

Yüz Tanıma Algoritmalarının Karşılaştırılması

Comparison of Face Recognition Algorithms

Melike GÜNAY
Bilgisayar Mühendisliği
İstanbul Kültür Üniversitesi
İstanbul, Türkiye
m.gunay@iku.edu.tr

Tolga ENSARİ
Bilgisayar Mühendisliği
İstanbul Üniversitesi
İstanbul, Türkiye
ensari@istanbul.edu.tr

Özetçe— Bu çalışmada yüz tanıma algoritmaları ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenmiş ve performans karşılaştırmaları sunulmuştur. Kullanılan yöntemler, k-en yakın komşuluk, Naive Bayes, temel bileşen analizi (TBA), k-ortalamları algoritmaları ile ilgili deneysel çalışmalar yapılarak ORL veri kümesindeki kullanımı ve performans karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan analizlerde, en başarılı sonucun k-en yakın komşuluk algoritmasının ve özyüzler ile yüz tanıma algoritmasının olduğu, en başarısız sonucun ise Naive Bayes algoritmasının olduğu görülmüştür. En başarılı sonucu aldığımız k-en yakın komşu algoritmasının başarısının temel bileşen analizi sonrasında %94'ten %91,5'e düştüğü görülmüştür. Naive Bayes algoritmasında ise bu farkın %7 olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler — Makine öğrenmesi; yüz tanıma; temel bileşen analizi (TBA); Naive Bayes; k-ortalamları; k- en yakın komşuluk.

Abstract—In this study, we analyze the algorithms that is used for face recognition and make performance comparison of two algorithms. The methods that is analyzed are k-nearest neighbors, Naive Bayes, eigenfaces, principle component analysis (PCA) and k-means are implemented on ORL face dataset. As a result of the analysis, k-nearest neighbors algorithm and eigenfaces algorithm are the most successful and Naive Bayes has the worst performance result. Performance of k-nearest neighborhood which is the most successful one is decreasing from %94 to %91.5 after the principle component analysis. In addition, the difference increases to %7 for Naive Bayes algorithm.

Keywords— Machine learning; face recognition; principle component analysis (PCA); Naive Bayes; k-means; k-nearest neighbor.

I. GİRİŞ

Yüz tanıma uygulamaları, günümüzde oldukça sık kullanılmaktadır ve önem taşımaktadır. Yüz tanıma uygulamaları kullanılarak birçok yeni yazılım ürünleri tasarlanmakta, sosyal güvenlik uygulamalarında, kişi aramalarında ve güvenlik sorgulamalarında buna ihtiyaç duyulmaktadır. Yüz tanıma işlemi yaygın olmasına ve üzerinde çok çalışılan bir alan olmasına rağmen, henüz istenilen sonuçlar elde edilebilmiş değildir. Çünkü bir kişinin yüzünü etkileyecek ışık miktarı, bakış açısı, çeşitli engeller

(gözlük, atkı, şapka vb.), zaman, yaşlanma, yüzde belirlenen

birden çok ifade, duygular kişilerin tanınmasında güçlükler sebeptir. Başarılı bir yüz tanıma modelinde, yüz çok boyutlu ve karmaşık yapısına rağmen, çekilen fotoğraflarda bulunan nesneler arasından yüz net bir şekilde belirlenebilmeli ve ışık açısı, renk farklılıkları, yüz üzerindeki ifade değişiklikleri gibi değişen şartlar altında dahi doğru kişi tahmin edilebilmelidir. Bu çalışmada, yüz tanıma yöntemleriyle ilgili yapılmış diğer çalışmalar incelenmiş olup, yüz tanıma algoritmaları adım adım denenerek örnekler ve sonuçlarla elde edilen bulgular sunulmuştur.

II. KONU İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Bledsoe [1], 1966 yılında yapılmış ilk yarı-otomatik yüz tanıma sistemidir. Bu sistem, hibrit bir insan-bilgisayar sistemi ile kullanılmış olup, fotoğraflar üzerinde ki özellikler el ile işaretlenmiş olup bilgisayara yüklenmiştir. Sınıflandırma parametreleri göz, burun, dudak noktalar arasındaki normalize edilmiş uzaklık ve oran değerleridir. Daha sonraki dönemlerde, klasik sınıflandırma yöntemleri ve özelliklerin kestirimiyle ilgili algoritmalar geliştirilmiştir.

