

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZ VERİTABANI UYGULAMASI YAPILANDIRMASI VE YÜZ  
ÖZNİTELİKLERİNDE ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN VERİTABANINA  
UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gizem İrem KOZAN**

**Elektronik ve Haberleşme Anabilim Dalı**

**Telekomünikasyon Mühendisliği Programı**

**EYLÜL 2014**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZ VERİTABANI UYGULAMASI YAPILANDIRMASI VE YÜZ  
ÖZNİTELİKLERİNDE ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN VERİTABANINA  
UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gizem İrem KOZAN  
504091366**

**Elektronik ve Haberleşme Anabilim Dalı**

**Telekomünikasyon Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tayfun AKGÜL**

**EYLÜL 2014**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 504091366 numaralı Yüksek Lisans / Doktora Öğrencisi **Gizem İrem KOZAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**YÜZ VERİTABANI UYGULAMASI YAPILANDIRMASI VE YÜZ ÖZNETELİKLERİNDE ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN VERİTABANINA UYGULANMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Prof. Dr. Tayfun AKGÜL**      .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Doç. Dr. Nil Tarım**      .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Yard. Doç. Dr. Ali Albert Salah**      .....

Boğaziçi Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**      **Mayıs 2014**

**Savunma Tarihi :**      **Eylül 2014**



*Destęini hiçbir zaman esirgemeyen aileme,*



## **ÖNSÖZ**

Yüksek lisans eğitimimin sonuna gelmiş bulunuyorum. Öğrenimim boyunca bana kattıkları yeni bilgiler ve kazanımlar için değerli İTÜ öğretim üyelerine saygılarımı sunarım.

Göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli tez danışmanım Prof. Dr. Tayfun Akgül'e, projedeki emekleri ve bana kattıkları değerli bilgiler için tüm proje arkadaşlarıma, bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme ve dostlarıma teşekkürler ederim.

Eylül 2014

Gizem İrem KOZAN  
Elektronik Mühendisi



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xviii
ÖZET.....	xix
SUMMARY .....	xxii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Biyometrik Özellikler.....	1
1.1.1 Evrensellik .....	1
1.1.2 Bireysellik .....	1
1.1.3 Zamanla değişmezlik .....	2
1.1.4 Karşılaştırılabilirlik .....	2
1.1.5 Ölçülebilirlik .....	2
1.1.6 Kabul edilebilirlik .....	2
1.1.7 Taklit edilemezlik .....	3
1.2 Biyometrik Özelliklerin Tanıma Başarıları.....	3
1.3 Yüz Tanıma .....	4
<b>2. AMAÇ .....</b>	<b>5</b>
2.1 Problem Tanımı.....	5
2.2 Yöntem .....	6
<b>3. YÜZ VERİTABANI OLUŞTURULMASI .....</b>	<b>9</b>
3.1 Yüz Tanımda Kullanılan Yüz Öznitelikleri .....	9
3.2 Yüz Tanımda Kullanılan Veritabanları .....	11
3.2.1 FERET .....	12
3.2.2 MUCT .....	12
3.2.3 XM2VTSDB .....	12
3.2.4 Yale yüz veritabanı .....	12
3.2.5 Yale yüz veritabanı B.....	12
3.2.6 Pie.....	13
3.2.7 CVL.....	13
3.2.8 ORL.....	13
3.3 Veritabanında Kullanılan Yüz Öznitelikleri .....	14
3.3.1 Cinsiyet öznitelikleri .....	14
3.3.2 Yüz şekli öznitelikleri .....	15
3.3.3 Yüz boyu öznitelikleri.....	16
3.3.4 Saç yoğunluğu öznitelikleri .....	16
3.3.5 Saç çizgisi öznitelikleri .....	17
3.3.6 Saç stili öznitelikleri.....	18
3.3.7 Saç rengi öznitelikleri .....	19
3.3.8 Alın kırıışıklığı öznitelikleri.....	20

3.3.9 Gözlük öznitelikleri.....	20
3.3.10 Sakal öznitelikleri.....	21
3.3.11 Bıyık öznitelikleri.....	23
3.3.12 Ağız ısırığı öznitelikleri .....	24
3.3.13 Göz kapağı öznitelikleri .....	24
3.3.14 Göz yapısı I öznitelikleri .....	25
3.3.15 Göz yapısı II öznitelikleri.....	25
3.3.16 Çekik göz öznitelikleri .....	26
3.3.17 Torbalı göz öznitelikleri .....	27
3.3.18 Keskin göz öznitelikleri .....	28
3.3.19 Küçük göz öznitelikleri .....	29
3.3.20 Göz rengi öznitelikleri.....	29
3.3.21 Kaş alanı öznitelikleri.....	29
3.3.22 Kaş bitişikliği öznitelikleri .....	31
3.3.23 Kaş konumu öznitelikleri .....	31
3.3.24 Kaş şekli öznitelikleri.....	32
3.3.25 Alın şekli öznitelikleri.....	32
3.3.26 Şaşılık öznitelikleri.....	33
3.3.27 Kirpik öznitelikleri .....	34
3.3.28 Burun ile göz arası mesafe öznitelikleri .....	34
3.3.29 Burun ile ağız arası mesafe öznitelikleri .....	35
3.3.30 Burun öznitelikleri.....	36
3.3.31 Burun şekli öznitelikleri .....	36
3.3.32 Burun alanı öznitelikleri.....	37
3.3.33 Burun eni öznitelikleri.....	38
3.3.34 Dudak kalınlığı öznitelikleri.....	38
3.3.35 Ağız eni öznitelikleri .....	39
3.3.36 Ağız simetrisi öznitelikleri .....	40
3.3.37 Diş öznitelikleri .....	41
3.3.38 Gülücük öznitelikleri.....	41
3.3.39 Yanak öznitelikleri .....	42
3.3.40 Çene öznitelikleri .....	43
3.3.41 Boyun öznitelikleri.....	44
3.3.42 Yüz izi öznitelikleri.....	45
3.3.43 Kulak boyu öznitelikleri.....	45
3.3.44 Kulak şekli öznitelikleri .....	46
3.4 Uygun Yüzlerin Seçilmesi.....	46
3.5 Veritabanı Tabloları.....	48
<b>4. VERİ TOPLAMA SİSTEMİ.....</b>	<b>49</b>
4.1 Sistem Altyapısı.....	49
4.1.1 Sanal sunucu.....	50
4.1.2 İTÜ sunucuları.....	50
4.2 Oylama Uygulaması .....	51
4.3 Oylama İşlemi .....	51
4.4 Uygun Verilerinin Toplanması.....	53
4.5 Verilerin Düzenlenmesi.....	54
4.5.1 Uygun verilerin seçilmesi.....	54
4.5.2 Verilerin normalizasyonu .....	55
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>57</b>
5.1 Kullanılan Öğrenme Yöntemleri Bulguları .....	57

5.2 Öneriler.....	58
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>59</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>63</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>73</b>



## KISALTMALAR

<b>AŞM</b>	: Aktif şekil modeli
<b>DB</b>	: Veritabanı
<b>EHO</b>	: Eşit hata oranı
<b>FK</b>	: Fotoğraf-karikatür
<b>FK_ID</b>	: Fotoğraf veya karikatür kaydına atanan ID
<b>ID</b>	: Kimlik bilgisi
<b>LAMP</b>	: Linux-Apache-MySQL-PHP
<b>YKO</b>	: Yanlış kabul oranı
<b>YRO</b>	: Yanlış reddetme oranı



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 3.1 : Yüz veritabanları ve özellikleri .....	13
Çizelge 3.2 : Cinsiyet öznitelikleri .....	15
Çizelge 3.3 : Yüz şekli öznitelikleri .....	15
Çizelge 3.4 : Yüz boyu öznitelikleri .....	16
Çizelge 3.5 : Saç yoğunluğu öznitelikleri.....	17
Çizelge 3.6 : Saç çizgisi öznitelikleri .....	18
Çizelge 3.7 : Saç stili öznitelikleri .....	18
Çizelge 3.8 : Saç rengi öznitelikleri.....	19
Çizelge 3.9 : Alın kırışıklığı öznitelikleri .....	20
Çizelge 3.10 : Gözlük öznitelikleri .....	21
Çizelge 3.11 : Sakal öznitelikleri.....	22
Çizelge 3.12 : Bıyık öznitelikleri.....	23
Çizelge 3.13 : Ağız ısırığı öznitelikleri.....	24
Çizelge 3.14 : Göz kapağı öznitelikleri .....	24
Çizelge 3.15 : Göz yapısı I öznitelikleri .....	25
Çizelge 3.16 : Göz yapısı II öznitelikleri.....	26
Çizelge 3.17 : Çekik göz öznitelikleri .....	27
Çizelge 3.18 : Torbalı göz öznitelikleri .....	28
Çizelge 3.19 : Keskin göz öznitelikleri .....	28
Çizelge 3.20 : Küçük göz öznitelikleri .....	29
Çizelge 3.21 : Göz rengi öznitelikleri.....	30
Çizelge 3.22 : Kaş alanı öznitelikleri.....	30
Çizelge 3.23 : Kaş bitişikliği öznitelikleri .....	31
Çizelge 3.24 : Kaş konumu öznitelikleri .....	32
Çizelge 3.25 : Kaş şekli öznitelikleri.....	32
Çizelge 3.26 : Alın şekli öznitelikleri .....	33
Çizelge 3.27 : Şaşılık öznitelikleri.....	33
Çizelge 3.28 : Kirpik öznitelikleri .....	34
Çizelge 3.29 : Burun ile göz arası mesafe öznitelikleri .....	35
Çizelge 3.30 : Burun ile ağız arası mesafe öznitelikleri .....	35
Çizelge 3.31 : Burun öznitelikleri.....	36
Çizelge 3.32 : Burun şekli öznitelikleri .....	37
Çizelge 3.33 : Burun alanı öznitelikleri.....	37
Çizelge 3.34 : Burun eni öznitelikleri.....	38
Çizelge 3.35 : Dudak kalınlığı öznitelikleri.....	39
Çizelge 3.36 : Ağız eni öznitelikleri.....	40
Çizelge 3.37 : Ağız simetrisi öznitelikleri .....	40
Çizelge 3.38 : Diş öznitelikleri .....	41
Çizelge 3.39 : Gülücük öznitelikleri.....	42
Çizelge 3.40 : Yanak öznitelikleri .....	43
Çizelge 3.41 : Çene öznitelikleri .....	44

<b>Çizelge 3.42</b> : Boyun öznitelikleri .....	44
<b>Çizelge 3.43</b> : Yüz izi öznitelikleri .....	45
<b>Çizelge 3.44</b> : Kulak boyu öznitelikleri .....	46
<b>Çizelge 3.45</b> : Kulak şekli öznitelikleri .....	46
<b>Çizelge 3.46</b> : Fotoğraf-karikatür veritabanı tablosu .....	48
<b>Çizelge B.1</b> : Seçilen yüz kayıtları için oylanmış yüz öznitelikleri.....	66

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1 : Brunelli, 1993'te otomatik toplanan 35 geometrik yüz özniteliği.....	10
Şekil 3.2 : Cox, 1996'da el ile işaretlenmiş 35 geometrik yüz özniteliği.....	11
Şekil 3.3 : Veritabanındaki örnek yüz kayıtları .....	48
Şekil 4.1 : Sistem altyapısı .....	50
Şekil 4.2 : Örnek kullanıcı ekleme ekranı .....	52
Şekil 4.3 : Örnek oylama ekranı .....	53
Şekil 4.4 : Eşleştirme matrisi .....	55
Şekil 4.5 : Sadeleştirilmiş matris .....	55
Şekil A.1 : Site haritası .....	65
Şekil B.1 : Seçilen fotoğraf-karikatür yüz çifti: (a) Fotoğraf. (b) Karikatür. ....	66



# YÜZ VERİTABANI UYGULAMASI YAPILANDIRMASI VE YÜZ ÖZNETELİKLERİNDE ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN VERİTABANINA UYGULANMASI

## ÖZET

Kişi tanıma uygulamaları, insanların ölçülebilir biyolojik özelliklerinden faydalanırlar. Bu ölçülebilir özellikler biyometrik özellikler olarak adlandırılırlar. Biyometrik özelliklere parmak izi, retina, göz bebeği, yüz, avuç içi izi, el yazısı, DNA ve ses örnek verilebilir.

Kişi tanıma uygulamaları, erişim kontrollerinde kişinin kimliğini tespit etmek ve doğrulamak gibi amaçlarla kullanılırlar. Kişilerin kimliğini biyometrik özellikleriyle doğru tespit edebilmek için biyometrik özelliklerin tutulduğu veritabanları ile karşılaştırma yapılır. Biyometrik özelliklerin tutulduğu veritabanında istatistiksel yöntemlerle bir hesaplama yapılarak en çok eşleşen kişi belirlenir.

Yapılan kişi tanıma uygulamalarında uygulamanın çalıştığı veritabanı büyüklüğünün ve çeşitliliğinin performans açısından önem taşıdığı görülmüştür. Performans metriklerini doğru sonucun alınması (doğruluk), sonuç alınma süresi (hız), yöntem kolaylığı olarak ifade edebiliriz. Eğitim kümesinin veritabanındaki daha çok veriyi kapsamaya doğruluğu arttırırken, daha çok işlem yapılacağı için daha hızlı sonuç veren eğitim algoritmalarının kullanılmasını gerektirir. Eğitim kümesinin galeriye göre küçük olması doğruluğu azaltacaktır. Kullanılacak yöntemin veritabanı ve eğitim kümesi büyüklüğüne göre uygunluğunu değerlendirilmelidir.

Bu tezde yapılan çalışmada yüz biyometrisi kullanılmış ve buna ilişkin bir veritabanı oluşturulmuştur, geleneksel yüz tanıma yöntemleri araştırılmıştır. Yöntemlerin uygulanış biçimleri değerlendirilmiştir.

Yüz tanımda, eldeki bir kayıt üzerinde yüz öznitelikleri, şablon, üç boyutlu maske veya ten dokusu gibi yöntemler kullanılır ve yüz doğrulamada kişinin yüz veritabanınındaki bir yüz kaydıyla eşleşmesi sağlanır. Yüz tanıma ve doğrulama amaçlı kullanılan kayıtlara video karesi, fotoğraf, portre çizimi örnek verilebilir.

Yüz tanıma, kolay elde edilebilirlik açısından işlevseldir. Topluma açık alanlarda izleme kameraları tarafından tutulan kayıtlar bu amaçla kullanılırlar, ancak izin alınmaksızın yapılan kayıtlar, kişilerin gizliliklerine müdahale olarak nitelendirilebilir. Bu yüzden tez çalışmasında kullanılan yüz kayıtlarının paylaşımına ve kullanıma açık olduğu teyit edilmiş ve gerekli izinler sahiplerinden alınmıştır.

Yüz açısı, ortam aydınlatması, gözlük takılması, yüzü kapatan saç stilleri gibi birçok etkene bağlı olarak diğer biyometrik özelliklerle kıyasla yüz biyometrik özelliği için işlevsellikte düşüş yaşanabilmektedir. İnsanların yüz tanınmasıyla otomatik

uygulamaların yaptığı yüz eşleştirmelerinin sonuçları bu gibi sebeplerle farklı çıkmaktadır.

TÜBİTAK'ın desteklediği 112E142 nolu Karikatür Yapım Kurallarından Yararlanarak Yüz Tanımaya Yönelik Çizim Desen ile Fotoğraf Çakıştırması Projesi'nin bir parçası olarak yapılan bu tez çalışmasında yüz özniteliklerinin incelenmesi için oluşturulan örnek yüz veritabanında yüz öznitelikleri sınıflandırılmıştır. Yüz veritabanında fotoğraf ve karikatür çiftleri tutulmaktadır. Gönüllü katılımcılarla yapılan web tabanlı oylama sistemi üzerinden her yüz kaydı için veri toplanmıştır. Oylama sistemi için altyapı oluşturulmuş ve İTÜ sunucuları kullanılmıştır.

Toplanan verilere öğrenme yöntemleri uygulanarak önemli yüz öznitelikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Oluşturulan karikatür-fotoğraf veritabanının kullanılabilirliğinden ve toplanan verilerin istatistiksel işleme uygunluğu değerlendirilmiştir. İleride yapılabilecek çalışmalar ve veritabanının kullanılabileceği alanlar hakkında bilgi verilmiştir.

# **FACE DATABASE APPLICATION IMPLEMENTATION AND APPLYING LEARNING METHODS ON FACE FEATURES TO DATABASE**

## **SUMMARY**

Personal identification consists of measurable biological and behavioural characteristics of humans. These measurable characteristics are named as biometric properties. Fingerprint, retina, eye pupil, face, palmprint, handwriting, DNA and voice are the most common examples of biometric properties.

An identification application uses biometric properties to identify the right person and to authorize access. To identify the right person, the application makes comparison against a database that stores biometric data given the input data. After applying various methods and several statistical calculations on database, the application matches the most appropriate person as the identified person. For this thesis, general research and literature survey have been conducted to have a general knowledge of the identification process.

The rate of success is discussed in terms of performance characteristics such as consistency, speed and method availability. Consistency performance is a lookup characteristic to an application is able to identify the right person, which can be measured in several ways. It is mostly used when comparing two methods with each other for the same biometric property. Speed is another performance characteristic which refers to the elapsed time to identify the person. Accuracy mostly depends on the size of the training set and gallery. Method needs to be chosen to match characteristics of biometric database.

Biometric database size and variance are important when performance of an identification process is being discussed. As the number of people on earth increases, these databases keeping biometric data get bigger. To handle this growth, identification processes need to handle big data to the performance requirements like consistency and speed. New methods for identification have been developed in order to catch up with the amount of data.

For this thesis, face biometry was used for personal identification and a face database was formed. Traditional methods and algorithms for face recognition were researched and evaluated. Example databases were reached by getting permission from admins and were looked up for reference. For the use of records in face database, permissions were granted by the owners which made this work to be published safely.

Although face recognition seems to be less functional when the face records are affected by environmental issues like camera angle, background lightening and occlusions due to wearing glasses and hair covering face; it is a commonly used biometric in applications.

Normalization procedures, rotations were not discussed in this thesis but their effects were also a subject mentioned when selecting the appropriate face records to put on the face database. Terms of being recognizable were discussed.

This thesis was conducted as a part of TUBITAK Project 112E142 to match drawing, texture and photograph by using caricature rules towards face recognition. Face features were extracted to classify the categories to collect data fairly and to make the features as independent as they can be. These categories were formed in the face database to collect data in regarding fields.

Volunteers were accepted for the survey to collect face feature data. All volunteers are shown face records form database to select best fitting face properties in each category presented on the poll. To make the survey available on the internet, several systems were designed and implemented. One system was made to run on a cloud system to be effective as it would be high available to reach and cost less. A second system was made to run as a virtual machine formed on Linux operating system for showcases. To make it more private and protected by a website and a database on Istanbul Technical University servers, were formed for public use and entrance to the voting application. Mechanisms were formed to reject illegal access to database and intrusion to table data to be used for face recognition. Then, poll results were applied to database for each face record.

Results were gathered by using optional outputs according to user choice in terms of people conducted survey, specific face feature, number of votes. This database and voting results may also be used for future works and different implementations which is mentioned at the last part of this thesis.

Future studies and relevant works were mentioned and several examples were given.

