

## Yüz Tanıma Sistemlerinde Kullanılan ESA, YGH-DVM ve DSA Algoritmalarının Performans Testleri

Faruk AYATA<sup>1\*</sup>, Hayati ÇAVUŞ<sup>2</sup>

<sup>\*1</sup> Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Başkale Meslek Yüksekokulu, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

<sup>2</sup> BÖTE, Eğitim Fakültesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

<sup>\*1</sup> farukayata@yyu.edu.tr, <sup>2</sup> hayatiicavus@gmail.com

(Geliş/Received: 20/12/2021;

Kabul/Accepted: 03/02/2022)

**Öz:** Yüz tanıma sistemleri, kriminoloji, güvenlik sistemleri gibi görüntü içeren alanlarda veriyi işlemek için görüntü işleme, makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları kullanılmaktadır. Yüz tanıma sistemlerinde sıklıkla kullanılan makine öğrenmesi, bireyleri ayırt etmek için temelde YSA (Yapay Sinir Ağları) olan teknikleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada makine öğrenmesi tekniklerinden; ESA (Evrişimsel Sinir Ağları), YGH-DVM (Yönelimli Gradyan Histogramı - Destek Vektör Makineleri) ve DSA (Derin Sinir Ağları) yöntemleri kullanılarak FEI, CelebA ve Aile yüz veri seti üzerinde analizler yapılmıştır. Bu testler sonucunda ESA yöntemi ile; FEI Veri Setinde %98.86, CelebA Veri Setinde %99.89, Aile Veri Setinde ise %100, YGH-DVM yöntemi ile; FEI Veri Setinde %97.71, CelebA Veri Setinde %97.75, Aile Veri Setinde ise %95.67, DSA yöntemi ile de; FEI Veri Setinde %97.61, CelebA Veri Setinde %95.79, Aile Veri Setinde ise %91.83 başarılı yüz bulma tahminine ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yüz Tanıma, Evrişimsel Sinir Ağları, Derin Sinir Ağları, Aile Yüz Veri Seti.

### Performance Tests of ESA, YGH-DVM and DSA Algorithms Used in Face Recognition Systems

**Abstract:** Image processing, machine learning and deep learning algorithms are used to process data in fields such as face recognition systems, criminology, security systems. Machine learning, which is frequently used in face recognition systems, uses techniques based on ANN (Artificial Neural Networks) to distinguish individuals. In this study, one of the machine learning techniques; Analyzes were performed on FEI, CelebA and Aile face dataset using ESA (Convolutional Neural Networks), YGH-DVM (Directional Gradient Histogram - Support Vector Machines) and DSA (Deep Neural Networks) methods. As a result of these tests, with the ESA method; 98.86% in FEI Data Set, 99.89% in CelebA Data Set, 100% in Family Data Set, with YGH-DVM method; 97.71% in FEI Data Set, 97.75% in CelebA Data Set, 95.67% in Family Data Set, and with DSA method; In the FEI Data Set 97.61%, in CelebA Data Set 95.79%, in Family Data Set 91.83% successful face detection estimates were reached.

**Key words:** Face Recognition, Convolutional Neural Networks, Deep Neural Networks, Family Face Data Set.

### 1. Giriş

Görüntü işleme alanı; dijital görüntü işleme, yüz tanıma, nesne tanıma, desen tanıma, kod tanıma ve optik karakter tanıma gibi teknolojileri barındırmaktadır [3]. Bu teknolojilerden yüz tanıma; güvenlik sistemlerinde, personel, üye ve öğrenci takip sistemlerinde, geçiş kontrollerinde, kayıp ve ya aranan bireylerin bulunmasında kullanılabilir.

Son birkaç yılda, yüz tanıma ve kişi tanımlama sistemleri, güvenlik endişesi nedeniyle birçok araştırmacıyı cezbetmektedir; bu nedenle, birçok ilginç ve faydalı araştırma gösterileri ve ticari uygulamalar geliştirilmiştir. Herhangi bir yüz tanıma veya görme temelli kişi tanımlama sisteminin ilk adımı, yüzün görüntüdeki yerini belirlemektir. Olası yüzün yerini belirledikten sonra araştırmacılar, yüzü doğru bir şekilde tespit etmek için yüz özelliklerini (gözler, burun, burun delikleri, kaşlar, ağızlar, sıçramalar vb.) algılama yöntemini kullanır [26]. Yüz tanıma veya kişi tanımlama sistemleri, bir giriş yüz görüntüsünü veya görüntü özelliklerini bilinen bir yüz veri tabanı ile karşılaştırır ve buna göre bir sonuç geri gönderir.

