

## Görüntüler üzerinde Mutluluk Duygusunun Tespiti Detection of Happiness Emotion on Images

<sup>1</sup>Beyza Nur Akça, <sup>2</sup>Burakhan Çubukçu ve <sup>\*1</sup>Uğur Yüzgeç  
<sup>\*1</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilecik, Türkiye  
<sup>2</sup> Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Bilecik, Türkiye

### Özet

Günümüzde bilgisayar kullanımı yaygınlaştıkça insan-bilgisayar etkileşimi üzerine yenilikçi çalışmalar hız kazanmıştır. Bu yeniliklerden biri, insanların duygusal durumlarının bilgisayarlı sistemler tarafından belirlenmesidir. Bu çalışmada, literatürden farklı öğrenme algoritmaları dışında bir yöntem geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada sırasıyla; insan yüzü tespiti, yüz işaretçilerinin tespiti, niteliklerin yaratılmasına dayalı yüz işaretçileri, çeşitli hesaplamalar üzerine nitelikler yapılmıştır. Bu çalışma Raspberry Pi 3 donanımı ve Python yazılım dili kullanılarak geliştirilmiştir. Önerilen yöntem, 27 farklı birey (15 kadın, 12 erkek) içeren orijinal veri setinde test edilmiş ve sistemin performansı % 96.3 olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Duygu Analizi, Raspberry Pi, Python, Dlib.

### Abstract

Nowadays, when computer usage is widespread, innovative studies on human-computer interaction have gained momentum. One of these innovations is the determination of the emotional states of the humans by computerized systems. In this study, it is aimed to develop a method other than learning algorithms, which is different from the literature. In this study, respectively; human face detection, detection of face markers, face markers based on the creation of attributes, attributes were made on various calculations. This study was performed using the Raspberry Pi 3 hardware and Python software language. The proposed method was tested in the original dataset including 27 different individuals (15 females, 12 males) and the performance of the system was determined as 96.3%.

**Key words:** Emotion Analysis, Raspberry Pi, Python, Dlib.

### 1. Giriş

İnsanlar arası iletişim, sesli, sözlü ve sözsüz iletişim olmak üzere üç temel gruba ayrılmaktadır. Literatürde yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda, insanlar arasındaki etkileşimde sözsüz iletişimin %55, sesli iletişimin %38 ve sözlü iletişimin ise %7 etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır [1,2]. Bu nedenle sözsüz iletişiminden insan-makine etkileşiminde, iletişim ifadelerini anlama ve algılamada yararlanılmaktadır. Yüz tanıma [3], hareket tanıma [4], el yazısı tanıma [5], el işareti tanıma [6] ve tuş vuruşu tanıma [7] gibi sistemler bunlara örnek olarak verilebilir.

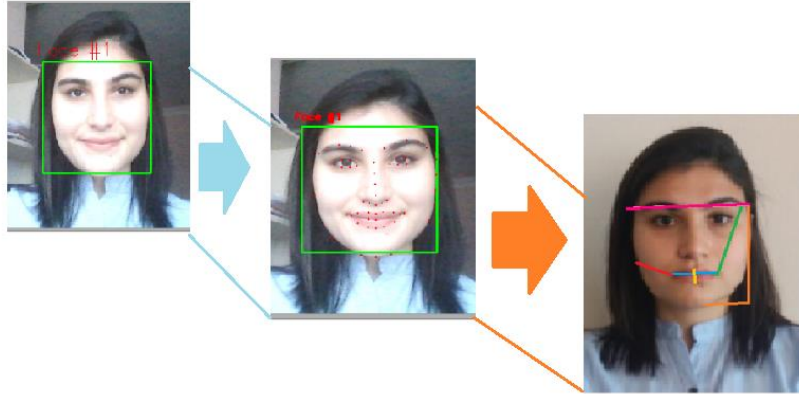
Yüz tanıma, dışarıdan bireye herhangi bir müdahale olmadan kimliğini doğrulama ve modellemeye imkân sağlayan bir yöntemdir. Sözsüz iletişim açısından vücudumuzda en fazla veriyi içeren bölüm insan yüzüdür. Aynı zamanda insan yüzünde oluşan mimikler sayesinde insanlar arası iletişimdeki gibi, insan-makine etkileşiminde de değerli bilgiler sunmaktadır. Örnek

vermek gerekirse, insan yüzlerine dair veri setleri bilgisayar donanım ve yazılımı ile işlenerek uzman sistemler olarak insan duygularının tespit edilmesi ve analizinde kullanılabilirlerdir.