Güncel çalışmalara bakılırsa, 2016 yılında A. Moeni [2] ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 2 farklı metod sunulmuştur. Bu metodlarda, kullandıkları veri tabanı gerçek dünyadan alınmış ve çeşitli yöntemlerle 3 boyutlu olarak yüz yapıları değiştirilerek oluşturulmuştur. Dolayısıyla, program giriş değerleri zorlaştırılmıştır. Orijinal fotoğraf, estetik geçirilmiş fotoğraf ve 3 boyutlu olarak değiştirilmiş fotoğraflardan veri tabanı oluşturma teknikleri sunulmuştur. Yine 2016 yılında yapılmış güncel bir çalışmada, yüz tanıma yeni bir yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır ve buna 'coupled auto-encoder networks' adı verilmiştir [3]. Bu çalışmada, giriş verileri hedeflenen yaş aralığında yaşlandırılıp gençleştirilerek 3 farklı yöntem geliştirilmiştir.

Konu ile ilgili araştırma yapıldığında hemen hemen her çalışmada kullanıldığı görülen yöntemler olduğu belirlenmiştir. İlk olarak, veri içerisinden veriyi analiz edilebilecek özelliklerin çıkarımı ve önemli etkisi olanlarının seçimi yapılacaktır. Daha sonra sınıflandırma algoritmaları ile

öğrenme gerçekleştirilmektedir. Sınıflandırma algoritmaları gözetimli, gözetimsiz veya yarı gözetimli olarak kullanılabilir. Birçok yüz tanıma çalışmasında, gözetimli öğrenme tercih edilmiştir. Yüz tanıma sistemleri için 3 farklı senaryo bulunmaktadır.

İlk senaryo, kontrollü bir ortamda çekilen fotoğraflarla yapılan çalışmalar üzerinedir, belirli ışık ve arka plan ayarlamalarıyla veri tabanı oluşturulmaktadır ve basit kenar tanımlama algoritmaları kullanılabilir. İkinci senaryo, renkli fotoğraflar üzerine çalışılan ve insan teni olup olmamasına göre, yüz şeklinin diğer nesnelerden ayrılmasını sağlayan senaryodur. Son senaryo ise video gibi hareketli nesneler ile tanımlama yapılan senaryodur.

Yüz tanımlama yöntemleri aşağıdaki kategorilere ayrılır:

- Bilgi Tabanlı Metotlar
- Özellik Tabanlı Metotlar
- Taslak Eşleştirme Metotları
- Görüntü Tabanlı Metotlar

Bu çalışmada, örnek veri tabanı üzerinden yukarıda bahsedilen 3. tip senaryo kullanılarak uygulanmış örnekler gösterilecek olup, sınıflandırma algoritmaları, Bilgi Tabanlı Metotlar ve Görüntü Tabanlı Metotlar kullanılarak örnekler verilmiştir.

Wenyi Zhao [4], yaptıkları çalışmada temel bileşen analizi ve doğrusal ayırım analizi metotlarını birlikte kullanarak yeni bir yaklaşımla başarı oranı yüksek bir metot üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada belirli bir kişiye ait yüzü bulmak yerine, birden çok nesnenin bulunduğu bir fotoğrafta insan yüzünü diğer nesnelerden otomatik olarak ayırt eden bir sistem üzerinde durulmuştur. Temel bileşen analizi ile gerçekleşen bir sistemin üzerinde doğrusal ayırım analizinin matematiksel modeli sunulmuş ve daha başarılı bir sistem elde edildiği ifade edilmiştir.

2004 yılında yapılan bir çalışmada ise iki boyutlu temel bileşen analizi yapılmıştır [5]. Bu çalışmada fotoğrafların tek boyutlu vektörler ile ifade edilmesinin yerine iki boyutlu vektör kullanımının yüz tanımda daha başarılı olduğu sonucu 3 farklı veri setinde uygulanarak elde edilmiştir. 2013 Yılında yapılmış bir başka çalışmada temel bileşen analizi ve doğrusal ayırım analizinin başarısı, zaman ve hafıza kullanımı alanlarında karşılaştırma yapılmıştır [6]. Bu çalışmada doğrusal ayırım algoritmasının, temel bileşen algoritmasına göre daha başarılı olduğu analiz edilmiştir. Temel bileşen analizinin fotoğrafta ki ışıklandırma iyi olduğu zamanlarda başarılı çalıştığı ve doğrusal ayırım analizinin ise yüz ifadeleri üzerinde sınıflandırmada başarılı olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada temel bileşen analizinin çalışma zamanı açısından da düşük performans gösterdiği bildirilmiştir. Yi-Shin Liu ve ekibi yine benzer bir çalışma yaparak 4 farklı yüz tanıma algoritmasını karşılaştırmış ve bu algoritmaların yanı sıra oylama algoritması adında yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir [7]. İçerisinde 1815 yüz verisi bulunan büyük bir veri seti kullanarak emel bileşen analizinin ve doğrusal

ayırım analizinin en iyi sonuçları verdiği ifade edilmiştir.