Görüntüleri bilgisayarda işleyebilen birçok algoritma mevcuttur. Bu algoritmalar, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve YSA başlıkları altında toplanmaktadır. Bu algoritmaların uygulamadaki başarı oranları çok yüksek

\* Sorumlu yazar: [farukayata@yyu.edu.tr](mailto:farukayata@yyu.edu.tr). Yazarların ORCID Numarası: <sup>1</sup> 0000-0003-2403-3192, <sup>2</sup> 0000-0001-5602-5221

değildir, çünkü kameranın açısı, aydınlatma, poz ve yüz ifadesi gibi değişkenler yüzün tanınmasında zorluklar çıkarabilir [24]. Yüksek başarı oranının elde edilmek istenildiği durumlarda YSA tabanlı sınıflandırma algoritmalarının tercih edilmesi daha doğru olacaktır [17]. YSA insan beyninin çalışma sisteminin taklit edilmesiyle ortaya çıkmış ve 1980-2000 yılları arasında büyük başarı sağlamış bir yöntemdir [7]. YSA'ların geliştirilerek daha iyi bir beyin modellenme amacına sahip, gizli katman sayısının artırıldığı, mimarileri DSA olarak adlandırılmaktadır. ESA ise daha çok görüntü içeren verilerin sınıflandırılmasında kullanılan YSA tabanlı bir yöntemdir. ESA temelde, ham olarak verilen görüntünün hangi görüntü sınıfına ait olduğu ya da o görüntüyü tanımlayan en iyi sınıf olasılığının çıkartılması işlemini yapar [2].

İmgelerden öznitelik çıkarmak için sıklıkla kullanılan bir özellik tanımlayıcısı olan YGH, bir görüntü algılama penceresinin veya ilgilenilen bölgenin lokalize bölümlerinde gradyan oryantasyonunun oluşumlarını sayarak özellik çıkarımı yapmaktadır [13-18]. Çıkarılan öz nitelikleri kullanarak sınıflandırma yapabilen birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerden DVM, iki sınıfa ait verileri en uygun şekilde birbirinden ayırmada kullanılır. Bu ayırma işlemini hiper düzlemler ile yapar. İki gruba da en yakın noktalar üzerinden paralel çizgiler çizilir ve bu çizgileri birbirine yaklaştırarak ortak tek bir sınır çizgisi çizilerek veriler sınıflandırılır [23].

## 2. Literatür Taraması

Tek bir görüntüden veya bir görüntü dizisinden yüz algılama; poz, boyut, yön, renk, ifade ve aydınlatma koşullarındaki değişkenlik nedeniyle zor bir iştir. İnsan yüzlerinin bulunduğu görüntülerden bilgi alan tam otomatik bir sistem oluşturmak ve insan yüzlerini algılamak oldukça zor bir süreçtir [11]. Yüz tanıma için birçok yaklaşım vardır. Yüz algılama araştırmacıları, yüz algılama çalışmasını dört kategoride özetlediler: şablon eşleştirme yaklaşımları, özellik değişmez yaklaşımlar, görünüme dayalı yaklaşımlar ve bilgiye dayalı yaklaşımlar [26]. Aşağıda yüz bulma ve tanıma alanındaki geçmişte gelecek vaat eden birkaç çalışma özetlemektedir.

Ayata ve ark. (2020), ESA kullanarak yüz tanıma işlemini gerçekleştirip istemediğiniz kişilerin kişisel bilgisayarınızı kullanmasını kısıtlayan ve bu kısıtlamaya ek olarak kişisel bilgisayarınızı kullanmak isteyen kişinin fotoğrafını çekerek bu fotoğrafı sistemde daha önce tanımlanmış olan ve bilgisayar sahibine ait cep telefonuna mesaj olarak gönderen bir uygulama geliştirmişlerdir. Testler sonucunda en kötü açı ve ışık değerinde % 76.31 ve en iyi açı ve ışık değerinde de %99.15 başarı sağlanmışlardır. Geliştirdikleri sistem ile ESA yöntemini yüz tanımadaki kişisel bilgisayarların güvenliğini arttırmışlardır [4].

Vinay ve ark. (2017), yaptıkları çalışma iki basit ama etkili ESA mimarisi kullanarak yüz tanıma işlemi yapmaktadır. Her iki mimaride de gabor ve frangi filtrelerini, veri seti olarak CMU, Grimace, Yale, Face 95 ve FEI kullanmışlardır. Analiz sonucunda veri setlerine göre başarı oranının %90 ile %100 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Görüntülerden yüzleri tanıma noktasında ESA yönteminin ne kadar etkili olduğunu ortaya koymuşlardır [25].

Coşkun ve ark. (2017), geliştirdikleri sistemde ESA katmanlarından ikisine iki normalleştirme işlemi ekleyerek yeni bir mimari önermişlerdir. Bu mimari sayesinde ağırlık hızlanmasını sağlamışlardır. Ayrıca yüzleri sınıflandırmak için softmax sınıflandırıcı kullanmışlar ve test için Georgia veri seti kullanarak analiz sonuçlarında yüksek başarı oranı elde ettiklerini belirtmişlerdir. Geliştirdikleri sistemle yüz tanıma işlemlerindeki zamansal probleme çözüm üretmişlerdir.

Tanrıverdi (2017), öğretmenlerin akıllı cihazlarına yükleyebileceği otomatik yüz bulma ve tanıma işlemi gerçekleştirebilen bir sistem geliştirmiştir. Yüz tanıma işlemi için ÖYYTS (Özyüz Yaklaşımıyla Yüz Tanıma Sistemleri), FYYTS (Fisher Yaklaşımıyla Yüz Tanıma Sistemleri) ve YİDYTS (Yerel İkili Desen Yüz Tanıma Sistemleri) tekniklerini kullanmıştır. Analizler sonucunda yüz tanıma başarı oranını %84.81 bulmuştur. Geliştirdikleri sistem ile sınıflardaki manuel yoklama sisteminde karşılaşılabilecek sorunları ortadan kaldıracaklarını belirtmişlerdir [20].

