

T.C

BEYKENT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**KİŞİNİN PROFİL GÖRÜNTÜSÜNDEN KULAK YERİNİ  
TESPİT ETME VE KİMLİĞİNİ TANIMLAMA SİSTEMİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Tezi Hazırlayan: **Naci FIRTINA**

İstanbul, 2014

T.C

BEYKENT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**KİŞİNİN PROFİL GÖRÜNTÜSÜNDEN KULAK YERİNİ  
TESPİT ETME VE KİMLİĞİNİ TANIMLAMA SİSTEMİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Tezi Hazırlayan:

**Naci FIRTINA**

Öğrenci No:

110820034

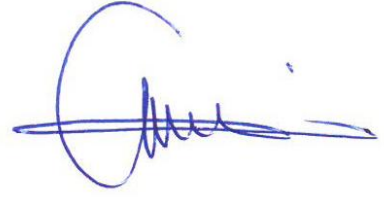
Danışman:

Doç. Dr. Gökhan SİLAHTAROĞLU

İstanbul, 2014

## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “KİŞİNİN PROFİL GÖRÜNTÜSÜNDEN KULAK YERİNİ TESPİT ETME VE KİMLİĞİNİ TANIMLAMA SİSTEMİ” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurla doğrularım. 15.02.2014



Aday: **Naci FIRTINA**

T.C.  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 110820034 no'lu Naci FIRTINA'nın 18 / 03/ 2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavı<sup>1</sup> sonucunda ..... dakika süreyle sunduğu ve savunduğu KİŞİNİN PROFİL GÖRÜNTÜSÜNDEN KULAK YERİNİ TESPİT ETME VE KİMLİĞİNİ TANIMA SİSTEMİ başlıklı tezi hakkında<sup>2</sup> oybirliğiyle, KABUL kararı verilmiştir.

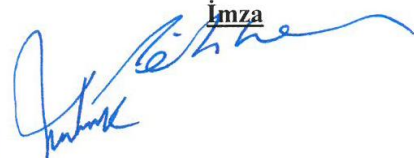

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

---

Anabilim Dalı : BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ  
Programı : BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ  
Tez Başlığı<sup>3</sup> :

---

<u>Tez Sınav Jürisi</u>	<u>Öğretim Üyesi</u>
Danışman	: Doç. Dr. Gökhan Silahtaroğlu
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Turhan KARAGÜLER
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Ediz ŞAYKOL

İmza  
  


<sup>1</sup> Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

<sup>2</sup> Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında “kabul”, “düzeltme” veya “red” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi başarısız bulunan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sınavında da tezi kabul edilmeyen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

<sup>3</sup> İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

## TEŐEKKÜR

Bu çalışmanın tamamlanmasında bana her türlü desteğini eksik etmeyen *Doç. Dr. Gökhan SİLAHTAROĞLU* hocama, *Yrd. Doç. Dr. Ediz ŞAYKOL* hocama ve değerli arkadaőım Sayın *Kürőat KARADAŐ*'a sonsuz teőekkür ederim.

# KİŞİNİN PROFİL GÖRÜNTÜSÜNDEN KULAK YERİNİ TESPİT ETME VE KİMLİĞİNİ TANIMLAMA SİSTEMİ

Tezi hazırlayan: Naci FIRTINA

## ÖZET

Modern yaşamın ve artan teknoloji kullanımının beraberinde getirdiği gereksinimlerden biri de güvenlidir. Bununla birlikte güvenlik uygulamaları sahtecilik ile gündeme gelmekte ve birçok sistem ciddi ataklara maruz kalmaktadır. Günümüzde bu durum güvenlik konseptini değiştirmiş ve şifre, kimlik kartı gibi uygulamalar yerini bireye has özellikler ile kimlik tespiti yapan biyometrik sistemlere bırakmaya başlamıştır.

Güvenlik konusu teknoloji ile birlikte bütünleşip biyometrik özelliklerin araştırılması ve otomatik olarak tanınması şeklinde gelişim göstermiştir. Bu çalışmada biyometrik özelliği olan insan kulağının, profil yüz resminden kulak yerinin tespiti ve seçili kulak bölgesine göre örüntünün tanınması üzerinde durulmuştur. Kişinin profil görüntüsünden kulak yeri tespit ve tanımlama için antropometrik kanonlardan faydalanılmış, benzerlik araştırılması için ise istatistik bir yöntem olan Temel Bileşenler Analizi (TBA) kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Temel Bileşenler Analizi, Biyometri, Örüntü Tanımlama,  
Antropometrik Kanonlar, Tanımlama, Tespit, Profil.

# **DETECTION AND RECOGNATION SYSTEM FROM PERSON'S EAR PROFILE VIEW**

**Presented by: Naci FIRTINA**

## **ABSTRACT**

Increased of technology and modern life use bring one of the requirements is security. However, security applications and come up with a lot of counterfeiting system is exposed to a serious attack . Today, this situation has changed the concept of security and password, ID card with unique features to individual applications such as location identification, biometric systems that are being replaced.

Security issues along with the technology that blends the automatic recognition of biometric features in the form of research and development has shown. In this study, the biometric feature of the human ear, the ear profile face image detection and location selected by the ear region focused on pattern recognition. People ears from the profile image of the canon anthropometric was utilized for the determination and recognition of the location, which is a method similar to investigate the statistics of Principal Component Analysis (PCA) was used.

**Key Words:** Principal Component Analysis, Biometrics, Pattern Recognition, Anthropometric Canons, Determination, Recognition, Profile.

## ÖNSÖZ

Kulak yapısı zamanın ve yaşlanmanın etkisi ile özelliğini kaybetmemesi ve en ayırt edici fizyolojik özellik olduğundan hareket ederek insan profil resmi üzerinden elde edilen görüntüyü kullanarak kulak bölgesinin tespit edilmesi ve tespit edilmiş kulak görüntüsünden kişinin kimliğini belirlemeyi amaçlanmıştır. Bu biyometrik karşılaştırılma yapılırken en önemlisi kişiyi rahatsız etmeden veya fark ettirilmeden bu biyometrik karşılaştırılmaya tabi tutulmasıdır. Biyometrik teknolojiler bu alanda hızla gelişmektedir. Günümüzde güvenlik konusunun gittikçe artması nedeni ile kulak tanıma sistemi için çalışmalar halen devam etmektedir. Bu çalışmadaki amaç biyometrik sistemlerin araştırılarak, bu sistemlerin tasarımına katkı sağlayacak uygulama ve cihazların çalışma mekanizmaları hakkında fikir sahibi olabilmektir.

**Naci FIRTINA**

**İstanbul, 2014**



## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>TABLOLAR LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. BİYOMETRİ</b> .....	<b>3</b>
2.1. Biyometri Türleri .....	3
2.2. İdeal Biyometri .....	4
2.3. Biyometrinin Çalışma Adımları .....	4
2.4. Biyometri Zaman Üstü Kalıcılık .....	4
<b>3. YÜZ TANIMA SİSTEMİ</b> .....	<b>6</b>
<b>4. KULAK ANATOMİSİ</b> .....	<b>8</b>
4.1. İnsan Kulağının Yapısı ve Özellikleri .....	8
4.1.1. Dış Kulak .....	9
4.1.1.1. Kulak Kepçesi .....	9
4.1.1.2. Kulak Yolu .....	9
4.1.1.3. Kulak Zarı .....	9
4.1.2. Orta Kulak .....	14
4.1.3. İç Kulak .....	14
<b>5. KULAK BİYOMETRİSİ</b> .....	<b>15</b>
5.1. Neden Kulak Biyometrisi .....	19
5.2. Genelde Kulak Tespitinde Kullanılan Metotlar .....	19
5.2.1. Fotoğrafla Karşılaştırma .....	19

5.2.2. Markalar .....	19
5.2.3. Termogram Resim .....	20
5.2.4. Bilgisayar Esaslı Yöntemler.....	20
<b>6. UYGULAMA .....</b>	<b>21</b>
6.1. Kulak Biyometrisinin Tarihçesi.....	21
6.2. Uygulama Adımları .....	23
6.2.1. Profilden Kulak Bölgesinin Tanınması.....	23
6.2.2. Ön İşlemeler .....	26
6.2.2.1. Kenar Bulma Algoritması .....	26
6.2.2.2. Temel Bileşenler Analizi.....	31
6.3. Program .....	34
6.3.1. Kulak Yeri Tespit Çalışması .....	37
6.3.2. Kulak Görüntüsü Üzerinden Kimlik Tanımlama Çalışması .....	53
6.3.3. Eğitim ve Test Çalışması .....	62
6.3.4. Uygulamanın Kullanım Alanları.....	65
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>68</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>70</b>

## TABLÖLAR LİSTESİ

<b>Tablo.1.</b> Biyometride Zaman Üstü Kalıcılık .....	5
<b>Tablo.2.</b> Kusurlu Oluşumların Tipleri .....	10
<b>Tablo.3.</b> Kulak Anormallikleri .....	13
<b>Tablo.4.</b> Kulak Geometrisi .....	15
<b>Tablo.5.</b> Test Sonuçları.....	17
<b>Tablo.6.</b> Uygulamanın Geliştirmesinde Kullanılan Teknolojik Altyapılar .....	36
<b>Tablo.7.</b> Minimum Sistem Gereksinimleri .....	36
<b>Tablo.8.</b> CascadeClassifier Metodun Parametreleri Listesi.....	45
<b>Tablo.9.</b> Muhtemel Sonuçlar Listesi.....	48
<b>Tablo.10.</b> Eğitim ve Test Sonuçları .....	64

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil.1. Biyometrik Endüstrinin Yıllara Göre Tahmini Büyüme Miktarı (Milyon Dolar).....	2
Şekil.2. Biyometri Türleri .....	3
Şekil.3. Yüz Tanıma Sistemi Çalışma Prensibi .....	7
Şekil.4. Kulak Yapısı .....	8
Şekil.5. Kulağın Embriyodaki Gelişimi .....	9
Şekil.6. Kulağın Temel Şekilleri.....	16
Şekil.7. Kulak Yapısı ve Özelliği.....	18
Şekil.8. Kulağın Termogram Resmi .....	20
Şekil.9. (a) Anatomi, (b) Ölçümler .....	22
Şekil.10. Voronoi Diyagramı .....	23
Şekil.11. Profilden Antropometrik Kanonlar Ölçümleri Gösterilmiştir .....	24
Şekil.12. Kolay tespit edilebilecek kulak görüntüleri .....	25
Şekil.13. Zor tespit edilebilecek kulak görüntüleri .....	25
Şekil.14. (a) Gray Görüntü, (b) Canny Görüntü .....	26
Şekil.15. Canny Kenar Bulma Algoritmasının İşleme Şeması .....	30
Şekil.16. Canny Kenar Bulma Algoritmasının Pseudo Kodu .....	30
Şekil.17. PCA Diyagramı.....	33
Şekil.18. Normalizasyon Noktaları .....	33
Şekil.19. Programın Genel Şeması .....	34
Şekil.20. Programın Akış Diyagramı .....	35
Şekil.21. Programda Benimsenen İşlem Adımları.....	37
Şekil.22. Uygulama Ana Menüsü .....	38
Şekil.23. Resim Üzerinde Bulma ve Tanımlama Yap Buton Ekranı.....	38
Şekil.24. Resim Üzerinde Kulak Yeri Tespit Etme Ekran Detayı .....	39
Şekil.25. Resim Üzerinde Kulak Yeri Tespit Etme Ekranı 1 .....	41
Şekil.26. Profil Resim Dosyası Ekranı.....	41
Şekil.27. Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 2 .....	42
Şekil.28. Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 3 .....	47

<b>Şekil.29.</b> Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 4.....	48
<b>Şekil.30.</b> Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 5.....	49
<b>Şekil.31.</b> Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 6.....	50
<b>Şekil.32.</b> Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 7.....	51
<b>Şekil.33.</b> Web Kamera Üzerinde Bulma ve Tanımlama Yap Buton Ekranı .....	52
<b>Şekil.34.</b> Web Kamera Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı .....	52
<b>Şekil.35.</b> Kayıt Ekle Buton Ekranı .....	53
<b>Şekil.36.</b> Resimden Tanımlama Kaydı Ekleme Ekranı Detayı .....	54
<b>Şekil.37.</b> Ölçek Faktör(Scale Factor) Değerleri Ekranı .....	55
<b>Şekil.38.</b> Asgari Komşu (Minimum Neighbors) Değerleri Ekranı .....	55
<b>Şekil.39.</b> Asgari Ölçek (Minimum Size) Değerleri Ekranı .....	56
<b>Şekil.40.</b> Azami Ölçek (Maximum Size) Değerleri Ekranı .....	56
<b>Şekil.41.</b> Resimden Tanımlama Kaydı Ekleme Ekranı 1.....	58
<b>Şekil.42.</b> Resimden Tanımlama Kaydı Ekleme Ekranı 2.....	58
<b>Şekil.43.</b> Resim Üzerinde ki Kulak Bilgisinden Kimlik Tespit Etme Ekranı 1 .....	60
<b>Şekil.44.</b> Resim Üzerinde ki Kulak Bilgisinden Kimlik Tespit Etme Ekranı 2.....	61
<b>Şekil.45.</b> Profil Veri Tabanından Örnekler .....	63
<b>Şekil.46.</b> Kulak Veri Tabanından Örnekler .....	64
<b>Şekil.47.</b> Sahne 1.....	66
<b>Şekil.48.</b> Sahne 2.....	66
<b>Şekil.49.</b> Sahne 3.....	67

## KISALTMALAR

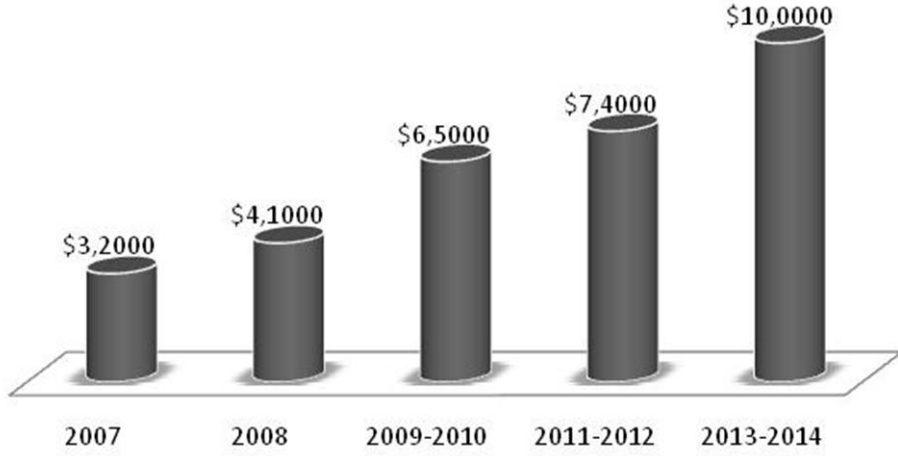
<b>TBA</b>	: Temel Bileşenler Analizi
<b>PCA</b>	: Principal Component Analysis
<b>RGB</b>	: Red Green Blue
<b>HSV</b>	: Hue Saturation Value
<b>BGR</b>	: Blue Green Red
<b>OPENCV</b>	: Open Source Computer Vision Library
<b>bkz.</b>	: Bakınız

## 1. GİRİŞ

Bir bireyin ölçülebilen fizyolojik ya da davranışsal özelliklerine biyometri (biometric) denilmektedir. Başlıca biyometrik özellikler; parmak izi, avuç içi bilgisi, retina, iris, el ve yüz yapısı, ses, dişler, yürüyüş ve konuşma şekli, kulak, koku, el yazısı, klavye yazısı, imza, el damarlarının şekli ve DNA'dır. Biyometrik sistemlerin en büyük üstünlüğü, bu özelliklerin unutulamayan, kaybedilemeyen ve tahmin edilemeyen tek yapılar olmasıdır. Kişiden kişiye değişen ve bu nedenle transfer edilmesi zor olan bu özellikler biyometriyi güvenlik sistemlerinde en çok tercih edilen alan haline dönüştürmüştür[1].

Biyometrik teknolojisinin geleceği çok parlak görünüyor. Günümüzde büyük ölçüde fiziksel erişimin engellenmesi için kullanılmasına rağmen çok yakında birçok alana yayılması bekleniyor. Bilişim dünyasında en büyük sorun olarak görülen veri güvenliği sorununun çözümü de biyometrik teknolojide yatıyor. Bu tür sistemlerin popüleritesi arttıkça maliyetleri de düşüyor ve Ar-Ge'ye ayrılan kaynaklar hızla artıyor. 2007 yılında 3,2 milyar dolar olarak gerçekleşen biyometrik pazar, büyük bir büyüme ivmesi ile 2008 yılında 4,1 milyar dolara ulaşmış. 2000-2010 periyodları için %33,1'in üzerinde bileşik yıllık büyüme oranı ile 6,5 milyar dolara ulaşacağı tahmin ediliyor. Yapılan araştırmalar, biyometrik piyasasının bu büyüme hızı ile 2020 yılında 10 milyar dolarlık bir pazara sahip olacağını gösteriyor. **Şekil 1'** de 2007-2014 yılları arasında biyometrik endüstrinin büyüme miktarı (milyon dolar bazında) gösterilmiştir[2].

## Biyometrik Endüstrinin Büyüme Miktarı



**Şekil.1.** Biyometrik Endüstrinin Yıllara Göre Tahmini Büyüme Miktarı (Milyon Dolar)  
(BEST Dergisi Yazarı Devrim Bozkurt'un tahmini)

Araştırmacılar kulak biyometrisini çoğu zaman yüz biyometrisi ile kıyaslarlar[3.4.5]. Kulak, yüze göre bazı üstünlüklere sahiptir; düşük uzaysal çözünürlük gerektirmekte, renk dağılımı daha düzenli olmaktadır. Yüz ifadesine ve başın dikey hareket yönüne göre daha az değişkendir. Işık değişiminde, yüz tanıma kulakla kıyaslandığında daha çok etkilenmektedir [4.6.7]. Çalışmada profilden kulak görüntüsü alınmaktadır. Profilden alınan kulak görüntüsüne göre kanon bilgilerinden faydalanarak kulak bölgesinin yeri tahmin edilir. Sonra bu bölge incelenerek çerçevelenmiş kulak bilgisi elde edilir. Maske uygulanan gri renkli kulak bilgisine göre kaydetme ve tanıma işlemleri gerçekleştirilir. Tanıma işlemi için kulağa ait özellikler istatistik yaklaşım olan Temel Bileşenler Analizi (Principial Component Analysis-PCA) yardımıyla elde edilmiştir.

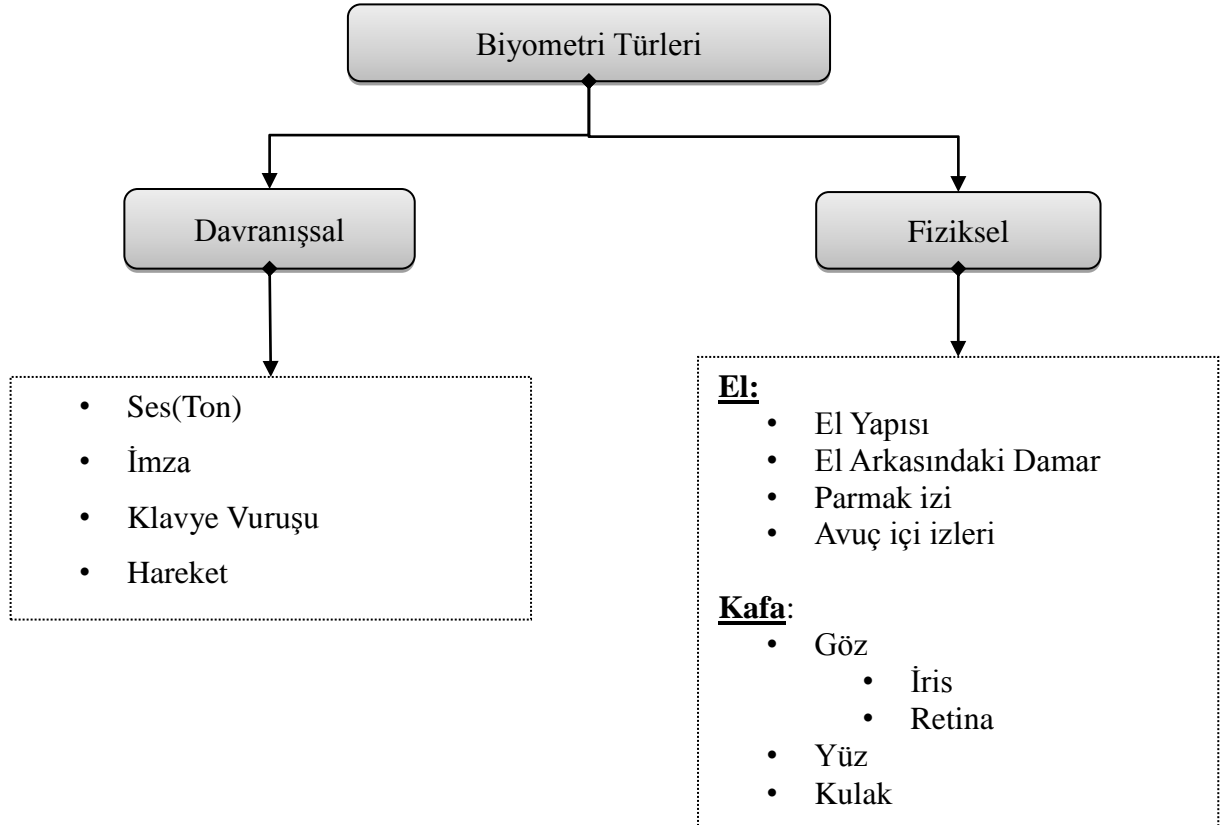


## 2. BİYOMETRİ

Bir bireyin ölçülebilen fizyolojik ya da davranışsal özelliklerine Biyometri denilmektedir. Bu karakteristik özellikler kişiye özgüdür ve eşsizdir. Biyometri de kişiyi tanımlamak için bu fiziksel veya davranışsal özellikler karşılaştırılır. Biyometrik karakteristiklerin en büyük üstünlüğü, bu özelliklerin unutulmayan, kaybedilmeyen ve de tahmin edilemeyen tek yapılar olmasıdır. Kişiden kişiye değişen ve bu nedenle transfer edilmesi zor olan bu özellikler biyometriyi güvenlik sistemlerinden en çok tercih alan haline dönüştürülmüştür.

### 2.1. Biyometri Türleri

Biyometrik sistemler kendi aralarında fiziksel ve davranışsal olarak iki türden oluşmaktadır.



Şekil.2. Biyometri Türleri

## 2.2. İdeal Biyometri

- **Evrensel:** Her kişi karakteristik özelliklere sahip olmalıdır.
- **Eşsiz:** Aynı karakteristik özellikleri taşıyan birden fazla kişi olmamalıdır.
- **Kalıcı:** Karakteristik özellikler zaman içerisinde değişmemelidir.
- **Elde Edilen:** Bir sensor tarafından kolayca yakalanabilir ve ölçülebilir olmalıdır.

## 2.3. Biyometrinin Çalışma Adımları

Aşağıdaki dört aşamalı süreç biyometrik sistemlerin işleme şeklini gösterir.

- **Yakalama :** Fiziksel veya davranışsal numune kayıt sırasında sistem tarafından yakalanır.
- **Çıkarım :** Benzersiz veri örnekten çıkarılır ve bir şablon oluşturulur.
- **Karşılaştırma :** Daha sonra şablon yeni bir örnekle karşılaştırılır.
- **Eşleme :** Sistem daha sonra yeni örnekten alınan özelliklerin eşleşip eşleşmediğine karar verir.

## 2.4. Biyometri Zaman Üstü Kalıcılık

Aşağıdaki tabloda kulak şekli dermatoglifikle ve kimlik tespitinde kullanılan diğer biyometrikler kıyaslanmaktadır:

**Tablo.1.** Biyometride Zaman Üstü Kalıcılık

<b>Biyometrik özellikler</b>	<b>Zaman üstü kalıcılık</b>
<b>Kulak formu</b>	<b>0 0 0 0 0 0</b>
<b>parmak izi</b>	<b>0 0 0 0 0 0</b>
<b>El geometrisi</b>	<b>0 0 0 0 0 0 0</b>
<b>Parmak geometrisi</b>	<b>0 0 0 0 0 0 0</b>
<b>Yüze ait yapı</b>	<b>0 0 0 0 0</b>
<b>El arkasındanın damar yapısı</b>	<b>0 0 0 0 0 0</b>
<b>İris örnekleri</b>	<b>0 0 0 0 0 0 0 0 0</b>
<b>Retina</b>	<b>0 0 0 0 0 0 0 0</b>
<b>DNA</b>	<b>0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</b>
<b>Koku</b>	<b>0 0 0 0 0 0 ?</b>
<b>Ses (ton)</b>	<b>0 0 0</b>
<b>Klavye vuruşu</b>	<b>0 0 0 0</b>
<b>imza</b>	<b>0 0 0 0</b>
<b>Karşılaştırma parolası</b>	<b>0 0 0 0 0</b>

**Kaynak:** *Kusurlu Oluşumların Tipleri* içinde. (18 Temmuz 2012) tarihinde <http://parmakizleriniz.blogspot.com.tr/2012/07/kulagn-embriyonik-gelisimi.html>'den alındı.

Zamanın üstünde farklı biyometriklerin kalıcılığı: En iyi kalıcılık daha fazla sıfır rumuza ve en kötü kalıcılık en az sıfır rumuza sahiptir.

