

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DERİN ÖĞRENME METOTLARIYLA
EĞİTİMDE DEVAM DEVAMSIZLIK DURUMLARININ
YÜZ TESPİT SİSTEMİYLE KONTROL EDİLMESİ**

Hüdaverdi DEMİR

ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇANKIRI
2024**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Hüdaverdi DEMİR tarafından hazırlanan “**Derin öğrenme metotlarıyla eğitimde devam devamsızlık durumlarının yüz tespit sistemiyle kontrol edilmesi**” adlı tez çalışması 06/06/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Serkan SAVAŞ

Jüri Üyeleri :

Başkan : Doç. Dr. Selim BUYRUKOĞLU
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Serkan SAVAŞ
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Kırıkkale Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Osman GÜLER
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hamit ALYAR

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “**Derin öğrenme metotlarıyla eğitimde devam devamsızlık durumlarının yüz tespit sistemiyle kontrol edilmesi**” konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (06/06/2024).

Hüdaverdi DEMİR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DERİN ÖĞRENME METOTLARIYLA EĞİTİMDE DEVAM DEVAMSIZLIK DURUMLARININ YÜZ TESPİT SİSTEMİYLE KONTROL EDİLMESİ

Hüdaverdi DEMİR

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serkan SAVAŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte bilgisayarların donanımsal olarak çok güçlenmesi, işlemcilerin işlem yapabilme kapasitelerinin artması, günümüzde anlık ve gerçek zamanlı olarak alınan görüntülerin işlenmesini kolaylaştırmıştır. Yüz tanıma işlemleri de görüntü işleme alanındaki çalışmalardandır. Yüz tanıma işlemleri güvenlik uygulamalarında ve ticari amaçlı uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Özellikle son 20 yılda yapay zekâ (YZ) çalışmalarının göstermiş olduğu yüksek başarımlar, bu çalışmalarının pek çok farklı alana yayılmasına katkı sağlamıştır. Eğitim alanı da bunlardan biridir. Eğitimde YZ kullanmanın potansiyelleri ve avantajları; öğrenci, öğretmen ve kurum olmak üzere üç başlık altında toplanabilir. Kurumsal çalışmalardan bir tanesi de eğitim öğretim ortamlarının güvenliği ve eğitim öğretim süreçlerine otomasyon katkısı konuları olabilir. Buradan yola çıkarak bu çalışmada YZ alanının alt dallarından biri olan derin öğrenme yöntemleri kullanılmıştır. Derin öğrenme algoritmaları fazla miktarda veriye ve zamana ihtiyaç duyduğundan transfer öğrenimi önerilir. Transfer öğrenmesi, yüksek performans sağlayan derin öğrenme yönteminin, tasarımcının probleminin çözümüne aktarılması işlemidir. Bu tez çalışmasında transfer öğrenmesi için düşük kaynaklı cihazlarda kullanışlı dlib kütüphanesi kullanılmıştır. Görüntülerden nesne tespiti için görüntü işleme algoritmaları kullanılarak kameradan alınan görüntüler ile öğrencilerin eğitim kurumuna giriş kayıtlarının tutulması ve sınıf yoklamalarının gerçekleştirilmesi için bir öncü çalışma tasarlanmış ve başarıyla uygulanmıştır.

2024, 43 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Yüz tanıma, Derin öğrenme, Derse devam otomasyonu, Eğitimde yapay zeka, Transfer öğrenmesi, Konvolüsyonel sinir ağları, HOG

ABSTRACT

Master of Science Thesis

CONTROLLING EDUCATIONAL ATTENDING SITUATIONS BY FACE DETECTION BY DEEP LEARNING METHODS

Hudaverdi DEMİR

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electronics and Computer Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan SAVAŞ

With the developing technology, computers have become more powerful in terms of hardware and the increase in the processing capacity of processors has facilitated the processing of images taken instantly and in real time. Face recognition is one of the studies in the field of image processing. Face recognition is frequently used in security and commercial applications.

The high achievements of artificial intelligence (AI) studies, especially in the last 20 years, have contributed to the spread of these studies to many different fields. Education is one of them. The potentials and advantages of using AI in education can be categorized under three headings: students, teachers and institutions. One of the institutional studies can be the security of educational environments and automation contribution to educational processes. Based on this, deep learning methods, one of the sub-branches of the field of AI, were used in this study. Since deep learning algorithms require large amounts of data and time, transfer learning is recommended. Transfer learning is the process of transferring the high performance deep learning method to the solution of the designer's problem. In this thesis, the dlib library, which is useful on low-resource devices, is used for transfer learning. Using image processing algorithms for object detection from images, a pioneering work has been designed and successfully implemented to keep the entrance records of students to the educational institution and to perform class attendance with the images taken from the camera.

2024, 43 pages

Keywords: Face recognition, Deep learning, Course attendance automation, Artificial intelligence in education, Transfer learning, Convolutional neural networks, HOG

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Öncelikle tez çalışmamın her aşamasında bana destek olan ve değerli bilgi birikimiyle bana yol gösteren saygıdeğer danışmanım Doç. Dr. Serkan SAVAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Son ve en değerlisi olarak, bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve beni her konuda destekleyen değerli aileme teşekkür ederim.

Hüdaverdi DEMİR

Çankırı, Haziran 2024



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Yüz Algılamada Kullanılan Yöntemler	2
1.1.1 Bilgi tabanlı yüz algılama.....	2
1.1.2 Şablon eşleme	2
1.1.3 Özellik tabanlı yüz algılama	2
1.1.4 Görünüm tabanlı yüz algılama.....	3
1.1.5 Video işleme.....	3
1.2 Yüz Tanıma Tekniği	3
2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1 Yüz Tanıma Kütüphaneleri.....	15
3.2 OpenCV (Open Source Computer Vision Library)	15
3.3 Transfer Öğrenmesi	16
3.4 Dlib Kütüphanesi.....	17
3.5 HOG ile Yüz Algılama Yöntemi.....	18
3.6 Yüz Kodlamaları.....	21
3.7 Arduino.....	24
3.8 Python GUI – Tkinter	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1 Sistemin İşleyişi.....	26
4.2 Yüz Tanıma ile İlgili Bulgular	31
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	38

KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ.....	42



SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°	Derece
sn	Saniye
cm	Santimetre



KISALTMALAR DİZİNİ

ANN	Artificial Neural Network (Yapay Sinir Ağı)
API	Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arabirimi)
ATM	Automated Teller Machine (Otomatik Vezne Makinesi)
CNN	Convolutional Neural Network (Evrişimsel Sinir Ağı)
DNN	Deep Neural Network (Derin Sinir Ağı)
DÖ	Derin Öğrenme
DVM	Destek Vektör Makineleri
FHOG	Fused Histogram of Oriented Gradient (Yönlendirilmiş Gradyanlar Histogramı)
GSM	Global System for Mobile Communications (Mobil İletişim İçin Küresel Sistem)
GPU	Graphics Processing Unit (Grafik İşlemci Birimi)
HOG	Histogram of Gradients (Yönlü Gradyanlar Histogramı)
IDE	Integrated Development Environment (Entegre Geliştirme Ortamı)
IoT	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
K-Means	K-Means Clustering (K- Ortalama Kümeleme)
KSA	Konvolüsyonel Sinir Ağı
LBP	Local Binary Pattern (Yerel İkili Örüntü)
LCD	Liquid Crystal Display (Sıvı Kristal Ekran)
LDA	Linear Discriminant Analysis (Doğrusal Ayırma Analizi)
MTCNN	Multi-task Cascaded Convolutional Networks (Çok Amaçlı Basamaklı Konvolüsyon Sinir Ağları)
MySQL	My Structured Query Language (Yapısal Sorgu Dili)
OpenCV	Open Source Computer Vision (Açık Kaynak Kodlu Görüntü İşleme)
PCA	Principle Component Analysis (Temel Bileşen Analizi)
PSO	Parçacık Sürü Optimizasyonu
RFID	Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
RGB	Red/Green/Blue (Kırmızı/Yeşil/Mavi)
RLS	Recursive Least Square (Yinelemeli En Küçük Kare)
SMO	Sequential Minimal Optimization (Sıralı Minimum Optimizasyon)
SURF	Speeded Up Robust Features (Hızlandırılmış Sağlam Özellikler)
USB	Universal Serial Bus (Seri Veriyolu)
YZ	Yapay Zekâ

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Yüz tanıma sistemlerinin geçmişi (Baydemir 2021)	1
Şekil 1.2 Yüz Tanıma Teknolojisi (Baydemir 2021).....	5
Şekil 3.1 Çalışmanın mimarisi	14
Şekil 3.2 a) Klasik makine öğrenmesi b) Transfer öğrenme (Kılıç 2019).....	17
Şekil 3.3 HOG ile özellik çıkarma işlemi (Kapse and Kamble 2022)	20
Şekil 3.4 HOG kullanarak görüntü tespiti (Kapse and Kamble 2022).....	21
Şekil 3.5 Örnek yüz kodlaması (Solegaonkar 2019).....	22
Şekil 3.6 Yüzlerin kod benzerlikleri (Solegaonkar 2019).....	23
Şekil 3.7 Tkinter Widget Hiyerarşisi (Grayson 2000)	25
Şekil 4.1 Öğrenci veritabanı klasörü.....	26
Şekil 4.2 Yüz Tespit Sisteminin Akış Diyagramı	27
Şekil 4.3 Yüz Tespit Sistemi Uygulaması Arayüzü.....	28
Şekil 4.4 Veritabanından eşleşme sağlanması ve yüzün tanınması durumu.....	29
Şekil 4.5 Veritabanından eşleşme sağlanamaması ve yüzün tanınmaması durumu	29
Şekil 4.6 Sistemin 1’den fazla yüz tespit etmesi durumu	30
Şekil 4.7 Yoklama listeleme ve kaydetme işlemleri	31
Şekil 4.8 Tolerans Değeri ve Doğruluk Sonuçları	33
Şekil 4.9 Tolerans Değeri ve Hata Oranı Sonuçları	34
Şekil 4.10 NumberOfTimesUpsample Değeri-Görüntü Yakalama Hızı ve Sonuçları ...	35
Şekil 4.11 NumberOfTimesUpsample Değeri ve FPS Değeri Sonuçları	35
Şekil 4.12 Yüz-Kamera Arasındaki Mesafe ve Doğru Tanınan Yüz Sayısı Oranları.....	37
Şekil 4.13 Yüz-Kamera Arasındaki Mesafe ve Doğruluk Oranları	37

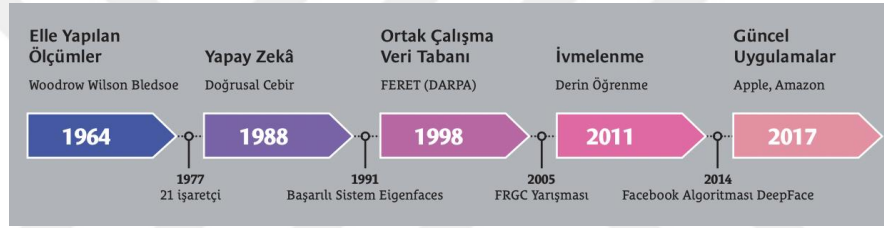
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Görüntü yakalama performans sonuçları	32
Çizelge 4.2 Uygulamanın yüz tanıma kısmının başarısı	33
Çizelge 4.3 Sistemin number_of_times_to_upsample başarı oranları	34
Çizelge 4.4 Yüz-kamera arasındaki mesafe ve başarı oranları	36



1. GİRİŞ

Son yıllardaki gelişen teknoloji ile birlikte günümüz bilgisayarlarının güçlenmesi ve işlemci işlem yapabilme kapasitelerinin artması, gerçek zamanlı olarak bize verilerin ve büyük görüntülerin işlenmesine olanak sağlamıştır. Bundan dolayı görüntü işleme çalışmaları çok hızlı bir şekilde ilerlemeye başlamıştır. İnsanın bilgisayar ile etkileşiminin gün geçtikçe artması, akıllı cihazların hayatımızın artık bir parçası haline gelmesinden dolayı bilgisayarların insan gibi düşünüp ve onlar gibi görmesi ihtiyacını beraberinde getirmiştir. Son zamanlarda bu amaç ile yapılan projeler / çalışmalar görüntü işleme ve bilgisayar görmesi alanlarında başarıyla gerçekleştirilmektedir (Uçar 2019).



Şekil 1.1 Yüz tanıma sistemlerinin geçmişi (Baydemir 2021)

Yüz tanıma sistemleri, bireylerin benzersiz ve ayırt edici yüz özelliklerini toplamak için bilgisayar algoritmalarını kullanır. Bu özellikler arasında gözler arasındaki mesafe veya çenenin şekli gibi detaylar bulunur. Bu detaylar, daha sonra matematiksel ifadelerle dönüştürülerek yüz tanıma veritabanındaki diğer yüzlerle karşılaştırılır. Bu karşılaştırma sürecinde, belirli yüz şablonları olarak adlandırılan veriler kullanılır. Yüz şablonları, bir yüzü diğerlerinden ayırt etmek için özel olarak tasarlanmış belirli detayları içerir ve bir fotoğraftan farklıdır. Bazı yüz tanıma sistemleri, bilinmeyen bir kişiyi tanımlamak yerine, veritabanındaki belirli yüz şablonları arasında potansiyel eşleşmeleri tespit etmek için geliştirilmiştir. Bu sistemler, doğru tanımlama olasılığına göre sıralanmış birden fazla eşleşmeyi sunar, böylece tek bir sonuç değil, çeşitli olası eşleşmeler sunar. (Anonim 2021).

1.1 Yüz Algılamada Kullanılan Yöntemler

Bir bilgisayarın yüz tanıma yapabilmesi için kullanabileceği, aydınlatma, yön veya kamera mesafesini telafi eden yöntemler vardır. Yang and Kriegman (2002), yüz algılama yöntemleri için bir sınıflandırma sunmuştur. Bu sınıflandırma 5 bölümden oluşmaktadır (Yang and Kriegman 2002).

1.1.1 Bilgi tabanlı yüz algılama

Bu yöntem, insanların geliştirdiği bir dizi kurala dayanmaktadır. Bu kurallar, yüzün temel özelliklerine göre belirlenir. Örneğin, 'bir yüzde belirli bir mesafede iki göz, bir burun ve bir ağız bulunmalıdır' bir kural olabilir. Bu yöntemin zorluklarından biri, uygun bir kurallar dizisi oluşturmanın gerekliliğidir. Eğer kurallar çok genel veya çok ayrıntılı olursa, sistem hatalı eşleşmeler yapabilir. Birden fazla yüzün bulunduğu görüntülerde de hata oranı artar. Ayrıca, bu tür sistemlerin tüm ten renkleri için doğru sonuçlar vermediği bilinmektedir (Yang and Kriegman 2002).

