

Haar Dalgacıkları ve Kübik Bezier Eğrileri İle Yüz İfadesi Tespiti

Facial Expression Detection With Haar Wavelet and Cubic Bezier Curves

Gonca Özmen¹, Rembiye Kandemir²

¹ Bilgisayar Programcılığı TBMYO
Kırklareli Üniversitesi
gonca.ozmen@kirkklareli.edu.tr

² Bilgisayar Mühendisliği
Trakya Üniversitesi
rembiyeg@trakya.edu.tr

Özet

Yüz ifadeleri insanlar arası etkileşimde sözsüz iletişim kanallarıdır. Bilgisayarla insanın yüz ifadesine dayalı duyguları tanıma ilginç ve zor bir problemdir. Bu çalışmada resimlerdeki yüz ifadelerinden gülümseme, şaşkınlık, üzümlük, korkma, iğrenme, kızgın ve nötr gibi farklı duygular tespit edilmeye çalışılmıştır. Uygulamada yüz yerinin bulunmasında AdaBoost algoritmasını kullanan Viola-Jones yüz detektöründen yararlanılmıştır. Gözlerin ve ağzın bulunmasında haar filtreleri kullanılmıştır. Ağız ve gözlerin hatalı tespit edildiği durumlarda, yüzdeki geometrik oranlarından faydalanılmıştır. Duygu tespitinde Kübik Bezier eğrileri kullanılmıştır. Eğitim ve test için FEEDTUM yüz ifadesi veritabanından yararlanılmıştır. Çalışma için belirlenen yedi farklı duygunun, tanıma başarı oranları %97 ile %57 arasında değişmektedir.

Abstract

Facial expressions, nonverbal communication channels to interact with other people. Computer recognition of human emotions based on facial expression is an interesting and difficult problem. In this study, images were analyzed based on facial expressions and tried to identify different emotions, such as smile, surprise, sadness, fear, disgust, anger and neutral. In practice, it was used Viola-Jones face detector used AdaBoost algorithm for finding the location of the face. Haar filters were used in finding the eyes and mouth. In cases where erroneous detection of the mouth and eyes, facial geometric ratios were used. Cubic Bezier curves were used in determining emotion. FEEDTUM facial expression database were used for training and testing. The seven different emotions used for the study, the recognition success rates ranged from 97% to 57%.

1. Giriş

Yüz ifadeleri insanlar arası etkileşimde sözel olmayan kanallardır. İletişim konusunda çalışmalar yapmış olan

Mehrabian, yüz yüze iletişimin sözcükler, ses tonu ve yüz ifadesi olarak 3 temel bileşenden oluştuğunu ve iletişim sürecinde, yüz ifadelerinin %55, ses tonunun %38 ve sözcüklerin %7 'lik bir önem taşıdığını belirtmiştir[1].

Yüz ifadesi genelde Şekil 1'de gösterilen yüzde bulunan ifadelerden oluşmaktadır[2].



Şekil 1 . Yüzde bulunan ifadeler

Yüz ifadesi tanımanın;

- Görsel olarak gözetim ve güvenlik alanında(yalan algılama, akıllı ortamlar)
- Tıbbi teşhis (ağrı değerlendirme),
- Duygu ile ilgili araştırma(davranış bilimleri, nöroloji, psikiyatri)
- Yasa uygulama
- Eğitim

alanlarında kullanılmalarına sıkça rastlanmaktadır[3].

Yüz ifadesi takibi ve ifade sınıflama konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar temelde üç adımdan oluşur: Yüz bulma, yüz özneteliği çıkarımı ve yüz ifadesi tanımadır. Yüz bölgesinin belirlenmesinde ten rengi, yüzün geometrik yapısı gibi özelliklere bakılmaktadır. Bilgisayarlı görüde gerçek dünyanın 3 boyutlu olması ve görüntü işlemenin 2 boyutlu olması zorlukları beraberinde getirmektedir. Yüz bulma problemi için bir bilgisayar modeli kurmak oldukça zordur. Bu yüzden doğru, güvenilir, yüz ifadesi tanıma sistemi için yüz bulma işleminin doğru olması gerekmektedir.

