

**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE MEKANİK SAYAÇ
BİLGİLERİNİN OKUNMASI VE MERKEZİ SİSTEME İLETİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ OSMAN DOĞANSOY

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**MERSİN
AĞUSTOS- 2019**

**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE MEKANİK SAYAÇ
BİLGİLERİNİN OKUNMASI VE MERKEZİ SİSTEME İLETİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ OSMAN DOĞANSOY

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

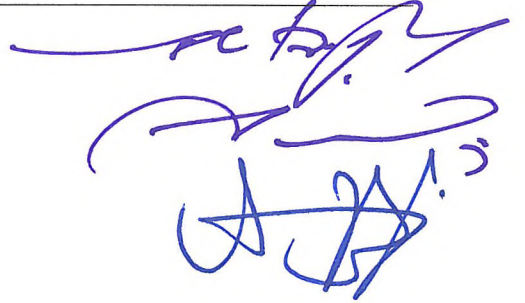
**ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**Danışman
Prof. Dr. Ali AKDAĞLI**

**MERSİN
AĞUSTOS - 2019**

ONAY

Ali Osman Doğansoy tarafından Prof. Dr. Ali AKDAĞLI danışmanlığında hazırlanan "Görüntü İşleme Teknikleri ile Mekanik Sayaç Bilgilerinin Okunması ve Merkezi Sisteme İletilmesi" başlıklı çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından 28/08/2019 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda oy birliği/çokluğu ile Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Ünvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	Prof. Dr. Ali AKDAĞLI	
Üye	Prof. Dr. İbrahim DEVELİ	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Ali YILDIZ	

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 06/09/2019 tarih ve 2019.55/1356 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi

beyan ederim.

ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

28 / 08 / 2019

İmza / Signature

Ali Osman DOĞANSOY

ÖZET

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE MEKANİK SAYAÇ BİLGİLERİNİN OKUNMASI VE MERKEZİ SİSTEME İLETİLMESİ

Akıllı şehirler kavramının son zamanlarda çok popüler hale gelmesiyle birlikte yeni çıkan teknolojilere olan ilgi ve merak hızla artmaktadır. Bu kavramın getirdiği kolaylıklardan ve kolaylığın yanında zaman, maliyet gibi kavramlarda da performans artışı isteğinin bulunması hizmet sağlayıcıların otomatik yapılan işlere olan ilgisini arttırmış bulunmaktadır. Hizmet sağlayıcıların yoğunlukla karşılaştığı bir durum olan mekanik sayaç okumada insan kaynaklı hatalar, hizmet sağlayıcıların güvenilirliğini ve itibarını azaltma gibi olumsuz etkileri vardır. Günümüzde hala birçok kurumda manuel yapılan bu iş, personel inisiyatifine bırakılmış ve takibi zorlaşmıştır. Bu tez çalışmasında, görüntü işleme teknikleriyle mekanik sayaç okuma işlemi farklı sayaçlarla test edilerek hazırlanmıştır. Casio IT-9000 el terminali ile yapılan bu çalışmada okuma görevlisinin manuel müdahalesine izin vermeden sayaç üzerinde bulunan endeks bilgisinin otomatik olarak okunması hedeflenmektedir. Görüntü işleme teknikleri kullanım şekillerine göre incelenmiş ve oluşan görüntüler üzerinde en uygun filtrelemeler seçilerek mekanik sayaç okuma algoritması oluşturulmuştur. Sayacın ön görüntüsü alınarak, görüntü işleme teknikleriyle oluşturulan algoritmanın uygulanması sonucu maksimum seviyede doğru sayıları üretecek ve üretilen bu bilgiyi merkezi sisteme iletecek sistemin çözümü gerçekleştirilmiştir. 100 adet sayacın üzerinde yapılan algoritma testinden 99 adet sayaç başarılı bir şekilde okunabilmiş ve %99 oranında başarı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehir, Mekanik Sayaç Okuma, Görüntü İşleme Teknikleri

Danışman: Prof. Dr. Ali AKDAĞLI, Mersin Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.

ABSTRACT

READING THE MECHANICAL METER INFORMATION BY IMAGE PROCESSING TECHNIQUES AND TRANSMITTING THE INFORMATION TO CENTRAL SYSTEM

As the concept of smart cities has become very popular lately, interest and curiosity in emerging technologies are rapidly increasing. Besides the convenience and convenience of this concept, the fact that there is a desire to increase performance in concepts such as time and cost has increased the interest of service providers to automated works. Mechanical meter reading, which is mostly encountered by service providers, has negative effects, such as human error, reducing the reliability and reputation of service providers. Today, this work, which is still done manually in many institutions, is left to the initiative of the personnel and it becomes difficult to follow. In this thesis work, mechanical meter reading with image processing techniques has been prepared by testing with different meters. In this study with Casio IT-9000 handheld terminal, it is aimed to automatically read the index information on the meter without allowing manual intervention of the meter reader. Use image processing techniques have been examined by the modes and selecting the most suitable mechanical counter reading images formed on screenings algorithm is created. By taking the pre-image of the meter, the solution of the system that will produce the correct numbers at maximum level and transmit the produced information to the central system has been realized as a result of the application of the algorithm created by the image processing techniques. From the algorithm test performed on 100 counters, 99 counter were successfully read and 99% success was achieved.

Keywords: Smart City, Mechanical Meter Reading, Image Processing Techniques

Advisor: Prof. Dr. Ali AKDAĞLI, Mersin University, Department of Electrical and Electronics Engineering, Mersin.

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans eğitimim kapsamında, tez konumun belirlenmesinde, araştırma ve deneysel çalışmalarında bana yol gösteren, bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana destek olan danışman hocam Prof. Dr. Ali AKDAĞLI'ya teşekkürü bir borç bilirim. Tez savunması jürimde olan Prof. Dr. İbrahim DEVELİ ve Dr. Öğr. Üyesi Ali YILDIZ hocalarıma yapmış oldukları değerlendirme ve tavsiyeleri için teşekkür ederim.

Her daim yanımda olan, güven duygusuyla, sevgisiyle desteğini üzerimde hissettiğim ve bu zorlu tez yazım sürecimde benimle birlikte aynı sorumluluğu üstlenen biricik eşim Gamze AYYILDIZ DOĞANSOY'a, mesleki bakış açısıyla beni cesaretlendiren değerli kardeşim Kamil DOĞANSOY'a ve de hayatım boyunca beni yetiştirmiş, hiçbir konuda desteğini esirgememiş olan sevgili annem Nermin DEMİREL'e teşekkür ederim ayrıca bana bu yolda tüm imkanları sunan yanımda bulunan aileme sonsuz teşekkür ederim. Tez yazım sürecinde tezimi okuyan, fikirlerine başvurduğum değerli arkadaşlarımla fikirleri ve yardımları için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	ii
ONAY	iii
ETİK BEYAN	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLOLAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR ve SİMGELER	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Gerekçe	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	3
2.1. Sayaç Türleri	4
2.2. Görüntü İşleme	5
2.2.1. Görüntü ve Görüntü Türleri	6
2.2.2. Görüntü Kalitesi	8
2.2.3. Görüntüde Oluşan Gürültü Türleri	9
2.2.3.1. Görüntüde Oluşan Gürültünün Etkisini Azaltan Görüntü İşleme Algoritmaları	9
2.2.4. Görüntü İşlemede Şablon Eşleme Tekniği	17
2.2.5. Görüntüyü Netleştirme Algoritmaları	17
2.2.6. Kenar Bulma Algoritmaları	19
2.2.6.1. Gradyent Kenar Bulma Algoritmaları	20
2.2.6.2. Laplacian of Gaussian (LoG) Kenar Bulma Algoritması	21
2.2.6.3. Canny Kenar Bulma Algoritması	21
2.2.7. Renk Dönüşümleri	22
2.2.7.1. Renkli Resmi Gri Resme Dönüştürme Yöntemi	23
2.2.7.2. Gri Resmi Siyah Beyaz Resme Dönüştürme Yöntemi	23
2.2.8. Morfolojik İşlemler	24
2.2.8.1. Genişletme (Dilation) İşlemi	24
2.2.8.2. Aşındırma (Erosion) İşlemi	24
2.2.9. Kablosuz Veri Transferi	25
2.2.9.1. GPRS Terminalleri	26
2.2.10. Web Servisleri	26
2.2.10.1. Web Servislerin Bileşenleri	27
3. MATERYAL ve YÖNTEM	29
3.1. Materyaller	29
3.1.1. CASIO IT-9000 El Terminali	29
3.1.2. Windows Compact Edition (CE)	30
3.1.3. Windows Mobile	30
3.1.4. EmguCV	30
3.1.5. Görüntü İşleme Analiz Programı Versiyon 1.0	31
3.1.6. El Terminali Sayaç Okuyucu Versiyon 1.0	34
3.2. Yöntemler	35
3.2.1. Görüntü Netleştirme İşlemi	35
3.2.2. Kırpma İşlemi	38
3.2.3. Gri Resme Çevirme İşlemi	38
3.2.4. Yumuşatma Efekti (Blur) Uygulama İşlemi	39
3.2.5. Adaptif Eşikleme (Adaptive Threshold) Uygulama İşlemi	39
3.2.6. Değil (Not) İşlemi	40
3.2.7. Netleştirme Algoritmaları ve Kenar Bulma Algoritmalarının Analizi	41

	Sayfa
3.2.8. Kontur Bulma İşlemi	46
3.2.9. Resimden Bulunan Konturları Filtreleme ve Değerlerini Yazdırma İşlemi	49
3.2.10. Web Servisler Aracılığı ile Veri Transferi	49
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	51
4.1. Netleştirme Matrislerinin Karşılaştırılması	51
4.2. Morfolojik İşlem için Uygun Görüntü Seçimi	53
4.3. Kırpma İşlemi İçin Dikdörtgen Belirleme	54
4.4. Adaptif Eşikleme Yönteminin Gaussian ve Mean Filtreleme ile Karşılaştırması	56
4.5. Kısmi Sayıların Gösterilmesi	56
4.6. Görüntü İşleme Tekniklerinin Performans Analizi	57
4.7. Görüntü İşleme Teknikleri ile Sayaç Okuma Sonuçları	59
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR	66
EK 1 Görüntü İşleme Teknikleri ile Sayaç Okuma Algoritmasının Akış Diyagramı	70
EK 2 Casio IT-9000 Teknik Özellikleri	71
EK 3 Windows CE Zaman Çizelgesi (Timeline)	76
ÖZGEÇMİŞ	77

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Ortalama Filtre Analizi	41
Tablo 3.2. Ortanca Filtre Analizi	42
Tablo 3.3. Gauss Filtre Analizi	43
Tablo 3.4. Laplacian Filtre Analizi	43
Tablo 3.5. Sobel, Prewitt ve Roberts Filtrelerinin Analizi	44
Tablo 3.6. Laplacian of Gaussian Filtre Analizi	45
Tablo 4.1. Performans Analiz Tablosu	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Elektrik Sayacı Fotoğrafı	4
Şekil 2.2. Doğalgaz Sayacı Fotoğrafı	4
Şekil 2.3. Su Sayacı Fotoğrafı	5
Şekil 2.4. Görüntü Üzerindeki Piksellerin Yakından Görünümü	6
Şekil 2.5. Tek Görüntü Matrisi ile İkili Görüntü Örneği	6
Şekil 2.6. Sayaç Üzerindeki Rakamların İkili Görüntüsü	7
Şekil 2.7. Tek Görüntü Matrisi ile Gri Seviyeli Görüntü Örneği	7
Şekil 2.8. Sayaç Üzerindeki Rakamların Gri Görüntüsü	7
Şekil 2.9. R (Red) G (Green) B (Blue) Görüntü Matrisi	8
Şekil 2.10. Sayaç Üzerindeki Rakamların Renkli Görüntüsü	8
Şekil 2.11. Görüntü Piksel Değerleri	9
Şekil 2.12. 3X3 Boyutlu Ortalama Filtre Maskesi Uygulanan Görüntü	10
Şekil 2.13. 2 Boyutlu Ortanca Filtre Kalıbı	10
Şekil 2.14. Yatay Ortanca Filtre Kalıbı	10
Şekil 2.15. Dikey Ortanca Filtre Kalıbı	10
Şekil 2.16. Görüntünün Piksel Değerleri ile Döndürülmüş Kernel Değerlerinin Birleşmesi	14
Şekil 2.17. Görüntünün Piksel Değerleri ile Kernel Değerlerinin Birleşmesi	16
Şekil 2.18. Keskinleştirme Filtresinin Blok Diyagramı	18
Şekil 2.19. Sinyal Grafikleri (a) Orijinal, (b) Alçak Geçiren, (c) Yüksek Geçiren, (d) Keskinleştirilmiş	19
Şekil 2.20. Yatay Prewit Maskesi	20
Şekil 2.21. Dikey Prewit Maskesi	20
Şekil 2.22. Yatay Sobel Maskesi	20
Şekil 2.23. Dikey Sobel Maskesi	20
Şekil 2.24. Roberts Kenar Bulma Maskeleri	21
Şekil 2.25. En çok kullanılan Laplacian Maskeleri	21
Şekil 2.26. Genişletme İşlemi	24
Şekil 2.27. Aşındırma İşlemi	25
Şekil 3.1. Casio IT-9000 Görüntüsü	29
Şekil 3.2. Görüntü İşleme Analiz Programı Ekran Görüntüsü	31
Şekil 3.3. Sayaç Okuma Programındaki Görüntü İşleme Alanının Ekran Görüntüsü	31
Şekil 3.4. Görüntü Analiz Programındaki Çalışma Alanı	32
Şekil 3.5. Sayaç Okuma için Görüntü Analiz Programındaki Kontroller	32
Şekil 3.6. Görüntü İşleme Alanı (a) Ön İzleme Kontrolü, (b) Kırpılmış Görüntü, (c) Okunan Sayı	33
Şekil 3.7. Casio IT-9000 El Terminali Sayaç Okuyucu Programının Ekran Görüntüsü	34
Şekil 3.8. Casio IT-9000 El Bilgisayarı ile Çekilmiş Orijinal Görüntü	36
Şekil 3.9. Ortalama Filtre (a) 3x3 Matrisli, (b) 5x5 Matrisli, (c) 7x7 Matrisli, (d) 9x9 Matrisli	36
Şekil 3.10. Ortanca Filtre (a) 3x3 Matrisli, (b) 5x5 Matrisli, (c) 7x7 Matrisli, (d) 9x9 Matrisli	36
Şekil 3.11. Gauss Filtreleme (a) 3x3 Matrisli, (b) 5x5 Matrisli	37
Şekil 3.12. Morfolojik İşlemden Geçirilmiş Görüntü	37
Şekil 3.13. Kırpma İşlemden Geçirilmiş Görüntü	38
Şekil 3.14. Gri Seviyeye Dönüştürülmüş Görüntü	39
Şekil 3.15. Gauss Piramidi (a) Uygulanmadan Önceki Görüntü, (b) Uygulandıktan Sonraki Görüntü	39
Şekil 3.16. Adaptif Eşikleme Sonrası Oluşan Görüntü Yumuşatma (Smoothing) (a) Efektli, (b) Efeeksiz	40
Şekil 3.17. Değil (NOT) İşlemi (a) Uygulanmamış Görüntü, (b) Uygulanmış Görüntü	40

	Sayfa
Şekil 3.18. Ortalama Filtre Uygulanmış Görüntü (a) 3x3, (b) 5x5, (c) 7x7, (d) 9x9	41
Şekil 3.19. Ortanca Filtresi Uygulanmış Görüntü (a) 3x3, (b) 5x5, (c) 7x7, (d) 9x9	42
Şekil 3.20. Gauss Filtresi Uygulanmış Görüntü (a) 3x3, (b) 5x5	42
Şekil 3.21. Laplacian Filtresi Uygulanmış Görüntü (a) 3x3, (b) 5x5	43
Şekil 3.22. Sayaç Görüntüsüne Uygulanan Farklı Filtreler (a) Sobel 3x3, (b) Prewitt 3x3, (c) Roberts	43
Şekil 3.23. Değil (Not) İşlemleri Filtreler (a) Sobel 3x3, (b) Prewitt 3x3	44
Şekil 3.24. Laplacian of Gaussian (LoG) Filtresi Uygulanmış Görüntü (a) LoG 5x5, (b) L3x3oG3x3, (c) L3x3oG5x5, (d) L5x5oG3x3, (e) G5x5oL3x3, (f) L5x5oG5x5, (g) G5x5oL5x5	45
Şekil 3.25. Filtre Analizi Grafik Gösterimi	46
Şekil 3.26. Kontur Bulma İşlemi	47
Şekil 3.27. Okunması İstenen Kontur Değeri (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4, (e) 5, (f) 6, (g) 7, (h) 8, (i) 9, (j) 0	48
Şekil 3.28. Görüntü Üzerinde Tespit Edilen Konturlar	49
Şekil 3.29. Servis Ekran Görüntüsü	50
Şekil 3.30. Veri Transferi Şeması	50
Şekil 4.1. Matris Karşılaştırması için Seçilen Orijinal Görüntü	51
Şekil 4.2. Netleştirme Matrisi Örnek (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4	51
Şekil 4.3. Netleştirme Matrisleri ile Oluşan Görüntüler (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4	52
Şekil 4.4. Netleşen Görüntünün Genişletme İşleminden Geçen Görüntüsü (a) 1, (b) 3	53
Şekil 4.5. Casio IT-9000 Üzerinde Anlık Görüntü (a) Odaklanamamış, (b) Odaklanmış	54
Şekil 4.6. Görüntü Üzerindeki Kırpma Alanının Ölçülmesi	55
Şekil 4.7. Orijinal Görüntü ile Kesişen Dikdörtgen Görüntüsü	55
Şekil 4.8. Adaptif Eşikleme Yönteminde (a) Gaussian Filtreleme, (b) Mean Filtreleme	56
Şekil 4.9. Sayaç üzerindeki rakam dönüşleri (a) 5'ten 6'ya, (b) 2'den 3'e, (c) 3'ten 4'e	57
Şekil 4.10. Tanımlanacak Kontur Değerleri (a) 2, (b) 3, (c) 4, (d) 5, (e) 6, (f) 7, (g) 8, (h) 9, (i) 0	57
Şekil 4.11. 1222943 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön İzlemesi, (c) Okuma Sonucu	59
Şekil 4.12. 00024 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön İzlemesi, (c) Okuma Sonucu	60
Şekil 4.13. 00303 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön İzlemesi, (c) Okuma Sonucu	61
Şekil 4.14. 00007 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön İzlemesi, (c) Okuma Sonucu	62
Şekil 4.15. 00073 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön İzlemesi, (c) Okuma Sonucu	63

KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simgesi	Tanım
2G	2nd Generation
3G	3rd Generation
3GPP	3rd Generation Partnership Project
4G	4th Generation
AES	Advanced Encryption Standard
AMI	Advanced Metering Infrastructure
AMR	Automatic Meter Reading
API	Application Programming Interface
BMP	Bitmap
BSD	Berkeley Software Distribution
CCD	Charge Coupled Device
CE	Compact Edition
EDGE	Enhanced Data GSM Environment
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
IIS	Internet Information Services
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LAN	Local Area Network
LOG	Laplacian Of Gaussian
LTE	Long Term Evolution
MHz	MegaHertz
MoBEBIS	Mobile Based Electricity Billing System
NTSC	National Television System Committee
PC	Personel Computer
PDA	Personal Digital Assistant
PSF	Point Spread Function
RF	Radio Frequency
RGB	Red Green Blue
SHA	Secure Hash Algorithm
SMS	Short Message Service
SOAP	Simple Object Access Protocol
SSL	Secure Sockets Layer
TDMA	Time Division Multiple Access
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
WCF	Windows Communication Foundation
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WPA	Wi-Fi Protected Access
WSDL	Web Services Description Language
XML	Extensible Markup Language

1. GİRİŞ

Mekanik sayaçlar, mekanik bileşenlerin kullanıldığı tipik olarak bir aks üzerine monte edilmiş bir dizi diskten oluşan ve 0'dan 9'a kadar sayıların görüntülenebildiği cihazlardır. Okunması kolay, aydınlık, dış etmenlerden korunabilecek, bakımı ve tamiri uygun olan, ulaşılması kolay olan bir kutu içerisinde bulunan bir tür analiz cihazıdır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan bu cihazlar takip edilebilirlik açısından insan gücüne dayanmaktadır. Birçok alanda kullanılan bu sayaçlardan en yaygını elektrik, su ve doğalgaz sayaçlarıdır. Tüketim analizi yapmak, kullanılan tüketimi faturalandırıp hizmetin devamlılığını sağlamak için bu cihazların kontrollü bir şekilde okunup raporlanması gerekmektedir.

Sayaç okuma işlemi, verilen hizmetin sayısal olarak değerlendirilmesi için hizmet sağlayıcıların (elektrik, su ve doğalgaz dağıtım şirketleri) haftalık veya aylık olarak düzenli bir şekilde kontrolünden geçirilmesi işlemidir. Bu işlem genel olarak manuel yapıldığından birçok hataya sebebiyet vermektedir. Endeks bilgilerinin yanlış olarak girilmesi ile birlikte hatalı faturalar çıkması vatandaşları sebepsiz yere mağdur konuma düşürmesi gibi sorunlar oluşturmaktadır. Akıllı şehir kavramlarının yaygınlaşması ile birlikte son derece önemli olan veri aktarım işlemlerinde hata payı minimum seviyede tutulmalıdır [1].

Görüntü işleme, verilerin bir görüntü alma cihazı (kamera, tarayıcı, ultrason, elektro mikroskop vb.) yardımı ile yakalanıp ölçülüp değerlendirilmesi sonrasında sayısal olarak okunabilir hale getirilmesidir. Görüntü işleme teknikleri de görüntüler üzerinde oluşan bulanıklık, görüntünün netliği ve kötü görüntü gibi gürültülerden arındırılma işlemleridir. Bu işlemler için de görüntüye 3 farklı seviye içeren metotlar uygulanmaktadır. Düşük, orta ve yüksek seviyeler içeren metotlar uygulanır. Düşük seviye metotlar filtreleme işlemleri, orta seviye metotlar nesne tanınması ve yüksek seviye metotlarda görüntünün analiz edilmesini içerir. Görüntünün bilgisayar uygulaması yardımıyla analiz edilmesi görüntünün detaylandırılmasıdır. Bu detaylandırılması işlemine görüntü işleme denilmektedir [2,3].

1.1. Gerekçe

Hizmet sağlayıcılar, akıllı şehirler kavramının son zamanlarda yaygınlaşmasıyla birlikte Otomatik Sayaç Okuyucu (Automatic Meter Reading, AMR) sistemlerine yönelmişlerdir. İşletme giderlerinde azalma ve kar oranında artış amacı bulunan projeler hizmet sağlayıcılar için avantaj sağlamaktadır.

