

Gürültü İçeren İnsan Yüzü Görüntülerinde Ayrık Kosinüs Dönüşümü - Alt Bant Tabanlı Yüz Tanıma

Ahmet Yıldırım ERDOĞAN^{1,*}, Hakkı Alparslan ILGIN²

¹Ankara Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara

Başvuru: 20/05/2014 Düzeltme: 14/10/2014 Kabul: 10/12/2014

ÖZET

Bu çalışmada öz yüz ve Fisher yüz algoritmaları ile hem Ayrık Kosinüs Dönüşümü (AKD) alt bant katsayılarından hem de orijinal görüntülerden elde edilen farklı yüz alt uzaylarında yüz tanıma başarımları ölçülmüştür. Blok olarak elde edilen AKD katsayıları enerji düzeylerine göre alt bantlara sınıflandırılmış ve enerji düzeyi en yüksek dört alt bant için öz yüz ve Fisher yüz alt uzayları oluşturulmuştur. En iyi tanıma sonucu AKD DC bileşenleri ile yapılan testlerde elde edilmiştir. Görüntülere Gauss ve tuz & biber gürültüleri belirli varyans ve yoğunluklarla eklenmiş ve yüz tanıma performansları ölçülmüştür. Bu testlerde en iyi tanıma sonucu AKD yatay ve düşey orta frekans bileşenleri ile elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüz tanıma, Öz yüz, fisher yüz, ayrık kosinüs dönüşümü, gürültü.

ABSTRACT

In this work, face recognition performances of eigenface and Fisherface algorithms in different face subspaces obtained from Discrete Cosine Transform (DCT) coefficients and original images were evaluated. DCT coefficients obtained in block structure were classified into subbands according to their energy levels. Eigenface and Fisherface subspaces were determined for four subbands which have the highest energy. Best recognition rate was achieved by the DC coefficients. Face recognition performances of the faces with Gaussian and salt&paper noises with different variance and intensity were tested. Best results were achieved by the horizontal and vertical medium frequency coefficient-subbands.

Keywords: Face recognition ,Eigenface, fisherface, discrete cosine transform, noise.

1. GİRİŞ

Yüz tanıma gibi birçok görüntü işleme algoritmalarında sıklıkla kullanılan öz yüz ve Fisher yüz yöntemleri, veri tabanındaki insan yüzü görüntü boyutlarının daha düşük boyuta indirgenmesini sağlamaktadır. Veri tabanında saklanan verinin boyutu azaltılarak, veri işleme ve yüz tanımanın daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Diğer taraftan veri tabanındaki boyut indirgemesi, görüntülere ait bilgilerin en az düzeyde kaybedilmesini sağlayacak şekilde yapılmalıdır [1, 2]. Bu çalışmada blok yapıdaki AKD katsayılarının düzenlenmesi ile elde edilen AKD alt bantları

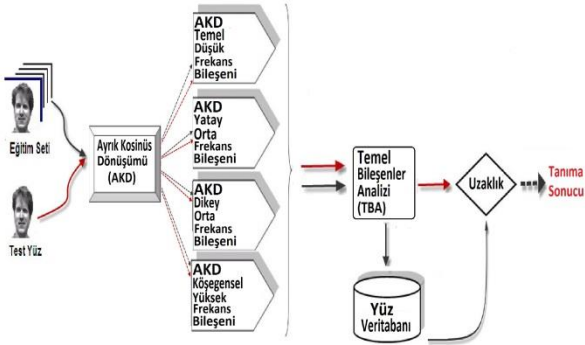
ile gerçekleştirilen öz yüz ve Fisher yüz yöntemleri ile boyutu daha da küçülen görüntüler daha kısa sürede tanınabilmektedir. AKD'nin kullanılmasının diğer bir nedeni görüntü ve video kodlama standartlarında en çok kullanılan dönüşüm yöntemi olması ve dolayısı ile kodlanmış bir görüntü/videoa dönüşüm bölgesinden piksel bölgesine geçiş olmaksızın yüz tanımanın gerçekleştirilebilmesidir. Her bir AKD katsayısı alt bantının tanıma başarımı birbirinden farklılık göstermektedir.