1.1.2 Şablon eşleme

Bu yöntemde, önceden tanımlanmış şablonları kullanarak yüzleri bulmak veya algılamak için bir şablon eşleştirme algoritması kullanılır. Sistem, girilen fotoğraflarla şablonlar arasındaki uyumu ölçer. Örneğin, bir şablon; insan yüzünün burun, ağız, gözler ve yüz çevresi gibi bölümlere ayrıldığını gösterebilir. Ayrıca, kenar algılama yöntemi kullanılarak kenarlardan bir yüz modeli oluşturulabilir. Bu yaklaşımın uygulanması kolaydır, ancak yüz algılama konusunda yetersiz kalabilir (Yang and Kriegman 2002).

1.1.3 Özellik tabanlı yüz algılama

Özellik tabanlı yüz algılama, yüzün yapısal özelliklerini analiz eder ve yüzlerin yerini tespit eder. Görünüm tabanlı bir algoritma ise, bir yüzün nasıl görünmesi gerektiğini öğrenmek için bir dizi eğitici, yani sınıflandırılacak ve model çıkarılacak

görüntüler kullanır. Buradaki amaç, içgüdüsel yüz tanıma yetimizin sınırlamalarını aşmaktır. Genel olarak, bu yöntem, yüz özelliklerini belirlemek için makine öğrenmesi ve istatistiksel analize dayanır ve daha önce bahsedilen yöntemlerden daha güçlüdür. Birden fazla yüzün bulunduğu fotoğraflarda %94' e kadar başarılı sonuçlar verebilmektedir (Yang and Kriegman 2002).

1.1.4 Görünüm tabanlı yüz algılama

Görünüm tabanlı yüz algılama yöntemi, yüz modellerini belirlemek için örneklendirilmiş çeşitli yüz görüntülerini kullanır. Yüz görüntülerinin ilgili özelliklerini bulmak ve bu özellikleri çıkarmak için makine öğrenmesi ve istatistiksel analiz yöntemleri gereklidir. Görünüm tabanlı yüz algılama, özellik tabanlı yaklaşımdan daha gelişmiştir ve bu yöneme göre hata oranı önemli ölçüde düşüktür. Ayrıca bu yöntem, yüz tanıma sürecinde öznelik çıkarma amacıyla da kullanılır (Yang and Kriegman 2002).

1.1.5 Video işleme

Video görüntülerinden yüz tanıma yöntemlerinden biri, videolarda kişilerin hareketlerini kılavuz olarak kullanır. Belirli bir yüz hareketi, örneğin göz kırpması, yazılımın bir yanıp sönmeye düzeni belirlemesini sağlar ve bu sayede yüzü tanımlayabilir. Genişlemiş burun delikleri, kalkık kaşlar, kırışmış alınlar ve açık ağızlar gibi diğer hareketler de bir yüzün tanımlanmasına yardımcı olabilir. Bir yüz algılandığında ve belirli bir yüz modeli belirli bir hareketle eşleştiğinde, model yüzün üzerine yerleştirilir ve böylece yüz takibi, ek yüz hareketlerini tespit edebilir (Yang and Kriegman 2002).

1.2 Yüz Tanıma Tekniği

Yüz tanıma tekniği sıklıkla güvenlik alanları ve ticari alanlarda kullanılmaktadır. Yüz tanıma teknikleri güvenlik uygulamalarında genellikle sabıka kaydı fotoğraf albümlerinde ve video gözetiminde (video görüntü dizileriyle gerçek zamanlı eşleştirme) kullanılmıştır. Ticari uygulamalarda ise Otomatik Vezne Makinesi (Automated Teller

Machine-ATM) kartları kredi kartları, pasaportlar, ehliyetler ve fotoğraflı kimlik kartlarında statik olarak eşleştirmesinden, video görüntü dizileriyle gerçek zamanlı eşleştirilmesine kadar uzanır. Her uygulama, yüz işleme açısından farklı kısıtlamalar sunmaktadır (Tolba, et al. 2005). Kişileri izleme ve bulma uygulamalarında kullanılan yüz tanıma sistemleri, kişilerin yüzlerinin, fiziksel ve dinamik özelliklerine dayandırılmaktadır. Sistemlerde dijital olarak elde edilen yüz görüntüleri derin öğrenme algoritmaları ile işlenerek mevcut veri tabanlarındaki yüzlerle karşılaştırılmaktadır. Sonuç olarak kısa süreler içerisinde görüntüdeki kişinin kim olduğu öğrenilebilmekte ve üzerinde gerekli işlemler yapılmaktadır (Baydemir 2021).

Eğitim kurumlarında en önemli amaç öğrenci ve öğretmen güvenliği göz önünde bulundurularak yüz tanıma sistemleri tasarlanmaktadır. Bu sistemler günümüzde Radyo Frekansı ile Tanımlama (Radio Frequency Identification- RFID), kablosuz iletişim, parmak izi, iris ve ileri yüz tanıma tabanlı, vb. gibi birçok teknolojik yöntem güvenlik sistemleri alanlarında test edilmekte ve geliştirilmektedir. Kullanılan bu yöntemlerin birçoğunun sistemlerinin kurulumu için gereken bütçe maliyeti çok yüksektir ve bu yöntemler bazı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Okul bütçelerinin de çok yüksek olmadığı düşünülerek, kurumların ekstra cihaz alma maliyeti olmaksızın kurumlardaki mevcut teknolojik altyapı kullanılarak bu çalışmada otomatik bir yoklama sistemi tasarlanmıştır.

Özellikle son 20 yılda yapay zeka (YZ) alanında yapılan çalışmaların / projelerin göstermiş olduğu yüksek başarı oranları, bu çalışmaların pek çok farklı alanlarda çalışılmasına katkı sağlamıştır. Yapılan çalışmaların kullanıldığı alanlardan biri de eğitim alanıdır. Eğitimde YZ kullanmanın potansiyelleri ve avantajları; öğrenci, öğretmen ve kurum olmak üzere üç başlık altında toplanabilir (Savaş 2021). Kurumsal çalışmalardan bir tanesi de eğitim öğretim ortamlarının güvenliği ve eğitim öğretim süreçlerine otomasyon katkısı konuları olabilir. Bu fikirden yola çıkarak bu çalışmada YZ alanının alt dallarından biri olan derin öğrenme (DÖ) yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada görüntülerden nesne tespiti için görüntü işleme algoritmaları kullanılmış, kameradan alınan görüntüler ile öğrencilerin eğitim kurumuna giriş kayıtları tutulmuş, sistemde kayıtlı öğrencilerin okul bölümlerine güvenli bir şekilde girişlerinin sağlanması için de

otomatik kapı otomasyonu ve sınıf yoklamalarının gerçekleştirilmesi için bir çalışma tasarlanmıştır.

Şekil 1.2 Yüz Tanıma Teknolojisi (Baydemir 2021)

Eğitim ortamlarının otomatikleştirilmiş sistemlerle donatılması gerçekleştirilen çalışmanın amaçlarından bir tanesidir. Bu çalışma eğitim ortamlarında otomatik olarak yapılan sınıf yoklama sistemlerine bir örnek olup bu tür çalışmaların önünü açması açısından önem teşkil etmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında sistemin yüz tanıma başarısının ölçülebilmesi amacıyla gerçek kişileri fotoğraflarının olduğu bir veri seti sadeleştirilerek yeniden oluşturulmuştur. Yeniden oluşturma esnasında farklı yüzler (yaş, cinsiyet, gözlük, şapka, saç ve sakal) seçilmeye özen gösterilmiştir. Transfer öğrenme yöntemi ile oluşturulan sistem yüksek yüz tanıma başarısı elde etmiştir.

Bu tez çalışmasının yapısı genel hatlarıyla şu şekildedir: 2. bölümde konu ile ilgili literatür araştırması ve özetine yer verilmiştir. 3. bölümde, tez kapsamında kullanılan materyal ve yöntemler detaylandırılmıştır. 4. bölümde, sistemin çalıştırılması sonucunda elde edilen bulgular ve bu bulguların tartışması sunulmaktadır. Son bölüm olan 5. bölümde ise sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

Yapılan çalışmanın alana katkıları şöyle sıralanabilir:

- 1- Eğitim kurumlarında yoklama süreleri fazla zaman aldığından bu sistem yoklama süresini minimuma indirerek zamandan kazanç sağlayacaktır.
- 2- Sistem yüz tanımayla eğitim kurumlarının belirli yerlerinde kapı kontrolü ile giriş sağlayacağından güvenlik zaafiyetlerini en aza indirecektir.
- 3- Sistemin devamsızlık raporlarından elde edilen veriler toplanıp ileri zaman serileri analizi kullanılarak kişilerin devamsızlık nedenleri hakkında çalışmalar

yapılabilir. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda belirlenen aksaklıklar düzeltilebilir ve yapılacak bu iyileştirmeler eğitim sürecini olumlu olarak etkileyecektir.



2 LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde yüz tanıma ile ilgili literatür taraması sunulmaktadır. Nörobilim, YZ, sinyal ve görüntü işleme dahil olmak üzere çeşitli alanlardan araştırmacılar tarafından yüz tanıma konusunda aktif araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan inceleme, bu tez çalışmasında kullanılacak en iyi yöntemin tespiti konusunda rehberlik sağlamıştır.

Rashid (2018), Raspberry Pi tabanlı bir kamera sistemi kullanarak yüz tanıma ile kişisel güvenlik sistemi gerçekleştirmişlerdir. Raspberry Pi sistemi küçük bir bilgisayar olarak tanımlanabilir ve sisteme kamera, depolama için bir hafıza kartı, monitör, klavye ve çeşitli çevre birimleri bağlanabilmektedir. Çalışmada sisteme çevre birimlerinin kolay bir şekilde bağlanabilmesinden dolayı Raspberry Pi kullanılmıştır. Çalışmada kişilerin yüzleri Microsoft Azure sisteminde oluşturulmuş bir veritabanında muhafaza edilerek Raspberry Pi'ye bağlı kamera modülü ile belirlenen yüzlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda istatistiksel metotlar kullanılarak eşleşen yüzlerin beyaz listede olup olmadığının kontrolü sağlanmıştır. %50 ve üzeri eşleşme oranı yakalandığında elektromekanik olarak tasarlanan kapının açılması, diğer durumlarda kapının kapalı konumda kalması gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen bu projede kişilerin kimliklerinin belirlenip belirlenen alanlara girişlerinin kontrollü bir şekilde yapılabildiği sistemin yazılım ve donanım kısmı tasarlanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda büyük oranda başarı sağlanmıştır (Rashid 2018).

Ünal (2017) yaptığı tez çalışmasında, iki farklı yöntem kullanarak bu yöntemlerin başarı oranlarını istatistiksel olarak karşılaştırmıştır. İlk yöntem geleneksel makine öğrenme tekniği, diğer yöntem ise yüz tanıma algoritması eğitilmiş olan derin öğrenme tekniğidir. Sistemde oluşturulan algoritma önce yüz tespiti yapıp, daha sonra ön işlemler ve öznitelik çıkarımı kısımlarını gerçekleştiren son olarak sınıflandırma işlemini yapmaktadır. Oluşturulan sistem 4 ana bölümden oluşmuştur. Öznitelik çıkarımı aşmasında Gradyanların Histogramı (Histogram of Gradients - HOG) tekniği ve DÖ tekniği kullanılmıştır. Sınıflandırma işleminde elde edilen özellikler Destek Vektör Makineleri (DVM) metodu ile sonuçlandırılmıştır. Çalışmada derin öğrenme tekniği ile geliştirilen algoritmanın diğer yönteme göre başarısının yüksek olduğu görülmüştür (Ünal 2017).

Hassan (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Irak'taki Kerkük bölgesini ele alan nitelikli bir durum çalışması stratejisi ile vatandaşların katılımına ve devlet servislerinin verilmesindeki gelişmelere dayalı bir e-devlet modeli önerilmiştir. Bu öneri kapsamında, vatandaşların (ad, soyad, doğum tarihi gibi) bilgilerini sunmak amacıyla, girilen yüz görüntüsünü mevcut veri tabanındaki görüntüler ile karşılaştıran bir grafik kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Sistemde Yerel İkili Örüntü (Local Binary Pattern - LBP) algoritması kullanılarak aynı bireyin farklı görüntüleri arasındaki benzerlikleri yüksek bir doğruluk düzeyiyle tanınabilmiştir (Hassan 2014).

N-Yo (2018) yaptığı tez projesinde, gerçek zamanlı bir yüz tanıma sistemi tasarlamış ve bu sistemi 2 farklı platform üzerinde gerçekleştirmiştir. Sistem, farklı makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmaları ve tekniklerinin bir kombinasyonunu kullanmıştır. Bu proje dört ana aşamadan oluşmaktadır. Yüz tespiti için, dijital bir görüntüde yüzleri tespit etmede daha hızlı olduğu için HOG kullanılmıştır. Görüntünün kimin yüzüne ait olduğu DVM sınıflandırıcısı ile gerçekleştirilmiştir. Sistem, 8 farklı kişiye ait 40 görüntüden oluşan veri tabanı ile test edildiğinde %96.88 doğruluk oranına ulaşmıştır (N-Yo 2018).

Şahin (2021) çalışmasında, Temel Bileşen Analizi (Principle Component Analysis - PCA) algoritması, Doğrusal Ayırıcılık Analizi (Linear Discriminant Analysis - LDA) Fisher Yüz Yaklaşımı ve LBP kullanarak en bilinen geleneksel yüz tanıma tekniği olan EigenFace ile karşılaştırmalar yapmıştır. Sonuçlar, derin öğrenme algoritmalarına dayanan gelişmiş tekniklerin, doğruluk ve hesaplama süresi açısından geleneksel tekniklerden daha iyi performans göstermiştir (Şahin 2021).