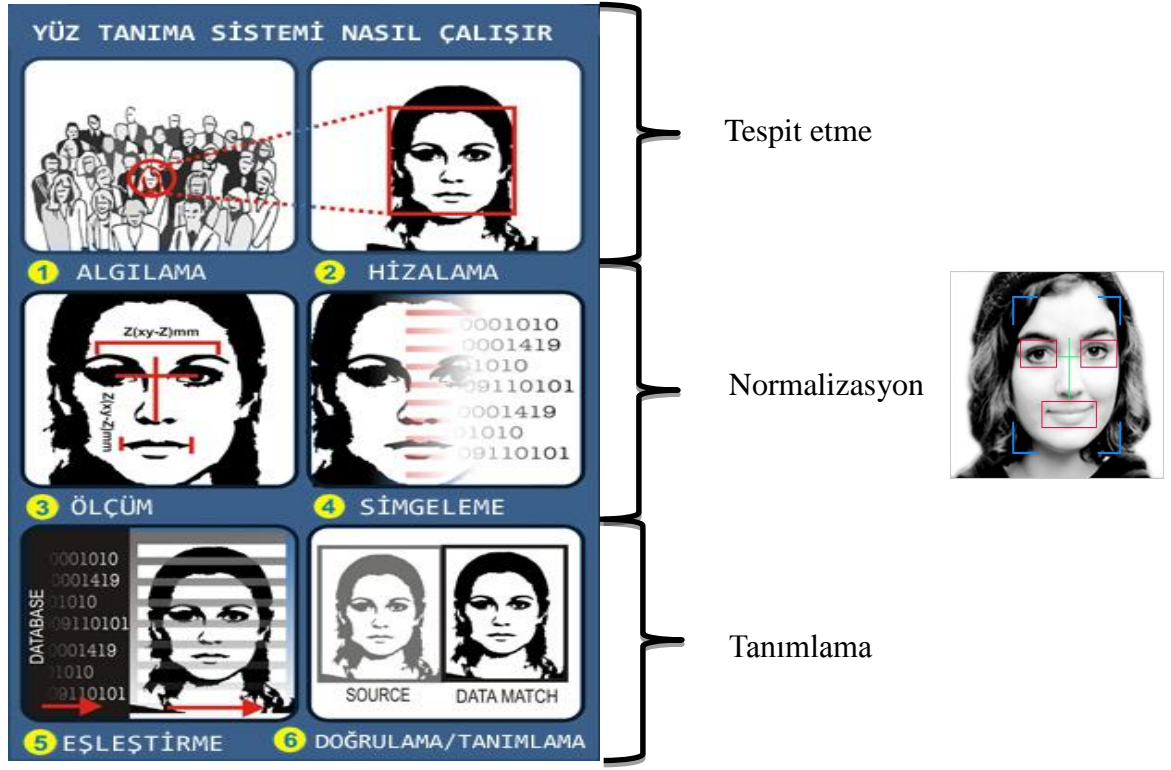
### 3. YÜZ TANIMA SİSTEMİ

Yüz tanıma teknolojisi minimum düzeyde sorun üreten ve en hızlı biyometrik teknolojidir. En belirgin bireysel kimlikle çalışır: İnsan yüzü. Yüz tanıma alanındaki yapılan çalışmalarda alınan başarıların neticesinde yüz tanıma teknolojisi son yıllarda büyük atılım göstermiştir. Yüz tanıma teknolojisi ile kart kaybetme, şifre unutma gibi sıkıntılar tamamen ortadan kalkmış ve kullanıcılar için büyük bir kullanım kolaylığı sağlanmıştır. İnsanların ellerini bir okuyucuya yerleştirmeleri ya da gözleriyle bir tarayıcıya bakmak zorunda olmaları yerine yüz tanıma sistemi belirlenen alanlarda kişilerin resmini sessizce çeker. Hiçbir engelleme ya da gecikme olmamakla beraber şahıslar çoğu zaman durumun farkında bile değildir. Gözetlendiklerini ya da özellerine girildiklerini düşünmezler.

Yüz tanıma sistemi bir dijital video kamera ile bir kişinin yüz görüntülerini analiz eder. Gözler, burun, ağız ve çene kenarlarındaki mesafeler de dâhil olmak üzere bütün yüz yapısını ölçer. Bu ölçümler bir veri tabanında saklanır ve bir kullanıcı kamera önüne geldiği zaman yapılacak karşılaştırmalar için kullanılır. Her yüz farklı karakteristik özelliklere sahiptir. Her insan yüzü yaklaşık 80 düğüm noktasına sahiptir.

Yüz tanıma teknolojisiyle gözler arasındaki mesafe, burun genişliği, göz çukurlarının derinliği, elmacık kemiklerinin şekli, çene hattının uzunlukları vs. ölçülür.

Aşağıdaki Şekil.3'te yüz tanımlama sistem biyometrisinin detaylı bir çalışma prensibini gösterilmiştir.



Şekil.3. Yüz Tanıma Sistemi Çalışma Prensibi

**Kaynak:** *Yüz Tanıma Teknolojileri – Yüz Tanıma Sistemleri* içinde. (21 Haziran 2013) tarihinde

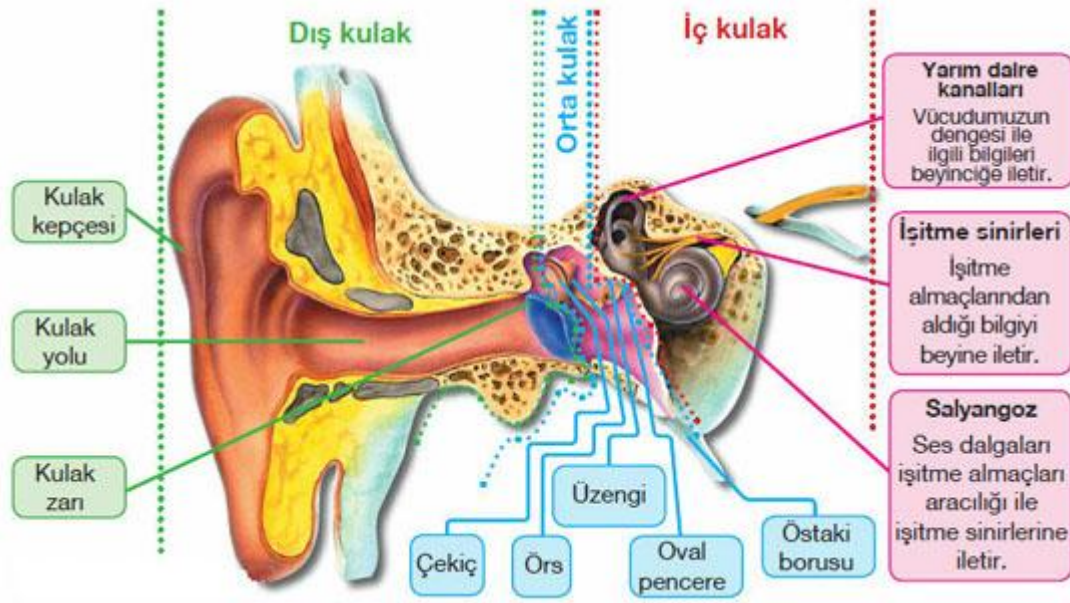
<http://www.artelektronik.com/yuz-tanima-sistemleri-yuz-tanima-teknolojisi.html>'den alındı.

Kullanıcı 50-60 cm mesafeden kameranın karşısında durur. Sistem kullanıcının yüzünü bulur ve eşleştirme işlemine başlar. Yüzünün pozisyonuna göre kullanıcının yer değiştirmesi ve yeniden deneme yapması gerekebilir. Sistem genellikle 5 saniyeden kısa bir sürede karar verir.

## 4. KULAK ANATOMİSİ

### 4.1. İnsan Kulağının Yapısı ve Özellikleri

Her insanın kulak yapısı ve ölçüleri farklılık göstermektedir. Bu nedenle insanın biyometrik özelliklerinden biri olarak kullanılır. 22 günlük bir insan embriyosunda kulağın geliştiği gözlenmiştir. Şekil 4’de gösterilmiştir. Anatomik açıdan kulak, kolayca birbirinden ayırt edilebilen üç bölümde ele alınır: Dış kulak, orta kulak ve iç kulak. Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak yolundan meydana gelir; dış kulak yolu kulak zarı ile sonlanır. Kulak kepçesi, kulak memesi dışında esnek ve kıkırdaksı bir yapıya sahiptir. Kulak şeklinin kişiden kişiye değişken şekli kalıtsal olarak belirlenir[8.9.10].



Şekil.4. Kulak Yapısı

**Kaynak:** *Duyu Organları-Senses* içinde. (27 Aralık 2013) tarihinde <http://fenokulu.org/?p=1148>'den alındı.

### 4.1.1. Dış Kulak

Sesleri toplayıp, orta kulağa iletmekle görevlidir. Üç kısımdan oluşur.

#### 4.1.1.1. Kulak Kepçesi

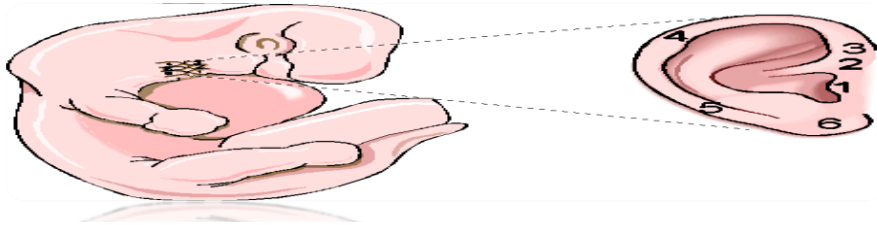
Kulağın dıştan görünen kısmıdır. Geniş ve kıvrımlı yapıdadır. Kıkırdaktan yapılmış olduğundan esnektir. Kulak kepçesinin alt kısmı, içi yağla dolu olan kulak memesi ile sona erer.

#### 4.1.1.2. Kulak Yolu

Kulak kepçesiyle kulak zarı arasında yer alan, hafif kıvrık, silindirik bir borudur. İç yüzü, mukoza tabakası ile örtülüdür. Mukoza tabakası üzerinde kıllar ve yağ bezleri bulunur. Mukoza tarafından salgılanan salgıya kulak kiri adı verilir. Yağ bezleri; ter, kulak kiri ve sarı renkli bir sıvı salgılar. Bu sıvılar, kulak yolu çevresinin yumuşak ve kaygan olmasını sağlar. Ayrıca kulak zarını nemli ve yumuşak tuttuğu için, zarın yırtılmasını önler. Kıllar ise, dışarıdan gelen toz, toprak ve zararlı maddeleri tutar.

#### 4.1.1.3. Kulak Zarı

Kulak yolunun sonunda yer alır. İnce, esnek, saydam bir zardır. Kulak yolu ile gelen ses dalgalarını, titreşerek orta kulağa iletir.



Şekil.5. Kulağın Embriyodaki Gelişimi

**Kaynak:** *Kulağın embriyodaki gelişimi* içinde. (18 Temmuz 2012) tarihinde

<http://parmakizleriniz.blogspot.com.tr/2012/07/kulagn-embriyonik-gelisimi.html>'den alındı

Dış kulak yolu bir nevi ‘anahtar-kilit’ gibi auricular hillocksun arasından çıkar ki bu kısım gelecekte dış kulak yolunun kıkırdaklı kısımlarını oluşturur. Kemikli kısım epitel hücrelerinin meatal tampon kısmından çıkar. Kulak zarının dış katmanı ise auricular hillocksun orta sonundan meydana gelir.

Dış kulağın şekil bozuklukları ilişkili olabilir:

**Tablo.2.** Kusurlu Oluşumların Tipleri

<i><b>Kulak kepçesinin büyüklüğü</b></i>	<b>Microtia Macrotia Anotia</b>	<b>küçük kulak geniş kulak olmayan kulak</b>
<i><b>Kulağın şekli</b></i>	Kupa-şekilli Lop-kulak Dysplastic Perikulak(sivri uçlu) lob şekil bozukluğu	
<i><b>Kulağın pozisyonu</b></i>	Melotia Düşük takım kulaklar Synotia	Kulak, işitsel çıkış eksikliği yüzünden yanakta belirdi Ortaçta kulaklar birbirimize çok yakınlar
<i><b>Kulakla ilgili fistüller</b></i>		
<i><b>Kulak ekleri</b></i>		
<i><b>Dış kulak yolu</b></i>	Atresia Duplication Septation	

**Kaynak:** *Kusurlu Oluşumların Tipleri* içinde. (18 Temmuz 2012) tarihinde

<http://parmakizleriniz.blogspot.com.tr/2012/07/kulagn-embriyonik-gelisimi.html>’den alındı

Kulak kepçesi ve kılıçlıklı meatal atresianin şekil bozuklukları orta ve içsel kulağın anomalileriyle sık sık kombine ve ortak olabilir. Sık sık birçok kromozoma ait anomali ve sendromların bölümünü oluştururlar. Bunların özet bir izahı sunulur:



#### 4.1.1.3.1. Anormal Kulak Şekilleri

**Microtia:** Microtia, küçük kulak anlamına gelir. Dominant olarak kalıtılır ve zararsız bir özelliktir.

Kalıtımı: Otozomal dominant, multifaktoriyel olarak kalıtılabilirler sıklıkla mikrotia ile ilgili olabilecek durumlar:

- Kromozom 18q
- Kızamıkçık ve diğer dölyatağı içinde bulunan hastalıklar
- Trisomi 21: Beklenen kulak uzunluk oranı trisomi 21 ile ceninlerin 75%inde anlamlı olarak daha kısadır
- Retinoic asit embryopathy

**Macrotia:** Macrotia kepçekulaklar anlamına gelir. Kulak kepçesi genellikle geniştir fakat diğer kulak şekil bozukluğu olmaksızın iyi biçimdedir. En abartılı kısım scaphoid çukurdur. Bu durum genellikle iki yanlı ve simetriktir. Kulakların fazla büyüklükten dolayı psikolojik rahatsızlığına neden olur. Kalıtımı: makrotiayı aşağıdaki durumlarla ilişkilendirilmekte:

- marfan sendromu
- Cerebro-oculo-facial-skeletal sendromu (COFS)
- Kırılgan x-senromu
- Variant of De Lange type 2 sendromu
- Anophthalmia plus sendromu

**Anotia:** Tam kulak kepçesinin yokluğu. Belirli bir yükselme ve çukur olmaksızın yanağın derisi kulakla ilgili bölgenin üstünden geçer. Çok nadir rastlanan bu durum genellikle tek taraflıdır. Kulak kepçesi olmayan kısımda yüz felci bademcik yokluğu görülebilir.

**Kupa-şekilli kulak:** Gelişen küçük kulak kepçeleri meatusun üstünde aktarırlar. Kalıtımı: Peterson ve Schimke (1968) beş jenerasyon boyu en az dört erkekte kupa-şekilli kulağı gözlemlədiler. Bu kişilerde Pierre - Robin sendromu vardı.

**Lop kulak:** Dış kulak normal açıdan fazla olarak ileri fırlar (bu açı normal olarak erkeklerde 25 derece bayanlarda ise 18 derecedir.) Lop-kulağa sahip kişilerin kulakları normalden daha geniştir.

- Kalıtımı: Lop kulak aşağıdaki sendromlarla ilişkilendirilmekte
- Ehlers-Danlos sendromu
- Towns-Brocks sendromu

**Dysplastic kulak:** Anormal şekilli kulak kepçeleri biçimlenmiştir. Kalıtımı şu durumlarla ilişkilendirilir:

- Trisomy 13 15: Tragus lob gelişmesi alt durumda
- Anencephaly: Geniş ve etli ve bazen kıvrımlı
- Mandibulo-facial dysostosis (Treacher-Collins): Kulaklar, küçüktür, ve hypoplastic, 'buruşuk', ve, helix veya anti-helix olmadan bir kabuk gibi helezon şekil alır.
- Antley-Bixler sendromu

**Lob şekil bozukluğu:**

- **Yapışık kulak lobu:** Kulak lobu başa yapışıktır. Erkeklerde bayanlara göre daha sık görülür.
- **Kulak lobunun olmayışı:** Seckel sendromunda görülür.
- **Yarık lob (coloboma) :** Kulak lobu boylamasına yarıktır.
- **Hypertrophied (kalın kulak lobu):** Toplam kulak için büyük kulak memesi oransızca genişler, sertleşir, işitme kaybı ile benzetilebilir ve ikincil konuşmayı karıştırır.

1. **Melotia:** Kulak, yanakta saptanır.

**Düşük-takım kulaklar:** Kulak göz çizgisinin altına kaymıştır. Kalıtımı: Muhtemelen multi-faktoriyel. Aşağıdaki sendromlarla ilişkili olduğu düşünülmektedir:

- Noonan sendromu
- Pena Shokeir fenotipi
- Trisomi 18

**Synotia:** Kulaklar, çok alt çenenin yokluk veya hypoplasiası yüzünden birbirlerine yakındır.

**Auricular fistula:** Kör-son ensiz kulak tüpleri veya kulak çukurları.

- **Kalıtımı:** Kısmi penetrans, otozomal dominant, değişken ifade edilebilirlikle kalıtılırlar. Kalıtsal sağırlıkla benzetilebilir. Avrupa populasyonuda %0,9'dur.

**Kulak ekleri:** Cildin püskülleri ya da çeneye ait ve hyoid kavislerin bitişme çizgisinde bir kıkırdak olmaksızın yerleşir. Nüfusun yaklaşık olarak 1,5% inde meydana gelen genel bir şekil bozukluğudur.

**Dış kulak yolu**

- **Atresia:** Kemik ya da membranous kısımdan kaynaklanır.
- **Duplication:** Sonlanan aksesuar kanalı körleşir
- **Septa :** Dış yolu bölmesi kusurları

**Tablo.3.** Kulak Anormallikleri

Normal kulak	Preauricular fistula	Lop-kulak (peri kulak)
Yandaş lob	Kulak ekleri	Kulak-lop yivi (oluğu)
Kulak yarığı	Darwinian yumrucuk	Biçimsiz kulak

**Kaynak:** *Kusurlu Oluşumların Tipleri* içinde. (18 Temmuz 2012) tarihinde

<http://parmakizleriniz.blogspot.com.tr/2012/07/kulagn-embriyonik-gelisimi.html>'den alındı

### **4.1.2. Orta Kulak**

Şakak kemiği içerisinde bulunan, bezelye büyüklüğünde bir odacıktır. Görevi, ses dalgalarını dış kulaktan iç kulağa iletmektir. Orta kulak; kulak zarı yardımıyla dış kulağa, oval pencere yardımıyla da iç kulağa bağlantı sağlar. Ayrıca bir kanal (östaki borusu) yardımıyla geniz boşluğuna (yutak) açılır. Östaki borusunun ağzı, ağızımız açılınca açılır ve içinden geçen hava kulağa girer. Böylece havanın dış basıncı ile orta kulaktaki hava basıncı dengelenir, kulak zarının yırtılması önlenir. Orta kulakta vücudumuzun en küçük kemikleri bulunur. Bunlar; çekiç, örs ve üzengidir. Çekiç kemiği; kulak zarı ile üzengi kemiği ise, iç kulağa açılan oval pencere ile temas halindedir. Bu kemikler, ses dalgalarının kulak zarında oluşturduğu titreşimleri kuvvetlendirerek iç kulağa iletir.

### **4.1.3. İç Kulak**

Kemik dolambaç ve zar dolambaç olmak üzere iki kısımdan oluşur.

## 5. KULAK BİYOMETRİSİ

Dış kulak, loblar ve kemik yapısı ile karakterize edilen fiziksel bir biyometriktir. Kulak önemli biyometriklerdendir. Bunun nedeni, kulağın çok farklı özellikler içermesi, sabit yapıya sahip olması, yaşa göre değişimin çok az olması ve bölge oranlarının değişmemesidir. Aslında kulakta ağırlıktan dolayı bir gerileme söz konusudur. Burge'ye göre 4 ay 8 yaş arası ve 70 yaşın üstünde bu gerilemeler diğer yaş grubuyla karşılaştırıldığında beş kere daha fazla olmaktadır.[3.12. Lammi, 2000]. Parmak izi ile kıyaslandığında kulak alanı daha büyük olmakta, yüz ile kıyaslandığında ise daha küçük kalmaktadır. Kulak yapısının tekrarsız olması adli birimler tarafından biyometrik araştırmalarda da kullanılmaktadır. 1906 yılında Imhofer tarafından 500 kulak yapısı araştırılarak özellikleri çıkarılmaya çalışılmıştır. Hirschi (1970), Hammer ve Neubert (1989), Hunger ve Hammer (1987), Oepen (1976), Rother (1976), Van der Lugt (1998), çalışmalarında kulağa göre tanımanın yapılacağına değinilmektedir.[3.14]

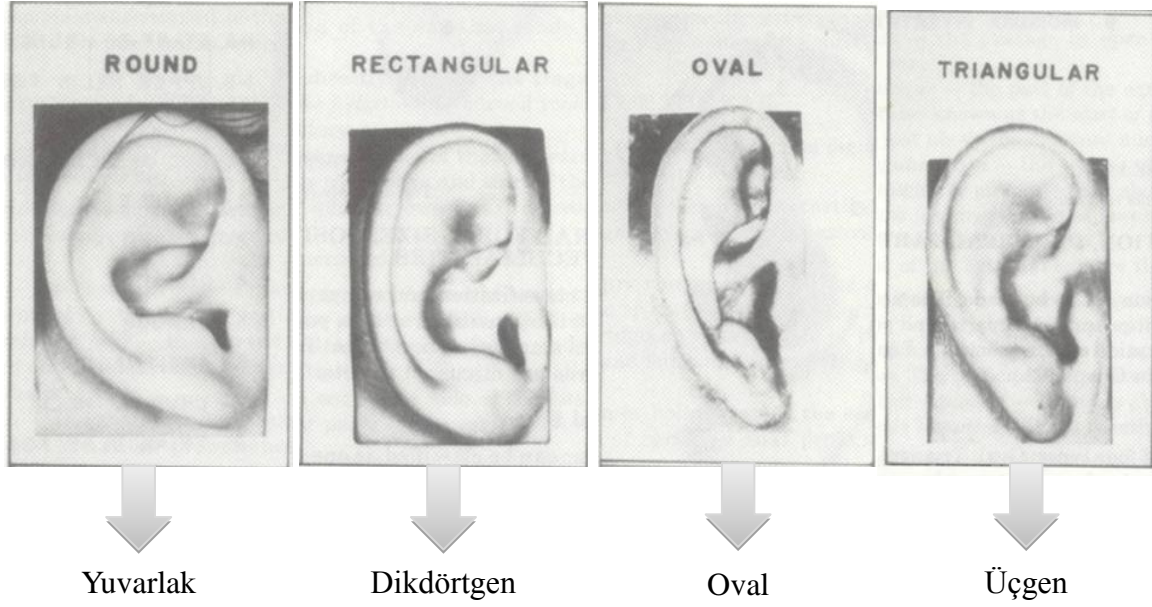
Kulak insanın ilginç organlarından birisidir. İnsan yaşlandıkça diğer organlarda olduğu gibi kulak da zamanla büyür. Ancak kulağın kısımları arasındaki oranlar yaşlandıkça değişmez. Kulak, ellinin üzerinde farklı özelliklere sahip olduğu için biyometrik araştırmalarda ve kriminolojide kimlik tespiti için önemli parametrelerden biridir[9.10.11]. Bu özelliklerin hepsinin kullanılması da sistemin işleyişini zorlaştırmaktadır. Yüz profiline göre kulağın ölçüleri (baş göre oranı), biçimi (oval, yuvarlak, dik köşeli, üçgen), duruş şekli (dik, eğik), kulak memesinin biçimi (concha, heliks ve antitragus) özellikleri kulak biyometrisinde oldukça önemlidir **Şekil 6** ve **Tablo.4**. Bundan başka tanıma işleminde ön yüz görüntüsünden kulağın duruş şekli dikkate alınır. Kulağın bu kadar çok çeşitliliği ve anatomik özelliklerin dayanıklılığı, kulağı ilginç biyometrik özelliklerden biri kılmaktadır.

**Tablo.4.** Kulak Geometrisi

Kulak	Heliksin kontürü			Lobülün konturu				Antitragusun profili		
	Üçgen	Dik açı	Oval	Eğimli	Dairesel	Dik açı	Ayrık	Batık	Düz	Kabarık

Alfred Iannarelli'nin kulak sınıflandırmasına göre kulak, yapısı itibari ile dört temel şekle ayrılır. Bunlar:

- Oval
- Yuvarlak
- Dikdörtgen
- Üçgen



Şekil.6. Kulağın Temel Şekilleri

**Kaynak:** ARUN ROSS, Robert C. Byrd(2011). *Advances in Ear Biometrics* içinde. (11 Haziran 2011) tarihinde <http://www.csee.wvu.edu/~ross>'den alındı.