*Corresponding author, e-mail: ayildirime@gmail.com

2. AKD-ALT BANT TABANLI ÖZ YÜZ YAKLAŞIMI İLE YÜZ TANIMA

Öz yüz yaklaşımı verilerin boyutunu önemli bilgi kaybı olmaksızın azaltmak ve görüntüler arasındaki temel farklılıkları belirlemek için kullanılan bir yöntemdir [1]. Öz yüz yöntemi ile boyutu azaltılmış veri alt uzayı kullanılarak, veri tabanı üzerindeki hesaplamalar daha verimli hale getirilir. Bu yöntem ile çok sayıda eğitim görüntülerinden bir yüzün özelliklerini ifade eden ve yüksek öz değerlere karşılık gelen öz vektörler (öz yüzler) elde edilir. Tanıma işleminde bu özellik vektörleri kullanılarak test görüntüsünün en çok benzediği eğitim görüntüsü bulunur.

Bu çalışmada piksel bölgesindeki görüntülerden oluşan yüz uzayının yanı sıra dört AKD alt bantları uzayları için de öz yüz algoritması ile AKD katsayıları öz yüz alt uzayları elde edilerek bu katsayıların yüz tanımadaki performansları incelenmiştir. Ayrıca belirtilen alt bantların çeşitli gürültü koşullarında yüz tanıma performansları piksel bölgesindeki yüz tanıma performansı ile kıyaslanmıştır. Video ve görüntü standartlarında blok halinde uygulanan AKD katsayılarının tümü yerine yalnızca yüksek enerjili olan düşük frekanslı bileşenleri kullanarak tanıma işleminin performansının hız ve başarım olarak artırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda gerçekleştirilen öz yüz algoritmasına ait işlevsel blok şema Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. AKD alt bant tabanlı öz yüz algoritması işlevsel blok şeması

3. AKD-ALT BANT TABANLI FİŞER YÜZ YAKLAŞIMI İLE YÜZ TANIMA

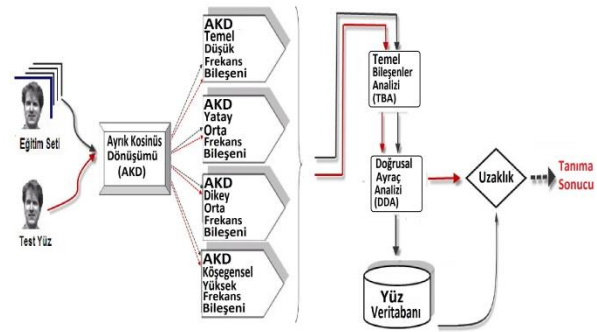
Fisher yüz Doğrusal Ayraç Analizi (DAA) temel alınarak geliştirilmiştir. Aynı kişiye ait birden fazla, farklı görüntünün veri tabanına tanıtılarak sınıf içi dağılımın en aza, sınıflar arası dağılımın ise en fazlaya ulaşabilmesi için geliştirilmiştir [3].

Öz yüz yaklaşımına benzer olarak; elde edilecek olan öz değer ve öz vektörler Eş.1’de verilen genelleştirilmiş öz değer denklemi ile bulunmaktadır.

$$S_b W = S_w W \lambda_w \quad (1)$$

Burada, S_w sınıf içi saçılma matrisini, S_b sınıflar arası saçılma matrisini, W ise öz vektörleri tanımlamaktadır.