İnsan duygu analizi ve tespiti üzerine yapılan çalışmalar iki ana yaklaşımdan oluşmaktadır: kategorik ve boyutsal yaklaşım. Ekman ve arkadaşlarının önerdiği kategorik yaklaşımda duygu tanıma sadece yüze dayalı gerçekleştirilmekte ve duygular birbirinden ayrı bağımsız kategorilere ayrılmaktadır [8-9]. Bu yaklaşımda, altı temel duygu (üzüntü, mutluluk, iğrenme, korku, şaşkınlık ve öfke) ele alınmaktadır [8]. Yani bu temel duygular farklı ülkelerden insanlar tarafından benzer yüz mimikleriyle ifade edilmektedirler. Russell ve meslektaşlarının ortaya koyduğu boyutsal yaklaşımda ise hoşnutluk durumunda sürekliliği ifade eden uyarılma seviyesi ve duygusal ton olmak üzere iki temel boyut bulunmaktadır [10]. İki boyutlu bu yaklaşım sadece yüze dayalı bir yaklaşım olmayıp, duygu tanımında biyolojik sinyaller ve uyarılma durumunun da önemli olduğu ortaya konulmuştur [11]. Bu çalışma kapsamında yüze dayalı duygu modeli esas alınarak gömülü bir sistem (Rasp Pi 3) üzerinde mutluluk duygusu analizi gerçekleştirilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada donanım olarak dizüstü bilgisayara ek olarak Raspberry Pi 3 mini bilgisayarı kullanılmıştır. Şekil 1’de gösterildiği gibi sistem sırasıyla; yüz tanıma, yüz işaretçilerinin tespiti, öznel çıkarımı ve mutluluk duygusunun algılanması şeklinde ilerlemiştir. Çalışmanın yazılım kısmında Python yazılım dili ve kütüphanelerinden (Dlib [12], OpenCV [13], NumPy [14] ve Scikit-learn [15]) yararlanılmıştır.



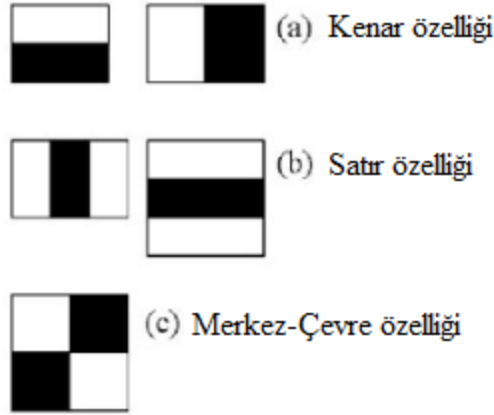
Şekil 1. Resim üzerinde mutluluk analizinin ana basamakları

### 2.1. Yüz Tespiti

Yüz tespiti işlemi, resim veya video gibi sayısal ortamlarda bulunan insan yüzlerinin tespit edilmesi işlemidir. Yüz tespiti için analitik ve bütünsel olarak iki farklı yöntem geliştirilmiştir. Bütünsel yaklaşım yüzün bir bütün olarak incelendiği yaklaşımdır. Analitik yaklaşım ise yüz elemanlarının bir arada oluşunu dikkate alan yaklaşımdır. Bu yaklaşım doğrultusunda birçok algoritma geliştirilmiştir. Bu çalışmada Viola ve Jones tarafından geliştirilen Haar Cascade sınıflandırıcısı [16] tercih edilmiştir. Haar Cascade sınıflandırıcısı, görüntü üzerinde nesne

bulmak için uygulanan bir yöntemdir. Eğitim için içerisinde aranılan nesnenin bulunduğu pozitif resimlere ve içerisinde o nesnenin bulunmadığı negatif resimlere ihtiyaç vardır. Sınıflandırıcı eğitimi pozitif resimlerdeki görüntüleri 3 ana özelliği göre tarayarak gerçekleştirmektedir. Bu özellikler aşağıda ve Şekil 2’de belirtilmiştir.