Otomatik Sayaç Okuyucu (AMR)'lar; Mobil İletişim için Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications, GSM), radyo frekansı, kablosuz ağ, bluetooth gibi mevcut ağ altyapısı olan akıllı sayaçları kullanarak müşterinin bilgilerini sunuculara ileten sistemlerdir. Bu

alt yapının tamamına Gelişmiş Ölçüm Altyapısı (Advanced Metering Infrastructure, AMI) denir ve maliyetleri düşürmenin ve müşteriye hizmet kalitesini artırmanın temel faydalarına sahiptir.

İnsan kontrollü sayaç okuma işlemlerinde oluşan problemler nedeniyle, AMR'ler hizmet sağlayıcılar için popüler bir hale gelmektedir. Oluşan problemlerden bazıları hatalı endeks okuma ile müşterinin fazla ücretlendirilmesi veya yetersiz ücretlendirilmesi durumu ve sayaç okuma personelinin basit bir şekilde tüketimi tahmin edip kabul edilemeyen bilgiler iletmesi işlemleridir [4].

Hataları önlemek ve hizmet kalitesini artırmak için AMR'lerin uygulanması gerekmektedir ancak AMR sisteminin uygulanması için bir ağ altyapısının kurulması ve bunun yanında mevcut sayaçların akıllı sayaçlar ile değiştirilmesi de gerekmektedir. Tüm bu işlemler oldukça pahalıdır ve bu nedenle çoğu hizmet sağlayıcılar bu yükün altına giremezler. Buna benzer faydalar sağlayabilen teknolojilerin araştırılması bu yüzden önem arz etmektedir.

Bu çalışmada hizmet sağlayıcıların en uygun maliyetle işlem yapabilmeleri için belirlenen sorunların çözümüne katkıda bulunulması amaçlanmaktadır. Hizmet sağlayıcıların mevcut kullandıkları mobil kameraları ile sayaçları okuyup merkezi sisteme mevcut iletişim alt yapısı ile gönderilmesini sağlamak hedeflenmektedir. Önerilen bu sistem sayesinde, mekanik sayaçların akıllı sayaçlar ile değiştirilmesi ve mevcut ağ yapısında değişikliğe gidilmesine gerek kalmayacaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Ülkemizde yaklaşık olarak 36 milyon elektrik, 23 milyon su ile 10 milyon doğalgaz sayacı kullanımda bulunmaktadır. Bu sayaçlarda yıllık yaklaşık 100 milyar TL'lik ölçüm yapıldığı dikkate alındığında; akıllı şebeke altyapısının kurularak enerji kaybının önlenmesi ile ülkemiz büyük miktarda tasarruf elde edecektir. Ülkemizde elektrik ve doğalgaz dağıtım şirketlerinin yanı sıra belediyelerin su idareleri de yavaş yavaş otomatik sayaç okuma sistemine geçmeye başlamıştır. Türkiye'nin 2023 stratejik vizyonu doğrultusunda akıllı şebeke sistemi kurması ile küresel platformda daha etkin, daha güçlü ve daha saygın bir konuma geleceği düşünülmektedir [1]. Bu çalışma ile aylık veya haftalık yapılan sayaç ölçümlerinin doğru bir şekilde okunması ve hata olasılığının düşürülmesi, zamandan ve ekonomiden tasarruf sağlayacaktır.

Bilgisayar destekli faturalandırma işlemlerinde nadiren de olsa sayaç okuma ve veri girişi sürecinde personel hata yapabilmektedir diyen R. Haluk Kul mevcut ortalama aylık tüketim değerlerini sorgulamış ve buna göre güvenilirlik aralığı oluşturmuş, güvenilirlik aralığı dışında kalan değer girildiğinde ise uyarı sinyali veren bir algoritma önermiştir [5]. Bu araştırma sonucunda veri girişlerinde oluşabilecek hataların önüne geçilmesi gerektiğini ve bunun için çeşitli yollar izlendiğini görüyoruz fakat uygulamanın akıllı bir şekilde yürütülmesi açısından görüntü işleme ile kullanıcıya bırakmadan otomatik bir şekilde okuma sisteminin hayata geçirilmesi, uyarı sistemine gereksinimi kaldıracaktır.

Akıllı sayaç okuma sistemleri elemanları arasında bilgi akışını sağlayan haberleşme ortamları genel olarak 3 farklı sınıfta toplanmaktadır [6]. Doğrudan bağlantı, mevcut bilinen linkler ve internet üzerinden olmak üzere 3'e ayrılmıştır. İnternet üzerinden aktarım ve doğrudan bağlantı kullanımı sistem üzerinde veri aktarımını doğru ve hızlı bir şekilde sağlayacaktır.

Rathnayaka ve arkadaşları [7] yaptığı Mobil Tabanlı Elektrik Faturalandırma Sistemi (Mobile Based Electricity Billing System, MoBEBIS) uygulamasında, Thara ve arkadaşları da yapmış olduğu uygulamasında [8] android işletim sistemi üzerine program yazmışlardır, endeks bilgilerindeki değişimi de görüntü işleme teknikleri kullanarak yakalayıp sisteme aktarmışlardır. Ancak Türkiye şartlarında daha çok Windows işletim sisteminin kullanılması, bu uygulamaların kullanılabilirliğini düşürmektedir. Dokuz Eylül Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde yapılan başka bir çalışmada ise [9] el terminalleri yerine mobil cihazların avantajlarından bahsedilmiş fakat ciddi güvenlik ve güvenilirlik sağlanması gereken bu işi yapan kurumların veri bütünlüğünü sağlamak amacıyla mobil cihazlara sıcak bakmamaktadırlar. El terminallerinin daha güvenilir ve kullanım açısından kolay olması daha çok tercih sebebidir. Uygulanabilirlik açısından daha kolay bir cihaz olan Casio IT-9000 el

terminali Windows işletim sistemine sahiptir. Bu cihaz üzerinde bulunan dahili yazıcı okuma işleminin hemen ardından ihbarname bırakabilme gibi avantaja sahiptir. Üzerinde bulunan Genel Paketli Radyo Servisi (General Packet Radio Service, GPRS) ve Kablosuz Bağlantı Alanı (Wireless Fidelity, Wi-Fi) gibi özellikleri de ekstra performans sağlamaktadır [10]. Alınan verilerin merkezi sisteme gönderilebilmesi için uygun bir cihaz olan Casio IT-9000 kurumlar arasında oldukça yaygın bir cihazdır. Araştırmalar sonucunda bu tarz cihazların daha çok tercih edildiği görülmektedir. Ağustos 2019 tarihinden önce yapılan araştırmalar sonucunda endeks okuma işlemlerinde görüntü işleme teknikleri kullanılan programlar az sayıda ve kısıtlıdır. Programlama açısından kolay bir halde olan Windows tabanlı cihazlarda genel bir eksiklik olan görüntü işleme ile endeks okuma işlemi bir ihtiyaç halindedir. Mevcut kullanılmakta olan programlarına entegre bir yazılım ile veri doğruluğu büyük oranda artış göstereceği beklenmektedir.

Bu bölümde, kullanılan görüntü işleme teknikleri, uygulama için ihtiyaçlar ve sayaç okuma işlemleri için gerekli algoritmalara değinilmiştir.

2.1. Sayaç Türleri

Sayaçları en çok bilinenler olarak 3 başlıkta toplayabiliriz. Bunlar mekanik sayaçlar, ön ödemeli sayaçlar ve uzaktan okumalı sayaçlardır.

Ülkemizde birçok marka mekanik sayaç kullanımı vardır, bunlardan yaygın olarak kullanılan elektrik, su ve doğalgaz sayaçlarının çeşitli markalarda yapılmış örnekleri Şekil 2.1, 2.2 ve 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Elektrik Sayacı Fotoğrafi



Şekil 2.2. Doğalgaz Sayacı Fotoğrafi



Şekil 2.3. Su Sayacı Fotoğrafı

n demeli sayaçlar, tüketicinin isteğine göre otomatik olarak kapanması sağlanan cihazlardır. Tüketicisi istediği kadar ürünü satın alır ve bir kart yükleme yapıp. Bu kartı n ödemeli sayaca elektronik sinyal ile okutulup satın alınan miktarın dijital olarak okunması sağlanır. Bu miktara ulaşımdan sağlandıktan sonra otomatik olarak sayaç kapanır.

Bu sayaç tipinde hizmet sağlayıcısının mekanik sayaçlardaki gibi sayaç okuması ve borç tahsilat işlenmesi için bir personel çalıştırılmasına ihtiyaç yoktur. Ancak bu sayaçların dezavantajı ise oldukça maliyetli olması ve düzenli bakım gerektiren bileşenlere sahip olmasıdır [11].

Uzaktan okunmalı sayaçlar, herhangi bir insan müdahalesine gerek kalmadan uzak bir yerden kablosuz teknolojilerden yararlanarak sayaç okuması yapabilen cihazlardır.

Uzaktan okuma sistemi, sayaç ile hizmet sağlayıcı arasında iki yönlü bir iletişim oluşturarak, akıllı sayaçlar vasıtasıyla, herhangi bir anda ve zamanda sayaç okuma yapan ve uzaktan sayacı kumanda edebilen sistemdir.

2.2. Görüntü İşleme

Görüntü işleme, görüntü verilerinin elektronik ortamda bilgisayar ve yazılımlar aracılığı ile amaca uygun bir şekilde değiştirilmesi ve işlenmesidir. Veri işleme hızlarının sürekli artmasıyla görüntü işleme teknolojileri de artış göstermektedir.

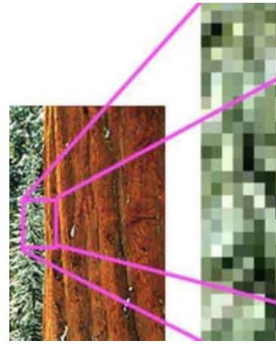
Görüntü işleme tekniklerinin kullanılabilmesi için fotoğrafların bilgisayar ortamına uygun hale getirilmesi gerekmektedir ve bu işlemin adı sayısallaştırma olarak geçmektedir. Görüntü sayısallaştırıldıktan sonra üzerinde değişiklikler yapılarak görüntü işlenebilmektedir [12].

2.2.1. Görüntü ve Görüntü Türleri

Bir cismin yansıttığı ışığının, ışığa duyarlı bir yüzey üzerine düşümü ve iz bırakması ile oluşmaktadır. Işığa duyarlı yüzey, fotoğraf filmi olabilir. Ayrıca sayısal kameraya ait Şarj Eşleştirmeli Cihaz (Charge Coupled Device, CCD) da olabilir [13].

Bir ekranda oluşan görüntünün insan gözüyle ayırt edilen en küçük birimine piksel görüntü denir. Şekil 2.4'te görüntü üzerindeki piksellerin yakından görünümü gözlemlenebilmektedir. Piksel, bir görüntünün en temel bileşenidir. İsim olarak, "Picture Element" kelimelerinden türemiştir, piksel kare şeklindedir, $m \times n$ boyutlu piksellerden oluşan matris görüntüyü oluşturmaktadır [14].

Radyometrik ve Geometrik olarak 2 temel özelliğe sahiptir. Radyometrik özellik, pikselin algılandığı elektromanyetik spektrumdaki gri değeri iken geometrik özellik ise görüntü matrisinde bulunan matris koordinatlarıdır [12].

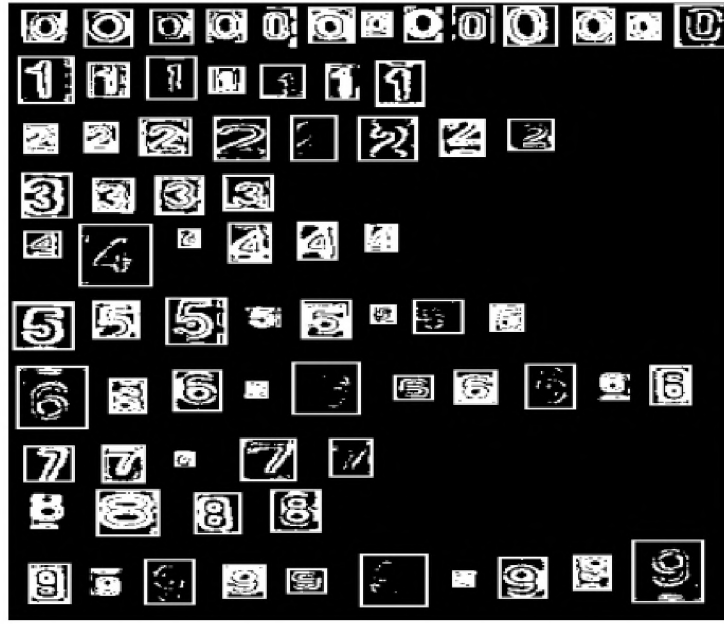


Şekil 2.4. Görüntü Üzerindeki Piksellerin Yakından Görünümü

İkili görüntü, siyah ve beyaz sadece iki değerden oluşan görüntüdür, piksel değerleri 0 ve 1 ile oluşmaktadır. Ara renkler ve grinin tonları kullanılmaz. Bu şekilde 0 ve 1 sayılarından oluşan görüntü türüne ikili görüntü denilmektedir. Şekil 2.5'teki gibi tek bir görüntü matrisi ile ifade edilebilir. Örnek sayaçlardan alınan rakamların ikili görüntüsü de Şekil 2.6'da görülebilmektedir[12,15].

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

Şekil 2.5. Tek Görüntü Matrisi ile İkili Görüntü Örneği

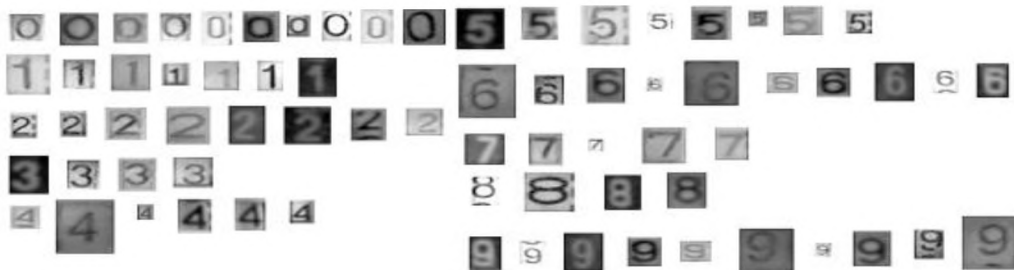


Şekil 2.6. Sayaç Üzerindeki Rakamların İkili Görüntüsü

Gri seviyeli görüntü, 0 ile 255 arasında değer alan görüntü türüdür. 0 koyu siyah değerini, 255 de parlak beyaz değerini alır. Aradaki sayılar grinin tonları olarak ifade edilir. Şekil 2.7'deki gibi tek bir görüntü matrisi ile ifade edilebilir [12]. Örnek sayaçlardan alınan rakamların gri seviyeli görüntüsü de Şekil 2.8'de görülebilmektedir.

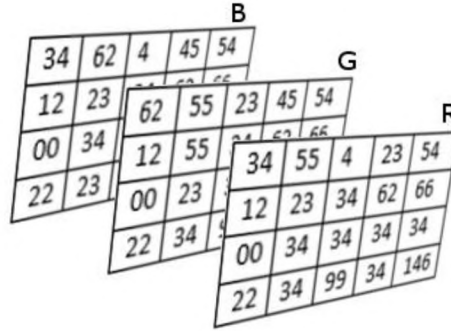
34	55	4	45	54
12	23	34	62	66
00	34	34	34	34
22	34	99	34	146

Şekil 2.7. Tek Görüntü Matrisi ile Gri Seviyeli Görüntü Örneği



Şekil 2.8. Sayaç Üzerindeki Rakamların Gri Görüntüsü

Renkli Görüntü, R (Kırmızı), G (Yeşil), B (Mavi) olarak kodlanmış 3 adet değerin üst üste ekrana gelmesiyle oluşan görüntü türüdür. Bir piksel için kullanılabilecek renk sayısını hesaplayacak olursak; $255 \times 255 \times 255 = 16.777.216$ 'dır. 3 farklı görüntü matrisinde tutulan bu renk bileşenlerinin üst üste görüntülenmesiyle gerçek renk bileşenleri meydana gelir. Şekil 2.9'daki gibi 3 farklı matris örneği görülebilmektedir [12,16]. Örnek sayaçlardan alınan rakamların renkli görüntüsü de Şekil 2.10'da görülebilmektedir.



Şekil 2.9. R (Red) G (Green) B (Blue) Görüntü Matrisi



Şekil 2.10. Sayaç Üzerindeki Rakamların Renkli Görüntüsü

2.2.2. Görüntü Kalitesi

Görüntü kalitesi, zıtlık (kontrast), bulanıklık, insan kaynaklı hatalar, gürültü ve diğer bozukluklardan etkilenebilir. Görüntüyü elde ederken kullanılan görüntüleme metotları bu konuda belirleyici rol oynarlar. Kullanılan cihazların durumu veya çekimi yapan kişinin yaptığı ayarlar da görüntünün kalitesini etkiler. Son dönemlerde çıkan görüntü alma aygıtlarının

profesyonelleşmesi görüntü kalitesi yönünden pozitif ilerlemeler sağlasa da yine de çekim sırasındaki ışık değerleri, ortam gibi özellikler de görüntü kalitesini etkilemektedir [17].

2.2.3. Görüntüde Oluşan Gürültü Türleri

Görüntülerde doğal yollarla oluşan gürültü türleri ve yapay yollarla oluşan gürültü türleri vardır. Doğal yollarla oluşan gürültüler, modern teknikler kullanılarak elde edilen görüntülerde özellikle fotonların ürettiği elektronları kullanan kameralarda oluşabilmektedir. Kamera hataları, çekim hataları vb. nedenlerle meydana da gelebilmektedir. Bunların dışında yapay olarak da görüntülerde gürültüler oluşturulabilir [17]. Fotoğraflar, kamera ile çekildikten sonra bilgisayara aktarım yapıp daha sonra da Bitmap (BMP) formatından Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu (Joint Photographic Experts Group, JPEG) formatına veya herhangi bir formattan başka bir formata çevrildiğinde ister istemez gürültüler meydana gelebilmektedir.

2.2.3.1. Görüntüde Oluşan Gürültünün Etkisini Azaltan Görüntü İşleme Algoritmaları

Görüntü elde ederken veya görüntü aktarılırken, kamera tarayıcı veya iletişim kanallarındaki elverişsiz durumlardan dolayı sıklıkla karşımıza gürültüden etkilenmiş dijital görüntüler çıkmaktadır. Kenar belirleme, nesne tanıma vb. gibi görüntü işleme tekniklerinin başarılı olması için gürültünün giderilmesi ve gürültü azaltma işlemlerinin yapılması gerekmektedir [18].

Ortalama (Mean) filtre, görüntü üzerindeki gürültüyü azaltmak için en çok tercih edilen filtreleme yöntemidir. Uygulaması basit ve kolay bir filtreleme çeşididir. Her piksel değeri yakınındaki yani komşusu olan piksel değerlerinin ortalaması ile değiştirilir. Boyutunu ve şeklini belirlememiz mümkün olan bir maske ile pikselin komşuluğundaki diğer pikseller seçilir ve bu piksellerin ortalamaları bulunur. Tüm pikseller sırasıyla bu işlemde geçer.

Maske olarak en yaygın 3X3 boyutlu matrisler kullanırken, daha büyük matrisler (5X5, 7X7 vb.) de gürültünün durumuna göre seçilebilir. 3X3 matrisi de görüntüye defalarca uygularsak büyük matris etkisine yaklaşabiliriz.

0	0	0	0	9	0
0	0	0	9	9	9
0	0	9	9	9	9
3	3	3	3	3	3

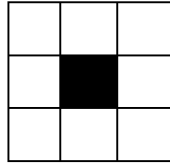
Şekil 2.11. Görüntü Piksel Değerleri

*	*	*	*	*	*
*	1	3	6	7	*
*	2	4	6	7	*
*	*	*	*	*	*

Şekil 2.12. 3X3 Boyutlu Ortalama Filtre Maskesi Uygulanan Görüntü

Şekil 2.11’de bulunan görüntüye uygulanan 3X3 boyutlu maskeyle gürültülü konvolüsyon sonucunda, gürültüden arındırılmış Şekil 2.12’deki gibi bir görüntü elde edilir ve bu işleme ortalama filtre işlemi denir [19].

Ortanca (Median) filtre, gürültü etkisi çok büyük ise ortanca filtrelemeden yararlanılmaktadır. Daha az bulanıklaştırma yöntemiyle gürültünün zayıflatılması için kullanılan alternatif bir yaklaşımdır. Ortanca filtreleme işlemi, görüntüdeki piksellerin gri seviyesinin bu piksellerin komşuluğundaki gri seviyelerinin toplamının ortalaması ile değil, ortanca değeri ile yer değiştirmesi mantığına dayanmaktadır. Ortanca filtreleme için çeşitli kalıplar mevcuttur. Bu kalıplar; Şekil 2.13’de 2 boyutlu, Şekil 2.14’te yatay ve Şekil 2.15’te dikey ortanca filtre kalıpları olarak görölmektedir.



Şekil 2.13. 2 Boyutlu Ortanca Filtre Kalıbı



Şekil 2.14. Yatay Ortanca Filtre Kalıbı



Şekil 2.15. Dikey Ortanca Filtre Kalıbı

Filtreleme için kullanılacak olan kalıp içerisindeki hücre sayısı N olsun, maskenin üzerine yerleştirilmesi durumunda o maske içerisindeki median pozisyonu (m) da;

$$m = \frac{(N-1)}{2} \quad (1)$$

eşitliği ile bulunur.

Seçilen ortanca filtresinin tam ortasındaki siyah renkli hücre, görüntü içerisindeki her bir piksel üzerine gelecek şekilde ortanca filtre kalıbı, iki boyutlu diziye aktarılmış olan sayısal görüntünün pikselleri üzerinde kaydırılır. Her bir kaydırma sonucunda kalıp içerisinde bulunan gri seviye değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Bu değerlerin $(N-1)/2$ adedinden büyük ama kalıp içerisinde kalan diğer piksel değerlerinden küçük olan ilk değere ortanca değeri denilmektedir.

N değeri piksel sayısını vermektedir. Örneğin 5X5 boyutunda bir görüntü olsun bu görüntüye uygulanacak ortanca filtre maskesi için piksel sayısı $N = 5*5 = 25$ olur.

Filtreleme sonucunda elde edilen görüntüdeki yeni piksel değerleri, bu maske içerisindeki 16 değerinin küçükten büyüğe sıralanması sonucunda elde edilen dizideki $(25-1)/2=12$ değerden büyük olan ilk değer, yani 6'ncı değerdir. Bu işlem, ortanca filtre maskesinin, görüntüdeki bütün pikseller üzerine uygulanmasıyla tüm bir görüntü için gerçekleştirilir [17,20,21].