Boyutu yüksek olan matrisler üzerinden yapılan işlemler hesaplamada karmaşıklığa neden olmaktadır. Toplam görüntü sayısının, görüntü boyutundan çok düşük olduğu koşulda ($M_1 \ll N^2$), Fisher uzayının bulunmasından önce, öz yüz yöntemi ile her bir görüntüye ait ağırlıkların oluşturulup bu değerlerin Fisher yüz yöntemine girdi olarak verilmesi gerekmektedir [2, 4, 14]. Yüz tanıma, görüntü alt uzayına düşürülen her bir görüntünün, ağırlık matrisinden ne kadar uzak olduğu ölçütüne göre gerçekleştirilir. Temel olarak kullanılan yakınlık ölçütlerinden biri Öklit mesafesidir. Ağırlık matrisine göre Öklit mesafesi en küçük olan görüntü, tanınmak istenen görüntüdür denilerek, yüz tanıma işlemi gerçekleştirilir [1]. Fisher yüz yönteminde de enerjisi en yüksek dört AKD alt bantı tanıma işleminde kullanılmıştır. Şekil 2’de AKD alt bant tabanlı Fisher yüz algoritmasına ait işlevsel blok şema gösterilmektedir.



Şekil 2. AKD alt bant tabanlı Fisher yüz algoritması işlevsel blok şeması

4. DENEYSEL SONUÇLAR

Çalışmada ilk olarak piksel bölgesindeki görüntü uzayı için oluşturulan yüz alt uzayı için öz yüz ve Fisher yüz algoritmaları ile yüz tanıma testleri yapılmıştır. Ayrıca görüntüye 8x8 blokluk AKD uygulanmış ve AKD katsayıları alt bant yapısı oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Amacımız her bir 8x8 AKD bloğunun aynı enerji düzeyini ifade eden katsayılarını aynı alt bant yapısı içerisinde bir araya getirebilmektir. Bu sayede yüz tanımadaki bütün AKD katsayılarını kullanmak yerine enerji düzeyi en yüksek katsayıların kullanılması sağlanmaktadır. Deneyler için toplam on alt bant oluşturulmuştur. Bir 8x8’lik AKD bloğunda enerji düzeyi en yüksek AKD katsayısı DC, daha sonra ise ona komşu üç AC katsayılarıdır. Sağa ve aşağı gittikçe enerji düzeyleri azalan AC katsayıları görüntünün ince detaylarını veren çok düşük veya sıfır enerjili katsayılar olduğundan yüz tanımadaki algoritmalarında kullanılmaları uygun değildir.

Şekil 3’te AKD katsayılarının üç seviyeli toplam on alt bant yapısı oluşturacak şekilde düzenlenmiş hali görülmektedir. Burada T_3 :temel AKD bileşenlerini (on alt bant durumunda DC katsayılarını), Y_3 :yatay orta frekans bileşenlerini, D_3 : dikey orta frekans bileşenlerini ve K_3 : köşegensel yüksek frekans bileşenlerini içermektedir.

T3	Y3	Y2	Y1
D3	K3		
D2		K2	
D1			K1

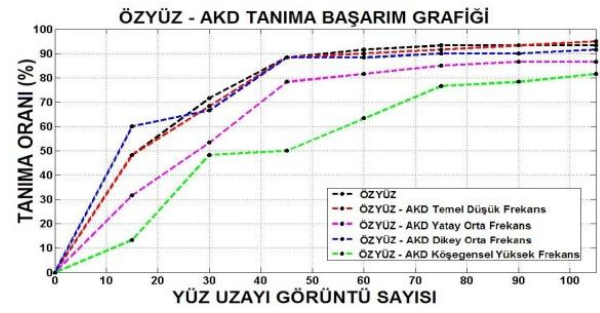
Şekil 3. AKD katsayılarının üç seviyeli alt bant yapısı oluşturacak şekilde düzenlenmesi

Çalışma kapsamında yüz tanıma için AKD üçüncü seviye alt bantlarının her biri için (T₃, Y₃, D₃ ve K₃) ve orijinal görüntüler için öz yüz ve Fisher yüz alt uzayı oluşturulmuştur. Üçüncü seviye alt bantların deney esnasında kullanılmasının sebebi enerjinin, yani algılabiliğin bu bölgede daha yüksek olmasıdır [6,7].

