



Gerçek Zamanlı Yüz Tespit Etme  
Ve  
Arduino Kartı İle Haberleşme

Yazılım Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Dönem Projesi

Onur Kuntay KARAKAYA

Y230234285

Proje Danışmanı: Doç. Dr. Vahide BULUT

**Haziran 2024**



## ÖZET

Son yıllarda, görüntülerde insan yüzünün algılanması araştırmacılar için ilgi çekici hale gelmiştir. Artan bu ilginin arkasındaki sebeplerden biri daha hızlı, gelişmiş ve havaalanlarında, stadyumlarda, hastanelerde ve fabrikalarda güvenliğin sağlanması için daha emniyetli bir düzen ihtiyacıdır. Hızlı ve etkin bir araç olan bilgisayarlar ile yüz algılama ve yüzün yerinin belirlenmesini kullanan birçok uygulama, hayatın zaruri bir parçası olmuştur.

Bu çalışmada, görüntü işleme teknikleri ve yüz bulma için Haar-Cascades Sınıflandırıcısı kullanılarak bir görüntünün yüz içerip içermediğinin tespiti, resim üzerinde yüz yerlerini saptama işlemleri gerekleştirilmiştir. Bu teknikler uygulanırken açık kaynaklı kütüphane (open source library - OpenCv) aracından yararlanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüz tanıma, Haar-Cascade Sınıflandırıcısı, OpenCV, Görüntü İşleme

## **SUMMARY**

### **FACE DETECTION ON REAL TIME**

Human face detection in images has gained much interest in recent years, for the researchers. One of the reasons behind this increased interest is the need for faster, advance and more reliable tool to provide security at airports, stadiums, hospitals and factories. With computers as a powerful and fast tool, many applications that use face detection and localization are becoming an essential part of our life.

In that study, it is carried out to confirm the image that includes a face or not by using technique of image processing and Haar-Cascades Classifier for face detection, to find face places on the picture. When performing this methods, utilized from open source library (OpenCv).

**Keywords :** Face Detection, Haar-Cascade Classifier, OpenCV, Image Processing

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET .....	V
SUMMARY .....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	VII
TABLOLAR LİSTESİ .....	VIII
SEMBOLLER LİSTESİ .....	IX
KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yüz Algılama Sistemi .....	2
1.2. Yüz Özellikleri .....	4
1.3. Yüz Algılama Verimini Etkileyen Faktörler .....	5
1.4. Projenin İçeriği .....	6
1.5. Projenin Amacı .....	6
2. YÜZ ALGILAMA YÖNTEMLERİ.....	7
2.1. Bilgi Tabanlı Yöntemler.....	7
2.2. Öznitelik Tabanlı Yöntemler .....	8
2.3. Şablon Eşleştirme Yöntemler .....	9
2.4. Görüntü Tabanlı Yöntemler.....	9
2.4.1. Doğrusal Alt Uzay Metodları. ....	10
2.4.2. İstatiksel Yaklaşımlar.....	10
2.4.3. Yapay Sinir Ağları.....	10
2.4.4. AdaBoost. ....	11
2.5. Yüz Algılama Sistemlerinde Genel Yaklaşım .....	14
3. Arduino.....	20
3.1. Arduino Kullanım Avantajları.....	21
3.2. Arduino Uno.....	21
3.2.1 Uno Kartının Pinleri Ve Fonksiyonları .....	21
3.3 Servo Motor .....	22
3.3.1 Temel Prensip .....	24

<b>3.3.2 Servo Motor Çalışması .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3.3 Servo Motorun Genel Özellikleri .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 Dc Servo Motor .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.1 Dc Servo Motor Çalışma Prensibi .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5 Ac Servo Motor .....</b>	<b>27</b>
<b>3.5.1 Ac Servo Motor Özellikleri .....</b>	<b>27</b>
<b>3.6 Geri Beslemeli Ve Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi .....</b>	<b>27</b>
<b>4. Materyel Ve Yöntem .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1. Giriş .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2. Face Recognition.....</b>	<b>29</b>
<b>5. Uygulama .....</b>	<b>38</b>
<b>5.1 Uygulama İçin Kullanılan Yazılım Ve Kütüphaneler.....</b>	<b>31</b>
<b>5.2 Proje Uygulamaları .....</b>	<b>31</b>
<b>6. Sonuç .....</b>	<b>35</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>36</b>

# ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Yüze ait bazı özelliklerin çıkartılması ve karşılaştırılması ile yüz tespiti.....	2
Şekil 2. Genel yüz algılama sisteminin temel birimleri.....	3
Şekil 3. Yüz metrik dataları .....	4
Şekil 4. Adaboost sınıflama örneği.....	11
Şekil 5. AdaBoost sınıflandırıcısı .....	12
Şekil 6. Servo Motor Yapısı .....	22
Şekil 7. Temel Konfigürasyon.....	24
Şekil 8. Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi.....	25
Şekil 9. Yüz Tanıma Algoritmalarının Sıralaması .....	25
Şekil 10. Tanımlı Kişi Resmi .....	27
Şekil 11. Python Kod Örneği.....	27
Şekil 12. Tanımlı Kişi.....	28
Şekil 13. Tanımsız Kişi .....	30
Şekil 14. Arduino İle Servo Motor Kontrol Yan Görünüş .....	31
Şekil 15. Arduino İle Servo Motor Kontrol Üst Görünüş .....	32

## TABLÖLÄR LİSTESİ

Tablo 1. Yüz Tespit yaklaşımlarının kıyaslanması.....	13
Tablo 2. Haar-Cascade Sınıflandırıcı'da kullanılan Haar öznitelikleri .....	22



## SEMBOLLER LİSTESİ

$f_{m,i}$  : 2-boyutlu integrallerin ağırlıklı toplamı

$a_{m,i}$  :  $i$ . öznitelik çıkarıcı

$Q_{m,i}$  :  $i$ . öznitelik çıkarıcı

$\theta_{m,i}$  :  $m$ . sınıflandırıcı için karar eşiği

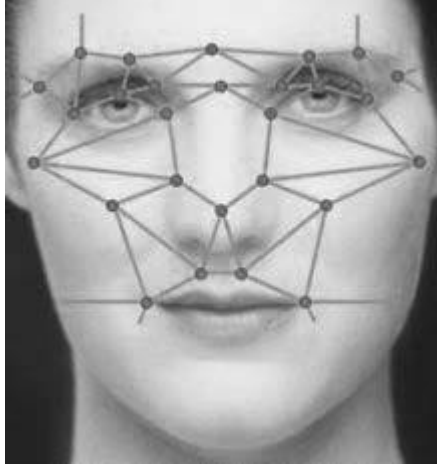
## KISALTMALAR

<b>RGB</b>	: Red, Green, Blue
<b>HSV</b>	: Hue, Saturation ve Value
<b>DAA</b>	: Doğrusal Ayırma Analizi
<b>FA</b>	: Faktör Analizi
<b>TBA</b>	: Temel Bileşen Analizi
<b>LBP</b>	: Local Binary Pattern
<b>SVM</b>	: Support Vektor Machine
<b>GST</b>	: Generalized Symmetry Transform
<b>FMSD</b>	: Fuzzy Maximum Scatter Difference
<b>MSD</b>	: Maximum Scatter Difference
<b>SAT</b>	: Sum Area Table
<b>KNN</b>	: K-Nearest Neighbor
<b>HOG</b>	: Histogram of Oriented Gradient
<b>PLBP</b>	: Principal Local Binary Pattern
<b>LBP</b>	: Local Binary Pattern
<b>DCT</b>	: Discrete Cosine Transform
<b>YSA</b>	: Yapay Sinir Ağları
<b>GMM</b>	: Gizli Markov Modeli
<b>NBS</b>	: Naive Bayes Sınıflandırıcısı

## 1.GİRİŞ

İnsan tanıma ve kimliklendirme günümüzün gelişen toplum ve teknolojiyle önem kazanmış ve önemli bir bilgi sistemi haline gelmiştir. İnsan beyninin aşamalı öğrenme sistemi yapay sinir ağlarında da denenmiş, yüz tespitinde başarıyla kullanılmıştır [1]. Çalışmacılar özetledikleri makalelerde araştırmacıları uyarıyorlar: "Yüz tespit algoritmaları ve sistemleri tasarlayanlar psikofiziksel ve nörofizyolojik bulgulardan haberdar olmalı, ama sadece pratik anlamda işe yarayacak olanları modellerinde kullanmalıdırlar" [2]. Kişi tanıma; bir kişinin fiziksel karakteristikleri veya kişisel özellikleri kullanılarak otomatik olarak kimliğinin belirlenmesi veya doğrulanması işlemidir. Bu işlemin otomatik olması kullanıcının sisteme ya çok az müdahale etmesi ya da hiç müdahale etmemesi anlamına gelir, temel olarak o kişiye ait yüz, el şekli, parmak izi, retina, DNA ve ses ana başlıkları altında sayılan biyometrik özellikler kullanılarak yapılabilir. Yüz tespit sistemleriyle tutarlı olma iddiası taşıyan ilk yüz tespit modeli Turk ve Pentland'ın özyüz (eigenface) modelidir [3]. Diğer bir yaklaşım da elastik çizge (elastic graph) modelidir [4]. Bu modelde Gabor dalgacıkları ile yüzlerden yüz hatları çıkartılmak suretiyle tespit yapılır. Ramasubramanian ve Venkatesh yüz imgelerine DCT uygulamışlardır [5]. Özellikle biyometrik tabanlı kimliklendirme sivil toplumda veya yasal düzenleme bulunan alanlarda kullanılır. Ama yüz algılamada bu özellikleri ne şekilde dağıldığı, hangisinin alta, hangisinin üstte olduğu, yani özelliklerin yapılandırılması, özelliklerin kendisinden daha önemli bir bilgidir [6]. İnsanın görsel olarak karşısındakini tanımada kullandığı en yaygın yöntem, yüz tanıma, günümüzde en çok kabul gören biyometrik tabanlı tanımlamadır. Bu nedenle yüz tespit her dönemde güncelliğini korumuş ve üzerinde fazla sayıda çalışma yapılan bir konu olmuştur. Fakat öte yandan "Bu kadarcık yüz görerek yüzleri böylesine iyi tanımak mümkün değildir, yüz tanıma doğuştan var olan, kendine has bir sistem tarafından gerçekleştirilir" diyen bir grup var. Bu gruba göre yüz tespit Jerry Fodor'un zihnin modülleri olarak adlandırdığı izole fonksiyonlardan biri [7]. Geçmişten günümüze insan yüz tespit alanında ciddi gelişmeler olmuştur. Bu sebeptendir ki özellikle fiziksel güvenliğin kontrolün olduğu havaalanlarında, bankacılıkta, güvenlik kuvvetlerinin yapmış olduğu çalışmalarda kullanım alanı geniştir. Gelişen yöntem ve teknikler paralelinde diğer alanlarda da kullanım alanı yaygınlaşacaktır. Dahası ülkedeki birçok kamera vasıtasıyla otomatik yüz tespit işlemi film karelerinden çıkıp gerçek dünyada da yaygın kullanımı olacaktır.

Gelişim açısından bakılınca yüz tespit aşama aşama öğrenilen, her aşamada bir önceki aşamada kullanılan görüntülere yeni fonksiyonların eklendiği karmaşık bir sistem gerektiren bir problemdir [8]. Örneğin yaygın olan parmak izi tanımda deneğin hassas bir şekilde alınmış parmak izi ya da iris tanıma için deneğin yüksek çözünürlüklü bir kamerada yakın mesafeden göz resimleri gerekir. Ayrıca diğer biyometrik tanımla sistemlerinin kişilik haklarını ihlal etmesi (parmak izi vs.) ve bazı biyometrik izlerin alınması kanunla saklı tutulmuş gerekli mahkeme kararı ve yasal zorunluluklar durumunda kayıtları alınabilmektedir. Bu sayılan sebepler dolayısıyla yüz biyometrisi çalışmaları daha bir önem kazanır [9].