Kullanılan bir ortanca filtrede çerçeve büyüklüğü önemli bir parametredir. Çerçeve büyüklüğünün seçimi görüntünün içeriğine bağlıdır. Maskenin görüntü üzerine yerleştirilmesi durumunda, eğer maske içinde kalan gürültülü piksel sayısı kalıbın toplam piksel sayısının yarısına eşit veya daha fazla ise filtrenin performansı düşük olur. Bu nedenle en uygun filtre boyutunu bulmak için, değişik boyutlarda median filtreler kullanarak elde edilen sonuçlara göre çerçeve boyutunu seçmek daha iyidir. Bu durumda optimum çerçeve boyutunu seçmek zordur [22].

$$3 \times \frac{N^2 - 1}{8} \quad (2)$$

Daha önceden (1) eşitliği ile verilen ortanca değerini bulabilmek için (2) eşitliği kadar karşılaştırma yapmak gerekmektedir. Piksel değerleri 1 olan;

3X3 boyutlu filtre için $N = 9$ olacağından dolayı $3*(9^2-1)/8 = 30$

5X5 boyutlu filtre için $N=25$ olacağından dolayı $3*(25^2-1)/8 = 234$

7X7 boyutlu filtre için $N=49$ olacağından dolayı ise $3*(49^2-1)/8 = 900$ olur.

Ortanca filtreler, görüntünün içerisindeki parlaklıkların değişimini azaltır. Bundan dolayı ortanca filtre, belirli bir şekilde görüntü yapısını değiştirebilme kabiliyetine sahiptir.

Ortanca filtreler belirli olan kenar çizgilerini korurlar. Simetrik olarak verilen bir ortanca filtre, kenarların yerini korur. Çok geçişli ortanca filtre gerçeklemede önemli bir özelliktir.

Ortanca filtre ile yeni gri seviye değerler üretilmez, sadece ilgilenilen pikselin gri seviyesinin yerini aynı komşuluk içerisinde bulunan başka bir gri seviye değerı alır. İkili görüntüler değişmez. Ortanca filtre için seçilen ereve şekli görüntü işleme sonuçlarını etkileyebilir [19].

şablon eşleme tekniği (Template Matching), isminden de anlaşılacağı üzere görüntü üzerindeki şablonu veya özel şekilleri bulmaya yarayan hatta görüntüdeki görüntüleri gideren, bulanıkları gidermek için kullanılan bir tekniktir. Bir nevi sınıflandırma algoritması olan şablon eşleme tekniği görüntü üzerindeki küçük bir parçayı şablon ile karşılaştırıp özelliklerini bulan algoritma çeşididir. rnek verecek olursak 'GGAAGGAA' kelimesinde 'G' şablonu ile arama yaparak 'GGAAGGAA' eşleşenlerin belirlenmesi işlemidir. Örneğimizde kırmızı renkte olanlar bulunan konturları göstermektedir.

şablon eşleme, birçok görüntü işleme uygulamasında kullanılan önemli yöntemlerden biridir. Görüntü işlemede kullanılan en iyi yaklaşımlar uyumlu eşleşen filtrelerdir ancak bazı dezavantajları da vardır [23]. şablon eşleme tekniğinde kullanılan standart yöntemler konvolüsyon ve korelasyondur.

şablon eşleme tekniği, karakterlerin şablonlarına ait piksel değerlerinin daha önceden sisteme tanıtılması ve hangi karaktere ait olduğu bilinen şablonlarla yani piksel değerleriyle karşılaştırma yapan tanıma yöntemi de denilmektedir [24]. Öncelikle tanıma yapılacak karakterin karşılaştırma yapılacağı şablon yapısı çıkarılmalıdır. Bu nedenle şablon eşleme yönteminin sağlıklı sonuçlar verebilmesi için karakterlerin tanıma işleminden önce her birinin sabit boyutlara getirilmesi gerekmektedir.

Bir karakterin sahip olduğu piksel sayısı, yataydaki ve dikeydeki piksel sayılarının çarpılması sonucunda bulunur. En uygun eğitim karakter setleri belirlendikten sonra, bu karakterlerin hepsinin şablon yapısı çıkartılarak bir dosyaya yazılır. Tanıma işleminin en başında dosyaya yazılmış örnek şablon değerleri sırasıyla okunup hafızada tutulur ve şablon karşılaştırma işlemi hazırlanmış olur. Tanıma işlemi yapılacak karakter şablonuyla, şablon karşılaştırma işlemi için hafızaya alınan karakterler sırayla karşılaştırılır. Örneğin tanınmak istenen sıfır karakteri hafızadaki beş karakterinin benzerlik oranı hesaplanırken, tanınmak istenen karakteri tanımlayan şablonda bulunan tüm değerlerin sırayla farkları alınarak olması gereken değere yüzde kaç oranında benzediği bulunur. Tüm karşılaştırma işlemleri bittikten sonra en yüksek benzerlik değerine sahip örnekleme şablonu aranan karakteri gösterir.

Eğitim için hazırlanan karakter setine tanımlanacak karakterler için en az 1 adet şablon eklenmelidir. Birbirine benzeyen ve program tarafından karıştırılabilecek karakterlerin önüne

geçmek için ve hata yapma oranını düşürmek için bu tanımlama mutlaka yapılmalıdır. Şablon eşleme yönteminde ayrıştırılan karakter ile şablonun benzerliği 'Öklid uzaklığı' ile hesaplanır. Öklid uzaklığı matematikte iki noktanın birbirine uzaklığı ile ifade edilmektedir [24].

Bir görüntüyü ideal bir filtre ile uygulamak için yapılan işlemin temeli konvolüsyon tekniğine dayanmaktadır. Konvolüsyon tekniği çıkış görüntüsünde bulunan her bir pikselin, giriş görüntüsündeki pikselin komşuluğundaki piksellerin ağırlıklı toplamına eşit olduğu bir komşuluk işlemidir.

Konvolüsyona uğratılacak, filtrelenecek görüntünün fonksiyonuna konvolüsyon kerneli veya konvolüsyon kalıbı denilmektedir.

Örneğin 5X5 boyutlu bir giriş görüntüsü, görüntü ismi A ve piksel değerleri de rastgele belirlenen sayılar olsun;

Giriş görüntüsü,

$$A = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 25 & 1 & 20 & 3 & 6 \\ \hline 5 & 2 & 4 & 9 & 21 \\ \hline 8 & 7 & 10 & 11 & 12 \\ \hline 22 & 13 & 14 & 19 & 17 \\ \hline 15 & 18 & 24 & 23 & 16 \\ \hline \end{array}$$

şeklinde bir fonksiyon ve konvolüsyon kerneli de rastgele belirlenen sayılarla oluşturulsun,

$$h = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 4 & 7 & 2 \\ \hline 5 & 6 & 3 \\ \hline 1 & 8 & 9 \\ \hline \end{array}$$

şeklinde konvolüsyon kerneli de oluşturuldu. Bu değerlere göre A görüntüsünün 3. satır 2. sütundaki pikselin konvolüsyon işleminden sonraki değeri hesaplanır. Hesaplama işlemine geçmeden önce yapılacak işlemleri sıralayacak olursak;

Konvolüsyon kerneli, merkezdeki elemanın etrafında 180 derece döndürölür.

h =

9	8	1
3	6	5
2	7	4

A görüntüsünün 3. satır ve 2. sütundaki pikseli ile kernelin merkezindeki piksel üst üste gelecek şekilde kernel görüntü üzerine yerleştirilir. Şekil 2.16'da görüntü piksel değerlerinin üzerine 180 derece döndürölmüş kernel değerlerinin yerleştirilmesi örneği verilmiştir.

25	1	20	3	6
5 ⁹	2 ⁸	4 ¹	9	21
8 ³	7 ⁶	10 ⁵	11	12
22 ²	13 ⁷	14 ⁴	19	17
15	18	24	23	16

Şekil 2.16. Görüntünün Piksel Değerleri ile Döndürölmüş Kernel Değerlerinin Birleşmesi

Döndürölmüş konvolüsyon kernelindeki her bir değer ile bu değerlerle eşleşen A görüntüsündeki pikseller birer birer çarpılır ve çarpım sonuçları toplanır.

$$5 \cdot 9 + 2 \cdot 8 + 4 \cdot 1 + 8 \cdot 3 + 7 \cdot 6 + 10 \cdot 5 + 22 \cdot 2 + 13 \cdot 7 + 14 \cdot 4$$

Böylece 3. satır ve 2. sütundaki çıkış pikselinin değeri

$$45 + 16 + 4 + 24 + 42 + 50 + 44 + 91 + 56 = 372 \text{ olarak bulunur.}$$

Çıkış sinyalinin oluşturmak üzere iki (çok boyutlu) sinyalin konvolüsyonunu göstermek için çok çeşitli notasyonlar mevcuttur. Bunlardan en çok kullanılan ise,

$$C = a * b \tag{3}$$

Korelasyon tekniği, konvolüsyon tekniği ile benzer bir işlemdir. Tek farkı korelasyon kernelininin 180 derece döndürölmemesidir. Bu işlemdede yine çıkış görüntüsündeki her bir piksel, giriş görüntüsündeki aynı pikselin komşuluğundaki piksellerinin ağırlıklı toplamına eşittir.

Örneğinin;

Giriş görüntüsü,

$$A = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 25 & 1 & 20 & 3 & 6 \\ \hline 5 & 2 & 4 & 9 & 21 \\ \hline 8 & 7 & 10 & 11 & 12 \\ \hline 22 & 13 & 14 & 19 & 17 \\ \hline 15 & 18 & 24 & 23 & 16 \\ \hline \end{array}$$

şeklinde bir fonksiyon ve korelasyon kerneli de rastgele belirlenen sayılarla oluşturulsun,

$$h = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 4 & 7 & 2 \\ \hline 5 & 6 & 3 \\ \hline 1 & 8 & 9 \\ \hline \end{array}$$

şeklinde korelasyon kerneli de oluşturuldu. Bu değere göre A görüntüsünün 3. satır 2. sütundaki pikselin korelasyon işleminden sonraki değeri hesaplanır. Hesaplama işlemine geçmeden önce yapılacak işlemleri sıralayacak olursak;

A görüntüsünün 3. satır ve 2. sütundaki pikseli ile kernelin merkezindeki piksel üst üste gelecek şekilde kernel görüntü üzerine yerleştirilir. Şekil 2.17'de görüntü piksel değerlerinin üzerine kernel değerlerinin yerleştirilmesi örneği verilmiştir.

25	1	20	3	6
5 ⁴	2 ⁷	4 ²	9	21
8 ⁵	7 ⁶	10 ³	11	12
22 ¹	13 ⁸	14 ⁹	19	17
15	18	24	23	16

Şekil 2.17. Görüntünün Piksel Değerleri ile Kernel Değerlerinin Birleşmesi

Korelasyon kernelindeki her bir değer ile bu değerlerle eşleşen A görüntüsündeki pikseller birer birer çarpılır ve çarpım sonuçları toplanır.

$$5*4 + 2*7 + 4*2 + 8*5 + 7*6 + 10*3 + 22*1 + 13*8 + 14*9$$

Böylece 3. Satır ve 2. Sütundaki çıkış pikselinin değeri

$$20 + 14 + 8 + 40 + 42 + 30 + 22 + 104 + 126 = 406 \text{ olarak bulunur.}$$

Yapılan düzenlemelerle matematiksel işlemlerin sonucunda değerler 0 ile 255 değerlerinin dışına çıkabilir, tüm görüntüyü aynı orantıya tabi tutarak değerleri yeniden düzenlemek gerekir. Bu işlemin adı pikselleri normalize etme olarak geçmektedir.

Görüntü içerisindeki limit değerlerine x, y diyelim, değerlerin olması gereken aralık da 0 ile 255 arası olsun, bunu da z, w olarak belirleyelim. Normalize edilecek değeri 'Pin', normalize olan değeri de 'Pout' ile gösterirsek, bu işlemi aşağıdaki şekilde formül haline getirebiliriz. Dikkat edilirse bu formül verilen aralıklarda değerleri orantı kurarak bir gerdirme işlemidir [25].

$$\frac{(y-x)}{(w-z)} = \frac{(Pin-x)}{(Pout-w)} \quad (4)$$

Burada üst ve alt sınırlar değerleri aşmaz ise w ve z değerleri 0 ve 255 alınmaz. Daha içerde kalan mevcut değerleri alınmalıdır. Değer 255'den büyük olursa sabit olarak 255, 0'dan küçük ise sabit olarak 0 alınmalıdır. Bu şekilde piksel değerleri normalize edilmektedir [25].

Görüntü yumuşatma işlemlerinde sıkça tercih edilen Gauss filtresi doğrusal filtre türündendir. Filtre maskesi ayrılabilir olduğundan filtreleme uygulaması daha hızlı yapılabilir. Gauss filtresi, komşu piksellerin ağırlıklı ortalamaları alınarak elde edilmektedir. Gauss filtresinin ağırlık dağılımını iki boyutlu Gauss fonksiyonu belirlemektedir.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\pi\sigma^2}} \quad (5)$$

Gauss filtre maskesindeki katsayılar standart sapma değeri (σ) bağılı olması şartıyla merkez piksele olan uzaklığını belirlemektedir. Maskenin merkezine olan uzaklık arttıkça katsayılar da Gauss fonksiyonuna bağılı olarak azalmaktadır. Dolayısıyla merkez piksel ve merkez piksele yakın olan piksellerin filtrelenen pikselin yoğunluk değeri belirlenmesindeki katkısı daha büyük olmaktadır. Filtredeki katsayıları belirleyen diğere parametre standart sapma değeri. Kullanıcı tarafından belirlenen standart sapma değeri küçük seçilirse görüntüdeki bulanıklaşma miktarı azalmakta ve gürültü gideren başarısı da buna bağılı olarak azalmaktadır. Standart sapma değeri büyük seçildiğinde de gürültü gideren başarısı artsa dahi görüntüdeki bulanıklaştırma miktarı mean filtrede olduğu gibi artış gösterecektir [26].

2.2.4. Görüntü İşlemede Şablon Eşleme Tekniğı

Görüntü işleme tekniklerinden biri de şablon eşleme tekniğı olduğundan bahsedilmiştir. 2 tip eşlemeden bahsedelim. Kernel ile şablon eşleme ve bir model ile şablon işleme yapabiliriz. Kernel ile şablon eşlemesi yapılırken bir görüntüyü herhangi bir kernel ile konvolüsyona tabi tutarız, uygun maskenin seçilmesi durumunda algoritma bir kenar bulma dedektörü olarak işlem yapar ve buna da özellik bulucu algoritmalar denir.

Model ile şablon eşlemesinde de görüntüden alınan herhangi bir model ile görüntünün korelasyonu yapılarak, büyük görüntü içerisinde küçük model aranır. Bu tür işlemler de esnek özellik bulucu algoritmalar olarak adlandırılır [19].

2.2.5. Görüntüyü Netleştirme Algoritmaları

Görüntülerde netleştirme işlemi, görüntü içerisindeki iyi detayları kuvvetlendirmek ve hata sonucunda oluşan bulanıklaşmanın giderilmesini sağlayarak görüntünün detaylarını daha görünebilir hale getirmektir. Bulanık görüntüde kenarların keskinliğinin az olması, çizgilerin ve ayrıntıların tam olarak belirgin olmaması nesnelerin seçimini zorlaştırmaktadır [19].

Düzenlenmiş (Regularized) filtre, görüntüdeki gürültünün nedeni hakkında herhangi bir fikrimiz yoksa uygulanabilecek en iyi görüntü işleme tekniklerinden biridir. Ancak bu algoritmada da girişteki bozukluğun nedeni olan Nokta Yayılma Fonksiyonu (Point Spread Function, PSF) hakkında bilgi sahibi olmak daha iyi sonuçlar elde etmemize olanak sağlayacaktır [19].

Keskinleştirme (Sharpening) filtresinde orijinal görüntü ile yumuşatılmış görüntü birbirinden çıkarılarak kalan belirgin kenarlar ortaya çıkarılır ve sonrasında orijinal görüntü ile belirgin kenarların görüntüsü birleştirilerek netleşmiş görüntü oluşturulmaktadır. Bu yöntem baskı endüstrisinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çıkış görüntüsü $c(x, y)$,

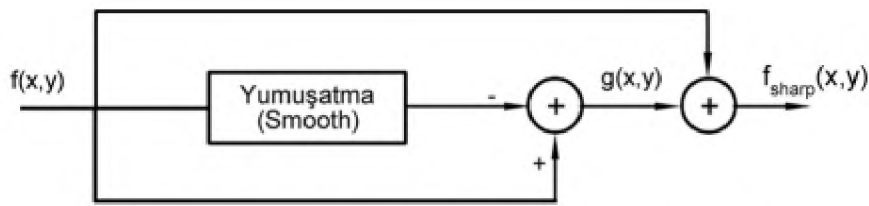
Giriş görüntüsü $g(x, y)$,

Yumuşatma fonksiyonu $f_{\text{smooth}}(x, y)$ olarak tanımlanır.

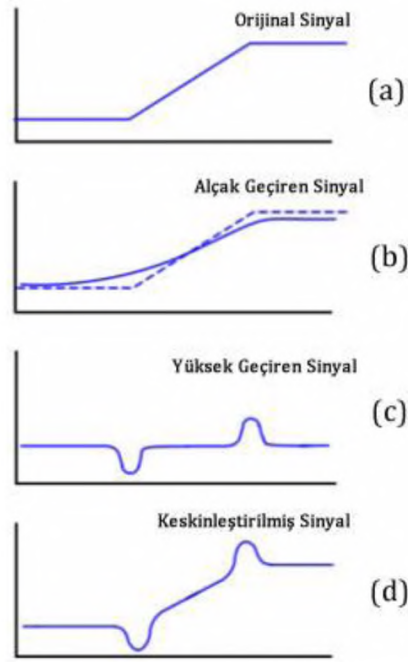
$$g(x, y) = f(x, y) - f_{\text{smooth}}(x, y) \quad (6)$$

$$f_{\text{sharp}}(x, y) = f(x, y) - k * g(x, y) \quad (7)$$

Burada belirlediğimiz k , ölçekleme sabitidir. Ölçekleme sabiti için makul değerler 0,2-0,7 arasında değişir. Ölçekleme sabiti büyüdükçe keskinleştirme miktarı artar. Şekil 2.18'de keskinleştirme filtresinin blok diyagramı görülmektedir [25].



Şekil 2.18. Keskinleştirme Filtresinin Blok Diyagramı [25]



Şekil 2.19. Sinyal Grafikleri (a) Orijinal, (b) Alçak Geçiren, (c) Yüksek Geçiren, (d) Keskinleştirilmiş [25]

Şekil 2.19'daki filtrenin frekans cevapların inceleyecek olursak; Eğer (a) gibi bir sinyal varsa bu sinyalden alçak geçiren filtreleme yaparak (kenarlar yumuşatılmış olur) (b) ortaya yüksek geçiren görüntü (keskin kenarlar) çıkar (c). Bu keskin kenarlar, orijinal görüntü ile birleştirilirse netleştirilmiş (kenarları keskinleştirilmiş) görüntü oluşur (d) [25].

Netleştirme filtresi konvolüsyon işleminden geçirilerek oluşturulur. Görüntünün yumuşatılmış halini oluşturmak için de 3X3 boyutlu ortalama filtre kullanılabilir. Bir sonraki işlem olarak yumuşatılmış görüntü, orijinal görüntüden piksel değerleri tek tek çıkarılır. Çıkarma işleminde ortaya negatif değer ya da 255'i geçen değer ortaya çıkabilir. Böyle değerleri normalize ederek düzenleme işleminin yapılması gerekmektedir [27].

2.2.6. Kenar Bulma Algoritmaları

Görüntüdeki kenarlar, görüntünün yüksek frekanslı bileşenleridir. Bunlar, kenarlarda bulunan, ayrıntıları izleyen, ani parlaklık değişimleridir. Yüksek geçiren filtreleme sonucu görüntüdeki ufak değişiklikler kolayca sezelebilmektedir. Filtreleme ile görüntü içerisindeki alçak frekanslı bileşenler azaltılır ve yüksek frekanslı bileşenler görüntüye hakim olurlar bu da görüntüdeki arka plan gürültüsünü arttırmaktadır. Yüksek geçiren filtrelemedeki mantık, ilgilenilen pikselin gri seviyesinin öne çıkarılması ve buna komşu olan piksellerdeki gri seviye değerlerinin zayıflatılması işlemidir. Bunu uygulayabilmek için 3X3 boyutlu yüksek geçiren filtre kalıbını şu şekilde oluşturmak gerekmektedir. Filtre merkezindeki sayı pozitif, buna

komşu olan sayılar ise negatif olarak belirlenmelidir. Filtrenin kalıbı içerisindeki katsayıların toplamı sıfır olduğundan değişik katsayılarla çarpılarak filtre kalıbının kontrolü de sağlanabilmektedir. Bu şekilde birçok filtre kalıbı elde edilebilir [21,27].

Kenarları bulmanın amacı, görüntünün içerisindeki detayları ortaya çıkarmak, istenmeyen detaylardan kurtulmaktır. Pek çok alanda kullanılan bu algoritmalar Gradyent, Laplacian of Gaussian (LOG) ve Canny kenar bulma algoritmalarıdır.

2.2.6.1. Gradyent Kenar Bulma Algoritmaları

Görüntü işleme uygulamalarında fark almak için en genel kullanılan metot gradyent metodudur.

Bölge boyunca piksellerin ortalamalarının alınması işlemi görüntü içindeki detayları bulanıklaştırma işlemidir. Ortalama alma işlemi integral alma işlemi ile benzetilmektedir. Bunun gibi fark alma işleminin ortalama alma işleminin tam tersi olarak beklenmelidir. Böylece fark alma işlemi görüntüyü netleştirir.

Prewit kenar bulma metodu için Şekil 2.20'de yatay, Şekil 2.21'de dikey kenar bulma kalıpları gösterilmiştir.

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Şekil 2.20. Yatay Prewit Maskesi

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

Şekil 2.21. Dikey Prewit Maskesi

Sobel kenar bulma metodu için Şekil 2.22'de yatay ve Şekil 2.23'de dikey kenar bulma kalıpları gösterilmiştir. Sobel maskesi de 3X3 boyutlu ve Prewit maskesine benzemektedir. Ancak katsayıları farkını oluşturmaktadır.

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Şekil 2.22. Yatay Sobel Maskesi

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Şekil 2.23. Dikey Sobel Maskesi

Roberts kenar bulma metodu için Şekil 2.24'te kenar bulma kalıpları gösterilmiştir. Roberts maskesi 2X2 boyutlu bir kalıptır.

1	0
0	-1

0	1
-1	0

Şekil 2.24. Roberts Kenar Bulma Maskeleri

2.2.6.2. Laplacian of Gaussian (LoG) Kenar Bulma Algoritması

Türev temelli filtre olan laplacian filtreler görüntü üzerindeki keskin geçişleri bulan filtrelerdir. Gürültüye çok duyarlı oldukları için görüntüye uygulanmadan önce yumuşatma filtresinden geçirmek gürültülerin azalmasında daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu iki aşamalı filtreleme metoduna LoG filtreleme adı verilmektedir.

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

-1	2	-1
2	-4	2
-1	2	-1

Şekil 2.25. En çok kullanılan Laplacian Maskeleri

Şekil 2.25'te görülen maskelerden herhangi biri kullanılarak, standart konvolüsyon metotları sayesinde görüntü fonksiyonunun laplacian değeri hesaplanmaktadır. Bu kalıplar görüntü üzerinde ikinci türev değerine yakın olduğu için gürültüye çok fazla duyarlıdır. Bu yüzden önce yumuşatma filtresinden geçirilerek, yüksek frekanslı gürültü bileşenlerini azaltmak gerekmektedir.