İfade analizi için yüz özellik çıkarımında temelde 2 tip yaklaşım vardır. Bunlar geometrik özellik tabanlı metotlar ve görünüm tabanlı metotlardır. Geometrik yüz ifadelerinde

yerleşim ve şekil bulunur (ağız, gözler, kaşlar, burun içermesi). Görünüm tabanlı yöntemler ile görüntü filtreleri, Gabor dalgacıkları, haar özellikleri gibi, bütün bir yüze ya da yüzde belirli bölgelere özellik vektörü çıkarmak için uygulanır[4].

Çalışmada yüz tespitinde ve özellik çıkarımında görünüm tabanlı yöntemlerden güçlü sınıflandırıcı AdaBoost ve geometrik özellik için yüzün geometrik oranları kullanılmıştır. İfade analizinde ise Bezier eğrilerinden yararlanılmıştır.

2. İlgili Çalışmalar

Resimlerden ve gerçek zamanlı yüz ifadesi tespiti pek çok çalışmanın konusu olmuştur. Bunlardan bazıları aşağıda belirtilmektedir.

Polat ve Güneş'in çalışmalarında 7 duygu ifadesinin analizi yapılmış ve her bir ifade için alınan sabit görüntülerin öznetelikleri Gabor filtreleri kullanılarak çıkartılmış ve farklı öznetelik seçme algoritmaları kullanılarak ifadeleri temsil eden en iyi öznetelik kümeleri oluşturulmuştur. Seçilen öznetelik kümelerinin çoklu SVM (Support Vector Machines-Destek Vektör Makineleri) sınıflandırıcıları üzerindeki etkileri incelenmiş ve sınıflandırma doğruluklarının kullanılan öznetelik seçme algoritmalarına göre nasıl değiştiği karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çoklu sınıflandırma yapılması amacıyla SVM, One-Vs-One, One-Vs-Rest ve MC-SVM olmak üzere 3 farklı yaklaşım ile birlikte kullanılmıştır[4].

İsmail Arı ve Lale Akarun çalışmalarında işaret dillerindeki yüz ifadelerine ve kafa hareketlerini bir video içinde otomatik olarak tanımayı amaçlamışlardır. Özellik çıkarımında çok yönlü çok çözünürlüklü aktif şekil modeli ile yüz nirengi noktalarını otomatik olarak saptamışlardır. İfade tanınmasını çok değişkenli saklı markov modeli ile yapmışlardır [5].

Ulukaya ve Erdem tarafından yapılan çalışmada, yüz ifadelerinden duygu tanıma için, yüzün Aktif Görünüm Modelleri (AGM) ile izlenmesine dayalı iki farklı geometrik öznetelik çıkarma yöntemi karşılaştırılmaktadır. Öznetelik çıkarma yöntemleri koordinat ya da yüzdeki nirengi noktaları arasındaki uzaklık bilgilerini ve nötr yüz ifadesini kullanmalarına göre farklılıklar göstermektedirler. İki öznetelik çıkarma yöntemi ile elde edilen veriler, en yakın komşu-3 ve Destek Vektör Sınıflandırıcısı ile yedi duygu sınıfına gruplanmıştır [6].

Marian Stewart Bartlet ve arkadaşları [7] çalışmalarında gerçek zamanlı kullanıcıdan bağımsız videodan yüz ifadelerini tanıma çalışmalarını hazırlamışlardır. Sistemleri video akışından ön yüzleri otomatik olarak belirleyerek her bir çerçeveyi 7 farklı duygu yönünden incelemişlerdir. Çalışmalarını AdaBoost ile birlikte Destek Vektör Makineleri'ni kullanarak yapmışlardır.