**Şekil 1:** Yüze ait bazı özelliklerin çıkartılması ve karşılaştırılması ile yüz tespiti

## 1.1 Yüz Algılama Sistemi

Bir yüz algılama sistemi, görüntü bilgisinden belirli özellik dizisini süzen, bu özellik dizisini diğer özellik dizileriyle karşılaştıran ve bu karşılaştırma sonucuna dayanarak karar verme kuralına göre yürüten bir yapıya sahiptir. Tipik bir yüz algılama sistemi şekil 1.2’de görülmektedir. Altı birimden oluşan sistem içeriğinde: veri edinim birimi, alt ölçeklendirme birimi, ön işleme birimi, özellik çıkarım birimi, sınıflandırma birimi ve çözümleme birimi yer almaktadır. Bu birimlerin her biri aşağıda açıklanmıştır:

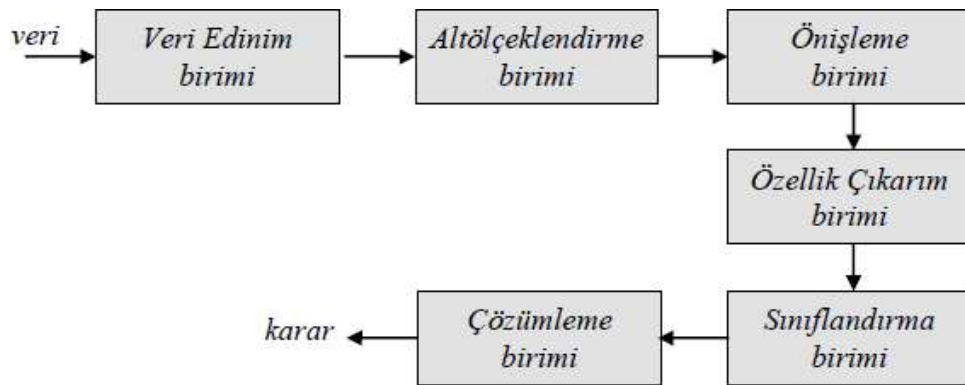
*Veri Edinim Birimi:* Bir görüntünün ham bilgisinin uygun bir kamera veya tarayıcı ile elde edilmesi gerekir. Veri edinim birimi insan makine arayüzünü tanımlar, bundan

dolayı, yüz algılama sisteminin performansı için çok önemlidir. Kullanılan kameranın teknik özellikleri de edinilen veri kalitesi açısından çok önemlidir.

*Alt ölçeklendirme Birimi:* Resim çokça yüz içerebilir. Bu yüzler farklı boyutlarda ve farklı uzaklıkta olabilir. Bu nedenle orijinal resmin alt örnekleme yapılmış bir sürümü oluşturulur ve değişik boyuttaki diğer resimleri algılamak için ayrı olarak işlem yapılır.

*Ön işleme Birimi:* Sistem tarafından ele edilen verinin kalitesi istenilen düzeyde olmayabilir. Bunun için, sonraki işlemler için uygunluğunu tanımlamak için ilk olarak hesaplama yapılır. Buna ek olarak, elde edilen veri kalitesini artırmak için bir sinyal iyileştirici uygulanır. Bazı ön işleme yöntemleri şunlardır:

- **Aydınlanma Normalleştirme:** Bu ön işleme, görüntü tanıma tabanlı sistemler için spesifik bir işlemdir. Bu yöntemin amacı, gözlemlenen resmin farklı alanlarda yakalandığında aydınlanma etkilerini azaltmaktır.
- **Histogram Eşitleme:** Resmin her katmanında eşit sayıda piksel içermesi için yapılan işleme histogram denkleştirme adı verilir.
- **Ortanca Süzme:** Bu yöntem basit ve çok etkili bir şekilde gürültü giderme işlemidir. Normal olarak görüntüdeki gürültüyü azaltmak için kullanılır.
- **Yüksek-geçirgen Süzgeçleme:** Yüksek geçirgen süzgeçleme, görüntüdeki düşük frekanslı bileşenlerini yüksek frekans gradyanları etkilemeden ortadan kaldırır [10].

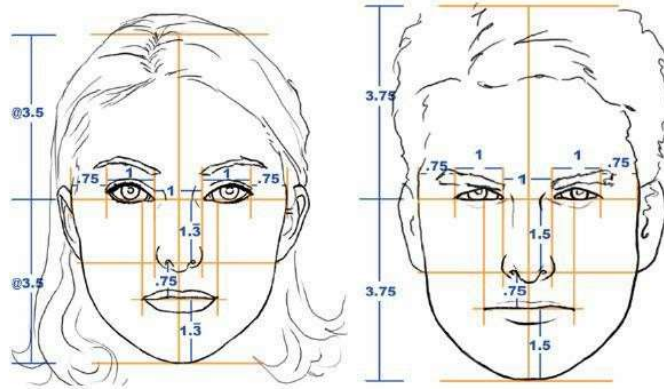


**Şekil 2:** Genel yüz algılama sisteminin temel birimleri

## 1.2 Yüz Özellikleri

Vücut oranlarında olduğu gibi insan yüzünde de tespit edilmiş belirli oranlar vardır. İnsan yüzünde yer alan bazı oranlar şöyledir [11]:

- Yüz uzunluğu / Yüzün eni,
- Kaşların ve dudak bütünleşim yeri arası / Burun uzunluğu,
- Yüzün uzunluğu / Kaşların ve çene ucu bütünleşim yeri arası,
- Ağız uzunluğu / Burun eni,
- Burun eni / Burun delikleri arası
- Göz bebekleri arası / Kaşlar arası



**Şekil 3:** Yüz metrik dataları

Yüz ile beraber insan kafasına ait bazı oranlar ise;

- Gözler kafa uzunluğunu tam ortasında bulunur.
- Burun, ağız ve çenenin eni neredeyse aynıdır.
- Bir gözün eni yüz eninin 0.4 katı kadardır.
- İki göz arasındaki mesafe bir gözün uzunluğu kadardır.

İnsan yüzündeki özellik noktalarının bulunması göz bebeğinin belirlenmesiyle gerçekleştirilir. Yüz hatlarının bulunmasında belirlenmiş oranları aşağıdaki gibidir(Şekil 1.3) [12];

- Kafa uzunluğu erkeklerde 7.5 kadınlarda birim 7 birim olarak hesaplanmıştır.
- Göz kısmı kafa uzunluğunun yaklaşık olarak yarısı uzunluğunda konumlanmıştır.
- Kafa eni erkeklerde ve kadınlarda 4.5 birim olarak hesaplanmıştır.

- Burnun ve gözlerin eni 1 birim ölçüsündedir.
- Çene ve dudak arası uzunluğu erkeklerde 1.5, kadınlarda ise 1.3 birim uzunluğundadır [13].

### 1.3 Yüz Algılama Verimini Etkileyen Faktörler

Yüze ait öz nitelikler, yüz görüntüsünün görünümünü düzelden faktörlere karşı değişmez özellikte olmalıdır. Bu farklılıklar aşağıdaki faktörler ile ifade edilebilir.

- *Duruş Farklılıkları:* Kameranın duruşu değişkenlik gösterdiği için, yüz görüntüsü aşağıdaki etkilere bağlı olarak değişebilir: a) izdüşümsel bozulma (yayılp genişlemeye ve yüzün bir bölümünün yanında küçük kalmaya sebep olur) ve b) yüzün bir bölümünün kapanması. Eğer yüzleri sadece bir bakış açısından görürsek, genellikle diğer açılardan algılanmaları zor olur.
- *Aydınlanma:* Poz değişikliği ile birlikte aydınlanma farklılıkları kaçınılmazdır. Gün içinde ortamın ışık yoğunluğu bina içi ve dışında değişiklik göstermektedir. Yüzün 3 boyutlu formuna bağlı olarak, doğrudan uygulanan aydınlatma kaynağı yüze ait belirli bazı özelliklerin vurgulanmasına veya belirginliğinin azalmasına sebep olan koyu gölgeleri oluşturabilir. Bu durum insanlar için problem teşkil etmezken, bilgisayar açısından büyük sorunlara sebep olabilir.
- *Yüz Gösterimi:* Yüz değişmez bir nesne değildir. Duygulanma sonucunda yüzde oluşan ifade ve konuşurken oluşan mimikler yüz görüntüsünde büyük değişikliklere sebep olabilmektedir. Yüz ifadesi, yüz özelliklerinin geometrik biçimini ve konumunu etkilemektedir. Bu etki, geometri tabanlı algoritmalar için daha büyük iken; bütünsel algoritmalarda daha azdır.
- *Kapanma (Occlusion):* Görüntü içinde yüzün bir bölümü diğer nesnelere, güneş gözlüğü veya diğer gereçler tarafından kapanabilir. Bu kapanma kasıtlı olabileceği gibi kasıtlı olmayabilir.
- *Yapısal Bileşenler:* Sakal, bıyık, farklı büyüklük ve renkteki gözlükler gibi yüze ait özellikler yüz algılama performansını etkilemektedir.
- *Başın Yönelimi:* Yüz görüntüleri, fotoğraf makinesinin teknik özelliklerine bağlı olarak değişebilir.

#### **1.4 Projenin İçeriği**

Bu alışmada Opencv ve Python ile gerçek zamanlı yüz tespit sisteminin çeşitli teknikler kullanılarak yüzün metrik datalarının kullanılması çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bu tezin ikinci bölümünde “Yüz Tespit” yöntemlerinin genel olarak neler olduğu anlatılmış ve bu bölümlere ait bilgiler verilmiş.üçüncü bölümde kullanılan metotlar hakkında bilgiler verilmiştir. Face Recognition hakkında genel bilgiler sunulmuştur. Sonraki bölümde ise sözü edilen yöntemler ve teknikler kullanılarak yüz tespitine yönelik uygulama yapılmıştır. Sonuç bölümünde daha etkili ve verimli yüz algılama için neler yapılabileceğinden bahsedilmiştir.

#### **1.5 Projenin Amacı**

Bu çalışmada web cam aracılığıyla yüz algılanması hedeflenmiştir. İnsanların herhangi bir zorluk çekmeden bir yüzü tanıyabildikleri ve bir yüzün makinelerce olabildiğince doğru ve hızlı bir şekilde algılanması ancak hızlı ve güvenilir algoritmalar kullanılarak mümkün olacağı inkr edilemez bir gerçektir.

Bu amaç doğrultusunda, yapılan çalışmada, literatürde sık rastlanılan birçok algoritma kullanılarak, hızlı ve doğru yüz bulunması için kapsamlı bir inceleme gerçekleştirilmiştir.



## 2. YÜZ ALGILAMA YÖNTEMLERİ

Yüz algılama ve izleme son yıllarda çok yaygın bir araştırma konusu olmuştur. Bir yüzün sınıflandırılabilmesi için öncelikle görüntüdeki “yüz” kısmının belirlenmesi gerekmektedir. Görüntüler genellikle kişilerin ön yüzlerinden çekilmiş şekildedir. Buradaki en önemli problem, görüntüdeki yüz bölgesine ait kısmın doğru bir şekilde çıkarılmasıdır. Çünkü yüz bölgesinin konumu ve büyüklüğü her bir görüntü için farklılık gösterebildiğinden, görüntülerden yüz kısmının çıkarılmasında aynı türden bir şablon kullanılması pek mümkün olmamaktadır [14]. Bu nedenle yüz kısımları, çeşitli yüz belirleme teknikleri [15,16] veya el ile yapılan çalışmalar sonucu çıkarılmaktadır. Belirgin ve kesin bir yöntem olmadığından resimden yüz bilgisini çıkartma işleme el ile yapılırsa dahi kesin olarak yüzde yüz çıkartılması mümkün olmamaktadır. Sözgelimi farklı boyutlarda iki resimdeki yüz resimleri çıkarttığımızda, çıkarılan yüzlerin boyutları da farklı olma ihtimali %99.9”dur ve boyut eşitlenirse dahi matematiksel olarak her bir yüz resmin matris değerleri boyut olarak farklı olacaktır [17]. Birçok yaklaşım ve algoritma kesin ve sağlam sonuçlar elde etmek için önerilmiştir. Genel olarak yüz algılama yöntemleri dört kategoriye ayrılmıştır.

- Bilgi tabanlı yöntemler
- Öznitelik tabanlı yöntemler
- Şablon eşleme yöntemleri
- Görüntü tabanlı yöntemler

### 2.1 Bilgi tabanlı yöntemler

Bu yöntem yüz bilgisinden elde edilen önceden tanımlanmış kurallara dayanarak geliştirilmiştir. Örneğin, bir görüntüdeki yüz genellikle birbirine simetrik şekilde duran gözler, bir burun ve bir ağız olarak görünür. Özellikler arasındaki ilgili mesafe ve konum aralarındaki ilişkiyi ifade edebilir. Yüz görüntüsünün tespitinde aday örüntü bu kodlanmış kurallara göre tespit edilir.

Yang ve Huang”ın araştırmasında bu yöntem kullanılarak yüz algılama için hiyerarşik bir bilgi tabanlı yöntem üzerinde çalışılmıştır [18]. Bu çalışmanın genişletilmiş bir versiyonu Kotropoulos ve Pitas [19], tarafından ön cephe görüntülerinde çoklu çözünürlük fikrinin kullanılmasıyla yapılmıştır.