Bu filtrenin avantajlarına bakacak olursak, hem yumuşatma hem de laplacian kalıpları genellikle görüntüden daha küçük boyutta olduğu için, bu metot sayesinde daha az aritmetik işleme gerek duyulmasıdır. Bir ön işlemden geçirildiği için tek bir konvolüsyon işlemiyle sonuca ulaşmak mümkündür.

2.2.6.3. Canny Kenar Bulma Algoritması

John F. Canny tarafından 1986 yılından geliştirilmiş olan bu algoritma kenar bulma konusunda çok etkin bir algoritmadır. Düşük hata oranı ve kenar konumlarının doğru tespiti prensibiyle çalışmaktadır.

Aşama sayısı çok olan bu algoritmanın adımları aşağıdaki gibidir;

Adım 1: Görüntü üzerine bir yumuşatma filtresiyle bulanıklaştırma işlemi uygulanır.

Adım 2: Kısmi türevler için sonlu – fark yaklaşımları uygulanarak gradyentin büyüklüğünü ve yönünü hesaplama işlemi yapılır.

Adım 3: Görüntünün büyüklük değerinde maksimum olmayan noktaların bastırılması işlemi uygulanır.

Maksimum olmayan noktaların bastırılması işlemini detaylandırarak olursak: Canny algoritmasının karmaşık bir yaklaşıma sahiptir, bu yaklaşıma göre bir kenarın noktası, gradyent vektörü yönünde lokal olarak maksimum olan bir nokta olarak düşünülebilir ancak bu durum oldukça kısıtlayıcıdır ve eşikleme yöntemiyle bulunan kenar piksellerden oluşan çizgileri incelemek için kullanılan bu yöntem maksimum olmayan noktaların bastırılması işlemi adı verilmiştir.

Adım 4: Kenar piksellerinin tespiti için çift eşikleme algoritması kullanılır.

Eşikleme (Thresholding) işlemini detaylandırarak olursak, yukarıda yapılan işlemlerden ilk adımda yumuşatma (smoothing) işlemi gerçekleştirilmesine rağmen maksimum olmayan noktaları bastırılmış olan görüntüsünde, gürültüler nedeniyle bazı hatalı kenar noktaların oluşma olasılığı vardır. Bu hatalı noktaların etkisi çok fazla değildir ancak maksimum olmayan noktaları bastırılmış bu görüntüdeki hatalı kenar noktalarını azaltmak gerekmektedir. Bunları azaltmak için ise bir eşik değeri belirleyerek eşik değerinin altındaki bütün noktaların değerlerini sıfır yapmak gerekmektedir. Bu işlemi uyguladıktan sonra elde edilen görüntünün kenarları belirgin hale gelmiştir.

Eşik değeri belirlemek oldukça zor bir işlemdir. Uygun eşik değerini bulmak için deneme yanılma yoluyla ilerlemek gerekmektedir. Eğer eşik değeri küçük seçilirse görüntüde karşımıza çıkan yanlış kenar sayısı çok fazla olur, eşik değeri büyük seçilirse de bazı kenarlarda kaybolma durumu ortaya çıkacaktır. Bu durumda en uygun yöntem iki eşik değerini beraber kullanmaktır. Ayrı ayrı iki eşik değeri uygulandığında iki farklı görüntü elde edilecektir, birinci görüntüdeki yanlış kenarların sayısı bulunacak ve ikinci görüntüdeki kaybolan kenarların oluşturduğu açıklıklar ortaya çıkacaktır. Bu iki görüntünün birleştirilmesiyle de ikinci görüntüdeki açıklıklar kapanacak ve optimum düzeltme işlemi sağlanmış olacaktır [19,28].

2.2.7. Renk Dönüşümleri

Görüntü üzerinde işlem yaparken doğru sonuca ulaşmak için görüntüde renk dönüştürme yöntemi kullanılmalıdır. Bu yöntemler yapılacak işlemlerde azalma ve süresinde

artma sağlayacaktır. İşlem sayısında azaltma sağlamak için renk değerlerini sabit sayılara arasına çevirmek gerekir ve bu da renk dönüşümüyle mümkündür.

2.2.7.1. Renkli Resmi Gri Resme Dönüştürme Yöntemi

Görüntüdeki Kırmızı Yeşil Mavi (Red Green Blue, RGB) değerlerini Ulusal Televizyon Standartları Komitesi (National Television System Committee, NTSC) formatına dönüştürerek, renk ve satürasyon değerlerini sıfıra çekip esas renk-gri skala dönüşümünün gerçekleşmesini sağlamaktır.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,59 & 0,11 \\ 0,61 & -0,207 & -0,32 \\ 0,21 & -0,52 & 0,31 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (8)$$

Q ve I renklerin fark işaretleridir, Y değeri de Q ve I değerlerinin sıfıra denkleştirilmesiyle hesaplanarak gri resim formatına çevrilir [13,29].

2.2.7.2. Gri Resmi Siyah Beyaz Resme Dönüştürme Yöntemi

Görüntünün en hızlı bir şekilde modellenmesi için “siyah – beyaz” formata dönüştürülmesi gerekmektedir. Eşik seviyesi belirlenirken, her bir görüntüdeki parlaklık değerlerinin, çevre gürültülerinin farklı farklı olacağından siyah beyaz formata dönüştürülmesi önemli bir işlemdir.

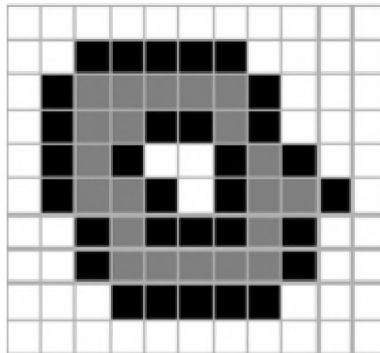
Değişken eşik seviyesini bulmak için Otsu’nun bölgesel eşikleme algoritması olan Otsu yöntemi kullanılmaktadır. Bulunan eşik değeri [0, 1] aralığındaki parlaklık parametresidir. Bu sınır değerini bulduktan sonra gri resim, siyah-beyaz formata dönüştürülebilir. Otsu bölgesel kısıtlama algoritması, kendi içinde kategorize edilir ve ağırlıklı varyansı optimum değere dönüştürmek için çalıştırılır. Bu sınıfların birbiriyle olan varyansı en üst düzeye çıkarılacaktır. Bölgesel kısıt algoritması, gri tonlama görüntülerde 0 – 255 aralığında sınıflandırılan pikseller için çalıştırılır. Metodun doğru bir şekilde çalışması için resim bimodal ve histogram olması gerekmektedir. Sabit istatistik verileri kullanabilmekle birlikte ayrıca başka yapılara da uyum sağlayabilmektedir [13,29].

2.2.8. Morfolojik İşlemler

Morfolojik işlemler, görüntü üzerindeki gürültülerden kurtulmak için kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. İkili görüntülerin işlenmesine yönelik yöntemlerdir. Bu işlemler giriş olarak ikili bir görüntü alır ve çıktı olarak ikili bir görüntü döndürür. Çıktı görüntüsündeki her pikselin değeri, karşılık gelen girdi pikseli ve komşularına dayanmaktadır. Her morfolojik işlem belirli bir komşuluk kullanır. Komşu pikseller 0 ve 1'lerden oluşan bir matris olan yapısal öğelerle temsil edilmektedir [13].

2.2.8.1. Genişletme (Dilation) İşlemi

Genişletme işlemi nesnelerin sınırlarına piksel ekleyen bir işlemdir. Giriş pikselinin komşuluğundaki herhangi bir piksel açık renkliyse çıkış pikseli de açıktır. Aksi takdirde çıkış pikseli kapalıdır. Genişletme işlemi yapılan görüntü Şekil 2.26'da gösterilmiştir [13].

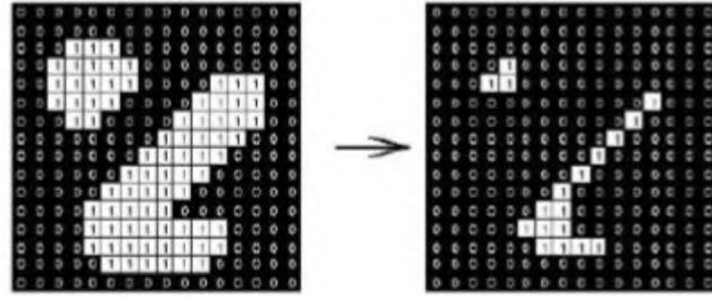


Şekil 2.26. Genişletme İşlemi [13]

Şekil 2.26'daki görüntüde gri ile gösterilen pikseller orijinal nesneye ait, genişletme yoluyla eklenen pikseller de siyah renktedir. Sonuç olarak bu işlem nesnelerin genişlemesi ve büyümesine neden olmaktadır.

2.2.8.2. Aşındırma (Erosion) İşlemi

Aşındırma işlemi genişletme işleminin tersi şekilde çalışmaktadır. Nesnelerin sınırlarındaki pikselleri kaldıran bir işlemdir. Bu pikselleri açık konumdan kapalı konuma getirmektedir. Açıklayacak olursak; giriş pikseline ait komşu pikseller açıksa çıkış pikseli de açıktır. Aksi durumda çıkış pikseli kapalıdır. Şekil 2.27'de aşındırma işlemi görülmektedir. Aşındırma işlemi nesnelerin küçülmesine neden olmaktadır.



Şekil 2.27. Aşındırma işlemi [30]

2.2.9. Kablosuz Veri Transferi

Kablosuz veri transferi haberleşme amaçlı çoğunluk olarak radyo frekans (Radio Frequency, RF) teknolojilerini kullanmaktadır. Gezgin veya sabit terminaller tarafından kullanılmaktadır. Bunlar kablolu iletişime göre kurulum kolaylığı, ölçeklenebilir olması, hareketliliği ve üretkenliği artırıcı olması, ileriye yönelik maliyet kazancında artış sağlaması ve mevcut ağ yapısının genişletilmesinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Ancak kablosuz veri transferinde ortamdan kaynaklı yüksek bit hata oranı ve bant genişliğinde sınırlama gibi önemli dezavantajlara da sahiptir [31].

Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 802.11 Kablosuz Yerel Alan Ağları, kablolu sınırlamaları olmaksızın Ethernet ve Token Ring gibi geleneksel Yerel Alan Ağı (Local Area Network, LAN) teknolojilerinin tüm özelliklerini ve yararlarını sağlar. Bu nedenle, mevcut yerel alan ağlarının kablosuz ortam üzerinden haberleşen şekli olan kablosuz yerel alan ağları hava üzerinden Ethernet (Ethernet on air) olarak da adlandırılır [32].

Hücreli mobil ağlar 2'nci Nesil (2nd Generation, 2G) ve 3'üncü Nesil (3rd Generation, 3G) teknoloji ağı olup, ses iletişimi için tasarlanmışlardır. GSM şebeke erişimi için Zaman Bölümlü Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access, TDMA) tekniği kullanan 2G teknolojisidir. Bunun yeni güncellenmiş sürümü GPRS olup paketlenmiş veri taşımak için tasarlanmıştır. Bundan sonra geliştirilmiş olanlar, GSM Gelişimi için Artırılmış Veri Hızları (Enhanced Data GSM Environment, EDGE), 3'üncü Nesil Ortaklık Projesi (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) ve 3G geniş-bant GSM teknolojisidir. 3G ağlar 5 MegaHertz (MHz) de yüksek hızlı veri iletişimi, iyi ses kalitesi ve paket uygulamaları için internet erişimi sağlamaktadır. Daha sonra geliştirilen 4'üncü Nesil (4th Generation, 4G) Uzun Vadeli Evrim (Long Term Evolution, LTE) teknolojisi hız ve veri iletişim kapasitesini artırmak için tasarlanmıştır [33].

Görüntü işleme teknikleriyle elde edilen verinin merkezi sisteme iletilmesi ve bir veri tabanı aracılığıyla veya herhangi bir kayıt dosyası ile doğru verinin sistem tarafından tutulması

gerekmektedir. Bu işlemi gerçekleştirmek için bu çalışmada kullanılan Casio IT-9000 cihazın üzerinde bulunan kablosuz iletişim özelliklerinden hem geniş bir uygulama alanına sahip hem de diğer yöntemlere kıyasla dezavantajları oldukça az olan kablosuz LAN bağlantısı IEEE 802.11b/g/n standardıyla uyumlu maksimum 65 Mbps hızında ve Wi-Fi Güvenli Erişim (Wi-Fi Protected Access, WPA) / Gelişmiş şifreleme Standardı (Advanced Encryption Standard, AES) güvenlik parametrelerine sahip kablosuz iletişim sistemi esas alınarak geliştirilmiştir.

2.2.9.1. GPRS Terminalleri

GPRS ve GSM sistemleri birlikte çalışmayı ve kullanıcılar arasında kaynakların dinamik olarak paylaşımını destekler. Bu nedenle terminaller üç sınıfa ayrılmışlardır.

- 1) A sınıfı gezgin istasyon, kullanıcıya herhangi bir kesinti olmaksızın devre anahtarlama ve paket anahtarlama bağlantıları aynı anda destekler.
- 2) B sınıfı gezgin istasyon GSM ve GPRS'e aynı anda bağlantı yapabilir, fakat bir sesli ağrı geldiğinde GPRS ile veri transferi geçici olarak beklemeye alınır ve sesli görüşme sona erdikten sonra veri transferi kaldığı yerden devam eder. Yani A sınıfı gezgin istasyonundan farkı, herhangi bir anda sadece iki hizmetten birisini kullanabilir.
- 3) C sınıfı gezgin istasyon ise herhangi bir anda protokollerden sadece bir tanesine erişme imkanı sağlar. Diğer bir ifade ile hem GPRS hem de geleneksel GSM hizmetlerine erişim yapabilen C sınıfı gezgin istasyonda aynı anda kullanım ve kayıt mümkün değildir. Sadece Kısa Mesaj Servisi (Short Message Service, SMS) mesajları aynı zamanda alınabilir ve gönderilebilir. GPRS gezgin istasyonu, modem gibi bir arabirime erişimi sağlayan tipik bir telefon alıcısı olan gezgin terminal veya Kişisel Sayısal Yardımcı (Personal Digital Assistant, PDA) olan bir aygıttan oluşur [34,35].

2.2.10. Web Servisleri

Web servisleri genel olarak farklı uygulamaların ağ üzerinden haberleşmesini sağlayan ve standart bir Genişletilebilir İşaretleme Dili (Extensible Markup Language, XML) mesajlaşma sistemiyle iletişim gerçekleştiren yazılım çözümüdür. Web servisi dağıttık mimarili uygulamalar için dşnlmş bir çözümüdür. XML ile web servisindeki tüm iletişim verileri kodlanır.

Örneğin, bir istemci bir XML iletişisi göndererek bir web hizmetini çağırır, ardından da cevap olarak bir XML yanıtı bekler. Bu sistem XML türünden verilerin haberleşmesini

gerçekleştirdiği için web servisi herhangi bir işletim sistemine veya programlama diline bağlı kalmamaktadır. Bir başka deyişle Windows sunucusu üzerinde C# programlama diliyle kodlama yapılmış bir uygulama IOS işletim sistemine sahip Swift dili ile geliştirilmiş bir başka yazılım ile XML standartlarında web servisleri aracılığı ile haberleşme gerçekleştirebilir. Bu durum web servislerinin aslında bir Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface, API) olmasından kaynaklanmaktadır.

Web hizmetleri; programlar, nesneler, mesajlar veya belgeler içeren, doğrudan uygulama etkileşimi için interneti kullanan XML tabanlı bilgi alışverişi sistemleridir. Bir web servisi, uygulamalar veya sistemler arasında veri alışverişinde kullanılan açık protokol ve standartların bir toplamıdır. Çeşitli programlama dillerinde yazılmış ve çeşitli platformlarda çalışan yazılım uygulamaları, internet benzeri bilgisayar ağları üzerinden, İnternet Bilgi Servisleri (Internet Information Services, IIS) gibi bir servis sağlayıcı tarafından tek bir bilgisayarda işlemler arası iletişim benzeri şekilde veri alışverişinde bulunmak için web servisleri kullanılır. Örneğin Java ve Python veya Windows ve Linux uygulamaları arasında birlikte işleme özelliği bulunan açık standartların kullanımından kaynaklanmaktadır [36].

2.2.10.1. Web Servislerin Bileşenleri

Bir web servisinin temel platformu XML ve Hiper Metin Transfer Protokolü (Hyper Text Transfer Protocol, HTTP)'nin birleşmesiyle oluşur. Tüm standart web servisleri bu bağlamda aşağıdaki iletişim protokollerini kullanarak çalışır.

- Basit Nesne Erişim Protokolü (Simple Object Access Protocol, SOAP) : Bir ileti aktarmak için kullanılmaktadır.
- Evrensel Tanımlama, Keşif ve Entegrasyon (Universal Description, Discovery and Integration, UDDI) : web servislerini tanımlama, yayınlama ve bulma işlemleri konusunda bir standarttır.
- Web Hizmetleri Açıklama Dili (Web Services Description Language, WSDL) : Hizmetin kullanılabilirliğini açıklar.

Örneğin, yapılacak olan sistemde görüntü alan bir cihaz bulunmakta ve bu cihaz kullanıldıktan sonra bir görüntü oluşmaktadır. Bu oluşan görüntü veya görüntü işleme teknikleri sonucunda elde edilen veri sunucuya gönderilebilir. Merkezi sistem ile haberleşmek için istemci olan bu cihaz içerisinde C# ile geliştirilmiş uygulama kullanılmaktadır. Kullanılan bu uygulama ile oluşan veri yığınlarını merkezi sisteme iletmek ve saklamak gibi bir ihtiyaç

oluşmaktadır. İstemci uygulama verilerini iletebilmek için sunucu sistemiyle internet üzerinden bir etkileşime geçmelidir.

Bu etkileşim adımları ise şu şekilde gerçekleşmektedir;

- İstemci programı, gönderilecek olan endeks bilgisini bir SOAP iletisi olarak hazırlamaktadır.
- SOAP iletisi bir HTTP POST isteğinin gövdesi olarak web servisine gönderilir.
- Sunucuda bulunan Web servis, SOAP istek paketini açar ve uygulamanın anlayabileceği bir komut haline dönüştürür.
- Uygulama, bilgileri gerektiği gibi kullanır ve kayıt işlemini yapar. Benzersiz bir kayıt numarasıyla yanıt verir.
- Web servis yanıtı başka bir SOAP iletisine paketler ve HTTP isteğine yanıt olarak istemci programına geri gönderir.
- Uygulama da gelen sonucu yani SOAP iletisinin paketini açar ve istemci uygulama üzerinde çalıştırır.

Bu adımlar ile bir takım özellikler ağ üzerinden servis edilebilir, diğer yazılımlara servisler vererek uygulamanın kullanılabilirliğini arttırır ve platform bağımsızlığı da büyük avantajları arasındadır [37,38].

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölüm, tezde kullanılan materyaller ve önerilen yöntemle ilgili ayrıntıları içermektedir.

3.1. Materyaller

3.1.1. CASIO IT-9000 El Terminali

Casio IT-9000 kullanışlılığı ve dayanıklılığı ile tercih edilme sebebidir. Windows CE işletim sistemiyle birlikte gelen cihaz programlanabilirlik açısından oldukça kolay tasarlanmıştır. Çok fonksiyonlu özelliğe sahip olması da yapılması istenen işleri tek bir cihaz aracılığı ile yapma olanağı sunmaktadır.



Şekil 3.1. Casio IT-9000 Görüntüsü

Şekil 3.1’de görülen cihazın sayaç okuma işlemlerinde faydasını göreceğimiz özellikleri oldukça fazladır. Hizmet sağlayıcıların en çok ihtiyaç duyduğu özellikleri;

1. Ortam koşullarına göre dayanıklı olması
2. Güvenilirlik açısından, Güvenli Hash Algoritması (Secure Hash Algorithm, SHA-2) ve Güvenli Giriş Katmanı (Secure Sockets Layer, SSL) sertifikasını destekliyor olması
3. Otomatik odaklanma özellikli kameraya sahip olması
4. IEEE 802.11b/g/n kablosuz LAN özelliğine sahip olması
5. Yüksek hızlı termal yazıcı özelliği olmasıdır [39,40].

Casio IT-9000 el bilgisayarının teknik özellikleri Ek 2’de detaylı bir şekilde verilmiştir.

3.1.2. Windows Compact Edition (CE)

Microsoft tarafından taşınabilir cihazlar için yazılmış işletim sistemidir. Windows CE’nin küçültülmüş Windows olmadığı, özel olarak yazılmış ayrı bir işletim sistemi olduğu Microsoft tarafından duyurulmuştur. Ek 3’de zaman çizelgesinin görüntüsü verilmiştir.

Windows CE, birçok alanda kullanılabilir. Barkod okuyuculu el terminallerinde, ucuz taşınabilir Kişisel Bilgisayar (Personel Computer, PC)’larda, Pocket PC’lerde, cep telefonlarında, televizyonlarda ve Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System, GPS) cihazlarında oldukça sık kullanımı vardır [41].

3.1.3. Windows Mobile

Microsoft tarafından PDA ve akıllı telefonlar gibi mobil cihazlar için tasarlanmış olan bir işletim sistemidir. Casio IT-9000 cihazın içerisinde bulunan Windows Embedded Handheld işletim sistemi de mobile işletim sistemlerindendir.

Windows Mobile işletim sistemi C++ ile yazılmış olup Windows CE sisteminin çekirdeği üzerine şekillendirilmiştir [42].

Bu çalışmada kullanacağımız Casio IT-9000 cihazının içerisinde bulunmasıyla Windows Mobile işletim sistemine program yazmamızın gerekliliği ortaya çıkmıştır. C# programlama diliyle yazılan programdan detaylı bir şekilde bahsedilecektir.

