1	S 2	S 2	S 1
	cor8sp	S 1	S 1	S 1	S 2	S 1
	cor9sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	Oran	8/9	8/9	7/9	6/9	8/9
Doğruluk Yüzdesi					37/45 - %82,2	

Tablo B.14. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 1 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 1)	cor1sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor2sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor3sp	S 3	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor4sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor5sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor6sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor7sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cor8sp	S 2	S 1	S 2	S 2	S 1
	cor9sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	Oran	7/9	9/9	8/9	8/9	9/9
Doğruluk Yüzdesi					40/45 - %91,1	

Tablo B.15. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 2)	cot1sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot2sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot3sp	S 2	S 2	S 2	S 1	S 1
	cot4sp	S 1	S 2	S 2	S 1	S 1
	cot5sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	cot6sp	S 2	S 2	S 1	S 2	S 1
	cot7sp	S 2	S 1	S 2	S 2	S 2
	cot8sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9sp	S 2	S 1	S 2	S 1	S 1
	Oran	7/9	6/9	7/9	5/9	4/9
Doğruluk Yüzdesi					29/45 - %64,4	

Tablo B.16. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 2 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 2)	cot1sp	S 2	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot2sp	S 2	S 1	S 2	S 2	S 2
	cot3sp	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot4sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot5sp	S 1	S 2	S 1	S 1	S 1
	cot6sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 1
	cot7sp	S 2	S 1	S 2	S 1	S 1
	cot8sp	S 2	S 2	S 2	S 2	S 2
	cot9sp	S 1	S 1	S 1	S 1	S 1
	Oran	6/9	6/9	5/9	4/9	3/9
Doğruluk Yüzdesi					24/45 - %53,3	

Tablo B.17. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 3 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 2)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 3)	lin1sp	S 1	S 3	S 3	S 3	S 1
	lin2sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin3sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin4sp	S 1	S 3	S 3	S 3	S 1
	lin5sp	S 1	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin6sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin7sp	S 3	S 3	S 3	S 1	S 1
	lin8sp	S 1	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin9sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	Oran	5/9	9/9	9/9	8/9	6/9
Doğruluk Yüzdesi					37/45 - %82,2	

Tablo B.18. Tuz-Biber Gürültüsü Eklenmiş Sınıf 3 Dokularının Yönlere Göre Sınıflandırma Sonuçları (D = 3)

	Görüntü	(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)	(Av,Av)
Tuz-Biber (Sınıf 3)	lin1sp	S 3	S 3	S 1	S 1	S 1
	lin2sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin3sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 1
	lin4sp	S 3	S 3	S 1	S 3	S 1
	lin5sp	S 3	S 3	S 1	S 1	S 3
	lin6sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	lin7sp	S 3	S 3	S 3	S 1	S 3
	lin8sp	S 3	S 3	S 3	S 1	S 3
	lin9sp	S 3	S 3	S 3	S 3	S 3
	Oran	9/9	9/9	6/9	5/9	6/9
	Doğruluk Yüzdesi					35/45 - %77,7

EK C

D = 2, D = 3 İÇİN EŞLEME DENEYLERİ SONUÇLARI

Tablo C.1. Mesafe Vektörü 2 Piksel İçin Tanıma Deneyleri Sonuçları

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Eşlemeler			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(D,-D)
1	tex1	tex2	tex3	tex4	tex1dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
2	tex1	tex2	tex3	tex4	tex2dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
3	tex1	tex2	tex6	tex7	tex2bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
4	tex1	tex2	tex13	tex10	tex10dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
5	tex1	tex5	tex15	tex6	tex5bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
6	tex1	tex5	tex6	tex9	tex9sp005	Doku 3	Doku 4	Doku 3	Doku 3
7	tex10	tex5	tex1	tex15	tex1bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
8	tex11	tex5	tex13	tex9	tex11dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
9	tex11	tex12	tex13	tex15	tex13dark	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
10	tex13	tex14	tex6	tex7	tex7sp005	Doku 4	Doku 2	Doku 4	Doku 4
11	tex2	tex8	tex11	tex14	tex8bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
12	tex4	tex3	tex7	tex9	tex3bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
13	tex14	tex3	tex8	tex9	tex3bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
14	tex8	tex12	tex6	tex14	tex12dark	Doku 2	Doku 2	Doku 4	Doku 2
15	tex3	tex10	tex12	tex15	tex15sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
16	tex3	tex6	tex9	tex14	tex6dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
17	tex3	tex7	tex8	tex10	tex10bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
18	tex2	tex4	tex7	tex12	tex12sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 1	Doku 1
19	tex2	tex8	tex11	tex13	tex2dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
20	tex4	tex6	tex7	tex8	tex4bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
21	tex4	tex5	tex8	tex14	tex5dark	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
22	tex4	tex13	tex6	tex2	tex13sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2