## 2.2 Öznitelik tabanlı yöntemler

İnsan gözü, yüzleri farklı pozlar ve farklı aydınlanma koşullarında kolayca algılayabilir. Tüm bu farklı koşulların yanında değişmeyen nitelikler de olmalıdır. Bazı yöntemler, ilk olarak kenar algılayıcılar ile kaş, göz, burun, ağız ve saç çizgisini algılar ve daha sonra yüzü bularak teyit eder. Ten rengi de özellik olarak kullanılabilir. Çıkarım yapılmış özniteliklere bağlı olarak, aralarındaki ilişkiyi tanımlamak ve yüzün varlığını kanıtlamak için istatistiksel bir model oluşturulur. Öznitelik tabanlı algoritmalarındaki olası bir olumsuzluk ise görüntü özniteliklerinin aydınlanma, gürültü ve kapanmalara bağlı olarak bozulmaya uğramalarıdır. Özniteliklerin sınırları gölgelerin güçlü kenarlar oluşturmasına bağlı olarak belirsizleşir. Bu durum da algoritmaların yetersiz kalmasına sebep olur.

Öznitelik tabanlı sistemler üzerinde çalışan Sirohey [20], kenar haritalarını kullanmıştır. Leung [21], yüz algılama için olasılıklı bir yöntem kullanarak yüzü tanımlamak için burun deliği, göz ve dudak / burun ilişkisini kullanmıştır. Burl [22] ve Leung [23] şekillerin istatistiksel teorisinin kullanılması ile ilgili değişiklikler yapmışlardır. Ten renginin öznitelik olarak kullanıldığı birçok yöntem önerilmiştir.

RGB renk uzayı ten bölgelerini algılamak için kullanılmıştır [24]. Daha sonra, yüzün varlığının kanıtlanması için daha fazla işlem yapılmaktadır. Bazı çalışmalarda düzelenmiş RGB renk uzayındaki değerlerin histogramı kullanılmaktadır [25]. Sobottka ve Pitas'ın [26], çalışmasında HSV renk uzayı ve yüz özellikleri, yüzün çıkarımı ve yerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. HSV uzayında tene benzeyen alanların bulunması için renklerin ayrılması işlemi yapılmış daha sonra bu alanların varlığı içlerindeki yüz özelliklerinin bulunmasıyla kanıtlanmıştır.

Diğer bir renk uzayı çalışması Chia ve Ngan [27] tarafından yapılmıştır. YCrCb renk uzayı renkli görüntülerin yüz ile ilgili alanlarının yerlerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. Öncephe yüzlerini algılamak için önerilen bir sistemde ise Simetri Tabanlı Değer Fonksiyonu Algılama (Symmetry based cost function detection) kullanılmıştır. Burada yüz özelliklerinin çıkarımı için YES renk uzayı da önerilen sistem ile birlikte kullanılmıştır [28].

### 2.3 Şablon Eşleme yöntemler

Şablon eşleme yöntemlerinde, standart bir ön cephe yüz şablonu önceden tanımlanır veya bir fonksiyon ile ifade edilir. Verilen bir giriş görüntüsünde, ilinti değerleri standart bir şablon ile yüz hatları, göz, burun ve ağız için birbirinden bağımsız olarak hesaplanır. İlinti değerlerine dayanarak yüz olup olmadığına karar verilir. Bu yaklaşımın uygulama kolaylığı sağlaması avantajının yanında yüz algılama için ölçek, poz ve şekil değişikliklerinden dolayı algılama başarısının düşüşü söz konusudur. Çoklu çözünürlük, çoklu ölçek, alt şablonlar ve biçim değiştirebilen şablonların kullanılmasının önerilmesiyle değişmeyen ölçek ve şekil elde edilmesi hedeflenmiştir. Tsukamoto [29], görüntünün her örneğinin blok ve özelliklere (parlaklık ve kenar) bölündüğü ve onların her blok için kestirim yapılması önerilmiştir.

### 2.4 Görüntü tabanlı yöntemler

Bu yöntemlerin büyük bir kısmında düşük boyutlardaki bir pencere belli niceliklerde küçültülmüş görüntü frameleri(çerçeve) üzerinde uygulanarak insan yüzleri aranır. Yüzleri bulmak için görüntüden alınan parçalar eğitilen veya insan eliyle hazırlanan modellerle karşılaştırılır [30].

Bu yaklaşımlar yüzün yer değiştirme ve pozuna karşı oldukça duyarlıdır. Bir görünüm tabanlı yüz tespit süreci aşağıdaki ana adımları içermektedir [31]:

1. Yüz tespit edilecek resimlere ön bir işlem yapılarak yüz bulmaya uygun şekle getirilmesi.
2. test ve eğitme görüntülerinin tek biçime getirilmesi.
3. Algoritmanın negatif ve bazen de pozitif giriş bilgileriyle eğitilmesi.
4. Yüzlerin tespiti için bir arama izleminin uygulanması.

Alınan ilk görüntülerdeki ön bir işlem temel olarak verilen giriş görüntülerinin renk yoğunluğu, edge(kenar), arka plan deseni, boyut, şekil, renk çeşitliliği ve karşıtlık dağılımı gibi özelliklerinin tek bir standarda getirilmesini amaçlar. Bu adım özellikle farklı yüz doğrultuları, farklı parlaklık koşulları ve karışık background(arka plan) çalıştırılması amaçlanan yüz tespit uygulamaları için oldukça önemli ve kritiktir.

Görünüm tabanlı yüz bulma yöntemlerinde çoğunlukla şekil tanıma, makine öğrenmesi ve veri madenciliği konuları kapsamında geliştirilmiş iyi bilinen sınıflandırma algoritmaları kullanılır.

Bilinen sınıflandırma algoritmaları şunlardır:

1. TBA
2. DAA
3. FA
4. GMM
5. AdaBoost
6. İstatistiksel Dağılım Tabanlı Metotlar
7. SVM
8. YSA
9. Tümevarımsal Öğrenme
10. NBS

Bu algoritmaların gruplanmış hali aşağıdaki gibidir:

#### **2.4.1. Doğrusal Alt Uzay Metotları**

Gri seviyeli yüz görüntüleri çok boyutlu tüm resim alanları içinde bir alt uzayı oluştururlar. Aslında bütün sınıflandırıcılar ile bu alt uzay temsil edilmeye çalışılır. FA, DAA ve TBA insan suretlerinin oluşturduğu alt uzayı simgelemek için kullanılan yöntemlerdir.

#### **2.4.2. İstatistiksel Yaklaşımlar**

NBS ve SVM sınıflandırıcı örnektir. Özellikle SVM iki sınıflı problemlerin çözümünde başarılı olduktan sonra birden fazla sayıda yüz tespit algoritmasında kullanılmıştır.

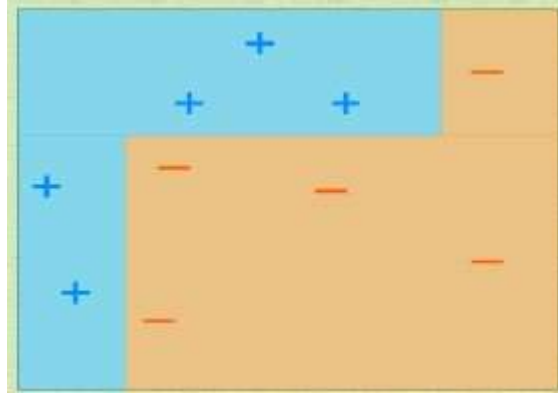
#### **2.4.3. Yapay Sinir Ağları**

YSA, insan beyninin çalışma mekanizmasını taklit ederek beynin öğrenme, hatırlama genelleme yapma yolu ile yeni bilgiler türetebilme gibi temel işlevlerini gerçekleştirmek üzere geliştirilen mantıksal yazılımlardır. YSA biyolojik sinir ağlarını taklit eden sentetik yapılardır. YSA yavaş çalıştığından özellikle süre sınırlamasının olmadığı birçok uygulamada kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir [32].

#### 2.4.4. AdaBoost

AdaBoost algoritması kullanılarak bir çok başarılı yüz tespiti yapılmıştır. Bu algoritma sınıflandırma, cinsiyet ve yüz tespit gibi iki sınıflı problemlerde başarılı olmuştur. Schapire ve Singer AdaBoost'u çoklu sınıf ve çoklu etiket sürümüne genişletmişlerdir.

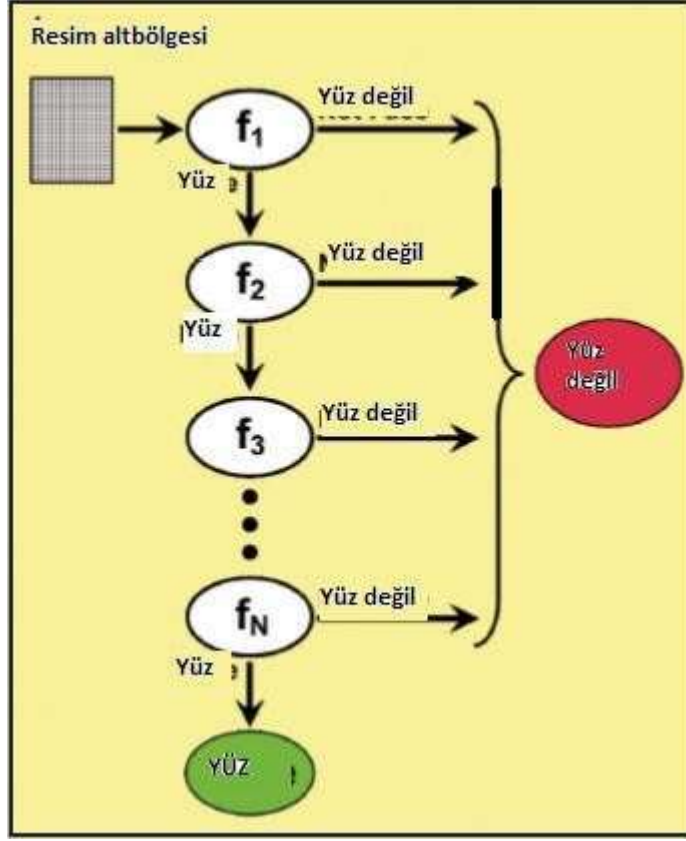
Şekil 2.1'de AdaBoost ile sınıflanmış iki bölümlü bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 4: Adaboost sınıflama örneği

Algoritmanın amacı, eğitim örnekleri üzerinden hesaplanan bir  $D$  dağılımına bağlı olarak zayıf sınıflayıcı oluşturmaktır.  $D$  dağılımı algoritmanın eğitim setindeki her bir örneğe verdiği katsayıların kümesidir.

AdaBoost algoritması çalışmaya her bir eğitim örneği için eşit bir  $D$  dağılımıyla başlar. Her adımda sınıflama performansına bağlı olarak en iyi zayıf sınıflandırıcı bulunur ve ağırlıklar güncellenerek bir olasılık dağılım fonksiyonu elde edilir. Sonraki adımda bu işlemler tekrarlanır, belirli sayıda iterasyon sonucunda en güçlü zayıf sınıflandırıcı bir araya getirilerek güçlü bir sınıflandırıcı oluşturulur. Şekil 2.2'de AdaBoost sınıflandırıcısı görülmektedir.



Şekil 5 : AdaBoost sınıflandırıcısı

Yüz tespit etme işleminde, bir alanın yüz içermesi için tüm sınıflayıcılardan başarılı olması gerekmektedir.

Yüz tespit yaklaşımlarının artı ve eksileri Tablo 2.1 ile verilmektedir.

**Tablo 2.1 : Yüz Tespit yaklaşımlarının kıyaslanması**

Yaklaşım	Özellik Tabanlı	Görünüm Tabanlı	Şablon Eşleme	Bilgi Tabanlı
Özellikler	Bölgesel	Bütünsel	Şablon	Tanımlanmış
Karmaşıklık	Kolay	Zor, uzun eğitim süreci	Kolay	Kodlaması zordur
Görüntü Adedi	Tek resim olsa dahi yüksek başarı	Resim sayısı fazla olmak zorunda	Tek resim olsa dahi yüksek başarı	Görüntüye göre değişkenlik gösterir
Boyut	Düşük boyutlu	Çeşitli yöntemlerle boyut azaltılmalıdır	Fark etmez	Fark etmez
Bellek Kullanımı	Minimum	Maksimum	Kalıp boyutu kadar	Kurallar doğrultusunda
Çevresel Duyarlılık	Az	Çok	Orta	Kurallara bağlı
Başarım	Düşük başarı	Yüksek başarı	Orta	İyi
Avantajlar	Yüze ait poz doğrultuları ve aydınlanma koşullarından bağımsızlardır.	1. İspatlanmış başarılı sonuçlar üretirler. 2. Güçlü ve başarılı makine öğrenmesi algoritmalarını kullanırlar. 3. Farklı boyutlardaki ve doğrultulardaki yüz resimleri için de başarı ile çalışırlar. 4. Hızlı ve etkin çalışırlar.	Hesaplama açısından oldukça basit yöntemlerdir.	1. Karmaşık olmayan arka planlarda oldukça başarılı sonuçlar üreten yöntemlerdir 2. Kodlanmış kurallar baz alınarak, bir test resmi içindeki yüze ait özellikleri çıkarmak ve sonra aday yüzleri onaylamak basit yöntemlerdir. 3. Yüze ait özellikleri ve bu özelliklere ait ilişkileri tanımlayacak kurallar bulmak çok kolaydır.
Dezavantajlar	1. Karmaşık arka planlar üzerindeki yüzlerin bulunması zordur. 2. Aydınlanma ve resimlerdeki diğer benzeri gürültüler, yüzlerdeki özelliklerin bulunmasını zorlaştırır.	1. Sınıflandırma algoritmalarını eğitmek için birçok pozitif ve negatif örnek gerektirirler. 2. . Genellikle resim üstünde tarama işlemi gerektirirler.	1. Farklı poz doğrultuları için şablon yüzlerin bulunması ve doğru olarak uygulamak zor. 2. Şablonlar eğer yüze yakın bölgelerden itibaren test resimleri üzerinde taranmazlarsa yüzün bulunması çok maliyetli olabilir.	1. Farklı pozlardaki resimler için bu yöntemlerin uygulanması oldukça güçtür. 2. İnsan bilgisini kurallara dönüştürmek her zaman kolay olmayabilir. Çok detaylı kurallar kullanıldığında yüzleri bulmak mümkün olmayabilir, daha az detaylı kurallar kullanıldığında da hatalı pozitif sonuçlar bulunabilir.