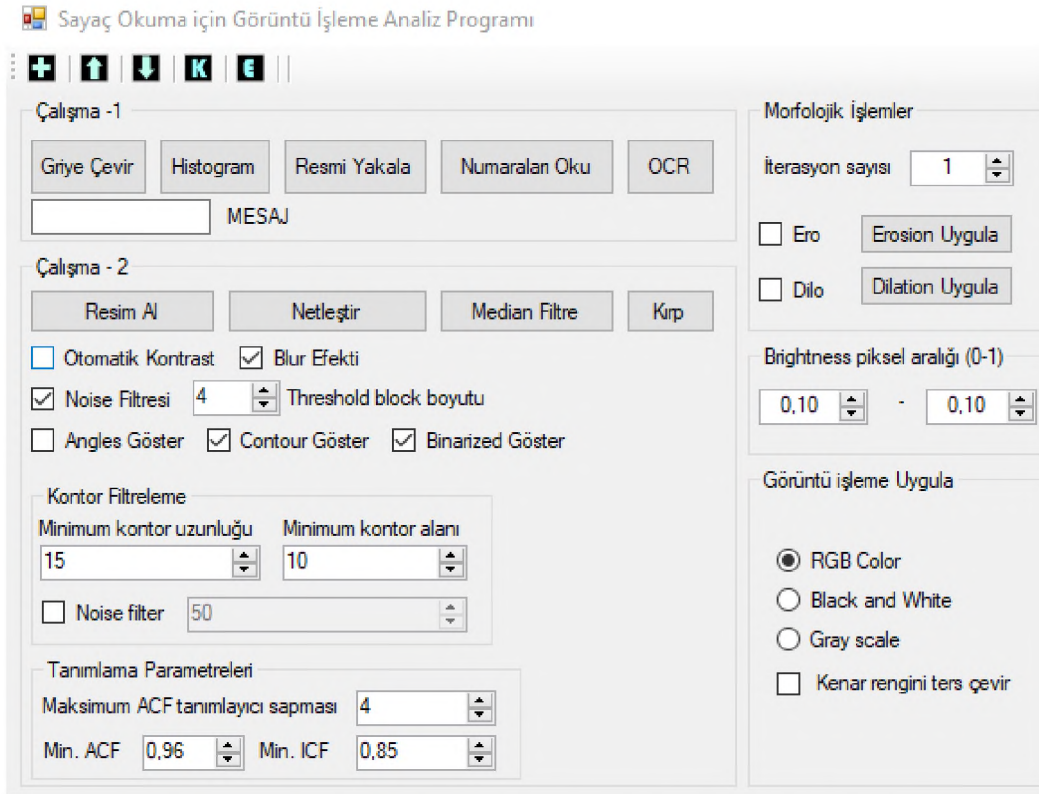
3.1.4. EmguCV

Cross platform bir araç olan EmguCV, .Net platformunda C# programlama diliyle programlanabilir olması ve OpenCV görüntü işleme kütüphanesine sahip olması ile oldukça faydalı bir araçtır. Tüm platformlarda uygulanabilir olması da kullanılabilirliğini arttırmaktadır [43].

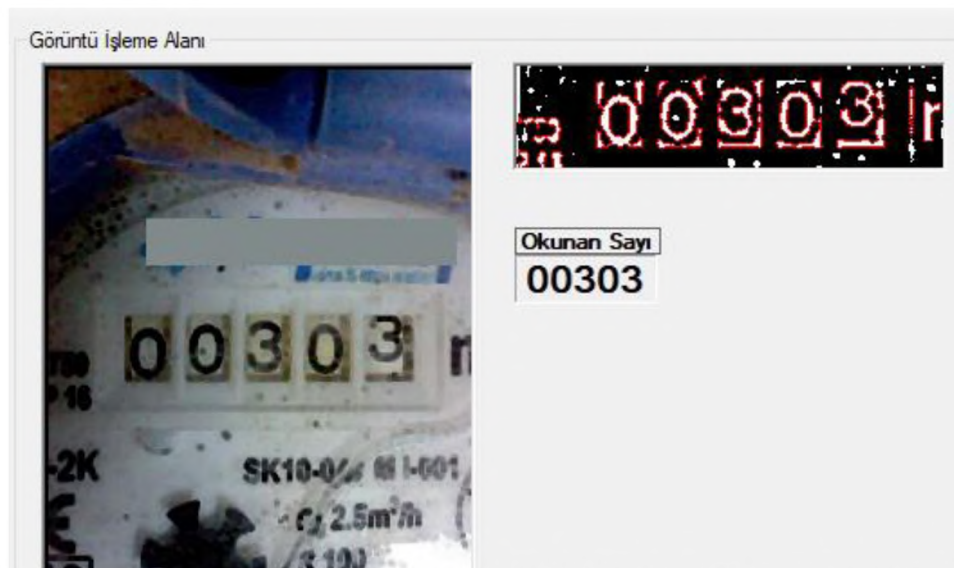
EmguCV, OpenCV wrapperi yani OpenCV Framework’ünün .Net dilleri üzerinde de kullanılabilmesi için oluşturulmuş bir kütüphanedir. OpenCV açık kaynak kodlu bir görüntü işleme kütüphanesidir ve ayrıca Berkeley Yazılım Dağıtım (Berkeley Software Distribution, BSD) lisansı ile geliştirilmiştir. BSD lisansına sahip olması istenilen projede ücretsiz olarak kullanılabileceği anlamına gelmektedir. OpenCV platform bağımsızlığı ile tanınmıştır. Tüm işletim sistemlerinde kullanılabilir [44]. Yapılacak olan bu çalışmada faydasını çokça göreceğimiz bu araç görüntü işleme tekniklerini kolayca programlanabilir hale getirmektedir.

3.1.5. Görüntü İşleme Analiz Programı Versiyon 1.0

Görüntü İşleme Analiz Programı, sayaç okuma için kullanılan algoritmaların testlerinin yapıldığı EmguCV kullanılarak C# programlama diliyle yazılmış bir Windows Form uygulamasıdır. Bu uygulamada gereken tüm yöntemlerin testleri yapılarak en sağlıklı çözüme ulaşılması hedeflenmiştir.



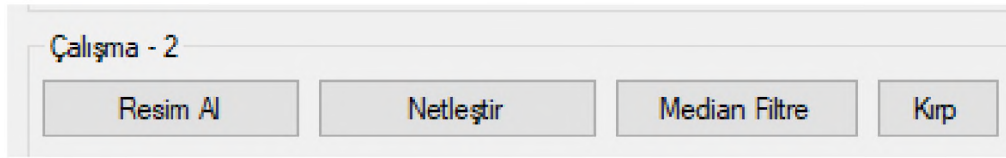
Şekil 3.2. Görüntü İşleme Analiz Programı Ekran Görüntüsü



Şekil 3.3. Sayaç Okuma Programındaki Görüntü İşleme Alanının Ekran Görüntüsü

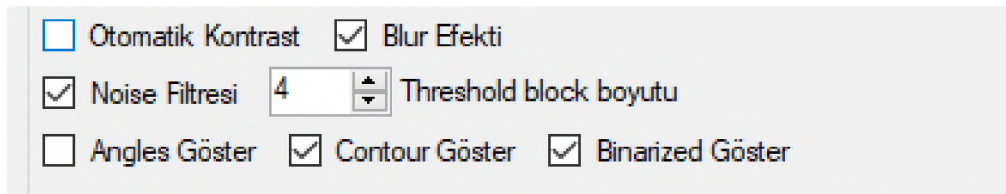
Şekil 3.2 incelendiğinde programın çalışma 1 alanı ve çalışma 2 alanı olarak ayrıldığı gözlenebilmektedir. Burada birbirinden farklı metotlar kullanılmakta ve çalışmalar test edilmektedir. Birbirinden farklı metotlar kullanılırken ve testler yapılırken kolaylık olması amacıyla algoritmalar aşamalar haline getirilmiştir. Örneğin görüntüyü yükledikten sonra önce netleştirme işlemi mi yoksa griye çevirme işlemini mi yapılması gerektiğini tek tek görüntü üzerinde işlem yaparak ve araştırmalar sonucunda oluşturulmuştur. Yapılan görüntü testleri Şekil 3.3'te bulunan alanda görüntülenmektedir. Bu alanda görüntü üzerinde yapılan tüm değişiklikler anlık olarak yansımaktadır. En uygun programlamaya ulaşıldığında ise form üzerinde bu şekilde bir arayüz oluşturulmuştur. En uygun programlamanın akış diyagramı Ek 1'de verilmiştir.

Çalışma alanını detaylı inceleyelim. Program Resim Al, Netleştir, Filtrele ve Kırp butonları ile işlemleri yapmaktadır. Şekil 3.4'te de görülmekte olan butonların yaptığı işlemlerden yöntemler bölümünde daha detaylı bir şekilde bahsedilecektir.



Şekil 3.4. Görüntü Analiz Programındaki Çalışma Alanı

Algoritmanın işleyişine göre yumuşatma, kenar bulma, ikili görüntü haline getirme, kontur bulma gibi işlemleri yaptığımız kontroller de bulunmaktadır. Bu işlemler çalışma alanının hemen altında ve parametrik olarak belirlenmiştir. Şekil 3.5'te görülebilmektedir.



Şekil 3.5. Sayaç Okuma için Görüntü Analiz Programındaki Kontroller

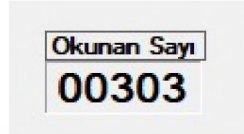
Görüntü işleme alanını inceleyecek olursak; Şekil 3.6 (a)'da görülmekte olan karşımıza çıkan ilk büyük görüntü, filtreler ve metotlar sonrasında oluşan görüntünün ön izleme alanıdır. Bu bölümde görüntü üzerinde yapılan düzenlemeler anlık olarak takip edilerek uygun görüntüye ulaşmak hedeflenmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.6. Görüntü İşleme Alanı (a) Ön İzleme Kontrolü, (b) Kırpılmış Görüntü, (c) Okunan Sayı

Görüntü işleme alanında bulunan bir diğer görüntü ise Casio IT-9000 ile çekilen görüntünün belirlemiş olduğumuz piksel aralığında sayıların sınırlarının belirlendiği kırpılmış görüntüdür. Şekil 3.6 (b)'de görünen bu kırpılmış görüntü ile ikili görüntü haline dönüştürülerek kenarların bulunduğu, konturlarının çıkarıldığı görüntü üzerinde ne gibi değişimlerin oluştuğunu izleyebileceğimiz bölümdür.

Şekil 3.6 (c)'de bulunan, görüntü işleme alanındaki son alan ise kontur filtrelemesinden geçirilen ve mevcut konturları tespit ettikten sonra şablonların değerlerinin yakalandığı bölüm bulunmaktadır. Bu bölüm artık son aşamadır ve uygulamak istediğimiz görüntü işleme teknikleriyle bulunan sonuçların alındığı bölümdür.

3.1.6. El Terminali Sayaç Okuyucu Versiyon 1.0

El terminali ile sayaç okuma programı Visual Studio ortamında Smart Device Project ile geliştirilmiştir. Casio IT-9000 cihazın programlama örnekleri çok fazla internet ortamında yaygın olmasa da Casio firmasının yayınladığı yazılım kitapçıklarına ulaşmak mümkündür. Bu şekilde C# programlama dili kullanılarak cihazın özelliklerine ulaşıp rahatlıkla programlama yapılabilmektedir.

Programlama ile kamera kullanımı yapabilmek için 'CAMStartPreview' fonksiyonundan yararlanılır [10]. Bu fonksiyon ile kamera başlatılır ve uygun olan görüntü üzerine getirilerek fotoğraf çekme fonksiyonu ile görüntü yakalama işlemi yapılmaktadır. Görüntü yakalama işlemi için de 'CAMSingleCapture' fonksiyonu kullanılır bu fonksiyon üzerinde bulunan 3 adet parametre değerleri girildikten sonra görüntümüz yakalanmış olur. Parametreler sırasıyla dosya adı, dosya formatı ve dosya boyutudur. Bu şekilde fonksiyonları kullanarak çok rahat bir şekilde fotoğraf çekme işlemi yapılabilmektedir.

Kullanılan görüntü yakalama fonksiyonu;

CAMSingleCapture(PATH, JPEG, CAM_QVGA);

Fotoğraf ekme işlemi gerçekleştirildikten sonra görüntü işleme analiz programında belirlemiş olduğumuz katsayılarla birlikte algoritmamızı program içerisinde gerçekleştiririz. Bu algoritma üzerinden, çekilen fotoğraf işlendikten sonra bize sonuç olarak okunan sayıyı karakter dizisi olarak döndürecektir. Algoritma detayları Ek 1'de bulunmaktadır.



şekil 3.7. Casio IT-9000 El Terminali Sayaç Okuyucu Programının Ekran Görüntüsü

Şekil 3.7’de görünen ekran görüntüsü Casio cihaz üzerinde çalışabilecek Smart Device Project’in arayüzüdür. Bu programda kamera ile yapılacak ve görüntü alırken ilk görüntünün düzgün ve net bir şekilde alınabilmesini sağlayan özellikler aktif hale getirilmiştir. Flaş açıp kapatma, yakınlaştırma(zoom) ve odaklanma gibi özellikleri de program içerisinde bir buton yardımıyla eklenilerek etkili bir görüntü işleme verisi elde etmek hedeflenmiştir.

Program üzerindeki odaklama butonu aynı zamanda 1 tuşu kullanılarak da çalışabilmektedir. Bu da kullanıcının daha rahat bir şekilde görüntüye odaklanıp fotoğraf çekmesini sağlamaktadır. Yine aynı şekilde yakınlaşma, flaş açma kapatma ve okuma butonları da kısayol tuşları ile kullanılabilir. Bu da hizmet sağlayıcıların cihaz ile birlikte zorlanmadan ve yorulmadan işlem yapabilmesini sağlayacaktır.

Odaklama işlemi için ‘CAMAutoFocus’, yakınlaştırma işlemi için ‘CAMSetDigitalZoom’, flaş açma kapatma işlemi için de ‘CAMsetFlash’ fonksiyonlarından yararlanılmıştır [10] ve bu şekilde görüntü işleme verisinin net alınabilmesi için tüm özelliklerin program üzerinde aktif hale getirilmesi sağlanmıştır. Okuma işlemi için de fotoğraf yakalama fonksiyonu kullanılmıştır ve daha sonrasında yakalanan görüntüyü görüntü işleme fonksiyonlarından geçirip dönen veriyi ekran üzerinde bir etiket kontrolü üzerine yazdırılması sağlanmıştır. ‘Oku’ butonunun hemen üzerine yerleştirilen etiket kontrolü Şekil 3.7’de görülebilmektedir. Bu etiket kontrolü fotoğraf üzerinde bulunan endeks bilgisinin sayısal veri şeklinde gösterilmesini sağlamaktadır.

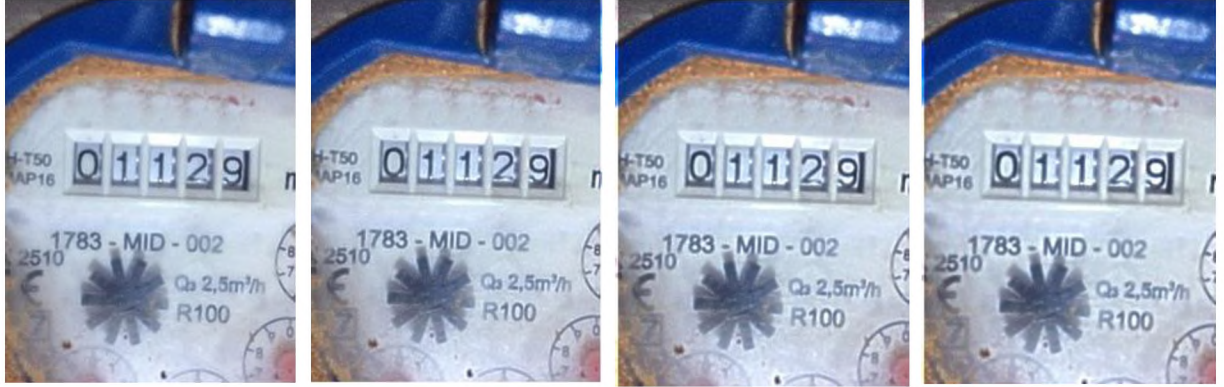
3.2. Yöntemler

3.2.1. Görüntü Netleştirme İşlemi

Görüntü netleştirme algoritmaları resim boyutuna göre, resmin durumuna göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu yüzden kullanıma geçmeden önce algoritmalar denenmiştir ve en uygun algoritmanın seçilmesiyle uygulamamızda en iyi sonuç üretilmesi sağlanmıştır. Alınan en iyi sonuç saklanıp tüm çalışmada uygulanarak sistem tasarlanmıştır.



Şekil 3.8. Casio IT-9000 El Bilgisayarı ile Çekilmiş Orijinal Görüntü



(a)

(b)

(c)

(d)

Şekil 3.9. Ortalama Filtre (a) 3x3 Matrisli, (b) 5x5 Matrisli, (c) 7x7 Matrisli, (d) 9x9 Matrisli



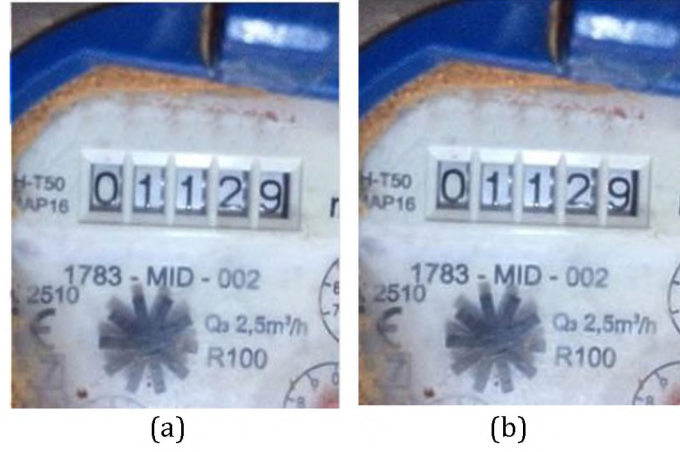
(a)

(b)

(c)

(d)

Şekil 3.10. Ortanca Filtre (a) 3x3 Matrisli, (b) 5x5 Matrisli, (c) 7x7 Matrisli, (d) 9x9 Matrisli



Şekil 3.11. Gauss Filtreleme (a) 3x3 Matrisli, (b) 5x5 Matrisli

Bu çalışmada kullanılacak olan görüntünün boyutu sabittir. Şekil 3.8’de grlen 240x320 boyutunda Casio IT-9000 el bilgisayarı ile çekilmiş orijinal görüntüye uygulanan tüm gürültü azaltıcı netleştirme algoritmaları Şekil 3.9, 3.10 ve 3.11’te gösterilmiştir. Tüm bu algoritmalar ile konvolüsyon işlemleri yapıldıktan sonra 0 ile 255 değerleri yani alt ve üst sınırları geçen pikseller için normalizasyon işlemi de yapılmıştır. Bu sayede görüntü istenilen ölçülerde netlik kazanmıştır.

Netleştirme işleminin sonra morfolojik işlemlerden genişletme işlemi uygulanır, bu uygulama mevcut gürültülerden arındırılmayı sağlamakla birlikte ulaşmak istenen rakamların daha da belirginleşmesini sağlamaktadır. Morfolojik n işleme tekniği Şekil 3.12’de grlmektedir.



Şekil 3.12. Morfolojik İşlemden Geçirilmiş Görüntü

Şekil 3.12’de görölen ve orijinal görüntüye uygulanan morfolojik işlemden sonra gürültüler giderilmiş ve ayrıca ulaşmak istediğimiz sayılarda da bir kalınlaşma, sayıların kenarlarında bir belirginleşme meydana gelmiştir. Bu durum daha sonraki yapacağımız işlemlerde ve karakter tanımda kolaylık sağlayacaktır.

3.2.2. Kırpma İşlemi

Hedefimiz sayılara ulaşmak olduğu için görüntü üzerindeki fazlalıklardan kurtulmamız gerekmektedir. Bunun için görüntü işleme tekniklerinden olan kırpma işleminden yararlanılmaktadır.

Casio cihaz ile çekilen resim 240 x 320 boyutlarında olduğu için yapılacak işlem 240 x 60 boyutunda bir dikdörtgen oluşturup resmin üzerinden seçilecek olan başka bir dikdörtgenin piksel değerlerini kopyalamak olacaktır. Resmin üzerinde belirleyeceğimiz dikdörtgenin değerlerini sabit tutabiliriz.

X koordinatı 0,

Y koordinatı 129,

Genişliği 240 ve yüksekliği de 60 olarak belirlenmiştir.

Bu belirlenen değerler kamera üzerindeki çekim yapılacak köşeler ölçülerek belirlenmiştir. Doğru kırpma için en uyumlu değerler olarak sabitlenmiştir. Kırpma sonrası oluşan görüntü Şekil 3.13’te gösterilmiştir. Kırpma yapılacak bölgenin nasıl belirlendiği ve program üzerindeki görünümüne bulgular bölümünde değinilmiştir.



Şekil 3.13. Kırpma İşleminde Geçirilmiş Görüntü

3.2.3. Gri Resme Çevirme İşlemi

Görüntü kırıldıktan sonra belirgin olan sayıları seçmemizi kolaylaştıracak bir yöntem olan gri resme çevirme yöntemiyle, görüntünün sayısal değerlerinde bir sabitleme işlemi yapılmaktadır. Kenar bulurken ve şablon oluştururken görüntü değerleri birbirine yakın

olmalıdır. Bu durumda görüntüyü gri seviyeli hale getirmemiz gerekmektedir. Şekil 3.14'te, Şekil 3.13'ün griye çevrilmiş görüntüsü görölmektedir.



Şekil 3.14. Gri Seviyeye Dönüştürölmüş Görüntü

3.2.4. Yumuşatma Efekti (Blur) Uygulama İşlemi

Yumuşatma işlemi Gauss piramidi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu işlemde öncelikle yüksek çözünürlük ve düşük çözünürlük olmak üzere iki farklı aşamadan geçirmek gerekmektedir. Görüntüyü önce düşük çözünürlüğe getirip daha sonra da yüksek çözünürlüğe getirerek görüntü üzerindeki küçük parazit görüntülerden kurtulmak hedeflenmiştir.

Bu işlemi EmguCV kütüphanesinden yararlanarak yapacak olursak kullanacağımız fonksiyonlar sırasıyla PyrDown(), PyrUp() fonksiyonları olacaktır. Değişimi netleştirmek adına yapılan çalışmada kontur bulma fonksiyonunu da çalıştırarak Şekil 3.15 (a) ve (b)'de oluşan görüntülerde fark yakalanabilmektedir, dönen sonuçlarda tüm konturlar kırmızı renkle bize nesneleri gösterecek şekilde ayarlanmıştır [45].



(a)



(b)

Şekil 3.15. Gauss Piramidi (a) Uygulanmadan Önceki Görüntü, (b) Uygulandıktan Sonraki Görüntü

Şekil 3.15 incelendiğinde ufak tefek parazit görüntülerin ortadan kaybolduğu gözlemlenmiştir.

3.2.5. Adaptif Eşikleme (Adaptive Threshold) Uygulama İşlemi

Adaptif eşikleme yöntemi yani uyarlanabilir eşikleme yöntemi ile farklı aydınlatma koşullarına sahip olan görüntüler hedef alınmaktadır. Bu yöntem diğ er global eşikleme yönteminden biraz daha iyi çalışmaktadır.