2007 Yılında Adler A. ve Schuckers ME farklı bir çalışma yaparak, otomatik yüz tanıma sistemini, gönüllü insanların farklı açıdan çekilmiş yüz fotoğraflarına bakarak doğru eşleştirme yapıp yapamadığından çıkan sonuca göre karşılaştırmıştır [8]. Yapılan karşılaştırma sonucunda insanların yaptığı analiz, 2006 yılının en iyi otomatik yüz tanıma sisteminin yaptığı analize göre %29,2 daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Bir başka algoritma karşılaştırma çalışması ise 2012 yılında yapılmıştır [9]. Bu çalışmanın özelliği 110 kişiden oluşan bir maske veri kümesinin oluşturulması ve bu veri kümesi üzerinde yüz tanıma algoritmalarının performansının ölçülmesidir. Bu çalışmanın sonucunda, oluşturulan veri kümesi üzerinde en başarılı analiz destek vektör makinesi tarafından elde edildiği öğrenilmiştir.

III. KULLANILAN YÖNTEMLER

Bu çalışmada, ORL [10] yüz veri kümesi kullanılmıştır. Bu veri kümesinde, 40 farklı kişiye ait 10 farklı açıdan çekilmiş toplam 400 fotoğraf bulunmaktadır. Aynı kişiye ait 10 fotoğraf farklı ışıklandırma, farklı yüz ifadeleri ile farklı zamanlarda çekilerek oluşturulmuştur. Fotoğraflar, PGM formatında ve 92×112 piksel boyutlarındadır. Çalışmamızdaki ilk adım öğrenme ve test veri setlerini ayırmaktır. Her kişiye ait 5 fotoğrafı test kümesi, diğer 5 fotoğrafı ise öğrenme kümesi sıralı olmayacak şekilde MATLAB programı kullanılarak ayrılmıştır.

A. Temel Bileşen Analizi (TBA) ile Boyut Azaltma

TBA, veri işlemleri sırasında verinin boyutunun azaltılması için kullanılır. Böylelikle, sınıflandırma veya öğrenme gibi işlemler daha hızlı bir şekilde yapılabilir. Boyut azaltma sırasında, değişikliği yüksek tutarak veri kaybını en aza indirmek önemlidir. TBA ile bileşenler arasındaki ilişki ve bileşenler tutulur, böylelikle boyutu azaltılmış veri geri döndürülebilir. Bu yöntem, kovaryans matrisi kullanılarak uygulanmaktadır. Şekil 1'de veri kümesinden orijinal bir fotoğraf ve TBA ile boyutu azaltılmış şekli verilmiştir.



Şekil 1. PCA ile boyutu azaltılmış ve orijinal fotoğraf

B. K-NN ve Naive Bayes Sınıflandırma Yöntemleri ile Yüz Tanıma

Bu bölümde k-nn ve Naive Bayes yöntemleri ile sınıflandırma yapılmıştır. İlk olarak, boyut azaltılma yapılmadan önceki orijinal veri kümesinde sınıflandırma yapılmıştır ve daha sonra ise boyut azaltma işleminden sonra elde edilen fotoğraflarda sınıflandırma yapılmış ve karşılaştırılmıştır. Öncelikle, k-nn ve Naive Bayes sınıflandırma algoritmalarının nasıl çalıştığını analiz edelim.