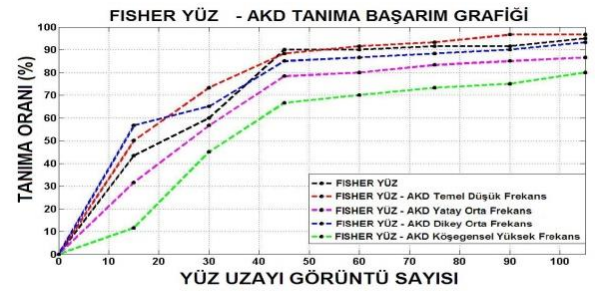
Daha önceki AKD kullanılarak gerçekleştirilen yüz tanıma işlemlerinde tanınmak istenen katsayıların alt bant yapısı kullanılmadan AKD'si alınarak tanıma öz yüz ve Fisher yüz algoritmalarına tabi tutularak gerçekleştirilmiştir [8,12]. Aynı şekilde görüntülerin dalgacık dönüşümü alınarak öz yüz ve Fisher yüz algoritmaları ile yüz tanıma testleri yapılmıştır [9, 10]. Yüz uzayı içerisindeki görüntü sayısı belli oranlarda artırılarak yüz tanıma başarı yüzdesinin artması sağlanmıştır [9]. Ayrıca görüntülerin ilk olarak dalgacık dönüşümü ardından AKD'si alındıktan sonra öz yüz algoritması ile yüz tanıma testleri literatürde yer almaktadır [11,13]. Çalışmamızda ise üçüncü seviye AKD alt bant katsayıları (DC, yatay orta, dikey orta ve köşegensel yüksek frekans bileşenlerinden oluşan katsayılar) ile oluşturulmuş daha düşük boyutlardaki farklı yüz uzayları ile öz yüz ve Fisher yüz algoritmaları kullanılarak yüz tanıma testleri yapılmış ve alt bantlar tanıma başarımlarına göre karşılaştırılmıştır. Deneylerde Yale yüz veri tabanı kullanılmıştır.

4.1. Yüz Uzayında Yer Almayan Görüntüler ve Bu Görüntülerin AKD Alt Bantları İle Yapılan Yüz Tanıma Testi

Deneylerimizde Yale yüz veri tabanında bulunan 15 farklı kişinin görüntüleri kullanılmıştır. Bu kişilerin yüz uzayında yer almayan 60 farklı görüntüsü için yüz tanıma başarımları test edilmiştir. Her bir testte yüz uzayı içerisindeki görüntü sayısı 15'er artırılarak, başka bir deyişle her bireyin görüntü sayısı birer çoğaltılarak yüz tanıma başarımları artırılmaya çalışılmıştır.



Şekil 5. AKD bileşenleri ve orijinal görüntü ile yüz uzayında yer almayan görüntülerde öz yüz tanıma başarımları grafiği



Şekil 6. AKD bileşenleri ve orijinal görüntü ile yüz uzayında yer almayan görüntülerde Fisher yüz tanıma başarımları grafiği

Şekil 5 ve şekil 6'da görüleceği gibi yüz uzayındaki görüntü sayısı arttırıldıkça yüz tanıma başarımları tüm algoritmalar için artmıştır. Genel olarak en iyi tanıma sonucu hem öz yüz hem de Fisher yüz algoritmaları için AKD DC bileşenleri ile yapılan testlerde elde edilmiştir. Bunun sebebi DC bileşenlerinin orta ve yüksek frekans bileşenleri ile karşılaştırıldığında daha büyük algısal kapasiteye sahip olmasıdır [6].

4.2. Gauss Gürültülü Yüz Uzayında Yer Almayan Görüntüler ve Bu Görüntülerin AKD Alt Bantları İle Yapılan Yüz Tanıma Testi

Bu bölümde Gauss gürültüsünün yüz tanıma üzerindeki etkisi araştırılmış ve AKD alt bantlarının Gauss gürültüsüne karşı göstermiş oldukları dirençler ölçülmüştür. Bu bağlamda yüz uzayı içerisinde bulunan 15 kişiye ait 5 farklı poz içeren toplamda 75 görüntüye 0.01 ile 5.00 arasında değişen varyans ve 0 ortalama ile Gauss gürültüsü eklenmiştir. Gauss gürültüsüne ait fonksiyon Eş.2'de verilmiştir.