Tanrıverdi (2017) yaptığı tezde, Fisher Yaklaşımıyla Yüz Tanıma Sistemleri, Özyüz Yaklaşımıyla Yüz Tanıma Sistemleri ve Yerel İkili Örüntü Yüz Tanıma Sistemleri algoritmaları kullanılarak akıllı cihazlar üzerinden yoklama alma işlemi yapmıştır. Kullanılan bu algoritmalar Açık Kaynak Kodlu Görüntü İşleme (Open Source Computer Vision - OpenCV) kütüphanesine entegre edilmiştir. Tez çalışması sonucunda maksimum %84.81 doğruluk oranına ulaşılmıştır (Tanrıverdi 2017).

Eldem vd. (2017) yaptığı çalışmada, OpenCV ile görüntü işleme kütüphanelerini kullanmıştır. Yapılan çalışmada OpenCV ile uyumlu çalışan C# programlama dili için geliştirilmiş olan OpenCVSharp bileşeni kullanılmıştır. Sistemde kamera kullanılarak kişilerin görüntüleri alınmış ve yüz bölgeleri haarcascade yapısı ile işaretlenmiştir. Veri tabanında kayıtlı yüzler ile kameradan gelen yüzler şablon eşleştirme yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada yüz tanıma %79 oranında başarı sağlanmıştır (Eldem vd. 2017).

Savaş vd. (2017) yaptığı bu çalışmada, bir mobil cihaz tarafından çekilen fotoğraflarda kaç tane insan yüzü olduğu tespit edilmektedir. Tespit edilen insan yüzü sayısı ile de ortamın doluluk kapasitesinin hesaplanması amaçlanmıştır. Çalışmada akıllı cihazlar ile alınan fotoğraflarda yüz ve göz tespiti yapmak için haarcascade_frontalface_alt ve haarcascade_mcs_eyepair_big algoritmaları kullanılmıştır. Sonuç olarak çalışmada haarcascade_frontalface_alt algoritması daha verimli sonuçlar üretmiştir (Savaş vd. 2016).

Kaplan (2018) çalışmasında, Haar-Cascades sınıflandırıcısı ile herhangi bir görüntüde yüz olup olmadığının tespitini gerçekleştirmiştir. Çalışmada görüntü işlemlerinin hızlandırılması için AForge.NET yazılım kütüphanesi kullanılmıştır. Arayüzdeki takılmaları önlemek amacıyla zamanlayıcı (timer) mantığını kullanan EmguCV yazılım kütüphanesinden yararlanılmıştır. Bu tez çalışmasında sonuç olarak görüntülerdeki yüz bulma işlemi gerçek zamanlı olarak sistemin ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Kaplan 2018).

Uçar (2019) yaptığı tezde, öğrencilerin bulunduğu bir sınıf ortamında gerçek zamanlı olarak yüzlerinin tanıma işleminin yapıldığı, kafa yönlerinin takip edildiği ve kafa yön hareketlerinin yorumlanmasıyla dikkatlerinin dağınıklık oranlarının tespitini yapmıştır. Sisteminde OpenCV ve Dlib görüntü işleme ve makine öğrenmesi kütüphanelerini kullanmıştır. Geliştirilen uygulamada öğrencilerin değişik kafa yönleri ve mimikleri fotoğraflandırılıp kaydedilmiştir. Oluşturulan bu eğitim veri seti LBP yöntemi kullanılarak öğrencilerin yüz tanıma modeli oluşturulmuştur. “Dikkatli” ve “Dikkatsiz” olarak etiketlenen fotoğraflar DVM makine öğrenmesi algoritması kullanılarak tespit

edilmiştir. Yapılan testler sonucunda sistemin başarı oranı %72.4 olarak tespit edilmiştir (Uçar 2019).

Sokullu *et al.* tarafından gerçekleştirilen çalışmada (2021), yüz tanımalı Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT) posta kutusu sistemi geliştirmişlerdir. Hücresel bağlantıyı görüntü işleme ile birleştirerek, kullanıcıya değerli belgelerinin güvenli bir şekilde teslim edilmesini sağlamışlardır. Geliştirilen prototip, verileri işleyen ve Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications - GSM) modülü üzerinden ağ bağlantısını kuran Arduino Uno'ya bağlı parmak izi okuyucu, kamera, elektromanyetik kilit, küçük Sıvı Kristal Ekran (Liquid Crystal Display - LCD) ekran, mikrofon ve hoparlörden oluşmaktadır. Ayrıca sistem önceden kaydedilmiş bir görüntü setine göre yüz tanıma işlemi yapmaktadır. Yüz tanıma işlemi için OpenCV / Python yazılımı kullanılmış ve bir kamera Raspberry Pi'ye bağlanmıştır. Sistemin güvenliğinin sağlanmasında uzaktan kumandalı elektromanyetik kilit kullanılmış ve gönderilerin belirlenen alıcının eline geçene kadar korunması sağlanmıştır. Ayrıca geliştirilen sistem, kimliği belirlenemeyen kişilerin fotoğraflarını kaydederek yetkisiz girişimlerin takibini de yapabilmektedir (Sokullu *et al.* 2021).

Jasim (2021) yaptığı çalışmada, yüz tanımlama yöntemi olarak Evrişimsel Sinir Ağı (Convolutional Neural Network - CNN) ve Parçacık sürü optimizasyonu (PSO) algoritmasını kullanmıştır. CNN yöntemi ile alınan görüntülerden özellik çıkarımı yapılmıştır. Yapılan özellik çıkarımı sonucunda derin öğrenme algoritmalarından Seyrek Otomatik Kodlayıcı modeli kullanılarak özellikler bu kodlayıcıya bağlanmıştır. Seyrek otomatik kodlayıcılar CNN ile çıkarılan özellikler kullanılarak eğitilmiştir. Modelin eğitimi ise PSO algoritması ile yapılmıştır. Sonuç olarak geliştirilen sistemin doğruluk oranı %99.01 olarak tespit edilmiştir (Jasim 2021).

Akbar *et al.* (2018) yaptıkları çalışmada, dolandırıcılık olasılığını ortadan kaldırarak verileri kaydetmeye yönelik manuel çabayı hafifletmek için otomatikleştirilmiş bir sistem modeli oluşturmuşlardır. Oluşturulan model, RFID ile birleştirilmiş yüz tanımanın öğrencileri nasıl algıladığına ve sınıfa girip çıktıkça onları nasıl saydığına odaklanmıştır. Akıllı Seyirci Sistemi, kayıtlı her öğrencinin orijinal kaydını tutmaktadır. Ayrıca bu akıllı

sistem, belirli bir derse kayıtlı her öğrencinin bilgilerini yoklama günlüğünde tutmakta ve ihtiyaca göre gerekli bilgileri sağlamaktadır. Yüz tanıma OpenCV kütüphanesi kullanılarak yapılmıştır. Yüzlerin algılanması işlemi için Haar öznitelik algılama algoritması kullanılmıştır (Akbar *et al.* 2018).

İlkbahar vd. (2021), yaptıkları çalışmada, bir yüz tanıma sistemi ile eve giriş yapan kişilerin yüzlerini algılamakta ve ev sahibine eve giren kişilerin kimlik bilgilerini anlık mesajlaşma programı yardımıyla bildirim şeklinde haber vermektedir. Sistemden veri çekebilmek için Telegram programının kendi hizmeti olan Uygulama Programlama Arabirimi (Application Programming Interface – API) hizmeti sağlayan Botfather kullanılmıştır. Telegram programı Raspberry Pi üzerinden veri iletişimini Telepot kütüphanesi ile sağlamıştır. Arduino ile haberleşme için ise CTBot kütüphanesi kullanılmıştır. Yapılan çalışmada yüz tanıma sistemi LBP algoritması kullanılarak geliştirilmiştir. Yapılan testler sonucunda verilen komutlar çok kısa sürede işlenmiş ve tasarlanan sistem başarılı bir şekilde çalışmıştır (İlkbahar vd. 2021).

Nasir *et al.* (2019) yaptığı çalışmada, açık kaynaklı OpenCV ve web kamerası kullanılarak bir elektronik kapı kilidi sistemi tasarlamışlardır. Bir masaüstü uygulamasından bir sinyal alındığında mikrodenetleyici solenoidin kilidini 10 saniye süreyle açmaktadır. ATmega328 tabanlı Arduino mikrodenetleyicisi, veritabanı olarak C# programlama dili ve Yapısal Sorgu Dili (My Structured Query Language – MySQL) sunucusu ile tasarlanmış özel bir uygulamaya sahip bir bilgisayara bağlanmıştır. OpenCV ile yüz tanıma işlemi Haar Basamaklı Sınıflandırıcı (Haar Cascade Classifier) adı verilen bir yüz algılayıcı türü kullanılarak çalışma tamamlanmıştır (Nasir *et al.* 2019).

Bakshi and Prabhu (2017), yüz tanıma yöntemi kullanarak bir güvenlik kilidi sisteminin gerçek hayattaki bir uygulamasını geliştirmişlerdir. Tanıma işlemine hızlı yanıt vermesi, gürültü ve parazite karşı daha az duyarlı olması nedeniyle PCA yüz tanıma algoritması kullanılmıştır. Yüz tanımlamasını gerçekleştirmek için Arduino mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Sistem, bireyin görüntüsünü entegre bir web kamerası kullanılarak yakaladıktan sonra MATLAB'da geliştirilen veri tabanına aktarmaktadır. Bu aşamada yakalanan görüntü, veritabanındaki eğitim görüntüsüyle karşılaştırılmaktadır. Sistem

kişiyi yetkili kişi olarak tanıdıktan sonra Arduino UNO mikrodenetleyicisine bir sinyal göndermektedir. Sonuç olarak geliştirilen yüz tanıma güvenlik sistemi amacına ulaşmış ve başarılı bir şekilde çalışmıştır (Bakshi and Prabhu 2017).

Yılmaz vd. (2023) kişilerin yüzleri ile tanıma ve doğrulama yapan sistemlerde maskeli yüzlerin de doğru çalışabilmesi için bir çalışma yapmışlardır. Kullanılan farklı model ve desenli maskeler bu sistemlerin çalışmasını olumsuz etkilemektedir ve sistemin çalışma başarısını düşürmektedir. Bu çalışmada öncelikli olarak mevcutta olan yüz veri setlerine farklı model ve desenlerden oluşan maskeler giydirilmiştir. Bu işlem morfleme tekniği kullanılarak yüzlerin pozisyonlarına uygun olarak doğala en yakın olarak otomatik bir şekilde yapılmıştır. Veri tabanı oluşturulduktan sonra yüzlerin maskeli ve maskesiz tanınması için derin öğrenme ile bir model geliştirilmiş ve oluşturulan veri seti denenmiştir. Labeled Faces in the Wild ve CASIA-WebFace veri setleri ile yapılan denemelerde başarı %96.5'in üzerinde gerçekleşmiştir. Yüz algılama ve hizalama işlemleri için OpenCV, FaceSSD, Dlib ve Çok Amaçlı Basamaklı Konvolüsyon Sinir Ağları (Multi-task Cascaded Convolutional Networks - MTCNN) algoritmaları kullanılmıştır. Yüze maske yerleştirme işlemlerinde görüntüdeki yüz bölgesinin ve yüzdeki 68 kontrol noktasının tespitinde Dlib kütüphanesi kullanılmıştır (Yılmaz vd. 2023).

Yukarıda bahsedilen tekniklerin belirtilen dezavantajları vardır. Bunlar arasında ortak olan şey yapılan çalışmaların geleneksel yöntem kullanıp derin öğrenmeyi çalışmalarında kullanmamalarından kaynaklanmaktadır. Kullanılan bu teknikler her ne kadar halen güçlü ve kullanılabilir algoritmalar olsa da insan yüzünün bulunduğu görsel üzerinde gölge oluşması, yüzün ilgili görselde farklı açılarda olması gibi durumlarda algoritmalar iyi sonuç vermeyebilmektedir. Yüz tanıma başarı oranını arttırmak için bu çalışmada Dlib kütüphanesi kullanılmıştır. Bu kütüphane makine öğrenimi algoritmaları ve derin öğrenme kullandığı için daha başarılı sonuçlar vermektedir.

Bir başka önemli dezavantaj ise bazı çalışmaların sistem kurulum maliyetlerinin yüksek oluşudur. Çalışmamızda bu maliyeti ortadan kaldıran, daha hızlı, güvenli, her zaman

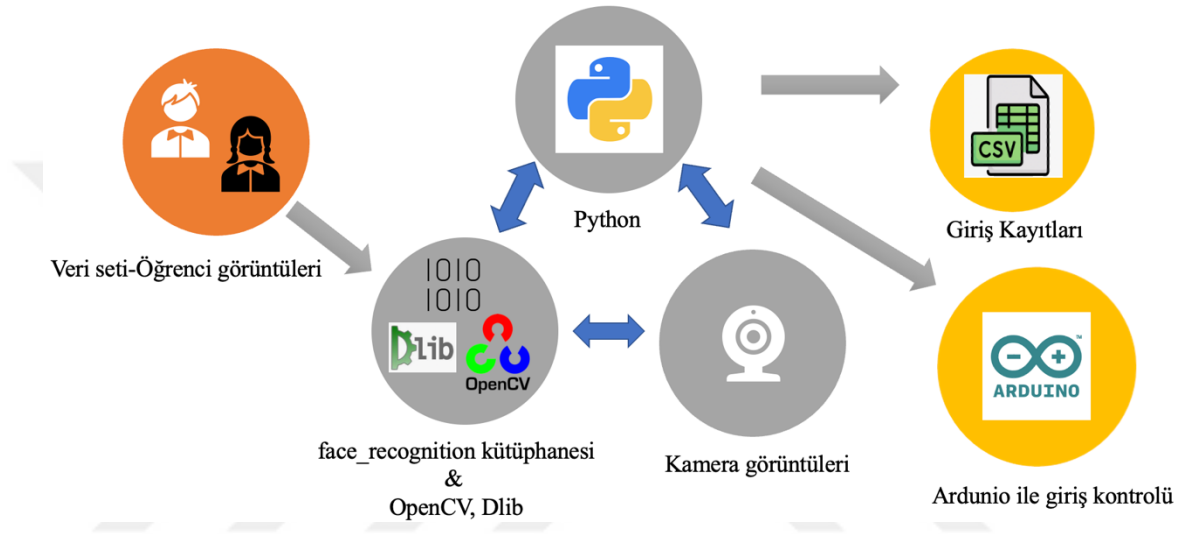
erişilebilir bir sistemin tasarımı, geliştirilmesi ve uygulaması hedeflenmektedir. Sonraki bölümde kullanılan materyal ve yöntemler detaylandırılacaktır.