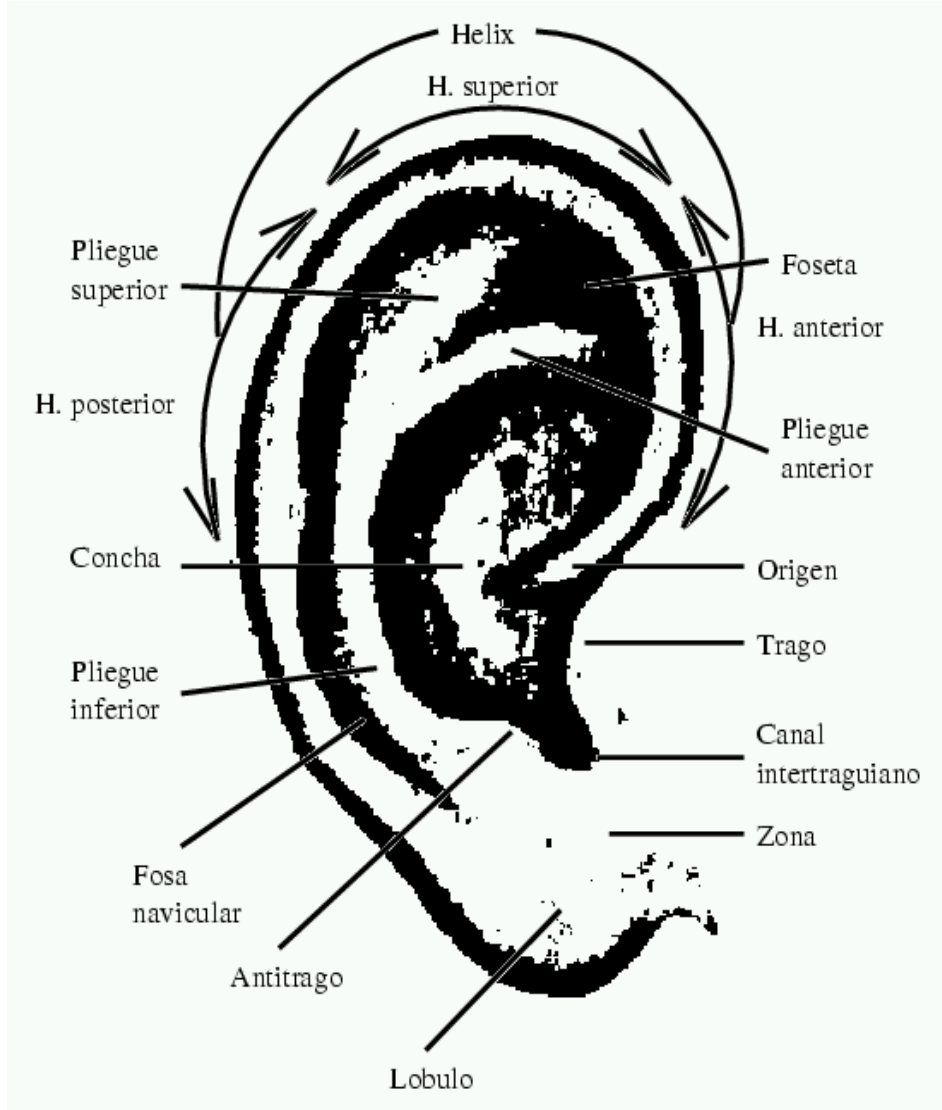
Alfred Iannarelli'nin 3112 kulak modelleri üzerinde yapılmış tespit ve tanımlama testleri ve elde edilen sonuçları, **Tablo.5**.

**Tablo.5.** Test Sonuçları

Sınıf	İyi	Kısmi	Kötü
Yuvarlak	71	15	-
Oval	1356	277	-
Üçgen	523	119	-
Dikdörtgen	62	3	-
Tanımsız	57	304	325
<b>Toplam</b>	<b>2069 (66.4%)</b>	<b>718 (23%)</b>	<b>325 (10.4%)</b>

Bu durumda **3112** kulak üzerinde yapılmış testlerin elde edilen sonuçlardan **2069'u** iyi (71 Yuvarlak, 1356 Oval, 523 Üçgen, 62 Dikdörtgen, 57 Tanımsız), **718'i** orta (15 Yuvarlak, 277 Oval, 119 Üçgen, 3 Dikdörtgen, 304 Tanımsız) ve **325'i** kötü (hepsi tanımsız) sonuçları alınmıştır. Bu durumda insanda en fazla görülebilen kulak şekli Oval Kulak şeklindedir ve bunu takip eden Üçgen Kulak şeklindedir.

**Şekil 7** uluslararası alanda kabul edilen kulak izi için belirlenen özellikleri göstermektedir. Bu özellikler aynı zamanda kulak izi karşılaştırması için kullanılan temel esaslardır.



**Şekil.7.** Kulak Yapısı ve Özelliği

**Kaynak:** Ali Hussein Ali Al-Timemy, *A Robust Algorithm for Ear Recognition System Based on Self Organization Maps* içinde. (11 Mayıs 2008) tarihinde <http://www.win2pdf.com/> 'deki pdf' ten alındı.

Kulak üzerinde yaklaşık 15 tane düğüm noktaları vardır. Bu düğüm noktaları aynı zamanda kulağın biyometrik için ölçülebilen karakteristik özellikler de kapsar. Kulak şekli tanımlamasından en önemli düğüm noktaları:

- Foseta
- Antitrigo
- Helix



## **5.1. Neden Kulak Biyometrisi**

- Daha düşük uzaysal çözünürlüğe sahiptir. Örneğin; Kulağın yüzden daha küçük olması.
- Yüze göre daha çok zaman üstü kalıcılığa sahip olması. Yani kulak yüze göre zaman içerisinde daha az değişkenlik içerir.
- Yüz ve diğer biyometrik sistemlere ek olarak artı bir güvenlik sağlamak için kullanılabilir.
- Yüz tanımlama sisteminde olduğu gibi, kişileri rahatsız etmeden / fark ettirmeden biyometrik karşılaştırmaya tabi tutabilmesidir.
- Aktarılamaz veya kayıp edilemez. Örneğin; kart okuyucu sistemlerde kişilerin kartlarını bir başkasına vermesi veya kaybetmesi gibi durumlar söz konusu olabiliyorken kulak tanıma sisteminde böyle bir durum mümkün değildir.

## **5.2. Genelde Kulak Tespitinde Kullanılan Metotlar**

### **5.2.1. Fotoğrafla Karşılaştırma**

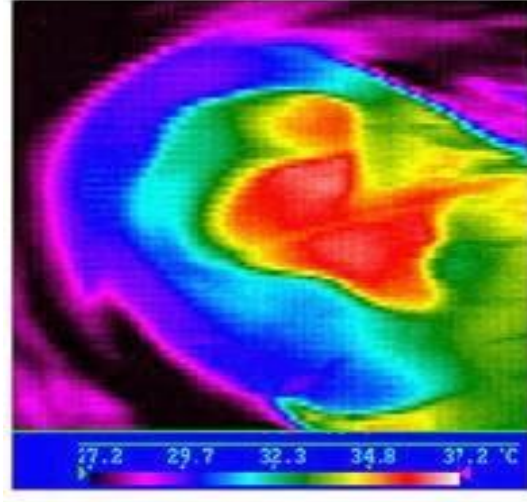
Bu metot bizim bu çalışmamızda kulak tespiti için temel teşkil etmektedir ve fotoğrafa dayalı bu metodun ayrıntıları aşağıda verilmiştir:

### **5.2.2. Markalar**

Kulak tanımlaması, fotoğraflardan veya video yapılarak olur. Ayrıca kulak izi, cama veya çeşitli materyallere basılarak alınabilir.

### 5.2.3. Termogram Resim

Termogram resimle kulağın farklı bölgelerindeki farklı ısı lokalizasyonuna göre ayrılır. Kulak olmayan(saç ve diğer engeller) kısımları silmek için bu metot kullanılır.



Şekil.8. Kulağın Termogram Resmi

**Kaynak:** *Kusurlu Oluşumların Tipleri* içinde. (18 Temmuz 2012) tarihinde <http://parmakizleriniz.blogspot.com.tr/2012/07/kulagn-embriyonik-gelisimi.html>'den alındı.

Saçlar 27.2 °C ve 29.7 °C arasında iken dış kulan alanı ise 30.0 dan 37.2 °C aralığında ısı değişimini gösterir.

### 5.2.4. Bilgisayar Esaslı Yöntemler

Bu yöntemler bilgisayar programları yardımıyla yapılan kulağın üç boyutlu analizinin de yapılabildiği metotları içerir.

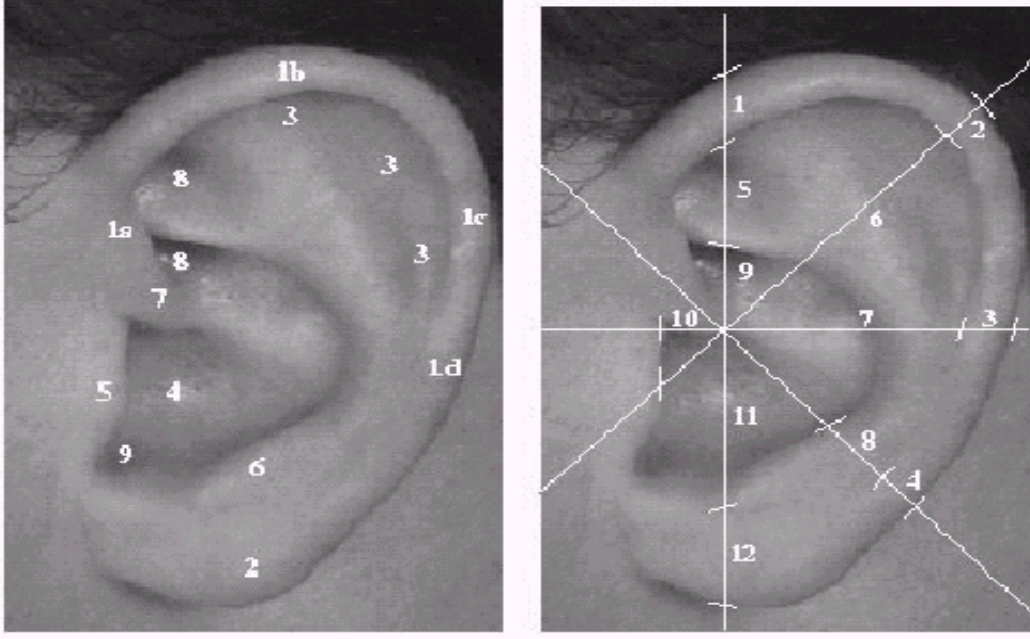
## 6. UYGULAMA

### 6.1. Kulak Biyometrisinin Tarihçesi

Kulak izinin incelenmeye başlanmasına 18. yy'da Lavator adlı bir araştırmacının raporlarında yer alan şahıslara ait kulak çizimleri ile rastlamaktayız (Lugt, 2011). Yaklaşık yüz yıl sonra 1894 yılında Bertillon'un kimlik tespitinde kulak izini kullandığı, antropometrik ölçümler kategorisi adı altında özellikle sağ kulak üzerinde ölçümlerle birlikte, kulağın karakteristik özelliğini oluşturan şekillerin analizini yaptığı görülmektedir (Arcaute ve Navarro, 2006). 1906 yılında Prag Üniversitesi'nde görevli Dr. Imhofer kulağın tüm karakteristik formlarını ortaya koyan dikkate değer bir çalışma yaparak bu tanımları kulak izinin kimliklendirmede bir araç olarak kullanılmasının da kapısını açmıştır. Ancak ilk kulak izinden hırsızlık olayı ile ilgili bir suçlunun kimlik tespiti 1965 yılında Hirchi tarafından İsviçre'de yapılmıştır. (Lugt, 2011).

Amerikalı araştırmacı Alfred Iannarelli 1989 yılında 10.000 adet kulak izinin karşılaştırmasını gerçekleştirmiş ve birbirleriyle aynı olmadıkları sonucuna ulaşmıştır (Nabiyev, 2009: S:280). Daha sonraki yıllarda özellikle polisiye alanda kulak izinden kimliklendirme ile ilgili çalışmalara devam edilmiştir.

Ülkemizde ve diğer pek çok ülkenin polis teşkilatında genelde evdeki hırsızlık vakalarında, özellikle dış kapı üzerinde sıkça rastlanan izlerden biri haline gelen kulak izi, kimlik tespitinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

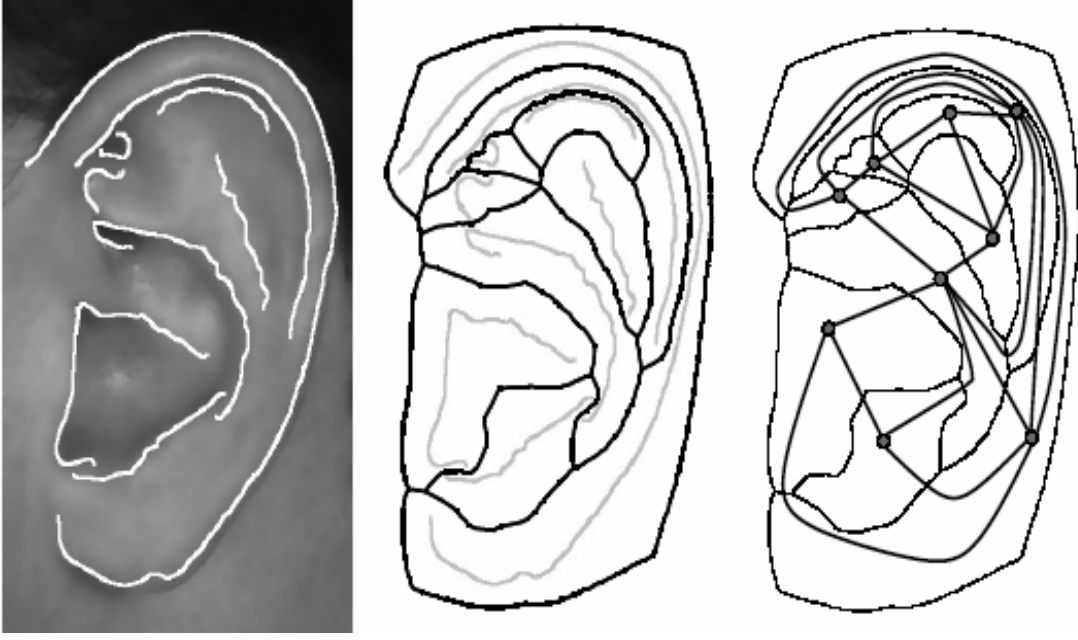


**Şekil.9.** (a) Anatomi, (b) Ölçümler

**Kaynak:** M.SHOBANA,III YEAR CSE, SNS COLLEGE OF TECHNOLOGY-CBE-35(2011), *BIOMETRICS-EAR FORM* içinde. (10 Temmuz 2011) tarihinde <http://dc340.4shared.com/doc/QipyJz-u/preview.html>'den alındı.

Alfred Iannarelli 1948 yılında kulaklarla ilgilenmeye başladı ve sonrasındaki 14 yıl içinde fotoğraflardan yaklaşık 7,000 kulağı sınıflandırdı. Alfred Iannarelli 12 ölçüm kuralını kullanarak ölçümler yapmaya başladı ve buna "Iannarelli System" (**Şekil 9**) adını verdi. Sağ profilden kulak özelliklerini kullanarak hizalama yaparak daha sonra fotoğraf normalleştirilir. Onları, önceden tanımlanmış tuvale sığacak kadar fotoğraf normalleştirmek için büyütür. Ölçümler fotoğraf üzerinden doğrudan alınır ve numaralandırılır. Her mesafe arası ölçülür ve bir tamsayı değeri atanır.

1993 yılında, Burge ve Burger kulak eğrilerin segmentasyonuna Voronoi diyagramını uygulayarak tanıma işlemi için farklı bir yaklaşım önermişler. (Nabiyev, 2009: S:280).



**Şekil.10.** Voronoi Diyagramı

**Kaynak:** M.SHOBANA,III YEAR CSE, SNS COLLEGE OF TECHNOLOGY CBE35(2011), *BIOMETRICS-EAR FORM* içinde. (10 Temmuz 2011) tarihinde <http://dc340.4shared.com/doc/QipyJz-u/preview.html>'den alındı.

## 6.2. Uygulama Adımları

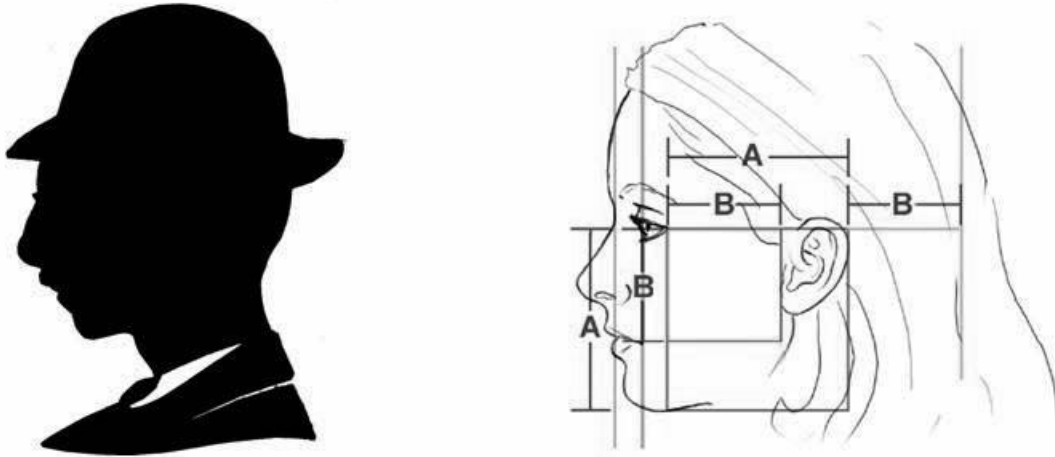
### 6.2.1. Profilden Kulak Bölgesinin Tanınması

Biyometrik kulak tanımlama sisteminde ilk adım verinin iletimidir. Herhangi bir kaynaktan alınan insan profil görüntüsü kullanılmak için kulak veri tabanına iletilir. Daha sonra iletilen veri içerden işlenir.

Kulağa göre kişinin tanınması için önce insan yüzünün profilden olan görüntüsünden kulak bölgesinin belirlenmesi gerekmektedir. Genelde profilden erkek ve kadın yüzünde olan oranlar aynıdır. Fakat yine de bu oranların insandan insana değişebileceği gerçeği unutulmamalıdır. Profilden bakılan başın hem yüksekliğinin hem de genişliğinin, alın yüksekliğinin üç buçuk katı olduğu bilinir. Dolayısıyla insan başı profilden tam bir kare

şeklindedir. Dudaktan çizilen bir doğru genelde gözlerin tam üstünden geçer[Parramon (2000)].

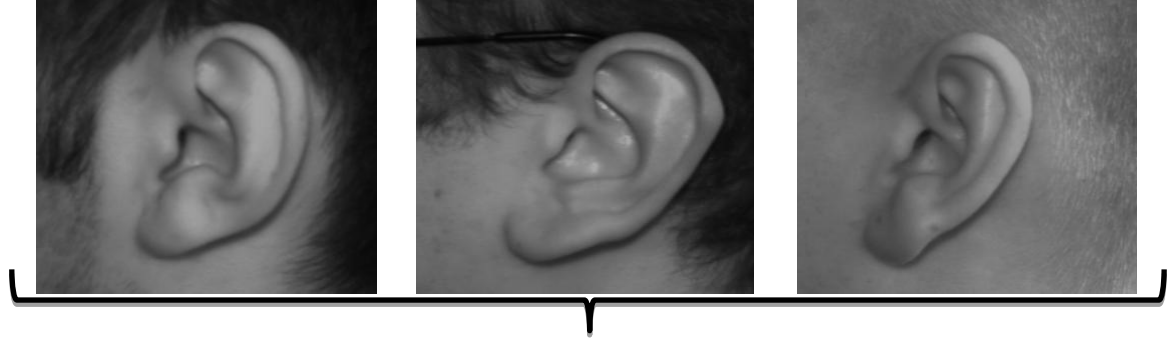
Burundan çizilen bir ikinci çizgi ile oluşturulan köprü alt dudağı içine alır. Üst dudağın ve alının küçük bir parçası bu çizginin dışında kalır. Çene ve burun delikleri bu iki çizginin iki yanında yer alır. Çene ile göz arasındaki uzaklığı A ile ifade edecek olursak bu uzaklığın, gözlerden kulağın sonuna kadar olan uzaklıkla aynı olduğu görülür. Bu, mükemmel bir kare olarak kolayca hatırlanabilir. Gözlerden dudakların arasına olan mesafe B olsun. Bu uzaklık da gözlerden kulakların başlangıcına kadar olan uzaklık ile aynıdır. Bu da mükemmel bir kare oluşturur. Gözlerden kulakların başlangıcına kadar olan mesafe, kulakların bitiminden kafanın sonuna kadar olan mesafe ile aynıdır. Saçlar bu mesafeyi fazla gösterebilir.



**Şekil.11.** Profilden Antropometrik Kanonlar Ölçümleri Gösterilmiştir

**Kaynak:** Vasif V. NABİYEV(2009), *Kulak Biyometrisine Göre Kimlik Tespiti* içinde. (30 Nisan 2009) tarihinde pdf'ten alındı.

Çalışmadaki kulak biyometrik sistemi tarafından kolay bir şekilde tespit edilecek kulak görüntü modelleri:



**Şekil.12.** Kolay tespit edilebilecek kulak görüntüleri

**Kaynak:** ARUN ROSS, Robert C. Byrd (2011). *Advances in Ear Biometrics* içinde. (11 Haziran 2011) tarihinde <http://www.csee.wvu.edu/~ross>'den alındı.

Çalışmadaki kulak biyometrik sistemi tarafından zor bir şekilde tespit edilebilecek veya hiç edilemeyecek kulak görüntü modelleri:

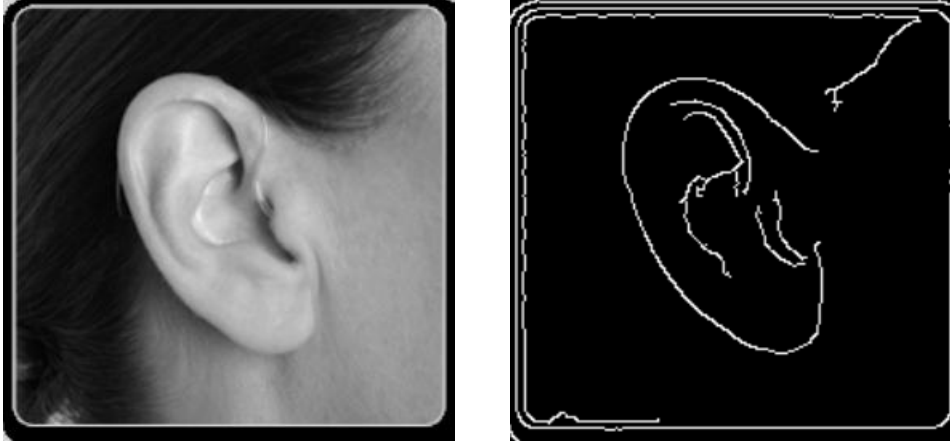


**Şekil.13.** Zor tespit edilebilecek kulak görüntüleri

**Kaynak:** ARUN ROSS, Robert C. Byrd(2011). *Advances in Ear Biometrics* içinde. (11 Haziran 2011) tarihinde <http://www.csee.wvu.edu/~ross>'den alındı.

## 6.2.2. Ön İşlemeler

Kulak görüntüsü bir kişinin profil görüntüsünden kırpılır. Kırpılmış kulak görüntüsü 320x240 piksel çözünürlükteki sabit boyut görüntüsü yeniden boyutlandırılır, bunun amacı her bir kulak görüntüsünde ki özellik sayısını eşitlemek amacıyla yapılır. Daha sonra resim gri formata dönüştürülür. Bu dönüştürme işleminde her bir pikselin kırmızı bileşeni 0.11, yeşil bileşeni 0.59 ve mavi bileşeni 0,3 ile çarpılıp pikselin gri seviye değeri belirlenir. Gri kullanmamızın sebebi, algoritmamızın tek kanalda çalışmasıdır. Renkli görüntü üzerinden direkt kenar çıkarma için, algoritma her bir renk kanalı için, ayrı ayrı çalışabilir hale getirilebilir. Daha sonra gri seviyeye dönüştürülmüş resme **canny kenar bulma algoritması** uygulanarak kenar bilgileri bulunur.



Şekil.14. (a) Gray Görüntü, (b) Canny Görüntü

### 6.2.2.1. Kenar Bulma Algoritması

**Kenarlar**, piksellerin parlaklık fonksiyonlarının aniden değiştiği yerlerdir.

En yaygın kullanılan kenar belirleme algoritmaları:

- Roberts
- Prewitt
- Sobel
- **Canny**



Bu çalışmanın uygunluğu açısından kenar bulma işlemi için Canny kenar bulma algoritması tercih edilmiştir.

### 6.2.2.1.1. Roberts Kenar Belirleme Algoritması

Dört element kullanılır ve iki köşegen yönünde hesaplanma yapılır.

i, j	i+1, j
i, j+1	i+1, j+1

$$BV_{i,j} = ((BV_{i,j} - BV_{i+1,j+1})^2 + (BV_{i+1,j} - BV_{i,j+1}))^{1/2}$$

0	0	0
0	1	0
0	0	-1

0	0	0
0	0	1
0	-1	0

### 6.2.2.1.2. Prewitt Kenar Belirleme Algoritması

3x3'lük pencere alanına uygulanır. Dikey ve yatay yönlerde ayrı eğimleri hesaplar.

X

0	0	0
0	1	0
0	0	-1

Y

0	0	0
0	0	1
0	-1	0

### 6.2.2.1.3. Sobel Kenar Belirleme Algoritması

3x3'lük pencere alanına uygulanır. Eksenler üzerindeki piksellere daha çok ağırlık verir. Verilen herhangi bir resimdeki kenarları elde etmeye yarar. Böylelikle resimler içindeki isteğe yönelik nesnelere algılanıp gerekli işlemler yapılabilir. Sobel algoritmasında iki adet konvolüsyon kerneli kullanılır. Bunlardan birisi yatay kenarları bulmaya yararken diğeri dikey kenarları bulmaya yarar. Bu kerneller görüntü içerisinde ışık yoğunluk değişiminin ani olduğu yerleri belirlememize yarar. Bir nevi türev yaklaşımıdır.