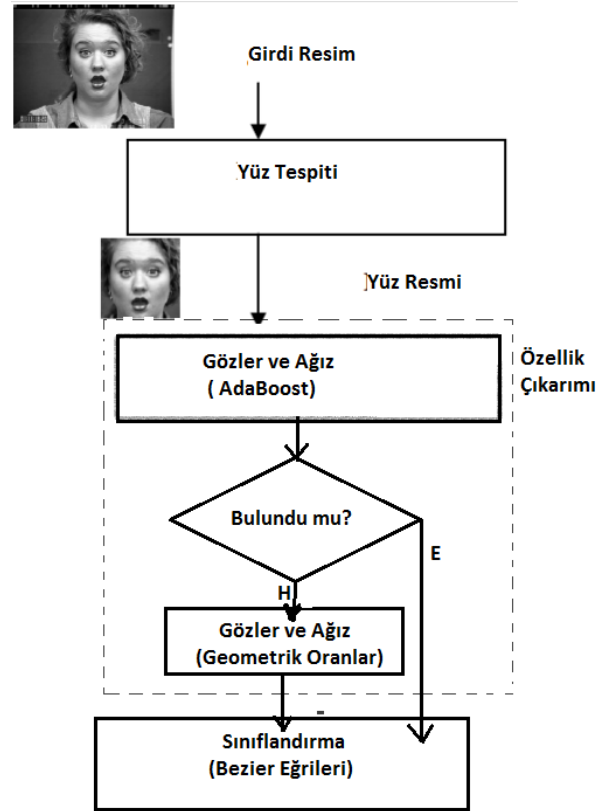
Neeta Sarode vd. [8], çalışmalarında dört farklı yüz ifadesini tanımaya yönelik 2B görünüm tabanlı yerel bir yaklaşım kullanmışlardır. Algoritmada Radial Simetri Dönüşüm

uygulanmış ve özellik çıkarımı için de kenar projeksiyon analizi kullanılmıştır.

Khan ve Bhuiyan tarafından yapılan renk segmentasyonuna dayalı yüz tespiti ve yüz ifadesi tanımda Bezier eğrileri yaklaşımı tekniğinin kullanıldığı çalışmada başarımları oranı %90 oranında bulunmuştur. Geliştirilen sistem ile yüz ifadeleri komut olarak manipülasyon robota aktarılmıştır [9] [10].

3. Yüz İfadesi Tanıma Sistemi

Geliştirilen uygulama üç adımdan oluşmaktadır: Yüz bulma, yüz özneteliği çıkarımı ve yüz ifadesi tanıma. Bu adımlar Şekil 2' de görülmektedir.

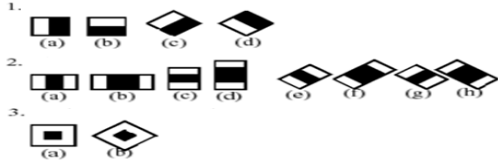


Şekil 2. Yüz İfadesi Tanıma Sistemi Diyagramı

3.1. Yüz Tespiti

Yüz ifadesini bulabilmek için öncelikle yüz bölgesi tespiti gerekmektedir. Uygulamada yüz tespiti için OpenCV kütüphanesinin C# diline ve .NET platformuna uyarlanmış hali olan EmguCV kütüphanesi kullanılmaktadır.

OpenCV ve EmguCV'de yer alan Viola ve Jones'un yüz dedektörü Haar dalgacıklarına dayanmaktadır. Haar filtreleri nesne tanımda kullanılan sayısal görüntü özellikleridir. Şekil 3'te Haar filtreleri görülmektedir.