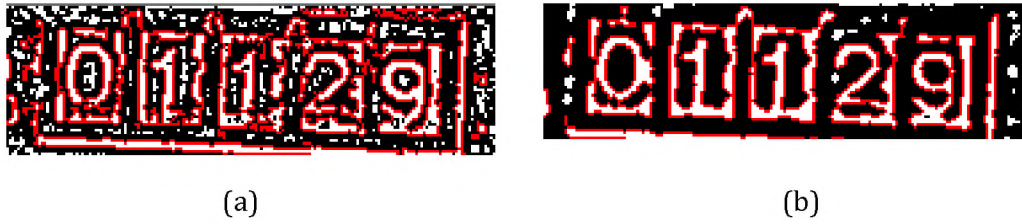
Bu yöntem ile tüm resmi tarayıp eşik değeri bulmak yerine resmin küçük bir bölgesinden eşik değeri hesaplaması yapılır. Böylelikle aynı görüntünün farklı bölgelerinde farklı eşikler elde edilir ve farklı parlaklıklar ve aydınlıklara göre daha iyi sonuç yakalamış olur.

EmguCV bize bu yöntemi iki farklı hesaplama aracı ile sunmaktadır. Bunlardan biri Mean filtreleme, diğeri ise Gaussian filtrelemedir. Testler sonucunda bu çalışmada Mean filtreleme yöntemi seçilmiştir. Mean filtrelemede eşik değeri, komşu piksellerin alanlarının ortalaması alınarak bulunabildiğine kaynak araştırmasında değinilmiştir.

Gaussian filtrelemede eşik değeri ise ağırlıkların bir gaussian penceresi olduğu komşuluk değerlerinin ağırlıklı toplamıdır.

Blok boyutu da komşuluk alanın boyutunu belirlemektedir [46].

Adaptif eşikleme yöntemini yumuşatma yapmadan kullanırsak aşağıdaki gibi bir görüntü elde etmekteyiz.



Şekil 3.16. Adaptif Eşikleme Sonrası Oluşan Görüntü Yumuşatma (Smoothing) (a) Efektli, (b) Efeksiz

Şekil 3.16 incelendiğinde yumuşatma efektinin ne kadar etkili olduğu gözlemlenmiştir.

3.2.6. Değil (Not) İşlemi

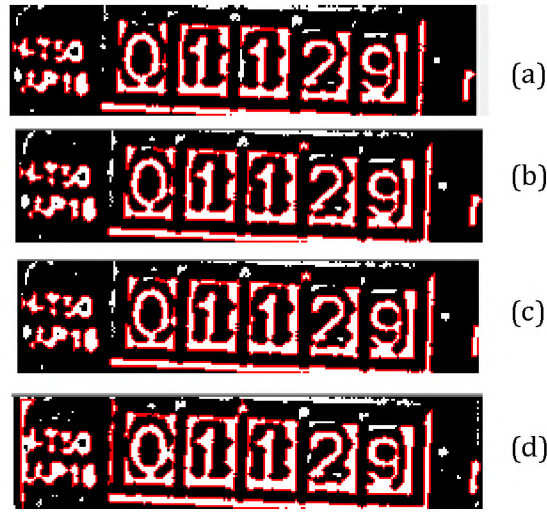
Resim üzerinde bit şeklinde ters çevirme işlemidir. Yapılan bu işlem ile görüntüyü tek bir renk skalasında değerlendirerek kontur bulma aşamasında daha iyi sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir [47].



Şekil 3.17. Değil (NOT) İşlemi, (a) Uygulanmamış Görüntü, (b) Uygulanmış Görüntü

3.2.7. Netleştirme Algoritmaları ve Kenar Bulma Algoritmalarının Analizi

Görüntüler üzerinde bir sonraki aşama olan kontur bulma işlemine geçmeden önce görüntüdeki nesnelerin net bir şekilde olduğunu kanıtlamak gerekmektedir. Net olmayan görüntüde kontur bulmak çok zor olacaktır. Bu yüzden algoritmalar denenip uygun olan görüntü netleştirme ve kenar bulma algoritmaları seçilmiştir. Aşağıda algoritmalar 100 farklı sayacıdan alınan örneklerle denenmiş ve en uygun algoritmalar seçilmiştir. Ortalama filtre 3'ten 9'a kadar matris boyutları ile ayrı ayrı denenerek kontur bulma performansı hesaplanmıştır.

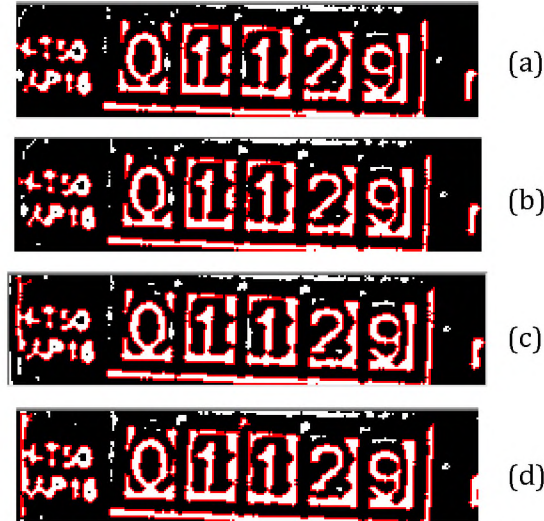


Şekil 3.18. Ortalama Filtre Uygulanmış Görüntü (a) 3x3, (b) 5x5, (c) 7x7, (d) 9x9

Şekil 3.18'te ortalama filtre işlemleri farklı matris boyutları ile gözlemlenmiştir. Matris boyutu arttırıldıkça görüntümüz üzerinde değişiklik saptanmamıştır. Bulunan kontur sayısı da ortalama 81 olarak gözlenmiştir. Ortalama filtre sonucunda farklı matris boyutları ile yapılan çalışmanın analiz sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Ortalama Filtre Analizi

Filtre Adı	Görüntü Adedi	Bulunan Kontur
Ortalama 3x3	100	81
Ortalama 5x5	100	80
Ortalama 7x7	100	81
Ortalama 9x9	100	81



Şekil 3.19. Ortanca Filtresi Uygulanmış Görüntü (a) 3x3, (b) 5x5, (c) 7x7, (d) 9x9

Şekil 3.19’da ortalanca filtreleme işlemleri farklı matris boyutları ile gözlemlenmiştir. Matris boyutu arttırıldıkça görüntümüz üzerinde değişiklik saptanmamıştır. Bulunan kontur sayısı da ortalama 84 olarak gözlenmiştir. Ortanca filtreleme sonucunda farklı matris boyutları ile yapılan çalışmanın analiz sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Ortanca Filtre Analizi

Filtre Adı	Görüntü Adedi	Bulunan Kontur
Ortanca 3x3	100	85
Ortanca 5x5	100	84
Ortanca 7x7	100	85
Ortanca 9x9	100	84



Şekil 3.20. Gauss Filtresi Uygulanmış Görüntü (a) 3x3, (b) 5x5

Şekil 3.20’de Gauss filtreleme işlemleri farklı matris boyutları ile gözlemlenmiştir. Matris boyutu arttırıldıkça görüntümüz üzerinde çok az miktarda iyileşme saptanmıştır. Bulunan kontur sayısı da ortalama 81 olarak gözlenmiştir. Gauss filtreleme sonucunda farklı matris boyutları ile yapılan çalışmanın analiz sonuçları Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3. Gauss Filtre Analizi

Filtre Adı	Görüntü Adedi	Bulunan Kontur
Gauss 3x3	100	80
Gauss 5x5	100	82



(a)



(b)

Şekil 3.21. Laplacian Filtresi Uygulanmış Görüntü (a) 3x3, (b) 5x5

Şekil 3.21’de Laplacian filtreleme işlemleri farklı matris boyutları ile gözlemlenmiştir. Matris boyutu arttırıldıkça görüntümüz üzerinde çok az miktarda iyileşme saptanmıştır. Bulunan kontur sayısı da ortalama 82 olarak gözlenmiştir. Laplacian filtreleme sonucunda farklı matris boyutları ile yapılan çalışmanın analiz sonuçları Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Laplacian Filtre Analizi

Filtre Adı	Görüntü Adedi	Bulunan Kontur
Laplacian 3x3	100	80
Laplacian 5x5	100	83



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.22. Sayaç Görüntüsüne Uygulanan Farklı Filtreler (a) Sobel 3x3, (b) Prewitt 3x3, (c) Roberts

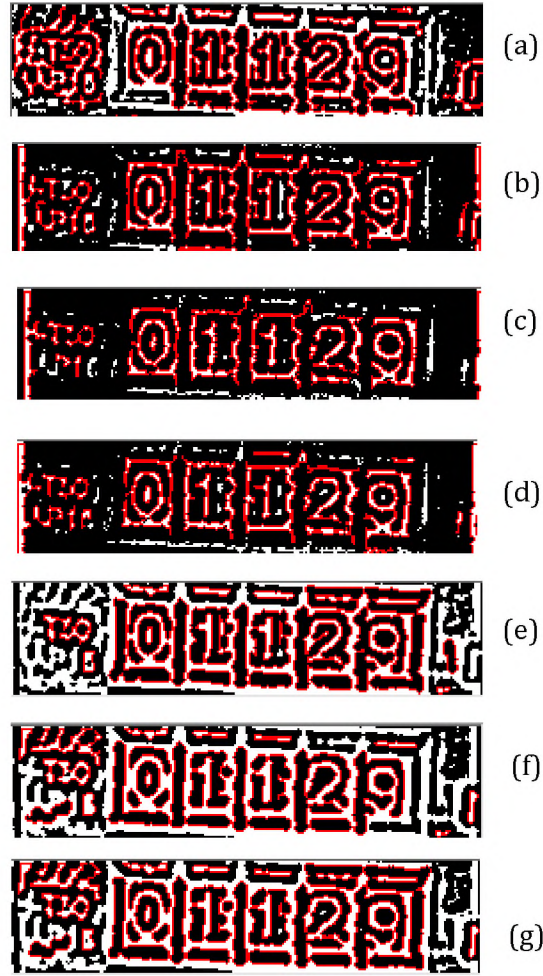


Şekil 3.23. Değil (Not) İşlemli Filtreler (a) Sobel 3x3, (b) Prewitt 3x3

Şekil 3.22’de Sobel, Prewitt ve Roberts filtreleme işlemleri farklı matris boyutları ile gözlemlenmiştir. Sobel ve Prewitt algoritmaları kullanıldığında iyi sonuçlar verirken, Şekil 3.23’te görülen Değil (Not) işlemli filtrelerden performans kaybı yaşanmaktadır. Roberts filtresi görüntümüz üzerinde başarısız sonuç üretmektedir. Sobel, Prewitt ve Roberts filtreleme sonucunda yapılan çalışmanın analiz sonuçları Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5. Sobel, Prewitt ve Roberts Filtrelerinin Analizi

Filtre Adı	Görüntü Adedi	Bulunan Kontur
Sobel 3x3	100	81
Sobel 3x3, NOT	100	52
Prewitt 3x3	100	75
Prewitt 3x3, NOT	100	50
Roberts	100	15



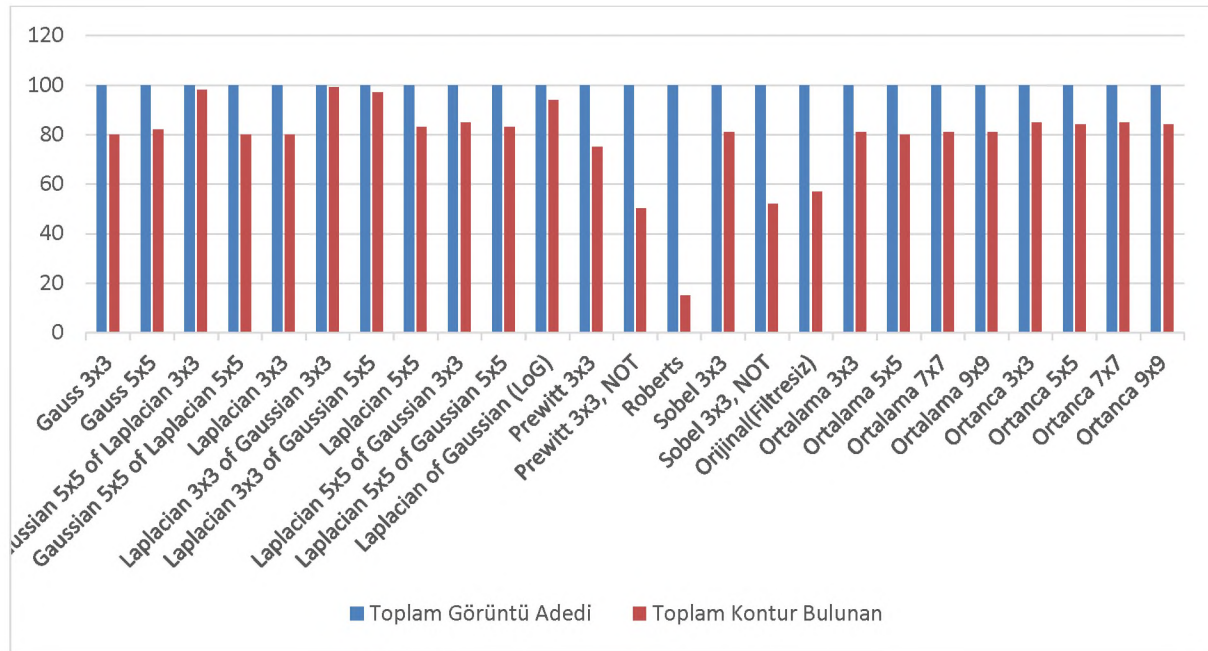
Şekil 3.24. Laplacian of Gaussian (LoG) Filtresi Uygulanmış Görüntü (a) LoG 5x5, (b) L3x3oG3x3, (c) L3x3oG5x5, (d) L5x5oG3x3, (e) G5x5oL3x3, (f) L5x5oG5x5, (g) G5x5oL5x5

Şekil 3.24'te Laplacian of Gaussian (LOG) filtreleme işlemleri farklı matris boyutları ile gözlemlenmiştir. Oldukça başarılı sonuçlar üreten algoritma 3x3 boyutlu matrislerde daha performanslı çalışmaktadır. Laplacian of Gaussian (LOG) filtreleme sonucunda yapılan çalışmanın analiz sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Laplacian of Gaussian Filtre Analizi

Filtre Adı	Görüntü Adedi	Bulunan Kontur
Laplacian of Gaussian (LoG)	100	94
Laplacian 3x3 of Gaussian 3x3	100	99
Laplacian 3x3 of Gaussian 5x5	100	97
Gaussian 5x5 of Laplacian 3x3	100	98
Laplacian 5x5 of Gaussian 3x3	100	85
Laplacian 5x5 of Gaussian 5x5	100	83
Gaussian 5x5 of Laplacian 5x5	100	80

Şekil 3.25'te tüm filtre testlerinin ve filtre kullanılmadan orijinal görüntü üzerinde yapılan kontur bulma testinin sonuçları gösterilmiştir. Yapılan testlere göre en iyi sonucu Laplacian 3x3 of Gaussian 3x3 algoritması vermiştir, farklı algoritmalar ile de farklı görüntü işleme teknikleri ile başarı sağlanabilir ancak bizim seçmiş olduğumuz cihaz için en uygun başarıyı LoG algoritması sağlamaktadır. Bu algoritma ile görüntü üzerindeki gürültüler giderilip kenarları belirlenmiş bir şekilde kontur bulmadaki başarı görüntü üzerindeki sayıların okunmasında kullanılmıştır.

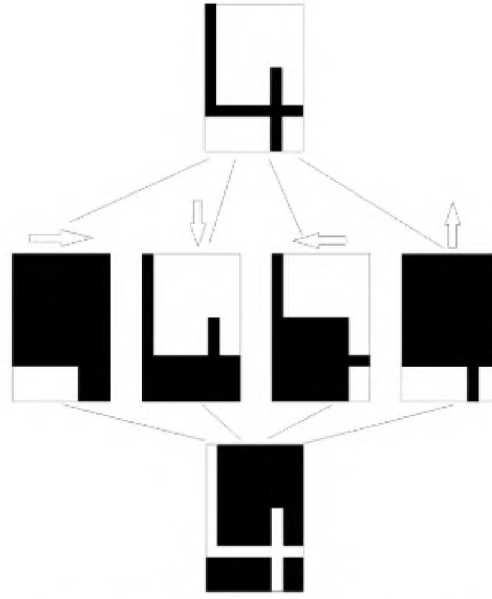


Şekil 3.25. Filtre Analizi Grafik Gösterimi

3.2.8. Kontur Bulma İşlemi

Bu algoritma kullanımında karakterin sol, sağ, üst ve alttan olacak şekilde 4 yönlü eğrilerinin yapıları incelenerek bulunur. Karakter tanıma işlemleri bu 4 yön izdüşüm bilgilerinin karşılaştırması ile gerçekleşmektedir. Aramayı hızlandırmak amacıyla her yönde elde edilen uzaklık bilgileri önce toplanarak toplam izdüşüm değerleri elde edilir. Aynı değerli birkaç karaktere rastlanıldığında oluşturulmuş yön bilgilerini içeren 4 vektörün farkları değerlendirilir. Daha önceden de bahsettiğimiz gibi her yönde normalize edilmiş karakterlerin izdüşüm farklarının toplamı alınarak minimum olanı muhtemel sonuç olarak değerlendirilir [48].

Şekil 3.26'da izdüşüm bilgileri ve toplam sonuç bilgisinin elde edilmesinin 4 yönde oluşturduğu görünüm gösterilmiştir [24].



Şekil 3.26. Kontur Bulma İşlemi

Konturlar aynı renk ve yoğunluğa sahip olan tüm noktaları kesintisiz bir şekilde sınır boyunca birleştiren çizgiler olarak tanımlanabilir. EmguCV yardımı ile kullanacağımız basit bir fonksiyon ile kontur bulma işlemi yapılabilmektedir [49].

'FindContours()' metodu ile çalışma sonucunda konturların çizilmekte olduğu gözlenmiştir. Burada kontur çiziminin sorunsuz olması için bir önceki aşama olan değil (not) işlemi önemlidir. Bu sayede siyah beyaz görüntü üzerinde çok daha rahat bir şekilde kontur bulma işlemi yapılabilecektir.

Kullanılan bu fonksiyonda parametre bakımından 3 farklı metot için aşırı yükleme yapılmıştır. Bunlardan bir tanesini kullanarak devam edelim. Bu metotlardan biri 2 parametre değeri almaktadır. Aldığı parametreler kontur alma modu ve kontur yaklaşım metodudur. Bu işlem sonucunda görüntü üzerinde kontur ve hiyerarşi ortaya çıkar.

Konturları çizmek için 'drawContours()' fonksiyonu kullanılır. Bu fonksiyonda ilk parametre kaynak görüntüyü, ikinci parametre görüntüdeki konturların listesi, üçüncü parametre konturların indeksi, dördüncü parametre çizilecek olan konturun rengi ve son parametrede ise çizilecek olan konturun kalınlık değeri tanımlamamızı istemektedir.

Konturların koordinatlarının depolanması için kontur modu devreye alınmalıdır. Bu çalışmadaki kontur modunda 'CHAIN_APPROX_NONE' komutunu kullandık. Bu komut yakalamış olduğu tüm kontur bilgilerini saklama komutudur. Çalışmada kırpma işlemi yaptığımız için tüm kontur bilgilerini saklamamızda bir sakınca görülmemiştir. Ancak kırpma işlemi uygulamamış olsaydık tüm kontur bilgilerinin saklanması sakıncalı olabilirdi. Bu gibi durumlarda farklı kontur modları kullanılmalıdır. Örneğin düz bir çizgi takibi yapıyor olsaydık tüm kontur

bilgilerine ihtiyaç olmayacaktı ve başlangıç ve bitiş koordinatlarını bilmek çizdirmek için yeterli olacaktı. Bu durumda ‘CHAIN_APPROX_SIMPLE’ yaklaşımı kullanmak mantıklı olacaktır [50].

‘CV_RETR_EXTERNAL’ sadece aşır dış hatları saklar,

‘CV_RETR_LIST’ tüm konturları hiyerarşik ilişkiler kurmadan alır.

‘CV_RETR_CCOMP’ tüm konturları alır ve iki seviyeli bir hiyerarşide düzenler.

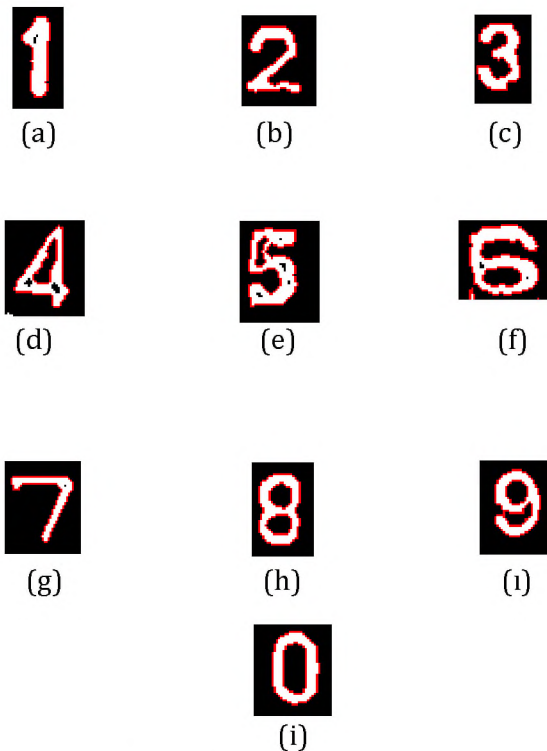
‘CV_RETR_TREE’ tüm konturları alır ve i içe konturların tam bir hiyerarşisini yeniden oluşturur.

‘CV_CHAIN_APPROX_NONE’ kesinlikle tüm kontur noktalarını saklar.

‘CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE’ yatay, dikey ve diyagonal bölümleri sıkıştırır ve yalnızca bitiş noktalarını bırakır [51].

Bu çalışmada bizim için en uygun olan ‘CHAIN_APPROX_NONE’ yaklaşımı ile birlikte ‘CV_RETR_LIST’ parametrelerini kullandık. Bu sayede tüm kontur bilgileri alındı ve aralarında hiyerarşik bir ilişki kurulmadan bir tür veri yığını elde edildi.

Bu yöntemle görüntü üzerinde tüm işlemler yapıldıktan sonra tüm bulunan konturlar içerisinde okunmasını istediğimiz konturlar seçilir ve okunmasını istediğimiz konturlar da aşağıda sırasıyla verilmiştir.



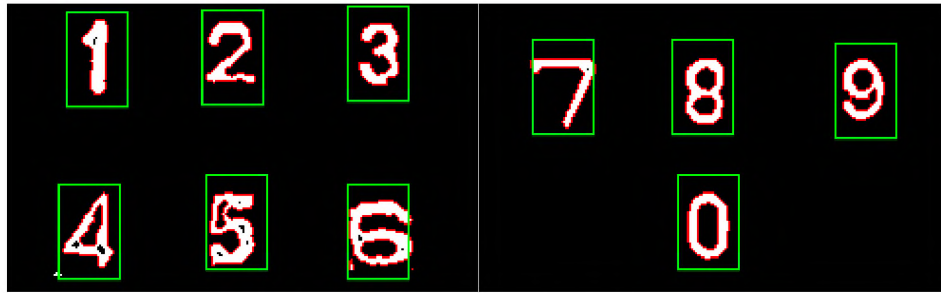
şekil 3.27. Okunması İstenen Kontur Değerleri (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4, (e) 5, (f) 6, (g) 7, (h) 8, (i) 9, (j) 0

Ŗekil 3.27’de görünen konturlar uygulamamızda okunmasını istediğimiz konturlardır. Bu konturları saklayarak daha sonra görüntü üzerinde yapılacak iŖlemlerde benzerlik oranına göre sakladığımız veri tabanında aratıp değerleri yazdırılabilmektedir.

