



Nesrin Aydın Atasoy
Derya Tabak

Karabük University, Karabük-Turkey
nesrinaydin@karabuk.edu.tr; deryaulucay90@gmail.com

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.2.1A0406	
ORCID ID	0000-0002-7188-0020	0000-0003-4817-4555
CORRESPONDING AUTHOR	Nesrin Aydın Atasoy	

**DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ KULLANARAK YÜZ TANIMA UYGULAMASI
GELİŞTİRİLMESİ**

Öz

Yüz tanıma sistemleri günümüzde hızlı büyüyen ve geniş bir uygulama alanına sahip biyometrik teknolojilerden biridir. Destek Vektör Makineleri, istatistiksel öğrenme algoritmasına göre çalışan, sınıflandırma ve regresyon problemlerinin çözümünde kullanılan bir makine öğrenme algoritmasıdır. Bu çalışmada Destek Vektör Makineleri kullanarak yüz tanıma uygulaması gerçekleştirilmiştir. Destek Vektör Makinelerinde sınıflandırma işlemi için radyal tabanlı çekirdek fonksiyonu tercih edilmiştir. Destek Vektör Makineleri tarafından sınıflandırılacak görüntülerin tespit edilebilmesi için ön işleme ve öznelik çıkarımı işlemleri uygulanmıştır. Görüntüler üzerindeki yüz bölgeleri kırpılmış ve 20x20 piksel olarak yeniden boyutlandırılmıştır. Kırpılan görüntüler üzerindeki özyüzler Temel Bileşen Analizi kullanılarak bulunmuştur. Temel Bileşen Analizi, veri setindeki güçlü özellikleri ortaya çıkarmak için kullanılan bir yöntemdir. Uygulama OpenCV kullanarak Visual Studio 2013 ortamında gerçekleştirilmiştir. Test verilerinin başarı oranı %80 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüz, Yüz Tanıma Sistemleri, Destek Vektör Makineleri, Temel Bileşen Analiz, Sınıflandırma

FACE RECOGNITION APPLICATION DEVELOPMENT USING SUPPORT VECTOR MACHINES

ABSTRACT

Nowadays, facial recognition systems are one of the fastest growing biometric technologies with a wide range of applications. Support Vector Machines (SVM) is a machine learning algorithm that works according to statistical learning algorithm is used to solve classification and regression problems. In this work, face recognition application is developed using SVM. Radial-based kernel function is preferred in SVM for classification. Preprocessing and feature extraction were applied in order to detection of images to be classified by SVM. Face region on the images are cropped and resized to 20x20 pixels as preprocessing. Eigenfaces on the cropped images are identified using Principle Component Analysis (PCA). PCA is a method that used to bring out strong pattern in the dataset. The application is implemented using OpenCV in Visual Studio 2013 IDE. The success rate of the test data is obtained as 80%.

Keywords: Face, Face Recognition Systems, Support Vector Machines, Principle Component Analysis, Classification

How to Cite:

Aydın Atasoy, N. ve Tabak, D., (2018). Destek Vektör Makineleri Kullanarak Yüz Tanıma Uygulaması Geliştirilmesi, **Engineering Sciences (NWSAENS)**, 13(2): 119-127, DOI: 10.12739/NWSA.2018.13.2.1A0406.



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yüz, insan kimliğini açığa vuran insan anatomisinin en görünür ve en ayırt edici fiziksel özelliklerinden biridir. Yüz tanıma sistemleri, kişilerin yüz karakteristik özelliklerini yazılım yardımıyla belleğe kaydeden ve bu yüzlerin kimlere ait olduğunu tespit eden biyometrik sistemlerdir. Bu sistemler kimlik kartı, sürücü belgesi, pasaport gibi devlet uygulamalarında, işyerlerinin akıllı kart sistemlerinde, hava alanları gibi yüksek güvenlik gerektiren alanların giriş çıkışlarında, suçluların kimliklerinin tespit edilmesinde ve bunun gibi daha pek çok alanda kullanım alanı yaygınlaşmıştır [1]. Yüz tanıma sistemleri geçmişten günümüze kadar gelişerek devam etmiştir. 1950'li yıllarda yapay zeka alanındaki gelişmelere bağlı olarak uzmanlar tarafından yüz tanımanın bilgisayar ortamıyla da yapılabileceği düşüncesi teorik olarak bulunmuştur [2]. 1960' lı yılların ortasına gelindiğinde otomatik yüz tanımanın kurucusu kabul edilen Woody Bledsoe, Charles Bisson ve Helen Chan Wolf ilk olarak somut bir şekilde bilgisayarlı yüz tanıma sistemini gerçekleştirmişlerdir [3 ve 4].