3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde yüz tanıma işleminde kullanılan donanım, yazılım ve görüntü işleme algoritması detaylı bir biçimde anlatılmıştır.

Gerçekleştirilen çalışmanın mimarisi Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Çalışmanın mimarisi

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi sınıf girişinde yer alan kamera ile birlikte öğrencilerin görüntüleri alınarak derin öğrenme yöntemlerinden görüntü işleme algoritmaları kullanılarak öğrencinin yüzü tespit edilmektedir. Elde edilen görüntü verisi, sınıf veritabanı ile karşılaştırılarak öğrencinin derse devam bilgisi kayıt altına alınmaktadır.

Bu süreç için işlem adımları şöyledir:

- Öğrenci görüntülerinden veri kümesi oluşturma (sınıf bazında)
- Kamera vasıtasıyla öğrencilerin derse giriş görüntülerinin elde edilmesi
- CNN ve HOG kullanarak yüz bulma
- Yüz tanımlama ve eşleşen görüntülerin belirlenmesi
- Giriş kayıtlarının eşleşen yüz tanıma sonucunda kayıt altına alınması
- Eşleşen yüzler olduğunda otomatik kapının açılması

3.1 Yüz Tanıma Kütüphaneleri

Yüz tanıma (Face recognition) kütüphaneleri, yüzleri tanımlamak, tanımlanmış olduğu yüzleri saklamak ve tanımlanmış olduğu yüzleri karşılaştırmak için kullanılan yazılımlardır. Bu kütüphaneler genellikle OpenCV, Dlib, FaceNet, VGGFace gibi açık kaynak kodlu yazılımlar olarak sunulmaktadır. Bu kütüphaneler, yüz tanıma işlemlerini yaparken yüzlerin özelliklerini öğrenir ve bu özellikleri kullanarak yüzleri tanımlar. Örneğin, gözler arasındaki mesafe, burunun genişliği, dudakların genişliği gibi özellikler yüzün tanınması için kullanılmaktadır (Geitgey 2023).

Yapılan çalışmada, okul bütçelerinin çok yüksek olmadığı düşünülerek ve ekstra cihaz maliyeti olmaksızın okulların mevcut teknolojik altyapısı kullanılacağı için projemizde OpenCV ve Dlib kütüphanesi kullanılmıştır.

3.2 OpenCV (Open Source Computer Vision Library)

OpenCV, bilgisayarla görme ve makine öğrenimi alanında kullanılan açık kaynaklı bir yazılım kitaplığıdır. Amaçlarından biri, bilgisayarlı görü uygulamaları için genel bir altyapı sağlamak ve ticari ürünlerde makine algısının kullanımını kolaylaştırmaktır. OpenCV kitaplığı, klasik ve en son teknoloji bilgisayarla görme ve makine öğrenimi algoritmalarından oluşan kapsamlı bir set içerir. Bu kitaplık, 2500'den fazla optimize edilmiş algoritma sunar. Bu algoritmalar arasında yüz algılama ve tanıma, nesne tanıma, video içinde insan eylemlerini sınıflandırma, kamera hareketlerini izleme, hareket eden nesnelere takip etme, nesnelere 3B modellerini oluşturma, stereo kameralardan 3B nokta bulutları oluşturma, yüksek çözünürlüklü görüntü elde etme ve bir görüntü veri tabanından benzer görüntüler bulma gibi işlevler bulunur (Anonymous 2022)

OpenCV, yüz tanıma işlemi için önemli bir rol oynamaktadır. Yüz tanıma, görüntü işleme alanında en yaygın kullanılan uygulamalardan biridir. Yapılan çalışmada OpenCV ile yüz tanıma işlemi Dlib açık kaynak kodlu kütüphane kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.3 Transfer Öğrenmesi

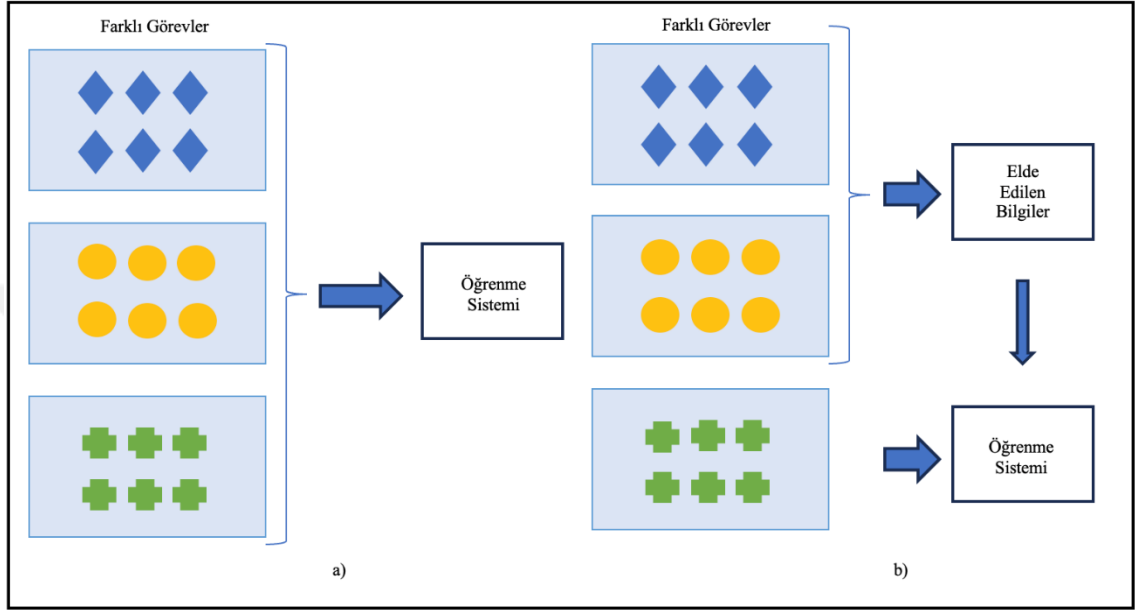
Transfer öğrenme, önceden eğitilmiş bir modeldeki ağırlıkların, özelliklerin vb. başka bir yapay öğrenme modeline aktarılmasıdır. Bu, iki farklı derin öğrenme modeli arasında veya bir makine öğrenimi ile bir derin öğrenme modeli arasında olabilir (Güldalı 2021). Bu tezde, önceden eğitilmiş CNN modellerini kullanan ve CNN modellerinden makine öğrenmesi modellerine özellik aktarımı içeren Dlib kütüphanesinden face recognition modeli kullanılmıştır. Transfer öğrenme genellikle veri setinin yetersiz olması durumunda eğitim süresini kısaltmak ve daha az veri ile yüksek performans elde etmek için kullanılır. Her sınıfa ait veri 1000'den az ise veri seti küçük sayılabilir. Bu çalışmada veri setindeki veriler 1000'den az olduğu için veri seti küçük kategorisinde değerlendirilmektedir.

Face_recognition.compare_faces ve face_recognition.face_distance fonksiyonları yüzler arasındaki benzerliği ölçmek için özel olarak eğitilmiş derin öğrenme modellerini (CNN tabanlı) kullanmaktadır. Bu modeller, genellikle önceden eğitilmiş ve yüz tanıma için özel olarak tasarlanmış ağırlıkları içermektedir. Yüz tanıma işlemlerinde kullanılan bu modeller, genellikle yüzlerin genel özelliklerini, desenlerini ve benzersiz niteliklerini temsil eden yüz kodlamalarını çıkarırlar. Bu kodlamalar, yüzler arasındaki benzerlik ve farklılıkları ölçmek ve tanımlamak için kullanılır. Compare_faces fonksiyonu bu kodlamaları karşılaştırarak iki yüz arasındaki benzerliği değerlendirir ve belirtilen tolerans değeri içinde benzerlik varsa True değeri döndürür. Yüz benzerliği ölçümü için ise face_distance fonksiyonu, öklid mesafesi hesaplamasını kullanır. Yani, bu fonksiyonun altında kullanılan model, önceden eğitilmiş CNN ağırlıklarını içerir ve yüz kodlamaları oluşturur. Ardından, öklid mesafesi Denklem (3.1) hesaplanarak yüzler arasındaki benzerlik ölçülür (Anonymous 2023).

$$D(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (3.1)$$

Şekil 3.2'de transfer öğrenme ile makine öğrenmesi arasındaki farklar gösterilmektedir. Bu farkların en başında iki öğrenme arasında uygulama farklılıkları bulunmaktadır.

Klasik makine öğrenmesiyle çözülmeye çalışılan problemlerde parametreler rastgele başlatılmaktadır. Transfer öğrenmede ise problemlerin çözümünde eğitilmiş modellerin parametreleri başlangıç parametreleri olarak kullanılarak problemlerde daha yüksek başarı ve daha hızlı bir çözüm elde edilir (Kılıç 2019).



Şekil 3.2 a) Klasik makine öğrenmesi b) Transfer öğrenme (Kılıç 2019)

3.4 Dlib Kütüphanesi

Dlib, C++ ve Python dilleri için bir yüz tanıma, göz ve yüz takip, sınıflandırma, veri analitik ve diğer görüntü işleme işlemleri için bir kütüphanedir. Bu kütüphanede, yüz tanıma, yüz eşleme, objelerin takibi, görüntü sınıflandırma gibi birçok fonksiyon mevcuttur. Dlib, özellikle yüz tanıma ve yüz eşleme işlemleri için öncü bir rol oynayan bir kütüphanedir. Bu kütüphane, yüz tanıma işlemleri için kullanılan yüz kalıplarının eğitimini ve tanımlanmasını hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirmek için tasarlanmıştır. Ayrıca, Dlib, yüzler arasındaki benzerlikleri ölçmek için kullanılan "HOG + DVM" yöntemini kullanır. Bu yöntem, yüzler arasındaki benzerlikleri ölçmek için özellikleri analiz etmeye dayanır ve son derece doğru sonuçlar elde etmektedir (King 2023).

Dlib kütüphanesi makine öğrenimi algoritmaları olarak DVM, Özyinelemeli En Küçük Kareler (Recursive Least Squares - RLS), K-Ortalama Kümeleme (K-Means Clustering - K-Means), CNN, Derin Sinir Ağı (Deep Neural Network - DNN), Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network – ANN), Sıralı Minimum Optimizasyon (Sequential Minimal Optimization - SMO); görüntü işleme algortimaları olarak ise Hızlandırılmış Sağlam Özellikler (Speeded Up Robust Features - SURF), HOG, Yönlendirilmiş Gradyanlar Histogramı (Fused Histogram of Oriented Gradient – FHOG), Renk Uzayı Dönüşümlerini içermektedir (Pişkin 2018).

3.5 HOG ile Yüz Algılama Yöntemi

Yüz bulma, sisteme gönderilen bir görüntü ya da video içerisinde yüz nesnelere koordinatlarını ve büyüklüğünü bularak bu bilgilerin tanımlanmasında kullanılmaktadır.

Yüz bulma işlemlerinde, genellikle kontrol altına alınamayan ortamlardan elde edilen görüntülerde bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Bu problemler şöyle sıralanabilir (Marques 2010).

- Poz varyasyonu: Yüz algılama için ideal senaryo, yalnızca önden görüntülerin dahil olduğu bir senaryodur ancak, genel olarak kontrolsüz koşullarda bu pek mümkün değildir. Ayrıca, büyük poz varyasyonları olduğunda yüz algılama algoritmalarının performansı ciddi şekilde düşmektedir. Kişinin hareketleri veya kameranın açısı nedeniyle poz değişimi de olabilir.
- Özellik tıkanıklığı: Sakal, gözlük veya şapka gibi unsurların varlığı yüksek değişkenlik sağlar. Yüzler ayrıca nesnelere veya diğer yüzler tarafından kısmen kapatılabilir.
- Yüz ifadesi: Yüz özellikleri de farklı yüz hareketleri nedeniyle büyük ölçüde değişir.
- Görüntüleme koşulları: Farklı kameralar ve ortam koşulları, bir yüzün görünümünü etkileyerek görüntünün kalitesini etkileyebilir.

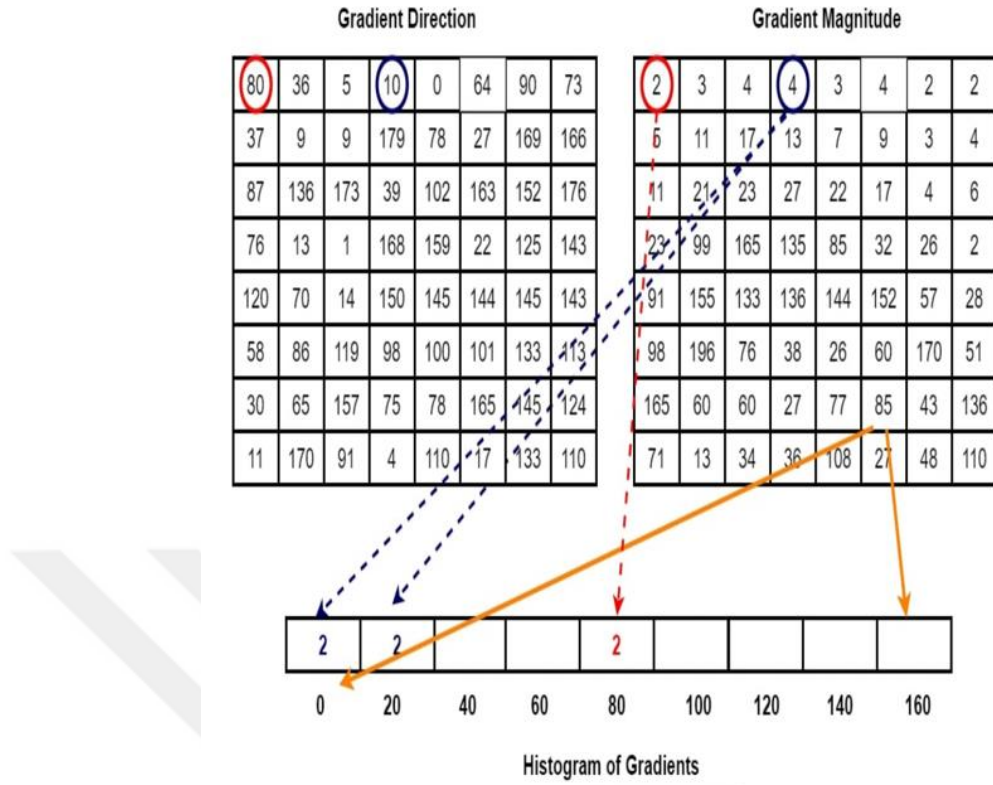
Yüz tanıma sisteminin doğruluk oranını artırmak için kullanılacak yüz bulma algoritmasının doğruluk oranı da en yüksek olmalıdır. Eğer sistemde yüzler doğru olarak algılanamazsa yoklama alma sırasında sorunlar meydana gelebilir, hatalı çalışabilir veya sistem tekrar başlatılmak zorunda kalınabilir.