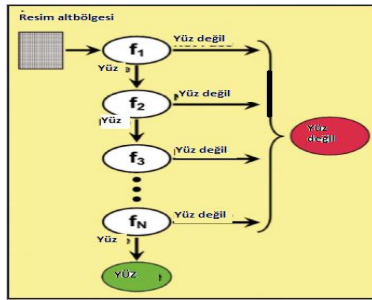
Şekil 3. Haar Filtreler

Bir Haar özelliği varlığında, koyu bölge piksel ortalaması değerinden açık bölge piksel ortalama değeri çıkartılmaktadır [11]. Haar Özelliklerini gösteren örnek Şekil 4. 'te verilmektedir.



Şekil 4. Haar özellikleri ve uygulanması

Haar özellikleri kullanmak ve eşik değerleri seçmek için Viola-Jones, makine öğrenme metodlarından AdaBoost yöntemini kullanmaktadır. AdaBoost güçlü bir sınıflandırıcı oluşturmak için çok sayıda zayıf sınıflandırıcının birleşimini kullanmaktadır[12].



Şekil 5. Adaboost basamaklandırılmış sınıflandırıcı.

Şekil 5'te AdaBoost sınıflandırıcısı görülmektedir. Bir bölgenin yüz bölgesi olması için tüm sınıflandırıcılardan geçmesi gerekmektedir.

3.2. Yüz Özellik Çıkartımı

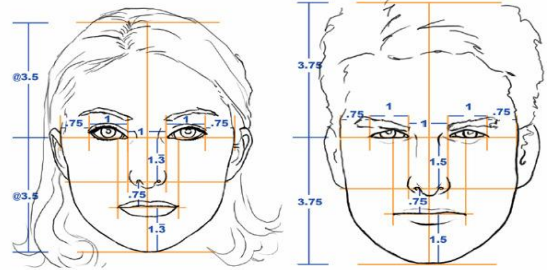
Yüz tespitinden sonraki adım yüz ifadelerinin sebep olduğu yüz değişiklikleri çıkarmak ve temsil etmektir. İfade analizi için yüz özellik çıkarımında temelde 2 tip yaklaşım vardır. Bunlar geometrik özellik tabanlı metotlar ve görünüm tabanlı metotlardır.

Geometrik yüz ifadelerinde ağız, gözler, kaşlar, burun yerleşimi bulunur. Yüz geometrisini temsil eden bir özellik vektörü yüz bileşenleri veya yüz özellik noktalarından çıkartılan formudur.

Görünüm tabanlı yöntemler ile görüntü filtreleri, bütün bir yüze ya da yüzde belirli bölgelere özellik vektörü çıkarmak için uygulanır.

Beden oranlarında olduğu gibi insan yüzünde de genel olarak doğru kabul edilebilecek belirli oranlar vardır. İnsan yüzünde yer alan bazı altın oranlar şöyledir [13]:

- Yüzün boyu / Yüzün genişliği,
- Dudak-kaşların birleşim yeri arası / Burun boyu,
- Yüzün boyu / Çene ucu-kaşların birleşim yeri arası,
- Ağız boyu / Burun genişliği,
- Burun genişliği / Burun delikleri arası
- Göz bebekleri arası / Kaşlar arası



Şekil 6. Yüzün oranları [13]

Yüz ile beraber baş bölgesine ait bazı oranlar ise;

- İnsan gözleri baş yüksekliğinin tam ortasında bulunur.
- Ağız, çene ve burnun genişliği hemen hemen aynıdır.
- Her bir gözün genişliği Yüz genişliğinin 2/5 katı kadardır.
- İki göz arasındaki uzaklık bir gözün uzunluğu kadardır.