Holat (2016), yüz tanıma için tasarladığı gerçek zamanlı sistemde PCA (Temel Bileşen Analizi), LDA (Doğrusal Ayraç Analizi) ve LBP (Yerel İkili Örüntü) yüz tanıma yöntemlerini kullanmıştır. Geliştirdiği sistemde yüz bölgesinin tespiti için Adaboost algoritması ve testler içinde Yale veri seti kullanmıştır. Analizler sonucunda yüz tanıma işleminde %91'e yakın başarı oranı elde ettiğini belirtmiştir [12].

Bayrakdar ve ark. (2016), yüz eylemlerini algılayarak sınıflandıracak otomatik bir yüz ifade analiz sistemi önermişlerdir. Çalışmalarında 150'nin üzerinde eylem birimini ya da kombinasyonunu kullanan 24 farklı denek ile 1100'den fazla görüntü dizisi içeren bir veritabanı oluşturmuşlar ve görüntülerdeki yüz eylemlerini sınıflandırmak için üç farklı yaklaşımı karşılaştırmışlardır: gri-seviye görüntülerin temel bileşenler tabanlı bütüncül mekânsal analizi (holistic spatial analysis based on principal components of gray level images), kırışıklıklar gibi yerel görüntü özelliklerinin kesin ölçümü (explicit measurement of local image features such as wrinkles) ve hareket akışı alanları ile şablon eşleştirme (template matching with motion flow fields). Sonuç olarak

bu metotlar ile 6 farklı eylem birimi ve 20 denek içeren bir veri seti üzerinde, sırasıyla %89, %57 ve %85 başarımla elde etmişlerdir. Bu üç metodu birlikte kullandıklarının da ise performansı %92'lere kadar çıkarmayı başarmışlardır [5].

Güzel Turhan, (2014) yüz tanıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan TBA tabanlı yöntemi geliştirerek sınıf bazında yeni bir TBA yaklaşımı sunmuştur. Geliştirdiği sistem Java platformunda çalışmakta olup video görüntüleri üzerinde tanıma işlemini gerçekleştirmiştir. Analizler sonucunda önerilen sistemin var olan klasik sistemlere oranla daha başarılı olduğu göstermiştir. %87.03 başarılı tanıma oranı elde etmiştir.

Farahani ve ark. (2013), farklı yaş gruplarındaki göz ve ağız özelliklerinden duygu tanınması için bulanık tabanlı yeni bir yöntem sunmuşlardır. Farklı renk alanlarının birleşiminden gözleri ve ağız algılandıktan sonra bulanık analizleri için dört parametre seçmişlerdir. Bu parametreler gözün açık olması, ağzın açık olması, göz açıklık/genişlik oranı ve ağız genişliği olarak belirlemişlerdir. Daha sonra bulanık mantık çıkarım yöntemlerinden biri olan Mamdani yöntemi kullanılarak yüz özellikleri ve onların duygu uzayındaki karşılıklarını kodlamışlardır. Bu yöntem ile Ebner'in yüz ifadesi veritabanı üzerinde ortalama %78.8 doğruluk oranı elde etmişlerdir. Ayrıca önerilen yöntemi, Cohn- Kanade veritabanını kullanılan Yerel İkili Örüntü (LBP- Local Binary Pattern), DVM, AdaBoost ve Yükseltilmiş LBP (Boosted-LBP) ile karşılaştırmışlardır. Mutluluk, korku ve üzüntü ifadeleri için en iyi sonuçlar önerilen yöntemde elde edilmesine rağmen normal ve iğrenme ifadeleri için sonuçlar diğer yöntemlere kıyasla daha düşük kaldığını belirtmişlerdir [9].

Taşova (2011), yaptığı çalışmada görüntüdeki eğim değeri kullanılarak öznitelik çıkarımı yapmıştır. Daha sonra elde edilen öznitelikler YSA kullanılarak yüz tanıma işlemini gerçekleştirmiştir. Çalışmanın testleri için iki farklı veri tabanı kullanmıştır ve 10 kişilik veri tabanında %98.15'lik bir başarı oranı elde etmiştir. İnsan yüzündeki çok sayıda belirgin noktayı YSA'yı beslemek için birer özellik olarak kullanıp başarılı sonuçlar elde etmiştir [21].

Erdoğan (2010), yüz tanıma işleminde temel iki yöntem olan Özyüz ve Fisher yüz algoritmalarını inceleyerek kıyaslama işlemi yapmıştır. Analizler sonucunda Fisher yüz tanıma algoritmasının, Özyüz tanıma algoritmasına karşın daha başarılı olduğunu belirtmiştir [8].

Özbudak, (2009) görünüş tabanlı yöntem kullanarak cinsiyete göre sınıflandırma işlemini gerçekleştirmiştir. Sınıflandırma işlemi için Fisher Lineer Ayırıştırma (FLA) ve KYK algoritmalarını kullanmıştır. Analiz sonucunda FLA'nın %7 ve KYK'nın ise %9 hata oranıyla sınıflandırma yaptığını belirtmiştir. Buna göre cinsiyet sınıflandırmada FLA'nın KYK'ya göre daha iyi başarımla gösterdiğini ayrıca cinsiyet ayırımında yüz organlarından burunun etkin bir rol aldığını belirtmişlerdir [16].