1. Kenar (edge) özelliği: Eğer görüntü üzerinde belirli bir alan koyu alandan oluşmakta ve belirli bir alan ise açık renklerden oluşmakta ise kenar özelliği olduğu anlaşılmaktadır.
2. Satır (line) özelliği: Eğer görüntü üzerinde sırasıyla açık-kapalı-açık renklerden oluşmakta ise çizgi özelliği bulunmaktadır.
3. Merkez-Çevre (center-surround) özelliği: Eğer görüntü üzerinde kare şeklinde koyu ve açık tonlar çapraz bir şekilde bulunmaktaysa merkez çevre özelliğini belirtmektedir.



Şekil 2. Haar-cascade özellikleri

Şekil 3’de yanakların parlaklık oranının burun bölgesindeki parlaklık oranından daha düşük olması durumunda satır özelliği gösteren çerçeve kullanımı gösterilmiştir. Şekil 4’de ise göz bölgesinin beyaz ile gösterilen alt bölgeden daha karanlık olması durumunda kenar özelliği gösteren çerçevenin kullanımı gösterilmiştir.

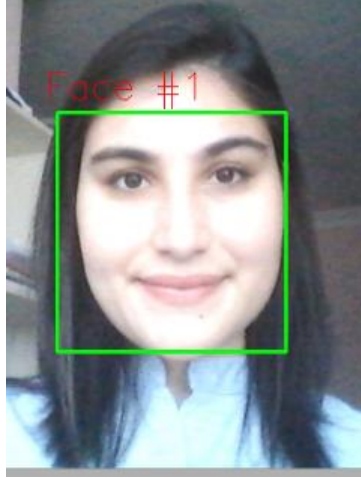


Şekil 3. Satır özelliği gösteren çerçeve kullanımı



Şekil 4. Kenar özelliği gösteren çerçeve kullanımı

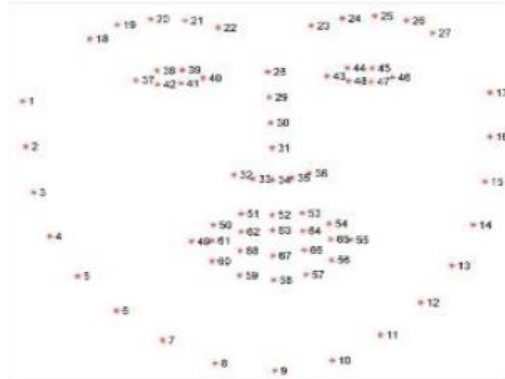
Open Source Computer Vision (OpenCV) kütüphanesi, Viola-Jones algoritmasının çalışabilmesini sağlamaktadır. OpenCV Kütüphanesinin bu amaçla kullanıldığı çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bu çalışmanın ilk adımında; Viola-Jones algoritmasının Haar Cascade sınıflandırıcısı statik resimlere uygulanmış ve yüz tespiti gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).



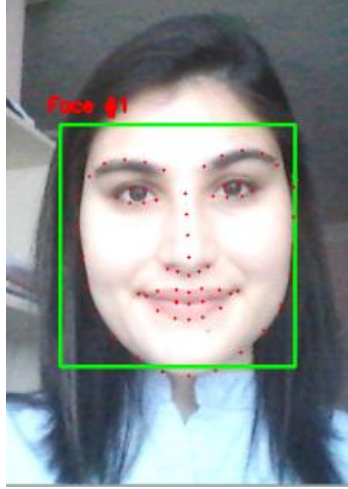
Şekil 5. Haar-cascade sınıflandırıcısı kullanılarak yapılan yüz tespiti örneği