## 2.5 Yüz Algılama Sistemlerinde Genel Yaklaşım

Otomatik yüz tespit 1960 yıllarında geliştirilen yeni bir kavramdır. İlk yarı-otomatik yüz tespit sistemi Woody Bledsoe, Helen Chan Kurt ve Charles Bisson tarafından oluşturulmuştur. Bu sistemde, ortak bir referans noktasının mesafelerinin ve oranları hesaplanmadan önce fotoğrafların özelliklerini (örneğin, gözler, kulaklar, burun, ağız vb.) elle belirlenip ve bu belli noktaları belirledikten sonra, sistem geometrik mesafeleri ve eğimleri hesaplayarak sonuç verilmiştir.

Goldstein vd. [33], yazarlar tarafından saç rengi ve dudak kalınlığı gibi 21 özel öznel belirteçleri kullanılarak otomatik yüz tespit sistemi gerçekleştirilmiştir. Yüz tespit ile ilgili bu ilk iki çözümde, ölçümlerin ve yerlerin elle hesaplanması gerekir ve bu yüzden çok emek ve zamanı gerektiren bir sistemdir.

Sirovich ve Kirby [34], yazarlar tarafından yüz tespit problemi için standart lineer cebir tekniği olan TBA tekniğini uygulanmıştır. Yüzü doğru ve uygun bir şekilde hızlandırmak ve normalleştirmek için, yüzden daha az değer gerektirmesinden dolayı bu teknik bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir.

Türk ve Pentland [35], yazarlar tarafından özyüzler (eigenfaces) teknikleri kullanılırken görüntülerdeki yüzleri algılamak için, kalan hatasının kullanılmasını önerilmiştir. Bu çalışma ile güvenilir ve gerçek zamanlı otomatik yüz tespit sisteminin geliştirilmesi mümkün olmuştur. Önerilmiş yaklaşımın uygulanması biraz çevresel faktörler tarafından kısıtlanmış olmasına rağmen, yine de otomatik yüz tespit teknolojilerinin geliştirilmesi için önemli altyapı sağlamıştır. Ocak 2001 tarihinde Super Bowl tarafından bu teknolojiyi kullanılarak gerçekleştirilen bir deneme uygulaması kamuoyunun dikkatini çekmiştir. Yazar gözetim görüntüleri çekmiş ve şahısların dijital fotoğraflarının tutulduğu veritabanı ile karşılaştırmıştır. Bu gösteri, halkın sosyal ve gizlilik meraklarını dikkate alarak ulusal ihtiyaçları desteklemek için bu teknolojinin nasıl kullanılabileceği hakkında çok ihtiyaç duyulan analizi başlatmıştı. Bugün, yüz tespit teknolojisi pasaport sahtekarlarını ve kanunu ihlal edenleri tespit etmek, kayıp çocukları tespit etmek ve kimlik dolandırıcılığını azaltmak için kullanılmaktadır.

Vetter ve Poggio [36], makalelerinde tek bir örnek görüntüden doğrusal nesne sınıfları ve görüntü sentezi geliştirmiştir. Yazarlar tarafından önerilen lineer sınıf kavramı genişleterek bir teknik geliştirilmiştir. Bu çalışma doğrusal nesne sınıfları için lineer dönüşümlerin tam olarak iki boyutlu prototip görünümünden oluşan temel setten öğrenilebilirliğini göstermiştir. Yazarlar söz konusu yaklaşımın yapay nesnelere üzerinde



uygulayarak göstermişler ve sonra ön kanıt olarak önerilen tekniğin etkili olarak tek iki boyutlu görünümünden elde edilen yüksek çözünürlüklü yüz görüntülerini "döndürebildiğini" göstermişler. İki boyutlu modellere dayalı önerilmiş yaklaşım, herhangi bir derinlik bilgisi gerektirmemektedir, bu yüzden iki boyutlu görüntülerden üç boyutlu modeller üretmek bazen zordur. Farklı yönlerdeki nesnelere temsil eden görüntüler arasında hiçbir uyuşmaya ihtiyaç duyulmadığı için tam otomatik algoritmalar uyuşma bulma adımı olarak uygulanabilmektedir. Nesne tanıma görevleri için onların yaklaşımı çeşitli imalara sahiptir. Sadece tek bir görüntü verildiğinde önerilen teknikler yapay örnek görüntüleri oluşturulmaktadır. Öte yandan, şekil ve desenin örnek şekiller ve desenler gibi dekompozisyonu sonucunda elde edilen katsayılar her hangi üç boyutlu afın dönüşümü ile geçerli olmayan nesnenin temsilini vermektedir.

Sherrah vd. [37], makalelerinde değişen ana pozları kullanarak benzerlik uzayında yüz dağılımı üzerinde başarılı bir araştırma yapmışlardır. Önerilmiş sistemde görüntülerin prototipe benzerliğine dayanan statiksel öğrenme tekniği ile elde edilen görüntü kullanılmaktadır. TBA ve Gabor Filtresi kullanan dönüşüm gerçekleştirilmektedir. Bu dönüşümle benzerlikteki farklılığı dikkate almayarak pozdaki farkı gösterilmektedir. TBA ile boyut indirgeme, poz varyasyonunu doğru ifade etmenin yanı sıra kimlik konusunda değişmez bulunmaktadır. Önerilmiş araştırmada poz varyasyonunun geliştirilebileceğini gösterilip ve benzerlik uzay çerçevesi dahilinde masrafsız algoritmaların kullanımı ile kimlik benzerliklerinin gizli tutulabileceğini gösterilmektedir.

Bae ve Kim [38], tarafından yüz uzayı ve yüz hatlarından çıkarılan hibrid bilgileri kullanarak gerçek zamanlı yüz algılama ve tanıma sistemi önerilmektedir. Bu çalışmada, yüz tespitinde yüksek performans elde etmek için ışık efektlerinin azaltılması amaçlanmaktadır; çünkü yüz tespit ışıktan kaynaklanan nedenlerden dolayı ortaya çıkan değişikliklerle baş edememektedir. Önerilmiş mimaride iki ana teknik kullanılmaktadır: 1) yüz algılama için özyüzler uzay yöntemi ve 2) yüz tespit için yapay sinir ağların yöntemi. Gauss fonksiyonuna dayalı normalleştirilmiş cilt rengi haritası bir yüz aday alanını çıkarmak için uygulanmaktadır. Daha sonra aday alandaki yüz özellik bilgileri yüz bölgesini algılamak için kullanılmaktadır.

Ahonen vd. [39], tarafından yüz tespit uygulamaları için Yerel İkili Desenlerin (Local Binary Pattern – LBP) ile yüz açıklamaları tanıtılmıştır. Önerilen sistemde, yerel ikili desen ile doku özelliklerine göre verimli ve yeni yüz görüntü gösterimi sunulmaktadır. Önerilen yaklaşımda, ilk olarak yerel ikili desenleri dağılımları çıkarılan ve birleştirilmiş

gelişmiş bir özellik vektörü ile ilk yüz görüntüsünün alanlara bölünmektedir. İkinci olarak, yerel ikili desen tabanlı yüz tanımı oluşturulmaktadır. Bunların sonucunda, yerel ikili desenlerinin en iyi performansa gösteren doku tanımlayıcılarından biri olarak görünmektedir. Yerel ikili desenlerinin kullanılmasının avantajlarından ve bunun kullanıldığı çeşitli uygulamalardan bahsedilmektedir.

Yang vd. [40], makalelerinde renkli görüntü serisi ile bir yüz algılama ve tanıma sistemi üzerinde çalışmışlardır. Önerilmiş sistem iki alt sistemden oluşmaktadır.

Birincisi, insan yüz algılama alt sistemi, ikincisi ise insan yüz tanıma alt sistemidir. İnsan yüz algılama alt sisteminin iki modülden oluştuğundan bahsedilmektedir: yüz bulgu ve yüz doğrulama. İnsanın yüzü bulma modülünde, insan yüzünü ten rengi analizi ve hareket analizi ile tespit edilmişlerdir. İnsan yüzü doğrulama modülünde ise, destek vektör makinesi (Support Vektor Machine - SVM) tarafından tespit, insan yüzlerini doğrulamak için göz ve ağız yerleri ile insan yüzlerinin lokalize dönüşümünü ele almışlardır. Kısaca aşağıdaki teknikleri kullanılmışlardır. (a) özellik seçimi ve çıkarma için TBA. (b) SVM ve geometrik özellikleri yüz bölgesi doğrulama için kullanılmışlardır. (c) Cilt Chroma ile yüz tanıma için kullanılan hareket analizi yapmışlardır. (d) Cilt analizi ve hareket analizi. (d) Genelleştirilmiş Simetri Dönüşümü (Generalized Symmetry Transform - <GST) yöntemi yüz, göz lokalize gibi noktaları ve özellik lokalizasyon simetri tanımlamak için kullanılmışlardır.

Singh vd. [41], makalelerinde tek galeri görüntüleri ile yüz tespit üzerine çalışmalar yapmıştır. Yazarlar iki boyutlu günlük polar Gabor dönüşümü kullanarak yüz doku fazını özelliklerini ayıklamak için dinamik sinir ağı mimarisini kullanmışlardır.

Wang vd. [42], bulanık maksimum dağılım ayırma analizi kullanılarak yüz tespit tasarlamışlardır. Bulanık maksimum dağılım farkı (Fuzzy Maximum Scatter Difference - FMSD) ayırt edici kriterdir, yeni bir alt uzay olarak örneklerden özellikleri ayıklamak için önerilmiştir. Bu algoritmanın, klasik Fisher diskriminant analizinde görünen küçük örneklem büyüklüğü sorununu ve sınıflar içi dağılım matrisinin tekillik sorununu önleyerek geleneksel maksimum dağılım fark yöntemi esasına dayandığından bahsedilmektedir. Ayrıca, aykırı örnekler dağıtım bilgileri sınıflandırması için önemli olan, ilgili dağılım matrisinin yeniden tanımlanmasını yapmışlardır. Yaptıkları deneysel sonuçlar daha iyi tespit oranı elde etmişlerdir ve bu sonucun doğruluğunu da bulanık küme teorisi ile MSD (Maximum Scatter Difference)'yi kullanarak göstermişlerdir. Bu yöntemler doğrusal olma temeline dayandığı için veriler üzerinden doğrusal olmayan özellikleri

ayıklamak için başarısız olmuşlardır. Bu sorunu çözmek için de, bir çekirdek tabanlı alternatif FMSD yöntemini kullanmışlardır. Böylece, çok daha yüksek bir sınıflandırma doğruluğu sonucu elde etmişlerdir.

Kaminski vd. [43], makalelerinde tek bir yüz görüntüsü kullanılarak yüzün konumunu ve bakış algılamasını hesaplayan sistem önermişlerdir. Yazarlar önerilen sistemle aşağıdaki dört amacı gerçekleştirmektedirler. İlk amaca uygun olarak her bir görüntüden çıkartılan iki veya üç özellik noktaları gerektiren iki yeni algoritma önerilmektedir. İkinci amaç kapsamında ise tek bir görüntüden başın konumunu ve bakışın algılanmasını hesaplayan bir sistem önerilmektedir. Dördüncü amaç kapsamında tipik bir PC üzerinde gerçek zamanlı olarak çalışan sağlam bir algoritma önerilmektedir. Baş konumunun yaklaşımı ve de göz bakışın algılanması geometrik modeline dayanan bir yaklaşımdır. Şöyle kolay ve müessir bir yaklaşım önerilmektedir. İmplementasyonda basit ayarlar kullanılmaktadır. Bu basit ayarlarda kullanıcı kalibrasyonu hiç gerektirmeyen, tek sabit odaklı kamera kullanılmaktadır. Bu algoritma kapsamında baş konumu hesaplamak için göz algılaması hesaplanmaktadır. Ayrıca aşırı durumda ki eğim kamera eksenini ve kişinin yüzü arasında o kadar büyük ki gereken yüz özellikler kamera tarafından algılanmamaktadır. Bu aşırı durum için, tek bir gözün algılanmasının hesaplanması ikinci algoritma önerilmektedir. Önerilen sistem monoküler olduğu için birden fazla kameralar ile ilgili sorunlar kaçınılmaktadır. Kamera parametreleri, zaman içinde sabit muhafaza edilmektedir. Bu sonuç çıkarılan antropometrik özellikleri yüz ve göz modeli kullanılarak elde edilmiştir.