Gerçek dünya problemlerinde kullanılmak üzere eğitim kurumlarına tasarladığımız sistemde veri kümesine alınacak öğrenci fotoğrafları kurum tarafından çekileceği için belirtilen bu problemler genel olarak kontrol altına alınacaktır. Veri kümesi oluşturmak için aşılacak problemler haricinde yoklama sürecinde de kameranın iyi bir görüntü alabilmesi için öğrenciler de uyarılacaktır.

Tasarlanan mimaride kullanılacak olan Face-recognition kütüphanesinde iki farklı yüz algılama modeli bulunmaktadır. Bunlar HOG ve derin öğrenme tabanlı yüz algılama için kullanılan CNN algoritmasıdır. Bu çalışmada HOG kullanarak yüz algılama yapılmıştır. CNN ise işlenecek çok sayıda video karesinin olduğu video işleme uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. CNN, çok sayıda görüntü işlenecekse ve CUDA'lı bir Grafik İşlemci Birimi (Graphics Processing Unit - GPU) kullanılıyorsa, toplu işleme 3 kat daha hızlı olabilmektedir (King 2023). Ancak eğitim kurumlarında gerek donanımsal maliyetler gerekse de daha az işlem için daha hızlı olan HOG modeli bu çalışmada tercih edilmiştir.

Yüz algılama, makine öğrenimi alanındaki en zorlu teknolojilerden biridir. Çalışmada, tanıma mekanizmasının bir parçası olarak kullanılmak üzere birden fazla yüz görüntüsünden HOG özellikleri çıkarılmaktadır. HOG, nesnelerin algılanması amacıyla dijital görüntülerin işlenmesi için yapay görmede kullanılan bir özellik tanımlayıcıdır. HOG, hareketli nesnelerin algılanmasında kullanımlarıyla yaygın olarak bilinir (Kapse and Kamble 2022).

Şekil 3.3'te, HOG'un Gradient yönü ve Gradient büyüklüğü kullanarak özellik çıkarımına örnek verilmiştir.



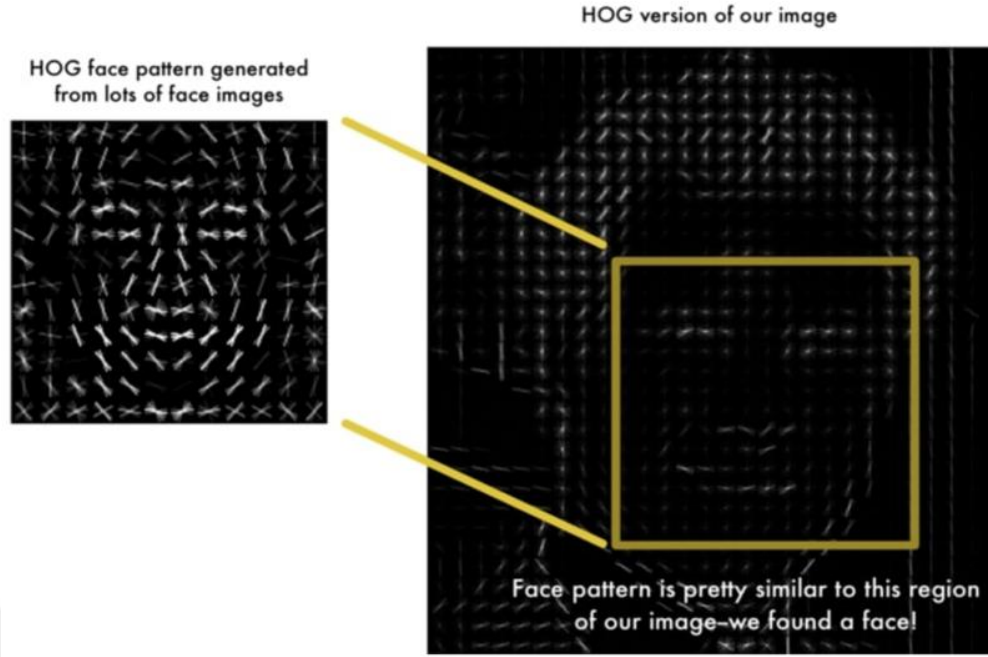
Şekil 3.3 HOG ile özellik çıkarma işlemi (Kapse and Kamble 2022)

Yön ve büyüklük hesaplama formülleri sırasıyla Denklem (3.2) ve Denklem (3.3)'de verilmiştir.

$$\text{Direction: } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{\frac{\partial f}{\partial y}}{\frac{\partial f}{\partial x}} \right) \quad (3.2)$$

$$\text{Magnitude: } |\nabla f| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2} \quad (3.3)$$

Her piksel için Degrade yönü ve Degrade büyüklüğü hesaplandıktan sonra, Şekil 3.4'te gösterildiği gibi özellikler çıkarılmıştır.



Şekil 3.4 HOG kullanarak görüntü tespiti (Kapse and Kamble 2022)

3.6 Yüz Kodlamaları

Yüz tanıma aşamasında, veri kümesinde bulunan tüm fotoğrafların yüz bölgesindeki önemli ölçümleri, yüz tanıma algoritması ile kaydedilmiştir. Bu ölçümler algoritma için, yalnızca kendisine sağlanan veri örneklerinden öğrenilen bir Red/Green/Blue (RGB) değerleri dizisidir.

Yüz tanıma için kullanılan algoritma, gözlerin rengi, boyutu ve eğimi, kaşlar arasındaki boşluk vb. gibi yüzdeki bazı önemli ölçümleri not eder. Bütün bunlar bir araya getirildiğinde, belirli yüzü tanımlamak için kullanılan yüz kodlamasını (görüntüden elde edilen bilgiler) tanımlar. Yüz kodlaması 128 sayıdan oluşmaktadır. Bu sayıların her biri, yüz kodlamasının ortogonal bir bileşenini temsil eder. Şekil 3.5'te veri kümesindeki yüzlerden elde edilen örnek değerler gösterilmiştir (Solegaonkar 2019).

```
array([-0.10213576,  0.05088161, -0.03425048, -0.09622347, -0.12966095,
        0.04867411, -0.00511892, -0.03418527,  0.2254715 , -0.07892745,
        0.21497472, -0.0245543 , -0.2127848 , -0.08542262, -0.00298059,
        0.13224372, -0.21870363, -0.09271716, -0.03727289, -0.1250658 ,
        0.09436664,  0.03037129, -0.02634972,  0.02594662, -0.1627259 ,
        -0.29416466, -0.12254384, -0.15237436,  0.14907973, -0.09940194,
        0.02000656,  0.04662619, -0.1266906 , -0.11484023,  0.04613583,
        0.1228286 , -0.03202137, -0.0715076 ,  0.18478717, -0.01387333,
        -0.11409076,  0.07516225,  0.08549548,  0.31538364,  0.1297821 ,
        0.04055009,  0.0346106 , -0.04874525,  0.17533901, -0.22634712,
        0.14879328,  0.09331974,  0.17943285,  0.02707857,  0.22914577,
        -0.20668915,  0.03964197,  0.17524502, -0.20210043,  0.07155308,
        0.04467429,  0.02973968,  0.00257265, -0.00049853,  0.18866715,
        0.08767469, -0.06483966, -0.13107982,  0.21610288, -0.04506358,
        -0.02243116,  0.05963502, -0.14988004, -0.11296406, -0.30011353,
        0.07316103,  0.38660526,  0.07268623, -0.14636359,  0.08436179,
        0.01005938, -0.00661338,  0.09306039,  0.03271955, -0.11528577,
        -0.0524189 , -0.11697718,  0.07356471,  0.10350288, -0.03610475,
        0.00390615,  0.17884226,  0.04291092, -0.02914601,  0.06112404,
        0.05315027, -0.14561613, -0.01887275, -0.13125736, -0.0362937 ,
        0.16490118, -0.09027836, -0.00981111,  0.1363602 , -0.23134531,
        0.0788044 , -0.00604869, -0.05569676, -0.07010217, -0.0408107 ,
        -0.10358225,  0.08519378,  0.16833456, -0.30366772,  0.17561394,
        0.14421709, -0.05016343,  0.13464174,  0.0646335 , -0.0262765 ,
        0.02722404, -0.06028951, -0.19448066, -0.07304715,  0.0204969 ,
        -0.03045784, -0.02818791,  0.06679841])
```

Şekil 3.5 Örnek yüz kodlaması (Solegaonkar 2019)

Yapılan çalışmada, bir sonraki adımda yüzler arasındaki benzerlikler tespit edilmiştir. Karşılaştırılan tüm yüzlerin her bir bileşeni kontrol edilir ve eldeki bileşenin tolerans sınırları içinde değişip değişmediğine bakılır. Şekil 3.6’da görülen iki dizi, verilen görüntünün (ikinci parametrede) sağlanan listedeki (birinci parametrede) bilinen yüz kodlamalarının her biri ile benzerliğini belirtir. Şekil 3.6’da ilk dizinin çok daha fazla benzerlik gösterdiği görülmektedir ve bu da kişiyi doğru bir şekilde tanımladığını belirtmektedir (Solegaonkar 2019).

```

[array([ True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True, False,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True, False,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True, False,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True, False,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True, False,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True, False,
        True,  True]),
array([ True,  True,  True,  True,  True,  True, False, False, False,
        True,  True,  True, False,  True,  True,  True, False,  True,
        False,  True,  True,  True,  True, False,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True, False,  True, False,  True,  True,
        True,  True,  True, False,  True, False,  True,  True,  True,
        False, False,  True,  True,  True,  True,  True, False,  True,
        False, False, False, False,  True, False,  True, False,  True,
        False,  True,  True,  True,  True, False,  True,  True,  True,
        True,  True,  True, False,  True,  True,  True, False,  True,
        True, False,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True, False, False,  True,  True,
        False, False, False,  True,  True, False,  True,  True,  True,
        True,  True,  True,  True,  True,  True, False, False,  True,
        True,  True])]

```

Şekil 3.6 Yüzlerin kod benzerlikleri (Solegaonkar 2019)

Eğer aynı kişi için birden fazla eşleşme sağlanıyorsa, veri kümesindeki fotoğraflarda insanlar birbirine çok benzer görünüyor olabilir. Böyle bir durumda yüz karşılaştırmalarını daha katı hale getirmek için daha düşük bir tolerans değeri gerekir. Tolerans parametresinin değeri değiştirilerek daha doğru tanımlar gerçekleştirilebilir. Varsayılan tolerans değeri 0.6'dır. Daha düşük sayılar yüz karşılaştırmalarını daha katı hale getirmektedir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda giriş kayıtları bir .csv dosyasında sonradan kullanılmak üzere muhafaza edilmektedir (Geitgey 2017).

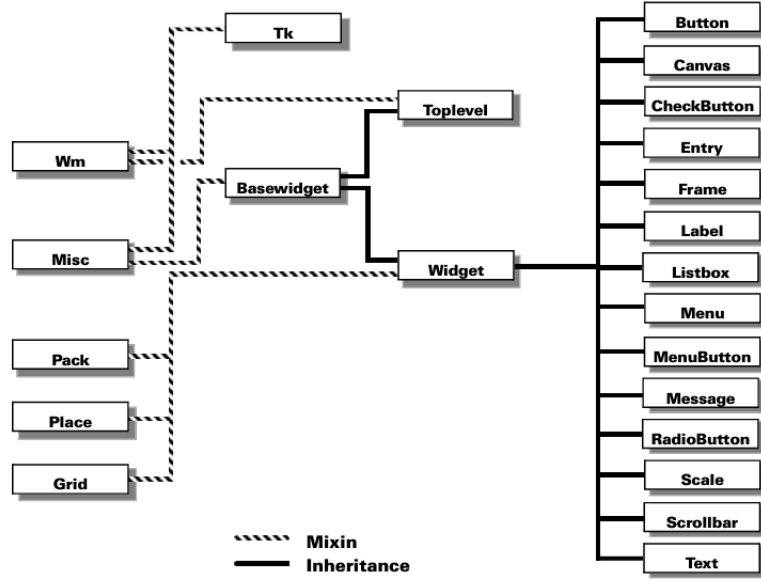
3.7 Arduino

Arduino, Atmel mikrodenetleyicili açık kaynaklı bir donanımdır. Yazılım bilgilerine ek olarak, tasarım bilgileri de kullanıcıya sunulmaktadır. Baskılı devrelere ait kodlar, devre şemaları, yerleşim şemaları ve programlanabilir bileşenler kullanıcıların tüm detaylara kolayca ulaşabilecekleri şekilde açılmaktadır. Kullanıcılar isterse bu bileşenleri hazır alabilir veya aynısını kendileri de yapabilir. Arduino kartı üzerindeki mikrodenetleyici (AtmegaXX), Processing tabanlı Arduino Entegre Geliştirme Ortamı (Integrated Development Environment - IDE) kullanılarak karta yüklenmektedir. Arduino programlama dili kullanılarak bu mikrodenetleyici programlanır. Kullanılan bu IDE, internette ücretsiz olarak indirilebilir. Kullanılacak programlama için C Dili kullanılmaktadır. Arduino'nun en önemli özelliği kolay kullanımlı bir yazılım olmasıdır. Kullanıcı için uygulamaları yürütmek üzere diğer çevre birimleriyle de (kristal osilatör, güç kaynağı, programlayıcı) birleştirilebilir. Programlayıcı gerektirmemesinin nedeni ise bu ürünün mikrodenetleyici içerisine gömülü bootloader ile gelmesidir. Arduino'nun önemli bir özelliği, genişletilebilir bir kütüphane sistemine sahip olmasıdır. Bu kütüphaneler, çeşitli süreçleri ve çevresel iletişimi kolayca gerçekleştirmeyi sağlar. Ayrıca, yeni çevresel birimler için yazılan kütüphaneler kolayca entegre edilebilir. Bu özelliklerle birlikte, Arduino kullanarak, programlama konusunda çok gelişmiş bir programcı olmaya gerek olmadan bir dizi uygulama gerçekleştirilebilir. Gerçekleştirilecek projenin özelliklerine göre çeşitli Arduino türleri bulunmaktadır. Ayrıca bu kartlara göre tasarlanmış shielding (layer) adı verilen ve kullanım kolaylığı sağlayan ek bir cihaz da üreticinin hizmetine sunulmuştur (Bilek ve Bölükbaşı 2016).