A	B	C
D	E	F
G	H	I

$$S = (X + Y)$$
$$X = (C + 2F + I) - (A + 2D + G)$$
$$Y = (A + 2B + C) - (G + 2H + I)$$

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

X

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

Y

Şeklindedir. Gradyan (kernel uygulamasından sonraki yoğunluk değerleri) herhangi bir pixel için hesaplandıktan sonra büyüklükleri hesaplanarak kenarlar bulunmuş olur. Gradyan büyüklüğü iki gradyanın kareleri toplamının karekökü olarak hesaplanır.

### 6.2.2.1.4. Canny Kenar Belirleme Algoritması

Görüntünün türevi alınmadan önce yumuşatma filtresi uygulanır. Tek piksel kalınlığında kenarlar üretir ve kırık çizgileri birleştirir.

Amaçlar:

- ✓ Gürültüye karşı düşük duyarlılık
- ✓ İyi sınırlama
- ✓ Tek kenardaki birden çok karşılığı elemek

Metodlar:

- ✓ Gaussian yumuşatması
- ✓ İnceltme ~ non-maximum supression
- ✓ Histheresis eşik değeri belirleme

1. Gauss filtresi ile görüntünün pürüzleştirilmesi.

\_\_\_\_\_

- $x, y$  resim üzerindeki koordinatları belirtir
- ilişkili olasılıklı dağılımların standart sapma değerini belirtir.

2. Kısmi türevler için sonlu fark yaklaşımları kullanılarak büyüklüğünü ve yönünü hesaplayarak en aza indirmek.

\_\_\_\_\_

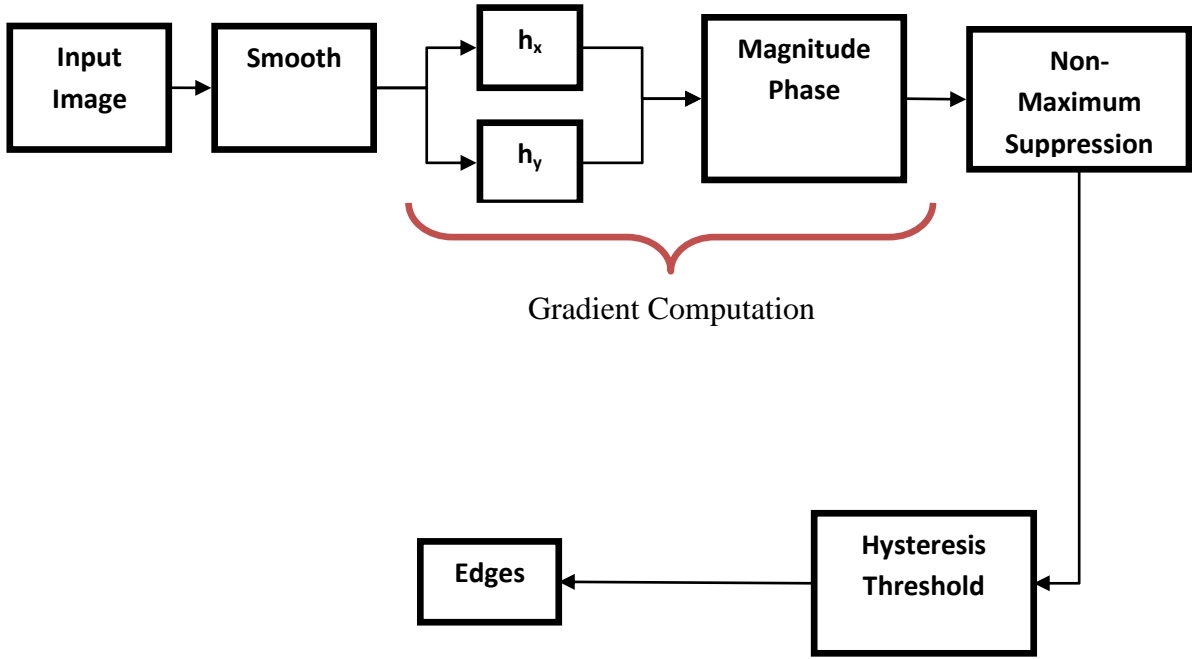
\_\_\_\_\_

- $G$ ,  $G$ 'nin ilk türevidir
- türevidir
- resimdir

3. Gardiyan büyüklüğü olmayan azami baskı uygulamak.

\_\_\_\_\_

4. Çift eşikleme algoritması kullanarak kenarları bulma ve bağlama.



Şekil.15. Canny Kenar Bulma Algoritmasının İşleme Şeması

```
Create an output image,  $g_s$ , with the same dimensions as  $g$ 
for all pixel coordinates,  $x$  and  $y$ , do
  Approximate  $\theta(x, y)$  by  $\theta^1$ , one of the angles  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 
  if  $g(x, y) < g$  at neighbour in direction  $\theta^1$  or  $g(x, y) < g$  at neighbour in
  direction  $\theta^1 + 180^\circ$  then
     $g_s(x, y) = 0$ 
  else
     $g_s(x, y) = g(x, y)$ 
  end if
end for
```

Şekil.16. Canny Kenar Bulma Algoritmasının Pseudo Kodu

**Kaynak:** Dilek Koç San. *İnsan Yapımı Nesnelerin Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntülerinden Belirlenmesi* içinde. (15 Şubat 2007) tarihinde pdf 'ten alındı.

### 6.2.2.2. Temel Bileşenler Analizi

Temel bileşenler analizi (PCA) orijinal  $p$  değişkeninin varyans yapısını daha az sayıda ve bu değişkenlerin doğrusal bileşenleri olan yeni değişkenlerle ifade etme yöntemidir. Aralarında korelasyon bulunan  $p$  sayıda değişkeni açıkladığı yapıyı, aralarında korelasyon bulunmayan ve sayıca orijinal değişken sayısından daha az sayıda ( $p > k$ ) orijinal değişkenlerin doğrusal bileşenleri olan değişkenlerle ifade etme yöntemine PCA denir. Veri matrisinde yer alan  $p$  değişkenin doğrusal bileşenlerini bulmak için kovaryans matrisinin ya da korelasyon matrisinin öz değerleri ve öz vektörleri kullanılır. Eğer değişkenler aynı birim veya karşılaştırılabilir birimlerdeyse ve değişken varyansları aynı boyuttaysa *varyans-kovaryans* matrisi kullanılır. Bu durumlar sağlanmadığında *varyans-kovaryans matrisi* yerine *korelasyon matrisi* kullanılır.

PCA'nın üç temel amacı vardır:

1. Verilerin boyutunu azaltmak
2. Tahminleme yapmak
3. Veri setini, bazı analizler için görüntülemek.

PCA uyguladığımızda sürecin sonunda bu  $p$  boyutlu uzayın gerçek boyutu belirlenir. Bu gerçek boyuta *temel bileşenler* adı verilir. Temel bileşenlerin üç özelliği vardır:

1. Korelasyonsuzlardır.
2. Birinci temel bileşen toplam değişkenliği en çok açıklayan değişkendir.
3. Bir sonraki temel bileşen kalan değişkenliği en çok açıklayan değişkendir.

#### 6.2.2.2.1. Korelasyon ve Kovaryans Matrisleri

Temel bileşenler analizinde değişkenlerdeki değişim yapısı korelasyon ya da kovaryans matrisleri üzerinden incelenir. Analizin hangi matris üzerinden yapılacağı değişkenlerde birim farklılığı olup olmamasına ve değişken varyanslarının yakın değerler alıp almamasına bağlıdır.

#### 6.2.2.2.2. Birinci Temel Bileşen

Birinci temel bileşen değişkeni  $y_1 = a_1^t (x - \mu)$ ,  $a_1$  varyansı en çok açıklayan en büyük öz değere karşılık gelen öz vektördür.  $a_1^t a_1 = I$  koşulu sağlandığından  $\text{Var}(y_1) = \lambda_1$ 'dir ve Varyans-Kovaryans matrisinin ( $\Sigma$ ) en büyük öz değeridir.

#### 6.2.2.2.3. İkinci Temel Bileşen

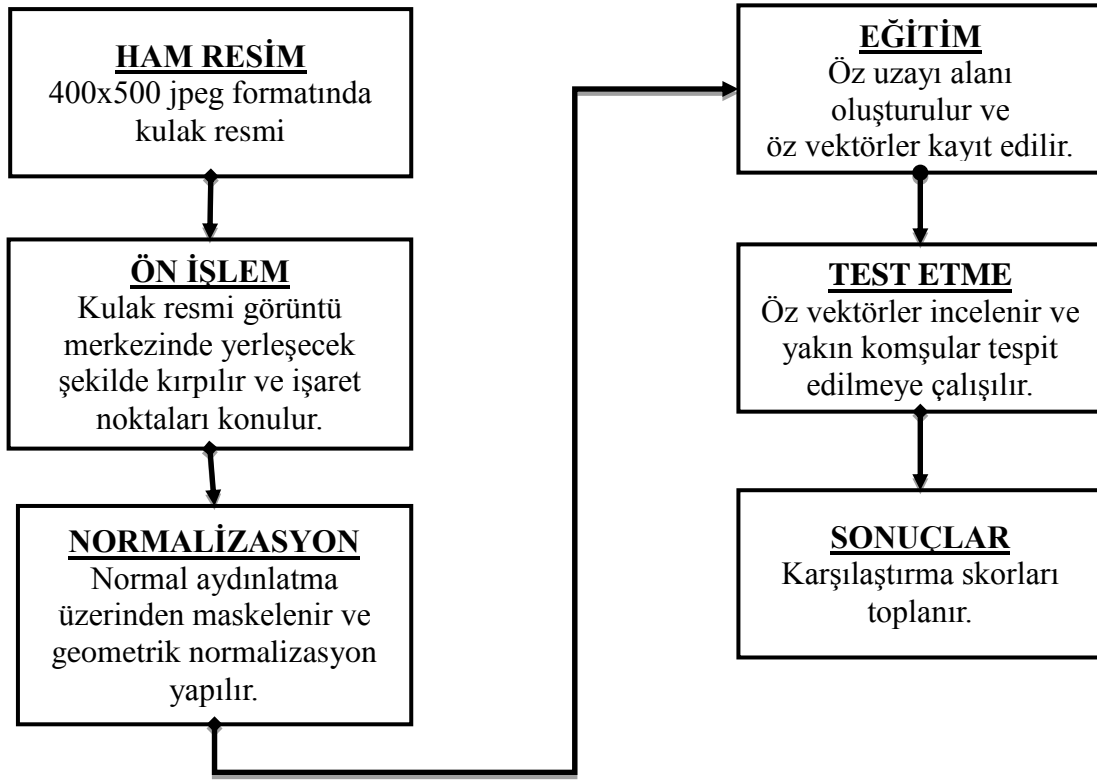
İkinci temel bileşen değişkeni  $y_2 = a_2^t (x - \mu)$ ,  $a_2$  birinci temel bileşenle korelasyonsuz  $x$ 'lerin lineer kombinasyonunun  $a_1^t (x - \mu)$  varyansını maksimum yapan ve  $a_2^t a_2 = I$  koşulunu sağlayan ikinci en büyük öz vektördür.

#### 6.2.2.2.4. Temel Bileşen Skorları

Temel bileşen değişkenlerini daha sonraki analizlerde kullanabilmek için temel bileşen skorları hesaplanır.  $r$ . deney birimine karşılık gelen  $j$ . temel bileşen  $y_{rj} = a_j^t (x_r - \mu)$  olarak gösterilir.

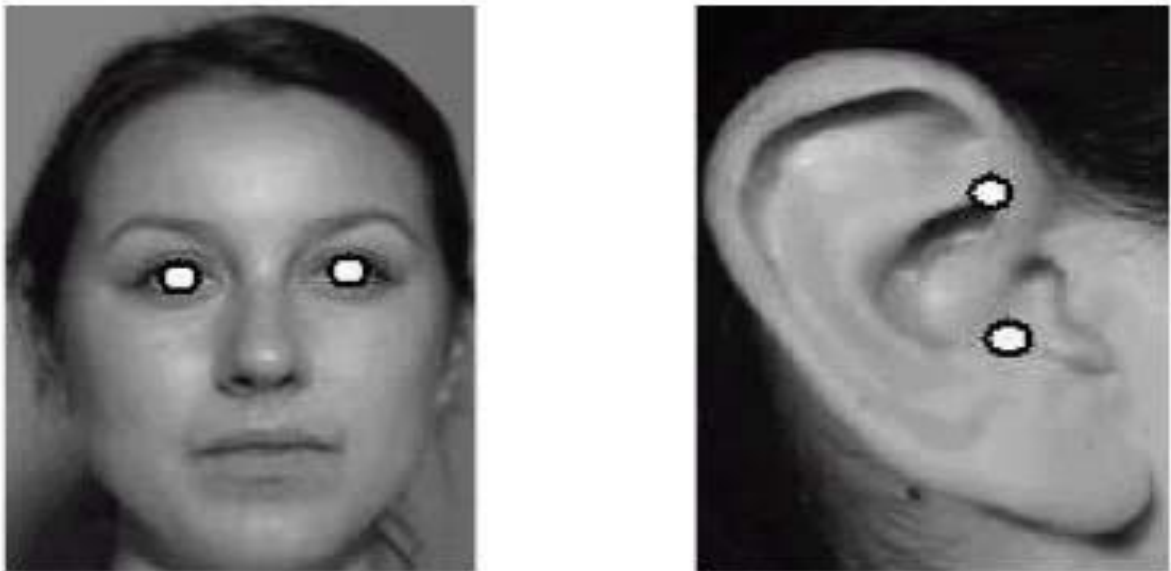
#### 6.2.2.2.5. Bileşen Yük Vektörleri

Öz vektörlerin karşılaştırılabilir olabilmesi için öz vektörlerin normalleştirilmesiyle elde edilir.  $c_j = \sqrt{\lambda_j} \cdot a_j$  şeklinde ifade edilir.  $c_j$  nin  $i$ . elemanı  $i$ . orijinal değişkenler  $j$ . temel bileşen arasındaki kovaryanstır.



Şekil.17. PCA Diyagramı

Yüz biyometrisi için normalizasyon işlemi gözlerden başlayarak yapılırken, kulak biyometrisi için ise bu işlem fosea ve antitrago düğüm noktalarından başlayarak yapılır.

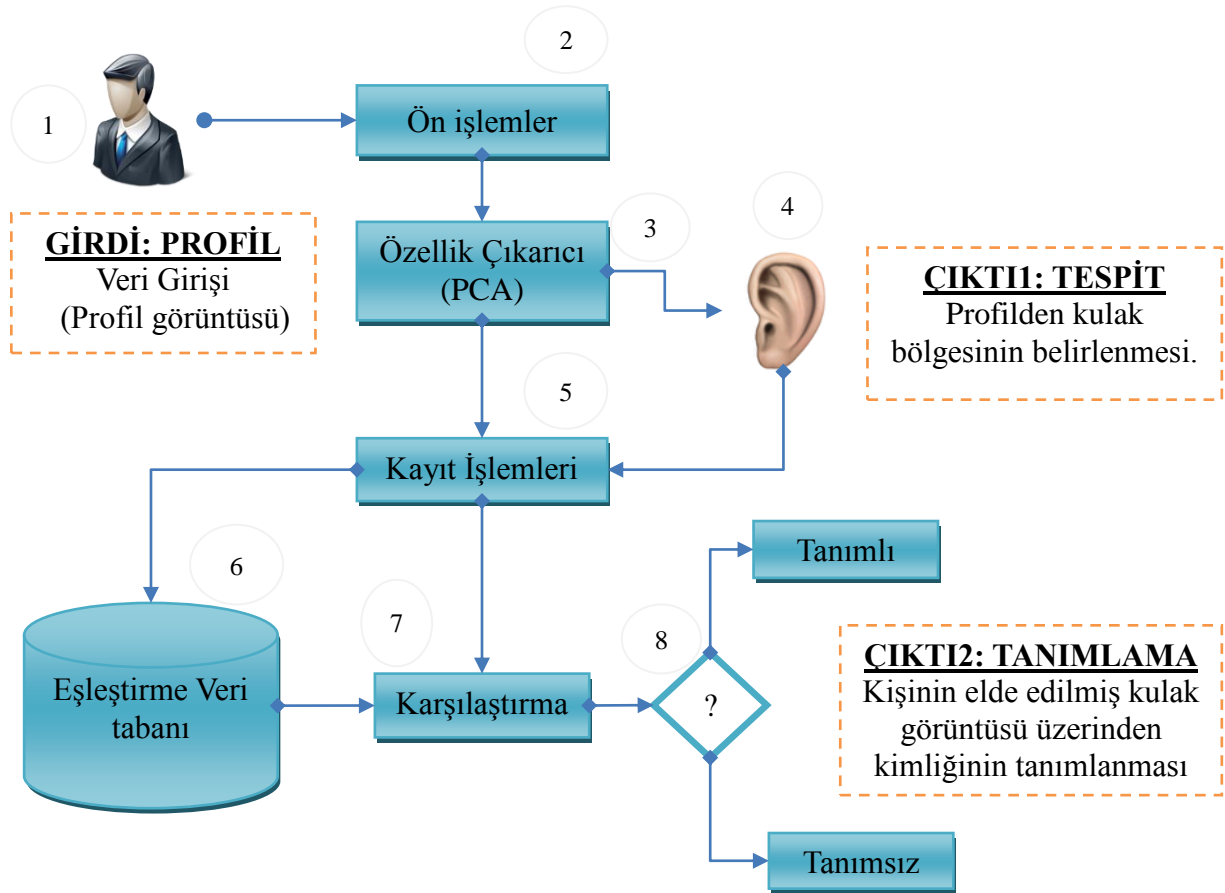


Şekil.18. Normalizasyon Noktaları

### 6.3. Program

Bu program bir insanın profil görüntüsündeki kulak yerini tespit etmek, tespit edilen bu kulağın karakteristik özellikleri çıkarılarak çıkarılan bu özellikler üzerinde TBA tabanlı antropometrik kanonlar kullanılarak bu kulağın kime ait olduğunun kimlik tespitini yapmak ve kulağın da diğer biyometrik özellikler olduğu gibi insanda ayırt edici karakteristik özellikler taşıdığı tezini savunmak amacıyla tasarlanmıştır.

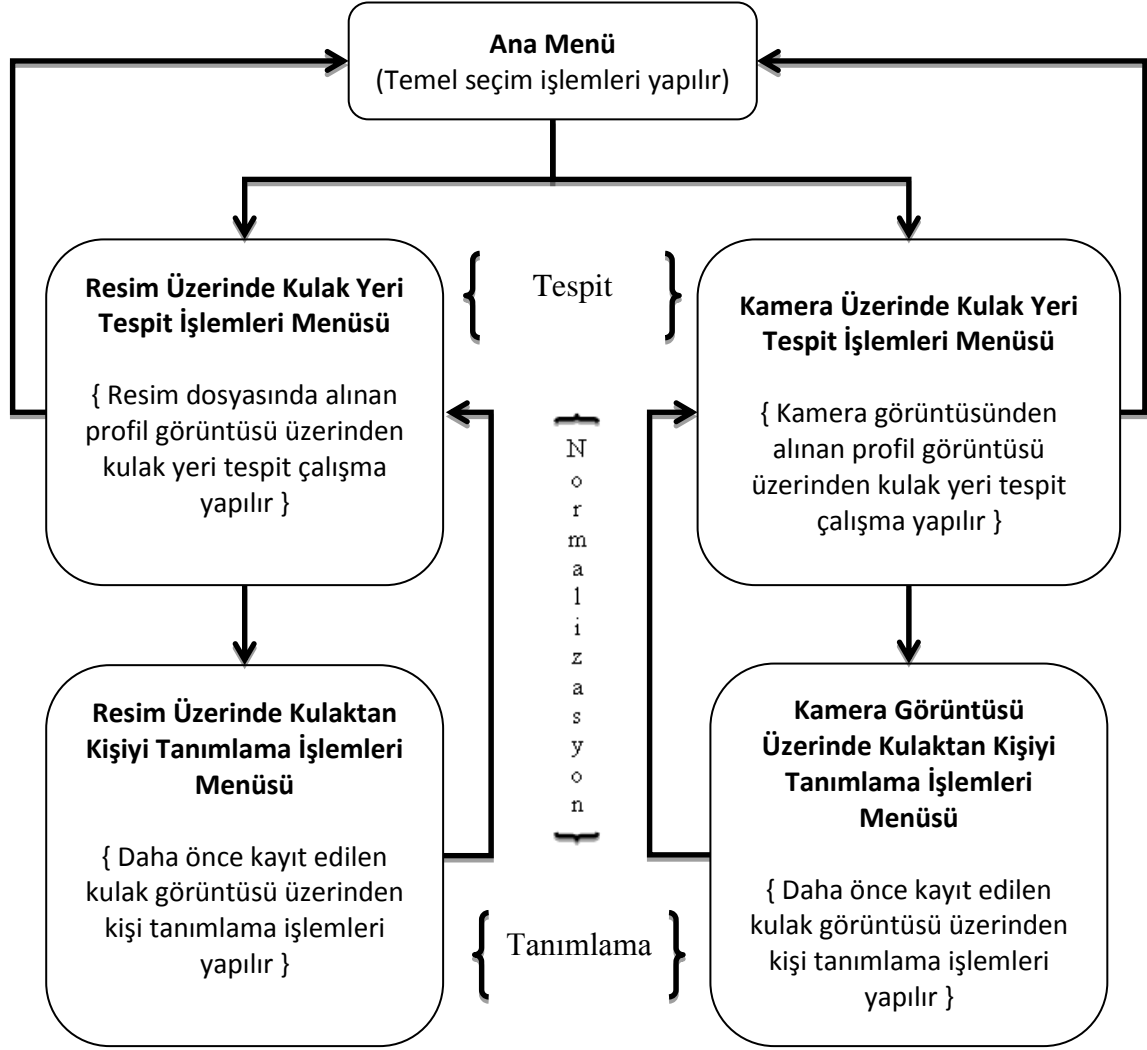
Şekil 19'de kulak biyometrisine dayalı önerilen sistemin genel yapısı verilmiştir.



Şekil.19. Programın Genel Şeması

Program temelde beş ekrandan oluşmaktadır. Uygulamanın akış diyagramı aşağıda gösterildiği gibidir.





Şekil.20. Programın Akış Diyagramı

Programın kodlanmasında .Net Framework ortamının içindeki C#(Csharp) ve C++ programlama dili tercih edilmiş ve Microsoft Windows Form Uygulaması olarak derlenmiştir. Kütüphane tercihleri sistemin bütünleşik kütüphanelerinin dışında dışarıdan harici olarak sisteme entegre edilmiş C++ tabanlı OpenCV ve EmguCV kütüphaneleri de tercih edilmiştir. Kulak verilerinin bilgisini saklamada da XML tabanlı veri tabanı kullanılmıştır. Bunun sebebi, XML veri tabanının diğer veri tabanlarına göre daha hızlı çalışıyor olmasıdır. **Tablo 6**'da uygulamanın geliştirmesinde kullanılan teknolojik altyapılar listelenmiştir.

**Tablo.6.** Uygulamanın Geliştirilmesinde Kullanılan Teknolojik Altyapılar

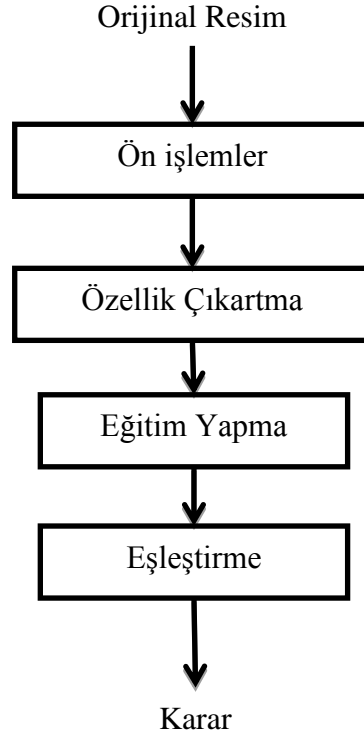
Ad	Geliştirme Ortamı
Uygulamanın geliştirilmesinde kullanılan ortam	.Net Framework 4.0
Uygulamanın geliştirilmesinde kullanılan editör	Visual Studio 2010
Uygulamanın geliştirilmesinde kullanılan dil/diller	C# 3.5, C++
Uygulamanın geliştirilmesinde tercih edilen uygulama tipi	Windows Form Application
Uygulamanın geliştirilmesinde kullanılan Kütüphaneler	<ul style="list-style-type: none"><li>• .Net Framework içerisindeki bütünleşik kütüphaneler</li><li>• Dışarıdan entegre edilen OpenCV 2.4.8 ve EmguCV 2.9.0 kütüphaneleri</li></ul>
Uygulamanın geliştirilmesinde tercih edilen veri tabanı	XML veritabanı

Programın çalışabilmesi için gerekli olan minimum yazılım ve donanım listesi:

**Tablo.7. Minimum Sistem Gereksinimleri**

Ad	Sistem
Platform/OS	Windows XP/ Vista/ 7 /8 (32/64 Bit) İşletim Sistemi
İşlemci	Dual Core 2 Duo 1 Ghz İşlemci
Ram	1 GB Ram
Ekran Kartı	512 MB Ekran Kartı
Kamera	Harici ve ya dâhili web kamerası. Profil görüntüsü daha rahat alınması için harici web kamerası tercih edilir.