There were many challenges during the study of this thesis. Most of face recognition algorithms have been developed since 1990s and many statistical applications have been used, there are many mathematical expressions to be analysed to find a better solution to the problem.

Human perception was another challenge in this thesis, as many volunteers decided to vote on different face features for the same face record. A process was needed to normalize and decide which face feature to be taken as valuable data and to be ignored as not useful data. To resolve this problem, a threshold value for each category was defined. By definition, the face feature which was voted by majority (more than %50) is defined as voted, whereas other face features in the same feature category were ignored.

As the formed face database involved many photos and caricatures, the voting process limited the volunteers to vote mostly from the beginning of database sorted by face id. As volunteers mostly seemed to leave at the half of the voting process, rest of the database never get voted. To resolve this problem, face ids were presented randomly to the volunteers to get every face id to be voted once at least. An example dataset, including 25 photos and 25 caricatures for same person, was formed to get a quick view of results by learning methods. This set was voted by volunteers and sum of votes for each face id in the example dataset was calculated to see if enough voting was done.

Another request from volunteers was to reduce the time elapsed during voting process which usually took three to five minutes which made the voting process on the example dataset to last about 4 hours per volunteer. It was not an easy task to reduce the time elapsed for voting process.

Another problem was seen when some voters gave empty answers to most of the categories presented in the poll, which significantly dropped the valuable data to be taken for analysis. Other than asking people to fill in all categories, empty votes were not taken into decision during data verification. Empty votes were cleaned up manually.

Voting process was designed to collect data but not to output any message to volunteers, yet many volunteers asked for the results to be seen after voting, to see whether they had given the same vote with the others. It was not a goal for this thesis or project, yet it was asked to be made attractive to get more volunteers. Intended way was not to ask user to choose something taking other volunteers' perception as reference or to pay for each survey conducted. Some polling sites were researched to find a way to attract more volunteers. Payment was not an option as no funding was granted for voting process at the beginning. To attract more volunteers, a new application running on Android platforms like smart phones and tablets has been developed. As this research is not intended for a commercial product and many users of these platforms choose to download free applications, it is seen as an opportunity to develop poll application on these platforms to reach greater audience.

To protect the privacy of the voters, no personal data was asked from volunteers for information security. Even their passwords were kept as hash in the database so that unintended users are kept away. A common protection tool, the captcha system was added when users were added. This also caused some problem as ITU servers were not accepting another verification tool from unknown sources to send information and a code was written to generate unique figure as captcha involving dots and lines to confuse webbots to access database.

The website was designed independently from the size of the face database. When a new face feature or a new face feature category was to be added to the database, the website does not need to be changed accordingly to reflect changes. Poll table in face database recorded date of the vote and username of the voter which gave flexibility to choose which data to be collected for statistical methods. Select queries could be used to gather data for specific users or between selected time interval.

Various concepts for statistical analysis and data mining methods are being developed by researchers nowadays. In future, when human perception of faces and mathematical algorithms for face recognition give similar results; this problem of face recognition is going to be solved with the concept studies like this thesis. The face database formed in this thesis could be referenced for future related studies and intended for academic use.



## **1. GİRİŞ**

Bu çalışmadaki amaç, bir biyometrik özellik olan insan yüzünün veritabanı kullanılarak karikatürlerle fotoğrafların eşleştirilmesidir. Öncelikle biyometrik özellikler ve bu özelliklerin tanımadaki başarı oran tanımları paylaşılacaktır.

### **1.1 Biyometrik Özellikler**

İnsanların ölçülebilir biyolojik özelliklerine biyometrik özellikler denir. Belirlenen biyometrik özellik için topluluktaki her kişiden veri toplanarak bir özellik veritabanı oluşturulur.

Biyometrik özelliklerinin işlevsel olması için evrensellik, bireysellik, zamanla değişmezlik, karşılaştırılabilirlik, ölçülebilirlik, kabul edilebilirlik, ve taklit edilemezlik olmak üzere yedi isteri bulunmaktadır [1].

Kimlik tanıma yapacak uygulamalarda seçilen topluluk için işlevselliği göz önüne alınarak bir biyometrik özellik belirlenir. Veritabanınındaki kayıtların benzerlikleri veya farklılıkları kullanılarak kişi eşleşmesi yapılır.

#### **1.1.1 Evrensellik**

Bir biyometrik özelliğin evrensel olması demek her insanda bulunan bir özellik olduğunu ifade eder. Topluluktaki her kişiye ait seçilen biyometrik özellik kaydı tutulabilecektir. Biyometrik özelliğin tutulacağı veritabanı topluluktaki her kişiyi kapsamayı amaçlamalıdır. Örnek olarak ses biyometrik özelliği kullanılan bir veritabanında bazı kişiler kapsam dışı kalabilirken DNA biyometrik özelliği kullanan bir veritabanı topluluktaki tüm kişileri kapsayacaktır.

#### **1.1.2 Bireysellik**

Biyometrik özellik, kişiden kişiye farklılık göstermelidir. Biyometrik özellik veritabanınındaki kişiler arasında ayırım yapılabilmesine kolaylık sağlamalıdır. Yüz ve ses biyometrik özelliklere sahip veritabanlarında bireysellik DNA biyometrik özelliği kullanılan bir veritabanına göre daha az olacaktır.

### **1.1.3 Zamanla değişmezlik**

Bir biyometrik özelliğin zaman içinde değişmesi istenmez. Uygulamalarda seçilen biyometrik özelliğin çevresel etkenlere bağlı olarak zamanla değişmesi tercih edilmemektedir; çünkü biyometrik özelliğin tutulacağı veritabanında kişiyle ilgili güncellemeler yapılması, tüm kişilere ait biyometrik özelliklerin belirli bir zaman aralığı sonrasında yeniden toplanması zahmetli olacaktır. Ses biyometrik özelliği kişinin burun-boğaz hastalıklarına yakalanması durumunda değişebildiği için parmak izi biyometrik özelliğine göre daha az kalıcılığa sahiptir. Ses biyometrik özelliği kullanılan veritabanlarının zaman içinde hata alma olasılığı bu sebeple daha fazla olacaktır.

### **1.1.4 Karşılaştırılabilirlik**

Bir biyometrik özelliğin performans metrikleri karşılaştırılabilir olmalıdır. Performans metrikleri, kişiye doğru tanımada başarı, sonuç alınmasındaki hız ve kullanılan yöntem olmak üzere biyometrik özelliğin kullanılılığını gösterir. Retina biyometrik özelliğinin kullanıldığı bir veritabanı, el yazısı biyometrik özelliğinin kullanıldığı bir veritabanına göre daha kullanılışlı olabilir.

### **1.1.5 Ölçülebilirlik**

Biyometrik özellik veri toplamanın kolaylığı için ölçülebilir olmalıdır. Biyometrik özellik ölçümlerini yapan cihazların sayısı, kaynak olarak kullanılabilen bir ölçü olması gerekir. El yazısı biyometrik özelliği kullanılan bir veritabanı ile DNA biyometrik özelliğini kullanan bir veritabanında yapılacak veri toplama işleminin için gereken kaynaklar farklı olacaktır.

### **1.1.6 Kabul edilebilirlik**

Toplum içindeki her kişiye ilişkin biyometrik özelliğin toplanması işleminin toplum tarafından kabul edilebilir ve yasal izinlere uygun olmalıdır. Örnek olarak parmak izi ve DNA biyometrik özelliklerinin toplanması yasal olarak kişiden izin alınmadıkça mümkün olmayabilir. DNA biyometrik özelliği tutulacak bir veritabanının kişinin özlük haklarını sağlaması için gizlilik standartlarının olmasını da gerektirmektedir.

### **1.1.7 Taklit edilemezlik**

Biyometrik özellik başkaları tarafından taklit edilemez, tanıma sistemlerini yanıltamaz olmalıdır. Örnek olarak ses biyometrik özelliği, ses taklitçileri tarafından kullanılabilir, bu sebeple taklitçiliğe karşı önlem alınması gereken uygulamalarda ses biyometrik özellik kullanan bir veritabanı oluşturulması istenmeyen durumlara ortam hazırlayabilir, tercih edilmeyebilir.

### **1.2 Biyometrik Özelliklerin Tanıma Başarıları**

Biyometrik özellikleri tutmak üzere oluşturulan veritabanları ve uygulamalarında kontrol ölçütleri koşulları belirlenmelidir. Kontrol ölçütleri, veri üzerinde kontrolü sağlamak, zararlı içeriği önlemek, yanlış veriyi engellemek, yanıltmaya izin vermemek için gereklidir. Kontrol ölçütlerine örnek olarak veri doğrulama başarısı, verinin bütünlüğü, hata kontrolü, veri yönetimi, veri dağılımı verilebilir.

Tanıma uygulamasında kullanılacak biyometrik özelliklerin seçiminde hata kontrolünün önemli bir kıstas olduğu ifade edilmektedir [2]. Hata kontrolünde yanlış reddetme oranı (YRO), yanlış kabul oranı (YKO) ve eşit hata oranı (EHO) başarı ölçütleri kullanılır.

Tanıma/doğrulama uygulamasına giriş yapılan bir kişinin biyometrik özelliği, yüz veritabanında tutulan biyometrik özellik verileri ile karşılaştırılarak kabul veya red edilir. Karşılaştırılacak veritabanında yani galeride kaydı olup ancak eşleşme sağlanamayan kişiler YRO, veritabanında tanımlı olmamasına rağmen veritabanında eşleşen kişiler YKO olarak tanımlanır. Bu iki oranın eşit olduğu oran da EHO olarak tanımlanır. Tanıma uygulamalarında EHO başarı ölçütü daha çok tercih edilmektedir; çünkü YKO ve YRO'yu bir arada tanımlamaya olanak sağlar. EHO başarı ölçütü ne kadar azsa, tanıma uygulamasındaki başarı oranı o ölçüde yüksektir. Kabul edilebilir bir YRO için YKO karşılaştırması da yapıldığı görülmektedir.

Biyometrik özelliklere ilişkin daha önce yapılan genel araştırmalarından faydalanarak iris, parmak izi, yüz biyometrik özellikleri için örnek tanıma başarıları listelenmektedir. Bu konulardaki araştırmalar devam etmekte olduğu için en güncel tanıma başarısı bilgilerini yansıtmamaktadır. Farklı biyometrik özellikleri tutan veritabanlarında başarı ölçütü olarak Jain, 2004'te yapılan çoklu biyometrik tanıma araştırmasında incelenen veritabanlarında 0.1% seçilen YRO'ya karşılık YKO

ölçütünü, iris için 1.1-1.4%, parmak izi için 0.6% ve yüz için 2.5% olarak vermektedir [3].

### **1.3 Yüz Tanıma**

Video, fotoğraf, resim vb. yüz kayıtlarında yüz biyometrik özelliği kullanılarak kişi veya kişileri belirleme işlemine yüz tanıma denir. İlk olarak endüstriyel bir uygulama için başlayan yüz tanıma çalışmaları, bir araştırma dalı olarak 1973'te Takeo Kanade'nin doktora çalışmasına konu oldu [4].

Yüz tanıma sistemlerinin, insan algısına göre sağlaması gereken doğruluk hakkında makaleler incelendiğinde farklı yaklaşımlar görülmektedir. Bir yaklaşımda yüz tanıma sistemlerinin insanları taklit etmesine kurulduğu ve bu sebeple alınan sonuçlarda insanların yüz tanıma kabiliyetine yakın veya eşit performans gösterecek şekilde dizayn edilmesi gerekmekte olduğu belirtilmektedir [5]. Diğer bir yaklaşımda ise otomatik yüz tanıma sistemlerinin insan yüz tanıma başarısına eşit veya daha üstün performans göstermesi hedeflenerek 19 bilinen bulgunun üzerine gidilmesi gerektiği ifade edilmektedir [6]. Yapılan bir çalışmada farklı aydınlatma koşullarında otomatik yüz tanıma sistemlerinin insanlara göre daha başarılı olduğu belirtilmektedir [7].

Tez çalışmasında kullanılan yüz biyometrik özelliği, biyometrik isterler açısından incelendiğinde evrensellik, kabul edilebilirlik ve ölçülebilirlik gerektiren uygulamalar için kullanıldığı görülmektedir. Zamanla değişmezlik ve taklit edilemezlik isterleri yüksek uygulamalarda tercih edilme olasılığı düşüktür. Tez çalışmasında ölçülebilirlik isteri farklı bir bakış açısıyla yorumlanmaktadır, oylama sistemi oluşturularak ölçüm işlemi istatistik bir işlemden kullanıcı girişine bağlı bir veri toplama işlemine dönüştürüldü.

Yüz tanıma sistemleri ticari, kimlik doğrulama, bilgi güvenliği, kişisel güvenlik, yasal güvenlik uygulamalarında kullanılmaktadırlar [5]. Güvenlik için polisin kullandığı bir yüz veritabanı ile müşterilerine ticari bir hizmet sunmak için oluşturulan bir yüz veritabanının değerlendirilmesi ve sağlaması gereken önşartlar farklıdır. Tez çalışmasında önşart olarak uygun yüzlerin seçilmesi ve kayıt sayısı bulunmaktaydı. Değerlendirme için ise farklı algoritmaların başarımlarının kullanılabilmesi düşünüldü.

## 2. AMAÇ

Tez çalışmasında, bir biyometrik özellik olarak yüz, yüzdeki öznitelikler, yüz veritabanı, öğrenme yöntemleri, istatistiksel uygulamalar konularında araştırmalar ve çalışmalar yapılmıştır. Tez çalışması, TÜBİTAK Projesi'nin bir kısmından oluştuğu için projenin hedeflerini taşımaktadır. Yüz kayıtlarındaki bilgiler vasıtasıyla kişi eşleşme yapılması hedeflenmektedir. Yüz kaydı olarak fotoğraf, karikatür, çizim, desen kullanılmıştır.

İnsan algısındaki yüz tanıma ile otomatik yüz tanımayı yakınlaştırmayı ve benzer sonuçlar alınması için çalışmalar yapılmıştır. Karikatürleştirme ile insan yüz tanıma algısının benzerlik göstermesi sebebiyle ölçümlenecek yüz kaydına karikatürler dahil edilmiştir [6]. Projenin devamında otomatik yüz tanıma için algoritmalar oluşturulması yer almaktadır. Ancak tez çalışması kapsamında bu bilgiler dahil edilmemiştir.

### 2.1 Problem Tanımı

Bir karikatür üzerinden insanlar kolaylıkla kişileri tespit edebilirken, otomatik yapılan yüz tanıma sistemleri daha düşük oranda tespit yapabilmektedir. Bu farklılığın temel nedenlerinden biri otomatik yüz tanıma yapılırken yüzdeki geometrik ifadelerin kullanılmasıdır; çünkü karikatür çizim teknikleri gereği bir yüzdeki baskın özellik abartılarak yani geometrik boyutu değiştirilerek çizilmektedir [8]. Öte yandan yapılan bir çalışmada siyah-beyaz fotoğraflarda yüz orantılarını değiştirerek karikatürlerin yüz tanımadaki etkisi incelenmiştir. Fotoğraflardaki yüksek frekanslı bileşenlerin karikatürlerin tanınırlığına bir etkisi olmadığı belirtilmektedir [6].

İnsanların yüzdeki değişimlere karşı yüz tanımda başarılı olma sebeplerinin aşinalık yani birden çok örnekleme yaparak sürekli bir yapıyı tanımda kullandıklarını göstermektedir [9-10]. Buna örnek olarak insanların, yüz öznitelikleri ayırt edilemeyen düşük çözünürlükteki fotoğraflarda genel bir yapı üzerinden yüz tanımayı yapabilmeleri verilebilir [6]. Ayrıca fotoğrafta genişlik-uzunluk oranının

değişmesine rağmen yüz tanıma yapılabilir olması, yapının metrik ölçüden bağımsız olduğunu göstermektedir [6].

Karikatür çizimlerine başlarken, karikatüristin de bir yapı/norm üzerinden gittiği düşünülmektedir [9]. Karikatürist, bir yüzün normdan ne kadar farklılaştığını hesaplayarak abartma ile yüzü ayırteci yapmaya çalıştığı varsayılmaktadır [11-12]. Yapılan çalışmalarda abartmanın politik, etnik kökenlere bağlı olarak değişebildiği ve yine insanların karikatürleri tanıyabilmesi için abartmanın bir sınırı olması gerektiği belirtilmektedir [9-12]. Her karikatüristin farklı bir çizim tekniği olsa da karikatürde abartılan yüz özelliklerin belirlenmesi ile otomatik yüz algılama sisteminin bu algıya sahip olması amaçlanmıştır.

Yapılan bir diğer araştırmada, karikatürlerin tanıma süresinin fotoğraflardan daha uzun sürdüğü, öğrenme oranının karikatürlerle arttığı ve doğruluğu etkilemediği görülmüştür [13]. Bu yüzden yüz tanıma sistemlerinde karikatür kullanıldığında, işlem yoğunluğunun tolere edilebilir ölçüde uzatılabileceği düşünülmüştür.

## 2.2 Yöntem

Probleme ilişkin veri toplamak için yüz veritabanı oluşturulmuştur. Veritabanında yüz kayıtları toplanmış ve yüz biyometrisine ilişkin veri toplamak amacıyla yüz özellikleri sınıflandırılmıştır. Ardından veritabanında bulunan bir yüz kaydı için insan algısında hangi yüz özelliklerinin olduğuna dair veri toplanmıştır. Veri toplamak için oylama sistemi hazırlanmış ve altyapı için gerekli koşullar sağlanmıştır. Veritabanının gerekli koşulları sağladığını görmek amacıyla mevcut yüz veritabanları ile karşılaştırması yapılmıştır. Oylamaların yapılması için gönüllüler seçilmiş, karikatürist bakış açısına göre sonuç da alınması için veritabanında kullanıcıların mesleğine ilişkin veri tutulmuştur.

Yüz algısında bir diğer etkenin yüzü görme süresi olduğu düşünülerek oylama sırasında yüz kaydı sürekli olarak sol panelde gösterilerek hafızada kalan yüzle ilgili oluşan bir algıdan faydalanılmamıştır [14]. Antikarikatürleştirme terimi, bir yüz kaydındaki farklılıkları azaltma işlemi olarak akademik araştırmalarda sıkça kullanılmaktadır. Robot resim çizimlerinde insan hafızasında kalan hataların antikarikatürleştirme ile hedef yüzün bulunmasına katkı sağladığı görülmüştür [15]. Bu şekilde önceden belirli bir süre gösterilecek yüz kaydının antikarikatürleştirilmesiyle bir çalışma yapılabileceği düşünülmüştür. Bir yüz kaydı

ile norm arasındaki tüm farklılıkların azaltılması ile ters karikatür elde edilir [16].

Tez çalışmasında ters karikatürlere yer verilmemiştir.

Oylama sonuçlarının nasıl değerlendirileceği belirlenmiş, seçilen aralıklarla düzenli veri akışı sağlanmıştır.



### **3. YÜZ VERİTABANI OLUŞTURULMASI**

Tez çalışmasında, bir biyometrik özellik olan yüz tanınması yapılmak üzere kullanılan mevcut veritabanları incelenmiştir. Veritabanının içerdiği veriler, kullanım amaçları ve yayınları özetlenerek tez çalışmasında hazırlanan veritabanı ile karşılaştırması yapılmıştır.