3.8 Python GUI – Tkinter

Tkinter, Python programlama dilinde kullanılan bir grafik kullanıcı arayüzü kütüphanesidir. Tkinter, Tk arayüz kütüphanesine dayanmaktadır ve Windows, Linux ve MacOS gibi birçok platformda desteklenmektedir. Tkinter, fare ve klavye girişlerine yanıt veren grafik arayüz bileşenlerini (widgetlar) içerir (Şekil 3.7). Bu bileşenler farklı tiplerde olabilir. Örneğin; etiketler, düğmeler, giriş alanları, liste kutuları, onay kutuları, radyo düğmeleri vb. Tkinter, çizimler, animasyonlar ve oyunlar gibi daha karmaşık grafik

öğeleri oluşturmamıza olanak tanıyan bir dizi çizim ve grafik aracı sağlamaktadır. Tkinter, Python programlama diliyle birlikte gelmektedir ve basit ve orta ölçekli arayüz uygulamaları için iyi bir seçenek olarak kabul edilmektedir (Uzman 2023).



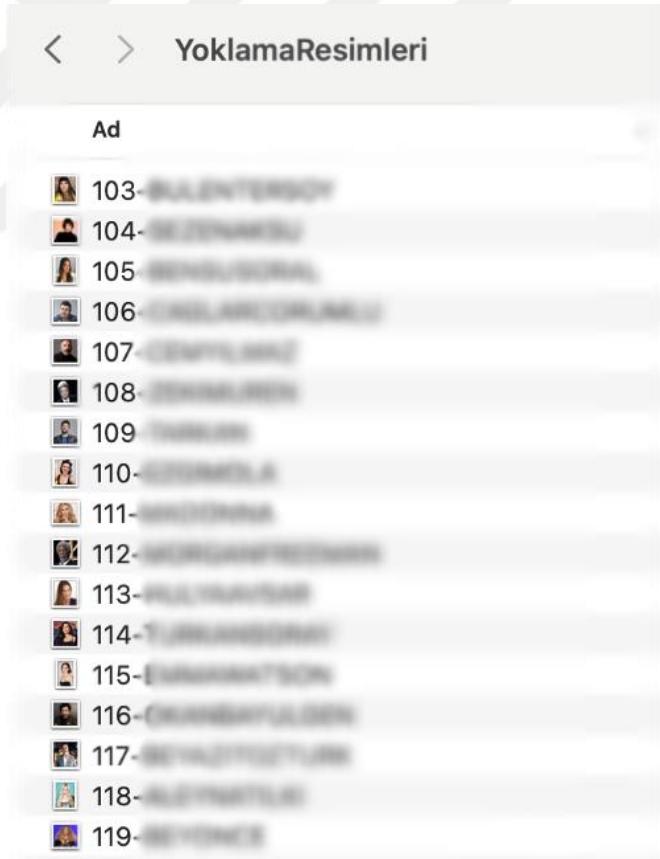
Şekil 3.7 Tkinter Widget Hiyerarşisi (Grayson 2000)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında geliştirilen uygulamadan elde edilen bulgular 2 başlık altında incelenmiştir.

4.1 Sistemin İşleyişi

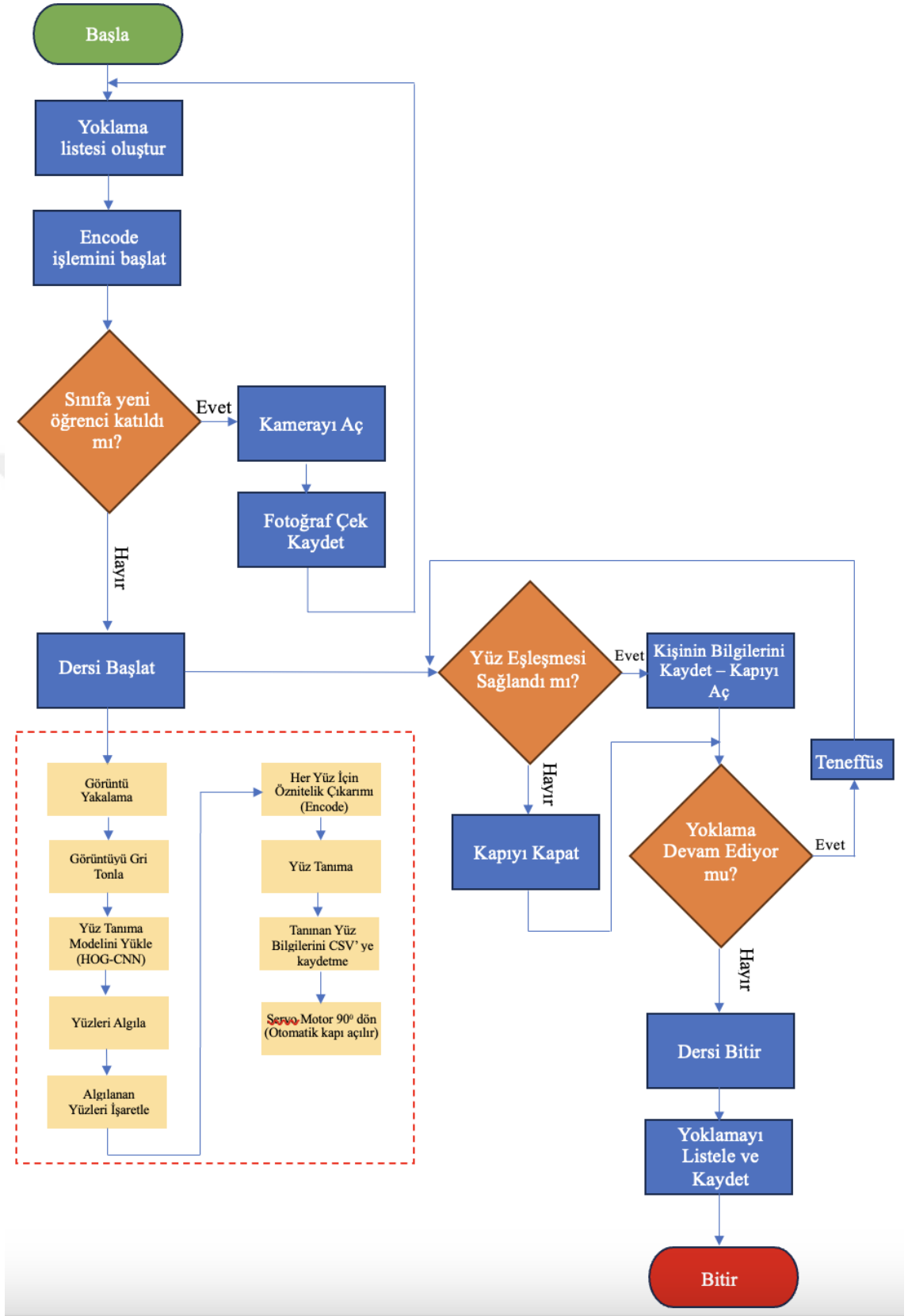
Yüz Tespit Sistemi uygulamasında farklı işlemlerin yapılabilmesi için arayüzler tasarlanmıştır (Şekil 4.3). Sistemin yapısı ve akış diyagramı sırasıyla Şekil 3.1’de ve Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Öncelikle uygulamada yoklaması alınacak kişilerin fotoğraflarının olduğu veritabanı öğrenci id ve isim-soyisim olacak şekilde oluşturulmuştur (Şekil 4.1).



The screenshot shows a mobile application interface with a header bar containing a back arrow, a forward arrow, and the text 'YoklamaResimleri'. Below the header is a list of student records. Each record consists of a small profile picture icon, a student ID number, and the student's name. The list is as follows:

Ad
103-BALENTERDOĞU
104-BELEDİRCİ
105-BEYOLUCU
106-CEMALİ
107-CEMİL
108-CEMİL
109-CEMİL
110-CEMİL
111-CEMİL
112-CEMİL
113-CEMİL
114-CEMİL
115-CEMİL
116-CEMİL
117-CEMİL
118-CEMİL
119-CEMİL

Şekil 4.1 Öğrenci veritabanı klasörü



Şekil 4.2 Yüz Tespit Sisteminin Akış Diyagramı

Kullanıcı eğer veritabanına yeni öğrenci eklemek isterse uygulamada kamerayı aç butonu ile önce kamerayı açmalıdır. Veritabanına eklemek istediği kişinin fotoğrafını fotoğraf çek butonu yardımıyla çekip veritabanı klasörüne yine öğrenci id ve isim-soyisim formatında kaydetmesi gerekmektedir. Fotoğraf çek butonu kamera aç butonuna tıklanmadığı sürece aktif olmayacaktır. Bu işlemi yaptıktan sonra sırasıyla Yoklama listesi oluştur ve encode butonlarını kullanarak kullanıcı gerekli işlemleri yapmalıdır. Dersi başlat butonu uygulamanın ilk açılışında pasif olarak gelmektedir. Yoklama listesi oluşturulmadan kullanıcı dersi başlatamaz. Her yeni derste bu işlemler tekrarlanıp ders her zaman yeniden başlatılmalıdır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Yüz Tespit Sistemi Uygulaması Arayüzü

Dersi başlat butonu ile Şekil 4.4'te gösterildiği gibi kamera artık veritabanında yüklü yüzleri tanımaya hazırdır. 1. senaryo için veritabanında kayıtlı bir yüz kamera tarafından algılandığı zaman otomatik olarak yüz yeşil renkli bir dikdörtgen ile seçili hale gelir ve kişinin bilgileri csv dosyasına otomatik olarak kaydedilir. Yüz eşleşmesi sağlandığı anda bilgisayara takılı olan Ardiuno karta seri porttan sinyal gelir ve ona bağlı servo motor 90° döner. Buradaki amaç, yüz tanındığı anda kontrol edilecek bir otomatik kapının açılması senaryosudur.

Şekil 4.4 Veritabanından eşleşme sağlanması ve yüzün tanınması durumu

2. senaryo için veritabanında kayıtlı olmayan bir yüz kamera tarafından algılandığı zaman yüz kırmızı renkli bir dikdörtgen ile seçili hale gelir (Şekil 4.5). Seri porta takılı olan Ardiuno karta sinyal gelmeyeceği için servo motor kapalı olarak pozisyonunu korur yani otomatik kapı açılmaz. Böylece uygulamamızdaki 2. senaryo gerçekleşmiş olur.

Şekil 4.5 Veritabanından eşleşme sağlanamaması ve yüzün tanınmaması durumu

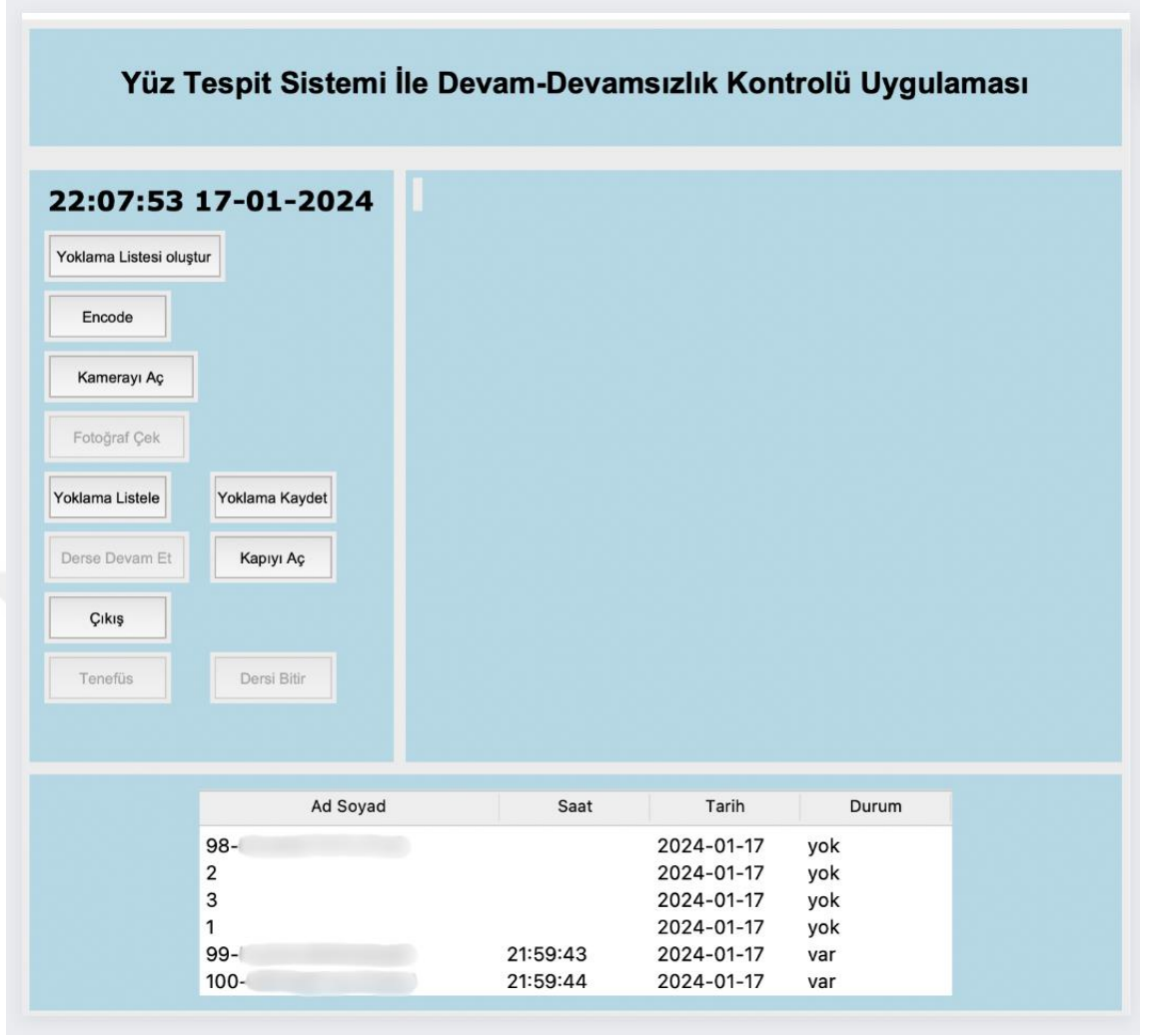
Kullanıcı eğer isterse yoklama alma sırasında klavyeden ESC tuşuna basarak açık olan kamerayı kapatabilmektedir. Daha sonra tekrar isterse derse devam et butonuna tıklayarak yoklamaya kaldığı yerden devam edebilir. Kullanıcı tenffüs ya da derse ara vermek isterse tenffüs butonu ile başlatmış olduğu derse ara vermiş olur. Kontrolün tamamen kullanıcıda olduğu sistemde tekrar derse devam et butonu ile 2. dersin yoklamasında alınmaya başlanır.