K-nn algoritması, en yakın komşu algoritması olarak bilinmektedir ve gözetimli öğrenme metotları arasında bulunmaktadır. Algoritma, en yakın k kadar komşu veriye bakarak yeni gelen verinin sınıfına karar verir. Yeni gelen verinin diğer sınıflandırılmış verilerle olan uzaklığını ölçmek için Öklid veya Manhattan uzaklık formülleri gibi ölçüler kullanılabilir. Uzaklık ölçümünden sonra en yakın k adet komşu sıralanır ve en yakın komşuya ait sınıfa dahil edilir. Burada k değerini belirlemek önemlidir. Uygun k değeri, veri kümesindeki başarıya göre artırılıp azaltılarak belirlenebilir. Algoritmanın performansı düşüren tarafı, her yeni veri geldiğinde uzaklığın tekrar hesaplanmasıdır. Naïve Bayes yöntemi ise benzer özellikteki verilerin meydana gelme olasılıklarına bakarak yeni gelen verinin hangi sınıfa ait olduğunu saptamaktadır. Örneğin, yeni gelen verinin A sınıfına ait olma olasılığı veya B sınıfına ait olma olasılığı koşullu olasılık yöntemi ile belirlenerek olasılığı en yüksek olan sınıfa dahil edilir.

Çalışmamızda, 200 deneme fotoğrafı ve 200 test fotoğrafı olarak ayrılan veri kümemizde ilk olarak k-nn yöntemi denenmiş ve sınıflandırma başarıları %94 olarak saptanmıştır. 200 test fotoğrafından 188 tanesi doğru kişi ile eşleştirilmiş, 12 tanesi ise yanlış eşleştirilmiştir. İkinci aşamada, aynı algoritmayı bu kez TBA ile boyutu azaltılmış veri üzerinde deniyoruz. Böylelikle, boyutu azaltılmış fotoğraftaki veri kaybının sınıflandırma üzerindeki etkisini analiz edebiliriz. TBA ile boyut azaltma yapıldıktan sonra, uygulanan k-nn algoritmasının başarıları %91,5 olarak saptanmıştır. 200 adet fotoğraftan 183 tanesi doğru, 17 tanesi yanlış sınıflandırılmıştır. Benzer işlem Naïve Bayes sınıflandırma yöntemiyle de yapılmıştır. Algoritmanın orijinal fotoğraflar üzerindeki başarısının % 87,5; TBA'dan sonraki başarısının ise %80 olduğu görülmüştür.

C. Özyüzler ile Yüz Tanıma

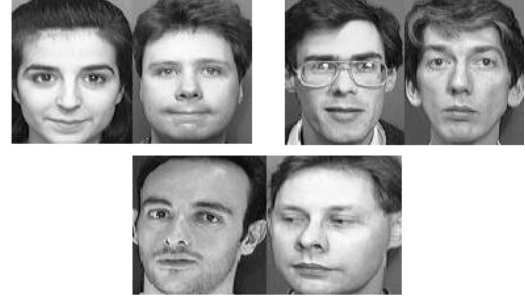
Bu bölümde, temel bileşen analizi (TBA) ile elde edilen öz değerleri yardımıyla giriş olarak verilen bir fotoğrafa ait kişinin, test veri kümesinden en çok benzeri olan ve yine kendisine ait olan fotoğrafı bulmasını sağladık. Öz değerler, bir vektörün boyutunun değişmesine rağmen yönünün değişmediği öz vektörlerdir. Temel bileşen analizi, bu vektörler doğrultusunda ve sayısında yapıldığında veride daha az kayıpla ve yüksek sınıflandırma başarılarıyla sonuç verebilirler.

Özyüzler ile yapılan çalışmanın algoritması aşağıda ki gibidir:

- Her fotoğraf sütun vektörüne dönüştürülüp bir matriste tutulur.
- Öğrenme aşamasında öğrenme veri kümesinin ortalaması hesaplanır ve her fotoğrafa ait değerler ortalamadan çıkarılır.
- Öz vektörleri ve değerleri bu farka göre hesaplanır.
- Öz vektörleri azalan sıra göre listelenir ve en yüksek öz değerine ait olan vektör elde edilir, bu vektör temel bileşen vektörüdür.
- Ortalamaya göre farkı alınan fotoğraflar elde edilen öz vektöre göre tekrar indirgenir.

- Sınıflandırma aşamasında girişi öz vektörlere olan uzaklığına bakarak en yakın olan sınıfa dahil edilir.

Kullanılan algoritma, rastgele seçilmiş 200 test verisinden 188 tanesini doğru eşleştirilmiş, 12 tanesini yanlış eşleştirerek % 94 başarılı sonuç vermiştir. Şekil 2’te yanlış eşleştirilen verilerden örnekler görebilirsiniz. Şekil 3’te ise doğru sınıflandırmış bir örnek bulunmaktadır.