3.2.9. Resimden Bulunan Konturları Filtreleme ve Değerlerini Yazdırma İŖlemi

Konturlar belirli bir format ve Ŗekilde saklanması iŖlemi yapıldıktan sonra görüntü üzerinde eŖleŖen konturların filtrelenmesi iŖlemi yapılabilir.

Çizdirilen ve nokta değerleri (x, y) saklı olan konturların benzer piksel değerleri eŖleŖtirilerek tarama iŖlemi baŖlatılabilir. Görüntü üzerinde 0 sayısına benzerliği yüksek olan tüm Ŗekilleri kontur ile filtreleyip ‘bu görüntü 0 konturuna aittir’ tanımı yapılabilir. Bulunan Ŗeklin kenarlarını programlama teknikleri ile çizdirildikten sonra bölge artık tanımlanmış kontur bölgesi olarak belirlenmektedir ve kontura ait isim ekrana yazdırılabilmektedir.



Ŗekil 3.28. Görüntü zerinde Tespit Edilen Konturlar

Bulunan konturların isimleri kontur sınıfından bir döngü yardımıyla karŖılaŖtırılıp bulunarak ekrana yazdırılır. Ŗekil 3.28’de görüldüğü üzere tüm sayılar filtrelenmiş ve 1234567890 olarak program veri dnŖ yapmıştır.

3.2.10. Web Servisler Aracılığı ile Veri Transferi

Yapılan bu çalışmada veri transferini sağlayacak olan kablosuz LAN bağlantısının ihtiyacı olan uygulamayı Windows Communication Foundation (WCF) Service Application formatında C# programlama dili ile geliŖtirilmiştir. SayacOku metodu ile gönderilen bilgiler sunucuda bulunan bir dizinde veya tanımlanmış bir veri tabanında saklanabilir ve daha sonradan ulaŖılabilir Ŗekilde programlanmıştır.

EndeksOkuma

Aşağıdaki işlemler desteklenmektedir. Tam bir tanımlama için lütfen [Hizmet Tanımını](#) gözden geçirin.

- [HelloWorld](#)
- [SayacOku](#)

Bu web hizmeti, varsayılan ad alanı olarak <http://tempuri.org/> kullanıyor.

Öneri: Varsayılan ad alanını XML Web hizmeti genel kullanıma açılmadan önce değiştirin.

Her XML Web hizmetinin, istemci uygulamalarının kendisini Web üzerindeki diğer hizmetlerden ayırt edebilmesi için benzersiz bir ad alanı kullanması gerekir. Ancak yayımlanmış XML Web hizmetleri daha kalıcı bir ad alanı kullanmalıdır.

XML Web hizmetiniz sizin denetiminizde olan bir ad alanı tarafından tanımlanmalıdır. Örneğin şirketinizin Internet etki alanı Web üzerindeki gerçek kaynakları işaret etmeleri gerekmez. (XML Web hizmeti ad alanları, URI'lerdir.)

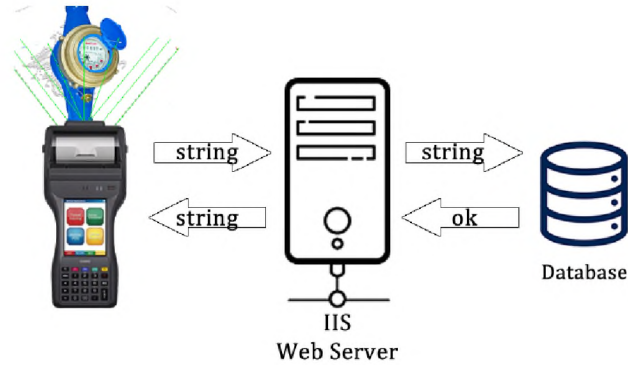
ASP.NET kullanılarak oluşturulan XML Web hizmetlerinde, varsayılan ad alanını değiştirmek için WebService özniteliğinin Na özniteliktir. Aşağıda ad alanını "http://microsoft.com/webservices/" olarak belirleyen bir kod örneği görülüyor:

C#

```
[WebService(Namespace="http://microsoft.com/webservices/")]
public class MyWebService {
    // uygulama
}
```

Şekil 3.29. Servis Ekran Görüntüsü

Şekil 3.29'da görülen ekran servisin yayınlandığını ve kullanıma hazır olduğunu göstermektedir. Servis aracılığı ile kullanılacak metotlar görüntüde link olarak oluşturulmuştur. Platform bağımsız bir şekilde istenilen tüm uygulamalarda çalıştırılabilir.



Şekil 3.30. Veri Transferi Şeması

Şekil 3.30 incelendiğinde Casio IT-9000 cihazın aldığı görüntü, görüntü işleme teknikleri ile okunduktan sonra oluşan veri sunucuya taşınmaktadır ve sunucu içerisinde bir veri tabanına kayıt yapılmaktadır. Kayıt yapıldıktan sonra sunucuya veri tabanından 'ok' (tamam) mesajı dönmektedir ve sunucu da yazma işlemi için 'ok' (tamam) komutlu bir mesajını Casio IT-9000 cihazına dönmektedir. Böylelikle bir veri transfer işlemi sağlanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde görüntü işleme teknikleri ile mekanik sayaçların okunması işleminde önerilen yöntemlerin deneysel değerdendirmeleri sunulmuştur. Bu tez çalışmasında önerilen yöntemler farklı şekillerde Visual Studio ortamında, EmguCV kütüphanesiyle programlanmış, görüntü teknikleri sonucunda oluşan görüntüler test edilmiş ve bulgular incelenmiştir.

4.1. Netleştirme Matrislerinin Karşılaştırılması

Görüntülerde netleştirme işlemi, görüntünün detaylarını daha görünebilir hale getirmek olduğundan bahsetmiştik. Yapılan testlerle 3x3 matrislerin daha başarılı olduğunu gözlemledik. Görüntü üzerinde netleştirme belirli katsayılar ile yapılırken kullandığımız matrisleri test edelim. Şekil 4.2'deki netleştirme matrisleri, Şekil 4.1'de bulunan orijinal görüntüye uygulanarak karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.1. Matris Karşılaştırması için Seçilen Orijinal Görüntü

0	-2	0
-2	11	-2
0	-2	0

(a)

0	-1	0
-1	6	-1
0	-1	0

(b)

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

(c)

1	-2	1
-2	5	-2
1	-2	1

(d)

Şekil 4.2. Netleştirme Matrisi Örnek (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.3. Netleştirme Matrisleri ile Oluşan Görüntüler (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4

Şekil 4.3'deki görüntüler karşılaştırıldığında en net görüntünün Şekil 4.3 (c) 3 numaralı örnek matrisinde olduğu gözlemlenmektedir. Netleştirme matrisleri detaylandırılarak bu çalışma en ince detaylara kadar çoğaltılabilir. Ancak bir sonraki morfolojik işlem için Şekil 4.3 (c) 3 numaradaki net görüntüyle istediğimiz sonuçlara ulaşamama ihtimali de bulunabilmektedir. Görüntü netleştikten sonra siyah değerlerin fazlalaşması, kenar çizgileri ile birleşmeler meydana getirmektedir. Denenen 4 örnek matris içerisinde en doğru sonucu Şekil 4.3 (c) 3 numaralı matris vermektedir. Şekil 4.3 (a) 1 ve Şekil 4.3 (b) 2 numaralı matrisin oluşturduğu görüntü üzerinde netlik derecesi aynı gibi olsa da Şekil 4.3 (a) 1 numaralı görüntü daha nettir. Şekil 4.3 (d) 4 numaralı matrisin netleştirdiği görüntü ise netlikten uzaklaşmış bir görüntü olarak tanımlanabilir.

4.2. Morfolojik İşlem için Uygun Görüntü Seçimi

Morfolojik işlemlerden genişletme işlemi için görüntü netleştirme işleminde geçmiş görüntüleri tek tek incelendi ve algoritmamızda en uygun görüntüye karar verildi.

Örneklerle inceleme yapılacak olursa;

şekil 4.3 (a) ve (c)'de bulunan matrisler görüntü netleştirme işleminde başarıyla geçen iki görüntüdür. Bu görüntülere sırasıyla genişletme işlemi uygulandığında;



(a)

(b)

şekil 4.4. Netleşen Görüntünün Genişletme İşleminde Geçen Görüntüsü (a) 1, (b) 3

şekil 4.4 (a) ve (b) incelendiğinde görüntüler arasında bir siyah renk yoğunluğu oluştuğu fark edilmektedir. Bu yoğunluk şekil 4.4 (b)'de sayılar ile kenarların birleşmesine neden olmaktadır. Bir sonraki aşama olan kontur bulma işleminde sayılar tanımsız hale gelmektedir. Bu da oluşturulacak olan algoritma için uygun bir matris değildir. şekil 4.4 (a)'da kenarların daha az yoğun sayıların ise daha çok yoğun olduğu grlmektedir. Bu durumda şekil 4.2 (a) 1 numaralı matris ile uygulamaya devam edilmesi daha doğru sonuca ulaştıracaktır.

4.3. Kırpma İşlemi İçin Dikdörtgen Belirleme

Casio IT-9000 cihazda bulunan kameranın otomatik odaklanma özelliği aktif olduğundan kamera üzerinde bulunan dikdörtgen çizgiler bulunmaktadır. Bu çizgiler fotoğrafın ortasına odaklanması için eklenmiş olması bize kolaylık sağlamaktadır. Bu çizgiler temel alınarak kırpma işleminin nereden başlayacağını belirleyebiliriz. Bu çizgiler arasında kalacak şekilde fotoğraf çekimi işlemi yaptırılarak, koordinatları sabitleyip kırpma işlemi gerçekleştirilebilir.



şekil 4.5. Casio IT-9000 zerinde Anlık Görüntü (a) Odaklanamamış, (b) Odaklanmış

şekil 4.5 (a) incelendiğinde odaklanamamış görüntünün kırmızı renkte dikdörtgenle, şekil 4.5 (b) incelendiğinde ise odaklanmış görüntünün yeşil renkli dikdörtgenle gösterildiği grlmektedir. Bu avantajdan faydalanarak kesik kısımları ölçtüğümüzde fotoğraf üzerinde geldiği koordinatlar bulunabilmektedir. X koordinatı 0, Y koordinatı 129 a denk gelmektedir. Genişliği 240, uzunluğu da 60 olarak belirlendiğinde kırpma işlemi için uygulanacak dikdörtgen şekil 4.6'da yeşil bölge olarak tasarlanmıştır, Casio cihaz üzerindeki bölgenin görüntüsü de şekil 4.7'deki gibidir.



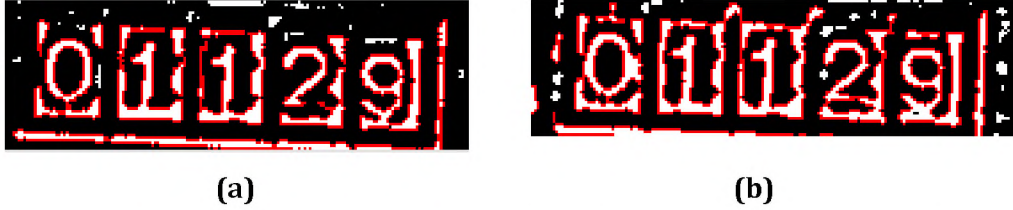
şekil 4.6. Görüntü zerindeki Kırpma Alanının llmesi



şekil 4.7. Orijinal Görüntü ile Kesişen Dikdörtgen Görüntüsü

4.4. Adaptif Eşikleme Yönteminin Gaussian ve Ortalama Filtre ile Karşılaştırması

Adaptif eşikleme yöntemi farklı aydınlatma koşullarına sahip olan görüntüleri hedef almakta ve bu çalışmayı iki farklı filtreleme ile yapmaktadır. Bu filtrelerden Gaussian filtresi veya ortalama filtre ile görüntü aşağıdaki gibi oluşturulur;



Şekil 4.8. Adaptif Eşikleme Yönteminde (a) Gaussian Filtre, (b) Ortalama Filtre

Şekil 4.8 (a)'da Gaussian filtrelemesinden geçen görüntü incelendiğinde sayılarda inceleme meydana geldiği ve bu inceleme sonucunda bazı sayılarda da kaybolmaların olduğu gözlenmiştir.

Şekil 4.8 (b)'de Ortalama filtresinden geçen görüntü incelendiğinde sayılarda herhangi bir kaybın olmadığı gözlenmiştir. Bu çalışmada ortalama filtre kullanılarak daha uygun sonuç verme olasılığı arttırılmıştır.

4.5. Kısmi Sayıların Gösterilmesi

Mekanik sayaçlar bir sayıdan diğer sayıya geçerken kaydırma işlemiyle geçmektedir. Sayaçların üzerinde bulunan sayıların hareketleri ani olmadığı için yavaş yavaş kullanılan miktara göre hareket sağlanmaktadır. Bu gibi durumlarda bir sayının görüntüsü tam olarak görüntülenememektedir. Sayılar 1'den 2'ye geçerken 1 sayısının alt kısmı ve 2 sayısının üst kısmı görüntülenebilecektir. Bu gibi durumda kısmi sayı problemleri oluşacaktır ve algoritma doğru çalışmayacaktır. Bunun önüne geçebilmek için bu geçişler gözlenmeli ve geçişlerin görüntüsüne göre hareket edilmelidir.



(a)



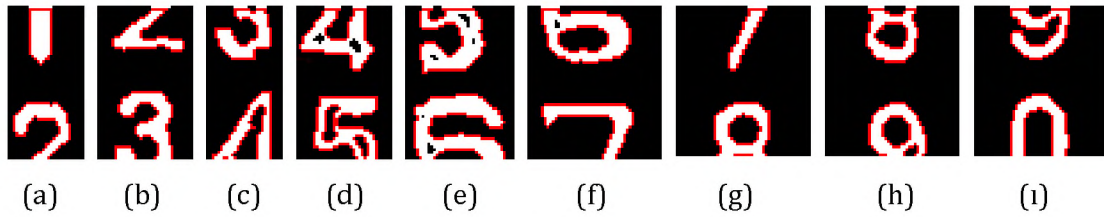
(b)



(c)

Şekil 4.9. Sayaç üzerindeki rakam dönüşleri (a) 5'ten 6'ya, (b) 2'den 3'e, (c) 3'ten 4'e

Şekil 4.9'da görünen kısmi sayılar şu anlama gelmektedir. Son sayı kontur bulma algoritmasından geçerken 5 mi olacak 6 mı yoksa tanımsız mı, kontur tanımlanması olmadığı için tanımsız olarak atayacak ve hatalı sonuç döndürecektir. Bu yüzden tüm yarım sayıları kontur bulma işleminden geçirip yarım görünen sayıları da bir değere atamak gerekir. Bu değer eğer üstteki sayı temel alınacaksa üst sayının değeri, alttaki sayı temel alınacaksa alt sayının değeri yazdırılacak şekilde tanımlanmalıdır.



Şekil 4.10. Tanımlanacak Kontur Değerleri (a) 2, (b) 3, (c) 4, (d) 5, (e) 6, (f) 7, (g) 8, (h) 9, (i) 0

Şekil 4.10'da tanımlanması gereken konturlar belirlendikten sonra kısmi sayı görüntüsüne yakın bir kontur görüntülendiğinde tanımlanan değerler yazdırılacaktır. Bu yöntemle kısmi sayı probleminde de bir iyileştirme gerçekleştirilmektedir.

4.6. Görüntü İşleme Tekniklerinin Performans Analizi

Mekanik sayaçların okunması işleminde kullanılan algoritmanın adımlarının çalışma süresine göre performans analizi Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Performans Analiz Tablosu

Algoritma Adımı	Çalışma Süresi (sn)
Görüntü Alma	0.1 sn
Netleştirme	0.2 sn
Morfolojik İşlem (Dilation)	0.1 sn
Kırpma	0.1 sn
Gri Resme Çevirme	0.1 sn
Yumuşatma Efektı	0.1 sn
Adaptif Eşikleme	0.1 sn
Kontur Bulma	0.2 sn
Merkezi Sisteme İletilmesi	1 sn (İnternet hızına göre değışkenlik gösterebilir.)
TOPLAM	2 sn

Görüntü işleme tekniklerinin performansı hesaplandığında 1 sn. gibi kısa sürede işlem yapılmaktadır. Bu hız işlemcinin hızına göre değışebilmektedir ancak kullanılan Casio IT-9000 cihazın standart özelliklerle piyasaya çıkartılması tüm kullanıcılarda aynı sonucu verecektir. Merkezi sisteme iletilmesi işlemi de ortalama 1 sn. gibi bir sürede işlem yapmaktadır. İnternet bağlantı hızına göre bu süre de değışkenlik gösterebilir. Kullanılan internet sağlayıcısının paketleri süre üzerinde değışkenlik yaratabilir. Genel olarak ortalama 2 sn. gibi bir sürede işlem gerçekleşmektedir.

4.7. Görüntü İşleme Teknikleri ile Sayaç Okuma Sonuçları

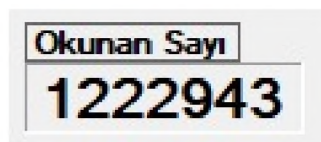
Test görüntüleri ile yapılan çalışmaların sonuçları aşağıdadır;



(a)



(b)



(c)

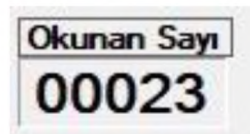
Şekil 4.11. 1222943 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön izlemesi, (c) Okuma Sonucu



(a)



(b)



(c)

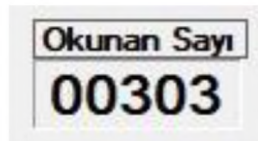
Şekil 4.12. 00024 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön izlemesi, (c) Okuma Sonucu



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.13. 00303 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön izlemesi, (c) Okuma Sonucu



(a)



(b)



(c)

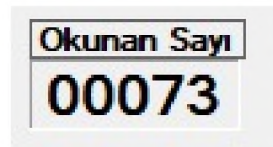
Şekil 4.14. 00007 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön izlemesi, (c) Okuma Sonucu



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.15. 00073 Endeksli Sayacın (a) Test Görüntüsü, (b) Görüntü İşleme Ön izlemesi, (c) Okuma Sonucu

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında mekanik sayaçların görüntü işleme teknikleri ile okunması ve merkezi sisteme iletilmesi konusu ele alınmıştır. Mekanik sayaçların otomatik olarak okunması ülkemizin akıllı şehirler kavramında ilerlemesi için önemli bir etkindir. Mekanik sayaçların okunması ülkemizde bulunan hizmet sağlayıcıların aylık veya haftalık şekilde düzenli olarak yaptıkları bir işlemdir. Yapılan işlemde insan kaynaklı hataların önüne geçilmemesi ciddi problemler oluşturmaktadır. Akıllı şehirler kavramından yola çıkarak hizmet sağlayıcıların ihtiyacı haline gelen okuma işlemlerinde otomatikleştirilmesi durumu ülkemiz kaynaklarını minimum seviyede tutarak ve maksimum seviyede gelir artışı ile çözülmesi gerekmektedir. Bazı otomatikleştirme sistemlerinin mevcut ağ altyapısını değiştirme ve yaygın olan mekanik sayaçların değiştirilmesine ihtiyaç duyması ülkemizi ekonomik yönden etkileyici bir durumdur. Mevcut yapıyı değiştirmeden sunulacak çözümler ekonomik problemleri ortadan kaldırmakla birlikte kaynakların etkili bir şekilde kullanılabilmesine de olanak sağlayabilmektedir.

Bu çalışmada, mekanik sayaçların okunması için görüntü işleme tekniklerine başvurulmuştur. Görüntü işleme teknikleri için gelişmiş kütüphanelerden yararlanılmış ve Visual Studio 2008 ve Visual Studio 2015 program geliştirme ortamında Mekanik Sayaç Okuma Algoritması oluşturulmuştur. Oluşturulan yöntemin verimliliğın ölçülebilmesi için alınan görüntülerin görüntü işleme teknikleri ile farklı filtrelerden geçirilip karşılaştırmalar yapılmıştır. Oluşturulan algoritmalar çeşitli sayaçların üzerinde uygulanmıştır. Doğalgaz, su ve elektrik sayaçlarından veri kümesi oluşturulup testler yapılmıştır. 100 adet farklı mekanik sayacın görüntüsü alınmış ve test ortamında kullanılmıştır.

Geliştirilen algoritmada, görüntü işleme teknikleri uygulanırken, netleştirme algoritmaları, gürültü giderici algoritmalar, filtreleme algoritmaları, resim biçimlendirme algoritmaları ve şablon eşleme teknikleri kullanılmıştır. Bu kullanımlar farklı filtreleme ve tekniklerden geçirilerek testleri yapılmıştır. Mekanik sayaçların görüntü işleme teknikleri ile okunması çözümü bu kullanımlar dâhilinde çözüme kavuşmuştur.

Görüntü işleme teknikleri uygulanan 100 adet sayaçtan 99 u okunabilmiş ve 1 adet sayaç okunamamış, veri setini doğru tanımlamak görüntülerin tanınmasında etkilidir. Bu durumda her marka sayacın rakamlarını ve rakam geçişlerini tanıtmak gerekmektedir. Tanıtma işleminden sonra okunabilen sayaçların sayısı maksimum düzeye çıkacaktır. Okunamayan sayaçlar genelde eski, buğulu, veya camı çatlamış durumdadır. Bu gibi durumlarda vatandaşın aylık olarak kullandığı ürünün ortalaması alınmakta ve gönderilmektedir. Eğer mekanik sayacın insan gözüyle veya görüntü işleme teknikleriyle okunması mümkün olmuyorsa yıllık kullanılan ürün miktarının aylık olarak ortalaması alınır ve merkezi sisteme gönderilir.