### 3. Veri Setleri

#### 3.1 FEI veri seti

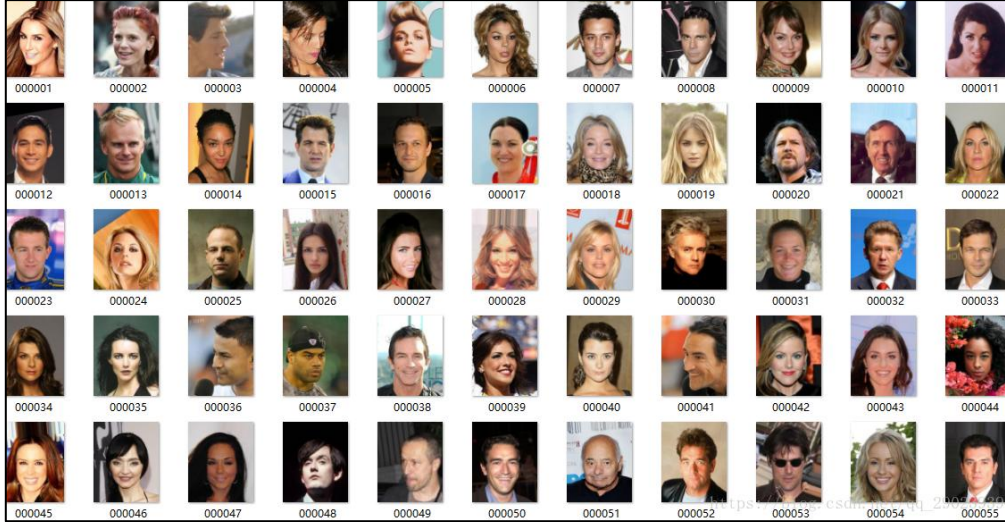
Brezilya'daki FEI Yapay Zekâ Laboratuvarı'nda Haziran 2005 ile Mart 2006 arasında 19-40 yaşlar aralığındaki öğrenciler ve personel tarafından farklı görünüm, saç modeli ve aksesuarlar tercih edilerek çekilmiş bir dizi yüz görüntüsü içeren Brezilyalı yüz veri tabanıdır. FEI yüz veri tabanında 200 kişinin 14 farklı poz ve ışık değerinden oluşan, toplamda 2800, yüz görüntüsü bulunmaktadır. Her görüntünün orijinal boyutu 640x480 pikseldir (Şekil 1).



Şekil 1. FEI veri setinden bir kesit

### 3.2 CeleBA veri seti

Bu veri seti 40 öznitelik ek açıklaması olan, 200.000'den fazla ünlü resmine sahip, büyük ölçekli bir yüz veri setidir. 10.177 bireyin sarı saç, gülümseme, keçasakalı ve gözlük gibi çeşitli özellikleri vardır [14]. Her görüntünün boyutu 178x218 olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Çalışmada bu veri setinin bir kısmı kullanılmıştır.



Şekil 2. CeleBA veri setinden bir kesit

### 3.3 Aile yüz veri seti

Aile yüz veri seti; 39 çekirdek ailedeki bireylerin, çoğunluğu biyometrik resim (kimlik, pasaport ve ehliyet gibi belgelerde kullanılan, en az 600dpi olacak şekilde yüksek kaliteye sahip, arka fonu beyaz ve başka objelerden arındırılmış vesikalık fotoğraf türü) olan, yüz görüntülerinden oluşmaktadır. Bu veri setinde her ailenin 4-9 arasında değişen bireylerinin yüz görüntüleri bulunmaktadır (Şekil 3). Toplam yüz görüntü sayısı 208'dur. Bu veri seti ilk kez tarafımızca oluşturulmuştur.



Şekil 3. Aile yüz veri setinden örnek bir aile

## 4. Metot

### 4.1 YGH-DVM yöntemi

Bu yöntemde özellik çıkarıcı olarak YGH, sınıflandırıcı olarak da DVM kullanılmıştır. YGH özellik çıkarıcısında degradelerin ( $x$  ve  $y$  türevleri) yönlerinin dağılımı özellik olarak kullanılır. Degradelerin büyüklüğü kenarlarda ve köşelerde (ani yoğunluk değişimlerinin olduğu bölgeler) büyük olduğundan nesnenin şekli hakkında daha çok bilgi içermektedir [15]. YGH'ların, bloklar ve hücrelerden oluşan, resimlerin sıkıştırılmış ve kodlanmış halleri olduğu söylenebilir. Her pikselin parlaklık yoğunluğu ve yönleri hakkında bilgi içerirler.

DVM'ler iki sınıfa ait verileri en uygun şekilde birbirinden ayırmak için kullanılan bir makine öğrenimi algoritmasıdır. Bu ayırma işlemini hiper düzlemler ile yapar. İki gruba da en yakın noktalar üzerinden paralel çizgiler çizilir ve bu çizgileri birbirine yaklaştırarak ortak tek bir sınır çizgisi çizilir [23].