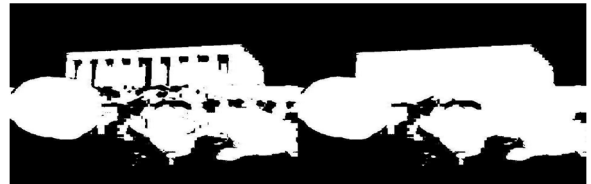
Şekil. 2. Öz Vektörler Kullanılarak Yanlış Sınıflandırılan Veri Örnekleri



Şekil. 3. Öz Vektörler Kullanılarak Doğru Sınıflandırılan Veri

D. Resim Bölütlemesi

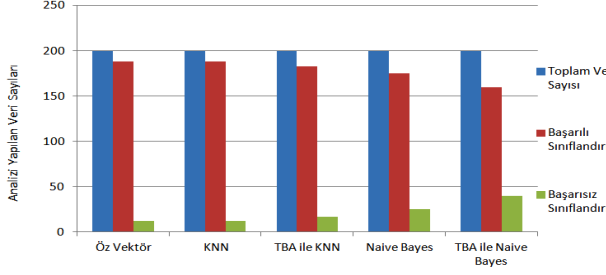
Şimdiye kadar anlattığımız çalışmalar özel olarak çekilmiş fotoğraflar üzerinde denenmiştir. Ancak gerçek hayatta fotoğraflar veya videolar işlenmek için her zaman hazır değildir. Örneğin, bir toplulukta çekilmiş fotoğrafta yüz tanıma yapmak istersek öncelikle o fotoğraftaki yüz nesnelerini diğer nesnelerden ayırmayı hedefleriz. Böylelikle, hangi bölgelerde çalışacağımızın sınırlarını belirleriz. Bunun için renk bölütleme veya resim bölütleme algoritmaları kullanılır. Bu algoritmalar, resimdeki objeyi insan teni olup olmadığına göre ayırmaya çalışır. Burada yine k-ortalamları algoritmasını sınıf sayısını 2’ye düşürerek ve siyah boşlukları doldurarak insan yüzü olabilecek nesneleri belirlemeye çalıştık. Şekil 4 de bölütlenmiş fotoğraf örneklerini görebilirsiniz. Sol tarafta k-ortalamları algoritması ile renk sınıfı 2’ye düşürülmüş fotoğraf ve sağ tarafta ise k-ortalamları algoritmasından sonra sınırların belirlenmesine yardımcı olması açısından siyah boşlukları doldurulan fotoğraf denemesi görülebilir.



Şekil. 4. Renk Bölütlemesi Yapararak Sınır Belirleme

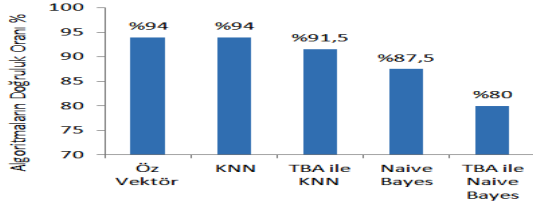
Çalışmamızda analizi yapılan metotların arasında yüz tanımadaki %94 lük başarılı sonuç elde edilen en yakın komşu analizinin veya özyüzler ile yüz tanıma algoritmasının tercih edilebileceğini görmekteyiz. Tüm metotlarla birlikte temel bileşen analizi de tercih edilebilir ancak bu metotla meydana gelen bilgi kaybının miktarından kaynaklı yanlış sınıflandırılmış veri miktarı önemli bir etkiye sahip olacaktır. Kullanılacak veri kümesinin büyüklüğüne ve sistemimizin depolama alanına göre temel bileşen analizi tercih edilebilir. Kullandığımız veri seti üzerinde en yakın komşu algoritması için temel bileşen analizindeki kaybımız %2,5 olarak görülmektedir.

Özyüzler TBA ile yapılan çalışmanın performans başarı grafiği Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5. Yüz Tanıma Algoritmalarının Performans Grafiği

Şekil 6’ da ise analizi yapılmış algoritmaların başarı oranları yüzdelik dilimde gösterilmiştir.