## 2.2. Yüz İşaretçilerinin Tespiti

Yüz işaretçilerinin tespiti bu çalışma için önemli bir aşamadır. Çünkü elde edilen yüz noktaları yapılacak bir sonraki aşamaların devamlılığı için önemli verilerdir. Burada tespit edilecek noktaların hassasiyeti ve doğruluğu hesaplamalarda önem teşkil etmektedir. Gerçekleştirilen çalışmada yüz işaretçilerinin tespiti işleminde C++ programlama dilinde geliştirilmiş platform-bağımsız bir yazılım kütüphanesi olan Dlib kullanılmıştır. Dlib genel amaçlı açık kaynaklı, makine öğrenme algoritmaları, sayısal algoritmaları içeren halen geliştirilmekte olan bir kütüphanedir. Bu veri seti; insan yüz hatlarını ve yüz üzerindeki ağız, göz, kaş, burun gibi bölümlerin sınırlarını ifade eden 68 işaretçi bulundurmaktadır. Her bir işaretçi yüz üzerindeki (x, y) koordinatlarına sahip olacak şekilde bir noktayı temsil eder. Şekil 6'da yüz üzerindeki işaretçilerinin 1'den 68'e kadar numaralandırılması belirtilmiştir. Şekil 7'de resim üzerindeki uygulaması görülmektedir.



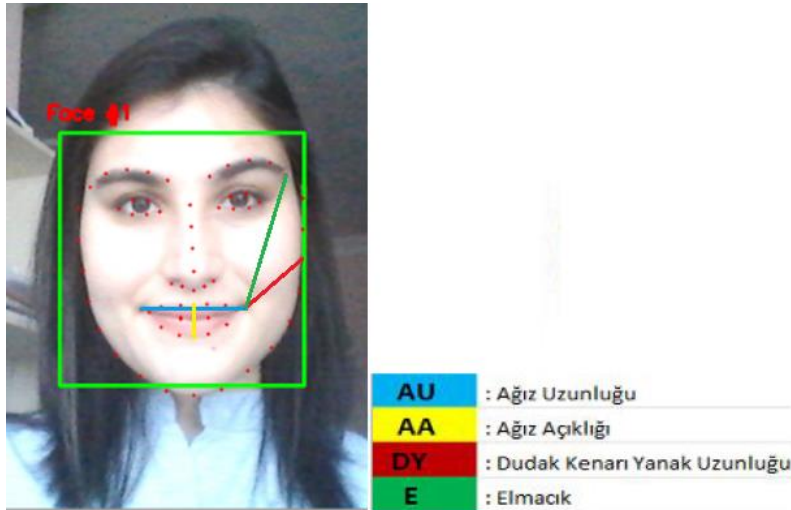
Şekil 6. Yüz üzerinde işaretçilerin numaralandırılması



Şekil 7. Tespit edilen yüz üzerinde işaretçi noktaların belirlenmesi

### 2.3. Öznitelik Oluşturma

Öznitelik çıkarımı bu çalışmanın özgünlüğünü sağlayan bir başka özelliğidir. Burada oluşturulacak özniteliklerin doğruluğu ve ayırt ediciliği mutluluk ifadesinin doğru sınıflandırılmasını sağlayacaktır. Mutluluk ifadesi için öznitelik oluşturmada insan yüzünde belirleyici özellikler ağız ve çevresi olduğu gözlemlenmiştir. Bunun için yüz üzerinde 4 adet uzunluk bilgisi elde edilmiştir (Şekil 8). Bu uzunluklar işaretçiler arasındaki Öklid uzaklıkları ile elde edilmiştir.



Şekil 8. Özniteliklerden uzunlukların hesaplanması

### 2.4. Öznitelik Hesabı

Çalışmanın özgünlüğünü gösteren en belirgin aşamasını oluşturmaktadır. Bir özniteliğin bir insan da yaklaşık olarak hangi aralıklarda bulunması gerektiği tespit edilir. Bunun için dikkat edilen kriterler Tablo 1'de belirtilmiştir.