Echardt vd. [44], makalelerinde pratik yüz özelliğinin algılanması önermişlerdir. Yüz özelliğinin lokalizasyonu ve algılanması doğru bir yüz tespit ve algılama sisteminde anahtar bir öneme sahiptir ve bu sadece normal durumda değil, farklı koşullar altında tespit, mesela; poz varyasyonu, aydınlatma varyasyonu, yüz ifadesinin değişimi, ölçek değişimi vb; yüz özelliğinin lokalizasyonu ve algılanması çok önem taşımaktadır. Pratik uygulamalarda daha önemli olarak daha geniş koşullar altında mesela, cinsiyet, yaş, etnik, köken, poz ve aydınlatma farklılıkları dahil olmak üzere, güvenilir bir dedektör gerektirmektedir. Bu dedektörlerin gelişimi için, sağlamlık ve hassasiyet arasında denge kurmak ve daha önemlisi seçmek bir sorun olarak kabul edilmektedir. Sağlam dedektörler zayıf bir lokalizasyon sağlayıp, ama yerel yapısındaki küçük değişikliklere duyarlı dedektörler, çok sayıda yanlış alarm üretmektedir. Şimdi bu iki özellik arasında en doğrusunu seçmek için, yazarların önerilen sistemin bağlamında, bağımlı çıkarıma göre bir

yaklaşım sunulmuştur. İlk olarak, sağlam dedektörleri hedef özellikleri olduğu bağlamı tespit etmek için kullanılmıştı ve sonra hassas dedektörleri tespit bağlamda verilen özelliklerinin yerleştirilmesine eğitilmiştir. Önerilmiş yaklaşım en doğru lokalizasyon performans ile gerçek zamanlı olarak çalışmıştır.

Kim vd. [45], makalelerinde gerçek zamanlı yüz algılamak için dikdörtgen özelliği dayalı bir sınıflandırıcı önermişlerdir. Önerilmiş sistemde, hesaplama ve algılama performansı, hem de verimliliği tatmin etmek için güçlü bir algılama algoritma gerçekleştirilmiştir. Önerilen algoritmada özellik çıkarımı, sınıflandırıcı çalışma ve gerçek zamanlı yüz etki alanı algılama için üç aşama önerilmektedir. Özellik çıkarma için, özelliği oluşturmada önerilen beş dikdörtgen özellikleri ile belirlenen bir özellik düzenlenip ve özetlenme alan tabloları (Sum Area Table - SAT)'ı kullanarak verimli olarak özellik değerlerini hesaplanmaktadır. Sınıflandırıcı çalışması için, sınıflandırıcı öğrenme, Adaboost adlı bir algoritmayı kullanarak hiyerarşik bir sınıflandırıcı yaratılmaktadır. Ayrıca, bir sonraki düzeyde tekrar tekrar önemli yüzey desenleri uygulayarak mükemmel algılama performansı başlanmaktadır. Gerçek zamanlı yüz etki alanı algılama için oluşturulan dikdörtgen özelliği dayalı sınıflandırıcı ile hızlı ve verimli bir şekilde yüzün etkisi bulunmaktadır. Ayrıca, tespit oranı girdiği görüntüsü olarak TBA ve KNN (K-Nearest Neighbor) algoritmaları nokta tekniği mevcut noktasından daha sınıf içi bir sınıfı kullanarak bir yüz etki alanı, tespit alanı kullanılarak geliştirilmiştir.

Shi vd. [46], makalelerinde gerçek zamanlı yüz algılama ve tanıma sistemleri üzerinde çalışmışlardır. Yazarların amacı, yüksek tespit oranı ile görüntü veya videonun hızlı işlenmesidir ve bunun için önerilen sistemde üç anahtar yapı kullanmıştır. Birincisi, lineer Haar özellik kullanılmıştır. İkincisi, özelliklerin çıkarımı için TBA kullanılmıştır. Üçüncüsü ise, Haar özelliği kullanılırken yüksek hata algılama oranı dikkate alınarak çalışmalar yapılmıştır. Çünkü insan vücuduna ait olmayan görüntüler algılanmamalıdır. Bundan dolayı, bir video veya resimlerden insanın vücudunu algılamak için Odaklı Gradient Histogram (Histogram of Oriented Gradient - HOG) algoritması kullanılmaktadır. HOG algoritmasındaki temel düşünce, bir görüntünün şekil yoğunluğu geçişleri veya kenar tarifi dağılımı ile tarif edilmesidir. Bir nesne saptanırken, HOG özellikleri tanımlayıcı olarak kullanılmaktadır. Bu tanımlayıcılar görüntüyü hücrelere bölüp ve her hücre için gradyan yönleri veya kenar dağılımları doğrultusunda histogramlar oluşturulmaktadır. Bloklar içerisinde bulunan değerler normalize edilmektedir. Bununla birlikte, saptama

esnasında aydınlatma veya gölgeleme değişikliklerinin sonucu etkilemediği görülmektedir. Sonuç olarak, HOG insan algılamada kullanılan verimli bir algoritmadır.

Li vd. [47], yazarlar tarafından sağlam bir yüz tespit tekniği için medyan dayalı maksimum dağılım farkı (Maximum Scatter Difference - MSD) önerilmektedir. Önerilmiş sistemde, mevcut medyan dayalı (MSD)'nin zayıflığı bir ideal olmayan durumda mesela; poz ifadesi, aydınlatma ve yaş aşmak için çalışılmaktadır. Önerilen MSD modelinde, sınıfın ifadelerde ortalama vektörü dağılım matrisi sınıf içinde ve arasında sınıf saçılım matrisi sınıf örnek ortalama tahmin edilmektedir. İdeal olmayan şartlar altında, örnek sette aykırı olmaktadır, böylece sınıf örnek ortalama sınıfın doğru tahmin sağlamak için yeterli olmadığı verilen örneklerin birkaçı kullanarak ortalama yetmemektedir. Sonuç olarak, geleneksel MSD modelinin tanınma oranı azalmaktadır. Bu sorun (küçük örnek boyutu) ele almak için, medyan tabanlı MSD yerine (ortalama) dayalı maksimum dağılım kullanılmaktadır. Deneylerde birçok özellik çıkartma yöntemleri ile iki popüler veri setleri (CAS - PEAL veritabanı ve FERET veritabanı) üzerinde yapılan deney sonuçlarını göre klasik MSD'den gelişme gösterilmiştir.

Mishra vd. [48], yazarlar tarafından özyüzleri ve TBA'yı kullanarak iki boyutlu görüntülerinin yüz tespiti için bir yaklaşım önerilmiştir. Yüz görüntüleri normalde dik olacaktır, ama iki boyutlu özelliklerinin görüşleri, küçük bir set ile tanımlanabilmektedir. Önerilmiş yaklaşımda yüz görüntüleri bilinen yüz görüntüleri arasındaki varyasyon kodlamak için bir özellik alanı veya yüz alanı tahmin edilmektedir. Sonra öngörülen özelliği boşluk veya yüz alanı 'özyüzler' olarak tanımlanabilip ve yüz görüntü kümesinin öz vektörleri ile oluşturulabilmektedir. Daha sonra, bu sürecin bir sonucu denetimsiz bir şekilde, yeni bir yüz tespiti için kullanılmaktadır. Önerilmiş yöntemde dikkat karşısında, sadece çıkarma değil, aynı zamanda basit ve teknik forma görüntüyü getirmek için, sadece etkin matematiksel hesaplamalar alınmaktadır. Ayrıca gerçek zamanlı yüz tespit sistemleri ile veri toplama donanım ve yazılım arayüzü kullanarak uygulanmaktadır.

Pujol, ve Garcia [49], yazarlar tarafından veri madenciliği araçları kullanarak yüz tespit için asıl yerel ikili desenler (Principal Local Binary Pattern - PLBP) sunulmuştur. Önerilmiş teknik, geleneksel yerel ikili desen (Local Binary Pattern-LBP)'nin bir gelişmiş versiyonudur. PLBP'nin amacı LBP operatörü kullanarak yüz tespit işlemi gerçekleştirmek için gerekli özellik vektörlerinin boyutları azaltmaktır. Orijinal LBP operatörü, iki temel sorunu olduğu için, operatör ile bir yüz tanımlamak için gerekli hesaplama karmaşıklığı ve bazı ağırlıkları kesin bir şekilde seçilmemiştir. Önerilmiş çalışmada, bir yüz görüntüsü

karakterize, gerekli PLBP elde etmek ve daha sonra durumlarda veri madenciliği araçları kullanarak, düzgün bölge ağırlıkları atamak için bir yöntem önerilmektedir. Sonuçta, bir yüz bilgileri içeren histogramlar boyutunda önemli ölçüde, % 94 bir tanıma oranı elde edilmiştir [50].

### 3. ARDUİNO

Arduino, üzerinde Atmel mikrokontrolörleri bulunun açık kaynak kodlu donanımdır. Yazılım bilgilerinin yanısıra, tasarım bilgileri de kullanıcının hizmetine sunulmuştur. PCB baskı devreleri, devre şemaları, yerleşim planları ve üzerindeki programlanabilir elemanların kodları bütün detayları ile kullanıcının kullanımına rahatça ulaşabileceği bir şekilde açılmıştır. Kullanıcı isterse hazır olarak alabileceği gibi, aynısını kendisi de gerçekleştirebilir. Arduino geliştirme kartı üzerindeki mikrokontrolör (AtmegaXX) Arduino programlama dili ile programlanır ve bu program Processing tabanlı Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE) yardımı ile karta yüklenir. Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE) internet üzerinden ücretsiz olarak bilgisayara indirilebilir. Programlama için temel C dili kullanılır. Arduino'yu ön plana çeken en önemli özelliği yazılımının kolay ve sade olmasıdır. Ayrıca kullanıcıya uygulama gerçekleştirmesi için diğer çevre birimleriyle (kristal, güç kaynağı, programlama cihazı) uğraşmama imkanı sunar. Programlama cihazına ihtiyaç duymamasının nedeni; ürün, bootloader programı mikrodenetleyicinin içine atılmış şekilde gelmektedir. Arduino'nun en güçlü özelliklerinden biri de genişletilebilir bir kütüphane sistemine sahip olmasıdır. Bu kütüphaneler sayesinde birçok işlem ve çevrebirimi haberleşmesi kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Ayrıca yeni çevrebirimleri için yazılan kütüphaneler kolaylıkla entegre edilebilir. Bütün bunları göz önünde bulundurduğumuzda çok ileri bir yazılımcı olmadan bir çok uygulamayı Arduino kullanarak gerçekleştirebilmek mümkün olur. Gerçekleştirilmesi istenen projenin özelliğine göre Arduino'nun birçok çeşidi bulunmaktadır. Ayrıca bu kartlara uygun şekilde tasarlanmış shield (katman) olarak adlandırılmış kullanım kolaylığı sağlayan ek donanımlar da üreticinin hizmetine sunulmuştur. (Bluetooth, Wireless, Ethernet, Motor sürücü katmanları vs.).

### 3.1 Arduino Kullanım Avantajları

- Arduino, bir önyükleyiciye (bootloader) sahip olduğundan USB port bağlantısı ile mikroişlemciye program yükleyebilir. Bu sayede mikroişlemcilerdeki çıkarılıp takılmalardan kaynaklanan bacak kırılmaları riski ortadan kalkar.
- Arduino programlaması diğer programlamalara göre kolaydır.
- Diğer platformlarla karşılaştırıldığında daha ucuzdur.
- Basit ve açık programlama ortamı sayesinde kolay bir yazılım ortamı sağlar.