YGH algoritmasından gelen özellik vektörü, DVM modelinde her bir etiketle giriş vektörü için bir eşleşme puanı belirlemek için kullanılır. DVM, eğitim verisi içerisinde en yakın eşleşmeye ait maksimum puanlı etiketi döndürür [22-19].

YGH-DVM yöntemi uygulanan görüntüdeki yüzün tespiti için hazırlanan programın Pseudo kodu aşağıda verilmiştir.

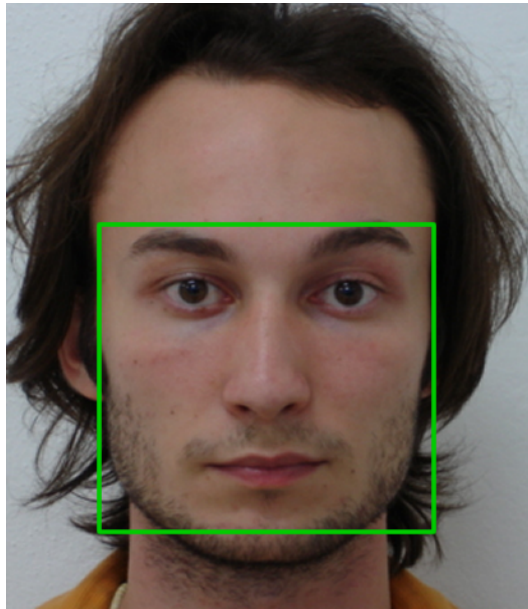
### **Sözde Kod**

**Giriş:** images [ ] All images of the FEI data set

**Çıkış:** Coordinate points (x,y) of the face rectangle and predicted face points

1. Predictor = Load predictor library from dlib(shabe predictor)
2. Face\_detector = Load detector library from frontal\_face\_detection model
3. images [ ] FEI dataset images
4. For j in images [ ] do:
5.     image = get j<sup>th</sup> image from images dataset
6.     image = resize image
7.     gray = convert image to gray mode
8.     face\_hog = detect faces of the gray
9.     for i in face\_hog do:
10.         x,y,w,h get coordinates of the i<sup>th</sup> face
11.         draw rectangle according to face coordinate x,y,w,h
12.         shape = predict face object point via dlib predictor function
13.         for (x,y) in shape do:
14.             generated\_image = draw object of the face
15. return generated\_image

YGH-DVM yöntemi uygulanan görüntüdeki yüzün tespiti Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. YGH-DVM yöntemi ile yüzün tespiti

## **4.2 DSA yöntemi**

DSA, büyük eğitim verilerini işleyebilen ve çok sayıda gizli katmana sahip olan makine öğrenme modelleri ile çalıştığı için çok daha faydalı özellikleri öğrenebilir, sınıflandırabilir ve tahmin doğruluğunu artırabilir.

DSA yöntemi uygulanan görüntüdeki yüzün tespiti için hazırlanan programın Pseudo kodu aşağıda verilmiştir.

### **Sözde Kod**

**Giriş:** images [ ] All images of the FEI data set

**Çıkış:** Coordinate points (x,y) of the face rectangle and predicted face points

1. Predictor = load predictor library from dlib shape predictor
2. p = dnn\_protocal\_text
3. m = dnn\_model
4. face\_detector = load detector library from dnn according to p,m parameters
5. images [ ] = FEI dataset images
6. for j in images [ ] do:
7.     image = get j<sup>th</sup> image from images dataset
8.     gray = convert image to gray mode
9.     img\_height, img\_witdh = get image properties
10.    face\_dnn = detect face of the gray
11.    for i in face\_dnn do:
12.     prediction\_score = get face score of the i<sup>th</sup> faces
13.     if prediction\_score < 0.6 then
14.        contiuue
15.     draw rectangle according to face coordinate
16.     shape = predict face object point via dlib predictor function
17.     for (x,y) in shape do:
18.        generated\_image = draw object of the face
19. return generated\_image

DSA yöntemi uygulanan görüntüdeki yüzün tespiti Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5. DSA yöntemi ile yüzün tespiti

### **4.3 ESA yöntemi**

Eğitilebilen birçok katmandan oluşan ve bu sayede yüksek miktarda öznetelik üretebilen, ileri beslemeli, ESA mimarisi, derin öğrenmeye göre daha hızlı öğrenir. Çünkü derin öğrenmede girdi boyutu nedeniyle bağlantı büyüklüğü artar ve bu da yavaş öğrenmeye sebep olur ama ESA yapısında eğitim verisinin az tutulması ile bu dezavantaj ortadan kaldırılır [1-6-10].

ESA yöntemi uygulanan görüntüdeki yüzün tespiti için hazırlanan programın Pseudo kodu aşağıda verilmiştir.