Yüzün bir bütün veya parça parça incelenmesi üzerine insan algısı hedeflendiği için psikolojik araştırmalar da incelenmiştir. Yapılan bir deneyde, yüz tanıma, obje tanıma ve yazı tanıma zorluk çeken beyinsel rahatsızlıkları bulunan hastalar incelenmiştir. Eşleştirmeleri yapamama sebepleri araştırılırken yüz tanımanın birden çok katmanın çalışması ile yapıldığı, obje ve yazı tanımaya daha az ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır [17]. Benzer bir araştırmada da prosopagnosia hastalarında yapılarak yüz özneliklerini birarada değerlendiremedikleri için yüz tanıma yapamadıkları görülmüştür [5]. Bu çıktılar göz önüne alındığında yüz tanımada bütünsel ve öznelik bilgilerinin beraber önem taşımaktadır. Yüz özneliklerinin baskın/etkin olarak önem sıralandırmasına ilişkin çalışmalarda da tez çalışmasında oluşturulan veritabanı kullanılabilceği görülmüştür.

Yüz özneliklerinin yüzün geri kalanından bağımsız olarak incelenip incelenemeyeceği konusunda yapılan bir araştırmada yüz öznelikleri karıştırılarak verildiğinde yüz tanınabilirliğinin azaldığı gösterilmektedir [6]. Yüz öznelikleri kategorik olarak yüz veritabanında tutulurken diğer yüz özelliklerinden bağımsız biçimde sunulmamaktadır.

Tez çalışmasında kullanılan veritabanında yer alan yüz öznelikleri de bu bölümde anlatılmaktadır.

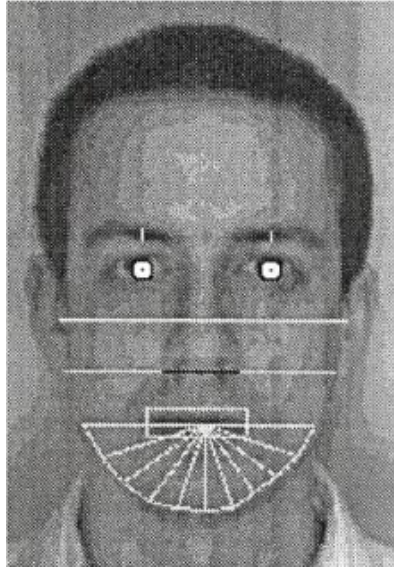
#### **3.1 Yüz Tanımda Kullanılan Yüz Öznelikleri**

Yüz öznelikleri, genellikle göz, ağız, burun özneliklerinin yerleri ve bu özneliklerin birbirleri arasındaki uzaklık ve/veya alan cinsinden ölçülen matematiksel ilişkileri olarak ifade edilmektedir. Matematiksel ilişkiler otomatik yüz

tanıma amacıyla niteliksel ifadeler genellikle çevrilmemiştir; ayrıca yüzdeki değişimlerin yüz özniteliklerine yansması hesaplamalara katılmamaktadır. Niteliksel ifadelerin yüz değişimine örnek olarak gülümseyen kişinin yüz kaydında ağız alanının daha büyük olması, göz kırpan kişi için göz lokasyonunun tespitinde farklılık çıkması verilebilir. Araştırılmak istenen etkenlere özel yüz veritabanları üzerinde çalışılarak algoritma başarıları hesaplandığı literatür araştırmalarında görülmüştür.

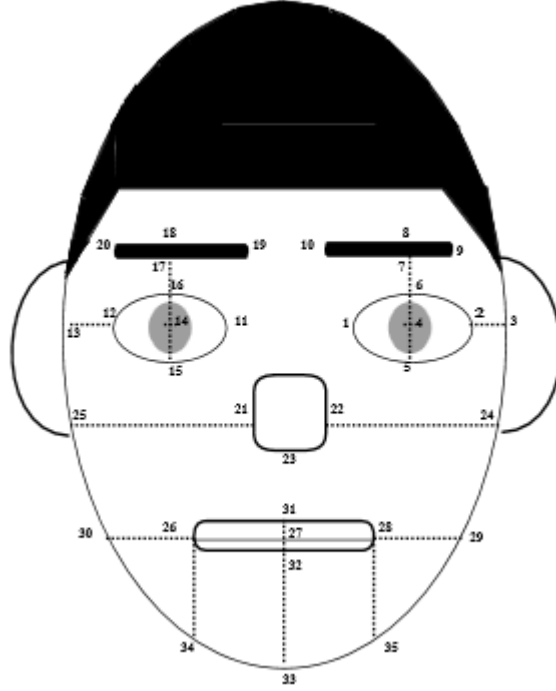
Yüzdeki değişim kaynakları iç ve dış etkenler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Dış etkenler ortam aydınlatması, poz, ölçeklendirme, çözünürlük, gürültü gibi genellikle yüz kaydının alındığı ortamla ilgili etkenlerdir. İç etkenler ise kişinin yaşı, yüz ifadesi, saç şekli, gözlük kullanımı, makyajı, etnik kökeni ile ilgilidir [18-10].

İlk otomatik yüz tanıma uygulamalarından örnek olarak yaklaşık 50 kişilik bir yüz veritabanında kullanılan 35 geometrik yüz özniteliği Şekil 3.1’de görülebilir [19].



**Şekil 3.1** : Brunelli, 1993’te otomatik toplanan 35 geometrik yüz özniteliği.

Verilerin otomatik toplanmadığı 685 kişilik bir yüz veritabanında Şekil 3.2’de gösterilen 35 geometrik yüz özniteliği kullanılarak bir çalışma daha yapılmıştır [20].



**Şekil 3.2** : Cox, 1996'da el ile işaretlenmiş 35 geometrik yüz özneliği.

Yapılan bu otomatik yüz tanıma sistemlerinde yüz öznelikleri seri (kaş,burun,ağız) ve paralel (gözler, saç, çene) olarak tanımlanmaktadır [17]. Hesaplamalar da bu şekilde seri ve paralel olarak birlikte yapılmaktadır. Toplanan geometrik yüz öznelikleriyle temsili bir yüz oluşturan veya geometrik yüz özneliklerinden elde edilen vektörlerle işlem yapılmasını kolaylaştırmak amaçlı destekçi vektör makineleri, yapay ağırları vb. yöntemler kullanılan uygulamalar da mevcuttur.

Tez çalışmasında veri otomatik olarak toplanmamıştır; ancak çalışmanın içinde bulunduğu TÜBİTAK Projesi kapsamında toplanan veriler otomatik yüz tanıma uygulaması için kullanılmıştır. Test amaçlı 25 kişilik birer karikatür-fotoğraf seti üzerinden veri toplama çalışması yapılmıştır.

### **3.2 Yüz Tanımda Kullanılan Veritabanları**

Tez çalışmasında oluşturulan yüz veritabanına örnek olması için yüz tanıma uygulamalarında kullanılan ve akademik yayın yapılan yüz veritabanları araştırılmıştır. Tez çalışmasında oluşturulan yüz veritabanı ile karşılaştırılarak referans amaçlı kullanılabileceği gösterilmek istenilmiştir, tüm yüz veritabanları incelemeye dahil edilmemiştir. Veritabanlarının son güncel durumlarını içermemekte ancak akademik yayınlarda veritabanları ile ilgili verilen bilgileri yansıtmaktadır.

### **3.2.1 FERET**

1993-1997 yılları arasında farklı ortam aydınlatması ve yüz ifadelerinin yüz tanımada algoritma geliştirilmesine yönelik yüz kayıtlarının toplanmasıyla oluşturulmuştur. Standart oluşturulması amacıyla NIST tarafından yürütülen bu çalışma, aralıklarla yapılan veri artışlarıyla farklı setler halinde sunulmaktadır. Colorferet adından alt bir veritabanı daha oluşturularak renkli yüz kayıtlarına da yer verilmiştir. 1200 kişiden farklı zamanlarda farklı koşullarda alınmış 15000'nin üzerinde yüz kaydı bulunmaktadır. FERET veritabanı üzerinde yapılan çalışmalarda çok sayıda yüz kaydı ile doğruluk oranının artırılması ve algoritma performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır [21].

### **3.2.2 MUCT**

MUCT yüz veritabanı, 200'ün üzerinde farklı kişiden alınmış 3755 yüz kaydı ve üzerlerinde el ile olarak işaretlenmiş 76 nokta ile sunulmaktadır. Veritabanında amacı farklı ışıklandırma, yaş ve etnik kökene sahip yüz kayıtlarını içermektedir. Aktif Şekil Model (AŞM) çalışmalarında akademik olarak kullanılmak üzere veritabanı oluşturulmuştur [22].

### **3.2.3 XM2VTSDB**

Ücretli olarak yayınlanan bu veritabanında 295 kişiye ait farklı profillerde 4 ay boyunca toplanmış yüz kayıtları bulunmaktadır. Teleservis ve güvenlik modelleri oluşturma amaçlı kullanılmaktadır [23].

### **3.2.4 Yale Yüz Veritabanı**

15 farklı kişiden alınan gözlüklü/gözlüksüz, mutlu/mutsuz, şaşırılmış/uykulu/göz kırpmış, farklı ışıklandırma koşullarına sahip 11'er yüz kaydı içermektedir. Dış etkenlere bağlı olarak yüz kayıtlarında farklı yöntemlerin karşılaştırılarak otomatik yüz tanıma yapılması amacıyla kullanılmıştır [24].

### **3.2.5 Yale Yüz Veritabanı B**

Çeşitli ışık koşullarında ve çeşitli bakış açılarında çekilmiş 10 farklı kişiye ait yüz kayıtlarından oluşmaktadır. Her bir kişi için 9 farklı pozda ve her bir poz için 64 farklı ışıklandırma koşulunda pgm formatında kayıtlar bulunmaktadır. Farklı ışık koşulları ve bakış açısına bağlı olarak modelleme amaçlı kullanılmıştır [25].

### 3.2.6 Pie

68 farklı kişiye ait değişik koşullarda çekilmiş yüz kayıtlarından oluşmaktadır. Her kişi için farklı yüz ifadelerinde, farklı bakış açılarında, farklı ışıklandırma ve gölgelendirme koşullarında toplanmış jpeg formatında kayıtlar yer almaktadır. Veritabanındaki kayıtların toplamda 40GB'dan büyük olduğu belirtilmektedir [26]. Bu veritabanı genişletilerek 337 farklı kişiye ait 750 binden fazla yüz kaydı ile yeniden oluşturulmuştur. Yeni veritabanı CMU Multi-Pie olarak geçmektedir [27].

### 3.2.7 CVL

114 farklı kişiden toplanan 640x480 boyutlu renkli yüz kayıtlarından oluşmaktadır. Kayıtlarda profil açısı, gülümseyen ve dişlerle gülümseyen kayıtlara yer verilmiştir. Renklendirme üzerinden yüz tanıma yapılmak istenmiştir [28].

### 3.2.8 ORL

1992-1994 yılları arasında AT&T Laboratories Cambridge tarafından oluşturulan ORL yüz veritabanında 40 kişinin 10 farklı zamanda çekilmiş farklı açılı, farklı yüz ifadeli, gözlüklü/gözlüksüz çekilmiş pgm formatında yüz kaydı bulunmaktadır. Hidden Markov Model (HMM) geliştirmesi için bu yüz veritabanı hazırlanmıştır [29].

Özetlemek amacıyla veritabanlarının karşılaştırılması için Çizelge 3.1 hazırlanmıştır.

**Çizelge 3.1 : Yüz veritabanları ve özellikleri.**

	MUCT	XM2VTSDB	YALE	YALE B	PIE	CVL	ORL
Kayıt/Kişi	10	12	11	576	60	7	10
Kişi	276	295	10	15	68	114	40
Renk	Renkli	Renkli	Siyah/Beyaz	Siyah/Beyaz	Renkli	Renkli	Siyah/Beyaz
Boyut	480x640	576x720	320x243	640x480	640x480	640x480	92x112
Paylaşım	Açık	Ücretli	Açık	Açık	USB+Kargo	Açık	Açık

### 3.3 Veritabanında Kullanılan Yüz Öznitelikleri

İnsan yüzündeki duyu organları, yapısal ve genetik özelliklerin her biri yüz özniteliği olarak ifade edilir. Bu özellikler tez çalışmasında 44 kategoriye ayrılarak incelenmiştir.

Veritabanındaki yüz öznitelik kategorileri bazında listelenmiştir. Bu kategoriler, özellikle tez çalışmasının amaçlarından biri olarak karikatürlerde abartılan, ön plana çıkarılan, yer verilmeyen ama yine de insanların kişiyi tanımalarını sağlayan yüz özniteliklerini doğru biçimde ortaya çıkarmak için hazırlanmıştır. İç ve dış etkenlere bağlı olan yüz kayıtlarında bu özniteliklerin aranması durumu her kategori için incelenmiştir.



Karikatürlerde yüz özniteliklerinden bir kısmı çıkarılırken yüzün tanınabilirliğine zarar vermezken ancak baskın yüz özniteliklerin yüz kaydından çıkarılması halinde yüzün tanınmaz bir hale getirebilir [9]. Bu sebeple baskın özniteliklerin karikatür kaydında da var oldukları düşünülmelidir.

#### 3.3.1 Cinsiyet

Yüz tanıma algoritmalarında cinsiyetin belirlenmesi amaçlı yapılan çalışmalara kaynak olarak kullanılabilmesi ve diğer yüz öznitelikleri ile arasında bir bağ olup olmadığının tespiti yapılması için eklenmiştir. Bir etkene bağlı olarak değişmediği için bu alanın doldurulması zorunlu tutulmuştur. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Kadın ve erkeklerden alınan yüz kayıtları oylamalarında birbirinden farklı sonuçlar çıkmaktadır; buna diğer yüz özniteliklerinin cinsiyet bazlı olarak değişmesi sebep olmaktadır. Güzellik algısı ile ilgili çalışmalar genellikle cinsiyet bazlı olarak yüz özniteliklerinin değerlendirilmesi için incelenmektedir. Bu konuyla ilgili bir çalışmada psikolojik etkilerin de rol oynadığı ileri sürülürken etnik köken farklılığı hariç tutularak kaş, yüz şekli, çene yapısı gibi özniteliklerin cinsiyet bazlı yüz öznitelikleri olduğu belirtilmektedir [30].

**Çizelge 3.2 : Cinsiyet öznitelikleri.**

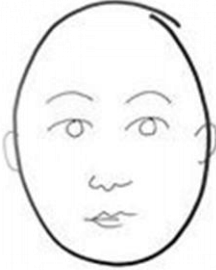


Öznitelik1	Öznitelik2
	
Erkek	Kadın

### 3.3.2 Yüz Şekli

Yüz şekli, yüz çevresinin matematiksel hesaplamalarda kullanılması ve doğruluğunun ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Yüz şekli özneliğinin değerlendirmesinde yaş, saç şekli, sakal şekli gibi iç etkenlerin zorluk çıkartabildiği gözlemlenmiştir.

**Çizelge 3.3 : Yüz şekli öznitelikleri.**


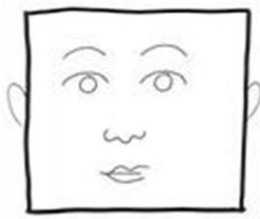
Öznitelik3	Öznitelik4	Öznitelik5
		
Yuvarlak	Üçgen	Dikdörtgen

### 3.3.3 Yüz Boyu

Yüz boyu, yüz orantılarının matematiksel hesaplamalarda kullanılması ve doğruluğunun ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Yüz boyu özneliği değerlendirmesinde alın başlangıç ve çene bitiş hizası arasındaki mesafe kullanılmaktadır. Bu ölçümde saç şekli, sakal şekli, şapka takılması, baş örtüsü gibi etkenlerin zorluk oluşturulduğu görülmüştür.

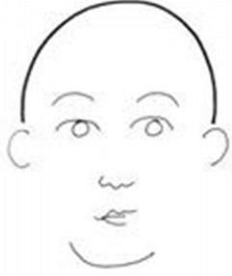
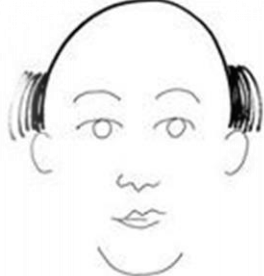
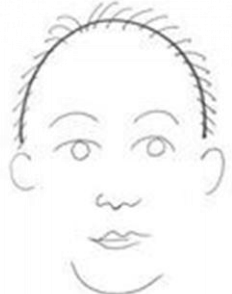

**Çizelge 3.4** : Yüz boyu öznelikleri.

Öznitelik6	Öznitelik7
	
Uzun	Kısa

### 3.3.4 Saç Yoğunluğu

Yaş, zaman, peruk kullanımına bağlı bir öznitelik olan saç yoğunluğu, insan algısında önemli bir yer tutmaktadır. Bu durumun karikatürlere de yansıdığı görülmüş, değişebilen bir öznitelik olsa da proje çalışmasında kişiyi tanımada önemli her özellik gibi özneliklere eklenmiştir. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.5'te verilmiştir.


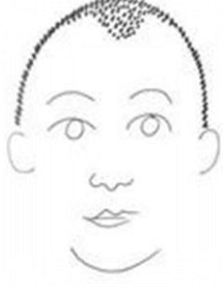
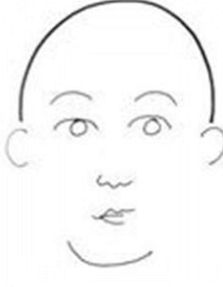
**Çizelge 3.5** : Saç yoğunluğu öznitelikleri.

Öznitelik8	Öznitelik9
	
Kel	Yarı kel
Öznitelik10	Öznitelik11
	
Seyrek	Yoğun

### 3.3.5 Saç Çizgisi

Saç çizgisi alın alanının matematiksel hesaplamalarda kullanılması ve doğruluğunun ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.6'da verilmiştir.



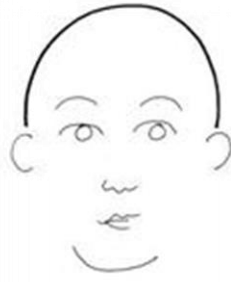
**Çizelge 3.6 : Saç çizgisi öznelikleri.**

Öznelik12	Öznelik13	Öznelik14
		
Kapalı Alın	V Şeklinde	Açık Alın

### 3.3.6 Saç Stili

Peruk, şapka kullanımı, saç uygulamalarına bağlı bir öznelik olan saç stili, insan algısında önemli bir yer tutmaktadır. Bu durumun karikatürlere de yansıdığı görülmüş, değişebilen bir öznelik olsa da proje çalışmasında kişiyi tanımada önemli her özellik gibi özneliklere eklenmiştir. Oylama ekranında gözüken öznelikler Çizelge 3.7’de verilmiştir.