Şekil 6. Yüz Tanıma Algoritmalarının Başarı Grafiği

IV. SONUÇ

Bu çalışmada, en yakın komşu algoritması ile Naive Bayes algoritmasının yüz tanımadaki (sınıflandırmasındaki) başarıları analiz edilmiştir. Bu alanda, en yakın komşu algoritmasının daha başarılı olduğu sonucu 200 test verisi üzerinde denenerek elde edilmiştir. Ayrıca, temel bileşen analizi ile boyut azaltmanın sınıflandırma algoritmaları üzerindeki etkisi de analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, boyut azaltma sonrası yapılan sınıflandırma başarıları, orijinal veri ile yapılan sınıflandırmaya göre daha düşüktür. Ancak sistem gereksinimlerine, hafıza yönetimine göre görmezden gelenebilecek bir fark oluşturmuştur. TBA’nın performansına işlem süreleri göz önüne alınarak bakıldığında en yakın komşu algoritması ham veri ile 5.78 saniyede tamamlanırken TBA’dan sonra 0.316 saniyede, TBA işlemi ise tek başına yaklaşık 0.25 saniyede tamamlanmıştır. Dolayısı ile zaman açısından sistemi hızlandırmaktadır, bu farkın büyük verilerde daha etkili

olacağı ön görülmektedir. Naive Bayes algoritmasında temel bileşen analizi sonrası veri kaybının etkisini daha çok görmekteyiz. Karmaşık ve birden çok nesneye sahip fotoğraflarda sınır belirleme algoritmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Sınır belirleme algoritması nesnenin insan teni olup olmadığı kararının verilmesi üzerine kurulmuştur.

Performans grafiğinden de görüldüğü gibi TBA, sınıflandırma algoritmalarından en yakın komşu algoritmasının başarılarını %2,5, Naive Bayes algoritmasının başarılarını %7 oranında düşürmektedir. Veri setinin büyüklüğü ve kullanılan sistemin özellikleri doğrultusunda bu algoritmalarından biri veya TBA uygulanmış hali tercih edilebilir. Öz vektör analiz sonucuna baktığımızda ise boyut azaltımı sırasında oluşan veri kaybından kaynaklanan %6 oranında başarısız eşleşme olduğu görülmüştür.

Gelecek çalışmalarda, algoritmaların performansı farklı ve daha büyük veri kümelerinde ölçülerek yüz tanıma için en uygun algoritma hakkında daha genel bir kaniya varabiliriz. Ayrıca, özyüzler ile temel bileşen analizinden oluşturulacak yeni bir hibrit model üzerinde çalışılarak hem depolama alanı açısından daha kullanışlı hem de algoritmaların performansında her hangi bir düşüşe sebep olmayacak bir yaklaşım tasarlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Bledsoe W.W.(1966a). The model method in facial recognition. Panoromic Research Inc. Palo Alto, CA, Rep.15, Agustos 2015.
- [2] A Moeini, H Moeini (2015). Real-world and rapid face recognition toward pose and expression variations via feature library matrix. IEEE Transactions on Information Forensics, 2015.
- [3] C. Xu, Q.Liu, M.Ye. Age invariant face recognition and retrieval by coupled auto-encoder networks. Neurocomputing Volume 222, 26 Ocak 2017.
- [4] Wenyi Zhao, Arvinth Krishnaswamy, Rama Chellappa, Daniel L.Swets, John Weng. Discriminant Analysis of Principal Components for Face Recognition. NATO ASI Series, Volume 163, 2013.
- [5] Jian Yang, David Zang, Senior Member, IEEE, Alejandro F.Frangi, Jing-yu Yang. Two Dimensional PCA: Anew Approach to Appearance-Based Face Representation and Recognition. IEEE Transactions on Pattern Anaysis and Machine Intelligence, Vol. 26, No. 1, Ocak 2004.
- [6] Hemant Makwana, Taranpreet Singh, Comparison of Different Algorithm for Face Recognition. Global Journal of Computer Science and Technology Graphics & Vision, Vol 13, 2013.
- [7] Yi-Shin Liu, Wai-Seng Ng, Chun-Wei Liu, A Comparison of Different Face Recognition Algorithms. National Taiwan University,2009.
- [8] Adler A., Schuckers ME.,Comparing Human and Automatic Face Recognition Performance. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Ekim 2007.
- [9] Aruni Singh, Sanjay Kumar Singh, Shrikant Tiwari , Comparison of Face Recognition Algorithms on Dummy Faces. The International Journal of Multimedia & Its Applications(IJMA) Vol.4, No. 4, Ağustos 2012.
- [10] <https://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/facedatabase.htm>, 2016.