Tablo C.1. Devamı

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Eşlemeler			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(-D,-D)
23	tex4	tex7	tex10	tex15	tex10sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
24	tex5	tex6	tex9	tex12	tex9bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
25	tex3	tex8	tex12	tex13	tex8sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
26	tex1	tex5	tex9	tex11	tex11bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
27	tex12	tex2	tex10	tex14	tex14bright	Doku 4	Doku 4	Doku 1	Doku 1
28	tex3	tex7	tex10	tex15	tex15dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
29	tex4	tex8	tex9	tex12	tex12bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
30	tex2	tex6	tex13	tex3	tex2sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
31	tex1	tex5	tex11	tex14	tex1sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
32	tex3	tex4	tex7	tex10	tex3dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
33	tex6	tex7	tex8	tex9	tex6bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
34	tex5	tex9	tex14	tex15	tex5bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
35	tex2	tex4	tex12	tex13	tex4dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
36	tex1	tex5	tex8	tex12	tex8dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
37	tex2	tex6	tex9	tex11	tex6sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
38	tex3	tex7	tex9	tex10	tex3sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
39	tex4	tex5	tex15	tex8	tex4sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 2	Doku 2
40	tex12	tex1	tex2	tex7	tex7dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
41	tex13	tex15	tex14	tex2	tex13bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
42	tex3	tex6	tex7	tex9	tex7sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
43	tex8	tex13	tex2	tex10	tex13dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
44	tex4	tex5	tex13	tex8	tex4bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
45	tex1	tex12	tex9	tex15	tex9sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
46	tex2	tex14	tex6	tex11	tex14sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
47	tex7	tex9	tex11	tex14	tex9dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
48	tex3	tex8	tex5	tex6	tex6dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
49	tex3	tex4	tex2	tex15	tex15bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
50	tex1	tex12	tex13	tex14	tex14bright	Doku 4	Doku 4	Doku 2	Doku 2
Doğruluk Oranı :						43/50	43/50	38/50	39/50
Doğruluk Yüzdesi :						% 86	% 86	% 76	% 78

Tablo C.2. Mesafe Vektörü 3 Piksel İçin Tamma Deneyleri Sonuçları

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Sonuçlar			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(-D,-D)
1	tex1	tex2	tex3	tex4	tex1dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
2	tex1	tex2	tex3	tex4	tex2dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
3	tex1	tex2	tex6	tex7	tex2bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
4	tex1	tex2	tex13	tex10	tex10dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
5	tex1	tex5	tex15	tex6	tex5bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
6	tex1	tex5	tex6	tex9	tex9sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 3
7	tex10	tex5	tex1	tex15	tex1bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
8	tex11	tex5	tex13	tex9	tex11dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
9	tex11	tex12	tex13	tex15	tex13dark	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
10	tex13	tex14	tex6	tex7	tex7sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
11	tex2	tex8	tex11	tex14	tex8bright	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
12	tex4	tex3	tex7	tex9	tex3bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
13	tex14	tex3	tex8	tex9	tex3bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
14	tex8	tex12	tex6	tex14	tex12dark	Doku 2	Doku 2	Doku 4	Doku 4
15	tex3	tex10	tex12	tex15	tex15sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
16	tex3	tex6	tex9	tex14	tex6dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
17	tex3	tex7	tex8	tex10	tex10bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
18	tex2	tex4	tex7	tex12	tex12sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
19	tex2	tex8	tex11	tex13	tex2dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
20	tex4	tex6	tex7	tex8	tex4bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
21	tex4	tex5	tex8	tex14	tex5dark	Doku 3	Doku 3	Doku 4	Doku 3
22	tex4	tex13	tex6	tex2	tex13sp005	Doku 2	Doku 4	Doku 2	Doku 2
23	tex4	tex7	tex10	tex15	tex10sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
24	tex5	tex6	tex9	tex12	tex9bright	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
25	tex3	tex8	tex12	tex13	tex8sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
26	tex1	tex5	tex9	tex11	tex11bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
27	tex12	tex2	tex10	tex14	tex14bright	Doku 1	Doku 4	Doku 1	Doku 1
28	tex3	tex7	tex10	tex15	tex15dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
29	tex4	tex8	tex9	tex12	tex12bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
30	tex2	tex6	tex13	tex3	tex2sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
31	tex1	tex5	tex11	tex14	tex1sp005	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
32	tex3	tex4	tex7	tex10	tex3dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
33	tex6	tex7	tex8	tex9	tex6bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
34	tex5	tex9	tex14	tex15	tex5bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
35	tex2	tex4	tex12	tex13	tex4dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
36	tex1	tex5	tex8	tex12	tex8dark	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
37	tex2	tex6	tex9	tex11	tex6sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
38	tex3	tex7	tex9	tex10	tex3sp005	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
39	tex4	tex5	tex15	tex8	tex4sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2

Tablo C.2. Devamı

No	Grubu Oluşturan Dokular				Örnek Kesit	Yönlere Göre Sonuçlar			
	Doku 1	Doku 2	Doku 3	Doku 4		(0,D)	(D,0)	(D,D)	(-D,-D)
40	tex12	tex1	tex2	tex7	tex7dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
41	tex13	tex15	tex14	tex2	tex13bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
42	tex3	tex6	tex7	tex9	tex7sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
43	tex8	tex13	tex2	tex10	tex13dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
44	tex4	tex5	tex13	tex8	tex4bright	Doku 1	Doku 1	Doku 1	Doku 1
45	tex1	tex12	tex9	tex15	tex9sp005	Doku 3	Doku 3	Doku 3	Doku 3
46	tex2	tex14	tex6	tex11	tex14sp005	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
47	tex7	tex9	tex11	tex14	tex9dark	Doku 2	Doku 2	Doku 2	Doku 2
48	tex3	tex8	tex5	tex6	tex6dark	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
49	tex3	tex4	tex2	tex15	tex15bright	Doku 4	Doku 4	Doku 4	Doku 4
50	tex1	tex12	tex13	tex14	tex14bright	Doku 2	Doku 4	Doku 2	Doku 2
Doğruluk Oranı :						40/50	41/50	39/50	38/50
Doğruluk Yüzdesi :						% 80	% 82	% 78	% 76

ÖZGEÇMİŞ

Önder Demir 1980 yılında İstanbul'da doğdu. Lise öğrenimini İnönü Teknik Lisesi'nde tamamladı. 1997 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Kontrol Öğretmenliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2002 yılında bu bölümden mezun olan Önder Demir aynı yıl Yüksek Lisans Eğitimine başladı. Önder Demir 2002 Kasım ayından itibaren Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik Bilgisayar Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmalarını sürdürmektedir.