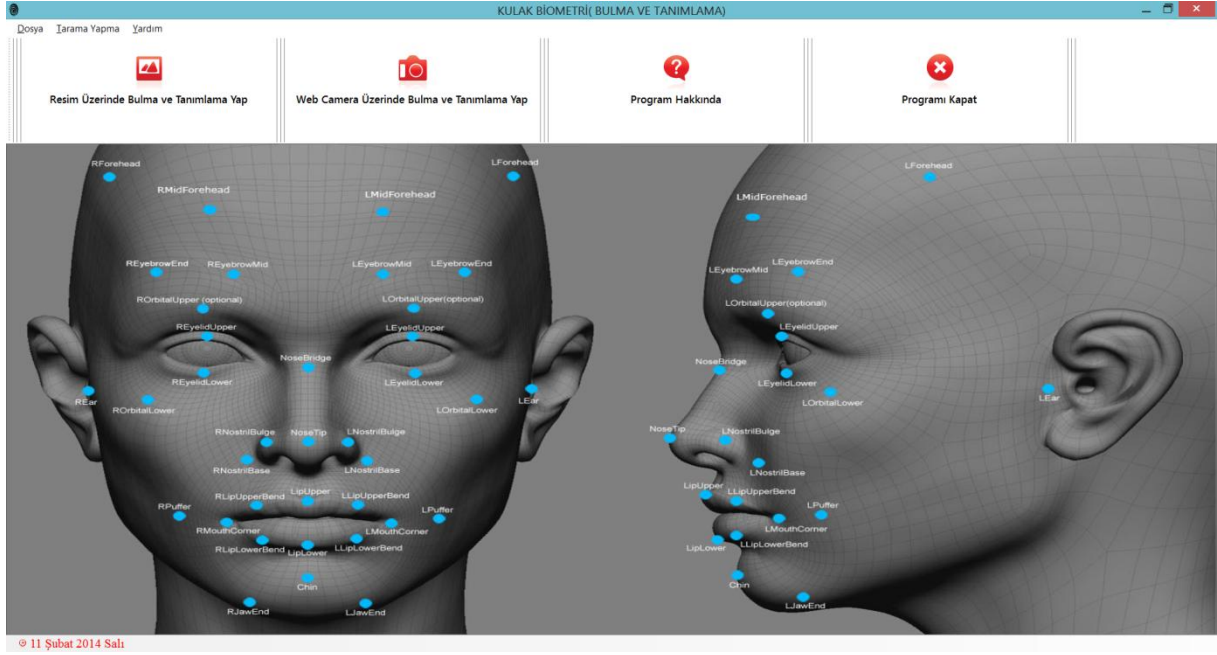
Bu çalışmada kulak tanınması için benimsenen metodoloji **Şekil 21** ile açıklanabilir. Ana bloklar üzerinden ön işlemler yapılarak özellik çıkarma, eğitim ve eşleştirme işlemleri sırasıyla uygulanır. Her işlemin ön bilgisi bir önceki ilgili bölümde verilmektedir.



Şekil.21. Programda Benimsenen İşlem Adımları

### 6.3.1. Kulak Yeri Tespit Çalışması

Uygulama ilk çalıştırıldığında ana menü ekranı ile karşılaşılır. Bu ana ekran üzerinden temel işlemler yapılması için iki tür modül bulunur. Bu modüllerin biri resim dosyası üzerinden kulak yeri tespit ve tanımlama işlemini yapmasını sağlayan “Resim Üzerinden Tespit ve Tanımlama Yap” modülüdür. Diğeri ise, web kamera görüntüsünden kulak yerini tespit ve tanımlama yapılmasını sağlayan “Web Kamera Üzerinden Tespit ve Tanımla Yap” modülüdür. İşlemin türüne göre ana ekran üzerinden veri girişi yapılacak kaynak seçilebilir. Bu kaynaklar kulak biyometrik işlemlerinin yapılacağı kamera veya resimdir.



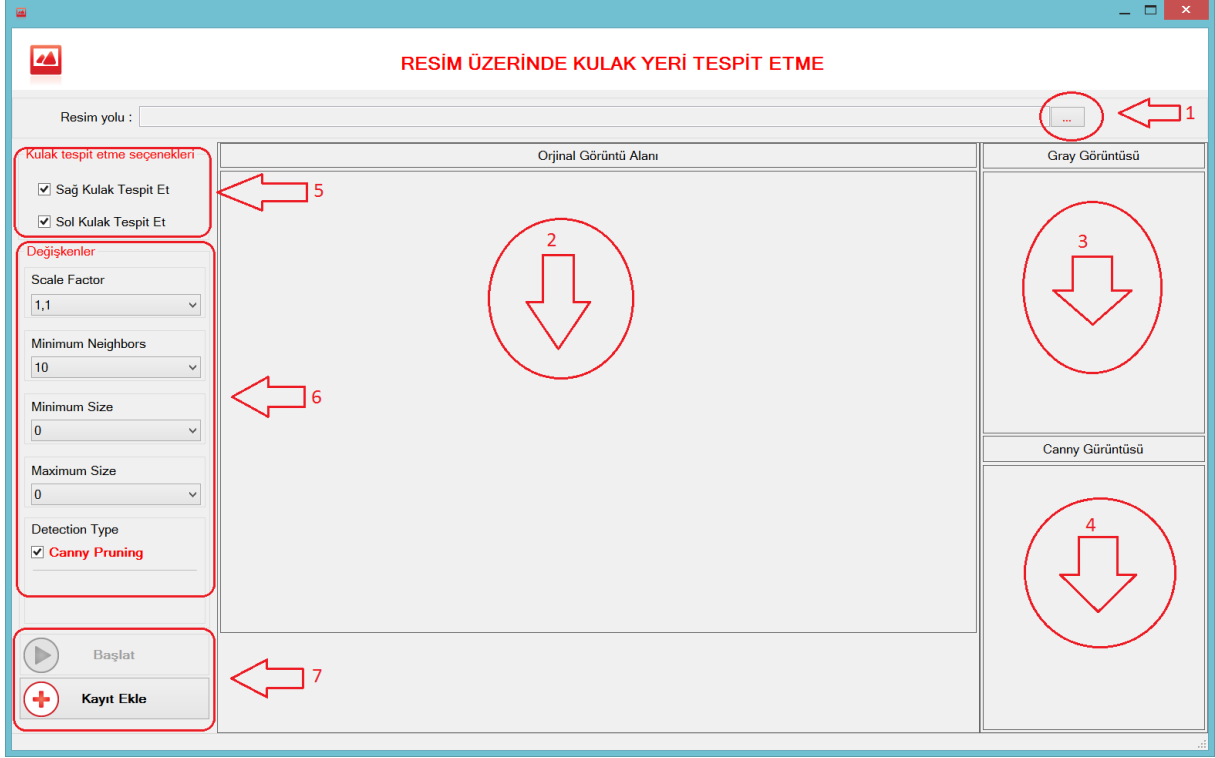
Şekil.22. Uygulama Ana Menüsü

Kaynak olarak resim seçildiği varsayırsa ana menüden “Resim Üzerinde Bulma ve Tanımlama Yap” butonu basılır.



Şekil.23. Resim Üzerinde Bulma ve Tanımlama Yap Buton Ekranı

“Resim Üzerinde Bulma ve Tanımlama Yap” basıldıktan sonra “RESİM ÜZERİNDE KULAK YERİ TESPİT ETME ” ana ekranı açılır.



**Şekil.24.** Resim Üzerinde Kulak Yeri Tespit Etme Ekran Detayı

1. "... " butonu kullanılarak üzerinde kulak yeri tespiti yapılacak resim dosyası açılır.
2. **Orjinal Görüntü Alanı:** Seçilmiş olan profil görüntüsünün ilk görüntülenecek alan. Bu analiz edilecek görüntü alanını oluşturur. Her kanal başına 8 bit olmalıdır.
3. **Gray Görüntü Alanı:** Orjinal resim görüntüsünün gray görüntüsüne dönüştürüleceği alan. Bu dönüştürme işleminde her bir pikselin kırmızı bileşeni 0.11, yeşil bileşeni 0.59 ve mavi bileşeni 0.3 ile çarpılıp pikselin gri seviye değeri belirlenir. Gray görüntüsüne dönüştürülmesinin sebebi algoritmamızın tek kanalda çalışması. Renkli görüntü üzerinden direkt kenar çıkarma için algoritma her bir renk kanalı için ayrı ayrı çalışabilir hale getirilir.
4. **Canny Görüntü Alanı:** Gray görüntüsünün canny kenar görüntüsüne dönüştürüleceği alan. Bu alanda görüntünün türev alınmadan önce yumuşatma filtresi uygulanır. Tek piksel kalınlığından kenarlar üretilir ve kırık çizgileri birleştirir. Amaç:
  - Gürültüye karşı düşük duyarlılık
  - İyi sınırlama
  - Tek kenardaki birden çok karşılığı elemek
5. **Kulak Tespit Etme Seçenekleri:** Bu ekranda opsiyonel olarak görüntü üzerinde tespit edilmek istenilen kulak seçilir. Yani burada kullanıcı isterse hem sağ hem sol kulağı

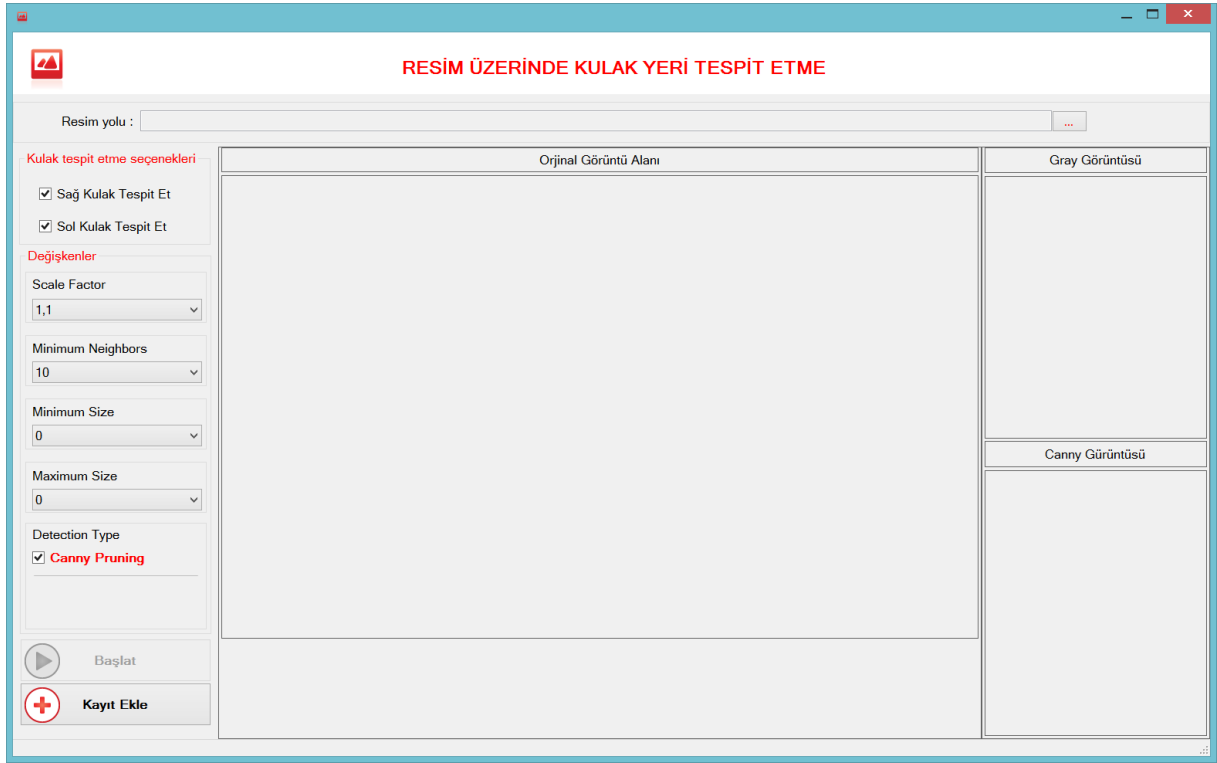
seçerek üzerinde aynı anda işlem başlatabilir ya da isterse ayrı ayrı seçim işlemlerini yaparak işlemini devam ettirebilir.

#### 6. Değişkenler:

- **Scale Factor (Ölçek Faktörü):** Ölçek faktörü, iki art arda başarılı geçişte pencere boyutları ayırır. Daha yüksek bir değer performansını artırır, fakat ölçeğin varyasyonları ile ilgili kuvveti azaltır.
- **Minimum Neighbors(Asgari Komşu Sayısı):** Bu değer, bir eşleştirme için gerekli olan bölgelerin en az sayıdan daha da azdır. (Bir eşleştirme birden fazla komşu bölgelerin birleştirilmesi olabilir.).
- **Minimum Size(Asgari Ölçüt):** Minimum nesne boyutunu temsil eden piksel boyutlarında bir çift aranır. Daha yüksek bir değer performansını artırır.
- **Maximum Size(Azami Ölçüt):** Maksimum nesne boyutunu temsil eden piksel boyutlarında bir çift aranır. Daha düşük değer performansını artırır.
- **Canny Pruning(Canny Budama):** Nesne türünü eşleştirmek için çok fazla veya çok az kenarları ihtiva bölgeleri reddeder. Yani Canny sınır tespit metodu kullanılarak çok fazla veya çok az sınır içeren bölgeler, hiç aranmadan elenip zamanda tasarruf edilir. Canny Budama seçeneği seçili ise, detektör hesaplama yükünü azaltır ve belki bazı yanlış algılamaları ortadan kaldırarak bir kulağı içermeyen olası görüntü bölgelerini atlar. Atlamak istenen bölgeleri kulak detektörü çalıştırmadan önce resmin üzerinde bir kenar detektörü (Canny kenar detektörü) çalıştırarak tespit edilir.

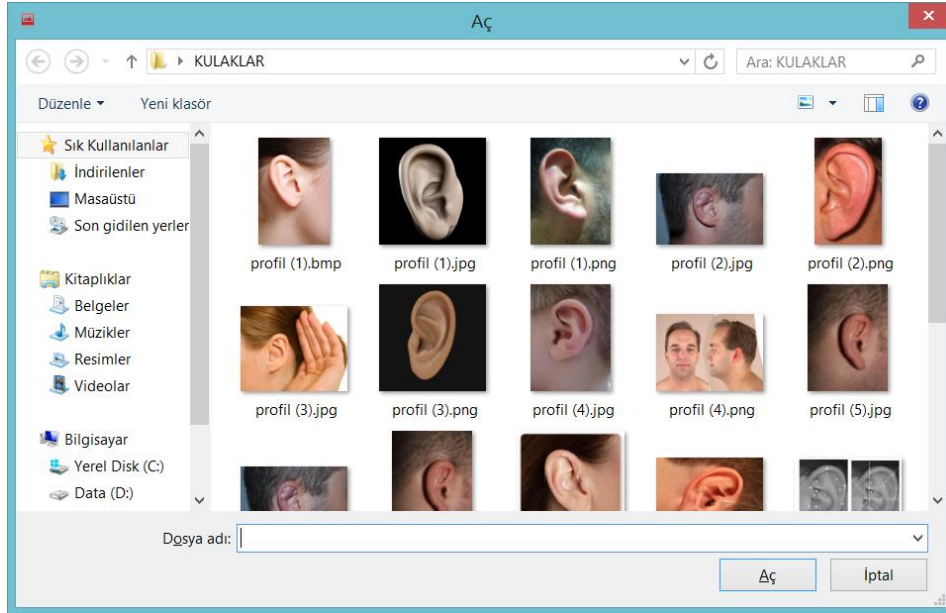
#### 7. Butonlar:

- **Başlat Butonu:** Seçili olan görüntü üzerinden kulak yerini tespit etme detektörlerini tetikleyerek harekete geçirir ve işlem başlatılır.
- **Kayıt Ekle Butonu:** Bu buton ile daha önce kulak yeri bilgisi tanımlanmış olan kişinin bu kulak bilgisini kullanarak kişinin kimlik tespitini yapan ekranın açılmasını sağlar.



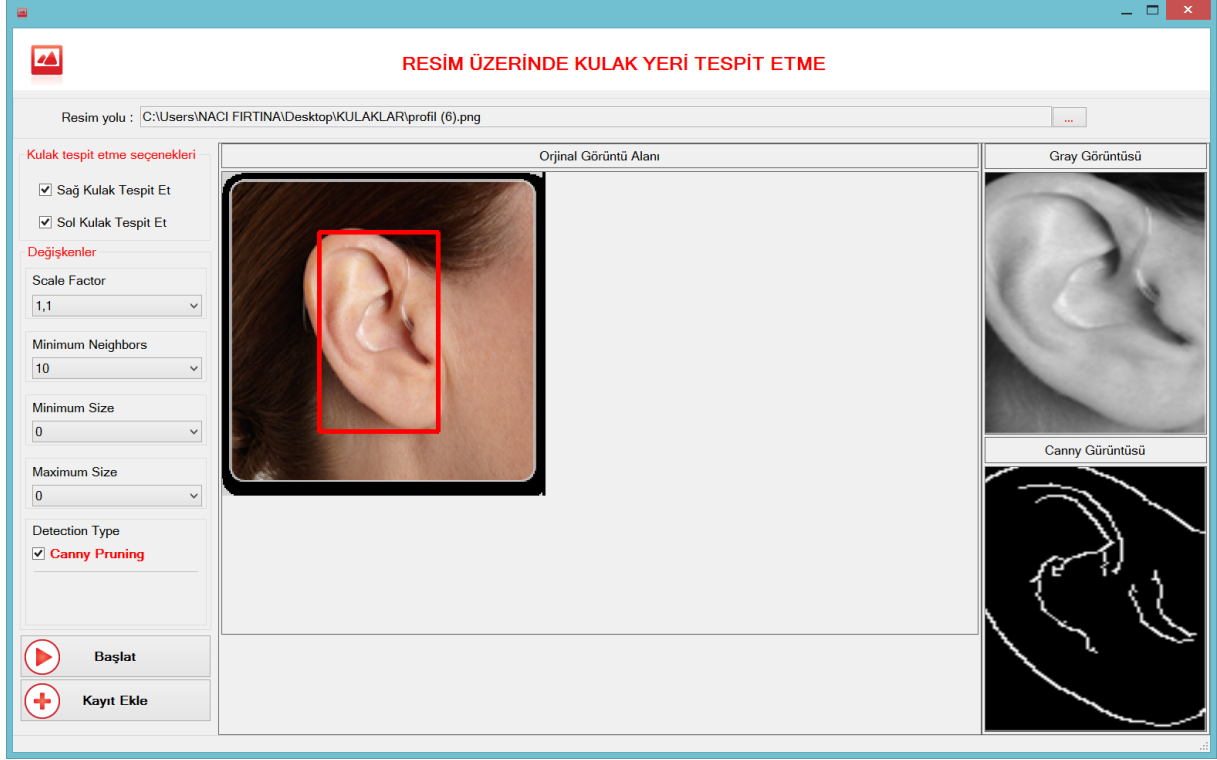
Şekil.25. Resim Üzerinde Kulak Yeri Tespit Etme Ekranı 1

Açılan bu pencerede üzerinde ilk olarak “...” butona basılarak üzerinden kulak yeri tespit çalışması yapılacak resim dosyası açılır. Açılmış ekranda herhangi bir profil görüntüsü seçilir.



Şekil.26. Profil Resim Dosyası Ekranı

Daha sonra profil resmi seçildikten sonra kulak yeri tarama işleminin başlatılması için “Başlat” butonuna basılır. Bu sayede ulaşılmak istenen kulak bölgesinin tespiti için Open CV Kütüphanesi içerisinde bulunan algoritmalar tetiklenir. Tetiklenen bu algoritmalar öncelikle resmi gri formata dönüştürür. Daha sonra gri seviyeye dönüştürülmüş resme **canny kenar bulma algoritması** uygulanarak kenar bilgileri bulunur.



Şekil.27. Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 2

“Başlat” butonuna basıldıktan sonra seçili görüntü içeride işlenir ve sonuçlar üretilir.

Özetle içerde işlenen işlemler açıklanırsa:

- Kulak görüntüsü bir kişinin profil görüntüsünden kırılır. Otomatik kulak kırma işlemi sistem tarafından yapılmadığından dolayı manuel kırma çalışmaları yapılmıştır. Kırılmış kulak resminin boyutları her biri birbirinden farklı 640 \* 480 piksel çözünürlükteki sabit boyut görüntüsü ile yeniden boyutlandırılır. Bunun amacı, her bir kulak görüntüsündeki özellik sayısını eşitlemek amacıyla yapılır.



- Kırpılmış kulak görüntüsü 320x240 boyutunda yeniden boyutlandırılır. Bunun için

`Resize(320, 240, Emgu.CV.CvEnum.INTER.CV_INTER_CUBIC);`

metodu çalıştırılır. Bu Resize metodun ilk iki parametresi görüntünün boyut bilgilerini oluştururken, üçüncü parametre ise bu oluşturulan görüntünün hangi şekilde olduğunu gösterir.

- Renkli orijinal görüntü gri görüntüye dönüştürülür. Bunun için

`Convert<Gray, byte>(); R*0.11, G*0.59, B*0.3`

Metodu çağırılır. Bu metod ise her bir pikselin kırmızı bileşeni 0.11, yeşil bileşeni 0.59 ve mavi bileşeni 0.3 ile çarpılıp pikselin gri seviye değeri belirlenir. Elde edilen bu gri seviye görüntüsü byte cinsindedir.

- Gray görüntü seviyesine dönüştürülmüş görüntüye Canny kenar bulma algoritması uygulanarak kenarlar ortaya çıkarttırılır. Bunun için

`Canny(grayCannyThreshold, grayThreshLinking);`

Metodu çağırılır. Bu metodun ilk parametresi gray görüntü üzerindeki Threshold (Eşik değeri) değeri belirtir, ikinci parametre ise eşikleme sonrası ortaya çıkan kenarları arasında bağlama yapılır.

- Daha sonra **Haar Cascade** kütüphanesinin içindeki **CascadeClassifier** detektörünün nesnesi tanımlanır ve bu nesne vasıtası ile ilgili kulak yeri tespit eden metod tetiklenir. **Haar Cascade:** OpenCV kütüphanesi tarafından XML tabanlı olarak yaratılan bir kütüphanedir. OpenCV ile hazırlanan XML formatındaki kademeli sınıflandırıcıların verilerini ayıklayıp kullanarak görüntülerde istenilen nesnelerin yerini tespitini yapar. Kulağın yerini tespit etme antropometrik kanon ölçümlerinin sayısal değer şeklinde verileri barındırır. Karar ağaçları mantığı ile çalışır. Yani profil görüntüsü üzerinde XML dosyasındaki tanımlanan sayısal değerlerle bir karar ağacı oluşturulur.

Oluşturulmuş olan bu karar ağacı üzerine Canny Pruning algoritması uygulanarak budama işlemleri yapılır ve muhtemel kulak görüntüleri bir veri setinde toplanılır.

```
<!-- stage 0 -->
<trees>
  <_>
    <!-- tree 0 -->
      <_>
        <!-- root node -->
          <feature>
            <rects>
              <_>
                2 7 8 12 -1.</_>
              <_>
                2 7 4 6 2.</_>
              <_>
                6 13 4 6 2.</_></rects>
            <tilted>0</tilted></feature>
            <threshold>-1.2393590062856674e-001</threshold>
            <left_val>8.2578802108764648e-001</left_val>
            <right_val>-6.7602032423019409e-001</right_val></_></_>
          <_>
            <!-- tree 1 -->
```

**Sum** =  $I(C) + I(A) - I(B) - I(D) \rightarrow$  A, B, C, D integral(I) görüntüsüne ait noktalardır.

2, 7 integral görüntü içerisindeki dikdörtgenin koordinatları , 8, 12 dikdörtgenin genişlik ve yükseklik, -1 ise dikdörtgenin ağırlığını belirtir(Viola –Johnes göre değil). Bu durumda, Sum'ın sonucu eşik değerden(threashold) büyük ise sağ değer(right\_val) ile seçilir., değil ise de sol değer(left\_val) seçilir.

Canny Pruning algoritmasının uygulanma sebebi Canny sınır tespit metodu kullanılarak çok fazla veya çok az sınır içeren bölgeler hiç aranmadan elenip zamanda tasarruf edilir.

CascadeClassifier nesnesi tarafından kulak yeri tespit etmek amacıyla çağrılan metot:

```
DetectMultiScale(MaxDetCount, MinNRectCount, FirstScale, MaxScale,
ScaleMul, SizeMultForNesRectCon, SlidingRatio, Pen);
```

### Parametreler:

Parametrelerin rastgele seçilmesi, nesnelerin bulunamamasına veya işlemlerin çok uzun sürmesine neden olabilir. Parametreler aşağıdaki açıklamalar doğrultusunda amaca uygun olarak seçilmelidir. Bu değişkenler ve açıklamalar sadece bu kütüphanedeki implementasyona özel değil ve algoritmanın anlaşılması için önemli...