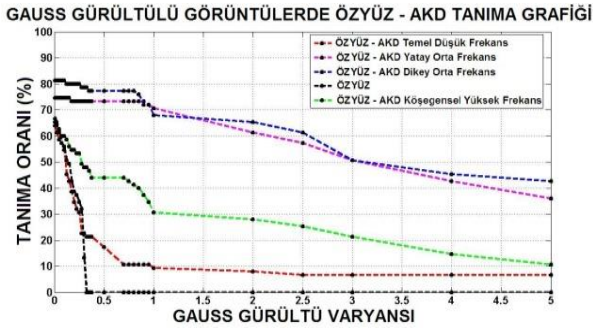
$$p_G(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

Farklı gürültü varyansına ait örnek görüntüler şekil 7'de gösterilmiştir.



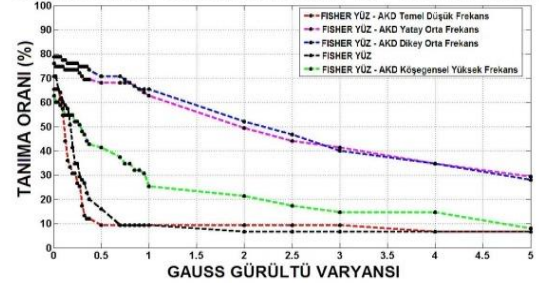
Şekil 7. Gauss gürültü varyansına ait örnek görüntüler

Her bir varyans değeri ile oluşturulmuş Gauss gürültüler eklendiği, yüz uzayında yer almayan AKD – DC, yatay orta, dikey orta ve köşegensel yüksek frekans bileşenlerinden meydana gelen görüntülerden ve orijinal görüntülerden oluşturulmuş test uzayı ile öz yüz ve Fisher yüz algoritmalarının yüz tanıma başarımları test edilmiştir. Şekil 8 ve Şekil 9'da görüleceği gibi hem öz yüz hem de Fisher yüz algoritmaları için DC bileşenleri kullanılarak yapılan yüz tanıma testlerinde başarı oranı orijinal görüntüler ile yapılan



Şekil 8: AKD bileşenleri ve orijinal görüntü ile Gauss gürültülü yüz uzayında yer almayan görüntülerde öz yüz tanıma başarımlarını gösteren grafik

GAUSS GÜRÜLTÜ GÖRÜNTÜLER FISHER YÜZ - AKD TANIMA GRAFİĞİ



Şekil 9. AKD bileşenleri ve orijinal görüntü ile Gauss gürültülü yüz uzayında yer almayan görüntülerde Fisher yüz tanıma başarımlarını gösteren grafik

test sonuçlarına yakın çıkmıştır. Bunun nedeni düşük frekans bileşenleri algısal olarak önemlidir ve değişikliklere daha duyarlıdır [6]. DC bileşenleri için gürültü eklendiğinde bozulma yatay orta, dikey orta ve köşegensel yüksek frekans bileşenlerine göre daha yüksektir. Köşegensel yüksek frekans bileşeni kullanılmadan görüntü düşük kayıplarla yeniden elde edilebilir. Çünkü köşegensel bileşen görüntüye ilişkin çok fazla bilgi içermemektedir [6]. Bundan dolayı tanıma başarısı yatay ve dikey orta frekans bileşenlerine göre daha düşüktür. Yatay ve dikey orta frekans bileşenleri gürültü ekleme gibi yaygın görüntü işleme saldırılarından daha az etkilendiğinden ötürü [7] bu bileşenlerle elde edilen başarı oranı diğer yöntemler ile yapılan testlere göre yüksek elde edilmiştir.