Yüz tanıma sistemleri son yıllarda çok yaygın bir araştırma konusu olmuş ve bu sistemleri çözebilmek için birden fazla metod geliştirilmiştir. 1991 yılında Turk ve Pentland öz yüzler yöntemiyle yüz tanıma sistemi uygulamışlardır [5]. 1995 yılında Leung yerel öznitelikleri kullanarak karmaşık bir arka planda yüz belirleyen istatistiksel olarak işlem yapan raslantısal graf işleme metodunu yüz tanıma uygulaması için geliştirmiştir [6]. 1997 yılında Lawrence ve arkadaşları konvolüsyonel sinir ağı yaklaşımıyla yüz tanıma sistemini uygulamışlardır [7]. Yine aynı yıl Kamran Etamad ve Rama Chellappa LDA yöntemini kullanarak yüz tanıma sistemi uygulamışlardır. Çalışmada, otomatik yüz tanıma için etkili bir projeksiyon tabanlı öznitelik çıkarımı ve sınıflandırma şeması ortaya koymuşlardır [8]. 1998 yılında Rowley tarafından denenen YSA ile yüz tanıma sistemi, çalışmalar içinde en dikkat çekenlerden biridir. Bu çalışmada istenen sonuçları elde edebilmek için kullanılan düğüm sayısı, katman sayısı ve öğrenme oranı parametreleri birden fazla şartlı olasılık dağılımlarına uygun bir şekilde ayarlanmıştır [9]. 2000 yılında Schneiderman tarafından gerçekleştirilen uygulamada ise Bayes Sınıflandırıcı kullanılmıştır. Bu yöntemde her bir histogram, bir grup dalgacık katsayısı ile bunların nesne üzerindeki birleşik istatistiksel dağılımlarını vermektedir [10]. 2002 yılında Yuen ve Lai bağımsız bileşen analizi yöntemiyle yüz tanıma sistemlerini test etmişlerdir [11].