**Tablo 1.** Özniteliklerin en büyük ve en küçük değerleri için kriterler

No	Öznitelik
1	Ağız en uzun ve en kısa halindeyken uzunluk değeri
2	Ağız en açık ve en kapalı halindeyken açıklık değeri
3	Elmacık en uzun ve en kısa halindeyken uzunluk değeri
4	Dudak kenarı yanak arası mesafe en uzun ve en kısa halindeyken değeri

Öznitelik hesabı ile bulunan değerlerin her insanda sağlıklı bir şekilde sağlanabilmesi için normalize işleminin yapılması gerekir. Her yüz kendi ölçülerine göre normalize edilir. Normalizasyon sonucu elde edilen özniteliklerin en büyük ve en küçük değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Özniteliklerin en büyük ve en küçük aralıkları

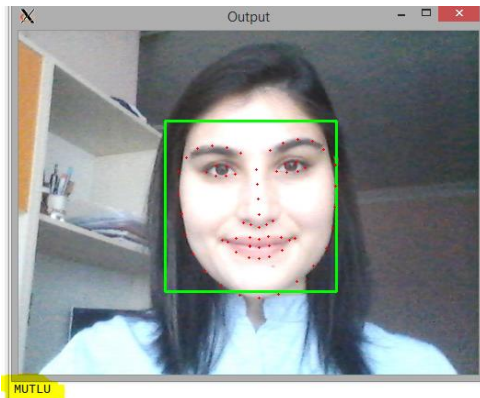
No	Öznitelik	En Büyük-En Küçük Aralık
1	Ağız Uzunluğu	$0.25 < AU \leq 0.6$
2	Ağız Açıklığı	$0 \leq AA < 0.58$
3	Elmacık Uzunluğu	$0.5 \leq EU < 0.81$
4	Dudak Kenar-Yanak Arası Uzunluğu	$0.13 < DY < 0.31$

Tablo 2'deki değerler belirtilen özniteliklerin bir insanda yaklaşık olarak sahip olması gereken en büyük ve en küçük değerlerdir. Bu veriler mutluluk ifadesi için dönüştürülmelidir. Bunun için her bir öznitelik değeri 2 kadın ve 2 erkek verisinde tespit edilmiştir. Bu değerlere göre yeni aralıklar oluşturulmuştur (Tablo 3). Mutluluk duygusunun tespiti için bu aralıkların aynı anda sağlanması gerekmektedir.

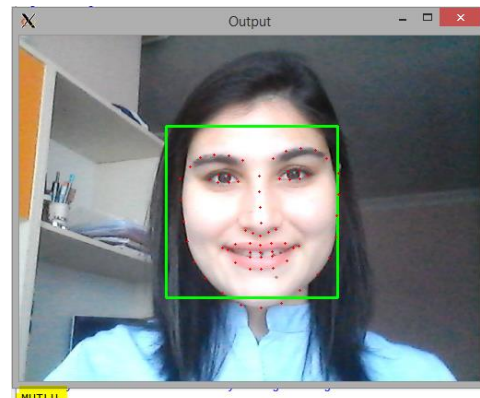
**Tablo 3.** Özniteliklerin mutluluk duygusu için en büyük ve en küçük aralıkları

No	Öznitelik	Mutluluk Duygusu için Aralık
1	Ağız Uzunluğu	$0.35 < AU < 0.6$
2	Ağız Açıklığı	$0 \leq AA < 0.3$
3	Elmacık Uzunluğu	$0.5 \leq EU < 0.65$
4	Dudak Kenar-Yanak Arası Uzunluğu	$0.13 < DY < 0.29$

Tebessüm ve gülümseme örnek fotoğrafları için yapılan çalışmanın ekran çıktıları Şekil 9 'da gösterildiği gibi *mutlu* çıktısını vermektedir.