### 3.2.ARDUİNO UNO

Arduino ailesi içinde yapılacak projeye, kullanıma ve isteğe göre çeşitli Arduino kartları vardır. Bunlar; Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Pro, Arduino Leonardo, Arduino Fio, Arduino Mega ADK, Arduino Nano vs. gibi isimlendirilmiş performansları, özellikleri, işlemcileri ve kabiliyetleri farklı kartlardır. Arduino Uno R3 kartı üzerinde 8 bitlik Atmega328 işlemcisi, 14 digital giriş- çıkış (Input- Output) pini, bunlardan 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir, ayrıca 6 analog giriş pini bulunmaktadır. Ayrıca 16 Mhz kristal osilatör, USB bağlantısı, regüle edilmiş 5V, ICSP başlığı ve reset butonu bulunmaktadır. Çalışması için gerekli gücü USB bağlantısı ile PC'den veya 7-12 Volt'luk DA güç kaynağından sağlar. Besleme gerilimi için alt ve üst sınırlar 6-20 V olarak belirlenmiştir. Giriş çıkış pini başına akım 40 mA dir. Kart üzerinde regüle edilmiş 3.3 V çıkışı da bulunmaktadır ve 3.3 V için çıkış akımı 50 mA'dir. FLASH Hafıza 32KB, SRAM 2 KB, EEPROM 1KB olarak hafıza büyüklükleri de belirtilmiştir. Ayrıca; harici bir güç kaynağı kullanılacağı zaman Arduino kartı üzerindeki VIN pininden giriş yapılabilir.

#### 3.2.2. UNO KARTININ PİNLERİ VE FONKSİYONLARI

14 digital pinlerinin her biri pinMode( ), digitalRead( ), digitalWrite( ) fonksiyonları ile giriş çıkış pini olarak kullanılabilirler. Bütün pinler çıkışta 5V sağlar. Pinlerin her biri en fazla 40mA akım iletir yada çeker ve dahili 20-50 kOhm dirence sahiptirler. Bazı pinlerin özel kullanım fonksiyonları vardır. Bunlar:

**-Seri İletişim:** Kart üzerinde seri iletişim için özel pinler belirlenmiştir. Bunlar 0 (RX) ve 1 (TX) numaralı pinlerdir. Seri iletişim de 0 numaralı pin alıcı (receive), 1 numaralı pin ise iletici (transmit) olarak görev yapar.

**-Harici Kesiciler (External Interrupts):** 2 ve 3 numaralı pinler harici kesmeyi tetiklemek için kullanılırlar.

**-PWM:** 3,5,6,9,10 ve 11 numaralı pinler analogwrite() fonksiyonunun kullanımıyla 8 bitlik PWM çıkışı sağlar. PWM (Pulse Width Modulation), üretilen darbelerin (pulselerin) genişliklerinin kontrol edilerek (veya değiş-tirerek) üretilmek istenen analog değerin elde edilmesidir denilebilir.

**-SPI:** 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK) pinleri SPI iletişimini sağlamaktadır.

**-LED:** 13 numaralı pine kart üzerinde led bağlanmıştır. Digital 13 pini high (1) yapıldığı zaman led yanar, low (0) yapıldığı zaman ise led söner.

**-TWI:** Analog girişler olan A4 (SDA) ve A5 (SCL) pinleri ile TWI iletişimi gerçekleştirilmektedir.

**-AREF:** Kart üzerinde bulunan AREF pini ile analog girişler için referans gerilim değeri sağlanır.

**-Reset:** Kart üzerindeki reset pinine 0 volt uygulandığı zaman mikrokontrolöre reset atılmaktadır. Bu işlem kart üzerinde ayrıyeten bulunan reset butonu ile de kolayca yapılabilmektedir. Arduino Uno kartı üzerindeki analog girişler A0, A1, A2, A3, A4, A5 olarak isimlendirilmiştir. Bu girişlerin her biri 10 bitliktir. Aref pini ile analog girişin gerilim değeri değiştirilebilmesine rağmen normalde 0-5 volt aralığında gerilim seviyesi sağlanır.

### 3.3. SERVO MOTOR

Motorlar,dairesel olarak hareket ederek kuvvet üreten endüstriyel cihazlardır. Motorlar genel olarak DC Motor, AC Motor,Servo Motor ve Step Motor olmak üzere dört farklı türde sınıflandırılır. Tüm bu motor çeşitleri yapı olarak birbirlerine benzeseler de, özellik ve çalışma mantıklarına göre bir birlerinden farklıdırlar. Servo ve step motorları gelişmiş motorlar olarak gösterebiliriz.



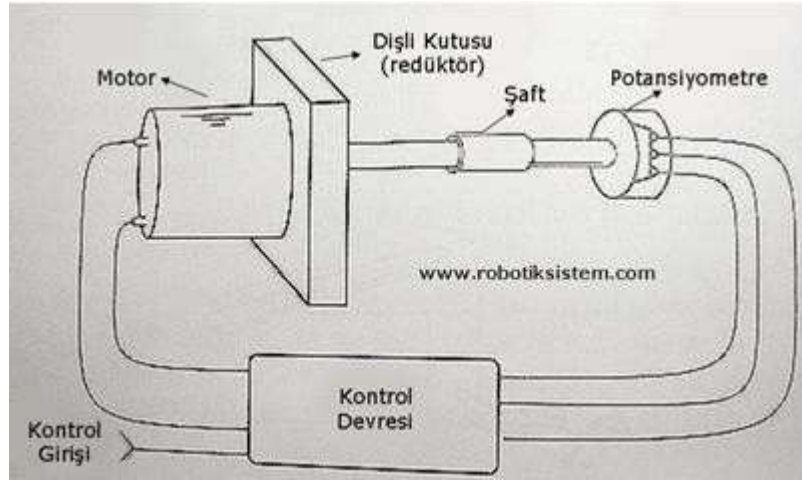
Günümüzde kontrol sistemleri oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Hemen hemen her alanda ve uygulamada bir kontrol sistemi mevcuttur. Kontrol sistemlerinin; robot sektörü, otomatik sektörü, uçak sektörü, radarlar gibi çok geniş uygulama alanları vardır. Servo motorlara kontrol motorları da denilmektedir. Özellikle kontrol sistemlerinde çıkış hareketlerini kontrol edici olarak kullanılmak üzere tasarlanıp üretilirler. Bir servo sistem veya servomekanizma geri beslemeli bir kontrol sistemi olup, sistemin çıkışı mekanik konum, ivme veya hız olabilir. Servo sistem ile konum (veya hız) kontrol sistemleri aynıdır. Servo sistemler günümüzde modern endüstride çok sık olarak kullanılmaktadır.

Robot teknolojisinde en çok kullanılan motor çeşididir. Bu sistemler mekanik olabileceği gibi elektronik, hidrolik-pnömatik veya başka alanlarda da kullanılabilir. Servo motorlar; çıkış, mekaniksel konum, hız veya ivme gibi parametrelerin kontrol edildiği, özetle hareket kontrolü yapılan bir düzendir. Servo motor içerisinde herhangi bir motor AC, DC veya step motor bulunmaktadır. Ayrıca sürücü ve kontrol devresini de içerisinde barındırmaktadır.



**Şekil 6 Servo Motor Yapısı**

### 3.3.1 Temel Prensi:



Şekil 7 Temel Konfigürasyon

Bir servo motorun temel konfigürasyonu şekilde gösterilmektedir. Bir DC motor yüksek redüksiyon oranına sahip bir dişli kutusunu hareket ettirir. Sondaki şaft çok yavaş bir hızla dönerek dönme eksenini üzerindeki potansiyometreyi de çevirir. Potansiyometrenin amacı geri besleme yaparak servo motorun şaftının pozisyonunu algılanmasını sağlamaktır. Potansiyometre algılanan pozisyona karşılık gelen voltajı, voltaj karşılaştırıcısı olarak kullanılan opampa gönderir. Bu voltaj değerinin, şaftın istenilen pozisyonunu belirleyen giriş voltajı ile karşılaştırılması ile karşılaştırıcının çıkış voltajı belirlenir. Bu çıkış voltajı, motor şaftını girişte uygulanan sinyala karşılık gelen açuya uyması için gerekli yönde hareket ettirecek gücü sağlar.

### 3.3.2 Servo Motor Çalışması:

Servo motorların üç giriş kablosu vardır. Bu kablolar; besleme, toprak ve veri girişidir. Besleme gerilimi genelde 5-8 V DA bir değerdir. Bu değer servomotorun tipine, gücüne ve istenilen özelliklerine göre her servomotorda farklı olabilir. Toprak ucu 0 V'dur. Veri kablosu servo motorlar için çok önemlidir. Bu uç servo motorun kontrol edilebilmesi sağlamaya imkan verir. Harici denetleyiciden gelen verilere göre 11 servo motor mili istenilen konum değerine kadar döner ve bu pozisyonunu korumaya başlar. Kontrolcü kartı ile koordine bir şekilde çalıştırılır. Servo motorların hafif olması ve kontrolünün basit olması tercih edilme nedenidir

### 3.3.3 Servo Motorun Genel Özellikleri

- Diğer motor türlerine göre daha hassastır.
- Açısal dönme yöntemi (yani encoder) ile çalışmaktadır.
- Bir sürücü ile kontrol edilirler.
- Endüstride çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.
- Mikrobilgisayarlar tarafından kolayca kontrol edilebilirler.
- Dönme esnasında oluşan hata sadece adım hatasıdır.
- Hızı programlama yoluyla ayarlanabilir.

Uygulama alanlarına örnek verecek olursak CNC makineler, robot kolları, endüstriyel taşıma sistemlerini örnek verebiliriz. Servo motorlar da çıkış; mekaniksel konum, hız veya ivme gibi parametrelerin kontrol edildiği bir düzenektir.

Servo motorları DC ve AC olmak üzere iki türde inceleyebiliriz.

### **3.4 DC SERVO MOTOR**

DC Servo motorun içerisinde bir adet dc motor bulunmasından dolayı dc servo motor ismini almıştır. Fakat dc motora ek olarak bir kontrol devresi ve çıkışında mil görevi gören bir potansiyometre ile dc motorun milini kontrol eder.

Potansiyometre, dönme momentine göre lineer bir direnç artışına sebep olur. Bu özelliğinden faydalanılarak potansiyometrenin o anki direnç değerine göre servo motorun anlık konumu belirlenir. Tüm bu işlemleri yapan kısım ise dc servo motorda kontrol devresi olarak anılır.

Kontrol devresi, potansiyometrenin direnç değerine göre servo motorun o an hangi açıda bulunduğunu tespit eder. Bu görevinin dışında servo motorun sinyal ucundan gelen bilgiye göre gitmesi gerektiği konumu belirler. Eğer servo mili sinyal ucundan gönderilen açıda ise motor çalışmaz. Çalışıyorsa da içerisindeki dc motorun çalışmasını durdurur. Fakat kontrol devresi motorun istenilen açıda olmadığını tespit ederse doğru açıyı yakalayana kadar motor hareket etmeye başlar. Fakat bu çalışma o kadar hassas işler ki istenilen açı yakalandığı anda çok küçük hata payı ile motoru durdurur. Bu işlemi ise açığa yaklaşıldıkça dc motorun hızını düşürerek yapar. Yani eğer mil büyük bir uzaklık kat edecekse, motor bütün gücüyle çalışacaktır. Eğer küçük bir açı için hareket edecekse motor daha yavaş dönecektir. Buna orantısal kontrol denir ve bu kontrol potansiyometre ile sağlanmaktadır.

#### **3.4.1 DC Servo Motor Çalışma Prensibi**

DC servo motorlar açısal olarak, -90 derece ve +90 derece arasında olmak üzere 180 derecelik bir açıda hareket edebilme kapasitesine sahiptir. Yani DC servo motor 0 ile 180 derecelik açıları kontrol etmek için kullanılır. DC servo motorun, çıkış dişlisinin mili mekanik olarak kısıtlaması sebebiyle daha büyük bir açı ile hareket ettirilemez.

### 3.4.2 AC SERVO MOTOR

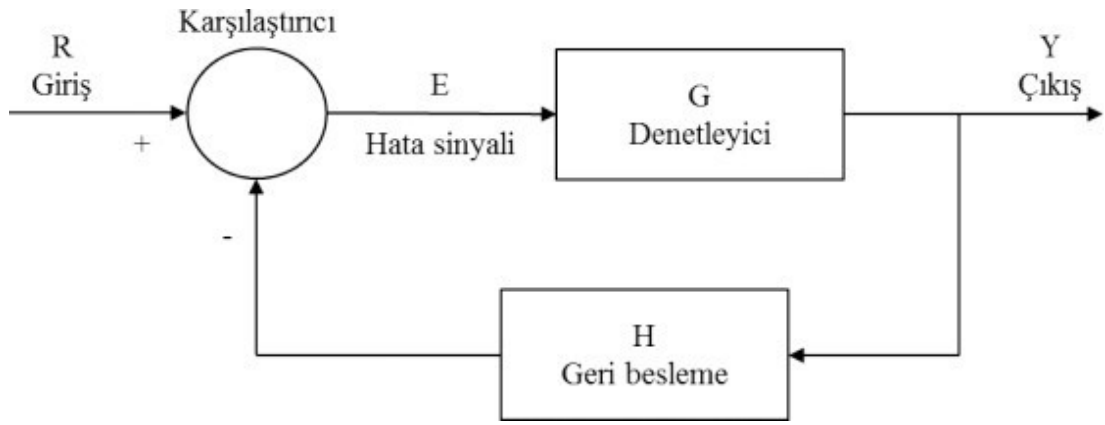
Hareket mekanizması olarak, Alternatif akım elektrik motorları ile aynı özelliklere sahip olmasına rağmen AC Servo motorlar, AC motorlardan farklı olarak encoder kısmına sahiptir. Encoder yardımı ile açısal hassasiyette dönme kabiliyeti kazandırılmış olur.