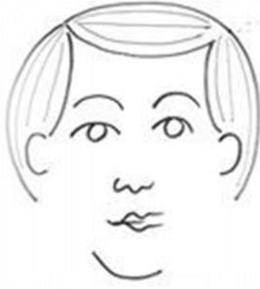

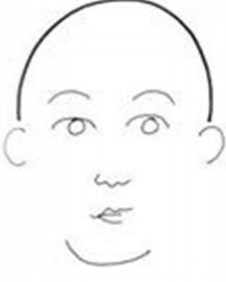
**Çizelge 3.7 : Saç stili öznelikleri.**

Öznelik15	Öznelik16	Öznelik17
		
Düz	Kıvrık	Kel

### 3.3.7 Saç Rengi

Peruk, saç uygulamalarına bağlı bir öznelik olan saç rengi insan algısında önemli bir yer tutmaktadır, ayrıca renk ölçümlerinde kullanılması için sınıflandırılmıştır. Karikatürlerde siyah/beyaz ve renkli çalışmalarda fark gözetmeksizin gri tonlama açısından ele alınmıştır. Oylama ekranında gözüken öznelikler Çizelge 3.8’de verilmiştir.

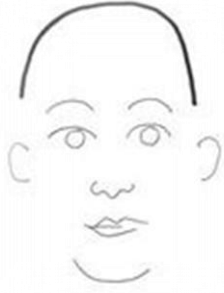
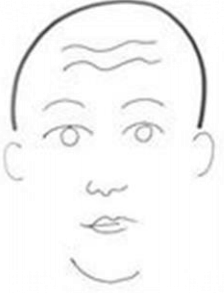
**Çizelge 3.8** : Saç rengi öznelikleri.

Öznelik18	Öznelik19
	
Koyu	Gri
Öznelik20	Öznelik21
	
Sarışın	Kel

### 3.3.8 Alın Kırışıklığı

Yaş, makyaj, insan ifadesi bağlı bir öznitelik olarak değişebilmektedir. Karikatürlerde yaşlılık ve ifade vermek amacıyla kullanılan bir çizgilerin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.9'da verilmiştir.

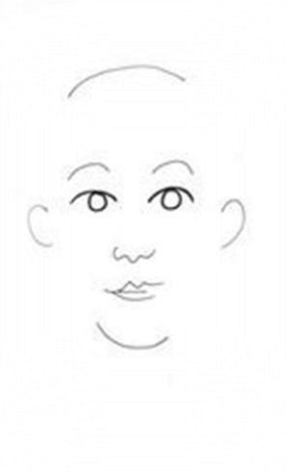
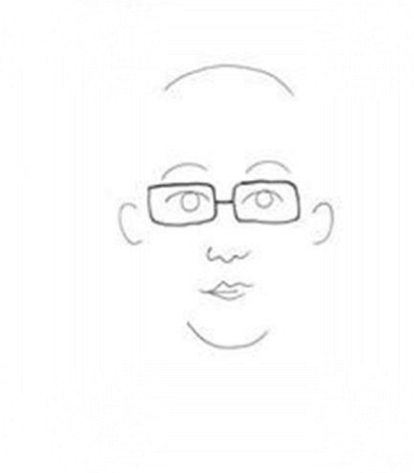
**Çizelge 3.9** : Alın kırışıklığı öznitelikleri.

Öznitelik22	Öznitelik23
	
Kırışiksız	Kırışık

### 3.3.9 Gözlük

Gözlük takılması, yüz tespiti yapılırken kullanılan gözlerin belirlenmesi zorlaştırabilmektedir ve dış etken olarak ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.10'da verilmiştir.

**Çizelge 3.10 : Gözlük öznelikleri.**

Öznelik24	Öznelik25
	
Yok	Gözlüklü

### 3.3.10 Sakal

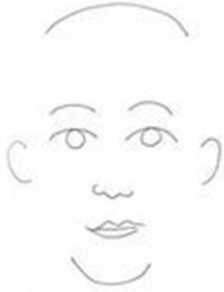
Erkek cinsiyeti için tanımlayıcı bir öznelik olarak sakal yapısına yer verilmiştir. Yaşa ve zamana bağlı olarak değişebilmektedir; ancak karikatürlerde kişi tanımayı kolaylaştırdığı için ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznelikler Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11 : Sakal öznitelikleri.

---

Öznitelik26	Öznitelik27	Öznitelik28
-------------	-------------	-------------

---



Yok

Öznitelik29



Düz

Öznitelik30



Kalın

Öznitelik31



Keçi

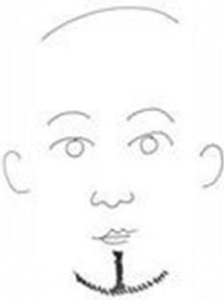
Öznitelik32



Az



Lincoln

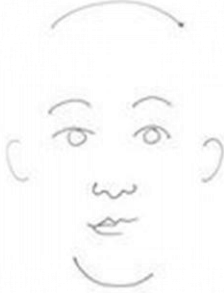

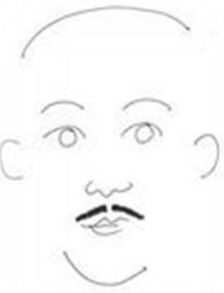




Çizgi

### 3.3.11 Bıyık

Erkek cinsiyeti için tanımlayıcı bir öznitelik olarak bıyık yapısına yer verilmiştir. Yaşa ve zamana bağlı olarak değişebilmektedir; ancak karikatürlerde kişi tanımayı kolaylaştırdığı için ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.12’de verilmiştir.

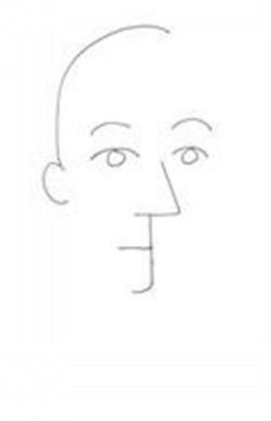
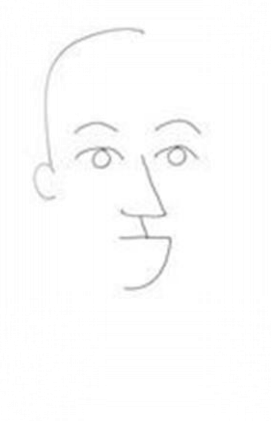

**Çizelge 3.12** : Bıyık öznitelikleri.

Öznitelik33	Öznitelik34	Öznitelik35
		
Yok	Düz	Çizgi
Öznitelik36	Öznitelik37	
		
Sarkan	Kirli	

### 3.3.12 Ağız Isırığı

Karikatürlerde cepheden de olsa profil algısı yaratmak üzere ağız ısırığı bilgisinin bulunduğu görülmüştür. Bu bilginin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.13'te verilmiştir.


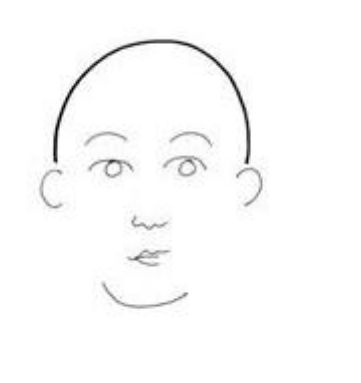
**Çizelge 3.13** : Ağız ısırığı öznitelikleri.

Öznitelik38	Öznitelik39	Öznitelik40
		
Eşit	Alt Dudak	Üst Dudak

### 3.3.13 Göz Kapağı

Göz kapağının sarkıp sarkmadığının ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.14'te verilmiştir.

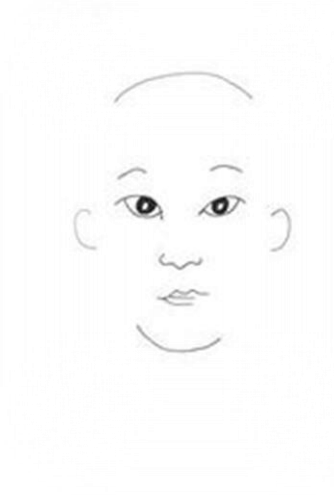
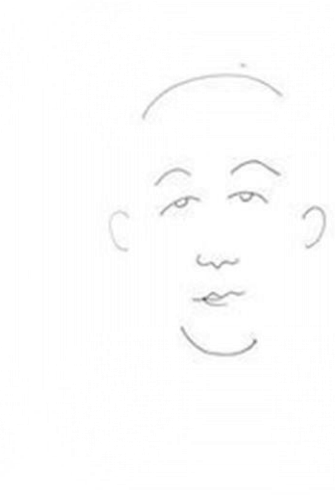
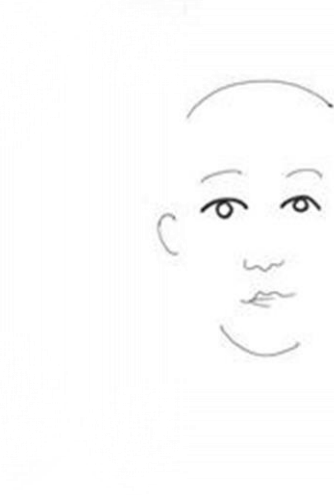
**Çizelge 3.14** : Göz kapağı öznitelikleri.

Öznitelik41	Öznitelik42
	
Gömülü	Normal

### 3.3.14 Göz Yapısı I

Göz niteliklerinin göz açılarından faydalanılarak ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.15'te verilmiştir.

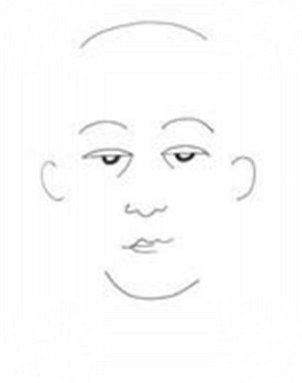
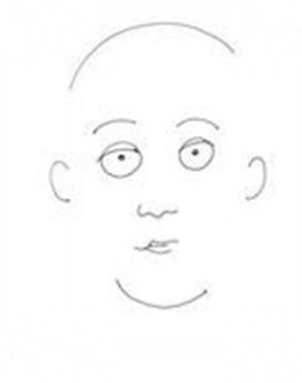
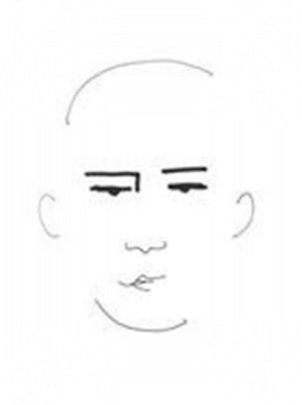
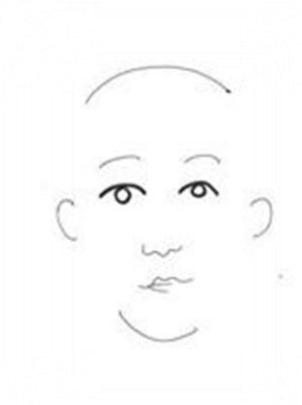
**Çizelge 3.15** : Göz yapısı I öznitelikleri.

Öznitelik43	Öznitelik44	Öznitelik45
		
Badem Gözlü	Eğilmiş	Normal

### 3.3.15 Göz Yapısı II

Göz niteliklerinin göz kısıklığının ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.16'da verilmiştir.

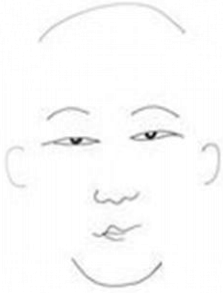


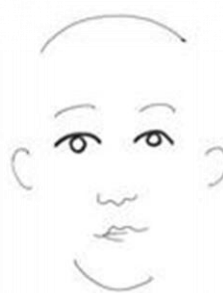
**Çizelge 3.16 : Göz yapısı II öznelikleri.**

Öznelik46	Öznelik47
	
Uykulu Öznelik48	Yuvarlak Öznelik49
	
Çizgi	Normal

**3.3.16 Çekik Göz**

Gözlerin başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki açıdan faydalanılarak göz çekikliğinin ölçülmesi ve genetik olarak Uzak Doğulu kişileri belirleyebilmek için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözükten öznelikler Çizelge 3.17’de verilmiştir.

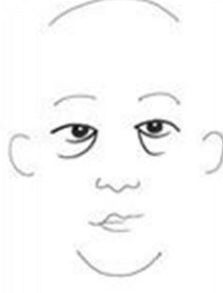
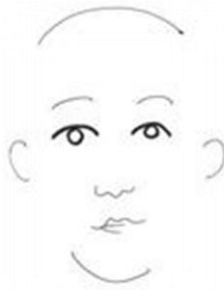
**Çizelge 3.17 : Çekik göz öznitelikleri.**

Öznitelik50	Öznitelik51
	
Çinli Öznitelik52	Vietnamlı Öznitelik53
	
Çekik	Normal

### 3.3.17 Torbalı Göz

Göz torbasının, karikatürlerde yaşlılık ve düşünceli olma durumlarını anlatmak için çizildiği görülmüş, bu ifadenin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.18’de verilmiştir.

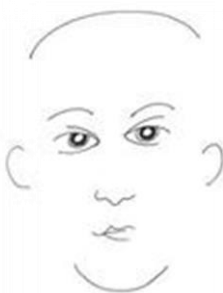
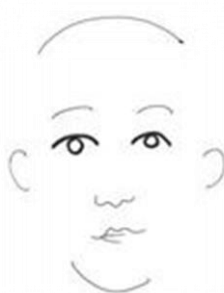
**Çizelge 3.18** : Torbalı göz öznitelikleri.

Öznitelik54	Öznitelik55
	
Torbalı	Normal

### 3.3.18 Keskin Göz

Karikatürlerde yüz ifadesi olarak gözlerin etrafına çizgiler eklendiği görülmektedir. Bu bilginin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözükten öznitelikler Çizelge 3.19’da verilmiştir.

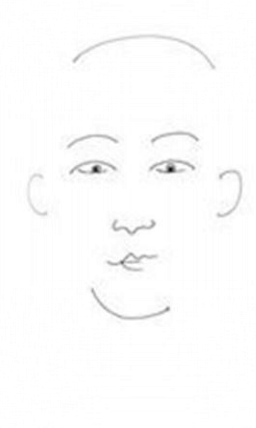
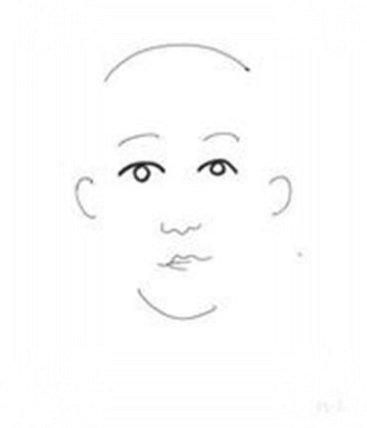
**Çizelge 3.19** : Keskin göz öznitelikleri.

Öznitelik56	Öznitelik57
	
Keskin	Normal

### 3.3.19 Küçük Göz

Karikatürlerde abartma yapılırken sadece yüz özniteliklerinin geometrik olarak olduğundan büyük gösterilmez; aynı zamanda geometrik olarak yüz orantılarına göre küçük kalan özniteliklerin olduğundan da küçük olarak çizilmesine olanak tanır. Gözlerin olduğundan küçük olup olmadığının ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözükten öznitelikler Çizelge 3.20’de verilmiştir.

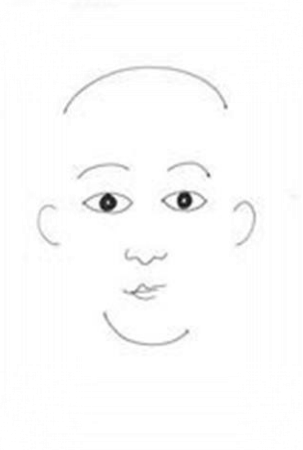
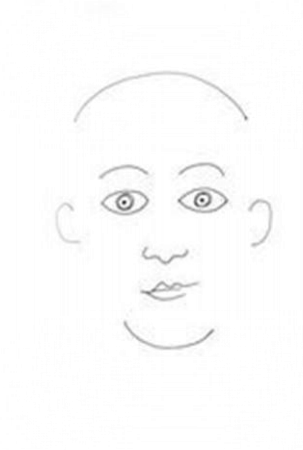
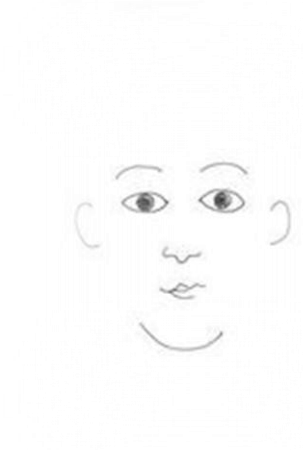
**Çizelge 3.20** : Küçük göz öznitelikleri.

Öznitelik58	Öznitelik59
	
Küçük	Normal

### 3.3.20 Göz Rengi

Karikatürlerde göz rengi bilgisinin tarama miktarı ile verildiği görülmüştür; bu bilginin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözükten öznitelikler Çizelge 3.21’de verilmiştir.

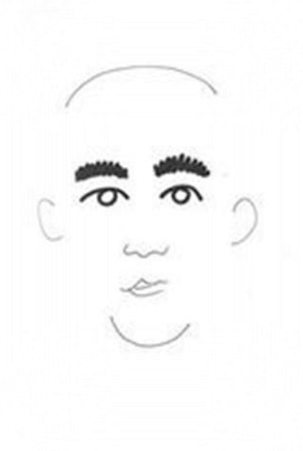
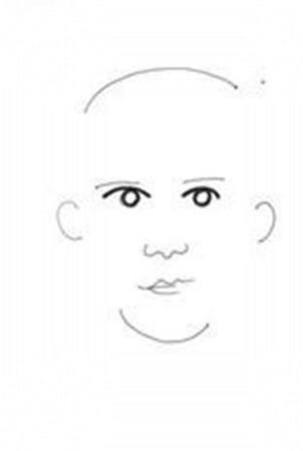
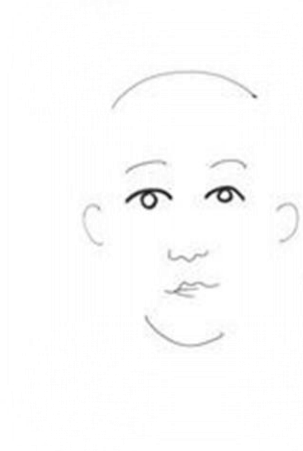
**Çizelge 3.21 : Göz rengi öznitelikleri.**

Öznitelik60	Öznitelik61	Öznitelik62
		
Koyu	Açık	Kırma

### 3.3.21 Kaş Alanı

Gözlerden sonra en önemli yüz özniteliklerinden birinin kaşlar olduğu bir araştırmada yapılan kaşsız veya gözsüz insan yüzü tanıma deneyiyle gösterilmiştir [6]. İki öznitelikten birinin insan yüzünde olmamasının tanınabilirliği azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Karikatürlerde kalın veya ince olarak kaş alanı hakkında bilgi verildiği görülmüştür; bu ifadenin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.22’de verilmiştir.