(a) Tebessüm ifadesi



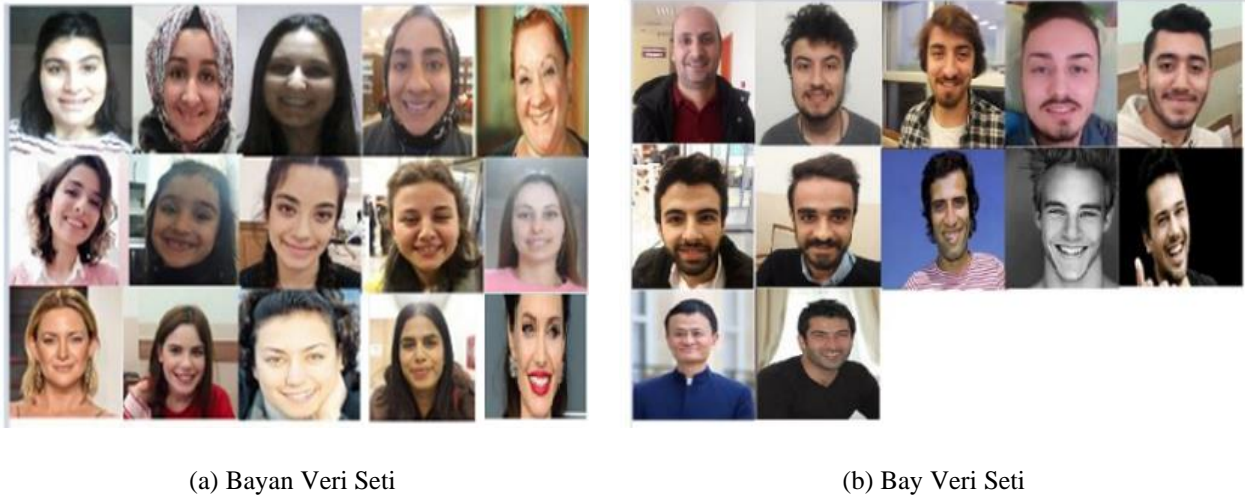
(b) Gülümseme ifadesi

**Şekil 9.** Mutluluk duygusunun iki farklı örnek resim üzerinden tespiti.

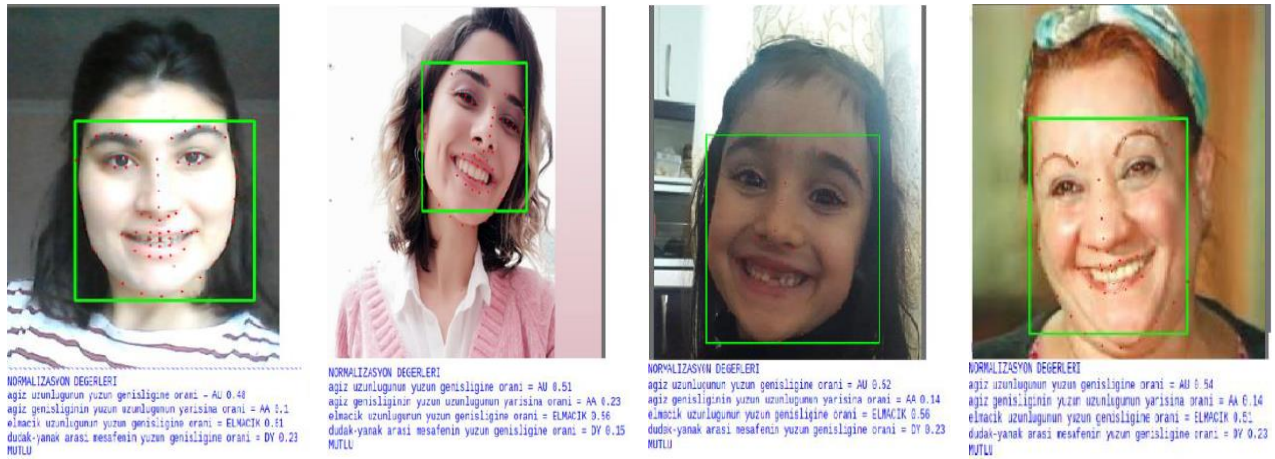
## 2.5. Özgün Veri Seti Oluşturma ve Testler

Bu çalışma kapsamında önerilen mutluluk duygusu tespit algoritmasının test edilmesi için bay ve bayan 27 kişilik mutlu veri seti rastgele bireylerden oluşturulmuştur (Şekil 10). Şekil 11-12'de bay ve bayan veri setlerinden bazıları için yapılan önerilen sistem ile gerçekleştirilen başarılı mutluluk duygusu tespiti örnekleri gösterilmiştir.