Sistemin çalışması sırasında, kamera 1'den fazla yüz algılama tespit ederse ekranda kullanıcıyı uyarıcı bir uyarı çıkacak ve kamera çalışmasını durduracaktır. Böyle bir durumda açık konumda olan otomatik kapı tekrar kapalı konuma geçecektir. Sistemin tekrar çalışabilir hale gelmesi için kullanıcının uyarı mesajını kapatması gerekmektedir (Şekil 4.6).

Şekil 4.6 Sistemin 1’den fazla yüz tespit etmesi durumu

Başka bir senaryo olarak eğer kullanıcı sistemde bir arıza olma durumunda ya da misafir bir kişinin gelmesi durumunda Kapıyı Aç butonunu kullanarak Arduino karta sinyal gönderip servo motoru döndürebilir, böylece otomatik kapı açılmış olur.

Yoklama işleminin tamamen bittiğine emin olunduktan sonra ESC tuşu ile yüz tanıma kamera sisteminden çıkış yapılması sağlanır. Kullanıcının yoklama listesini görebilmesi için dersi bitir butonuna tıklaması gerekmektedir. Aksi takdirde kişilerin kayıt bilgilerini göremez ve kaydedemez. Bu işlem yapıldıktan sonra yoklama listele butonu ile gelen ve gelmeyen kişileri uygulama üzerinde rahatlıkla görebilir. Butona basıldığı anda yeni bir yoklama kaydet isimli buton aktif hale gelmektedir. Artık kullanıcı yoklama listesini CSV dosyası olarak daha sonra kullanmak üzere bilgisayarına kaydeder (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Yoklama listeleme ve kaydetme işlemleri

4.2 Yüz Tanıma ile İlgili Bulgular

Çalışmada Face-recognition kütüphanesinde bulunan iki farklı yüz algılama modelinin (HOG ve CNN) performansları da karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen deneylerde HOG modelinin kameradaki görüntüyü daha hızlı yakaladığı ve kamera frame per second (FPS) hızının daha performanslı çalıştığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Çizelge 4.1’de görüntü yakalama hızı ve FPS hızları gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Görüntü yakalama performans sonuçları

Model İsmi	Görüntü Yakalama Hızı (sn)	FPS Değeri
HOG	0.0099	15
CNN	0.0811	7

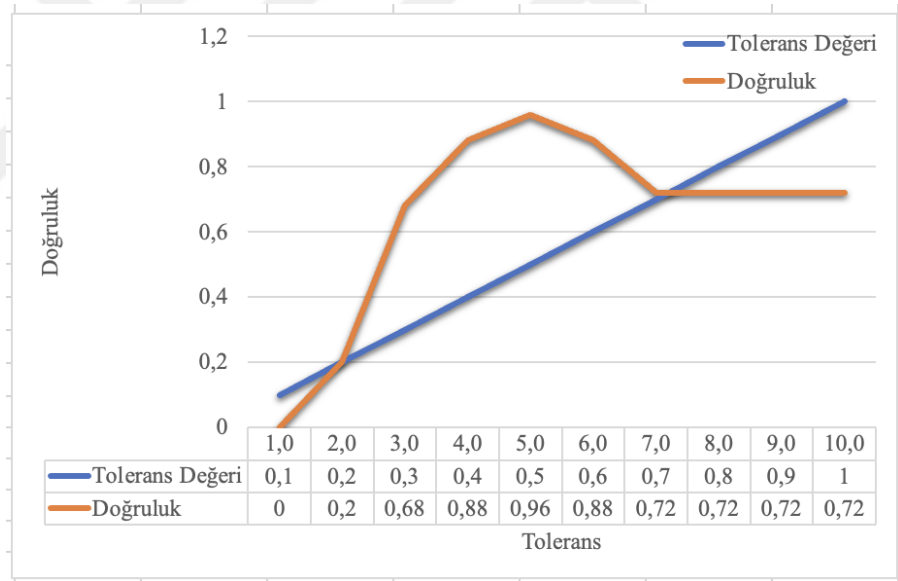
Geliştirilen uygulamadaki yüz tanıma başarısının ölçülmesi amacıyla gerçek kişilerin fotoğraflarının olduğu bir veritabanı kullanılmıştır. Bu amaçla veritabanındaki 25 kişinin her birinin video görüntülerinden çıkarılan yüz fotoğrafları yüz tanıma modelinin oluşturulması aşamasında kullanılmak üzere etiketlenerek kaydedilmiştir (Anonymous 2023).

Dlib'in derin öğrenme metodlarıyla oluşturulan face recognition modelinde etiketlenen fotoğraflar encode edilmiş ve tasarlanan sistem üzerinde yüz tanıma gerçekleştirilmiştir. Modelin doğruluğu Labeled Faces in the wild'de %99.38 olarak gerçekleşmiştir. Bu veri seti, çeşitli insanların yüzlerini içeren gerçek dünya görüntülerinden oluşmaktadır ve bu yüzlerin çoğu internetten toplanmıştır. Yüz tanıma algoritmalarını eğitmek, test etmek ve karşılaştırmak için sıklıkla kullanılan bu veri seti, farklı yüzlerin farklı poz, aydınlatma ve ifadelerle çekilmiş binlerce resmini içermektedir (Geitgey 2023).

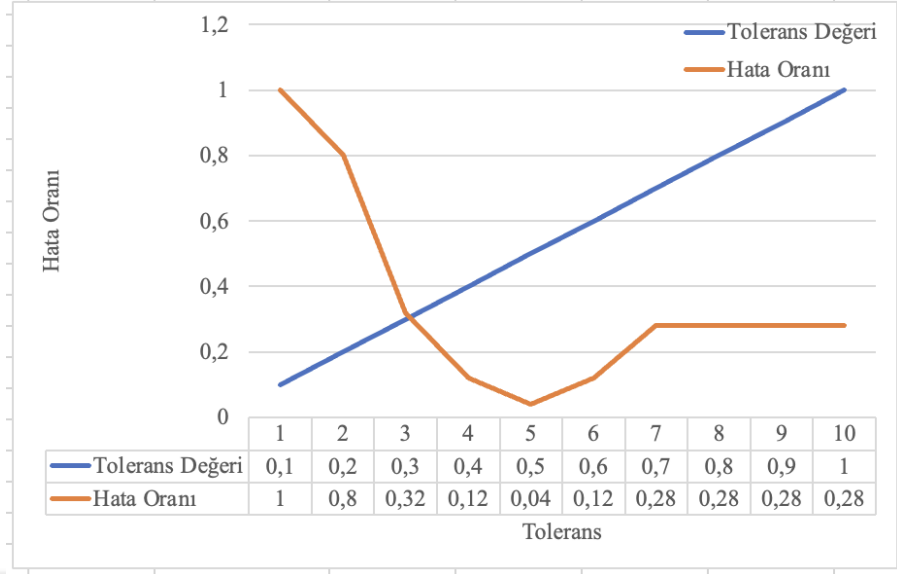
Sistemin tasarımında, yüz karşılaştırma aşamasında kullanılan tolerans değeri, 0 ile 1 arasında değişen değerler alır. Bu değer 0'a yaklaştıkça sistem daha katı bir karşılaştırma yapmaktadır. 1'e yaklaştıkça da daha yumuşak bir karşılaştırma yapmaktadır. Çizelge 4.2'de tolerans değerlerine göre doğruluk oranları gösterilmektedir.

Çizelge 4.2 Uygulamanın yüz tanıma kısmının başarısı

Tolerans Değeri	Tanınan Yüz Sayısı	Tanınmayan Yüz Sayısı	Yanlış Tanınan Yüz Sayısı	Doğruluk	Hata Oranı
0.1	0	25	0	0	1
0.2	6	19	1	0.20	0.80
0.3	18	7	1	0.68	0.32
0.4	24	1	2	0.88	0.12
0.5	25	0	1	0.96	0.04
0.6	25	0	3	0.88	0.12
0.7	25	0	7	0.72	0.28
0.8	25	0	7	0.72	0.28
0.9	25	0	7	0.72	0.28
1	25	0	7	0.72	0.28



Şekil 4.8 Tolerans Değeri ve Doğruluk Sonuçları



Şekil 4.9 Tolerans Değeri ve Hata Oranı Sonuçları

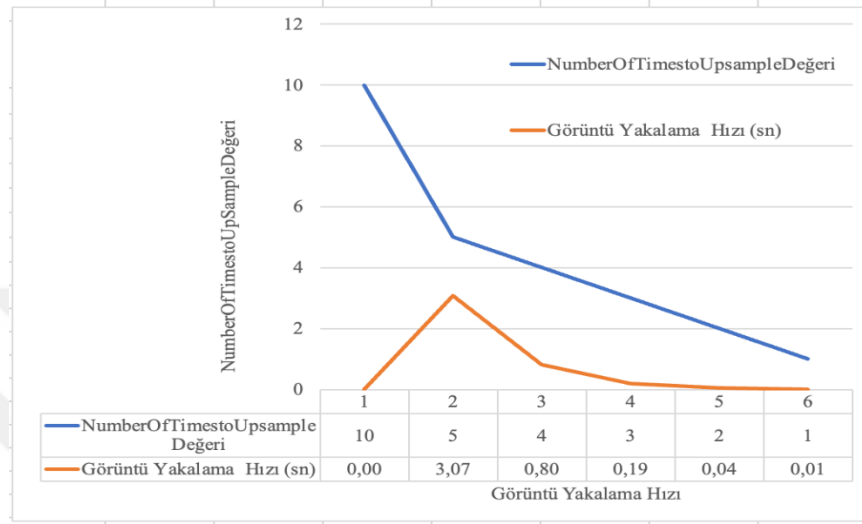
Uygulamada daha küçük yüzlerin tespit edilmesi ve sistemin daha kararlı çalışması için number_of_times_to_upsample özelliği 1-100 arası değerler ile denenmiştir. Çizelge 4.3’de bu değerler sonucunda görüntü yakalama hızı ve kameranın FPS değeri gösterilmektedir.

Çizelge 4.3 Sistemin number_of_times_to_upsample başarı oranları

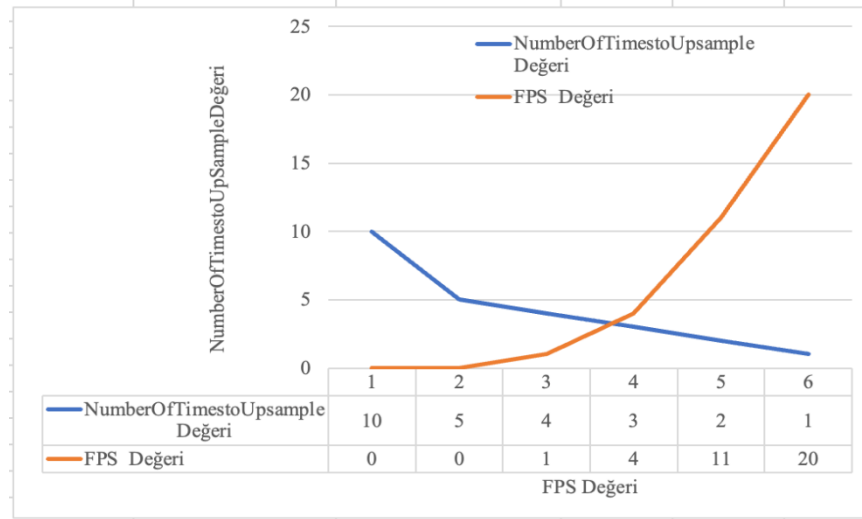
NumberOfTimesToUpsampleDeğeri	Görüntü Yakalama Hızı (sn)	FPS Değeri
10	0	0
5	3.07	0
4	0.8	1
3	0.19	4
2	0.04	11
1	0.01	20

Tez çalışmasında yapılan denemelerde çizelge 4.2’e göre tolerans değeri 0.5 iken en yüksek doğruluk değeri 0.96 olarak belirlenmiştir. Tolerans değeri azaldıkça yüz tanıma sayısı azalmış ve doğruluk oldukça düşmüştür. Tolerans değerinin 1’e yaklaşması ile de yanlış yüz tanıma sayısı artmış ve yine doğruluk oranı düşmüştür. Geitgey (2023)’e göre modelin yüz tanımadaki başarı oranı olan %99.38’e 0.5 tolerans değeri ile yaklaşılmıştır.

Çizelge 4.3'e göre yapılan denemelerde daha küçük yüzlerin tespit edilmesi ve sistemin daha kararlı çalışması için *number_of_times_to_upsample* özelliğine 1-10 arasında farklı değerler verilmiştir. Sistemin en kararlı ve yüksek performansla çalışması bu değerlerin 1'e yaklaşması ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.10 NumberOfTimesUpsample Değeri-Görüntü Yakalama Hızı ve Sonuçları



Şekil 4.11 NumberOfTimesUpsample Değeri ve FPS Değeri Sonuçları

Yapılan çalışmada servo motorun bazı durumlarda kararsız çalıştığı gözlemlenmiştir. Bunun nedenleri arasında şunlar sıralanabilir.

Zamanlama Problemi: Arduino, bir komut aldıktan sonra belirli bir süre boyunca beklerken, yeni bir komut alamayabilir. Biz çalışmamızda yüz algılanıp algılanmadığını sık sık kontrol ettiğimiz için ve bu sırada ardışık komutlar gönderdiğimizden dolayı, bu durum motorun düzensiz çalışmasına sebep olabilmektedir.