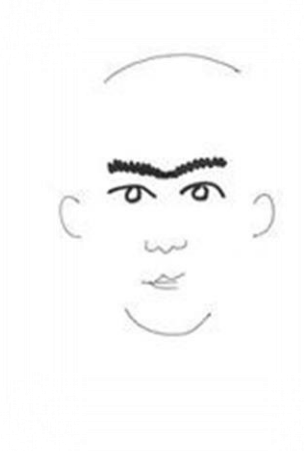
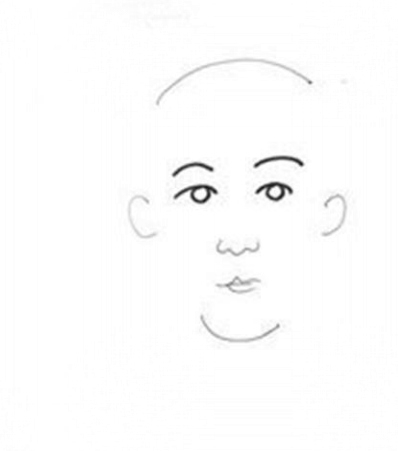
**Çizelge 3.22 : Kaş alanı öznitelikleri.**

Öznitelik63	Öznitelik64	Öznitelik65
		
Kalın	İnce	Normal

### 3.3.22 Kaş Bitişikliği

Kaş bitişikliği bilgisinin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Ancak gözlük takan kişilerde, gözlük çizgisi bu bilginin verimliliğinin düşmesine sebep olmaktadır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.23'te verilmiştir.

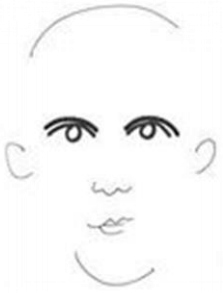
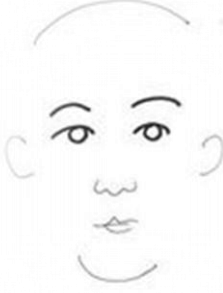
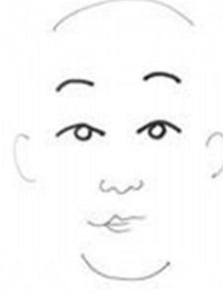
**Çizelge 3.23** : Kaş bitişikliği öznitelikleri.

Öznitelik66	Öznitelik67
	
Birleşmiş	Birleşmemiş

### 3.3.23 Kaş Konumu

Kaş ve göz arasındaki mesafenin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.24'te verilmiştir.

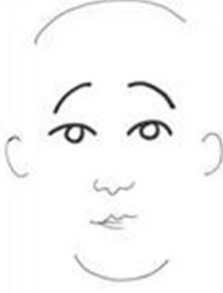


**Çizelge 3.24 : Kaş konumu öznitelikleri.**

Öznitelik68	Öznitelik69	Öznitelik70
		
Gözün hemen üstünde	Normal	Gözün çok üstünde

### 3.3.24 Kaş Şekli

Kaşın başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki açının ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.25’de verilmiştir.

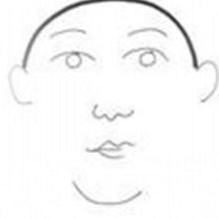

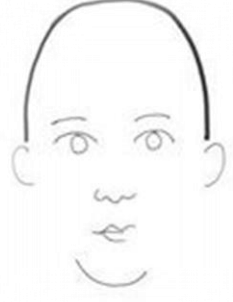
**Çizelge 3.25 : Kaş şekli öznitelikleri.**

Öznitelik71	Öznitelik72	Öznitelik73
		
Yukarıya doğru	Normal	Aşağıya doğru

### 3.3.25 Alın Şekli

Saç stili ve arka fona bağlı olan alın alanını ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.26’da verilmiştir.


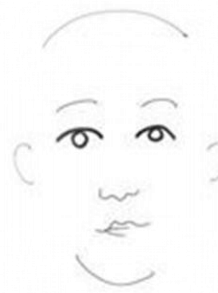
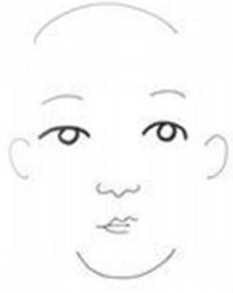
**Çizelge 3.26 : Alın şekli öznelikleri.**

Öznitelik74	Öznitelik75	Öznitelik76
		
Dar	Normal	Geniş

### 3.3.26 Şaşılık

Sağ ve sol göz arasındaki mesafenin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznelimler Çizelge 3.27’de verilmiştir.

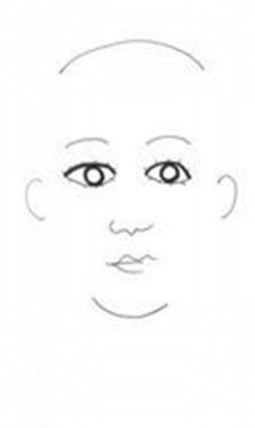

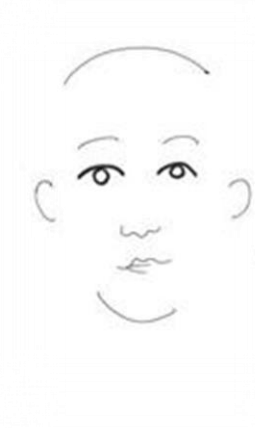
**Çizelge 3.27 : Şaşılık öznelikleri.**

Öznitelik77	Öznitelik78	Öznitelik79
		
Yakın	Normal	Uzak

### 3.3.27 Kirpik

Karikatür çizimlerinde yer alıp almamasının öznitelik olarak ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.28’de verilmiştir.

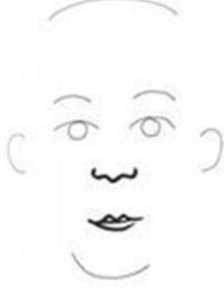
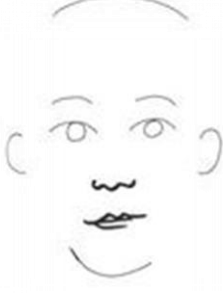
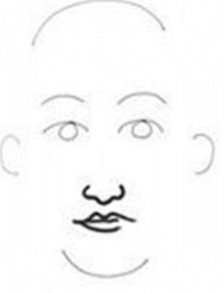
**Çizelge 3.28** : Kirpik öznitelikleri.

Öznitelik80	Öznitelik81	Öznitelik82
		
Görülebilir	Uzun	Görülüyor

### 3.3.28 Burun ile Göz Arası Mesafe

Geometrik olarak burun ve göz arasındaki mesafenin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.29’da verilmiştir.

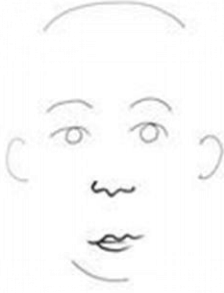
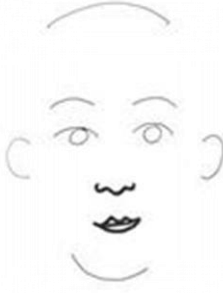
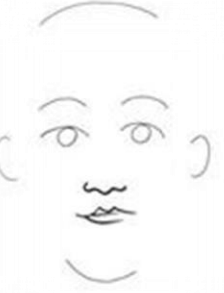
**Çizelge 3.29** : Burun ile göz arası mesafe öznitelikleri.

Öznitelik83	Öznitelik84	Öznitelik85
		
Kısa	Normal	Uzun

### 3.3.29 Burun ile Ağız Arası Mesafe

Geometrik olarak burun ve ağız arasındaki mesafenin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır; ancak bıyık ve sakal stili gibi özelliklere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.30'da verilmiştir.

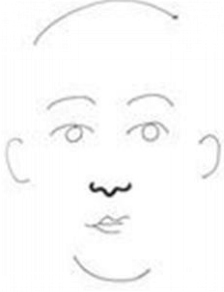

**Çizelge 3.30** : Burun ile ağız arası mesafe öznitelikleri.

Öznitelik86	Öznitelik87	Öznitelik88
		
Uzun	Normal	Kısa

### 3.3.30 Burun

Burun başlangıç ve bitiş noktası arasındaki eğimin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.31’de verilmiştir.

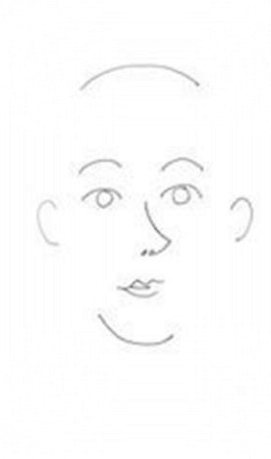

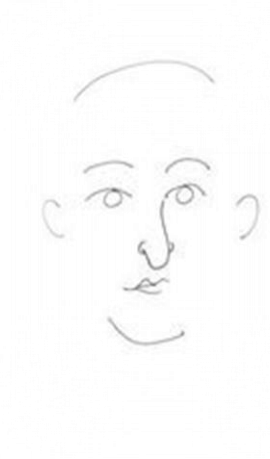
**Çizelge 3.31** : Burun öznitelikleri.

Öznitelik89	Öznitelik90
	
Düz	Kırık

### 3.3.31 Burun Şekli

Burun ucunun şeklinin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Davranışsal tavır olarak da karikatürlerde sıkça yer verildiği görülmüştür. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.32’de verilmiştir.

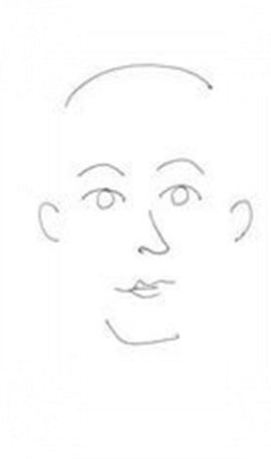
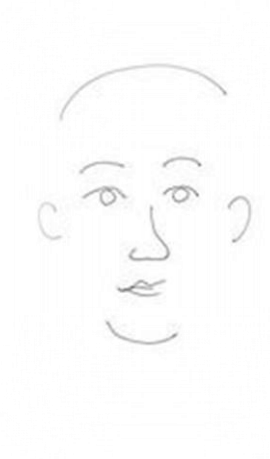
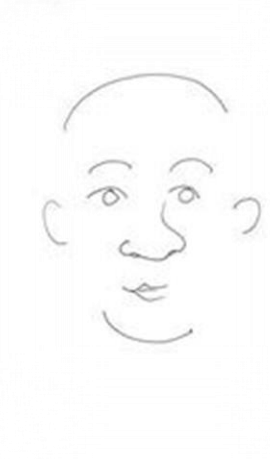
**Çizelge 3.32** : Burun şekli öznitelikleri.

Öznitelik91	Öznitelik92	Öznitelik93
		
Yukarı bakan	Normal	Aşağı bakan

### 3.3.32 Burun Alanı

Karikatürlerde en çok abartılan yüz özniteliklerinden biri olarak burun alanının geometrik olarak ölçülmesi ve doğrulanması için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.33’te verilmiştir.

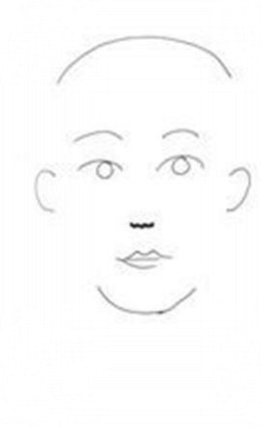
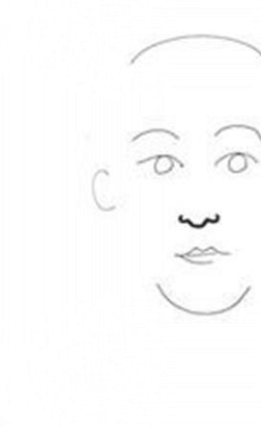
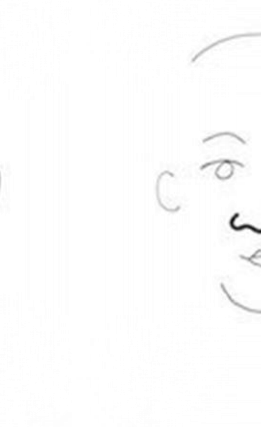
**Çizelge 3.33** : Burun alanı öznitelikleri.

Öznitelik94	Öznitelik95	Öznitelik96
		
Küçük	Normal	Kalın

### 3.3.33 Burun Eni

Burun ucu eninin geometrik olarak ölçülmesi ve doğrulanması için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.34'te verilmiştir.

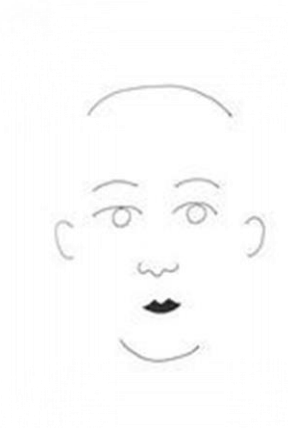
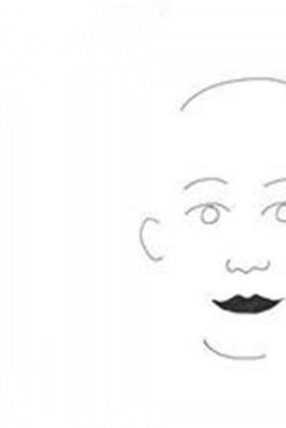
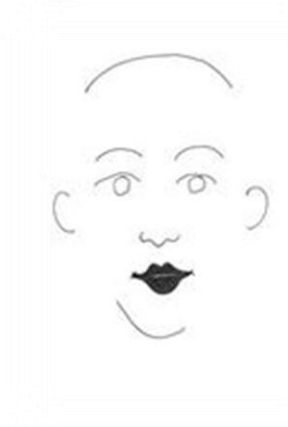
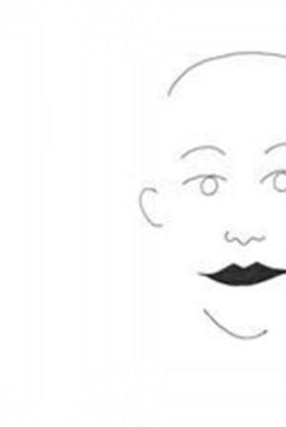
**Çizelge 3.34** : Burun eni öznitelikleri.

Öznitelik97	Öznitelik98	Öznitelik99
		
Dar	Normal	Geniş

### 3.3.34 Dudak Kalınlığı

Dudak alanının ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.35'te verilmiştir.

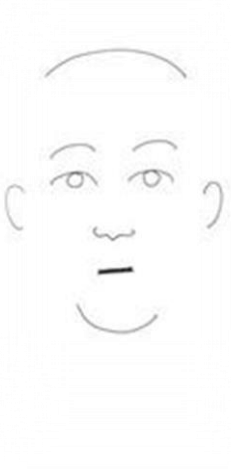
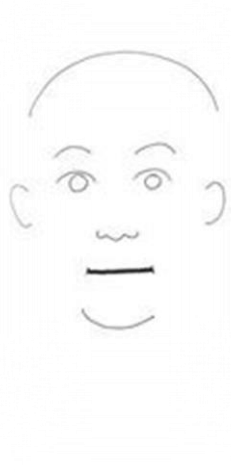
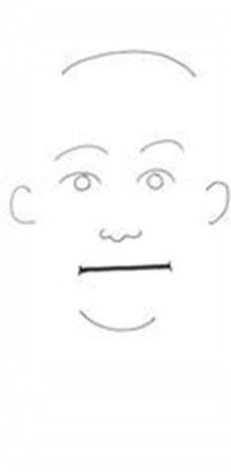
**Çizelge 3.35 : Dudak kalınlığı öznitelikleri.**

Öznitelik100	Öznitelik101
	
Küçük	Normal
Öznitelik102	Öznitelik103
	
Kiraz	Büyük

### 3.3.35 Ağız Eni

Ağız başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafenin ölçülmesi ve doğrulanması için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.36'da verilmiştir.

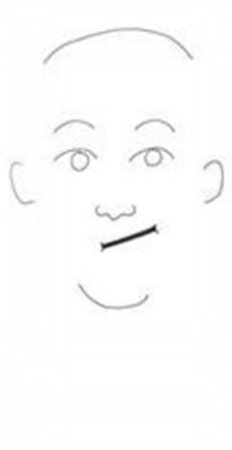
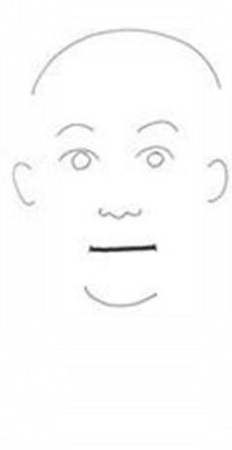
**Çizelge 3.36** : Ağız eni öznelikleri.

Öznitelik104	Öznitelik105	Öznitelik106
		
Dar	Normal	Uzun

### 3.3.36 Ağız Simetrisi

Ağız başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki açının ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözükten öznelimler Çizelge 3.37’de verilmiştir.

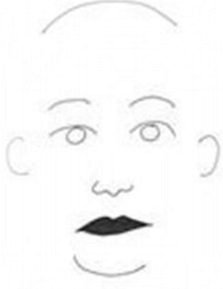
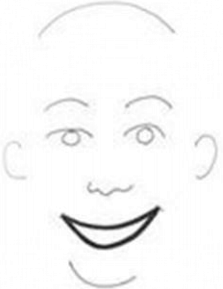

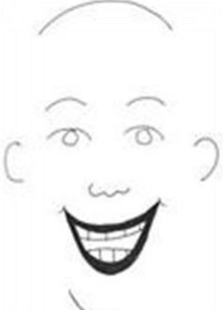
**Çizelge 3.37** : Ağız simetrisi öznelikleri.

Öznitelik107	Öznitelik108
	
Asimetrik	Simetrik

### 3.3.37 Diş

Karikatürlerde bilgi olarak diş yapısının verildiği görülmüştür; bu bilginin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.38'de verilmiştir.

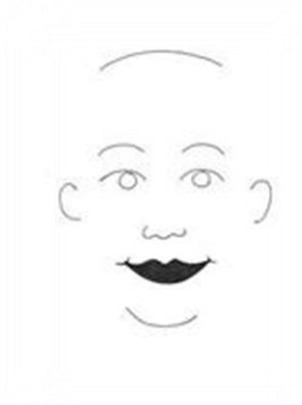
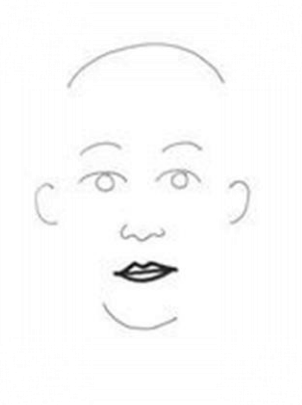
**Çizelge 3.38 : Diş öznitelikleri.**

Öznitelik109	Öznitelik110
	
Kapalı	Açık Diş yok
Öznitelik111	Öznitelik112
	
Açık Üst diş	Açık Tüm dişler

### 3.3.38 Gülücük

Davranış biçimi olarak gülümseme ifadesinin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.39'da verilmiştir.