**Tablo.8.** CascadeClassifier Metodun Parametreleri Listesi

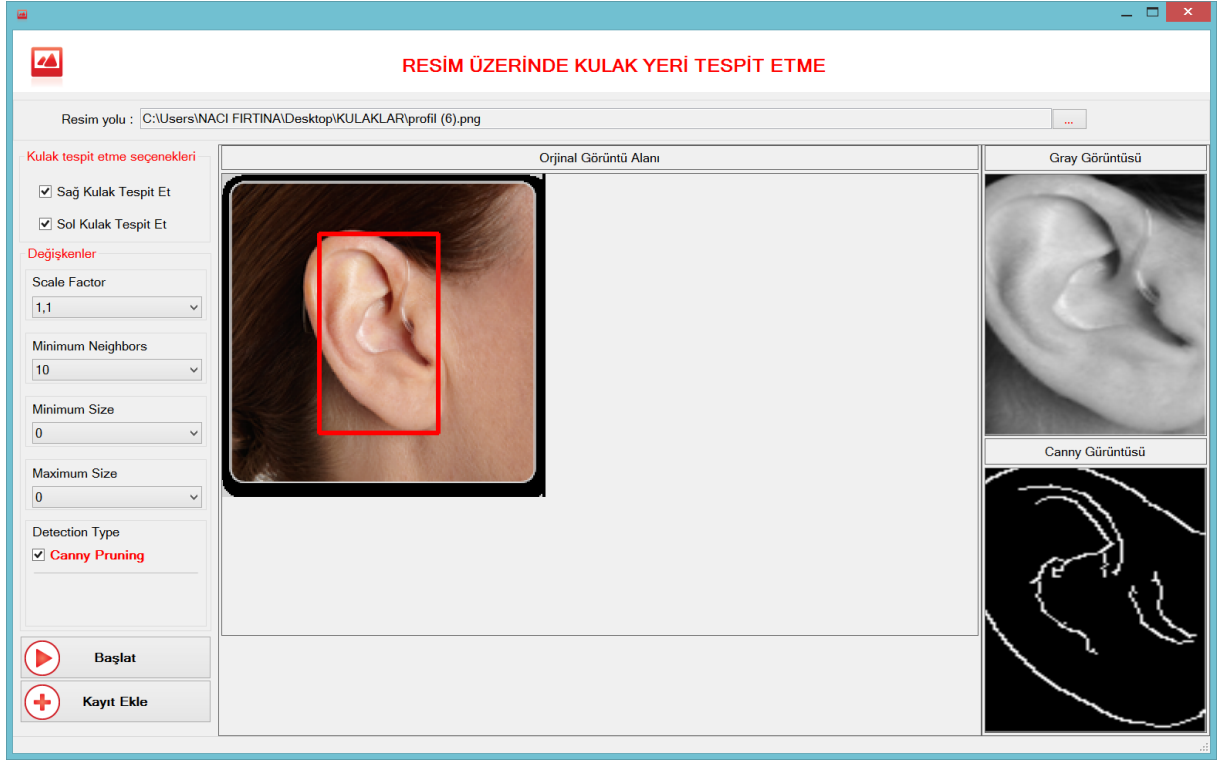
Parametre	Açıklama
MaxDetCount	Tespit edilecek maksimum nesne sayısı. Tespit edilen nesne sayısı (aynı nesnenin birden fazla kez tespiti de bu sayıya dahil) bu değere ulaştığında işlemler durdurulur ve sonuçlar döndürülür. Bir sınır konması istenmiyorsa bu Int32.MaxValue değeri gönderilebilir.
MinNRectCount	Görüntünün nesneyi içerdiğinin kabulü için gerekli minimum komşu tespit sayısı. (Aynı nesne, aynı bölgede farklı ölçeklerle boyutlandırılmış arama penceresi tarafından birden fazla kez tespit edilebilir.)  Değer büyük olursa nesneler tespit edilemeyebilir. 0 veya 1 verilmesi önerilir.
FirstScale	Arama penceresini ölçekleyecek ilk katsayı. Bu sayı, eğitimde kullanılan görüntülerin boyutları ile çarpılır ve çarpım arama penceresinin ilk boyutlarını belirler.  Görüntüdeki çok küçük nesnelerin de tespit edilmesi istenirse küçük bir değer seçilmelidir. Ancak değerinin küçük seçilmesi hızı büyük oranda düşürür. Bu parametreye atama yapmak için piksel cinsinden minimum nesne boyutu belirtilebilmesini sağlayan kütüphaneye ait Size2Scale() fonksiyonu kullanılabilir.
MaxScale	Arama penceresini ölçekleyen katsayı büyüye büyüye bu değeri aştığında işlemler durdurulur ve sonuçlar döndürülür.  Görüntüde tespit edilebilecek nesnelerin boyutunu sınırlar. Size2Scale() fonksiyonuna görüntü genişliğinin yaklaşık 2/3'ü yollanarak elde edilecek değer kullanılması önerilir.
ScaleMul	Arama penceresinin ölçekleyicisini çarpa çarpa arttıran katsayı. Bu katsayı sayesinde FirstScale ve MaxScale arasındaki ölçekler dolaşılır.

	Değerin küçük seçilmesi aranacak alt bölge sayısını arttıracak için hızı düşürür. Ama aynı zamanda nesnelere atlanma ihtimalini de zayıflatır. Bulunacak nesnelere çok küçükse 1.1 civarında, aksi halde biraz daha büyük bir değer verilmesi önerilir.
SizeMultForNesRectCon	Tespit sonunda iç içe olan dikdörtgenlerin belirlenebilmesi için kullanılır. Katsayı, dikdörtgenlerden birinin boyutlarını çarparak, dikdörtgenlerin iç içe kabul edilebilmesini sağlayacak maksimum uzaklığı belirler. Dikdörtgenlerin köşeleri arasındaki uzaklık hesaplanan maksimum uzaklıktan küçükse dikdörtgenler iç içe kabul edilir.  Küçük değerler, aynı nesne için birden çok iç içe konum döndürülmesine sebep olur. 0.3 civarında verilmesi önerilir.
SlidingRatio	Arama penceresinin görüntüde her adımda kendisinin kaçta kaç kadar kaydırılacağını belirleyen oran.  Değişkenin değerinin sonuçlar üzerindeki etkisi ScaleMul değişkeninin etkisi ile aynıdır. 0.2 civarında bir değer verilmesi önerilir.
Pen	Tespit edilen nesnelere gönderilen Bitmap üzerinde işaretlenmesini sağlayan System.Drawing.Pen nesnesi. Bir Pen nesnesinin rengi ve çizgi kalınlığı belirlenebilir. Bitmap üzerinde işaretleme yapılması istenmiyorsa, Pen parametresi boş gönderilebilir.

- Ve son CascadeClassifier metodunun sonucunda tespit edilip veri setinin içine atılan muhtemel alanlar kare içine alınarak bu görüntüler için kare şeklinde çizim yapılarak gösterilir. Bunun için çağırılan metod:

```
Draw(recRightEar[i], new Bgr(Color.Blue), 2);
```

Bu metodun ilk parametresi, üzerinde çizim yapılacak görüntüyü belirtir. İkinci parametresi, çizilen bu karenin rengini belirtir. Son olarak üçüncü parametresi ise, çizilen karenin kalınlığını sayısal değer şeklinde gösterir.



Şekil.28. Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 3

Bu ekran üzerinde istenilen sonuç elde edilmiştir. Bunun en öncelikli sebeplerinden biri profil görüntüsündeki kulağın istenilen yani sistem tarafından kolay tespit edilebilen diye adlandırılan görüntüde olmasıdır. İkinci öncelikli sebebi ise sistem üzerindeki değişkenlerin varsayılan değerlerinin (Scale Factor = 1.1, Minimum Neighbors = 10, Minimum Size = 0, Maximum Size = 0, Canny Pruning = Evet) en iyi durumda ayarlanmasından dolayıdır. Burada en dikkat edilmesi gereken değişken türü Minimum Neighbors'tur. Çünkü bu argüman değerinin seçimleri elde edilecek sonuçların kaderini değiştirebilir.

Bu durumda bu değişken üzerindeki değer değişikliklerinden elde edilecek diğer muhtemel sonuçlar:

- **True Positives:** Sonuç pozitif olmalıydı ve pozitif çıktı.
- **False Positives:** Sonuç negatif çıkmalıydı ama pozitif çıktı.
- **False Negative:** Sonuç pozitif çıkmalıydı ama negatif çıktı.
- **True Negative:** Sonuç negatif olmalıydı ve negatif çıktı.

**Tablo.9.** Muhtemel Sonuçlar Listesi

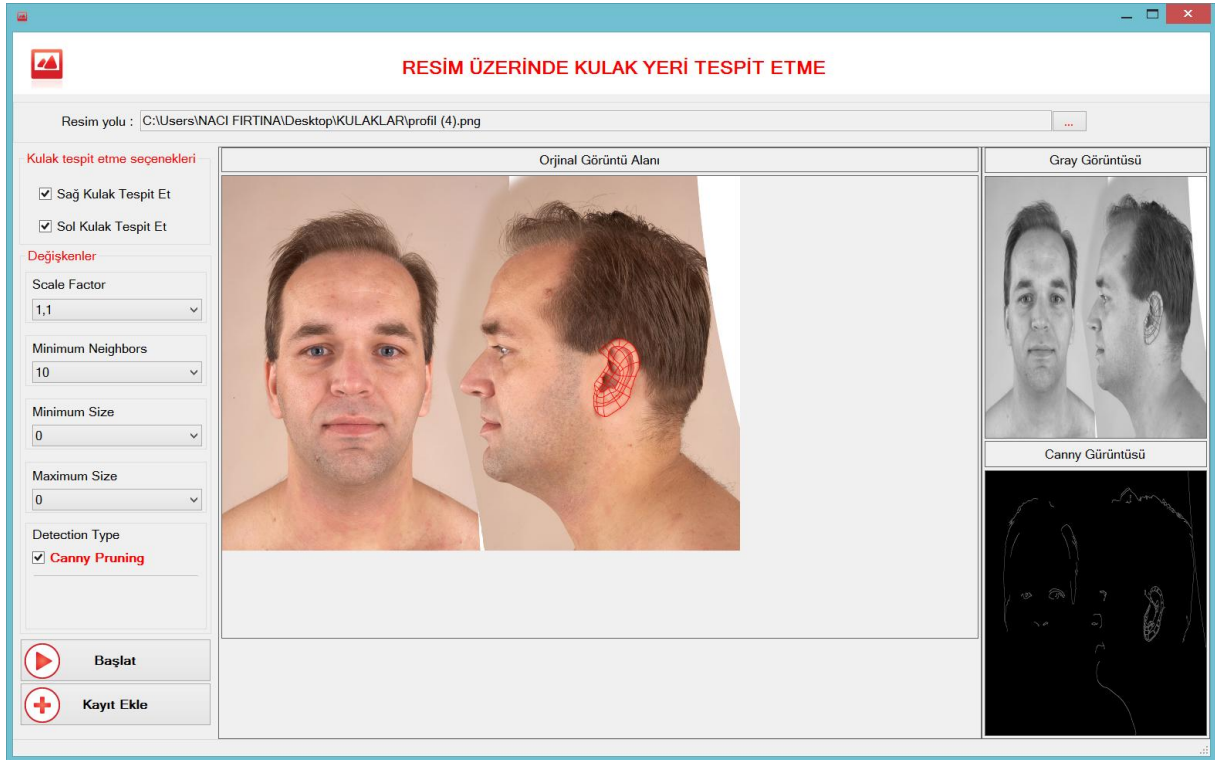
	A	A değil
Test sonuç "A"	True Positive	False Positive
Test sonuç "A değil"	False Negative	True Negative

Çalışma, değişken değerleri ile oynama yapıp eğitilirse:

Değişken değerleri:

Scale Factor = 1.1, Minimum Neighbors = 10, Minimum Size = 0, Maximum Size = 0, Canny Pruning = Evet

Elde edilecek sonuç:



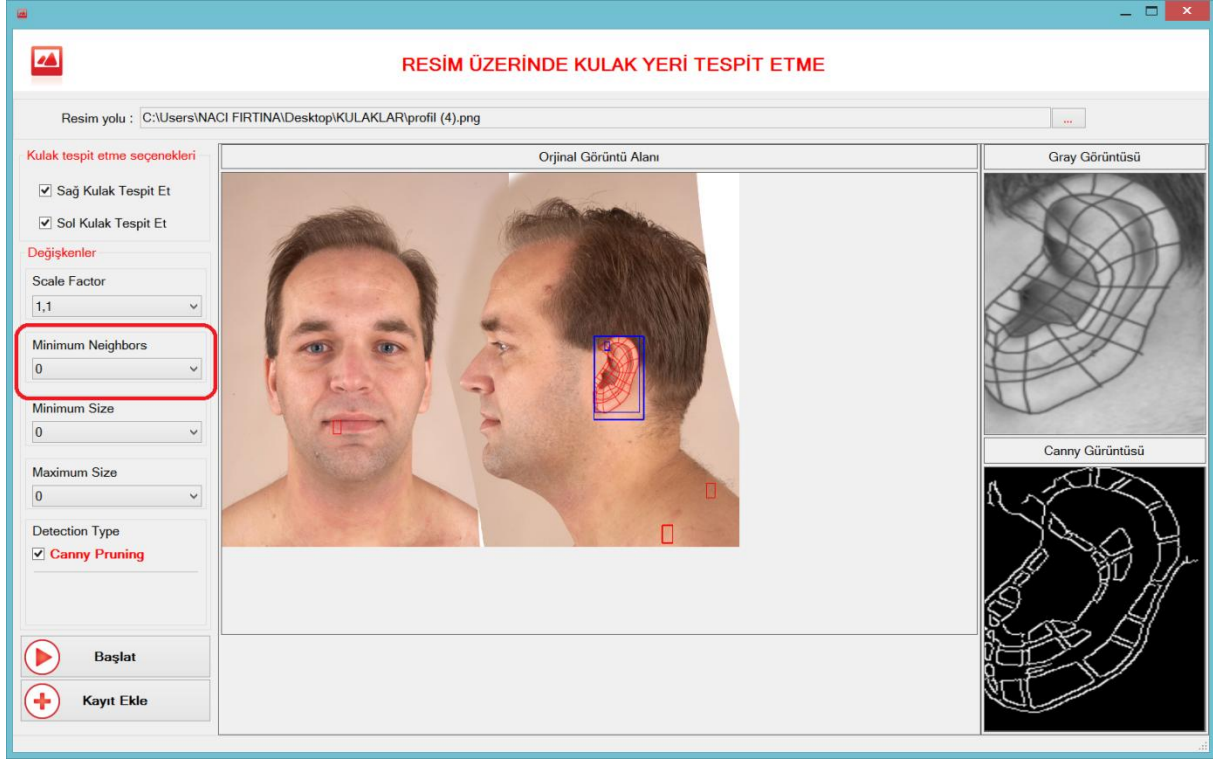
**Şekil.29.** Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 4

Şekil 29’te görüldüğü bu değişken değerleri ile bir sonuç alınmadığı gözlenmiştir.

Değişken değerleri:

Scale Factor = 1.1, Minimum Neighbors = 0, Minimum Size = 0, Maximum Size = 0, Canny Pruning = Evet

Elde edilecek sonuç:



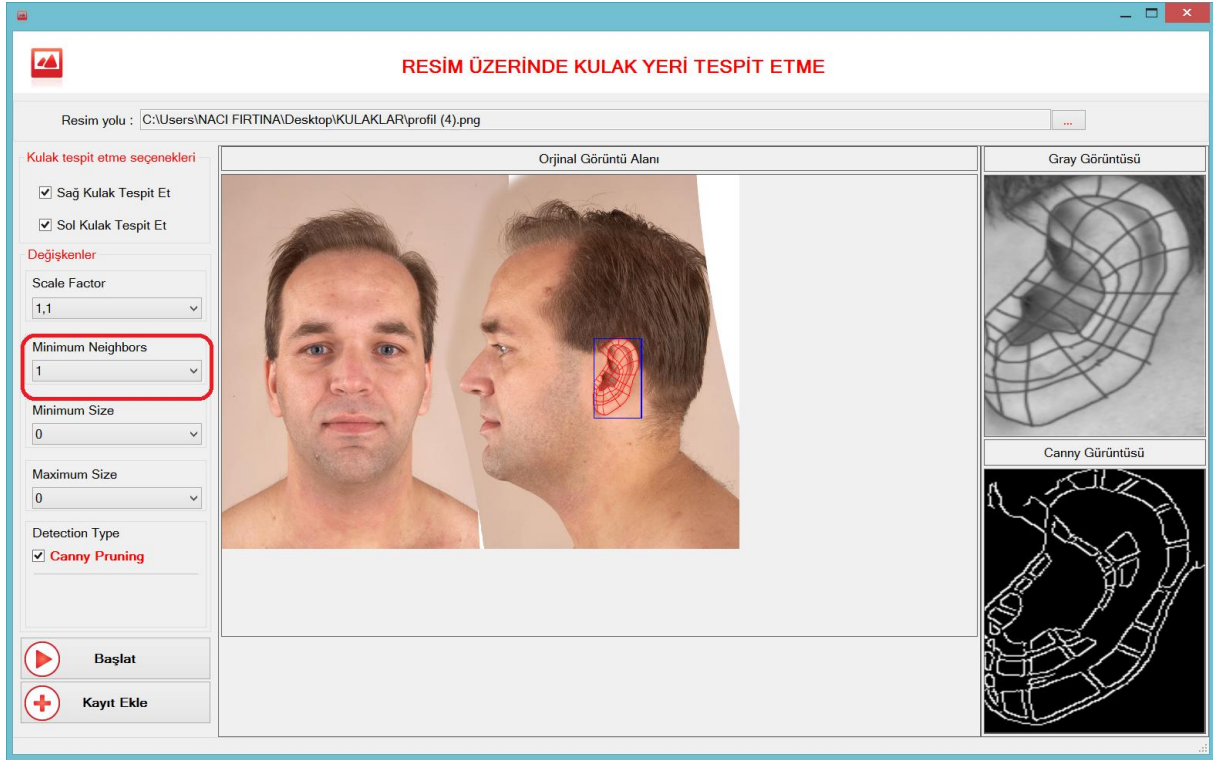
Şekil.30. Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 5

Şekil 30’te görüldüğü bu değişken değerlerinden Minimum Neighbors’un değerini azaltılıp 0’a eşitlendiğinde doğru sonuç ile beraber birçok muhtemel sonuç olan True Positive ve False Negative sonuçlarından alındığı gözlenmiştir.

Değişken değerleri:

Scale Factor = 1.1, Minimum Neighbors = 1, Minimum Size = 0, Maximum Size = 0, Canny Pruning = Evet

Elde edilecek sonuç:



Şekil.31. Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 6

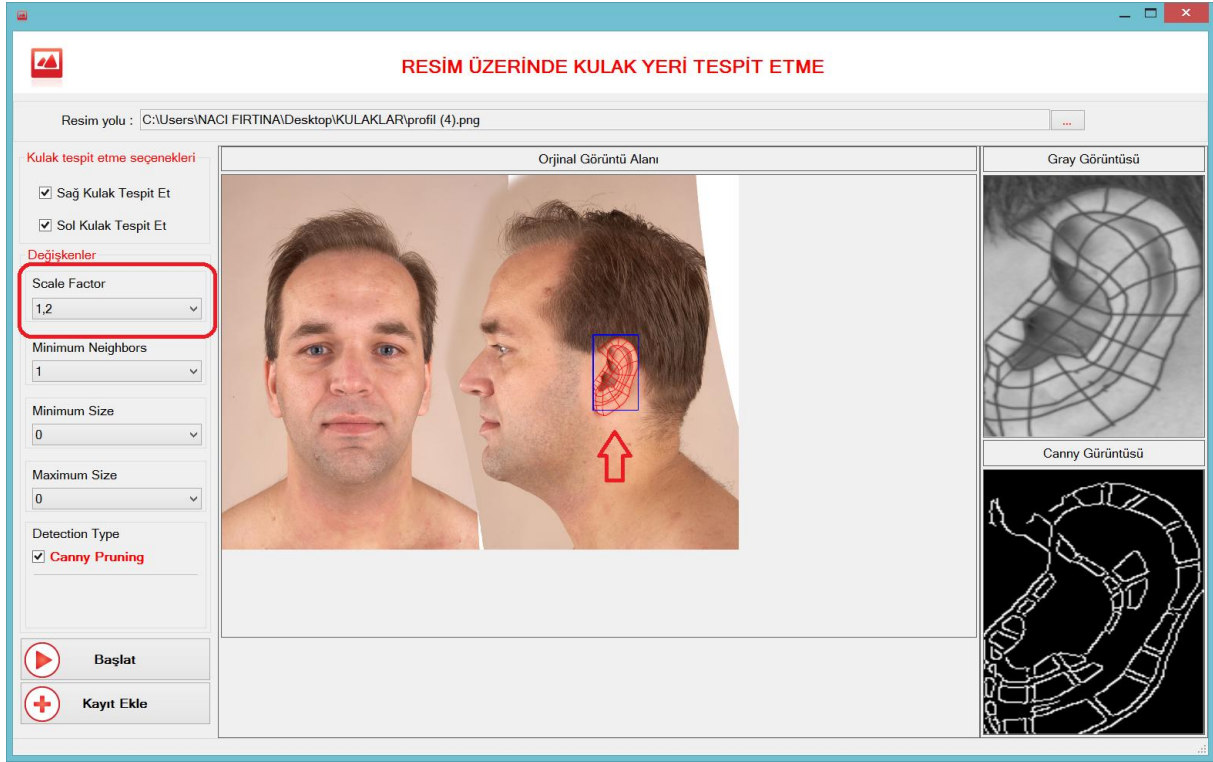
Şekil 31’da görüldüğü bu değişken değerlerinden Minimum Neighbors’un değerini biraz artırılıp 1’e eşitlendiğinde ise sadece doğru sonuç elde edildiği gözlenmiştir. Bu gözlem sonucunda denilebilir ki Minimum Neighbors değişkeninin değeri bu tür görüntüler için 1 ile 10 arasında sadece doğru sonuç üretirken 0 değeri için ise, doğru sonuç ile beraber muhtemel yanlış sonuçlar da üretir.



Değişken değerleri:

Scale Factor = 1.5, Minimum Neighbors = 1, Minimum Size = 0, Maximum Size = 0, Canny Pruning = Evet

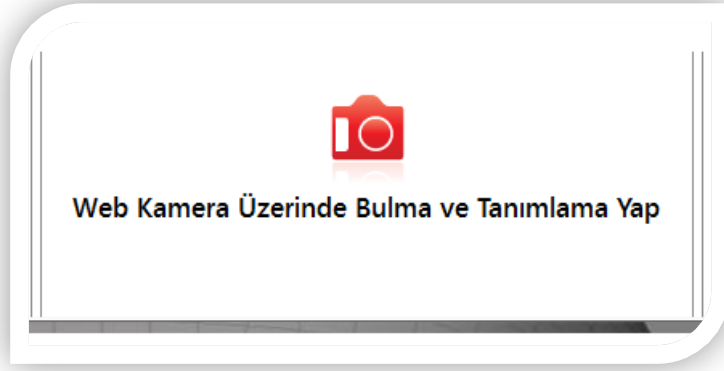
Elde edilecek sonuç:



Şekil.32. Resim Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı 7

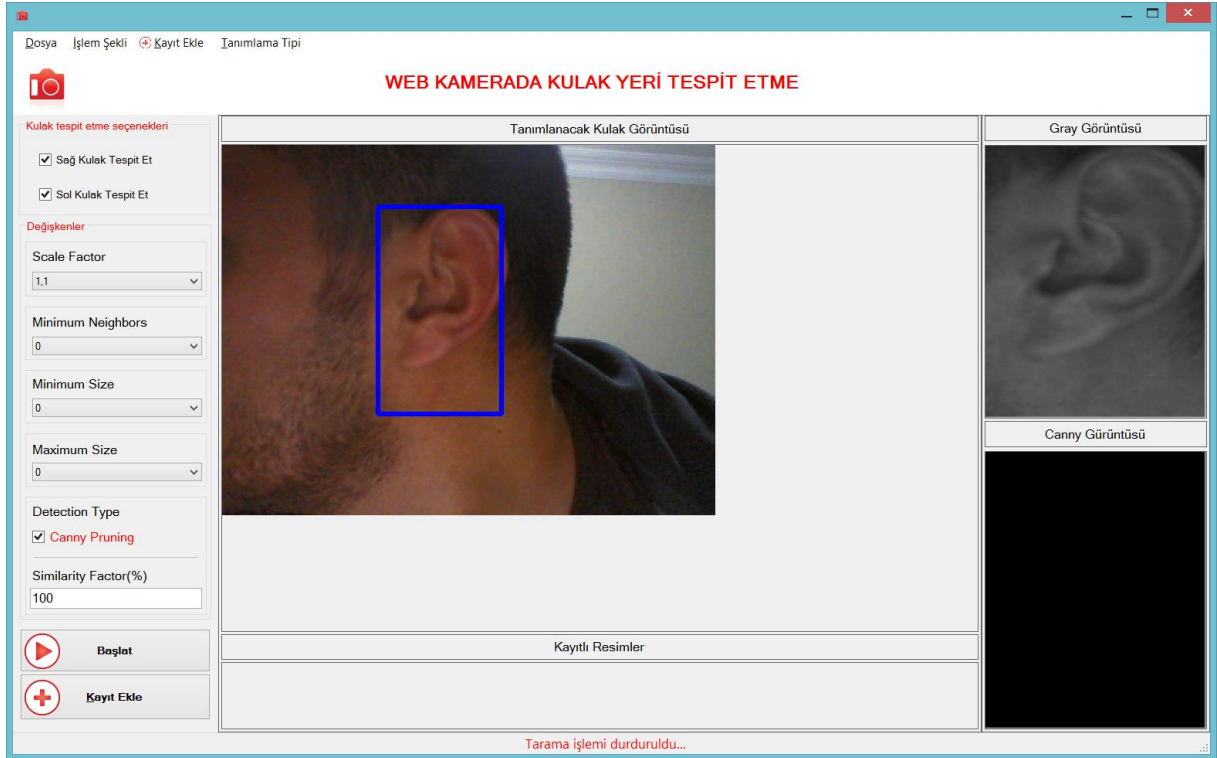
Şekil 32’de görüldüğü bu değişken değerlerinden Minimum Neighbors’un değerini 1’de sabit tutup Scale Factor değerini 1,1’den 1,2’ye artırılıp eşitlendiğinde ise sadece doğru sonuç alındığı ama ilgi bölgesinin (ROI: Region of interest) biraz yukarı kaydığı gözlenmiştir. Bu gözlem sonucunda denilebilir ki Scale Factor değişkeninin değeri bu tür görüntüler için arttıkça elde edilecek sonuçtaki kararlılık yapısında da azalma meydana gelir.