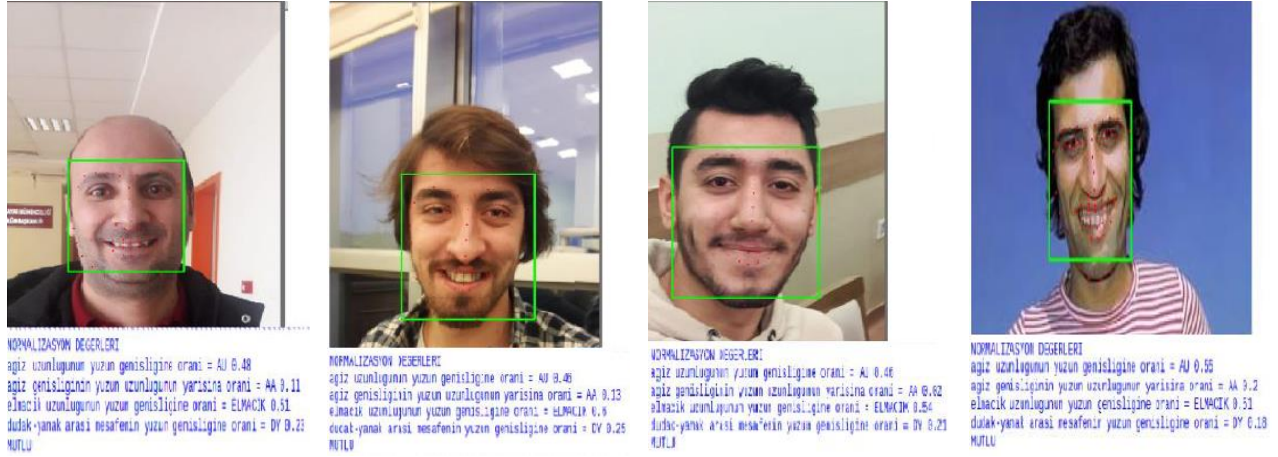
Şekillerden de görüleceği üzere yüz bölgesinin bulunmasından sonra (yeşil çerçeve), yüz üzerindeki 68 kritik nokta tespit edilerek işaretlenmektedir (kırmızı noktalar). Mutluluk duygusu için analizi yapılan dört önemli yüz mesafesinin (Tablo 1) hesabı ve normalizasyon değerleri hesaplandıktan sonra Tablo 3'deki kritik aralıklarda yer alan değerler için önerilen sistem kişilerin mutlu olduklarını başarı ile tespit etmiştir. Şekil 13'de ise bay veri setinde başarısız olan bir örnek gösterilmiştir.



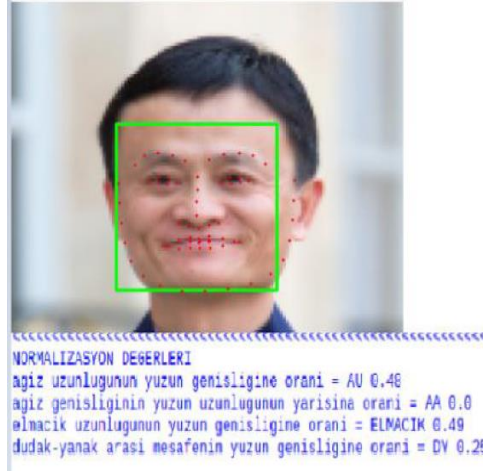
Şekil 10. Mutluluk duygusunun veri seti.



Şekil 11. Bayan veri seti üzerinde yapılan başarılı mutluluk duygusu tespiti örnekleri.



Şekil 12. Bay veri seti üzerinde yapılan başarılı mutluluk duygusu tespiti örnekleri.



Şekil 13. Bay veri seti üzerinde yapılan başarısız bir tespit örneği.

### 3. Tartışma ve Sonuçlar

Geliştirilen çalışmada ilk olarak resim üzerinde insan yüzü tespiti ve bulunan yüzler üzerinde işaretçilerin tespiti yapılmıştır. Belirlenen işaretçiler kullanılarak mutluluk ifadesi için öznitelik çıkarımı yapılmıştır. Oluşturulan öznitelikler için normalizasyon işlemi uygulanmış ve mutluluk ifadesi için keskin aralıklar belirlenmiştir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde yüze dayalı duygu tanıma için farklı eğitim algoritmaları ve metotları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları Naive Bayes, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (Multi Layer Perceptron: MLP), Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine: SVM) olarak belirtilebilir.