Göz bebeği bulunduktan sonra yüzde bulunan oranlara göre diğer tüm özellik noktaları bulunur. Özellik noktalarını bulmada kullanılan bazı oranlar(Bk. Şekil 6) [14];

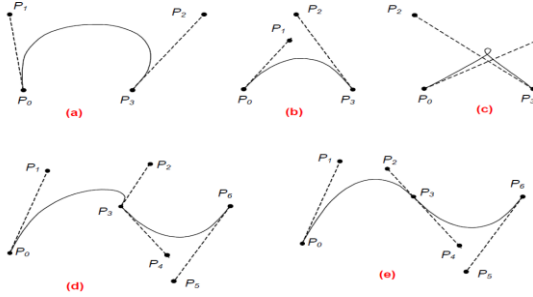
- Baş yüksekliği kadınlarda 7 birim erkeklerde 7.5 birim olarak ölçeklenmiştir.
- Gözler Baş yüksekliğinin yaklaşık olarak yarısı uzunluğunda bulunmaktadır.
- Baş genişliği kadınlarda ve erkeklerde 4.5 birim olarak ölçeklenmiştir.
- Gözlerin ve burnun genişliği 1 birim uzunluğundadır.
- Dudak çene arası yükseklik kadınlarda 1.3 birim erkeklerde 1.5 birim uzunluğundadır.

Çalışmada her iki yöntemde kullanılmıştır. Yüz özellik çıkartımı için ilk olarak görünüm tabanlı Haar sınıflandırıcılar kullanılarak gözler ve ağız yeri bulunmuştur. Bir Haar özelliği varlığında, koyu bölge piksel ortalaması değerinden açık bölge piksel ortalama değeri çıkartılarak eşik değeri ile karşılaştırılmıştır. Eğer sınıflandırıcı eksik sonuç üretiyorsa yüzdeki geometrik oran bilgilerden yararlanarak gözlerin ve ağız yeri tespit edilmiştir. Konum tespitinde, gözlerin baş yüksekliğinin yarısı uzunluğunda bulunması oranı, iki göz arasında bir göz mesafesinin olması ve yüz yüksekliği genişliğinin 1,5 katı geometrik oranları kullanılmıştır. Burun, çalışma dışında tutulmuştur.

3.3. Yüz İfadesi Tanıma

Bezier eğrileri, ilk olarak otomobil gövdeleri tasarlamak için Fransız mühendis Pierre Bezier tarafından 1962 yılında yayımlanmıştır. Günümüzde ise, fontların üretiminde, modelleme çalışmalarında, yüz ifadesi tanıma ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.

Bezier eğrisi, kendini tanımlayacak olan poligonun köşeleri ile birebir ilişkilidir. Poligonun yalnızca ilk ve son köşeleri eğri üzerinde bulunmaktadır. Diğer köşeler ise eğrinin derecesini ve dolayısıyla şeklini tanımlamada katkıda bulunurlar.



Şekil 7. Bezier eğrilerine örnekler

Şekil 7’de farklı noktalar için Bezier eğrileri görülmektedir.

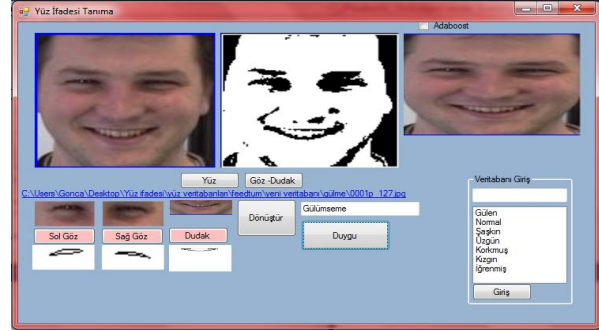
Ayrıntılı Bézier eğrilerini tanımlamak için birçok kontrol noktası kullanmak mümkündür. Fakat Bezier Eğrilerinde kontrolün geniş çaplı olması ve polinomun derecesi arttıkça matematiksel hesaplamalarının karmaşıklaşması yüzünden kontrol noktalarının sayısının fazla olması tercih edilmez. Bunun yerine dört kontrol noktasına sahip Bezier eğrilerinin arka arkaya birleştirilmesiyle daha ayrıntılı eğriler oluşturulur. Bu nedenden dolayı, Kübik Bezier eğrileri (4 kontrol noktasına sahip Bezier eğrileri) diğer dereceden Bezier eğrilerine göre daha yaygın olarak kullanılır [15].