Kullanılan görüntü işleme teknikleriyle oluşturulan algoritma akıllı şehirleşme yolunda ilerlemek için mevcut imkanları değiştirmeden oluşturulacak ve 2 sn'lik iletim sonrasında otomatik okuma işlemini gerçekleştirmiş olacaktır. Yapılan mekanik sayaç okuma testlerinde %99 başarı sağlanmış ve uygulanabilirliği test edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1]. Kırmızıoğlu, E., Ülkemizin 2023 Stratejik Vizyonu Doğrultusunda Akıllı Şebekeye Geçilmesi için Öneriler. *T. C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı* **2014**, 143–147.
- [2]. Samtaş, G.; Gülesin, M., Sayısal Görüntü İşleme ve Farklı Alanlardaki Uygulamaları - Digital Image Processing and Its Application in Different Areas. *Electron. J. Vocat. Coll.* **2011**, 85–97.
- [3]. Jähne, B. *Digital Image Processing*; 6. baskı; Springer-Verlag Berlin Heidelberg: Berlin, 2005; p 301, ISBN 9789744017734.
- [4]. Sharef, Z.T.; Isa, M.A.; Hasan, F.A.; Toorani, A.; Yadgar, A., Automated Meter Reading System Based on BASIC Stamp2 Microcontroller. *Asian J. Sci. Res.* **2013**, 6, 88–97.
- [5]. Kul, R.H., *El Tipi Faturalandırma Bilgisayarları için Hatalı Giriş Önleme Yazılımı Algoritması*, Akademik Bilişim 2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi: Çanakkale, 30 Ocak - 01 Şubat 2008, pp. 707–713.
- [6]. Usta, Ö.; Sonsuz, K.; Ekşi, S., *Akıllı Sayaç Okunma Sistemleri için Alternatif İletişim Ağlarının Değerlendirilmesi*, 13. Ulusal Kongresi Ve Fuarı Bildirileri; İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, MAKEL-MAKSAY: İstanbul, 2009; ss. 1–4.
- [7]. Rathnayaka, M.; Jayasinghe, I.D.S.; EnitJayanth, S.; Manamendra, M.; Wimalaratne, G., Mobile Based Electricity Billing System (MoBEBIS). *Int. J. Sci. Res. Publ.* **2013**, 3, 1–5.
- [8]. Thara, M.K., Suresh, M., Sheela, L., Android based Measurement System with Optical Character Recognition. *Autom. Auton. Syst.* **2012**, 4, 194202.
- [9]. Birant, D.; Bakırlı, G.; Cetin, D.; Mutlu, E.; Denktas, L.; Kut, A., *Sayaç Okumalarında Mobil Uygulama Kullanımı ve E-Abone Uygulamaları*, 19. Türkiye’de İnternet Konferansı (Inet-tr’14), Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü: İzmir, 2014.
- [10]. Casio, *IT-9000 Series Software Manual*; Casio Computer Co., Ltd., 2012; p 337.
- [11]. Van Zyl, J.E. *Introduction to Integrated Water Meter Management*; 1. baskı; Water Research Commission, 2011; p 142, ISBN 9781431201174.
- [12]. Yavuz, G., Plaka Tanıma Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2008.
- [13]. Gülenç, S., Gerçek Zamanlı Araç Plaka Tanıma Sistemi Tasarımı ve Gerçeklenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2018.
- [14]. Doğan, G., Piksel ve Çözünürlük Nedir - Mühendis Beyinler, [https://www.muhendisbeyinler.net/piksel-ve-cozunurluk-nedir/\(14.06.2019\)](https://www.muhendisbeyinler.net/piksel-ve-cozunurluk-nedir/(14.06.2019)).
- [15]. Bakkaloğlu, A., Araç Plaka Tanıma Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2011.
- [16]. San, S., Octave/MATLAB ile Görüntü işleme, [http://www.sametsan.org/2015/08/01/octavematlab-ile-goruntu-isleme/\(29.06.2019\)](http://www.sametsan.org/2015/08/01/octavematlab-ile-goruntu-isleme/(29.06.2019)).

- [17]. Sprawls P., *The Physical Principles of Medical Imaging*; 2nd Ed.; Online Textbook, 1993; p 656.
- [18]. Umbaugh, S.E., *Computer Vision and Image Processing: A Practical Approach Using CVIPTools*; Prentice- Hall International Inc., 1998; p528.
- [19]. Akar, E.O., Tarihi görüntülerin kalitesinin görüntü işleme teknikleri kullanılarak artırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [20]. Karakoç, M., Görüntü İşleme Teknikleri ve Yapay Zeka Yöntemleri Kullanarak Görüntü İçinde Görüntü Arama, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2011.
- [21]. Kızılkaya A., Taranmış Bozuk Görüntülerin Kalitelerinin Yazılım Teknikleri ile Artırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.
- [22]. Birdal, R.G., Dış Radyograflarının Bilgisayar Destekli Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014.
- [23]. Ben-Arie, J.; Rao, K.R., A Novel Approach for Template Matching by Nonorthogonal Image Expansion, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 1993, C. 3.
- [24]. Göçerler, B., Yapay Zeka Tabanlı Plaka Tanıma ile Bariyer Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2015, C. 3.
- [25]. Cayiroglu, I., Görüntü İşleme - Görüntü Netleştirme Algoritmaları Netleştirme / Keskinleştirme Filtresi (Sharpening Filter)
http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/GoruntuIsleme/Goruntu_Isleme_Ders_Notlari-6.Hafta.pdf, (14.06.2019)
- [26]. Değirmenci, A.; Çankaya, İ.; Demirci, R., Gradyan Anahtarlmalı Gauss Görüntü Filtresi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* **2016**, 4, 293–304.
- [27]. Edizer, E., Sayısal Görüntü İşleme Yöntemi ile Tane Boyut Dağılımı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2006.
- [28]. Yenginer, H., Yapay Görü Teknikleri ile Şerit Çizgisi Algılama ve Sınıflandırma, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.
- [29]. Yalın, B. Türk Sivil Plaka Standartları için Araç Plaka Tanıma Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara, 2008.
- [30]. Boztoprak, H., Gerçek Zamanlı Taşıt Plaka Tanıma Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2007.
- [31]. Yalman, Y.; Ertürk, İ., Sayısal Ses İçerisinde Gizli Veri Transferinin Kablosuz Ortamda Gerçekleştirilmesi. *Politeknik Dergisi* **2008**, 319–327.
- [32]. Levillain, P., Wireless LAN for Enterprises. *Alcatel Telecommun. Rev.* **2002**, 4, 287–291.
- [33]. Yumak, K.; Usta, Ö., *Akıllı Elektrik Şebekeleri ve Veri İletişimi - Smart Grid and Data Communication*, Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesinin Geleceği Sempozyumu, Ankara,

26-27 Nisan 2013, 2013; s. 5.

[34]. Ekren, G.; Kesim, M., Mobil iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ve mobil öğrenme.

Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi **2016**, 2, 36–51.

[35]. Taşpınar, N.; Koçak, Y.; Sabah, M.A., Genel Paket Radyo Servisi (GPRS) Yapısı, Protokolleri ve Kaynak Yönetimi. *Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektron. Bölümü, Çukurova Üniversitesi, Adana Meslek Yüksekokulu* **2002**, 21, 12–15.

[36]. Yazılım Bilişim Online, Web Servis Nedir,

<https://www.yazilimbilisim.net/c-sharp/web-services/web-servis-nedir/>(27.06.2019).

[37]. Christensen, E.; Curbera, F.; Meredith, G.; Weerawarana, S., Web Services Description Language (WSDL) 1.1. *W3C Ariba, Int. Bus. Mach. Corp. Microsoft* 2010, 115–139.

[38]. Andrieux, A.; Czajkowski, K.; Dan, A.; Keahey, K.; Ludwig, H.; Nakata, T.; Pruyne, J.; Rofrano, J.; Tuecke, S.; Xu, M., Web Services Agreement Specification (WS-Agreement). *Open Grid Forum* 2007, 31, 197–204.

[39]. Casio, *Portatif Yazıcı Terminal Serisi Kullanım Kılavuzu*; Tokyo, 2015; p 44.

[40]. Casio IT-9000-GC25E-C 3.7 LCD WIFI/BT/3G/GPS WEH6.5 2D Lazer Barkod Okuyan El Terminali, <https://www.b2bdepo.com/CASIO--IT-9000-GC25E-C-3-7--LCD-WIFI-BT-3G-GPS-WEH6-5-2D-LAZER-BARKOD-OK--CRADLE-EL-TERMINALI-purn-24574>(18.06.2019).

[41]. Vikipedi, Windows CE, https://tr.wikipedia.org/wiki/Windows_CE (15.06.2019).

[42]. Windows Mobile - Vikipedi, https://tr.wikipedia.org/wiki/Windows_Mobile(24.06.2019).

[43]. EmguCV: OpenCV in .NET (C#, VB, C++ and more),

http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page(18.06.2019).

[44]. Gül, Ç., EmguCV Nedir? Nasıl Kurulur? | Elektronik Dair Herşey,

<http://www.caglargul.com/2017/05/emgucv-nedir-nasil-kurulur.html>(25.06.2019).

[45]. Karakoç, M., .NET Platformunda EmguCV ve AForge.NET ile Görüntü İşleme Tekniklerinin Uygulanması. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi* **2016**, 5, 153.

[46]. Gül, Ç., EmguCV ile Adaptif Eşikleme (Adaptive Thresholding) | Çağlar GÜL | Elektronik Dair Herşey, <http://www.caglargul.com/2017/05/emgucv-ile-adaptif-esikleme.html> (23.06.2019).

[47]. Working with Images - Emgu CV: OpenCV in .NET (C#, VB, C++ and more),

http://www.emgu.com/wiki/index.php/Working_with_Images (23.06.2019).

[48]. NabiyeV, V. V., *Yapay Zeka: Problemler, Yöntemler, Yaklaşımlar.*, 2. baskı; Yayınevi, S., Ankara, 2005; p 792.

[49]. Maviengin, Y.B., OpenCV Dersleri, Resim Piramitleri ~ Mühendishane-i Berr-i Hümayûn, <http://mavienginberk.blogspot.com/2017/06/opencv-dersleri-ders17-resim-piramitleri.html> (20.06.2019).

[50]. Engin, B., OpenCV Dersleri, KONTUR PART-1 ~ Mühendishane-i Berr-i Hümayûn,

<http://mavienginberk.blogspot.com/2017/06/opencv-dersleri-ders18-kontur-part-1.html>
(23.06.2019).

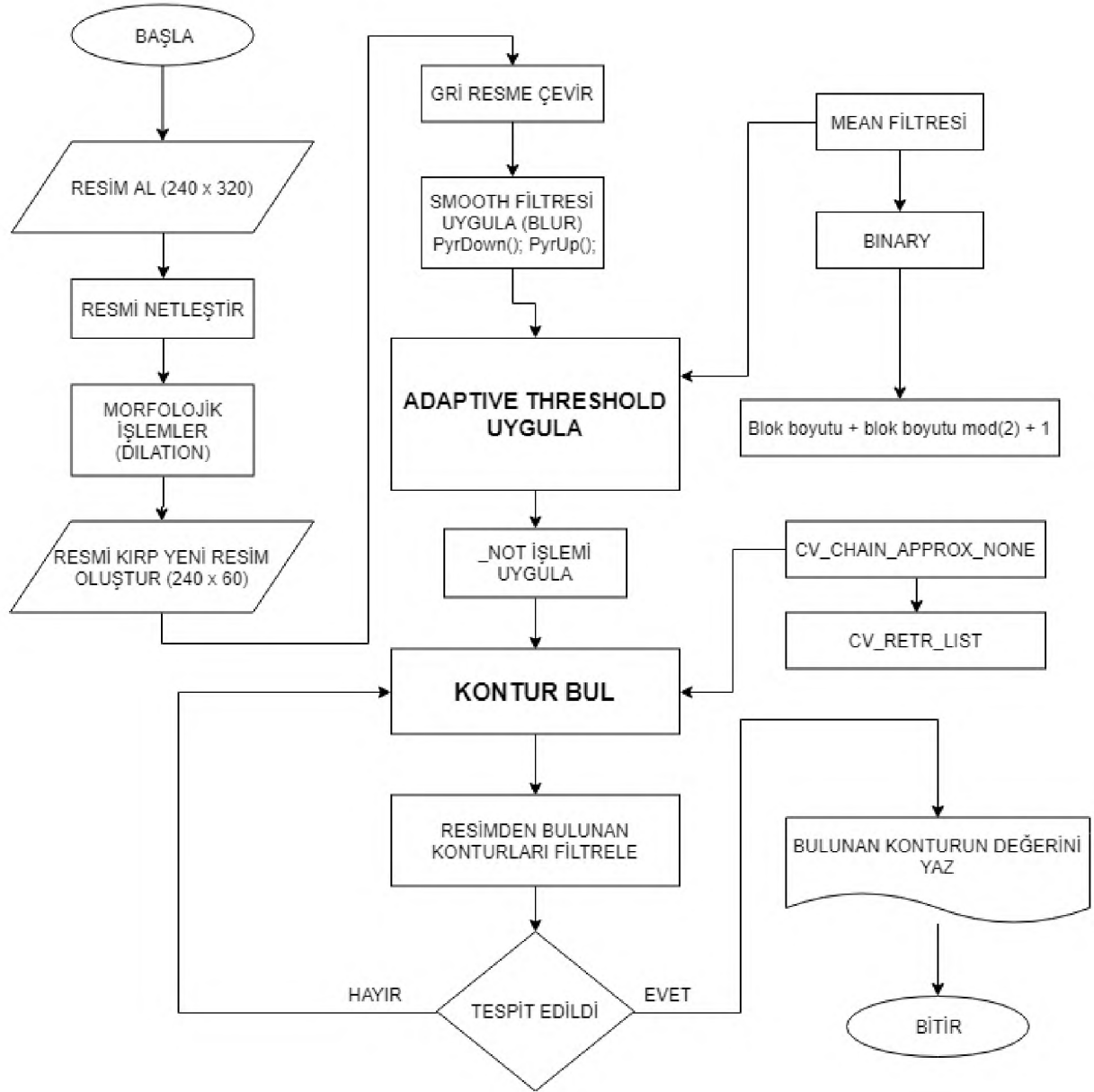
[51]. Mallick, S. Learn OpenCV by Examples: Find Contour

<http://opencvexamples.blogspot.com/2013/09/find-contour.html> (19.06.2019).

[52]. Casio, IT-9000 Serisi Teknik Özellikler | IT-9000 Serisi | El Terminalleri,

<https://www.casio-intl.com/tr/tr/pa/products/IT-9000/spec/>(24.06.2019).

EK 1 Görüntü İşleme Teknikleri ile Sayaç Okuma Algoritmasının Akış Diyagramı



EK 2 Casio IT-9000 Teknik Özellikleri [52]

CPU		Marvell ® PXA320 806 MHz
İşletim Sistemi		Microsoft ® Windows ® Embedded Handheld 6.5 İngilizce Sürümü
Bellek	RAM	512 MB
	ROM	512 MB
Ekran	Ekran	9,4 cm (3,7 inç) Blanview ® Dokunmatik Panelli Renkli LCD
	Çözünürlük	VGA (480 x 640 nokta) 65.536 renk
	Arka ışık	LED
	Gösterge	Gösterge 1: Pil şarj durumu, Gösterge 2: Çalışma durumu
Yazıcı	Baskı Yöntemi	Termal satır-nokta

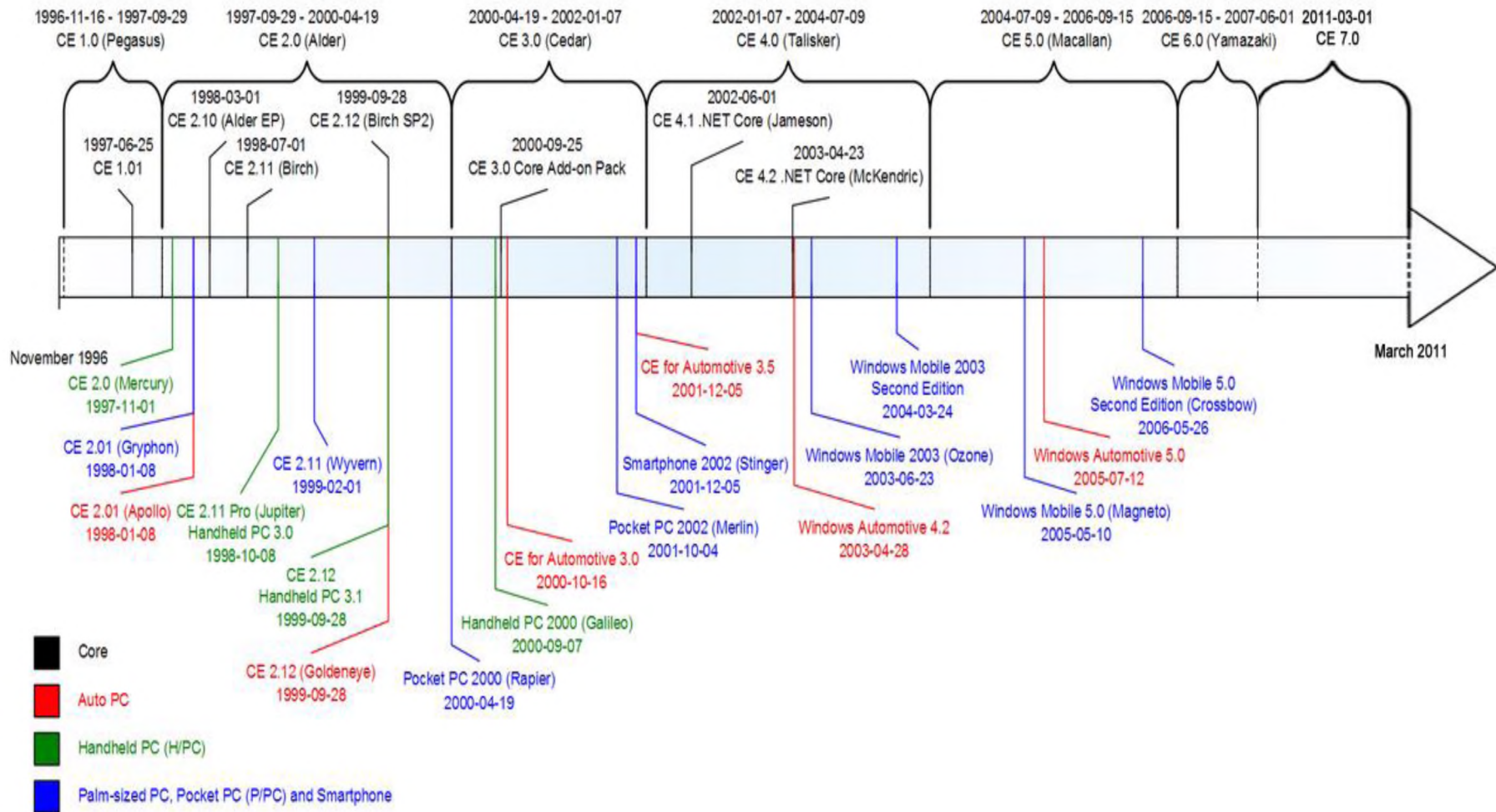
	Kağıt Genişliği	80 mm veya 58 mm
	Baskı Genişliği	72 mm veya 48 mm
	Hız	28 satır/saniye (Kanji karakterler yazdırılırken)
	Kağıt	Rulo kağıt, etiket kağıdı
	Toplam Baskı Noktası sayısı	576 (80 mm genişlikte kağıda yazdırıldığında)
	Karakter Boyutu	Serbest çift genişlikli karakterler
	Yazı Tipi	ANK, Semboller (UPC-E, NW-7, Code39, Code128), OCR-B, kullanıcı tanımlı karakterler x 128
	Sensör	Baskı için konumlandırma

CMOS	Tür	Geniş VGA (832×640) Tek Renkli Alan Sensörü
	Hedefleyici	Lazer 650+10/-5 nm, en fazla 1 mW
	Çözünürlük	1D: 0,127 mm, Yığın: 0,169 mm, Matriks: 0,191 mm
	1D Semboller	UPC-A/UPC-E/EAN8 (JAN8)/EAN13 (JAN13)/ Codabar (NW-7)/Code39 Aralıklı 2 / 5 (ITF)/ MSI/Code93/Code128 (GS1-128 (EAN128))/ GS1 DataBar Çok Yönlü (RSS-14)/ GS1 DataBar Sınırlı (RSS Sınırlı)/ GS1 DataBar Genişletilmiş (RSS Genişletilmiş)/Code32/ GS1 DataBar Kesilmiş (RSS-14 Kesilmiş)/ISBT
	Yığın Semboller	PDF417/Micro PDF/Kompozit/Codablock F/ GS1 DataBar Yığın Çok Yönlü (RSS-14 Yığın)/ GS1 DataBar Kesilmiş (RS-14 Kesilmiş)/ GS1 DataBar Genişletilmiş Yığın (RSS Genişletilmiş Yığın)/ GS1 DataBar Yığın (RSS-14 Yığın)
	Matris Sembolleri	Aztec, DataMatrix, Maxicode, QR Code, microQR
NFC Okuyucu/ Yazıcı	Frekans	13,56 MHz
	Temassız	ISO14443 Tip A (MIFARE ®) / ISO14443 Tip B / Felica ®

	Akıllı Kart	
	RFID Etiketi	ISO15693 (I •CODE ® SLI / Tag-it ® / my-d ®)
Kablosuz İletişim	Bluetooth	Bluetooth ® Özelliği Sürüm 2.0+EDR
	Kablosuz LAN	IEEE802.11b/g/n standardıyla uyumlu (Maksimum: 65 Mbps) Güvenlik: WPA2 / AES
	Kablosuz WAN	HSDPA/UMTS (900/2100 MHz)/EGPRS (EDGE)/GPRS/GSM (850/900/1800/1900 MHz)
	GPS	12 kanallı alıcı
Dijital Kamera	Görüntüleme Aracı	2.0 megapiksel C-MOS
	İşlev	Otomatik odaklama, LED flaş
Manyetik Kart Okuyucu	Standart	ISO Track 1, 2 ve 3

Giriş	Klavye	Rakam (Alfabe) tuşları, Çift sıfır tuşu, - tuşu, Ondalık tuşu, MENU tuşu, Fn tuşu, F1-F4 tuşları, CLR tuşu, BS tuşu, ENT tuşu, İmleç tuşları, Güç tuşu
		Sol Tetik tuşu, Sağ Tetik tuşu
		Sol Program tuşu, Sağ Program tuşu
	Dokunmatik Panel	Karakter giriş pedli plastik panel (çözünürlük: 480 x 640 nokta)
Arabirim	Seri	USB (Ana Bilgisayar, İstemci) x 1
	Kart Yuvası	SDIO (SDHC destekli) x 1
	Ses	Mikrofon: Dahili (mono), Hoparlör: Dahili (mono)
Güç	Ana Güç	Lityum İyon pil paketi (Çalışma süresi: Yaklaşık 20 saat ve üzeri*) * Her 10 dakikada 120 tuş takımı girişi yapıldığında
	Yedek Bellek Pili	Dahili lityum pil (şarj edilebilir)
	Şarj Süresi	Yaklaşık 5 saat

EK 3 Windows CE Zaman Çizelgesi (Timeline) [41]



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ali Osman DOĞANSOY

Doğum Tarihi : 21.08.1989

E-mail : aliosdgnsy@gmail.com

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Ön Lisans	Bilgisayar Programcılığı	Çukurova Üniversitesi	2009
Lisans	Bilgisayar Mühendisliği	Çukurova Üniversitesi	2013
Yüksek Lisans	Elektrik Elektronik Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2019
Doktora			

Uzmanlık Alanı : Web ve Mobil Uygulama Geliştirme, Yapay Zeka, Görüntü İşleme

Yabancı Dil : İngilizce

Hobiler : Bilgisayar, Gitar, Müzik, Trekking, Mobil Oyun