Şimdi kaynak türü değiştirilip web kamera üzerinden işleme yapılırsa ana menüden “Web Kamera Üzerinde Bulma ve Tanımlama Yap” butonu basılır.



Şekil.33. Web Kamera Üzerinde Bulma ve Tanımlama Yap Buton Ekranı

“Web Kamera Üzerinde Bulma ve Tanımlama Yap” butonuna basıldıktan sonra web kamera üzerinden kulak tespit çalışması yapılacak ekran açılır.



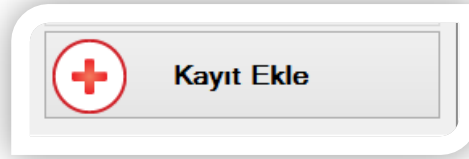
Şekil.34. Web Kamera Üzerinde Kulak Bölgesinin Tespit Ekranı

“WEB KAMERADA KULAK YERİ TESPİT ETME” ekranı üzerinden yukarıdaki yapılmış bu “RESİM ÜZERİNDE KULAK YERİ TESPİT ETME ” ekranı üzerinde yapılmış işlem adımlarının hepsi tekrar edilebilir. Buradaki tek fark, bir ekrandan resim üzerinden görüntü işleme yapılırken diğer ekrandan ham kamera görüntüsü üzerinden işlem yapılır.

### 6.3.2. Kulak Görüntüsü Üzerinden Kimlik Tanımlama Çalışması

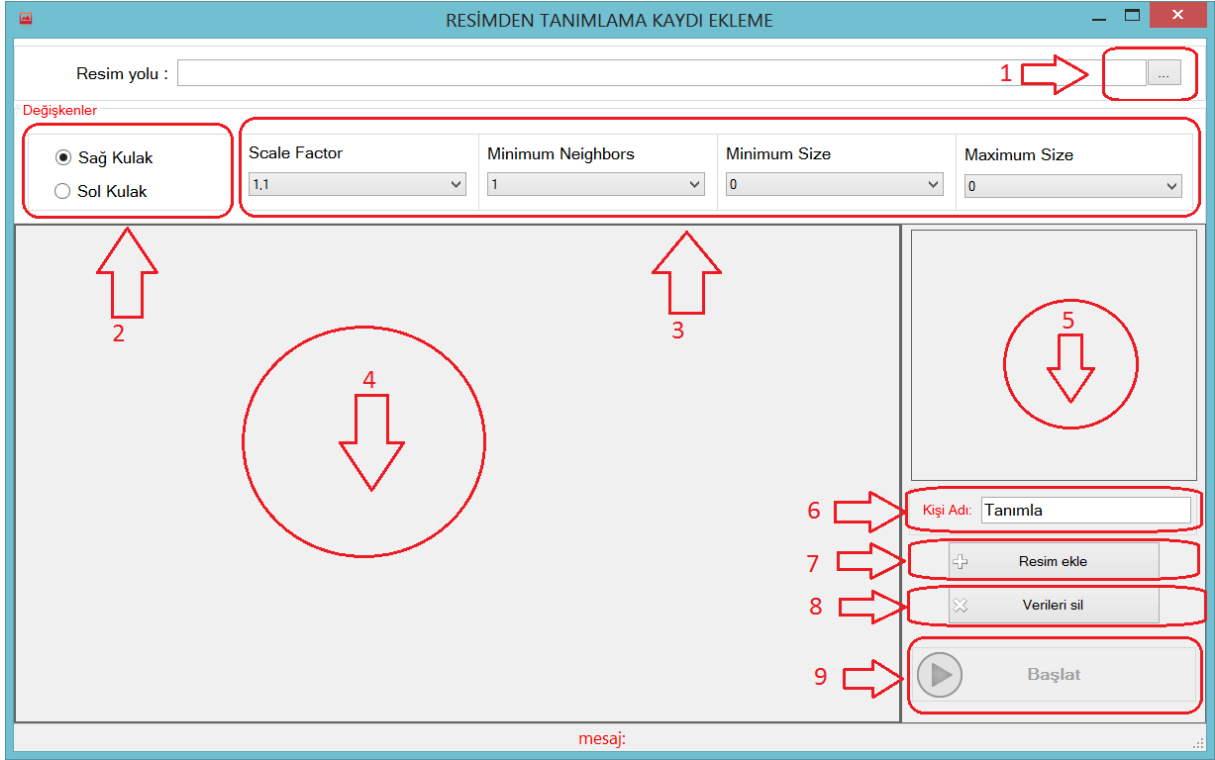
Bu kulak üzerinden tanımlama yapma çalışmasında, yukarıdaki çalışmadaki kulak yeri tespit çalışmasında olduğu gibi kamera görüntüsü yerine resim görüntüsü kullanılarak eğitim çalışması yapıp sunulacak.

İlk olarak kulak üzerinden tanımlama ekranının açılması için “RESİM ÜZERİNDE KULAK YERİ TESPİT ETME ” ekranı üzerindeki “Kayıt Ekle” butonuna basılır.



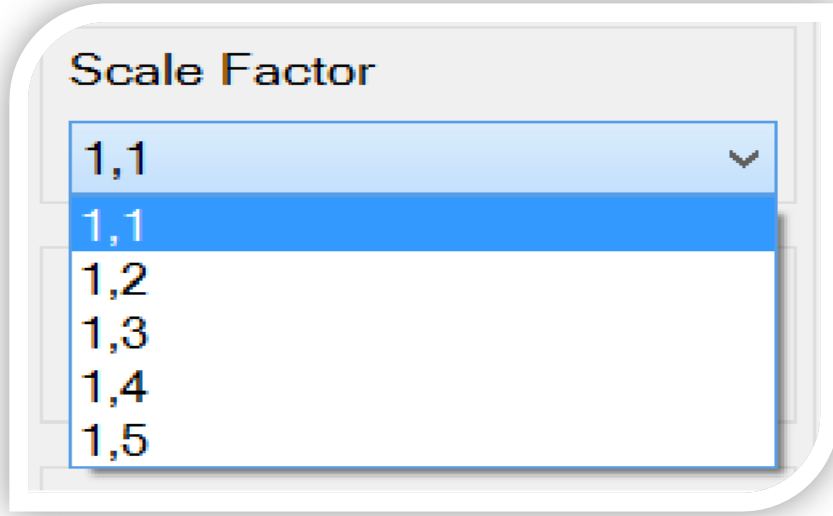
Şekil.35. Kayıt Ekle Buton Ekranı

“Kayıt Ekle” butonuna basıldıktan sonra “RESİMDEN TANIMLAMA KAYDI EKLEME” ekranı ile karşılaşılır.



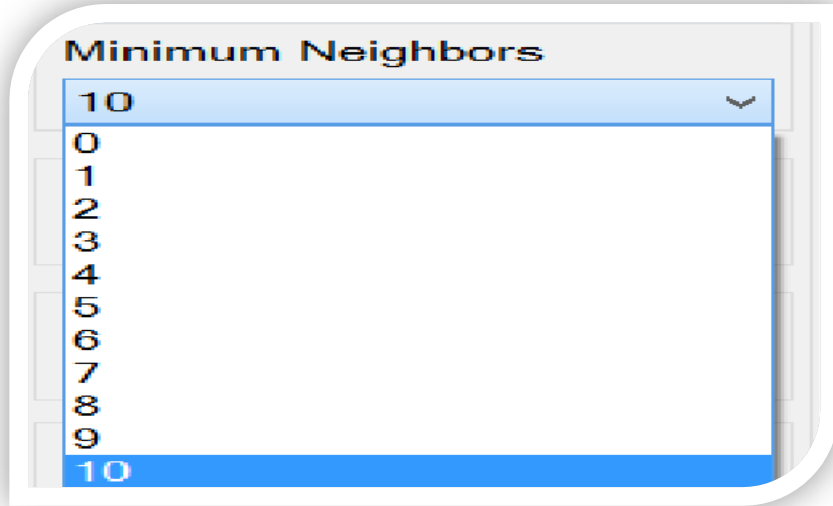
**Şekil.36.** Resimden Tanımlama Kaydı Ekleme Ekranı Detayı

1. “...” butonu kullanılarak üzerinden kulak tanımlaması yapılacak resim dosyası penceresi(bu dosya daha önce tespit edilmiş kulak bilgilerini içerir) açılır.
2. Kulak seçim grubu. Bu grupta sağ veya sol kulak seçilerek tanımlanma işlemi yapılabilir. Varsayılan olarak sağ kulak seçilmiş.
3. **Değişkenler:**
  - **Scale Factor** (Ölçek Faktörü): Ölçek faktörü, iki art arda başarılı geçişte pencere boyutları ayırır. Daha yüksek bir değer performansını artırır fakat ölçeğin varyasyonları ile ilgili kuvveti azaltır. Ölçek faktörün sistem üzerindeki değerleri **Şekil 37**'de gösterildiği gibidir.



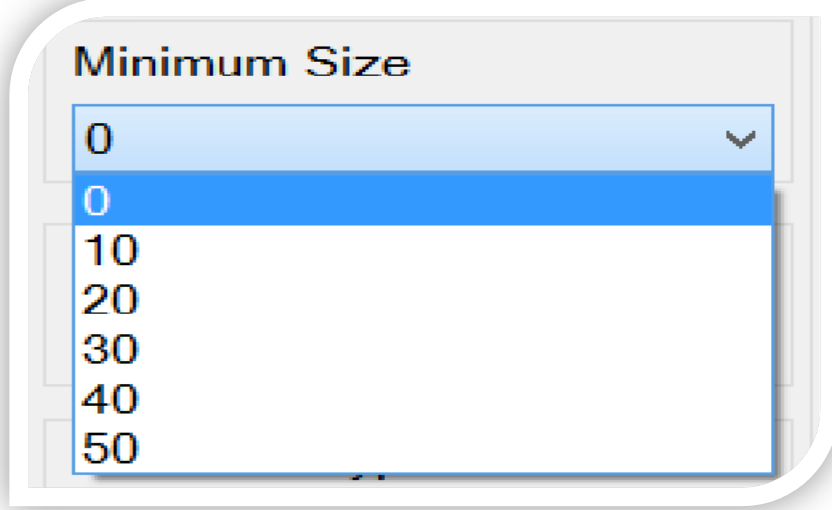
Şekil.37. Ölçek Faktör(Scale Factor) Değerleri Ekranı

- **Minimum Neighbors(Asgari Komşu Sayısı):** Bu değer, bir eşleştirme için gerekli olan bölgelerin en az sayıdan daha da azdır. (Bir eşleştirme birden fazla komşu bölgelerin birleştirilmesi olabilir.). Asgari komşuların sistem üzerindeki değerleri Şekil 38’te gösterildiği gibidir.



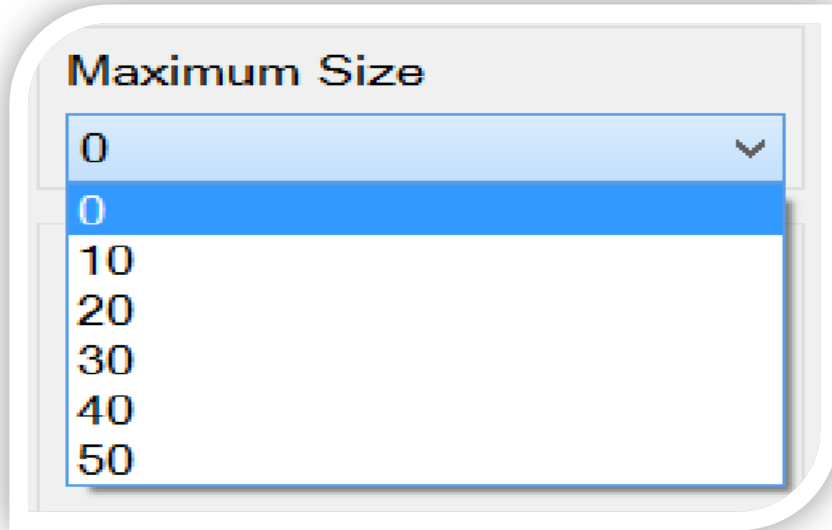
Şekil.38. Asgari Komşu (Minimum Neighbors) Değerleri Ekranı

- **Minimum Size(Asgari Ölçüt):** Minimum nesne boyutunu temsil eden piksel boyutlarında bir çift aranır. Daha yüksek bir değer performansını artırır. Asgari ölçeğin sistem üzerindeki değerleri **Şekil 39**'te gösterildiği gibidir.



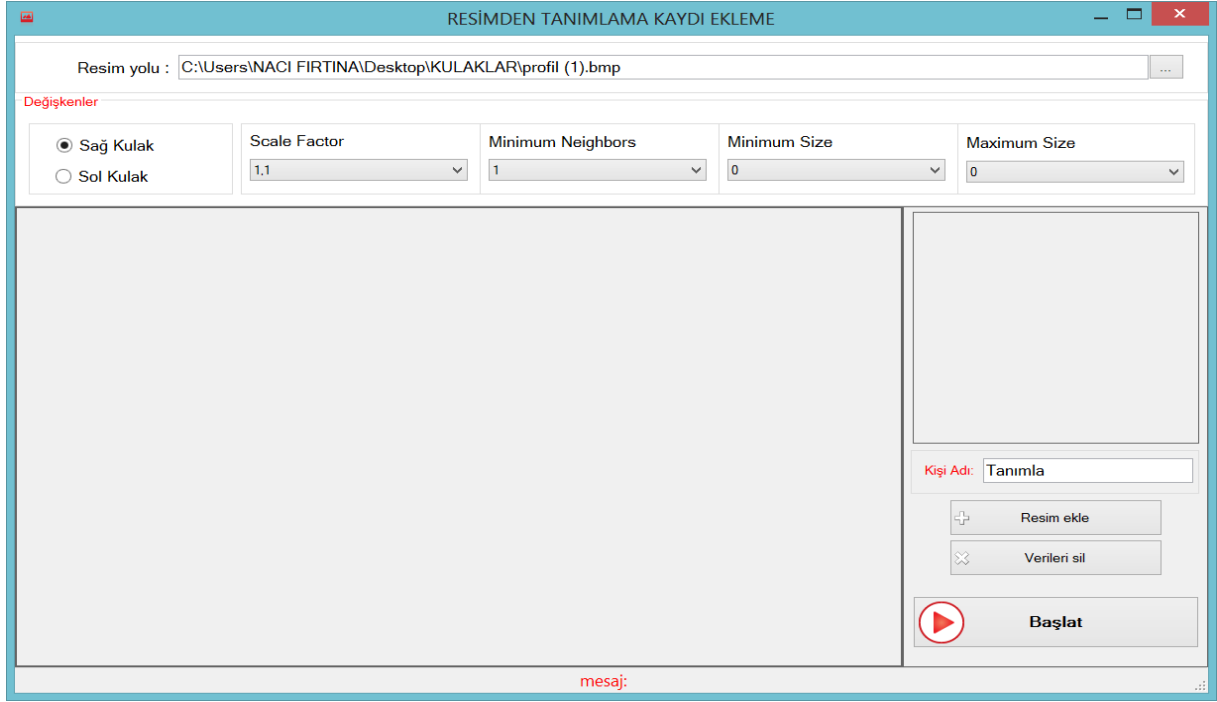
**Şekil.39.** Asgari Ölçek (Minimum Size) Değerleri Ekranı

- **Maximum Size(Azami Ölçüt):** Maksimum nesne boyutunu temsil eden piksel boyutlarında bir çift aranır. Daha düşük değer performansını artırır. Azami ölçeğin sistem üzerindeki değerleri **Şekil 40**'te gösterildiği gibidir.



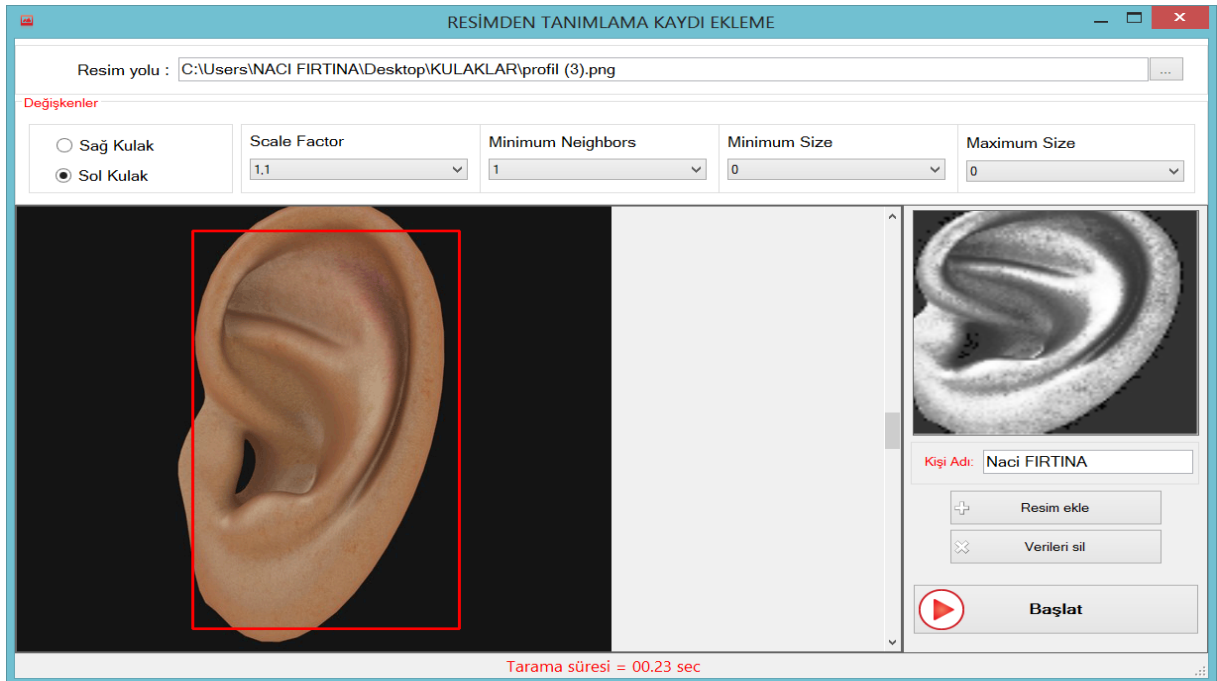
**Şekil.40.** Azami Ölçek (Maximum Size) Değerleri Ekranı

4. Tanımlama için seçilmiş olan kulak görüntüsünün ilk görüntülenecek alanı. Bu analiz edilecek görüntü alanını oluşturur. Her kanal başına 8 bit olmalıdır.
5. **Kırpılmış Gray Görüntü Alanı:** Alınmış kulak resim görüntüsünün gray görüntüsüne dönüştürüleceği alan. Bu dönüştürme işleminde her bir pikselin kırmızı bileşeni 0.11, yeşil bileşeni 0.59 ve mavi bileşeni 0.3 ile çarpılıp pikselin gri seviye değeri belirlenir. Gray görüntüsüne dönüştürülmesinin sebebi algoritmamızın tek kanalda çalışması. Renkli görüntü üzerinden direkt kenar çıkarma için algoritma her bir renk kanalı için ayrı ayrı çalışabilir hale getirilir. Daha sonra görüntü kırptırılarak ekrana yerleştirilir.
6. **Ad Metin Kutusu:** Burada tanımlanacak kişinin adı girilir. Bu sistem üzerinden kimlik tanımla için kişinin sadece adı alınmıştır. Bu bilgilere genişletilebilir. Yani adın dışında cinsiyet, yaş, doğum yeri, vs. gibi bilgiler de istenilip sistem üzerinden kayıt edilebilir.
7. **Resim Ekle Butonu:** Seçili olan görüntü üzerinden tanımlama işlemi yapılmış görüntüyü kayıt eder.
8. **Verileri Sil Butonu:** Daha önce kayıt edilmiş tanımlama bilgilerini siler.
9. **Başlat Butonu:** Seçili olan görüntü üzerinden kulak tanımlama detektörlerini tetikleyerek harekete geçirir ve işlem başlatılır.



Şekil.41. Resimden Tanımlama Kaydı Ekleme Ekranı 1

Açılan bu pencerede üzerinde ilk olarak “...” butona basılarak üzerinden kulak tanımlama kimlik tespit çalışması yapılacak resim dosyası açılır. Açılmış ekranda herhangi bir kulak görüntüsü seçilir ve işleme devam edilir.



Şekil.42. Resimden Tanımlama Kaydı Ekleme Ekranı 2



Resim seçim işleminden sonra “Başlat” butonuna basılarak tuvalin içine seçili resim eklenir ve eklenen kulak görüntüsünün kimlik tanımlama işlemleri için özellikler çıkartılır. “Kişi Adı” kısmına da kimlik bilgisi için kişinin adı soyadı girilir. Tüm bilgiler hazırlandıktan sonra “Resim Ekle” butonuna basılarak kayıt bilgisi eklenir. Kayıt bilgileri XML tabanlı veri tabanına eklenir. XML veri tabanının kullanılma sebebi daha hızlı kayıt işlemleri yapılabilmesi içindir.

Buradaki işlemler özetlenirse:

- İlk olarak tanımlanacak kulak bilgisi resim dosyasından alınır.
- Daha önce haar işlemde kullanılan tespit çalışmasında elde edilen kulak bilgisi kullanılarak kulak elde edilir.
- Haar işlemi sonucundan elde edilen kulak görüntüsüne odaklanılır. Görüntü arka plandan soyutlanmaya çalışılır. Bu mükemmel bir çözüm değil ama en azından kulak çevresindeki gürültüyü silerek azaltır.
- Daha sonra görüntü tuvalin üzerine iz düşürülür.
- Tuvalin üzerindeki görüntü tekrar gri ölçekli görüntüye dönüştürülerek tek kanalı üzerinde çalışma işleminin yapılması sağlanır.
- Sonra kişinin kimlik bilgileri girilir.
- Kimlik bilgisi ve gri ölçekli görüntü bilgisi birleştirilerek veri XML tabanlı veri tabanına kayıt edilir.
- Bu kişi için bir kulak biyometrisi kimlik tespit çalışması tanımlanmış olunur ve daha sonra kullanılmaz üzer veri tabanına saklanılır.



**Şekil.43.** Resim Üzerinde ki Kulak Bilgisinden Kimlik Tespit Etme Ekranı 1

Bu kulak görüntüsü bu kişiye ait olduğu kayıt bilgisi daha önce sisteme tanıtıldığı için kişinin kimlik bilgi(sadece ad ve soy ad) tespit çalışması başarılı bir şekilde elde edilmiştir.



**Şekil.44.** Resim Üzerinde ki Kulak Bilgisinden Kimlik Tespit Etme Ekranı 2

Bu kulak görüntüsü herhangi bir kişiye ait olduğu kayıt bilgisi daha önce sisteme tanıtılmadığı için kişinin kimlik bilgi tespit çalışması yapılamamıştır ve kayıtlı kişi bilgisi yerine sistem tarafından atanan “TANIMSIZ” bir kimlik tespit bilgisi elde edilmiştir.

Bu çalışmada Tanımlama için Iannarelli ölçümlerin, Voronoi diyagramının vb. dışında farklı bir metodoloji uygulanmıştır.

- Örneğin Iannarelli ölçümlerin de ilk nokta ölçümü yanlış ise diğer tüm ölçümler yanlış olur.
- Yada makine görüşü için anatomik noktaların iyi lokalize edilemiyor olması başlıca sebeplerdir.