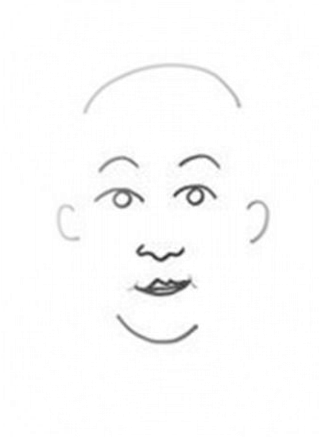
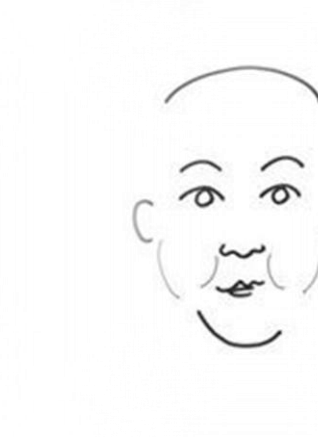
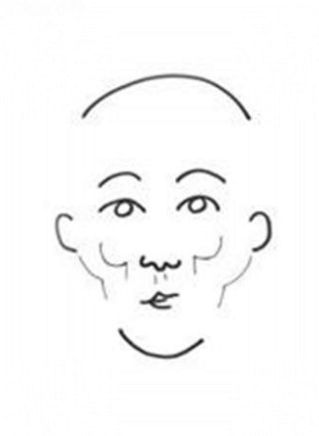
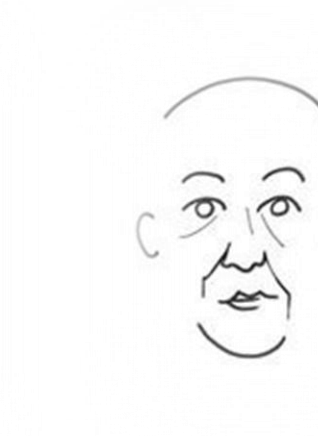
**Çizelge 3.39** : Gülücük öznelikleri.

Öznelik113	Öznelik114
	
Gülümüyor	Yok

### 3.3.39 Yanak

Yüz çevresindeki noktaların açısı ve elmacık kemiklerinin belirginliğinin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Sakal şekline bağlı olarak değişebilmektedir. Oylama ekranında gözüken öznelıklar Çizelge 3.40'da verilmiştir.

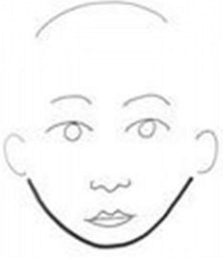
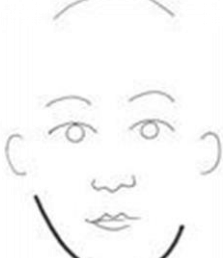
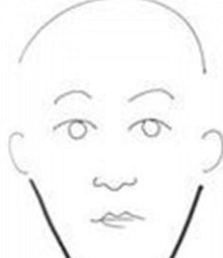
**Çizelge 3.40 : Yanak öznitelikleri.**

Öznitelik115	Öznitelik116
	
Normal	Dolgun
Öznitelik117	Öznitelik118
	
Çökük	Keskin

### 3.3.40 Çene

Yüz çevresinin çene altındaki noktalar arasındaki açının ölçülmesi ve doğrulanması için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.41’de verilmiştir.

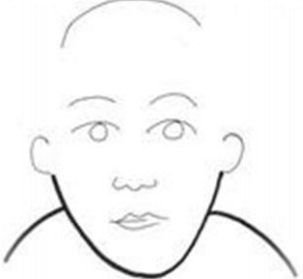
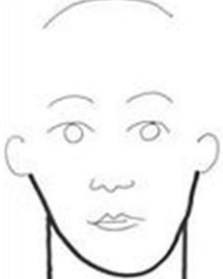
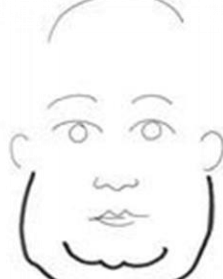
**Çizelge 3.41 : Çene öznitelikleri.**

Öznitelik119	Öznitelik120	Öznitelik121
		
Dar	Normal	Uzun

### 3.3.41 Boyun

Yüz çevresinde boyun bölge alanının ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözükten öznitelikler Çizelge 3.42’de verilmiştir.


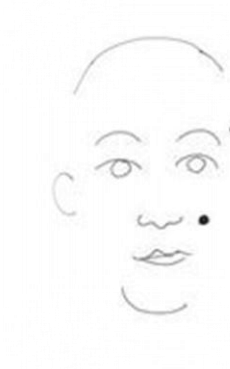
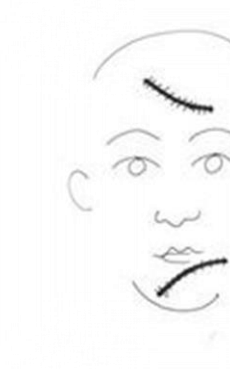

**Çizelge 3.42 : Boyun öznitelikleri.**

Öznitelik122	Öznitelik123	Öznitelik124
		
Yok	Normal	Sarkmış

### 3.3.42 Yüz izi

Sakal, bıyık, yaş ve saç stiline bağlı olan yüz izlerinin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.43'te verilmiştir.

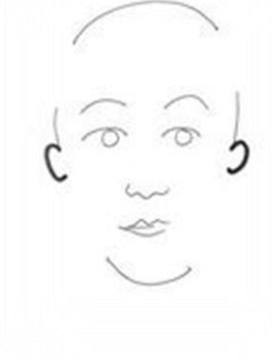
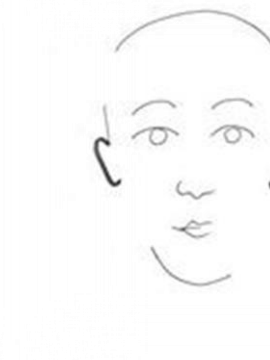
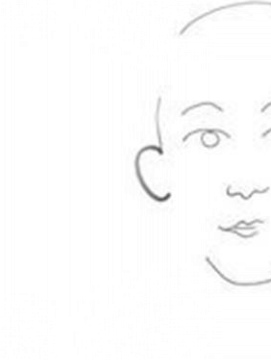
**Çizelge 3.43** : Yüz izi öznitelikleri.

Öznitelik125	Öznitelik126	Öznitelik127	Öznitelik128
			
Yok	Çilli	Dikiş izli	Yaralı

### 3.3.43 Kulak Boyu

Kulak başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafenin ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözüken öznitelikler Çizelge 3.44'te verilmiştir.

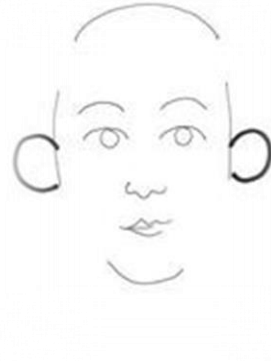
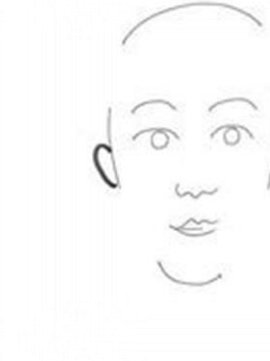
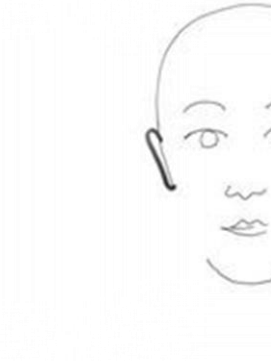
**Çizelge 3.44** : Kulak boyu öznitelikleri.

Öznitelik129	Öznitelik130	Öznitelik131
		
Küçük	Normal	Büyük

### 3.3.44 Kulak Şekli

Cepheden alınan yüz kayıtlarında kulak alanının ölçülmesi için sınıflandırılmıştır. Oylama ekranında gözükten öznitelikler Çizelge 3.45'te verilmiştir.

**Çizelge 3.45** : Kulak şekli öznitelikleri.

Öznitelik132	Öznitelik133	Öznitelik134
		
Kepçe	Normal	Yapışık

### 3.4 Uygun Yüzlerin Seçilmesi

Tez çalışmasında oluşturulan veritabanı, seçilen yüz öznitelikleri aynı kişiye ait karikatür ve fotoğraf üzerinden oylanarak doldurulmaktadır. Dış etkenlerden

bağımsız olması için aynı açılı (cepheden), aynı çözünürlüğe sahip yüz kayıtları kullanılmıştır, iç etkenlerden bağımsız olması için de kişinin yüz kayıtlarının birbirine yakın yaşta olmasına özen gösterilmiştir.

Yüz kayıtlarında genel olarak hangi etnik kökene sahip olduğu, ortam aydınlatması gibi etkenler proje amacı gereği değerlendirilmemiştir. Yapılan bir araştırmada farklı kökenlerin farklı yüz ortaması veya normu olması sebebiyle karikatürleştirme işleminin de farklılaştığı öngörülmektedir [12]. Bir diğer araştırmada da insanların kendi kökeninden insanları daha kolay tanıdığı görülmektedir [5]. Bu etkenlerin oluşmadığı tez çalışmasında varsayılmıştır. Projenin amaçlarından biri de dış etkenlerin varlığının insanların yüz tanınmasında önemli bir etkisi olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu sebeple dış etken olarak nitelendirilebilecek yüz özniteliklerine sahip yüz kayıtlarına veritabanında yer verilmiştir.

Yüz kayıtlarında kanuni bir aykırılık, izinsiz dağıtım olmaması için gerekli onaylar alınmıştır. Onay alınmayan yüz kayıtları sadece test amaçlı kullanılmış olup dağıtımı yapılmamaktadır.

Profilden alınan yüz kayıtları özellikle tercih edilmemiştir, cepheden alınan yüz kayıtlarında belirtilen yüz özniteliklerin bulunması daha kolay olmaktadır. Açıyla beraber gözden kaçabilecek yüz öznitelikleri ve karikatürlerle eşleşme yapılma zorluğu sebepleriyle cepheden alınan kayıtlar kullanılmıştır.

Yüz tanımayı daha iyi algılamak için daha detaylı bir yüz uzayı gerekmekte olduğu ve yüz yapılarından yüz özniteliklerini saptayan tekniklerin potansiyeli olduğu belirtilmektedir [12]. Bu yüzden farklı öznitelikleri geniş bir yüz uzayı oluşturulmak istenmiş, seçilen yüz kayıtlarında buna özen gösterilmiştir. Karikatürlerin ayırt edici özelliklere daha çok ağırlık vermesi sebebiyle ayırt edilebilirliğin artmaktadır, bu etkiye karikatür avantajı denilmektedir. Ancak karikatür avantajı yüzün yüz uzayındaki yeri ile de ilişkilidir. Yüz uzayında fark edilebilir yüz özneliği abartılmaksızın var olan kişilerde karikatür avantajı görülmemiştir, bu sebeple ayırt edici özellik hipotezinin karikatür izi hipotezine göre testlerde daha doğru bir yaklaşım olduğu belirtilmiştir [11]. Tez çalışmasında da baskın/ayırt edici özellik yaklaşımı benimsenmiş ve karikatür kaydı insan algısını daha iyi anlamak için kullanılmıştır.

Çalışmada yer verilen yüz kayıtlarından örnekler Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : Veritabanındaki örnek yüz kayıtları.

### 3.5 Veritabanı Tabloları

Veritabanında bulunan yüz öznitelik kategorileri ve karşılığındaki özniteliklerin isimlendirmeleri, oylamada gözüken şekilleri tablo halinde sunulmaktadır. Veritabanında ayrıca yüz kayıtlarının bilgileri ayrı bir tabloda tutulmaktadır. Bu sayede yüz kaydının ait olduğu kişi, yüz kaydına ait bir ID, kaydın türü, kaydın grafiği gibi bilgiler gerektiği zaman sorgulanabilmektedir. Tablo üzerindeki yüz kayıt ID'si, sonraki bölümlerde anlatılacak veri toplama sistemi için önem taşımaktadır. Fotoğraf-Karikatür veritabanı tablosunun (FK Tablosu) şeması Çizelge 3.46'da verilmiştir.

Çizelge 3.46 : Fotoğraf-karikatür veritabanı tablosu.

ID	Kim	Türü	Dosya
1		Fotoğraf	/link1
2		Karikatür	/link2
⋮	⋮	⋮	⋮

## 4. VERİ TOPLAMA SİSTEMİ

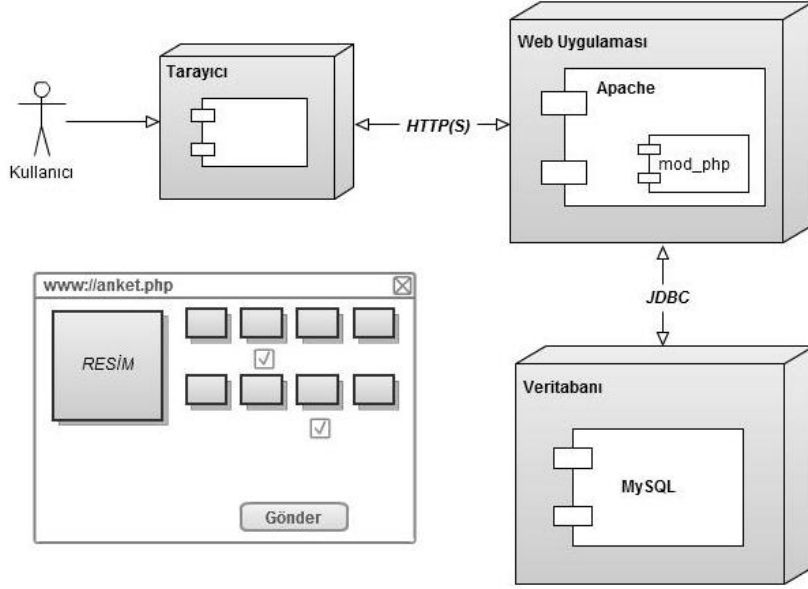
Yüz veritabanlarında veri girişinin yapılması otomatik veya el ile yapılabilir. Otomatik veri girişlerinde istenmeyen işaretlemeler yapılması istenmeyen sonuç alınmasına ve başarı oranlarını düşmesine sebep olabilir. El ile veri girişleri istenen işaretlemelerin yapılmasını büyük ölçüde sağlar; ancak zaman ve insan kaynağı ihtiyaçlarını da düşünmek gerekir. Tez çalışmasında oluşturulan veritabanı uygulamasına veri girişi yapılması için gönüllülerden oylama yapmaları istenmiştir. Verilerin tarafsız olması için birden fazla kişiden veri toplanması ve veri artışıyla da doğru sonuçlara yakınsama olup olmadığı görülmek istenmiştir. Aynı zamanda kötü amaçlı yazılımlardan etkilenmemek için gönüllüler için bir doğrulama sistemi oluşturulması gerekmiştir.

### 4.1 Sistem Altyapısı

Altyapının oluşturulması amacıyla öncelikle bulut bilişim ile destek veren platformlarda geliştirme yapılmıştır. Ardından yerel olarak internet bağımsız ortam sağlanması amacıyla sanal sunucu kullanılmıştır. Son olarak İTÜ'nün akademik olarak destek veren sunucularında geliştirilen kodlar ve veritabanı yüklenmiştir. Bu şekilde test ve canlı sunucu ortamları ayrı tutulmuştur.

Altyapıda websitesi ve veritabanı uygulamaları olarak Apache ve MySQL seçilmiştir. Bu uygulamalarla beraber test ortamında da Linux kullanılarak LAMP olarak ifade edilen Linux-Apache-MySQL-PHP ortamı hazırlanmıştır. Websitesindeki kodlarda HTML ve PHP kullanılmıştır.

Sunucu veya web üzerinden erişim kısıtlanması için kullanıcı bazlı giriş yapılması planlanmıştır. Veritabanında veri miktarında artış ve yönetimsel kolaylık amaçlanarak MySQL üzerinde tablolar oluşturulmuştur. Bu tablolar arasında PHP ve HTML dilleriyle oluşturulan web sayfaları kullanıcı girişi yapılmaktadır. EK A'da site haritası ve bağlantıları bulunmaktadır. Örnek bir altyapı Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1** : Sistem altyapısı.

#### 4.1.1 Sanal Sunucu

Büyük ölçüde donanım bağımsız sistem kurulumu için sanallaştırma teknolojilerinden faydalanılması amaçlanmıştır. İşletim sistemi CentOS Linux olmak üzere Oracle VM Box gibi sanallaştırma uygulamaları ile çalışan ve LAMP adı verilen sistem modeli ile bir sanal sunucu yapılandırılmıştır. Sanal sunucunun imajı, kopyalandığı sanallaştırma ortamında açılabilir durumdadır ve işlem yaklaşık 1.5 saat sürmektedir.

#### 4.1.2 İTÜ Sunucuları

Sanal sunucular için internet çıkışı ve domain kaydı almak hem masraflı hem de ADSL'ler üzerinden alınan ip'lerin sıklıkla değişmesi politikalarından ötürü sabit ve sürekli çalışacak sunuculara ihtiyaç bulunmaktaydı. Bu sebeple İTÜ'nün akademik personele ve öğrencilerine sağladığı olanaklar doğrultusunda mevcut kullanıcı hesabı ile WEB (ssh.itu.edu.tr) ve MYSQL sunucularına (yonet.mysql.itu.edu.tr) yanlarında bulunan linkler aracılığıyla web sayfaları ve veritabanı oluşturulmuştur. Anket seçimlerinde dil farklılıklarını (Türkçe/İngilizce) da içerecek görsel bir anket hazırlanmıştır. Ana sayfasına [www.gag.itu.edu.tr/karpho.php](http://www.gag.itu.edu.tr/karpho.php) üzerinden erişim sağlanabilir duruma getirilmiştir.

## 4.2 Oylama Uygulaması

Yüz özniteliklerinin öğrenme kümesini oluşturmak ve veritabanındaki yüz kayıtlarında baskın yüz özniteliklerini ağırlıklandırılmak için veri toplanması gerekmektedir. Veri toplanması için oylama uygulaması hazırlanmıştır [31].

Mechanical Turk oylama sitesi incelenmiştir; gönüllü sayısını arttırmak ve nitelikli oy toplamak için bu websitesinde yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Amazon şirketi tarafından verilen bu servis, insan gücü gerektiren oylamalar, ürün yorumları, tasvirler gibi işler için abonelerine ödeme yapmaktadır. Az ödeme veren işlerin rağbet görmediği, fazla kazanç sağlayan işlerin daha çok tutulduğu görülmüştür. Ayrıca uzun süren işler yerine kısa süren işlerin daha fazla önerildiği, abonelerin daha önceki işlerde tecrübelerine göre sıralandığı sistemler tasarlanmıştır. Gönüllülere bir ödeme yapılmamakla beraber hangi gönüllünün oyuna daha fazla güvenilmesi gerektiği hangi gönüllünün yanlış/geçersiz veri girişi yapabildiğini anlamak adına gönüllü sıralaması yapılabileceği düşünülmüş, ancak katılımcı sayısının azlığı sebebiyle böyle bir sistem kurulmamıştır.