Kübik Bezier eğrisi denklem (1) deki gibi ifade edilir.

$$P(t) = \sum_{k=0}^n P_k B_k^n(t) = (1-t)^3 P_0 + 3t(1-t)^2 P_1 + 3t^2(1-t) P_2 + t^3 P_3 \quad (1)$$

Yüz ifadesi tanıma için uygulamada, gözler ve ağız için 4 kontrol noktalı Bezier eğrilerinden yararlanılmıştır. Eğitim aşamasında duyguyu en iyi ifade eden resimlerden 70 adet seçilerek eğitim işlemi gerçekleştirilmiştir. Eğitim sırasında farklı duygular için elde edilen eğri bilgileri veritabanına kaydedilerek ifade tanıma bilgilerinin öğretilmesi sağlanmıştır. FEEDTUM veritabanından her duygu ifadesi için rastgele 30’ar adet resim seçilerek test işlemi gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen uygulama ekranı Şekil 8’de görülmektedir. Uygulamada, alınan resimde önce yüz bölgesi tespiti edilir ve ardından yüz özelliklerine dayalı olarak oranlanabilmesi için yüz kırılır. Özellik çıkarımı için renkli resim, Otsu eşik değeri kullanılarak siyah-beyaz resme dönüştürülür. “Göz-Dudak” butonu ile gözlerin ve ağızın belirlenmesi yapılır.

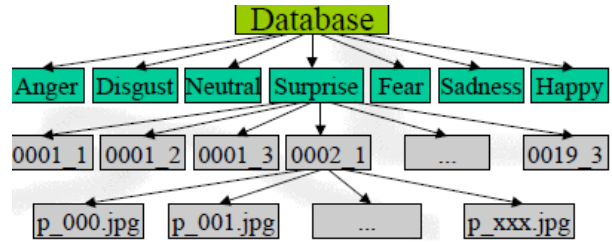


Şekil 8. Uygulamanın çalışması

“Dönüştür” butonu ile gözler ve ağız şekline uygun bezier eğrileri elde edilir. “Duygu” butonuna basıldığında duygunun tanınması sağlanmaktadır.

3.4. FEEDTUM Veritabanı

Uygulamada FEEDTUM ya da FG-NET (Face and Gesture Recognition Research Network) olarak bilinen veritabanı üzerinde test işlemi gerçekleştirilmiştir. FEEDTUM veritabanının dizin yapısı Şekil 9’de verilmektedir.



Şekil 9. FEEDTUM veritabanı dizin yapısı

Veritabanında 19 farklı kişinin üçer çekim alınmış fotoğrafları yer almaktadır. Her bir kişinin 21’er resimden toplamda 399 resmi bulunmaktadır. Veritabanı, ISO-9660 görüntü şeklinde yayınlanmaktadır [16][17].

Çalışmada, eğitim amaçlı 70 adet, test aşamasında ise her duygu için 30 adet olmak üzere toplam 210 adet resimden faydalanılmıştır.

4. Sonuçlar

Yüz ifadeleri, sözsüz iletişim kanalı olarak %55’lik bir oranla insanlar arası yüz-yüze iletişimde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. İnsanın yüz ifadesine dayalı duyguları bilgisayarla tanıma ise ilginç bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada, resimlerdeki yüz ifadelerinden gülümseme, şaşkınlık, üzümlük, korkma, iğrenme, kızgın ve normal gibi farklı duyguların tespitinde elde edilen değerler farklılık göstermektedir.

Yedi farklı duygunun tanınma sonuçları sırasıyla; gülme %97, iğrenme %63, kızgın %63, korkmuş %70, normal %63, şaşkın %73 ve üzgün %57 dir.