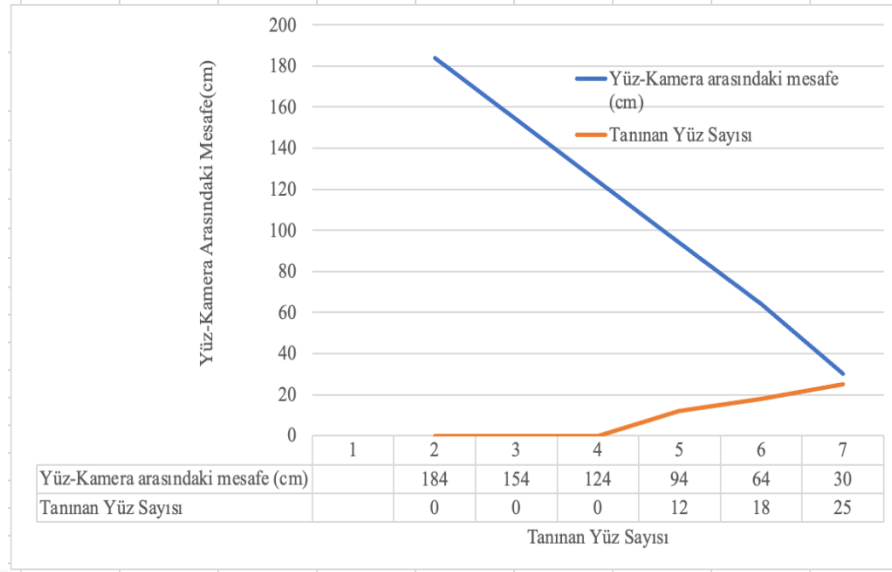
Gecikmeler: Python ile Arduino arasındaki seri iletişimde bazen gecikmeler olabilmektedir. Seri iletişimde zaman zaman gecikmeler yaşanabilir ve bu da komutların düzgün bir şekilde işlenmesini engelleyebilmektedir.

Besleme Sorunları: Servo motorun yeterli güç ve beslemesi olmaması durumunda da düzensiz çalışabilmektedir. Arduino beslemesi bilgisayarın Type C portundan Evrensel Seri Veriyolu (Universal Serial Bus – USB) çevirici ile yapılmaktadır. Bu da bazen gerilimin düşmesine neden olmaktadır.

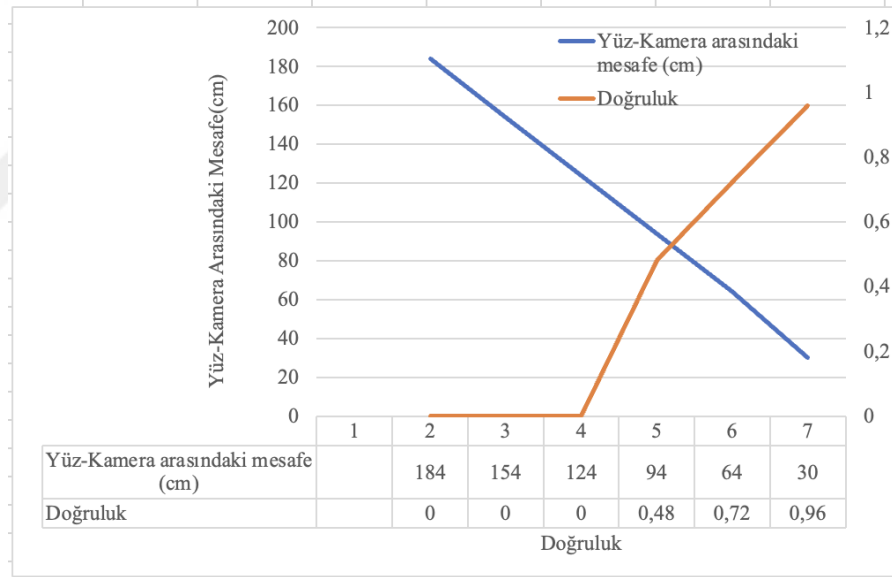
Geliştirilen sistemde yüzün kameraya olan mesafesi ile yüz tanıma başarısı denenmiştir. Çizelge 4.4’te görüntü yakala hızı ve yüz tanıma başarı oranı gösterilmektedir.

Çizelge 4.4 Yüz-kamera arasındaki mesafe ve başarı oranları

Yüz-Kamera arasındaki mesafe (cm)	Tanınan Yüz Sayısı	Tanınmayan Yüz Sayısı	Yanlış Tanınan Yüz Sayısı	Doğruluk
184	0	25	0	0
154	0	25	0	0
124	0	25	0	0
94	12	13	0	0.48
64	18	7	0	0.72
30	25	0	1	0.96



Şekil 4.12 Yüz-Kamera Arasındaki Mesafe ve Doğru Tanınan Yüz Sayısı Oranları



Şekil 4.13 Yüz-Kamera Arasındaki Mesafe ve Doğruluk Oranları

Yüz ve kamera arasındaki mesafeye göre yapılan denemelerde mesafe arttıkça kamera yüz yakalama işlemini başarılı bir şekilde yapabilmektedir. Fakat yüz tanıma işlemi gerçekleşmemektedir. Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere mesafe azaldıkça yüz tanıma doğruluk oranı 0.96 değeri ile en yüksek başarı oranını yakalamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pek çok farklı disiplinle birlikte kullanılmaya başlayan yapay zekâ teknolojileri günümüzde eğitim öğretim ortamlarında da kullanılmaya başlanmıştır. Eğitim ortamlarının otomatikleştirilmiş sistemlerle donatılması da bu kullanım amaçlarından bir tanesidir. Otomatik olarak sınıf yoklama sistemlerine örnek teşkil etmesi ve önünü açması açısından bu çalışmada, test aşamasında, eğitim kurumlarında bir yüz tanıma ve yoklama sistemi geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada kurulan sistem, veri kümesi içerisindeki yüzleri doğru tespit ederek sınıf listesinde yer alan isimlerin devam devamsızlığını veri tabanına başarılı bir şekilde kaydetmiştir. Bunun yanı sıra yapılan bu uygulama farklı modeller kullanılarak denenebilir ve performans artışları sağlanabilir. Bu çalışma, gerçek zamanlı bir uygulamayı kullanarak bir adım ileriye taşımak için sunulan yüz tanıma sistemini anlamaya ve onu uygulamaya yardımcı olmuştur.

Bu çalışmanın gelecekte gerçek hayata uygulanması ve eğitim kurumlarında kullanılması hedeflenmektedir. Tasarlanan sistemde başarılı yüz tanımlar ile öğrencilerin sınıfa giriş çıkışları otomatik olarak takip edilebilir. Manuel olarak yapılan yoklamalara göre daha hızlı ve verimli bir süreç yönetimi planlamasına imkân sunacaktır. Öğretmenlerin zamanı daha verimli olarak kullanmasını sağlayıp ders materyallerine odaklanmalarında onlara daha fazla zaman kalacaktır. Bu da eğitim kalitesini artıracak ve daha donanımlı bireyler yetiştirmeye olanak sağlayacaktır.

Tasarlanan sistemde öğrencilerin devam durumları takip edileceği için belirli dönemlerde devamsızlık yapma eğilimlerini anlamada öğretmenin veri toplamasına yardımcı olacaktır. Böylece eğitim ortamlarının iyileştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

Yapılan çalışma bazı eğitim ortamlarında belirli alanlara girişleri sınırlandırabilir ve güvenlik amacıyla kullanılabilir. Bu tür teknolojilerin kullanımıyla ilgili etik konuların dikkate alınması, öğrenci izni ve gizliliğinin korunması son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2021. Web sitesi. <https://thinktech.stm.com.tr/tr/yuz-tanima-sistemlerinin-bugunu-ve-gelecegi>. Erişim Tarihi: 05.01.2024
- Anonymous, 2022. Web sitesi. <https://opencv.org/about/>. Erişim Tarihi: 15.07.2023
- Anonymous, 2023. Web sitesi. https://github.com/ageitgey/face_recognition. Erişim Tarihi: 20.03.2024
- Anonymous, 2023. Web sitesi. <https://www.kaggle.com/datasets/trainingdatapro/anti-spoofing-live/>. Erişim Tarihi: 17.02.2024
- Bakshi, N., and Vibha, P. 2017. Face Recognition System for Access Control using Principal Component Analysis. International Conference on Intelligent Communication and Computational Techniques. Jaipur: Manipal University, 6: 145-150.
- Baydemir, T. 2021. Yüz Tanıma Teknolojisi ve Etik Değerlendirmeler. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 44: 47-48.
- Bilek, C. ve Barış, B. 2016. Yüz Takip Sistemi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, 26 sayfa, Karabük
- Eldem, A., Eldem, H., Palalı, A. 2017. Görüntü İşleme Teknikleriyle Yüz Algılama Sistemi Geliştirme. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 6(2): 44-48.
- Güldalı, O. 2021. Deep Feature Transfer From Deep Learning Models Into Machine Learning Algorithms To Classify Covid-19 From Chest X-Ray Images. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 58 sayfa, İstanbul
- Geitgey, 2023. Web sitesi. <https://face-recognition.readthedocs.io/en/latest/readme.html>. Erişim Tarihi: 11.02.2024
- Grayson, J. E. 2000. Python and Tkinter Programming, Manning, 658 sayfa, Greenwich.
- Hassan, M. S. 2014. Development Of A Face Recognition System For E-Government In Iraq. Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi, 52 sayfa, Ankara.
- İlkbahar, F., Ünal, Ş., Karakaya, A. T. ve Eren, B. 2021. Akıllı Ev Sistemleri Üzerine Bir Model Önerisi. Bilişim Teknolojileri Online Dergisi, 12(45): 90-104.
- Ünal, F. Z. 2017. Derin Öğrenme İle Yüz Tanıma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 79 sayfa, Ankara.

- Jasim, A. A. 2021. Birkaç Transfer Öğrenme Ve Sınıflandırma Teknikleri Kullanarak Etkin Bir Yüz Tanıma Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Altınbaş Üniversitesi, 33 sayfa, İstanbul.
- Kılıç, B. 2019. Konvolüsyon Sinir Ağlarında Transfer Öğrenmesi Yöntemi İle Araç Modellerinin Sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, 49 sayfa, Mersin.
- Kaplan, A. 2018. Gerçek Ve Yarı Gerçek Zamanlı Yüz Tespit Etme. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, 50 sayfa, Elazığ
- Kapse, A. and Tejas, K. 2022. Face recognition Attendance system using HOG and CNN algorithm. ITM Web of Conferences, 44(8): 2-7.
- King, D. E. 2023. Web Sitesi. <https://github.com/davisking/dlib>. Erişim Tarihi: 11.01.2024
- Marqu'es, I. 2010. Face Recognition Algorithms. Yüksek Lisans Tezi, Universidad del Pais Vasco, 55 sayfa, İspanya.
- Nasir, J., Azhar, A. R. & Kosuke, M. 2019. Design of Door Security System Based on Face Recognition with Arduino. International Journal On Informatics Visualization, 3(2): 127-131.
- N-Yo, S. A. 2018. Derin Öğrenme Tekniklerini Kullanarak Gerçek Zamanlı Yüz Tanıma Sisteminin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, 55 sayfa, Gaziantep.
- Pişkin, M. 2018. Web sitesi. <https://mesutpiskin.com/blog/dlib-ile-makine-ogrenimi-ve-goruntu-isleme-1-giris.html>. Erişim Tarihi: 12.08.2023
- Rashid, E. 2018. Raspberry P1 İle Gerçek Zamanlı Yüz Tanıma Ve Kontrol Sistemi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, 74 sayfa, Konya.
- Sarıyıldız, S. Ö. ve Demirhan, A. 2021. Görüntü İşleme Teknikleri Ve Robot Kol İle Nesnelere Kategorilerine Ayırma. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 26(2): 547-555.
- Savaş, S. 2021. Artificial Intelligence and Innovative Applications in Education. The Case of Turkey. Journal of Information Systems and Management Research, 3(1): 14-26.

- Savaş, B. K., Becerikli, Y. ve İlkin, S. 2016. Haar Ardışık Sınıflandırıcı Kullanılarak Yüz Tespiti ile Mekanlardaki Doluluk Tespitinin Gerçeklenmesi. Signal Processing and Communication Application Conference (SIU), 8: 2-5.
- Sağlam, A., Taş, M. ve Akhan, N. B. 2020. Geri Dönüştürülebilir Atıkların Materyallerine Göre Sınıflandırılması için Raspberry Pi Tabanlı Donanım Geliştirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1: 30-38.
- Serengil, S. 2020. Web sitesi. <https://sefiks.com/2020/07/11/face-recognition-with-dlib-in-python/>. Erişim Tarihi: 19.03.2024
- Sokullu, R., Akın, Ö. ve Aslan, E. 2021. Face Recognition Based Multifunction IoT Smart Mailbox. Journal of Emerging Computer Technologies, 1(2): 34-37.
- Solegaonkar, V. K. 2019. Web sitesi. <https://medium.com/codex/face-recognition-25f7421a2268>. Erişim Tarihi: 23.04.2024
- Şahin, Ö. 2021. Akıllı Yüz Tanıma Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, 46 sayfa, İstanbul.
- Tanrıverdi, M. 2017. Yüz Bulma Ve Tanıma Tabanlı Otomatik Sınıf Yoklama Yönetim Sistemi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 55 sayfa, Ankara.
- Tolba, A., El-Harby, A. and El-Baz, A. 2005. Face Recognition: A Literature Review. International Journal of Signal Processing, 11(4): 88-89.
- Uçar, M. U. 2019. Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme İle Sınıf Ortamındaki Öğrencilerin Tanınması Ve Dikkat Dağınıklıklarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, 75 sayfa, Hatay.
- Uzman, 2023. Web sitesi. <https://forum.modartpc.com/konu/tkinter-nedir.3554/>. Erişim Tarihi: 07.02.2024
- Yılmaz, A. G., Gedikli, E. ve Alhori, O. 2023. Yüz Görüntülerine Morflemeye Dayalı Maske Giydirme ve Maskeli Yüz Tanıma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 27(1): 12-16.
- Yang, M. and Kriegman, D. 2002. Detecting Faces in Images: A Survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 24(1): 35-39.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Hüdaverdi DEMİR

Eğitim

Yüksek Lisans Çankırı Karatekin Üniversitesi 2021-2024
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Lisans Eskişehir Osmangazi Üniversitesi 2013-2015
Mühendislik Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

İş Deneyimi

Yıl	Kurum	Görev
2010-Halen	MEB, Yenikent Ahmet Çiçek MTAL	Uzman Öğretmen

Akademik Aktiviteler

Class Attendance System In Education With Deep Learning Method - International LET-IN 2022 Conference – 6 Ekim 2022