Bu çalışmada literatürden farklı olarak öğrenme algoritmalarının dışında bir yöntem geliştirmek amaçlanmıştır. Öznitelik çıkarımı, normalizasyon formülleri geliştirme ve mutluluk ifadesi için doğru öznitelik aralıkları belirleme ve Raspberry Pi 3 donanımının kullanılması çalışmanın en özgün aşamalarını oluşturmaktadır. Çalışmada önerilen mutluluk duygusu tespitini test etmek için özgün olarak oluşturulan 27 kişilik (15 kadın, 12 erkek) veri setinde yaklaşık % 96.30 mutluluk duygusunun başarı ile bulunduğu gözlemlenmiştir.



Gelecek çalışmalar arasında, evrensel kabul edilen altı duygu (mutlu, şaşkın, üzgün, öfke, iğrenme, korku) üzerinde tamamlanarak gerçek zamana aktarılarak geliştirilebilir. Ofis ortamında çalışan bireylerin yüz ifadelerine dayalı olarak duygusal durumları hakkında bilgi edinilebilen, sinema ve tiyatro salonlarında seyirci duygu geçişlerini tespit edebilen, konferans ve eğitim gibi platformlarda dinleyicinin dikkat analizini yapabildiği bir prototip sistem de geliştirilebilir.

## Teşekkür

Bu çalışmada sunulan “*Görüntü Üzerinde Mutluluk Duygusunun Tespiti*” isimli bildiri çalışması, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında, Bilgisayar Mühendisliği Tasarım Çalışması dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

## Kaynakça

- [1] I. A. Essa, A. P. Pentland, “Coding, analysis, interpretation and recognition of facial expressions”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 19(7), 757–763, 1997.
- [2] F. B. Mandal, S. Srivastava, “Real Time Facial Expression Recognition using a Novel Method”, The International Journal of Multimedia & Its Applications, 4(2), 2012.
- [3] S. Borra and N.K. Jayant, “Attendance Management System Using Hybrid Face Recognition Techniques”, Conference on Advances in Signal Processing (CASP2016), 2016.
- [4] K. Sehairi et al., “Real-time implementation of human action recognition system based on motion analysis”, Studies in Computational Intelligence, 143-164, 2016.
- [5] C. O. Reilly et al., “Recent developments in the study of rapid human movements with the kinematic theory: Applications to handwriting and signature synthesis”, Pattern Recognition Letters, 35(1), 224-235, 2014.
- [6] G. Castellano et al., “Recognising Human Emotions from Body Movement and Gesture Dynamics”, 2nd international conference on Affective Computing and Intelligent Interaction, 71-82, 2007.
- [7] A. Salem et al., “Analysis of strong password using keystroke dynamics authentication in touch screen devices”, Cybersecurity and Cyberforensics Conference CCC 2016, 15-21, 2016.
- [8] P. Ekman, D. Keltner, “Universal Facial Expression of Emotion: An Old Controversy and New Findings”, J Nonverbal Behav, 21(1), 3-21, 1997.
- [9] D. Roberson, L. Damjanovic, M. Kikutani, “Show and tell: The role of language in categorizing facial expressions of emotion.”, Emotion Review, 2, 255-260, 2010.
- [10] T. Takehara, N. Suzuki, “Differential processes of emotion space over time.”, North American Journal of Psychology, 3, 217-228, 2001.
- [11] T. Fujimura, Y.T. Matsuda, “Categorical and dimensional perceptions in decoding emotional facial expressions”, Cognition and Emotion, 26(4), 587-601, 2012.
- [12] D. E. King “Dlib-ml: A machine learning toolkit”, Journal of Machine Learning Research, 10(Jul), 1755-1758, 2009.
- [13] G. Bradski, “The opencv library”, Dr Dobb's J. Software Tools, 25, 120-125, 2000.
- [14] T. E. Oliphant, “A guide to NumPy”, Trelgol Publishing, 2006.

- [15] F. Pedregosa, et al. "Scikit-learn: Machine learning in Python", *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830, 2011.
- [16] P. Viola, M. J. Jones, "Robust real-time face detection", *International Journal of Computer Vision*, 57(2), 137-154, 2004.