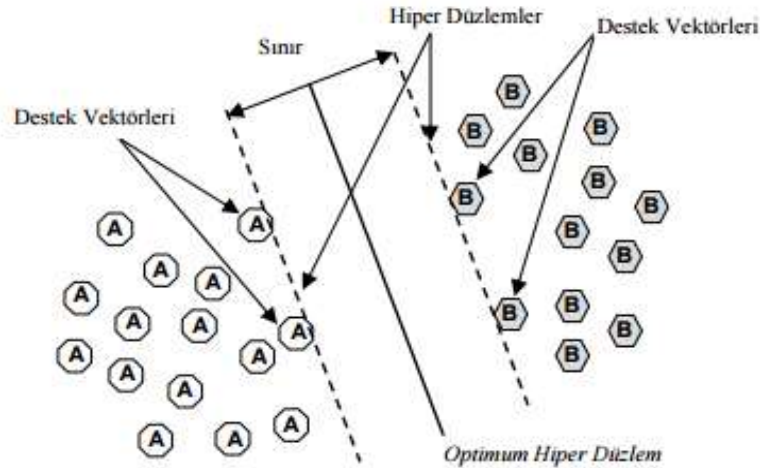
Yang ve arkadaşlarının çalışmasına göre yüz tespit yöntemleri; Bilgi Tabanlı Metot, Değişmeyen Özellik Yaklaşımları, Şablon Eşleştirme Yöntemleri ve Görünüm Tabanlı Yöntemler olarak dört ana kategoriye ayrılmaktadır [12]. Bu çalışmada, çeşitli uygulamalarda kullanmak amacıyla hızlı ve doğru bir şekilde yüz tanımayı hedefleyen bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Makalenin ikinci bölümünde çalışmanın önemine değinilmiştir. Üçüncü bölümünde kullanılan yöntemler anlatılmıştır. Uygulamada sınıflandırma için Destek Vektör Makineleri kullanılmıştır ve üçüncü bölümde yöntemler bölümünde kısaca anlatılmıştır. Yüz görüntülerinin oluşturduğu veri seti özelliklerinin çıkarımı işlemleri için Temel Bileşen Analizi (TBA) kullanılmış ve üçüncü bölümde değinilmiştir. Çekirdek fonksiyon olarak DVM'de sık kullanılan radyal tabanlı çekirdek fonksiyonu kullanılmıştır. Testler kendi oluşturduğumuz veri seti üzerinde gerçekleştirilmiştir. Dördüncü bölümde deneysel çalışmada neler yapıldığı ve uygulama akış diyagramı verilmiştir. Beşinci bölümde bulgular ve tartışma kısmı anlatılmıştır. Altıncı bölümde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yazılım ve donanım aygıtlarının gelişmesiyle yüz tanıma sistemlerinin kullanımı son yıllarda giderek artmaktadır. Bu sistemlerin özellikle güvenlik gerektiren uygulamalarda ön plana çıktığı görülmektedir. TBA ile özellikleri çıkarılan ve DVM ile sınıflandırma işlemi sonucunda yüzleri tespit edebilen uygulama daha önce yapılan yüz tanıma sistemlerine alternatif bir çözüm yolu sunmuştur. Sınıflandırma işlemi için DVM kullanılmasının avantajı, doğrusal olarak çözülemeyen yüz tanıma problemlerinde başarılı sonuçlar verebilmesidir. Böylece geliştirilen uygulama ile yüz tanıma sistemi ihtiyacı olan yerlerde verimli ve etkin bir şekilde kullanılabilir.

3. YÖNTEMLER (METHODS)

DVM'in temelini Cortes ve Vapnik'in çalışmaları oluşturmaktadır. 1960'lı yıllarda başlayıp 1970'li yıllarda gelişerek devam eden bu istatistiksel öğrenme algoritması asıl başarılarını 1990'lı yıllarda gerçekleştirmiştir. Vapnik ve Lerner'in genelleştirilmiş düzey algoritmaları çalışması optimal hiper düzlem algoritması kullanarak doğrusal sınıflandırma yapabilmektedir [13]. DVM'in, Vapnik'in istatistiksel öğrenme kuramını daha da geliştirmesiyle ortaya çıktığı söylenebilir [14]. DVM'in bugünkü şekline çok yakın hali 1992'de COLT (Conference on Computational Learning Theory) isimli konferansta sunulmuştur [15]. Cortes ve Vapnik esnek marjin sınıflandırıcı algoritması ortaya koymuşlar ve bu algoritmayı regresyon problemleri için genişletmişlerdir [16]. DVM, örüntü tanımada çok yaygın kullanım alanına sahip bir yöntemdir. DVM'de amaç, sınıfları birbirinden ayırabilen optimum hiper düzlemi bulabilmektir. Sınıfları ayırabilmek için ayrılan bölge arasında birçok hiper düzlem uygulanabilir. Fakat DVM, bunlar arasında ayrımı en iyi yapan ve sınıflar arasındaki sınırın maksimum olduğu bir hiper düzlemi belirlemeye çalışır. Bu optimum hiper düzleme en yakın noktalar Şekil 1'de görüldüğü gibi DVM olarak adlandırılır [17].