#### 3.4.4 AC Servo Motor Özellikleri

- AC motorlara göre kıyasla daha hassas ve uzun ömürlüdür.
- Yüksek güç gerektiren durumlarda DC Servo motor yerine kullanılır.
- Yüksek frekans değerlerinde çalışabilecek kapasitede olanları mevcuttur.
- Açısal hareket edebildiklerinden CNC kontrollü makineler için uygundur.
- DC Servo motorlara göre daha düşük moment ile çalışırlar.

#### 3.4.5 Geri Beslemeli ve Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi:

Kontrol sistemleri iki tipte sınıflandırılır. Bunlar; kapalı çevrim kontrol sistem ve açık çevrim kontrol sistemidir. Sistemin tipi, kontrolü istenen eleman ile kontrolü yapan eleman arasındaki ilişkiye bağlı olarak belirlenir. Projemizde kapalı çevrim kontrol sistemi kullanılacaktır. Bir kontrol sisteminde giriş işaretine bağlı olarak bir çıkış işareti elde edilir. Kapalı çevrim kontrol sistemlerinde, bu çıkış işareti bir ölçüm mekanizmasıyla ölçülür ve veriler denetleyici (kontrolör) birimine gönderilir. Denetleyici birimi ölçülen bu verileri istenen (arzu edilen) verilerle karşılaştırarak fark (hata) işaretleri üretir. Böylece giriş ile çıkış arasındaki fark belirlenir. Bundan sonra denetleyici çıkışındaki farka göre sistem bu farkı sıfırlayacak şekilde çalışmasını sürdürür. Her seferinde çıkış ile giriş arasındaki fark ölçülerek hata olup olmadığı kontrol edilir ve varsa hata sistem tarafından kendiliğinden giderilmeye çalışılır. İşte bu kontrol sistemine kapalı çevrim kontrol sistemi denilir. Şekil’de geri besleme kontrol sisteminin blok diyagramı gösterilmiştir.



**Şekil 8 Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi**

## **4.MATERYAL ve YÖNTEM**

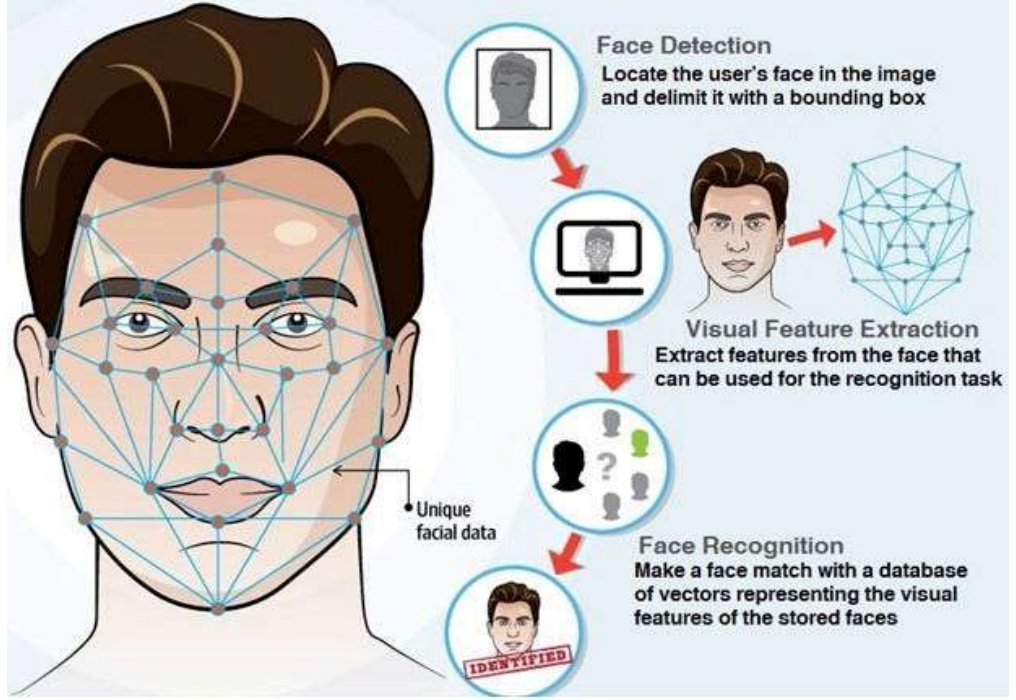
### **4.1Giriş**

Bu bölümde Face Recognition algoritmasının özelliklerinden bahsedilmiştir.

### **4.2Face Recognition**

Yüz tanıma teknolojisi, günümüzde hızla gelişen ve birçok sektörde kullanılan bir biyometrik tanıma yöntemidir. Bu teknoloji, bireylerin yüz özelliklerini analiz ederek kimlik tespiti yapar ve bu sayede birçok farklı uygulamada kullanılır. Ancak, yüz tanıma teknolojisinin kullanımı beraberinde bir dizi etik, hukuki ve gizlilik sorununu da getirmiştir. Face recognition teknolojisi ile, bir kişinin yüz özelliklerini ve desenlerini kullanarak kimliğini belirleme prensibine dayanır. Bu genellikle birkaç adımda gerçekleşir.

Görüntüleme ( capture ) yöntemi ile bir kişinin yüzü , kamera aracılığı ile dijital bir görüntüye dönüştürülür. Sonrasında özellikle çıkarma ( feature extraction ) yöntemi ile yüz özellikleri, gözlerin konumu, burun şekli, ağız yapısı gibi anahtar noktalar üzerinden belirlenir. Bu özellikler, bir matematiksel modelde ile temsil edilir. Son olarakta karşılaştırma ( matching ) yöntemi ile elde edilen yüz özellikleri, bir veri tabanındaki kayıtlarla karşılaştırılır. Eşleşme sağlandığında, tanıma işlemi gerçekleşir.



Şekil 9: Yüz tanıma algoritmalarının sıralaması



## 5 UYGULAMA

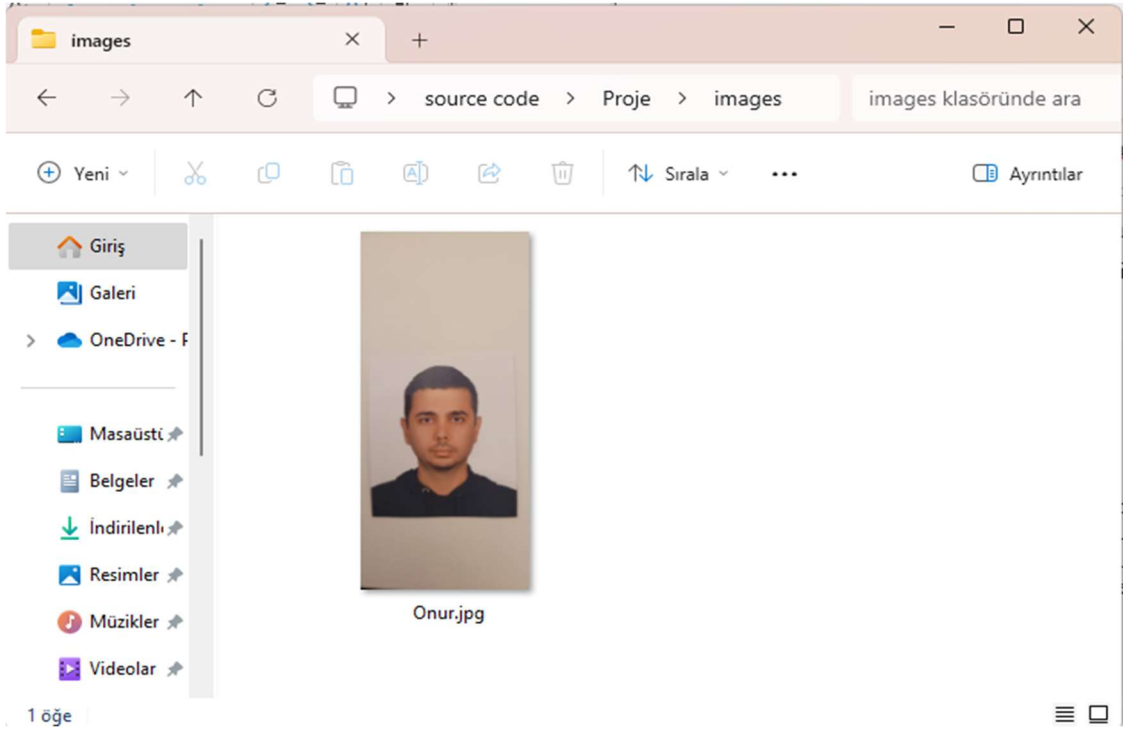
### 5.1 Uygulama İçin Kullanılan Yazılım ve Kütüphaneler

Bu çalışmada gerçekleştirilen “gerçek zamanlı yüz tespit ve servo motor aracılığı ile görüntü takip ” uygulaması PyCharm ortamında Python dili ve android studio ortamında c dili ile yazılmıştır.

Proje kapsamında bilgisayarlı görüntü işleme işlemlerini “Face Recognition” ve “cv2” isimli yazılım kütüphanesi kullanılmıştır. Projede web cam üzerinden gerçek zamanlı görüntü almak için Opencv (cv2) kütüphanesi, önceden belirlenmiş tanınmış kişi resimleri ile anlık webcam üzerinden alınan görüntüleri eşleştirerek yüzün tespitinde Face Recognition’ ın kütüphanesi kullanılmıştır.

### 5.2 Proje Uygulamaları

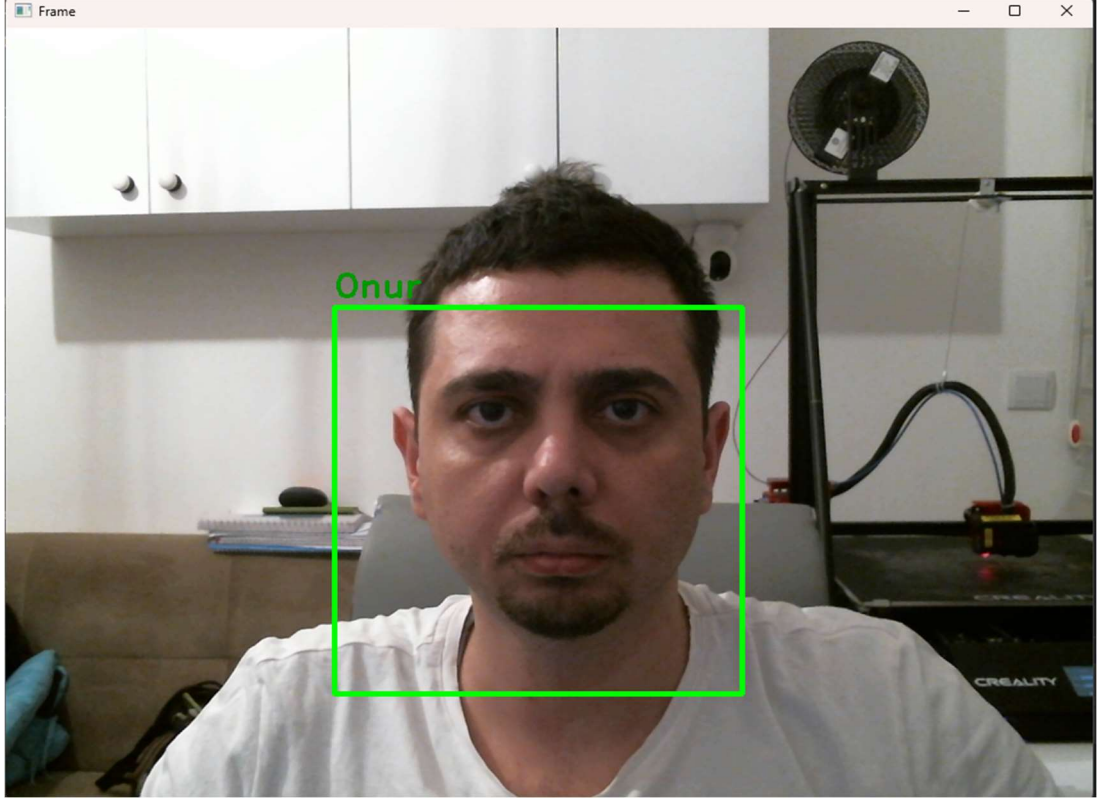
İmage dosyasına resimleri kişi isimleri ile kaydediyoruz. Web kamerasından alınan gerçek zamanlı görüntülerde bu kayıtlı kişiler ile eşleşme sağladığında eşleşme sağlandı uyarısı ile birlikte kişi nin kayırlı adı çıkmaktadır. Eşleşme bulunamadığı zaman bilinmeyen kişi ibaresi belirlemektedir. Görüntüdeki kişi tanınsın yada tanınmasın kamera görüntüye kitlenir ve onu servo motorlar sayesinde takip eder.