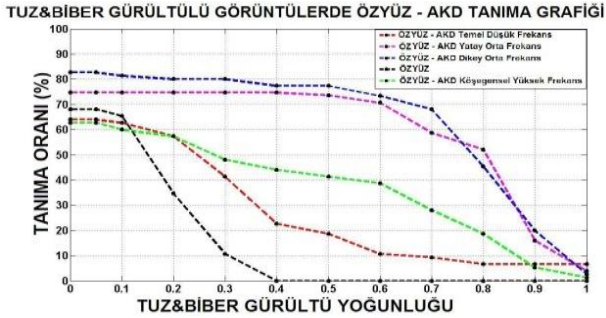
4.3. Tuz & Biber Gürültülü Yüz Uzayında Yer Almayan Görüntüler ve Bu Görüntülerin AKD Bileşenleri İle Yapılan Yüz Tanıma Testi

Bu bölümde tuz&biber gürültüsünün yüz tanıma üzerindeki etkisi araştırılmış ve AKD alt bantlarının tuz&biber gürültüsüne karşı göstermiş oldukları dirençler ölçülmüştür. Bu bağlamda yüz uzayı içerisinde bulunan 15 kişiye ait 5 farklı poz içeren toplamda 75 görüntüye 0.050 ile 1.00 arasında değişen yoğunlukla tuz&biber gürültüsü eklenmiştir. Farklı gürültü yoğunluklarına ait örnek görüntüler Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Tuz & biber gürültü yoğunluğuna ait örnek görüntüler

Her bir yoğunluk değeri ile oluşturulmuş tuz&biber gürültülerinin eklendiği, yüz uzayında yer almayan AKD – DC, yatay orta, düşey orta ve köşegensel yüksek frekans bileşenlerinden meydana gelen görüntülerden ve orijinal görüntülerden oluşturulmuş test uzayı ile öz yüz ve Fisher yüz algoritmalarının yüz tanıma başarımları test edilmiştir.



Şekil 11: AKD bileşenleri ve orijinal görüntü ile tuz&biber gürültülü yüz uzayında yer almayan görüntülerde öz yüz tanıma başarımları grafiği



Şekil 12: AKD bileşenleri ve orijinal görüntü ile tuz&biber gürültülü yüz uzayında yer almayan görüntülerde Fisher Yüz tanıma başarımları grafiği

Şekil 11 ve 12'de görüldüğü gibi Gauss gürültülü görüntülerle yapılan testlere benzer olarak tuz&biber gürültülü görüntülerle yapılan testlerde de yine AKD yatay ve düşey orta frekans bileşenleri tanıma sonuçları diğer AKD bileşenlerine ve orijinal görüntüye ait tanıma sonuçlarına göre daha başarılıdır.

5. SONUÇLAR

Yapılan çalışmalarda piksel bölgesi yerine AKD ile frekans bölgesinde belirli katsayılar kullanılarak hem yüz tanıma performansları artırılmış hem de işlem yükü azaltılmıştır. Gürültüsüz görüntülerle yapılan testlerde yüz uzayındaki görüntü sayısının tanıma başarısı üzerindeki etkisi araştırılmış ve yüz uzayı genişledikçe tanıma başarısının da arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek başarımların öz yüz hem de Fisher yüz algoritmaları için enerjinin yüksek olduğu bölge olan DC bileşenleri ile yapılan testlerin sonucunda görülmüştür.

Gürültülü görüntüler ile yapılan testlerde ise yüz uzayı ve test uzayı içerisindeki görüntü sayısı sabit tutulmuş (75 adet) ve gürültü yoğunlukları ve varyansları artırılarak algoritmaların Gauss ve tuz&biber gürültülerine karşı göstermiş oldukları dirençler ölçülmüştür. Gürültü yoğunluk ve varyansları ile yüz tanıma başarımının ters orantılı olduğu görülmüştür. Gürültülü görüntüler ile yapılan testler sonucunda hem öz yüz hem de Fisher yüz algoritmaları için AKD yatay ve düşey orta frekans bileşenleri ile yapılan yüz tanıma işleminin en üstün başarıma sahip olduğu tespit edilmiştir. DC bileşenleri gürültü ekleme saldırılarından oldukça etkilenmektedir [6, 7]. Köşegensel yüksek frekans bileşenleri ise görüntüye ait çok fazla bilgi içermemektedir [6]. Bundan dolayı bu iki frekans bileşeni için yüz tanıma başarımları daha düşük çıkmıştır.