Şekil 1. Optimum hiper düzlem ve DVM
(Figure 1. Optimum hyper plane and SVM)

DVM'in temelini "istatistiksel öğrenme teorisi" oluşturur [18]. Hem doğrusal olarak ayrılabilir hem de edilemeyen veri kümeleri DVM ile sınıflandırılabilir. Doğrusal olmayan bir eşleme ile "n" boyutlu veri kümesi $m > n$ olacak şekilde m boyutlu yeni bir veri kümesine dönüştürülür. Uygun bir dönüşüm ile her zaman veri bir hiper düzlem ile iki sınıfa ayrılabilir. Doğrusal olarak ayrıştırılamayan veri



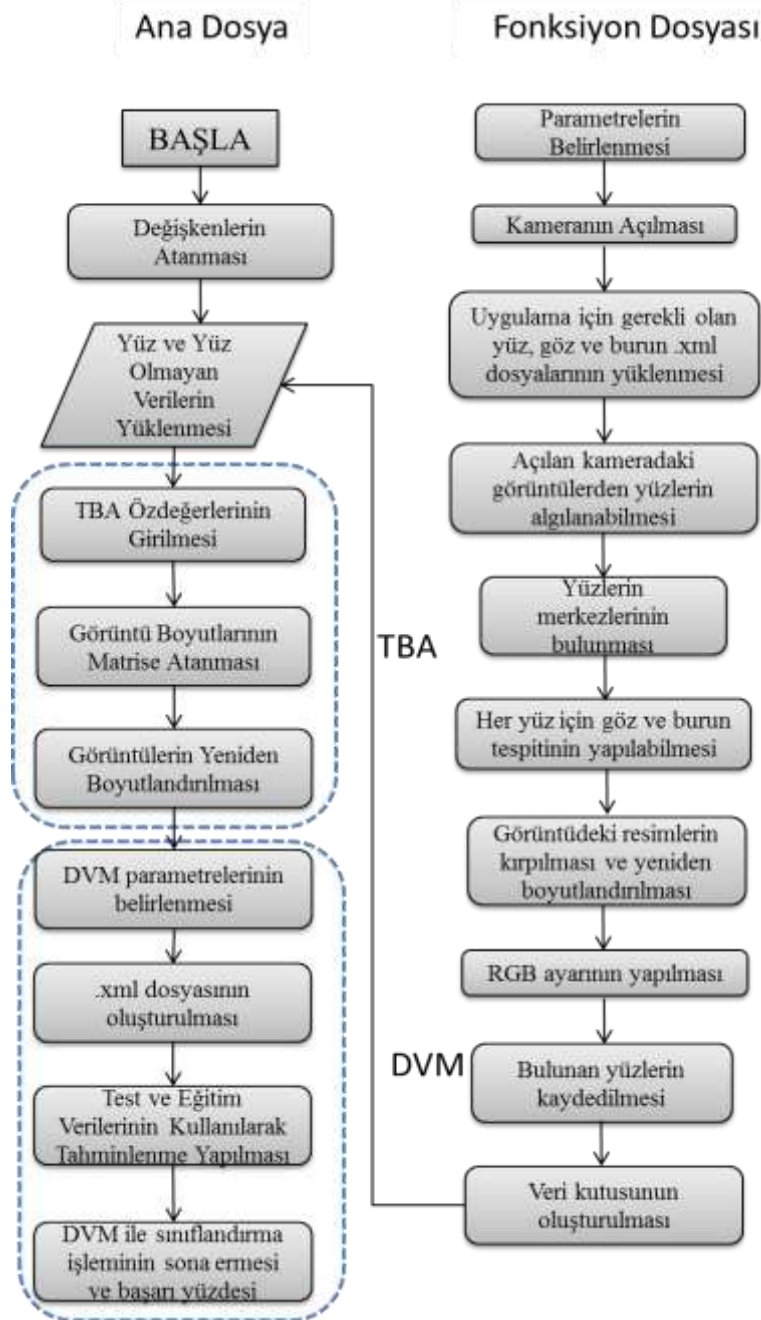
yapılarında çekirdek fonksiyonları kullanılır. DVM, verileri yüksek boyutlu bir düzleme doğrusal olmayan bir haritalama işlemi yapar. DVM daha sonra, bu yeni uzayda basit doğrusal karar sınırları oluşturmak için basit doğrusal fonksiyonlar kullanır. Bu noktada önemli olan uygun çekirdek fonksiyonunu seçmektir [19]. Doğrusal olarak ayrılma durumunda, en büyük sınıra sahip ayırma hiper düzlemini bulmaya çalışır. Doğrusal olarak ayrımı mümkün olmayan veriler ise daha yüksek boyutlu bir uzayda görüntülenir [20]. Matematiksel olarak bu işlemler çekirdek fonksiyonu yardımıyla yapılabilir. Eşitlik 1'de verilen çekirdek fonksiyonları yardımıyla doğrusal olmayan veriler, daha yüksek boyutlu özellik uzayına taşınarak ayırma mümkün kılınmıştır [21].