Bu çalışmada kulak eşleşmesi için benzerlik faktörü(Similarity Factor) yüzdelik(%) cinsinden kullanılır. RGB görüntüsünün iz düşümleri(hem yatay hem dikey pozisyonda) kullanılarak karşılaştırma yapılır. Karşılaştırmalar piksel tabanlı olarak yapılır. Piksel tabanlı benzerlik

ölçüsü, karşılık gelen değerlerinin piksel farkı olarak nitelendirilebilir. Sistem içerisinde bu işlem için atanan metod:

```
sourceImage.CalculateSimilarity(targetImage);
```

Bu metod ile yapılan işlemler;

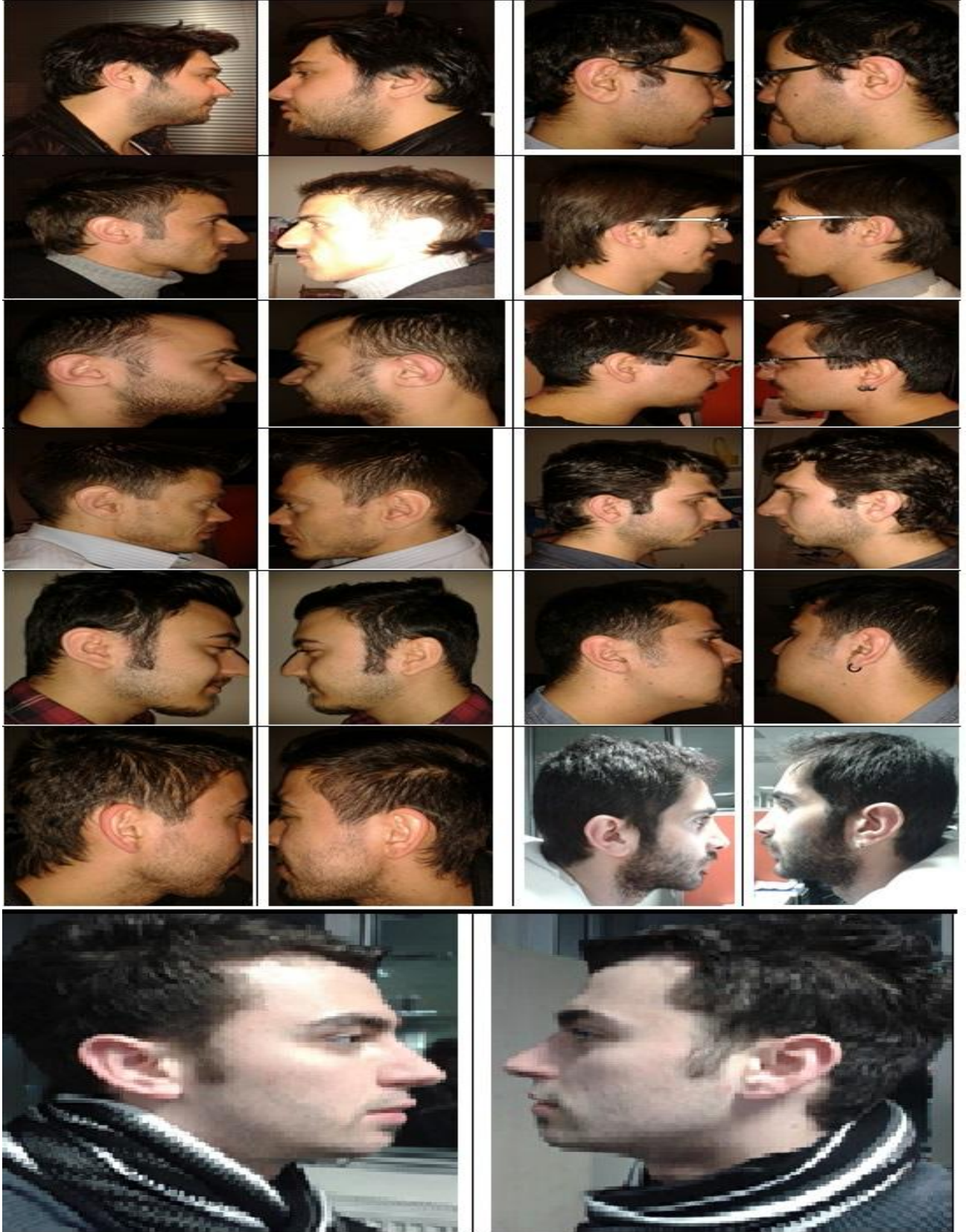
- Görüntü yüksek çözünürlüklü olarak yeniden boyutlandırılır.
- Değer aralıları optimize edilir.
- Görüntü üzerindeki yansımalar her bir renk kanalı(R-G-B) için ayrı ayrı hesaplanır.
- 2 RGB izdüşümleri arasındaki benzerlikler hem yatay hem dikey olarak hesaplanır.
- Görüntü frekansları ayarlanır.
- Ortalama ağırlık ve sapmalar belirlenir.

CalculateSimilarity metodu iki ComparableImage nesne tarafından kontrol edilir. Bunlardan biri sourceImage olan yani metodu çağıran nesnedir. Bu eşleşecek olan görüntüyü temsil eder. Diğer nesne ise metodun parametresi olan eşleştirilecek olan görüntüyü temsil eder. Bu metod yordamıyla sistem ilk olarak görüntüyü .jpg formatına dönüştürülür. Piksel tabanlı karşılaştırma yapan bu metod istatistiksel veriyi kullanarak yüzdelik cinsinden değer döndürür. Bu döndürülen değer ise Similarity Factor(Benzerlik Faktörü) olarak adlandırılmıştır.

**Not:** Kulaktan kimlik tespit işlemi için kamera üzerinde de çalışma yapıldığında benzer adımlar takip edilir ve yaklaşık sonuçlar alınır. Değişen tek fark kaynağın türüdür.

### 6.3.3. Eğitim ve Test Çalışması

Bu çalışmada üzerinde çalışılmış olan ve **Şekil 45**'ta veri tabanında yer alan çeşitli profil görüntüleri verilmiştir.



Şekil.45. Profil Veri Tabanından Örnekler

Şekil 46’da veri tabanında yer alan çeşitli kulak görüntüleri verilmiştir.



Şekil.46. Kulak Veri Tabanından Örnekler

Yukarıda Şekil 45’de elde edinilmiş görüntüler İstanbul/ Fatih bölgesinde oturan 18-25 arası erken öğrencilerin sağ ve sol profillerinden Samsung marka GT-I8190 model 5 mega piksel ve çözünürlüğü 600x800 olan telefon arka kamerası ile çekilen fotoğraflar veri tabanında kullanılarak test edilmiştir. Şekil 46’deki veriler ise profil görüntüleri üzerinde kırpma işlemi yapılarak elde edilmiş görüntülerdir.

Tablo.10. Eğitim ve Test Sonuçları

Yapılan Eğitimler	Üzerinde test yapılmış toplam kulak sayısı	Alınan başarılı sonuçlar	Alınan başarısız sonuçlar	Toplamda başarı oranı yüzdesi(%)
Tespit	273	214	59	%78,4
Tanımlama	285	257	28	%90,2

Sistem **Tespit** için 273 veri ile eğitilmiş ve 214 kulak verisi ile doğru test sonuç elde edilmiştir. Test sonuçlarında doğru karar verme oranının %78,4 düzeyinde olduğu görülmüştür.

Sistem **Tanımlama** için 285 veri ile eğitilmiş ve 257 kulak verisi ile doğru test sonuç elde edilmiştir. Test sonuçlarında doğru karar verme oranının %90,2 düzeyinde olduğu görülmüştür.

Bu durumda tespit sonucunda elde edilen başarı oranının tanımlama sonucunda alınan başarı oranından %11,8 daha az olduğu görülmüştür.

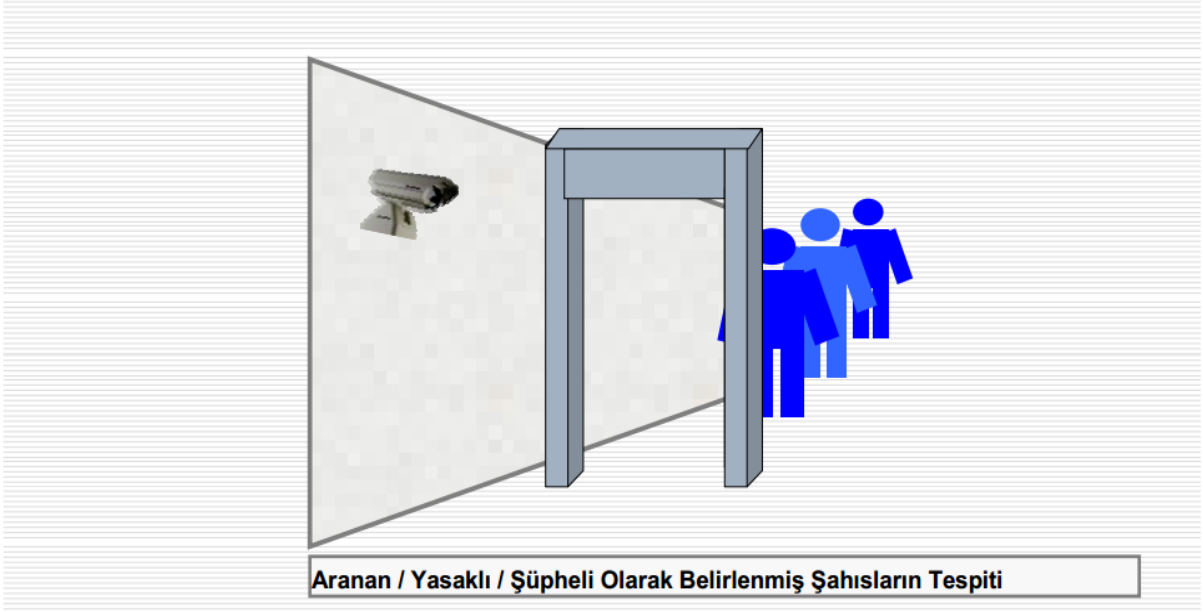
Yapılan bu iki eğitimin de daha iyi sonuçlar alınabilmesi için sistem kaynaklarında iyileştirme yapılması gerekebilir. Örneğin; alınan kulak görüntülerin üzerinde eğitim çalışması yapılmadan önce çeşitli filtreleme teknikleri kullanılıp görüntüyü gürültüden, saç kaplamalarından veya küpelerden arındırıp daha sade hale getirmek başarı yüzdesinin arttırılması hiç şüphesizdir. Filtremelerin haricinden çeşitli tahmini istatistiki verilerinde kullanılması başarının doğasını iyi yönde değiştireceği kesindir. Örneğin; tam alınmayan kulak görüntüsünün alınmış kısımlar için tahmini istatistiki verilerden yararlanıp o kısımların tahmin edilmesi olabilir.

#### **6.3.4. Uygulamanın Kullanım Alanları**

Bütün bu anlatılanlar ışığında kulak tanıma sisteminin pek çok kamusal alan için uygun olduğunu söylenilebilir. Kulak tanıma sistemi şuralarda kullanılabilir:

- Havaalanları ve İstasyonları
- Şirketler
- Nakit Noktaları
- Stadyumlar
- Toplu Taşıma
- Finansal Kurumlar
- Devlet Daireleri
- Her Türlü İş Alanı

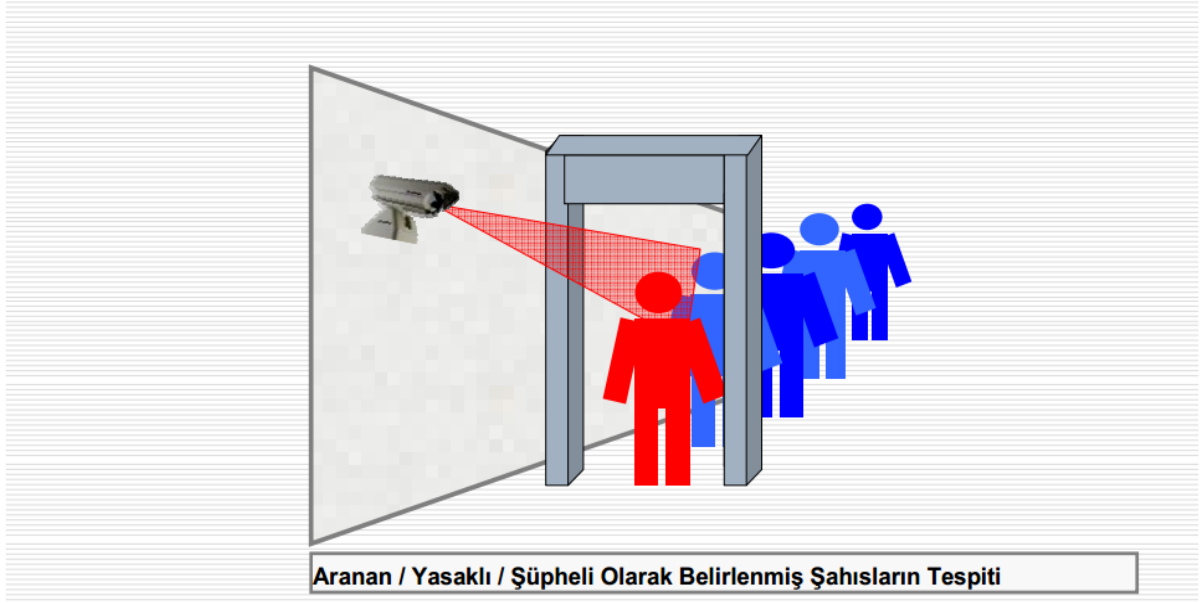
Bu uygulamanın kullanımı sahneleyecek olursak...



Şekil.47. Sahne 1

**Kaynak:** Platin Teknoloji. *Yüz Tanıma Teknolojisi ve Bankacılık Güvenliği Uygulamaları* içinde. (04 Şubat 2013) [www.platinteknoloji.com](http://www.platinteknoloji.com) 'ten alındı.

Güvenlik alanını girişine kişilerin profilden görüntüleri alınabilecek şekilde kulak biyometrik düzeneği yerleştirilir.

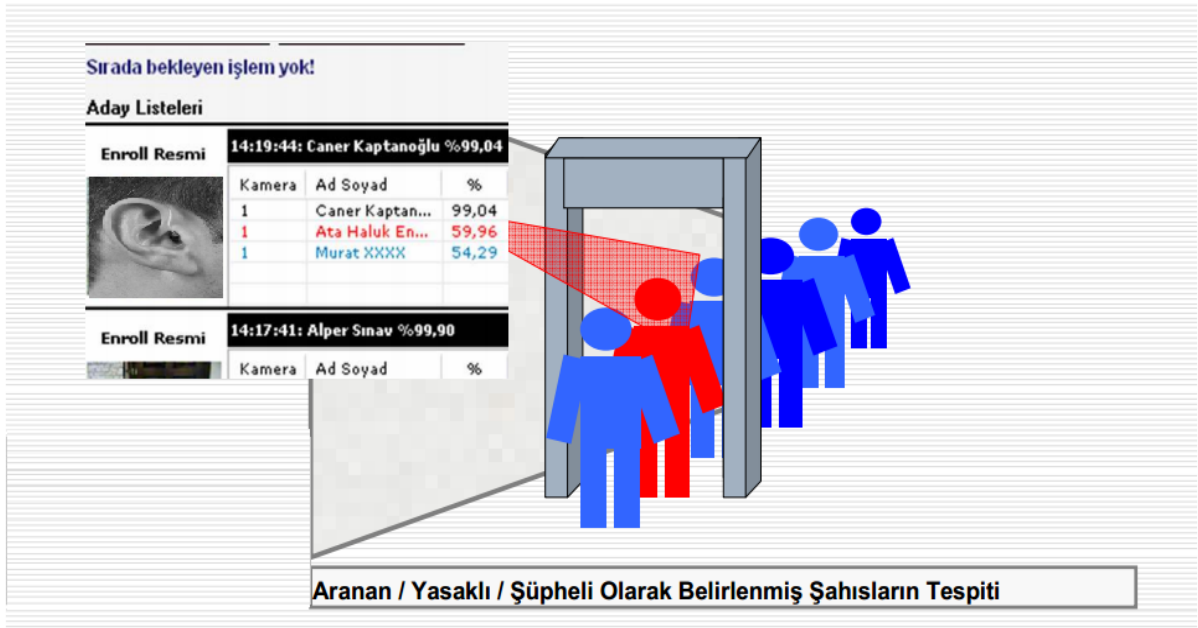


Şekil.48. Sahne 2

**Kaynak:** Platin Teknoloji. *Yüz Tanıma Teknolojisi ve Bankacılık Güvenliği Uygulamaları* içinde. (04 Şubat 2013) [www.platinteknoloji.com](http://www.platinteknoloji.com) 'ten alındı.



Kişilerin geçişleri esnasında profil görüntüsünden kulak tarama yapılır.



Şekil.49. Sahne 3

**Kaynak:** Platin Teknoloji. *Yüz Tanıma Teknolojisi ve Bankacılık Güvenliği Uygulamaları* içinde. (04 Şubat 2013) [www.platinteknoloji.com](http://www.platinteknoloji.com) 'ten alındı.

Tarama sonuçları veri tabanı ile birleştirilir ve yüzdelik(%) cinsinden karşılaştırma işlemi yapılır. Aranılan kişi tespit edildiğinde gerekli uyarılar yapılır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada biyometrik özelliklerden olan kulak yapısına göre insanın tanınması üzerinde durulmaktadır. Kulak biyometrisine göre tanıma işlemi profil bilgileriyle güçlendirilmiştir. Profil görüntüsünden antropometrik kanonlar yardımıyla kulak bölgesinin otomatik elde edilmesi sağlanmıştır. Görüntü yakalama araçlarındaki yeni teknolojik gelişmeler birlikte kulak tanıma sistem ve uygulamaların kullanılabilirliği hakkında daha iyi sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Bu çalışmada kulak tanıma teknolojisi ile literatür taraması analiz edildiğinde şunları söylemek mümkündür:

- Kulak tanıma sistemin kabul edilebilir bir düzeyde tanıma yapabilmesi için gelişmiş bir donanım ihtiyacı olmadığı ve sisteme kullanıcının fiziksel teması olmadığından kullanıcılar tarafından en çok kabul edilen biyometrik sistemlerden biri olduğu görülmüştür. Kulağa takılı olan küpe, piercing, gözlük takılı iken kulağa uygulanan baskı, saçın kulağı kısmi şekilde kapatması ve profil resminin ideal şekilde alınmaması kulak tanıma performansını olumsuz etkilediğini fakat bu sorunların çözüldüğünde daha hızlı ve güvenilir bir tanıma yapılacağı kuşkusuzdur.

Kulak tanıma sistemlerinin diğer biyometrik sistemlere oranla zaman içerisinde karakteristik yapısının değişikliğe uğramaması kulak tanıma sistemlerini gelecek yıllarda en hızlı büyüyen biyometrik teknoloji olacağı ve geniş bir uygulama alanına sahip olabileceğinin göstergesi olabilir.

Bu çalışmada kulak tanıma sistemleri ele alınmış ve bu sistemlerin güçlü yanlarının yanı sıra zayıf yanları da belirtilerek kulak tanıma sistemlerin yakın gelecekte, teknolojinin gelişmesiyle, daha da yaygın bir uygulama alanına sahip olacağı öngörülmektedir.

Bu uygulamadaki zayıf noktaların biraz daha iyileştirmesi adına bu adımlar takip edilebilir:

- Kulak üzerindeki gürültü eğrilerini azaltarak.
- Kulak görüntüsü üzerinden engel oluşturan saç, küpe, işitme cihazları gibi nesnelere silerek.
- Daha iyi kalitede kamera kullanılarak (Termal Kamera).
- Daha düzgün açıdan çekilmiş resimler kullanılarak
- Kulak görüntüsü üzerindeki ışık yansımalarını azaltarak.
- Daha iyi ve hızlı işlem yapabilen donanım sistemlerini kullanarak.

- Çok fazla kişinin birbirinden ayırt edilmesin de daha kısa sürelerde yapılması için karşılaştırma için kulak ID bilgisi de vererek.
- Daha başarılı bir kulak tanıma sistemi için matematiksel bir model olarak tanımlanabilen yapay bir öğrenme metodu kullanarak.
- Uygulama da ölçümler esnasında kayıp ya da uc verilerde elde edilebilir. Bu tür veriler daha sonra geriye dönük çalışmada tespit, tanımlama veya doğrulama işlemlerinde sistemin kararlı yapıda sonuç çıkarmasını engel olabilir. Bu tür veriler için interpolasyon vb. algoritmalar kullanılarak bu verilerin yerine en yakın tahmini veriler kullanarak yapılabilir.
- Uygulama içerisinde bazı sıralama ve indeksleme algoritmaları kullanarak taranmak istenilen verileri daha düzenli hale getirilerek, daha kısa sürede ve daha kararlı sonuçlarda alınabilir.
- Ayrıca sistem üzerinden daha da iyi algoritmalar geliştirilebilir çünkü sistemin başarısını temel olarak belirleyen, algoritmanın başarısıdır.

## KAYNAKÇA

- [1] NabiyeV, V.V. Yapay Zeka: Problemler, Yöntemler, Algoritmalar, Seçkin Yayınevi, Ankara, (2005)
- [2] <http://www.bestdergisi.com.tr/arsiv/yazi/biyometrik-sistemler>, [Erişim Tarihi:01.01.2014]
- [3] <http://www2.it.lut.fi/kurssit/03-04/010970000/seminars/Lammi.pdf>, Hanna-Kaisa Lammi, Ear Biometrics, [Erişim Tarihi:01.01.2014]
- [4] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.122.500&rep=rep1&type=pdf>, Kyong Chang, Kevin W. Bowyer, and Sudeep Sarkar, Barnabas Victor. Comparison and Combination of Ear and Face Images in Appearance-Based Biometrics. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 27, no. 21., pp. 1220-1225, Aralık (2013 ) [Erişim Tarihi:21.01.2014]
- [5] <http://eprints.soton.ac.uk/265725/1/hurleyzavarandnixon.pdf>, D.J. Hurley B.Arbab-Zavar and M. S. Nixon, Nisan, (2013), [Erişim Tarihi:11.10.2013]
- [6] Chang, K.,Bowyer. K.W.,Sarkar, S., Victor, B. Comparison and Combination of Ear and Face Images in Appearance-Based Biometrics. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25, no. 9., pp. 1160-1165, Eylül (2003 )
- [7] [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=900883&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D900883](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=900883&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D900883), [Erişim Tarihi:17.02.2014].
- [8] [http://www.radikal.com.tr/yasam/yeni\\_oneri\\_kulaktan\\_kimlik\\_tespiti-1023164](http://www.radikal.com.tr/yasam/yeni_oneri_kulaktan_kimlik_tespiti-1023164), Radikal, [Erişim Tarihi:08.01.2014].
- [9] Kriminoloji, Ed. Panteleev, I.F., Selivanov, N.A., (Rus), Moskova, “Yuridiçeskaya literatura” ,s.290-295, (1988)

- [10] Stepançenko, A.V.,Puzin, M.N., “İnsanın yüzü”,/Лицо человека, (Rus), Moskova, Aviasiya ikosmonavtika, (1991).
- [11] Selimhanov, Ş., Mahkeme Tababeti, Bakü Üniversitesi, s. 69, (1992).
- [12] Burge, M. and Burger, W. Ear Biometrics. In A. Jain R. Bolle and S. Pankanti, editors, BIOMETRICS: Personal Identification in a Networked Society, pp. 273-286. Kluwer Academic, (1998).
- [13] Nanni, L., Lumini,A., "A multi-matcher for Ear Authentication", Pattern Recognition Letters,vol.28, no.16, pp.2219-2226, December (2007).
- [14] Moreno, B., Sanchez, A., Velez. J.F. On the Use of Outer Ear Images for Personal Identification in Security Applications. IEEE 33rd Annual International Carnahan Conference on Security Technology, pp. 469-476, (1999). [Erişim Tarihi:27.02.2014]

## YAZARA GÖRE KAYNAK

Kunt, <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/71/1810/19100.pdf>, [Erişim Tarihi: 14.09.2013].

Nabiyev, V.V. Yapay Zeka: Problemler, Yöntemler, Algoritmalar, Seçkin Yayınevi, Ankara, (2005) [Erişim Tarihi: 02.10.2013].

Nabiyev, V. Vasif, (2009), Kulak Biyometrisine Göre Kimlik Tespiti, Bildiriler, 2.Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, Çankaya Üniversitesi, Ankara, [Erişim Tarihi:19.02.2014]

Lugt, Cor Van Der (2011), Ear Identification, <http://crimeandclues.com/2013.01.29/ear-identification/>, [Erişim Tarihi: 06.10.2013]

Arcaute ve Navarro, Cor Van Der (2011), Ear Identification, [http://www.sabinet.co.za/abstracts/obiter/obiter\\_v30\\_n1\\_a11.html](http://www.sabinet.co.za/abstracts/obiter/obiter_v30_n1_a11.html), [Erişim Tarihi: 06.10.2013].

Selimhanov, Ş., Mahkeme Tababeti, Bakü Üniversitesi, s. 69, (1992).

Lammi, Laboratory of Information Processing, P.O. BOX 20, 53851 Lappeenranta, Finland, Forensic-Evidence News, 2000, <http://www2.it.lut.fi/kurssit/03-04/010970000/seminars/Lammi.pdf>, [Erişim Tarihi:01.01.2014]

Yijun Wu, Gang Pan ve Zhaohui Wu, [Erişim Tarihi: 18.02.2014] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.261.3495&rep=rep1&type=pdf>

Moenssens, A. Scientific evidence in civil and criminal cases. 4 ed. Foundation Press, (1995).

Parramon, M.J., Baş ve Portre Çizme Sanatı, 2. Baskı, Remzi kitapevi, (2000).

## ÖZGEÇMİŞ

01 Temmuz 1987 tarihili Hakkâri ili doğumluyum. İlkokulu, ortaokulu (okul birinciliği derecesiyle) ve liseyi aynı ilde tamamladıktan sonra 2003 yılında Doğu Akdeniz Üniversitesi'nde lisans eğitimime devam ettim. 2008 yılında lisans eğitimimi tamamlayarak üniversitenin Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nden bölüm birinciliği derecesiyle mezun oldum. 2009 yılında aynı üniversitede asistanlık görevinde bulundum. 2011 yılında askerlik görevimi Ankara Yeni Mahalle Alay Komutanlığı'nda tamamladım ve aynı yıl içerisinde milli eğitime bağlı olan bir ortaokulda bilişim dersini verdim. 2011 yılında da Beykent Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans eğitimine başladım. 2012 yılından beri özel bir şirkette proje yöneticisi olarak görevimi sürdürmekteyim.

Özel ilgi alanlarım; mobil ve bilgisayar programlama, araştırma ve geliştirme, internet, sinema, spor, haber, medya ve siyaset.

Yabancı dilim İngilizce olup evlilik yapmadım.

**Naci FIRTINA**