Çizelge 1: Uygulama Sonuçları

	Gülme	İğrenme	Kızgın	Korkmuş	Normal	Şaşkın	Üzgün	Yüzde
Gülme	29	1						97
İğrenme	8	19		2	1			63
Kızgın	4	1	19	2	4			63
Korkmuş		6		21	1		2	70
Normal	2	1	4	3	19		1	63
Şaşkın	4	1		2		22	1	73
Üzgün	1	1		2	9		17	57

İğrenme, kızgın, korkmuş duygu oranlarının düşük olması veri tabanı resimlerdeki ifadelerin birbirine yakın olmasındandır. Bazı resimlerde, korkmuş duygusunun iğrenme ile, iğrenme duygusunun ise gülme duygusu ile karıştırıldığı görülmüştür.

Üzgün ifadesinin en fazla normal ifade ile karıştırılmasının sebebi ise, resimlerdeki bu duyguları ifade eden kişilerin ağızlarının kapalı ve göz ifadelerinin çok değişmemesinden kaynaklanmaktadır.

Duygu doğruluk oranının yükseltilmesi için yüzün geometrik oranlarının birden fazla parametresi birlikte kullanarak, duygu ifadelerini daha iyi belirleyen özelliklerin elde edilmesi üzerinde yeni çalışmalar yapılabilir.

5. Kaynaklar

- [1] Mehrabian A., Communication without Words, *PsychologyToday*, vol. 2,no. 4, pp. 53-56, 1968.
- [2] Ekman P., Friesen W., Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement. Consulting Psychologists Press, Palo Alto, 1978.
- [3] Shan C., Gong S, and McOwan, , P. W. "Facial Expression Recognition Based on Statistical Local Features", in J. Luo and X. Tang (Eds.), *USTC 50th Golden Anniversary Book: Computer Vision*, USTC Press, 2008
- [4] Güneş, T., Polat, E., Yüz İfade Analizinde Öznetelik Seçimi Ve Çoklu Svm Sınıflandırıcılarına Etkisi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 24, No 1, 7-14, 2009
- [5] <http://www.cmpe.boun.edu.tr/~ari/files/ari2008iscis.pdf> (Erişim Tarihi: 29.05.2012)
- [6] Ulukaya, S., Erdem, C. E, A Comparison of Geometrical Facial Features for Affect Recognition, IEEE 19th Signal Processing and Applications Conference (SIU), Antalya, Turkey, April 2011.
- [7] Barlett, M.,S.,vd. ,Real Time Face Detection and Facial Expression Recognition: Development and Applications to Human Computer Interaction, Machine Perception Laboratory, Institute for Neural Computation University of California, 2003
- [8] Sarode N. vd., Facial Expression Recognition ,(IJCSE) ,International Journal on Computer Science and Engineering Vol. 02, No. 05, 2010, 1552-1557
- [9] Khan, M., İ., Bhuiyan A.,,Facial Expression Recognition for Human-Robot Interface, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.4, April 2009
- [10] Khan, M., İ., Bhuiyan A., Facial Features Approximation for Expression Detection in Human-Robot Interface, Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2010
- [11] http://www.cognotics.com/opencv/servo_2007_series/par_t_2/sidebar.html#fig_1 (Erişim Tarihi: 13.07.2012)
- [12] Jones, M. ve Viola P., " Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features", 2001
- [13] Kurt, B., Bilgisayar ile psikolojik durum değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi,KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı,2007
- [14] <http://mehmetsalihdeveci.net/2010/12/31/yuz-resimlerinde-ozellik-noktalarinin-bulunmasi/> (Erişim Tarihi: 14.07.2012)
- [15] İçacan, M.S, Maya'da İnsan Yüzünün Modellenmesi ve Animasyonu, Bitirme Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 9-10,2007
- [16] <http://www.mmk.ei.tum.de/~waf/fgnet/feedtum.pdf> (Erişim Tarihi: 13.07.2012)
- [17] <http://cotesys.mmk.e-technik.tu-muenchen.de/isg/content/feed-database> (Erişim Tarihi: 13.07.2012)