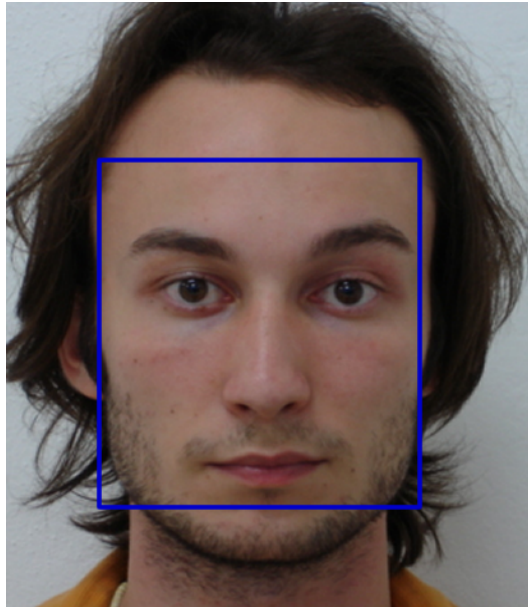
### **Sözde Kod**

**Giriş:** images [ ] All images of the FEI data set

**Çıkış:** Coordinate points (x,y) of the face rectangle and predicted face points

1. Predictor = Load predictor library from dlib(shabe predictor)
2. Face\_detector= Load detector library from cnn\_face\_detection model
3. images [ ] FEI dataset images
4. For j in images[ ] do:
5.     image = get j<sup>th</sup> image from images dataset
6.     image = resize image
7.     gray = convert image to gray mode
8.     face\_cnn = detect faces of the gray
9.     for i in face\_cnn do:
10.         x,y,w,h get coordinates of the i<sup>th</sup> face
11.         draw rectangle according to face coordinate x,y,w,h
12.         shape = predict face object point via dlib predictor function
13.         for (x,y) in shape do:
14.             generated\_image = draw object of the face
15. return generated\_image

ESA yöntemi uygulanan görüntüdeki yüzün tespiti Şekil 6’da gösterilmiştir.



**Şekil 6.** ESA yöntemi ile yüzün tespiti

#### **4.4 Kullanılan başarımlı ölçüm yöntemi**

Hazırlanan modelin başarısını ölçmek için Accuracy metriği kullanılmıştır. Accuracy değeri modelde doğru tahmin edilen alanların toplam veri değerine oranı ile hesaplanmaktadır (Denklemler 1). Çalışmada FEI ve CelebA veri setlerinde 2800, Aile veri setinde ise 208 adet görüntü bulunmaktadır.

$$\text{Doğruluk Oranı} = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (1)$$

## 5. Bulgular

Yapılan çalışma kapsamında farklı veri setleri üzerinde yüzleri bulmak için ESA, DSA, YGH-DVM teknikleri kullanılmıştır. Bu teknikler kullanılarak veri setleri üzerinde yapılan testlerin sonuçları Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4.'te gösterilmiştir.

**Tablo 1.** ESA yöntemiyle FEI, CelebA ve Aile Yüz veri setleri üzerinde yapılan test sonuçları

	ESA B.O	Zaman Değerleri
FEI Veri Seti	98,86	03:22:20
CelebA Veri Seti	99,89	01:40:01
Aile Yüz Veri Seti	100,00	00:07:19

ESA yöntemi; FEI, CelebA ve Aile veri setlerine uygulanarak Tablo 1'de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek başarımın Aile veri seti üzerinde elde edildiği görülmektedir.

**Tablo 2.** DSA yöntemiyle FEI, CelebA ve Aile Yüz veri setleri üzerinde yapılan test sonuçları

	DSA B.O.	Zaman Değerleri
FEI Veri Seti	97,61	00:10:33
CelebA Veri Seti	95,79	00:03:41
Aile Yüz Veri Seti	91,83	00:00:35

DSA yöntemi; FEI, CelebA ve Aile veri setlerine uygulanarak Tablo 2'de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek başarımın FEI veri seti üzerinde elde edildiği görülmektedir.

**Tablo 3.** YGH-DVM yöntemiyle FEI, CelebA ve Aile Yüz veri setleri üzerinde yapılan test sonuçları

	YGH-DVM B.O.	Zaman Değerleri
FEI Veri Seti	97,71	00:13:40
CelebA Veri Seti	97,75	00:01:23
Aile Yüz Veri Seti	95,67	00:00:28

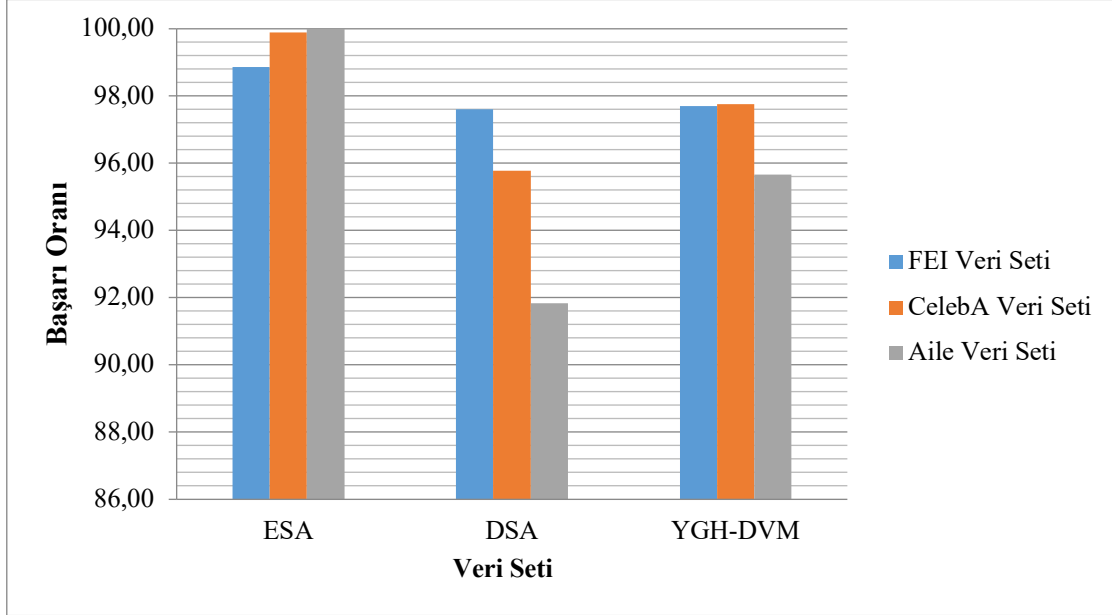
YGH-DVM yöntemi; FEI, CelebA ve Aile veri setlerine uygulanarak Tablo 3'te gösterilen sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek başarımın CelebA veri seti üzerinde elde edildiği görülmektedir.