$$f(x) = \text{sign}(\sum_i \alpha_i y_i \varphi(x_i) \cdot \varphi(x_j) + b) \quad (1)$$

Eşitlik 1'deki $\varphi(x_i) \cdot \varphi(x_j)$ ifadesi çekirdek fonksiyonudur ve bu ifade maksimum olmalıdır. Yüz tanıma işleminin DVM ile sınıflandırabilmek için bir takım ön işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Veri boyutunu azaltmak, harcanan zamanı minimuma indirebilecek ve oluşabilecek sınıflandırma hatalarını azaltmak için yapılan uygulamaların başında öznitelik seçimi gelmektedir. Çalışmada bu amaçla TBA yöntemi kullanılmıştır. TBA, hata yapma oranı fazla ve analiz işlemi zor olan büyük boyutlu verileri, anlamlı fakat daha küçük boyutlu veriler haline getirebilen istatistiksel bir yöntemdir. TBA sınıflandırmada, örüntü tanımda, veri sıkılaşmada oldukça sık kullanılan, değişkenler kümelerinin varyans ve kovaryans yapısını kullanan bir yaklaşımdır [22]. TBA, ilk defa 1901'de Pearson tarafından ortaya atılmıştır [23]. Bu teori 1933 yılında Hotelling tarafından geliştirilmiştir [24]. Bu yöntemi yüz tanıma sisteminde ilk olarak 1987 yılında Sivovich ve Kirby denemiştir [25]. TBA'ya dayanan öz yüzler algoritması ile ilk olarak yüz özelliklerinin belirlenmesi ve çıkarılması amaçlanmaktadır. TBA ile oluşturulan veri setinden belli sayıda öznitelik seçerek bir alt küme oluşturulur. Çıkarılan özelliklerin boyutlarının küçültülmesi daha etkili sonuçlar vermesini sağlamaktadır [26].

4. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Bu çalışmada uygulamayı gerçekleştirmek için Microsoft Visual Studio 2013 kullanılmıştır. Yüz tanıma için OpenCV kütüphanesinden faydalanılmıştır. Uygulamada bilgisayar kamerasından alınan görüntülerden yüz veri seti oluşturulmuştur. Tespit edilen yüzler dikdörtgen ile çerçevelenip ekranda görüntülenmiştir. Tespit edilen bu yüzler, orijinal görüntüden kırılarak ve 20x20 piksel olmak üzere yeniden boyutlandırılarak, uygulama için kullanılacak test yüz veri seti oluşturulmuştur. Görüntü ön işleme modülü olarak TBA'ya dayalı öz vektörler yöntemi kullanılmıştır. Öz nitelik çıkarımı yapıldıktan sonra DVM ile sınıflandırılması yapılmıştır. Yüz tanıma işlemi gerçek bir uzayda olduğu için DVM' in doğrusal olarak ayrılma sınıfına girmektedir. Bu nedenle doğrusal olarak ayırma mümkün olmadığı verilerin daha büyük boyutlu uzaylara taşınmasında daha verimli olan radyal tabanlı çekirdek fonksiyonu tercih edilmiştir. Bu çekirdek fonksiyonu; doğrusal, polinom ve sigmoid fonksiyonlara göre eldeki verilerin daha büyük boyutlu uzaya taşınması açısından daha verimlidir ve daha etkin bir fonksiyondur. Şekil 2'de geliştirilen sistemin akış diyagramı verilmiştir. Akış diyagramında ana dosya ile belirtilen TBA ile özelliklerin çıkarıldığı ve DVM ile sınıflandırılmanın gerçekleştiği ana programdır. Fonksiyon dosyasıyla verilen veri setinin oluşturulması için yazılan program akış diyagramıdır. Bu fonksiyon dosyasıyla oluşturulan veri setleri ana programda kullanılmıştır.