Test sonuçları süre olarak değerlendirildiğinde ise orijinal görüntüler ile yapılan testlerde 75 adet görüntüyü Fisher yüz algoritması öz yüz algoritmasına göre yaklaşık 3 kat daha hızlı tanımaktadır. AKD bileşenleri ile yapılan testlerde ise öz yüz algoritması için süre bakımından yaklaşık 8, Fisher yüz algoritması için ise yaklaşık 3,5 kat iyileştirme sağlanmıştır.

Sonuç olarak gürültüsüz görüntüler ile yapılan testlerde AKD DC bileşenleri, gürültülü görüntüler ile yapılan testlerde ise AKD yatay ve düşey orta frekans bileşenleri kullanılarak öz yüz ve Fisher yüz algoritmaları ile yapılan yüz tanıma işleminin en üstün başarıma, en kısa sürede ulaşılabildiği tespit edilmiştir. Genel olarak AKD alt bantları ile yapılan testlerde Fisher yüz algoritmasının öz yüz algoritmasına göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Turk, M., Pentland, A., Eigenfaces for recognition, Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 3, pp. 71-86, (1991).
- [2] Belhumeur, Peter N., Hespanha, Joao P., Kriegman, David J., Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection, IEEE Transaction On Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.19, No.7, July 1997
- [3] Martinez, Aleix M., Kak, Avinash C., PCA versus LDA, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 23, No. 2, February 2001
- [4] Roth Alexander, Face Recognition, http://isl.ira.uka.de/mmseminar/download/2004/A_Roth-FaceRecognition.ppt, Eylül 2005.
- [5] Zhao, W., Chellappa, R., Discriminant Analysis of Principal Components for Face Recognition
- [6] Koch E. and Zhao J. 1995. "Towards Robust and Hidden Image Copyright Labeling," presented at Nonlinear Signal Processing Workshop, Thessaloniki, Greece.

- [7] Huang, J., Shi, Y.Q. and Shi, Y., 2000. "Embedding Image Watermarks in DC Components." IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technol. vol. 10 (6), pp. 974-979.
- [8] Jing, X.Y. and Zhang D., 2004. "A Face and Palmprint Recognition Approach Based on Discriminant DCT Feature Extraction." IEEE Transaction On Systems, Man, And Cybernetics-Part B: Cybernetics, Vol. 34, No. 6. December 2004.
- [9] Li, B. and Ma, K., 2009. "Fisherface vs. Eigenface in the Dual-tree Complex Wavelet Domain." 2009 Fifth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing.
- [10] Dezhong, Z., Fayi, C. 2008. "Face Recognition based on Wavelet Transform and Image Comparison" 2008 International Symposium on Computational Intelligence and Design.
- [11] Abouzar, P., Yousefi, S., Setarehdan, S.K. 2007. "Hybrid WT Based-DCT Based Face Recognition" IEEE International Conference on Signal Processing and Communications (ICSPC 2007), 24-27 November 2007, Dubai, United Arab Emirates.
- [12] Najan, Anand, and Mrs AC Phadke. "DCT Based Face Recognition." IJEIR 1.5 (2012): 415-418.
- [13] ACHARYA, Tilak; SAHOO, Sunit Kumar. *Face Recognition Using PCA and DCT Based Approach*. 2013. PhD Thesis.
- [14] Lu, X. L., Yang, L., Cai, G., Mo, Z. X., & Peng, L. (2014, November). Face Recognition Based on Eigenface Image Reconstruction and Fisherface. In *Advanced Materials Research* (Vol. 1044, pp. 1153-1158).