**Tablo 4.** Uygulanan yöntemlerin FEI, CelebA ve Aile Yüz veri setlerine göre başarı oranları

		ESA	DSA	YGH-DVM
FEI Veri Seti	Toplam Başarı	2768	2733	2736
	Başarı Oranı	98,86	97,61	97,71
	Zaman Değeri	03:22:20	00:10:33	00:13:40
CelebA Veri Seti	Toplam Başarı	2797	2682	2737
	Başarı Oranı	99,89	95,79	97,75
	Zaman Değeri	01:40:01	00:03:41	00:01:23
Aile Yüz Veri Seti	Toplam Başarı	208	191	199
	Başarı Oranı	100,00	91,83	95,67
	Zaman Değeri	00:07:19	00:00:35	00:00:28



Yüz tahmin yöntemlerini karşılaştırma adına yapan bu çalışmanın analiz sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir. Başarı oranları incelendiğinde en yüksek başarının ESA tekniğiyle Aile Yüz veri setinde ama zamansal başarıya bakıldığında ise YGH-DVM tekniğiyle Aile Yüz veri setinde elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlara dayanarak hazırlanan başarı oran grafiği de Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Uygulanan yöntemlerin veri setlerine göre başarı oran grafiği

## 6. Sonuçlar

Bu çalışmada makine öğrenmesi tekniklerinden ESA, DSA ve YGH-DVM yöntemlerinin yüz tahmin performansları kıyaslanmıştır. Analizler için FEI, CelebA ve tarafımızca hazırlanmış olan Aile Yüz veri setleri kullanılmıştır.

Tablo 4.4'te gösterilen analiz sonuçları incelendiğinde; ESA yöntemi ile; FEI Veri Setinde %98.86, CelebA Veri Setinde %99.89, Aile Veri Setinde ise %100, YGH-DVM yöntemi ile; FEI Veri Setinde %97.71, CelebA Veri Setinde %97.75, Aile Veri Setinde ise %95.67, DSA yöntemi ile de; FEI Veri Setinde %97.61, CelebA Veri Setinde %95.79, Aile Veri Setinde ise %91.83 başarılı yüz bulma tahminine ulaşılmıştır. En yüksek başarı oranını ESA yöntemi ile, %100 başarılı tahmin ile, Aile Yüz veri seti kullanılarak elde edilmiştir. Diğer yöntemlerin ESA yöntemi kadar başarılı yüz tahmini yapamadığı ama zamansal anlamda ESA yönteminden daha başarılı oldukları görülmüştür.

Yüz tanıma sistemleri üzerinde çalışma yapan Tanrıverdi [20] ve Holat [12] LBP yöntemi kullanarak sırasıyla %84.41 ve %91 başarı elde etmişlerdir. Taşova [21], YSA kullanarak yaptığı çalışmada 10 kişilik bir veri seti üzerinde yaptığı analiz sonuçlarına göre %98.15 başarılı yüz tahmini gerçekleştirmiştir. Farklı yöntemlerin ve veri setlerinin kullanılması başarı oranını etkilediği görülmektedir. Ayrıca Vinay ve ark. [25] ve Coşkun ve ark. 'nın [6] ESA yöntemi ile geliştirdikleri sistemlerde hem zamansal anlamda hem de başarı anlamında ilerleme kaydetmişlerdir. Bu sayede doğrudan görüntü üzerinde çalışan ESA yöntemin ne kadar etkili olduğunu göstermişlerdir.

## Kaynaklar

- [1] Akay, S., 2018. Facial Action Unit Detection In Videos Using Deep Neural Networks (Yüksek Lisans Tezi). BÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- [2] Akpınar, B., 2019. Görüntü Sınıflandırma İçin Derin Öğrenme İle Bayesçi Derin Öğrenme Yöntemlerinin Karşılaştırılması (Yüksek Lisans Tezi). AKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. Afyon.
- [3] Anonim-1., 2020. <http://www.prowmes.com/blog/makine-ogrenmesi/>. Erişim tarihi:09.04.2020.
- [4] Ayata, F., Çavuş, H., İnan, M., Seyyarer, E., Biçek, E., & Kına, E., 2020. Dostroajan: Facial Recognition Based System Input Control Agent. AJIT-e: Online Academic Journal of Information Technology, 11(40), 82–96.