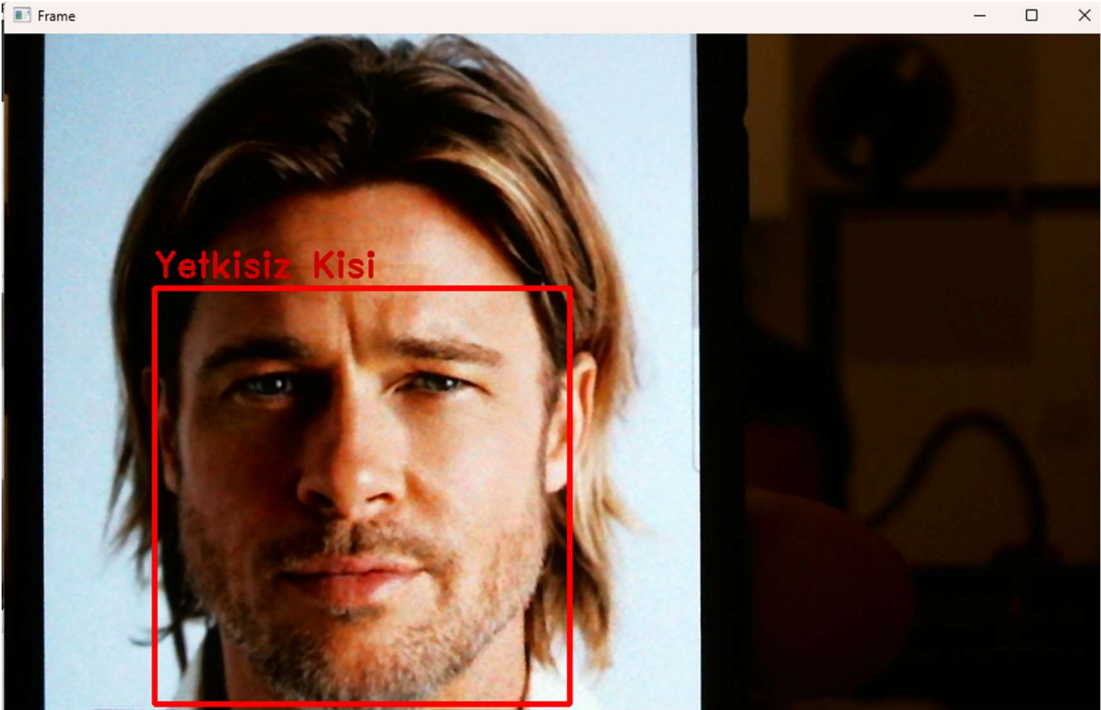
Şekil 10: Tanımlı Kişi Resmi

```
1 import cv2
2 import serial
3 import time
4 from simple_facerec import SimpleFacerec
5
6 sfr = SimpleFacerec()
7 sfr.load_encoding_images("images/")
8 #face_cascade= cv2.CascadeClassifier("haarcascades/haarcascade_frontalface_default.xml")
9
10 cap=cv2.VideoCapture(0, cv2.CAP_DSHOW)
11 cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, value=1080)
12 cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, value=1080)
13
14
15 arduino = serial.Serial( port: 'COM7', baudrate: 9600, timeout=0.1)
16
17 time.sleep(1)
18
19 while True:
20     ret, frame = cap.read()
21
22
23 #frame=cv2.flip(frame,1) #mirror the image
24 face_locations, face_names = sfr.detect_known_faces(frame)
25
26
27 for face_loc, name in zip(face_locations, face_names):
28     y1, x2, y2, x1 = face_loc[0], face_loc[1], face_loc[2], face_loc[3]
29
30     string = 'X{0:d}Y{1:d}'.format( *args: (x1+y1//3), (x2+y2)//3)
31     print(string)
32     arduino.write(string.encode('utf-8'))
33
34     if (name == "Yetkisziz"):
35         cv2.putText(frame, text: "Yetkisziz Kisi", org: (x1, y1 - 10), cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX, fontScale: 1, color: (0, 0, 204), thickness: 2)
36         cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 0, 255), 4)
37     if (name != "Yetkisziz"):
38         cv2.putText(frame, name, org: (x1, y1 - 10), cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX, fontScale: 1, color: (0, 153, 0), thickness: 2)
39         cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 4)
```

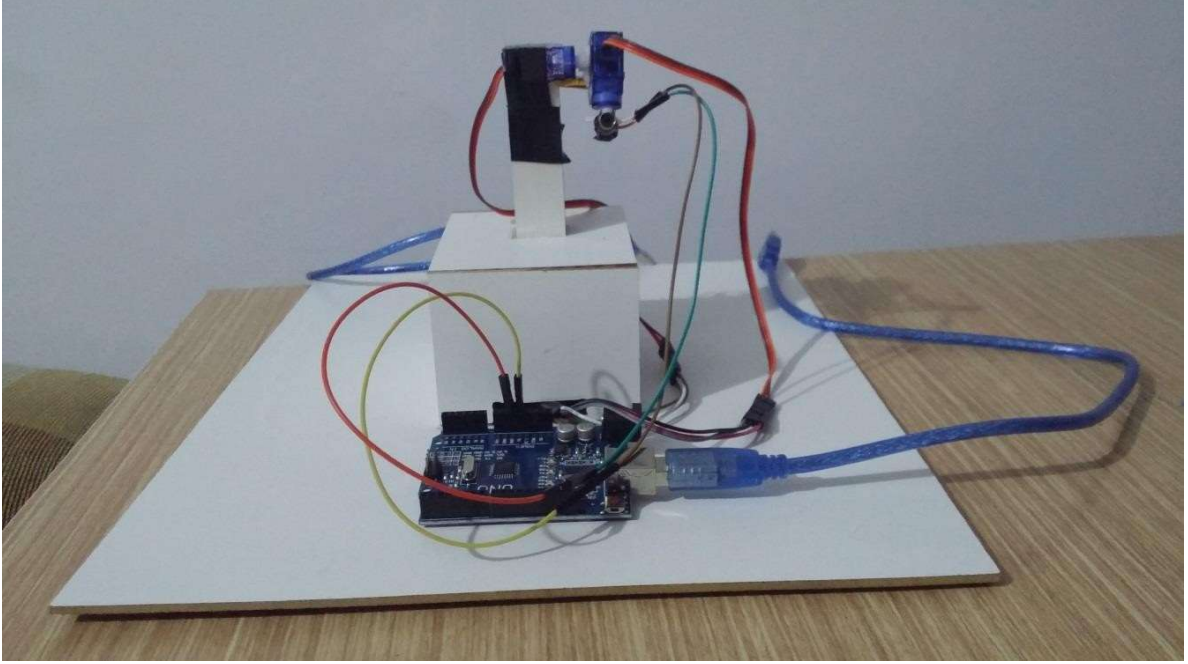
Şekil 11: Python Kod Örneği



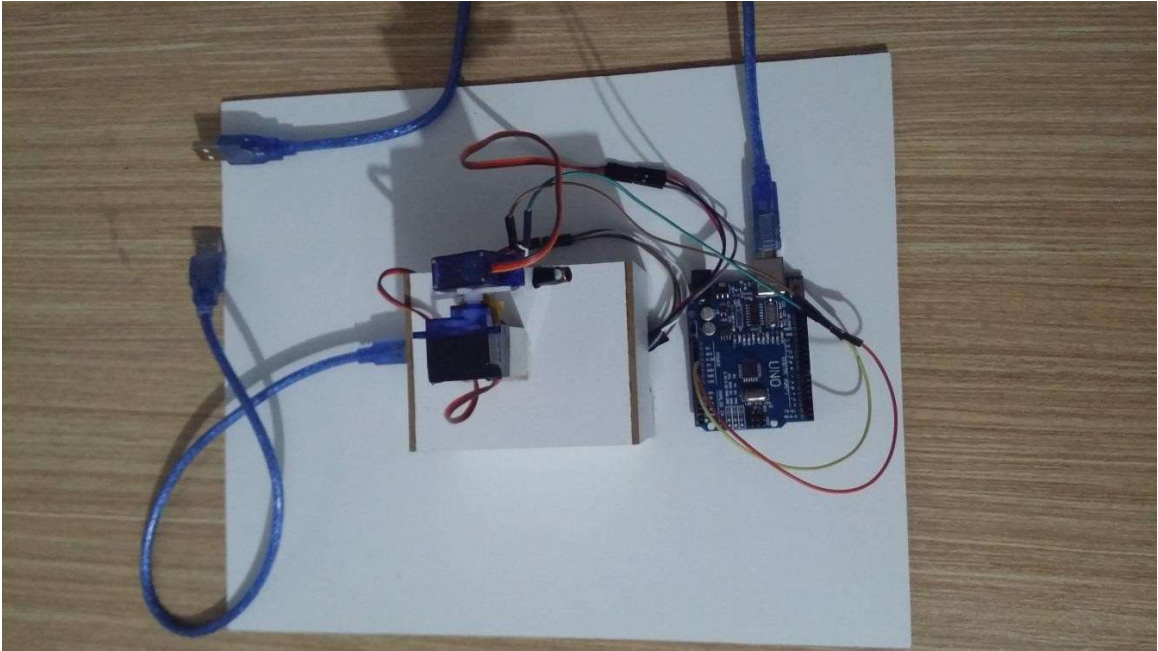
**Şekil 12: Tanınmış Kişi**



**Şekil 13 : Tanınmamış Kişi**



**Şekil 14 : Arduino İle Servo Motor Kontrol**



**Şekil 15: Arduino İle Servo Motor Kontrol**

## 6.SONUÇ

Bu çalışmada, görüntü işleme teknikleri kullanılarak önceden kayıt edilmiş bir kişinin profil resmini gerçek zamanlı kamera görüntüsü içerisinde eşleşme arar. İşlemler gerçekleştirilirken öncelikle görüntüler normalize edilmiştir(gri-seviye dönüşüm). Çalışma kapsamında gerçek zamanlı bir yüz tespiti için ihtiyaç duyulan metodolojiler ve yaklaşımlar tasarlanmış ve problemin çözümü için yüksek standartlarda bir uygulama geliştirilmiştir. Ayrıca farklı teknikler kullanılarak bu dezavantajların önüne geçilebilir. Bu tez çalışmasında sonuç olarak yüz bulma sistemi gerçek zamanlı bir uygulamanın ihtiyaçlarını ve hedeflerini karşılayacak şekilde geliştirilmiştir. Bu yöntemler geliştirilirken uygulamanın gerçek zamanlı bir uygulama olarak ve hızla çalışması gerektiği de hiçbir zaman gözden kaçırılmamıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] Elman, J.L., E.A. Bates, M.H. Johnson, A. Karmiloff-Smith, D. Parisi, K. Plunkett, Rethinking innateness: A connectionist perspective on development, *Cambridge, MA: MIT Press*, 1996.
- [2] Chellappa, R., C.L. Wilson, S. Sirohey, "Human and machine recognition of faces: a survey", *Proceedings of the IEEE*, vol.83, no.5, 1995.
- [3] Turk, M., A. Pentland, "Eigenfaces for recognition", *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol.3, no.1, pp.71-86, 1991.
- [4] Wiskott, L., J.-M. Fellous, N. Krüger, C. von der Malsburg, "Face recognition by elastic bunch graph matching", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.19, no.7, pp.775-779, 1997
- [5] Ramasubramanian, D., Y.V. Venkatesh, "Encoding and recognition of faces based on the human visual model and DCT", *Pattern Recognition*, vol.34, pp.2447-2458, 2001.
- [6] Tanaka, J. W., Farah M.J., "Parts and wholes in face recognition," *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, vol.46A, 225-245, 1993.
- [7] Fodor, J.A., *The Modularity of Mind*, MIT Press, Cambridge, MA, 1983.
- [8] Karmiloff-Smith, A., *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*, Cambridge MA: MIT Press, 1992.
- [9] Süleyman, F., 2012. Siber Güvenlikte Biyometrik Sistemler ve Yüz Tanıma, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara
- [10] Eleyan, G., 2010. Görüntü Çerçevelerinde Yüz Algılama ve Veritabanı ile Eşleme Yapılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara
- [11] Kurt, B., Bilgisayar ile Psikolojik Durum Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, 2007
- [12] <http://mehmetsalihdeveci.net/2010/12/31/yuzresimlerinde> Özellik Noktalarının Bulunması.2012
- [13] Özmen , G., Kandemir , R., 2012. Haar Dalgacıkları ve Kübik Bezier Eğrileri İle Yüz İfadesi Tespiti, ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Bursa, 29 Kasım - 01 Aralık
- [14] M. Pantic, and L. J. M. Rothkrantz, *IEEE Trans. on PAMI*, 22, 1424(2000).