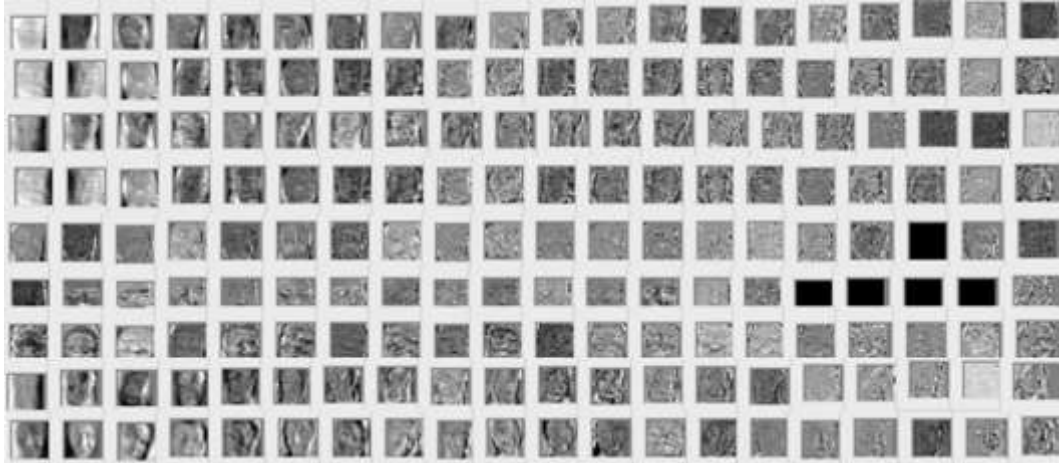
Şekil 2. Yüz tanıma uygulaması akış diyagramı
(Figure 2. Face recognition application flow diagram)

5. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Yüz tanıma sistemlerinin öncelikli adımı sırasıyla ön işleme ve özellik çıkarımıdır. Buradaki amaç, yüzün boyutlarının düşürülerek yüz tanımda yapılacak hataların ve hesaplamaların azaltılmasıdır. Şekil 3'te kameradan alınan yüz verilerinin 20x20'ye yeniden boyutlandırılmış görüntüsü bulunmaktadır. Şekil 3'teki görüntülerin üzerine TBA kullanılarak özellik çıkarımı işlemlerinin gerçekleştirilmesi Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Kameradan alınan yüz örnekleri
(Figure 3. Face samples from webcam)



Şekil 4. Örnek yüz verilerine öz vektörlerin uygulanması
(Figure 4. Application of eigenvectors to sample face data)

Ön işleme ve özellik çıkarımı işlemlerinden sonra DVM ile sınıflandırma işlemine geçilmiştir. Visual Studio'da oluşturduğumuz program ile klavyeden boşluk tuşuna basılarak elde edilen yüz görüntüleri kırılarak test verisi olarak kaydedilmiştir. Bu test ve eğitim veri setleri kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnek bir işlem sonucu çıktısı ve doğruluk yüzdesi Şekil 5'te görülmektedir.



KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Parmar, D.N. and Mehta, B.B., (2013). Face Recognition Methods & Applications. *Int. J. Computer Technology & Applications*, Volume:4, Number:1, pp:84-86.
- [2] Tuzcuoğlu, H., (2003). Yapay Zeka Teknikleri, Depremde Kullanılması ve Küme Kuramları. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt:5, Number:1, ss:73-88.
- [3] Tikoo, S. and Malik, N., (2016). Detection Segmentation and Recognition of Face and Its Features Using Neural Network. *Journal of Biosensors & Bioelectronics*, Volume:7, Number:2, ss:1-5.
- [4] Marqués, I., (2010). Face Recognition Algorithms. Biskay: Universidad del Pais Vasco.
- [5] Turk, M. and Pentland, A., (1991). Eigenfaces for Recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Volume:3, Number:1, pp:71-86.
- [6] Leung, T., Burl, M., and Perona, P., (1995). Finding faces in Cluttered Scenes Using Labeled Random Graph Matching. pp:637-644, *International Conference Computer Vision*, Cambridge, USA.
- [7] Lawrence, S., Giles, C.L., Tsoi, A.C., and Back, A.D., (1997). Face Recognition: A Convolutional Neural-Network Approach. *IEEE Trans Neural Network*, Volume:8, Number:1, pp:98-113.
- [8] Etemad, K. and Chellappa, R., (1997). Discrimant Analysis for Recognition of Human Face Images. *J. Opt. Soc. Am. A*, Volume:14, Number:8, pp:1724-1733.
- [9] Rowley, H., Baluja, S. and Kanade, T., (1998). Neural Network Based Face Detection. *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Volume:20 Number:1 pp:23-38.
- [10] Schneiderman, H. and Kanade, T., (2000). A Statistical Method for 3d Object Detection Applied to Faces and Cars. pp:746-751, *IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, Güney Carolina, USA, 2000.
- [11] Yuen, P.C. and Lai, J.H., (2002). Face Representation Using Independent Component Analysis. *Pattern Recognition*, Volume:35, Number:6, pp:1247-1257.
- [12] Yang, M.H., Kriegsmn, D.J., and Ahuja, N., (2002). Detecting Faces in Images: A Survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Volume:24, Number:1, pp:34-36.
- [13] Vapnik, V.N. and Lerner, A.Y., (1963). Recognition of Patterns With Help of Generalized Portraits. Translated from *Avtamarika I Telerckllanjka*, Volume:24, Number:6, pp:774-780.
- [14] Vapnik, V.N., (1982). *Realism and Instrumentalism: Classical Statics and VC Theory (1960-1980)*. pp:411-423, Springer Science & Business Media, New York, USA.
- [15] Boser, B.E., Guyon, I.M., and Vapnik, V.N., (1992). A Training Algorithm for Optimal Margin Classifiers. *Proc. 5th ACM Workshop on Computational Learning Theory (COLT)*. Pittsburgh, Pennsylvania, USA, pp:144-152.
- [16] Cortes, C. and Vapnik, V., (1995). Support Vector Networks. *Machine Learning*, Volume:20, Number:1, pp:273-297.
- [17] Çatalbaş, M.C., (2014). *Temel Bileşenler Analizi ve Kanonik Korelasyon Analizi İle İmge Tanıma ve Sınıflandırma*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [18] Pearson, K., (1901). On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *Philosophical Magazine*, Volume:2, Number:6, pp:559-572.
- [19] Tayyar, N. ve Tekin, S., (2013). İMKB-100 Endeksinin Destek Vektör Makineleri İle Günlük, Haftalık ve Aylık Veriler



-
- Kullanarak Tahmin Edilmesi. AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:13, Sayı:1, ss:189-217.
- [20] Osuna, E.E., Freund, R., and Girosi, F., (1997). Support Vector Machines: Training and Applications. Center for biological and computational learning department brain and cognitive sciences, Neural Networks for Signal Processing,
- [21] Gunn, S.R., (1998). Support Vector Machines for Classification And Regression. United Kingdom: Faculty of Engineering, Science and Mathematics School of Electronics and Computer Science.
- [22] Yang, J., Zhang, D., Member, S., Frangi, A.F., and Yang, J.Y., (2004). Two-Dimensional PCA: A New Approach to Appearance-Based Face Representation and Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Volume:26, Number:1, pp:131-137.
- [23] Pearson, K., (1901). On Lines And Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *Philosophical Magazine*, Volume:2, Number:1, pp:559-572.
- [24] Hotelling, H., (1933). Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components. *Journal of Educational Psychology*, Volume:24, Number:6, pp:417-441.
- [25] Sivorich, L. and Kirby, M., (1986). Low-Dimensional Procedure for the Characterization of Human Faces. *Journal of the Optical Society of America*, Volume:4. Number:3, pp:520-524.
- [26] Gharamaleki, P.S. and Seyedarabi, H., (2015). Face Recognition Using Eigenfaces, PCA and Support Vector Machines. *European Journal of Applied Engineering and Scientific Research*, Volume:4, Number:3, pp:24-30.