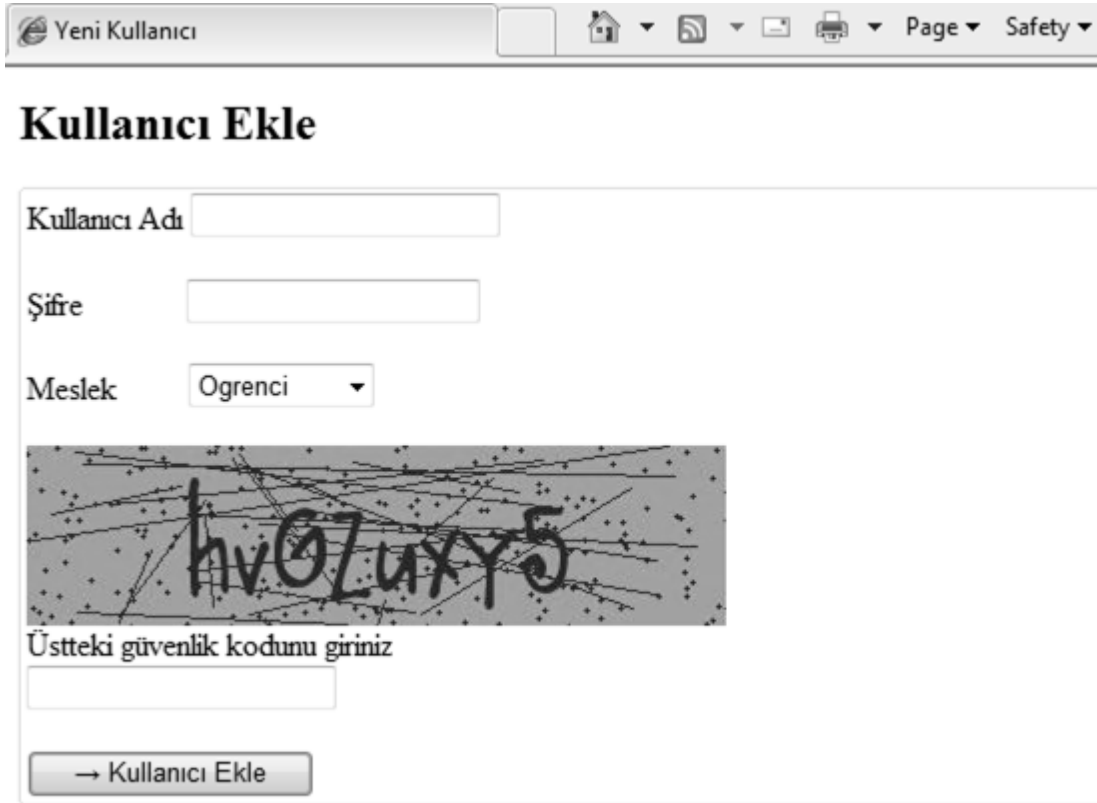
Anket web sayfası oluşturulurken tüm kategorilerin ve bu kategorilere bağlı özniteliklerin ekranda gözükmesi için veritabanı sunucusu üzerinden veri çekilmiştir. Oylanacak fotoğraf veya karikatürün belirlenmesi için kullanıcının daha önce o fotoğraf veya karikatür ID'si (FK\_ID) için oy kullanıp kullanmadığı votes tablosu üzerinden kontrol edilmiştir. Oylanmamış FK\_ID'ler arasından rastgele bir FK\_ID seçilerek anket sayfasında gösterilmesi sağlanmıştır. Anket tablosu üzerinde kullanıcı ve anket tarihi bilgilerini içerecek şekilde tutulması sağlanmıştır. Oylamada oylanmamış kategori bulunmasına izin verilerek oy verme butonu ile anket sonuçları votes tablosuna eklenmiştir.

## 4.3 Oylama İşlemi

Tez çalışmasında gönüllerinin oylama yaparak veri girişini sağlanırken, gönüllülerin yanlış işaretlemeleri ve kötü amaçlı yazılımların yanlış veri girişini önlemek için ek bir gönüllü doğrulama sistemi daha kurulmuştur. Bu biyometrik veri girişi gibi gönüllü kullanıcı girişinin de güvenli bir yolla sağlanması gerekmiştir. Her yeni gönüllü için resim doğrulama, her kayıtlı gönüllü için de şifre doğrulama yöntemleri kullanılmıştır. Güvenlik amacıyla captcha olarak ifade edilen güvenlik şifrelemesi

websitesinden gelen kullanıcı ekleme talebinin gerçek bir insandan olduğunu doğrulama amaçlı yerleştirildi [32].

Gönüllü, kendisine kullanıcı oluşturmak üzere oylama sisteminin ana sayfası olan [www.gag.itu.edu.tr/karpho.php](http://www.gag.itu.edu.tr/karpho.php) adresine ulaşır. Burada Yeni Kullanıcı linki üzerinden kendisi için bir kullanıcı adı, şifre, meslek gibi bilgilerini girip resimde çıkan yazıyı kutucuğa girer ve Gönder butonuna basar. Şekil 4.2’de örnek bir kullanıcı ekleme ekranı gösterilmiştir.



Yeni Kullanıcı

## Kullanıcı Ekle

Kullanıcı Adı

Şifre

Meslek

Üstteki güvenlik kodunu giriniz

→ Kullanıcı Ekle

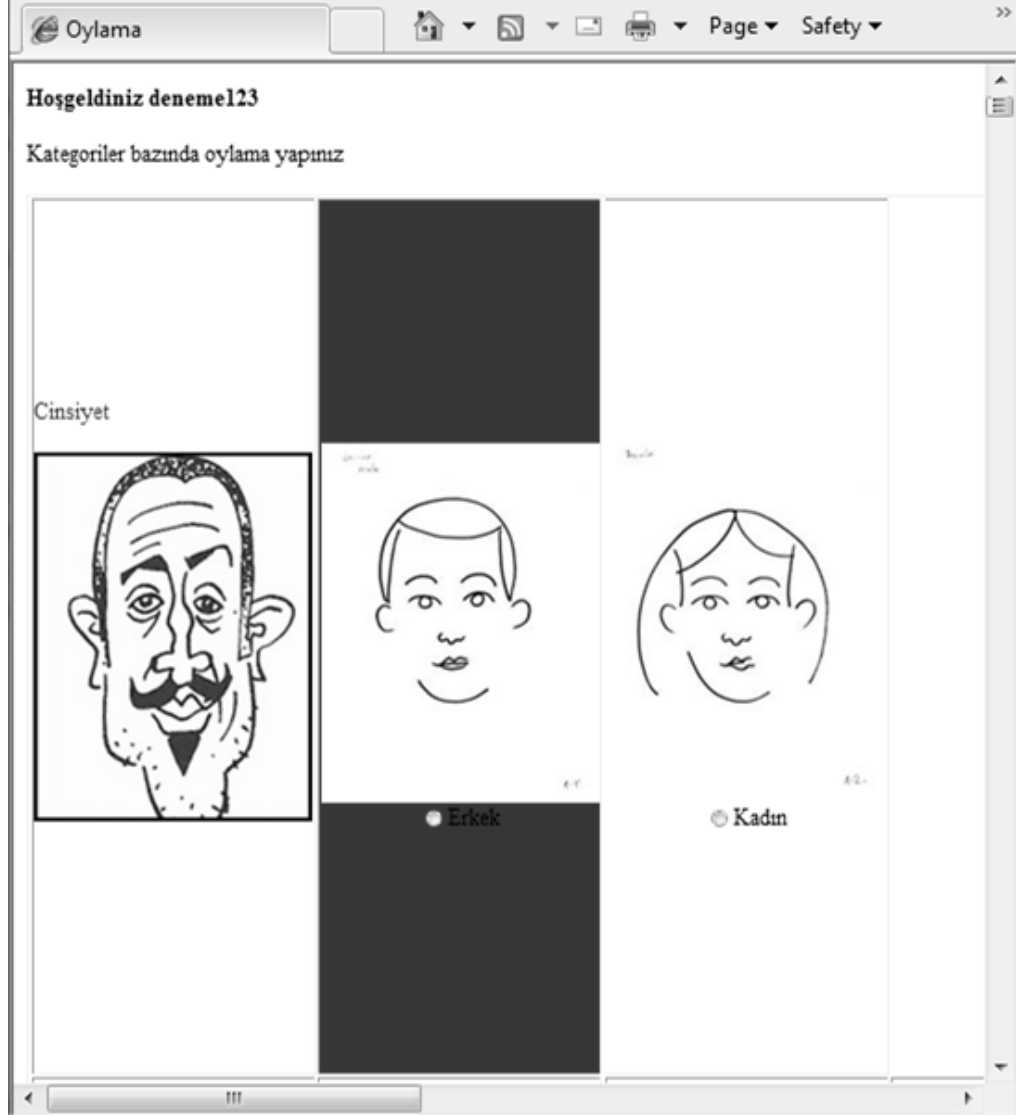
Şifre alfanümerik olmak zorundadır. Kullanıcı adı ve şifre en az 4 karakter içermelidir.

Şekil 4.2 : Örnek kullanıcı ekleme ekranı.

Ardından kullanıcısı başarıyla eklenen gönüllü, oylama Giriş linki üzerinden kullanıcı adını ve şifresini yazarak Gönder butonuna basar. Gelen sayfadaki yüz kaydı için belirtilen kategorilerde uygun yüz özniteliklerini seçerek işaretleme yapar. Brennan, karikatür çalışmasında yüz özniteliklerini anlatmak için dildeki kelime kullanımlarının tek başına yeterli olmadığını ifade etmiştir [9]. Dildeki anlatım sorunlarının önüne geçebilmek için diğer anket/oylama uygulamalarından farklı olarak kullanıcıyı doğru yönlendirmek için tez çalışmasında hem görsel hem de

ifadesel olarak oylama yapılmasına imkan tanınmıştır. Şekil 4.3'te örnek bir oylama ekranı gösterilmiştir.

Yapılan bu işaretlemeler veritabanına gönderilir ve tarihiyle beraber kaydedilir. Veri artışı olması durumunda ve belirlenen kullanıcı profili seçilmesi için bu veriler faydalı olacaktır.



Şekil 4.3 : Örnek oylama ekranı.

#### 4.4 Uygulama Verilerinin Toplanması

Veritabanına aktarılan bu oylamalar veritabanı üzerinde işlem yapılarak her bir yüz kaydı için tekrar toplanır. Örnek olarak EK B'de bir karikatür-fotoğraf çifti için toplanan oylar görülebilir. Buradaki amaç verilerin, veri normalizasyon işlemine

uygun hale getirilmesidir. Oylama verilerinin değerlendirildiği istatistik sayfasında birkaç madde halinde sonuç alınmaktadır:

- En fazla anket dolduran kullanıcılar
- En fazla anket dolduran kullanıcı grupları
- En çok oy verilenler fotoğraf/karikatürler
- Verilen fotoğraf/karikatüre ait oylar

Oylama sayısının, gönüllü kullanıcı gruplarının bilgileri çıkarılarak veriler her bir yüz kaydı için tekrar veritabanına kaydedilmektedir. Bahsedilen bu işlemin belirli zaman aralıklarında veya oy sayısı belirli bir seviyeye ulaştığında tekrar yapılması gerekmektedir. Zaman aralığı 6 ayda bir, oy sayısı seviyesi ise her 100 oylamada bir olarak belirlenmiştir.

Tez çalışmasında, ağırlıklandırma başta olmak üzere veri güncelleme işleminin sıklığı da değerlendirilmiştir.

Toplamda 205 adet oylama yapılarak 134 öznitelik için veri toplanmıştır.

## **4.5 Veri Düzenleme**

Gönüllülerin oylamasıyla toplanan verilerin yüz tanıma algoritmaları uygulanabilir duruma getirilmesi işlemi bu bölümde anlatılmaktadır.

### **4.5.1 Uygun Verilerin Seçilmesi**

Toplanan veriler içinde yeterli bilgi taşıyan ve değerlendirme için kullanılacak verilerin seçilme işlemidir. Anket tablosu içinden fotoğraf veya karikatür bazlı olarak seçme yapılarak sonuç tablosu çıkarılmaktadır. Sonuç tablosu, öğrenme metodlarında her bir fotoğraf veya karikatür için girilen anket sayısı  $u$  ve öznitelik kategori sayısı  $t$  olmak üzere  $u \times t$  biçiminde bir matris olarak ifade edilmektedir.

Fotoğraf ve karikatür çiftleri arasında eşleştirme yapılabilmesi için her FK\_ID'nin birbiriyle olan uzaklıklarının çıkarılması için matris şeklinde bir form elde edildi. Bu form,  $m$  toplam FK\_ID sayısı;  $1,2,\dots,k$  fotoğraf olan FK\_ID'ler;  $k,k+1,\dots,m$  ise karikatür olan FK\_IDler olmak üzere Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te gösterilmektedir.

M	1	2	...	$m$
1	0			
2		∴		
∴			∴	
$M$				0

**Şekil 4.4** : Eşleştirme matrisi.

M	k+1	k+2	...	$m$
1				
2				
∴				
$k$				

**Şekil 4.5** : Sadeleştirilmiş matris.

Eşleştirme matrisinde aynı FK\_ID'ler arasında fark olmayacağı için diagonal olarak uzaklığın sıfır "0" olduğu simetrik bir matris elde edildiği görüldü. İşlem yoğunluğu açısından hesapların iki defa yapılmaması ve en çabuk şekilde sonuç alınması için bu matris, sadeleşmiş matris yapısına çevrildi.

#### 4.5.2 Verilerin Normalizasyonu

Toplanan verilerin her bir veritabanı kaydının aynı aralıkta olmasını sağlamak için normalizasyon işlemi gereklidir. Veriyi normalize ederken kaç gönüllünün oy verdiği, aralığın sınırları, eşik olup olmaması gerektiği tartışıldı. Burada eşik değeri konması, her kategoride bir özniteliğin baskın çıkması gerektiği birkaç yaklaşım benimsendi. Bu yaklaşımların veritabanında sonradan hesaplanarak değiştirilmesi mümkün olduğu için öncelikle benimsenen yaklaşım uygulandı. Projenin devamındaki algoritmaların başarımlarını hesaplarken farklı yaklaşımlarla tutarlılık gösterip göstermeyeceği üzerinde duruldu.

İstatistik veri üzerinde benzer oylama sistemlerinde seçilenden farklı olarak ayrıca çoğunluk, maksimum yaklaşımları bulunmaktadır. Çoğunluk yaklaşımı %50'yi sağlayacak biçimde bir veya birden fazla oy alan seçeneklerin, maksimum yaklaşımı ise yüzde olarak en yüksek oy alan seçeneğin kabul görmesidir. Bu yaklaşımların da farklı sonuçlar almak için kullanılabilmesi sağlandı. Ancak tez çalışması gereği bir normalizasyon yaklaşımı seçildi.

Tez çalışmasındaki veriseti için toplanan oylar, oy sayısına bölünerek yüzde biçiminde sonuçlar ifade edilmiştir. Veri normalizasyonu sonrasında her bir fotoğraf-

karikatüre düşen ID'ye ait vektör dizisi, yüz öznitelik kategorilerinde oylanan yüz öznitelikleri için %50'den fazla oy alan öznitelik 1, diğerleri 0 olacak şekilde eşik değerine göre normalize edilmiştir. İki öznitelik barındıran bir kategoride eşit oy çıkması durumunda oy sonucu yansıtılmamıştır. Boş bırakılan kategoriler için oy sayısına bölme işlemi sonrasında %50'yi geçemeyen ancak en çok seçilen öznitelik de hesaba katılmamıştır.

Başka bir normalizasyon biçimi, kategorideki öznitelik sayısı baz alınarak yüzde eşik konulması düşünülmüştür. Ancak, her kategoride sadece bir özniteliğin 1 ifadesi ile değerlendirilmesi için bu normalizasyon uygulanmamıştır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında oluşturulan yüz öznitelik veritabanı anlatılmıştır ve uygulanabilir öğrenme yöntemlerine değinilmiştir. Tez çalışmasının içinde bulunduğu TÜBİTAK Projesi'ne ilişkin olarak yapılan ve tez sonrasında planlanan çalışmalar da öneriler bölümünde sunulmuştur.

Tez çalışmasında oluşturulan yüz veritabanı problem tanımına uygun olarak yüz özniteliklerinin detaylı biçimde el ile tutulmasını sağlamıştır. Veritabanına oylama ile işlenen yüz öznitelik değerleri öğrenme yöntemlerinin kullanılmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca, tez çalışmasının içinde bulunduğu proje dahilinde otomatik yüz tanıma için oylama sonuçları kullanılmıştır.

Fotoğraf ve karikatür oylamalarında farklı çıkan sonuçlar, insan algısında abartılan ve önemsenmeyen yüz özniteliklerini kişi bazlı sağlamıştır. Deneme amaçlı olarak yapılan ilk oylamalarda, oylamaya katılan gönüllülerin farklı zamanlarda oyladıkları aynı karikatür ve fotoğraflarda sapmalar olduğu görülmüştür. Bu zaman farklılığında insan algısında aynı veri için farklı sonuçlar oluşabilmesi ayrı bir konu olarak ele alınması gerektiği düşünülmüş; her FK\_ID için verilen oylar normalize edildiğinden bu sapmalar göz ardı edilmiştir.

Veritabanının büyüklüğü ve çeşitliliği önemli olduğu için veritabanında birçok kayda yer verilmiştir; ancak veri toplama işleminin süresi ve gönüllülerden iyi verim alabilmek için örnek veri seti küçültülmüştür.

### 5.1 Oylama Sonuçları

Öğrenme yöntemlerine ilişkin kullanılan veri işleme araçlarında 25 fotoğraf ve 25 karikatürden oluşan test veri seti kullanılmıştır. Elde edilen bulgular uyarınca veritabanı işlevselliği değerlendirilmiştir.

Toplam 52 gönüllü oylama işlemine katılmış ve 205 adet oylama yapılmıştır. Yüz veritabanının homojen olarak oylanması sağlanmıştır.

FK\_ID'ler 134 öznitelikle ifade edilirken bu uzunlukta bir vektör olarak öğrenme yöntemlerinde değerlendirilmektedir. Bu uzunlukta vektörler için işlem yapma süresi uzun olmaktadır. Seçilen yüz öznitelikleri için ayrı ayrı öğrenme yöntemlerinin uygulanabilirliği değerlendirilmiştir.

## 5.2 Öneriler

Veritabanının işlevselliğinin artırılması için verisetinin büyütülmesi gerekmektedir. Veritabanında yüz kaydı sayısı 640'dır; ancak veri toplama yöntemi olarak yapılan oylama ve gönüllü katılım oranının düşük olması nesnel bir değerlendirmeye girecek uygun verileri sağlayamamaktadır. Çalışmadan kısa süre içerisinde netice elde edilmesi için veriseti küçültülerek bir örnek çalışma yapılmıştır. Oylama katılımları devam etmektedir, katılımların devam ettirilmesi için farklı platformlarda da yapılabilen bir oylama uygulaması yazılmaktadır. Android tabanlı java kodları ile yazılmakta olan uygulama için çalışmalar devam ettirilmektedir.

Sisteme aynı kişilere ait daha fazla fotoğraf ve yüz kaydı eklenmesi mümkündür. Bu şekilde yapılacak bir çalışmada kişiler bazlı abartılan ortak yüz öznitelikleri bulunarak baskın yüz özniteliklerinin çıkarılabilecektir. Bu şekilde diğer yüz özniteliklerine bağlı olarak insan algısında baskın yüz öznitelikleri konusu incelenebilecektir. Benzer şekilde oylamada karikatürist meslek grubuna ait kişilerin verdiği sonuçlar bu açıdan değerlendirmeye alınabilecektir.

Oylamalar sırasında kişinin tanınırlığının da etkili olduğu düşünülmektedir; bu sebeple oylamalar sırasında sol tarafta sürekli olarak yüz kaydı gönüllülere gösterilmiştir. Kişiyi tanımayanlarla kişiyi tanıyanlar arasında farklı bir oylama olabileceği düşünülmüş; ancak bu tez çalışmasına bu konu dahil edilmemiştir. Yine başka bir araştırmada bu konu incelenebilir.