- <https://doi.org/10.5824/ajite.2020.01.005.x>.
- [5] Bayrakdar, S., Akgün, D., & Yücedağ, İ., 2016. Yüz ifadelerinin otomatik analizi üzerine bir literatür çalışması A survey on automatic analysis of facial expressions. SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 20(2), 383–398.
- [6] Coşkun, M., Uçar, A., Yıldırım, Ö., & Demir, Y., 2017. Face Recognition Based on Convolutional Neural Network. 2017 International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES). <https://doi.org/10.13810/j.cnki.issn.1000-7210.2019.05.024>.
- [7] Doğan, G., 2010. Yapay Sinir Ağları Kullanarak Türkiye'deki Özel Bir sigorta şirketinde portföy Değerlendirmesi (Yüksek Lisans Tezi). HÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- [8] Erdoğan, A. Y., 2010. Yüz Tanımda Özyüz Ve Fisher Yüz Algoritmalarının İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- [9] Farahani, F. S., Sheikhan, M., & Farrokhi, A., 2013. A fuzzy approach for facial emotion recognition. 13th Iranian Conference on Fuzzy Systems, IFSC 2013, 1–4. <https://doi.org/10.1109/IFSC.2013.6675597>.
- [10] Haniççi, A., 2019. Evrimsel Sinir Ağları Kullanılarak Ekg Ve Yüz Tabanlı Biyometrik Tanıma (Yüksek Lisans Tezi). BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- [11] Hasanuzzaman, M. ve Ueno, H. (2007). Face and Gesture Recognition for Human-Robot Interaction. 10.5772/4836.
- [12] Holat, R., 2016. Yüz Bulma Ve Tanıma Sistemleri Kullanarak Kimlik Tespitinin Yapılması (Yüksek Lisans Tezi). DÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. Düzce.
- [13] Lai, C. Q. ve Teoh, S. S., 2016. An Efficient Method of HOG Feature Extraction Using Selective Histogram Bin and PCA Feature Reduction. Advances in Electrical and Computer Engineering. 16. 101-108. 10.4316/AECE.2016.04016.
- [14] Liu, S., Song, Z., Liu, G., Xu, C., Lu, H., ve Yan, S., 2012. Cross-Scenario Clothing Retrieval Via Parts Alignment And Auxiliary Set. In Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012 IEEE Conference on, pp. 3330–3337. IEEE, 2012.
- [15] Mallick, S., 2016. Anonim-6. <https://www.learnopencv.com/histogram-of-oriented-gradients/>. Erişim tarihi: 29.04.2020.
- [16] Özbudak, Ö., 2009. Yüz Resimlerinden Cinsiyet Tayini (Yüksek Lisans Tezi). İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- [17] Pişkin, M., 2020. Yüz Tanıma | Mesut Pişkin. <http://mesutpiskin.com/blog/yuz-tanima.html>. Erişim tarihi: 03.03.2020.
- [18] Singh, A., 2019. HOG Özellik Tanımlayıcısına Değerli Bir Giriş. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/09/feature-engineering-images-introduction-hog-feature-descriptor/>. Erişim Tarihi: 14.10.2020.
- [19] Soydaş, M., 2017. Anonim-8. <http://mehmetsoydas.com/2017/05/27/real-time-face-detection-recognition-YGH-features-svm/>. Erişim tarihi: 29.04.2020.
- [20] Tanrıverdi, M., 2017. Yüz Bulma Ve Tanıma Tabanlı Otomatik Sınıf Yoklama Yönetim Sistemi (Yüksek Lisans Tezi). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- [21] Taşova, O., 2011. Yapay Sinir Ağları İle Yüz Tanıma (Yüksek Lisans Tezi). DEÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- [22] Thaware, R., 2018. Anonim-7. <https://www.eeweb.com/profile/rajeevthaware/articles/real-time-face-detection-and-recognition-with-svm-and-YGH-features>. Erişim tarihi: 29.04.2020.
- [23] Ulgen, K., 2017. Anonim-10. <https://medium.com/@k.ulgen90/makine-ogrenimi-bolum-4-destek-vektor-makinelere-2f8010824054>. Erişim tarihi: 29.04.2020.
- [24] Varol, A., ve Cebe, B., 2011. Yüz Tanıma Algoritmaları Algorithms Of Face Recognition. 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium, September, 22–24.
- [25] Vinay, A., Reddy, D. N., Sharma, A. C., Daksha, S., Bhargav, N. S., Kiran, M. K., Murthy, K. N. B., & Natrajan, S., 2017. G-CNN and F-CNN: Two CNN Based Architectures For Face Recognition. Proceedings of the 2017 International Conference On Big Data Analytics and Computational Intelligence, ICBDAI 2017, 6, 23–28. <https://doi.org/10.1109/ICBDACI.2017.8070803>.
- [26] Yang, M.H., Hand Gesture Recognition and Face Detection in Images, Ph.D Thesis, University of Illinois, Urbana-Champaign, 2000.