Farklı öğrenme yöntemleri ile vektör uzunluğu, kategori sayısı bazlı öğrenme yapılması düşünülmektedir.

Kaynak olarak kullanılacak bir yüz veritabanı oluşturulmuş olması hem ülkemiz hem de uluslararası platformlardaki akademik çalışmalara da katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] **Jain, A.K.; Bolle, R. ve Pankanti, S.** (1999). *Biometrics: Personal Identification in Networked Society*. Kluwer Academic Publications. ISBN 978-0-7923-8345-1.
- [2] **Krause, M.; Tipton, H.F.** (2002). *Information Security Management Handbook*. Auerbach Publications. ISBN 978-0-8493-1518-3.
- [3] **Jain, A.K.** (2008). *Biometric Authentication*. Scholarpedia, 3(6):3716.
- [4] **Kanade, T.** (1973). *Picture Processing System by Computer Complex and Recognition of Human Faces*. PhD thesis, Kyoto University.
- [5] **Chellappa, R.** (1995). *Human and machine recognition of faces: A survey*. Proceedings of the IEEE ISSN: 0018-9219, 83(5), syf. 705-736.
- [6] **Sinha, P.; Balas, B.; Ostrovsky, Y. ve Russell, R.** (2006). *Face recognition by humans: Nineteen results all computer vision researchers should know about*. Proceedings of the IEEE, 94(11), syf. 1948-1962.
- [7] **O'Toole, A.J.; Phillips, P.J.; Jiang, F.; Ayyad, J.; Penard, N.; Abdi, H.** (2007). *Face Recognition Algorithms Surpass Humans Matching Faces Over Changes in Illumination*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 29(9), syf.1642-1646.
- [8] **Klare, B.; Bucak, S.; Jain, A. ve Akgul T.** (2012). *Towards automated caricature recognition*. International Conference on Biometrics.
- [9] **Brennan, S.E.** (2007). *Caricature generator: The dynamic exaggeration of faces by computer*. Leonardo, 40(4), syf. 392-400.
- [10] **Diamond, R. ve Carey, S.** (1986). *Why faces are and are not special: an effect of expertise*. Journal of Experimental Psychology: General, 115(2), syf. 107-116.
- [11] **Tanaka, J.W.** (1996). *Caricature recognition in a neural network*. Visual Cognition, 3(4), syf. 305-324.
- [12] **Byatt, G. ve Rhodes, G.** (1998). *Recognition of own-race and other-race caricatures: Implications for models of face recognition*. Vision Research, 38(15), syf. 2455-2468.
- [13] **Gooch, B.; Reinhard, E. ve Gooch, A.** (2004). *Human facial illustrations: Creation and psychophysical evaluation*. ACM Transactions on Graphics (TOG), 23(1), syf. 27-44.
- [14] **Bredart, S.; Barsics, C.** (2012). *Recalling Semantic and Episodic Information From Faces and Voices: A Face Advantage*. Current Directions in Psychological Science 21, syf. 378–381.

- [15] **Frowd, C.; Bruce, V.; Ross, D.; McIntyre, A. ve Hancock, P. J.** (2007). *An application of caricature: how to improve the recognition of facial composites*. *Visual Cognition*, 15(8), syf. 954-984.
- [16] **Rhodes, G.; Brennan, S. ve Carey, S.** (1987). *Identification and ratings of caricatures: Implications for mental representations of faces*. *Cognitive Psychology*, 19(4), syf. 473-497.
- [17] **Tanaka, J.W.; Farah, M.J.** (1993). *Parts and wholes in face recognition*. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A(2), syf. 225-245.
- [18] **Gong, S.; McKenna, S.J. ve Psarrou, A.** (2000). *Dynamic Vision: From Images to Face Recognition*. Imperial College Press. ISBN 1-86094-181-8.
- [19] **Brunelli, R. ve Poggio, T.** (1993). *Face recognition: features versus templates*. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 15, syf. 1042-1052.
- [20] **Cox, I.J.; Ghosn, J. ve Yianilos, P.N.** (1996). *Feature-Based Face Recognition Using Mixture-Distance*. *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. syf. 209.
- [21] **Phillips, P.J.; Moon, H.; Rauss, P.J. ve Rizvi, S.** (2000). *The FERET evaluation methodology for face recognition algorithms*. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 22, syf. 10.
- [22] **Milborrow, S.; Morkel, J. ve Nicolls, F.** (2010). *The MUCT Landmarked Face Database*. *Pattern Recognition Association of South Africa Journal*.
- [23] **Messer, K.; Matas, J.; Kittler, J. ve Luetttin, J.** (1999). *XM2VTSDB: The extended M2VTS database*. *International Conference of Audio and Video-based Biometric Person Authentication*.
- [24] **Belhumeur, P.N.; Hespanha, J. ve Kriegman, D.** (1997). *Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection*. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Special Issue on Face Recognition 17, syf. 711-720.
- [25] **Georghiades, A.S.; Belhumeur, P.N. ve Kriegman, D.J.** (2001). *From Few to Many: Illumination Cone Models for Face Recognition under Variable Lighting and Pose*. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 23, syf. 643-660.
- [26] **Sim, T.; Baker, S. ve Bsat, M.** (2003). *The CMU Pose, Illumination, and Expression Database*. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 25, syf. 12.
- [27] **Gross, R.; Matthews, I.; Cohn, J.; Kanade, T. ve Baker, S.** (2010). *Multi-pie*. *Image and Vision Computing* 28.5, syf. 807-813.
- [28] **Solina, F.; Peer, B.; Batagelj, P.; Juvan, S. ve Kovac, J.** (2003). *Color-based face detection in the "15 seconds of fame" art installation*. *Conference on Computer Vision / Computer Graphics Collaboration for Model-based Imaging, Rendering, Image Analysis and Graphical Special Effects*.

- [29] **Samaria, F. ve Harter, A.** (1994). *Parameterisation of a Stochastic Model for Human Face Identification*. IEEE Workshop on Applications of Computer Vision.
- [30] **O'Toole, A.J.; Deffenbacher, K.A.; Valentin, D; McKee, K.; Huff, D; Abdi, H.** (1998). *The perception of face gender: the role of stimulus structure in recognition and classification*. Memory & Cognition, 26(1), syf. 146-60.
- [31] **Akgul, T.; Kozan, G. ve Ulug, U.** (2012). *Baskın Yüz Niteliklerinin Elde Edilmesine Yönelik Uygulama*. 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU).
- [32] **Ahn, L.; Blum, M.; Hopper, N.J., ve Langford, J.** (2003). *CAPTCHA: Telling humans and computers apart*. In *Advances in Cryptology*. Lecture Notes in Computer Science, syf. 294–311.

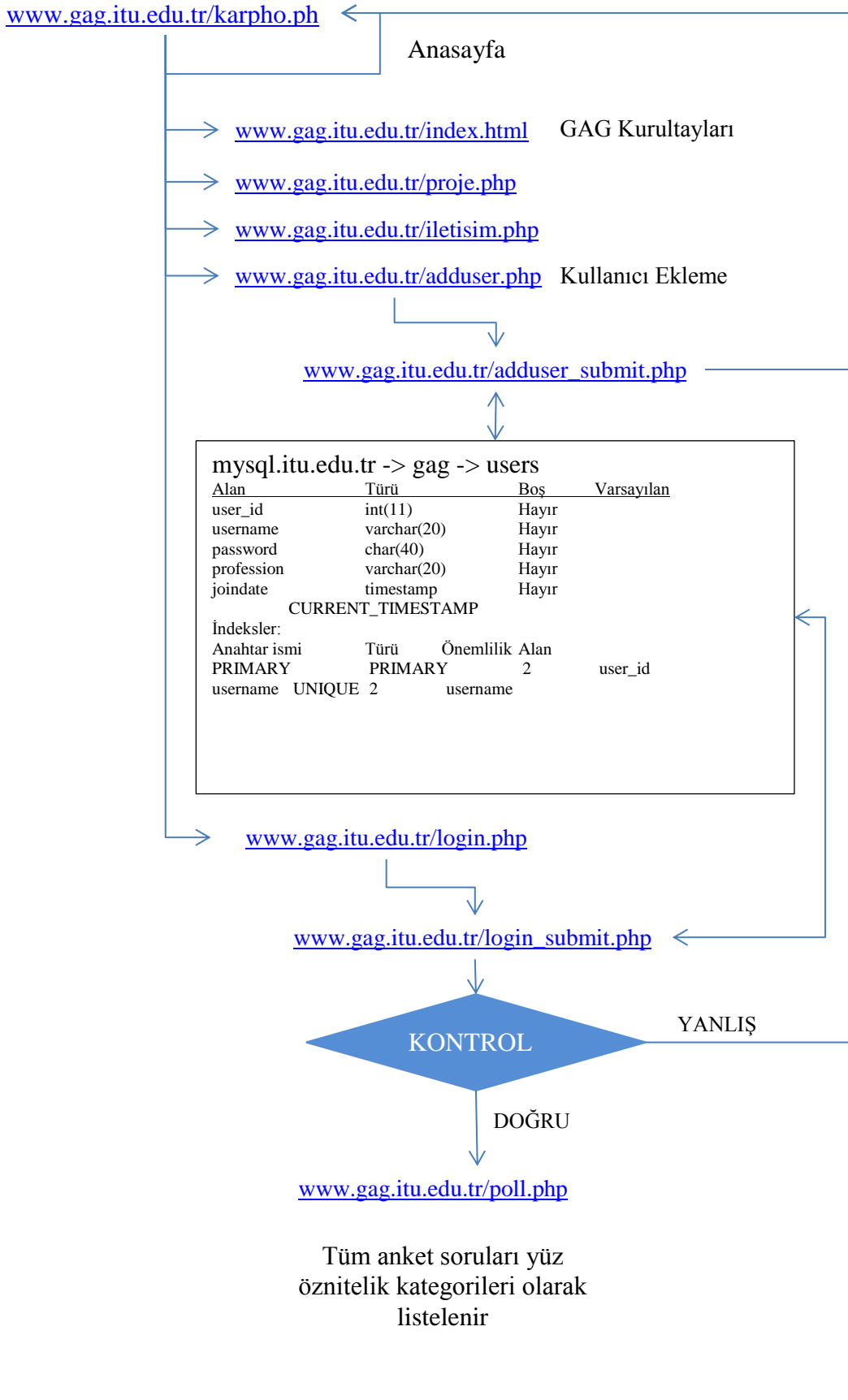


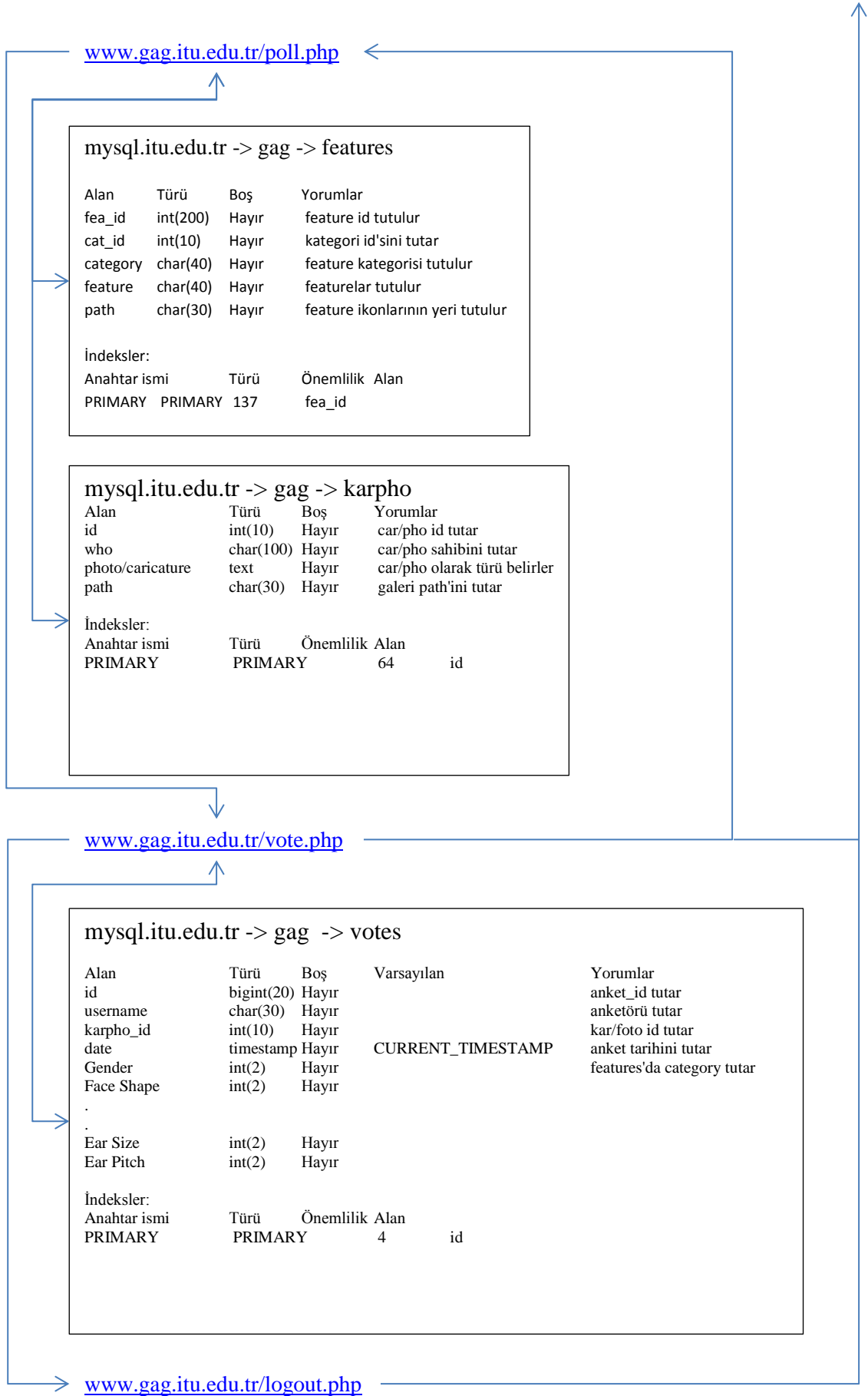
## **EKLER**

**EK A:** Site Haritası ve Bağlantıları

**EK B:** Toplanan Veri Örneği

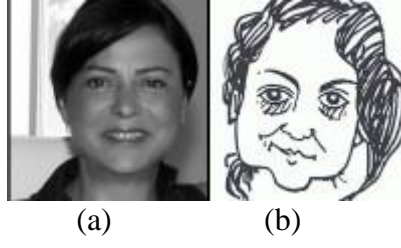
## EK A : Site haritası ve bağlantıları





Şekil A.1 : Site haritası.

## EK B : Toplanan Veri Örneği



**Şekil B.1** : Seçilen fotoğraf-karikatür yüz çifti: (a) Fotoğraf.  
(b) Karikatür.

**Çizelge B.1** : Seçilen yüz kayıtları için oylanmış yüz özellikleri.

ID	Öznitelik	Fotoğraf Yüzde	Karikatür Yüzde
1	Erkek	0	0
2	Kadın	100	100
3	Yuvarlak	100	0
4	Üçgen	0	0
5	Dikdörtgen	0	100
6	Uzun	25	50
7	Geniş	75	50
8	Kel	0	0
9	Yarı kel	0	0
10	Seyrek	0	25
11	Sık	100	75
12	Kapalı alın	100	100
13	V şeklinde	0	0
14	Açık alın	0	0
15	Düz	0	0

16	Kıvırcık	0	0
17	Kel	0	0
18	Koyu	100	100
19	Gri	0	0
20	Sarışın	0	0
21	Kel	0	0
22	Kırıksız	100	100
23	Kırıık	0	0
24	Gözlüksüz	100	100
25	Gözlüklü	0	0
26	Sakalsız	100	100
27	Sakallı	0	0
28	Çok sakallı	0	0
29	Keçi sakal	0	0
30	Kirli sakal	0	0
31	Lincoln sakal	0	0
32	Çizgi sakal	0	0
33	Bıyksız	100	100
34	Bıyıklı	0	0
35	Çizgi	0	0
36	Aşağı inen	0	0
37	Az bıyıklı	0	0

38	Eşit	100	100
39	Alt dudak	0	0
40	Üst dudak	0	0
41	Gömülü	0	0
42	Normal	100	100
43	Badem	25	25
44	Eğilmiş	0	0
45	Normal	75	75
46	Uykulu	0	0
47	Yuvarlak	0	0
48	Çizgi	0	0
49	Normal	100	100
50	Çekik 1	0	0
51	Çekik 2	0	0
52	Çok çekik	0	0
53	Normal	100	100
54	Torbalı	25	100
55	Normal	75	0
56	Keskin	50	25
57	Normal	50	75
58	Küçük	25	0
59	Normal	75	100

60	Koyu	75	75
61	Açık	0	0
62	Çok koyu değil	25	25
63	Kalın	0	0
64	İnce	0	0
65	Normal	100	100
66	Birleşik	0	0
67	Normal	100	100
68	Hemen üstünde	0	0
69	Normal	100	100
70	Çok üstünde	0	0
71	Aşağıdan yukarıya doğru	0	0
72	Normal	100	100
73	Yukarıdan aşağıya doğru	0	0
74	Dar	25	0
75	Normal	75	50
76	Geniş	0	50
77	Yakın	0	0
78	Normal	100	100
79	Uzak	0	0
80	Görülebilir	75	25
81	Belirgin	0	0

82	Görülmez	25	75
83	Kısa	0	0
84	Normal	100	100
85	Uzun	0	0
86	Uzun	0	0
87	Normal	100	50
88	Kısa	0	50
89	Normal	100	100
90	Kırık	0	0
91	Yukarı bakan	0	0
92	Normal	100	100
93	Aşağı bakan	0	0
94	Küçük	0	0
95	Normal	100	75
96	Büyük	0	25
97	Dar	25	0
98	Normal	75	75
99	Geniş	0	25
100	Küçük	25	25
101	Normal	75	50
102	Kiraz	0	25
103	Büyük	0	0

104	Kısa	0	0
105	Normal	100	75
106	Uzun	0	25
107	Asimetrik	0	25
108	Simetrik	100	75
109	Kapalı	0	100
110	Açık	0	0
111	Üst diş	100	0
112	Tüm dişler	0	0
113	Gülümsüyor	100	75
114	Yok	0	25
115	Normal	25	0
116	Dolgun	75	75
117	Çökük	0	0
118	Keskin	0	25
119	Kısa	0	25
120	Normal	100	75
121	Uzun	0	0
122	Yok	0	50
123	Normal	100	25
124	Hindi boyunlu	0	0
125	Yok	100	100

126	Çilli/Benli	0	0
127	Dikiş izli	0	0
128	Yaralı	0	0
129	Küçük	0	0
130	Normal	100	100
131	Büyük	0	0
132	Kepçe	0	0
133	Normal	75	75
134	Yapışık	25	25

---

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad: Gizem İrem Kozan**

**Doğum Yeri ve Tarihi: İzmit 11.02.1988**

**E-Posta: gizemiremkozan@hotmail.com**

**Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektronik Mühendisliği**

## TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- Akgul, T.; **Kozan, G.** ve Ulug, U. (2012). Baskın Yüz Niteliklerinin Elde Edilmesine Yönelik Uygulama. 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU).