

Sayı : 85877793-604.0443552
Konu : Proje Sonuç Raporu (Proje No: 2022/4-25M)

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİNE

Yürütücüsü olduğum ve KSU BAP birimi tarafından desteklenen **2022/4-25M** nolu münferit projesi tamamlanmış olup, (1) teslim dilekçesi, (2) sonuç raporu formu, (3) sonuç raporu kitabı ekte sunulmuştur.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Ahmet ALKAN
Öğretim Üyesi

Ek:

- 1- Proje Sonuç Raporu Teslim Tunağı_A.Alkan (1 Sayfa)
- 2- Proje Sonuç Raporu_A.Alkan (2 Sayfa)
- 3- 2022-4-25 M_Münferit Proje Sonuç Raporu Kitabı_AA (137 Sayfa)





T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİNE

Proje Numarası :	2022/4-25 M
Projenin Adı :	Derin Öğrenme ve Görüntü İşleme Teknikleri Kullanarak Üniversite Öğrencilerinin Yüz İfadelerinden Duygu Durumlarının Tespiti
Projenin Türü :	Münferit Proje (M)
Proje Yön. Unv.-Adı-Soyadı :	Prof.Dr. Ahmet ALKAN
Görev Yeri :	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Bölümü :	Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Sözleşmeye Göre Projenin	
Başlangıç Tarihi :	05-07-2022
Bitiş Tarihi :	04-03-2024
Alınan Ek Süre :	0 Ay
Sonuç Raporu Tarihi :	06-03-2024
Proje Bütçesi :	51.327,00 TL
Alınan Ek Ödenek :	0,00 TL
Projenin Toplam Bütçesi :	51.327,00 TL
Harcanan Miktar :	50.223,16 TL
Proje Kalan Bütçesi :	1.103,84 TL
İşyeri Telefon Numarası :	(344)280-1634
Cep Telefon Numarası :	(507)259-5017
Proje Yöneticisinin İş Adresi :	KSÜ.Müh.Mim.Fak.El.Elektronik Böl.Avşar Kampüsü, 46050-9; Kahramanmaraş
Demirbaş Taşınır Alımları	Proje Kapsamında Demirbaş Niteliğinde Taşınır Alınmıştır. Sayıştay Başkanlığı'nın Raporu ve BAP Komisyonu Gereği, Taşınır Grev Yaptığım Birimin Ambarına, Harcama Yetkilisinin Bilgisi Dahilinde Teslim Edilmiştir.

Projemin sonuç raporunun kabulünü arz ederim. **05/03/2024**


Prof. Dr. Ahmet ALKAN
(İmza)

Projemin Sonuç Raporunun, Üniversitemiz BAP/Kütüphane İnternet Sayfasında;

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1.Yayınlanmasına İzin Vermiyorum. | ☐ |
| 2.Sadece Özetin Yayınlanmasına İzin Veriyorum. | ☒ |
| 3.Tam Metin Yayınlanmasına İzin Veriyorum. | ☐ |
| 4. Tarihinden İtibaren Tam Metin Yayınlanmasına İzin Veriyorum. | ☐ |



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ
SONUÇ RAPORU

F-6

Proje Adı

Derin Öğrenme ve Görüntü İşleme Teknikleri Kullanarak Üniversite Öğrencilerinin Yüz İfadelerinden Duygu Durumlarının Tespiti

Proje No	Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi	
2022/4-25 M	05-07-2022	04-03-2024	
Rapor Türü	Raporun Kapsadığı Dönemin Tarihleri		
Sonuç Raporu	05-09-2023	04-03-2024	
Bilimsel Araştırmalar Birimi Tarafından Sağlanan Destek Miktarı	Gelişme Raporu Döneminde Harcanan	Şimdiye Kadar Harcanan	Kalan
51.327,00 TL		50.223,16 TL	1.103,84 TL
Destek Sağlayan Diğer Kuruluşların Katkısı	Gelişme Raporu Döneminde Harcanan	Şimdiye Kadar Harcanan	Kalan

SAĞLANAN DESTEKTEN ŞİMDİYE KADAR YAPILAN HARCAMALARIN FASILLARA GÖRE DAĞILIMI

Fasıl	Harcanan	Kalan
YOLLUKLAR	0,00 TL	1.000,00 TL
MAMUL MAL ALIMLARI	50.223,16 TL	103,84 TL

RAPOR DÖNEMİNE AİT İLGİLİ YAYINLAR

No	Yayın
	Bulunmamaktadır

RAPOR DÖNEMİNE AİT İLGİLİ FİKRİ MÜLKİYETLER

No	Fikri Mülkiyet Adı	Fikri Mülkiyet No	Alındığı Ülke	Tescil Tarihi
				Bulunmamaktadır

RAPOR DÖNEMİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR VE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Sonuç Rapor Özeti :

ÖZET Yüz ifadeleri, bir kişinin bir işteki performansını etkileyebilecek psikolojik durumunu temsil edebilecek çok çeşitli duygu ve durumları iletebilir. Aynı zamanda, bu insanlar arasındaki sözsüz iletişim için etkili bir stratejidir. Son yıllarda, otomatik yüz ifadesi tanıma (facial expression recognition: FER) sistemleri oluşturmaya yönelik çalışmalar önemli ölçüde artmıştır. Bu modeller, insan-bilgisayar etkileşimi, sağlık ve güvenlik dâhil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Bu projede, yüz yüze veya çeşitli uzaktan eğitim programları kapsamında, üniversite öğrencileri için derslerde yüz tanıma sistemlerine odaklanan bir çalışma sunulmaktadır. Bu çalışmada, FER için derin öğrenme ve görüntü işleme teknikleri kullanılmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada katı çapraz doğrulama kullanan transfer öğrenme tekniklerinden ve transfer öğrenme teknikleri yardımıyla da ECOC-MSVM, KNN ve karar ağacı sınıflandırıcılarından faydalanılmaktadır. Bu noktada, sekiz yüz ifadesini (öfke, tiksinti, korku, mutluluk, tarafsızlık, üzüntü, dikkat ve sürpriz) içeren üniversite öğrencilerinin yüz görüntülerinden oluşan veri setimiz kullanılarak bu çalışma kapsamında deneyler yapılmıştır. Sonuçlar, her iki yöntemin de FER'de iyi ölçüde doğruluk elde edebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, çeşitli önceden eğitilmiş CNN'lerden toplanan çoklu özelliklerin birleştirilmesi ve bu birleştirilmiş özelliklerin, sırasıyla ECOC-MSVM, KNN ve karar ağacı sınıflandırıcılarına uygulanması sonucunda, eğitim-test süresi ile F1-Skor değeri açısından elde edilen sonuçların daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada, en iyi sonuçlar AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+TL+KNN kullanılarak elde edilmiştir. Bu durumda, F1-Skoru açısından %99 değerinde bir performansa erişilmiştir ve bu işlemde eğitim-test süresi 35 dakikadır. Ayrıca, AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2+TL+KNN, AlexNet+ GoogleNet+ResNet18+ResNet50+TL+ECOC-MSVM ve AlexNet+GoogleNet+ ResNet18+ResNet50+MobileNetV2+TL+ECOC-MSVM kullanıldığında da benzer F1-Skor

değerleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, eğitim ve test zaman dilimleri, dakika cinsinden sırasıyla 35, 40, 40 ve 44 olmak üzere farklılık göstermektedir.

Rapor içeriği için lütfen eke bakınız.

EK: [2022-4-25 M. Münferit Proje Sonuç Raporu_AA.pdf](#)

Demirbaş[Taşınır Alımları

Proje Kapsamında Demirbaş Niteliğinde Taşınır Alınmıştır. Sayıştay Başkanlığı'nın Raporu ve BAP Komisyonu Kararı Gereği, Taşınır Grev Yaptığım Birimin Ambarına, Harcama Yetkilisinin Bilgisi Dahilinde Teslim Edilmiştir.

S.No	Demirbaş[Taşınır adı
1.	İş İstasyonu (1 Adet) - 830.06.01 kodlu kalemden alım yapılmıştır.
2.	Kamera (1 Adet) - 830.06.01 kodlu kalemden alım yapılmıştır.

Proje Yürütücü Unvanı, Adı SOYADI	İmzası	Tarih
Prof.Dr. Ahmet ALKAN		06-03-2024



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ
SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**

**DERİN ÖĞRENME VE GÖRÜNTÜ İŞLEME
TEKNİKLERİ KULLANARAK ÜNİVERSİTE
ÖĞRENCİLERİNİN YÜZ İFADELERİNDEN DUYGU
DURUMLARININ TESPİTİ**

**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ**

2024 KAHRAMANMARAŞ

**DERİN ÖĞRENME VE GÖRÜNTÜ İŞLEME
TEKNİKLERİ KULLANARAK ÜNİVERSİTE
ÖĞRENCİLERİNİN YÜZ İFADELERİNDEN DUYGU
DURUMLARININ TESPİTİ**

Proje No: 2022/4-25M

**Prof. Dr. Ahmet ALKAN
Doktora Öğrencisi Muhammed Üsame ABDULLAH
Arş. Gör. Kubilay Muhammed SÜNNETCİ
Arş. Gör. Mahmut Nedim EKERSULAR**

2024 KAHRAMANMARAŞ

ÖNSÖZ

Derin öğrenme, eğitimde yüz ifadelerini tanıyarak öğrenci ve öğretmenlerin öğrenme deneyimini iyileştirmek için kullanılabilmektedir. Yüz ifadelerini otomatik olarak tanıyabilme yeteneği, eğitimcilerin öğrencilerin ilgisini nasıl çektiklerini anlamalarına ve öğretimlerini buna göre düzenlemelerine olanak sağlar. Bu sayede, öğrenci dostu sonuçlar elde etmek, örneğin daha yüksek test puanları gibi, mümkün olabilir. Bu proje ile yapay zeka tabanlı modeller aracılığıyla öğrencilerin yüz ifadelerinden duygu durumu tespit edilerek eğitim-öğretim seviyesinin yükseltilmesi hedeflenmiştir. Araştırmanın yapılması için Mühendislik Fakültesi öğrencilerinden farklı duygu durumları ifade eden yüz görüntüleri alınması amacıyla Üniversitemiz Fen Bilimleri Etik kurul onayı alınmıştır. Ayrıca Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dekanlığından da izin alınarak veri toplama süreçleri gerçekleştirilmiştir.

Projede yürütücüyü birlikte veri toplanması ve gerekli Ar-Ge çalışmalarının gerçekleştirilmesinde Doktora öğrencisi Muhammed Üsame ABDULLAH görev yapmıştır. Projenin dokümantasyon, yazım/dil kontrolü ve raporlama süreçlerinin gerçekleştirilmesindeki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Kubilay Muhammed SÜNNETCİ ve Arş. Gör. Mahmut Nedim EKERSULAR' a teşekkürü borç bilirim.

Bu bilimsel araştırma projesi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi tarafından proje numarası 2022/4-25M ile desteklenmiştir. Destekleri için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz. Projenin başlama tarihi 05-07-2022 ve bitiş tarihi 04-03-2024'tür.

Proje Yürütücüsü

Prof. Dr. Ahmet ALKAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLOLAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
EK ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	2
1.2. Projenin Organizasyonu.....	3
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1. Veri Setinin Toplanması	20
3.1.1. Veri kümesinin önemi	21
3.1.2. Veri setinin elde edilmesi	21
3.2. Derin Öğrenme	24
3.2.1. CNN ağları	25
3.2.2. CNN ağlarının katmanları	30
3.2.2.1. Evrimsel katman	30
3.2.2.2. Padding ve stride	31
3.2.2.3. Havuzlama katmanı.....	32
3.2.2.4. Tam bağlı katman (FC)	32
3.2.2.5. Dropout katmanı.....	33
3.2.2.6. Doğrusal olmayan katmanlar	34
3.2.2.6.1 ReLU fonksiyonu (Rectified Linear Unit-Doğrultulmuş Doğrusal Birim)	
.....	35
3.2.2.6.2 Sigmoid fonksiyonu	35
3.2.2.6.3 Tanh (Tanjant Hiperbolik) fonksiyonu	36
3.2.2.6.4 Softmax fonksiyonu	37

3.2.3. Bazı evrişimli sinir ağı mimarileri	39
3.2.3.1. AlexNet mimarisi	39
3.2.3.2. GoogleNet	39
3.2.3.3. MobileNet V2.....	40
3.2.3.4. ResNet18	41
3.2.3.5. ResNet50	41
3.2.3.6. VGG16	42
3.3. Transfer Learning Algoritması	43
3.4. Makine Öğreniminde Bazı Algoritmalar	44
3.4.1. SVM & MSVM sınıflandırıcıları	44
3.4.2. ECOC-SVM sınıflandırıcı.....	44
3.4.3. K en yakın komşular (KNN) sınıflandırıcı.....	46
3.4.4. Karar Ağacı (DT) sınıflandırıcı.....	47
3.5. Makine Öğreniminde Öğrenme Türleri	48
3.5.1. Gözetimli öğrenme	48
3.5.1.1. Regresyon.....	49
3.5.1.2. Sınıflandırma.....	49
3.5.2. Denetimsiz Öğrenme.....	49
3.5.2.1. Kümeleme	50
3.5.2.2. Birliktelik	50
3.5.3. Reinforcement learning	50
3.6. Kullanılan Bilgisayar Sistemi	51
3.7. K-Kat Çapraz Doğrulama	51
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	53
4.1. Transfer Öğrenme ve K-Kat Çapraz Doğrulama Kullanılarak Elde Edilen Sonuçlar	53
4.1.1. İlk kısım için performans ölçümleri	57
4.2. Transfer Öğrenme ve ECOC-MSVM, KNN ve DT Gibi Makine Öğrenmesi Algoritmalarıyla Birlikte Önceden Eğitilmiş Evrişimli Sinir Ağları Kullanılarak Elde Edilen Sonuçlar.....	70
4.2.1. AlexNet tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT	72
4.2.2. GoogleNet tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT	76
4.2.3. ResNet18 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT	80

4.2.4. ResNet50 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT	83
4.2.5. MobileNetV2 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT	87
4.2.6. Çoklu CNN ağlarının kombinasyonu ve birleştirme özellikleri.....	90
4.2.6.1. AlexNet ve GoogleNet	91
4.2.6.2. AlexNet, GoogleNet ve ResNet18	94
4.2.6.3. AlexNet, GoogleNet, ResNet18 ve ResNet50	98
4.2.6.4 AlexNet, GoogleNet, ResNet18, ResNet50 ve MobileNetV2	102
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	108
KAYNAKLAR	110

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3-1 AlexNet ağındaki her katman için aktivasyon boyutu ve parametre sayısı	30
Tablo 4-1 GPU kullanılarak çeşitli CNN ağları için eğitim ve test aşamalarında geçen süre	56
Tablo 4-2 Çeşitli CNN ağları için maksimum parametre sayısı.....	57
Tablo 4-3 AlexNet için performans ölçümlerinin değerleri	62
Tablo 4-4 GoogleNet için performans ölçümlerinin değerleri	62
Tablo 4-5 ResNet18 için performans ölçümlerinin değerleri	62
Tablo 4-6 ResNet50 için performans ölçümlerinin değerleri.....	63
Tablo 4-7 MobileNetV2 için performans ölçümlerinin değerleri	63
Tablo 4-8 VGG16 için performans ölçümlerinin değerleri	63
Tablo 4-9 Mevcut çalışmanın yüz ifadesi tanıma için çeşitli derin öğrenme yöntemlerinin kullanıldığı diğer çalışmalarla karşılaştırılması	68
Tablo 4-10 GPU kullanılarak çeşitli CNN ağlarına ve birçok makine öğrenmesi algoritmasına ait eğitim ve test aşamalarının zamanları	71
Tablo 4-11 CNN ağlarının özellik çıkarılan katmanları	72
Tablo 4-12 AlexNet+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri.....	74
Tablo 4-13 AlexNet+KNN için performans ölçümlerinin değerleri	75
Tablo 4-14 AlexNet+DT için performans ölçümlerinin değerleri	75
Tablo 4-15 GoogleNet+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri.....	79
Tablo 4-16 GoogleNet+KNN için performans ölçümlerinin değerleri	79
Tablo 4-17 GoogleNet+DT için performans ölçümlerinin değerleri	79
Tablo 4-18 ResNet18+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri	82
Tablo 4-19 ResNet18+KNN için performans ölçümlerinin değerleri	82
Tablo 4-20 ResNet18+DT için performans ölçümlerinin değerleri	82
Tablo 4-21 ResNet50+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri	85
Tablo 4-22 ResNet50+KNN için performans ölçümlerinin değerleri	86
Tablo 4-23 ResNet50+DT için performans ölçümlerinin değerleri	86

Tablo 4-24 MobileNetV2+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri	89
Tablo 4-25 MobileNetV2+KNN için performans ölçümlerinin değerleri.....	89
Tablo 4-26 MobileNetV2+DT için performans ölçümlerinin değerleri.....	89
Tablo 4-27 AlexNet+GoogleNet+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri	92
Tablo 4-28 AlexNet+GoogleNet+KNN için performans ölçümlerinin değerleri	93
Tablo 4-29 AlexNet+GoogleNet+DT için performans ölçümlerinin değerleri.....	93
Tablo 4-30 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri.....	96
Tablo 4-31 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+KNN için performans ölçümlerinin değerleri	97
Tablo 4-32 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+DT için performans ölçümlerinin değerleri..	97
Tablo 4-33 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri	100
Tablo 4-34 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+KNN için performans ölçümlerinin değerleri	101
Tablo 4-35 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+DT için performans ölçümlerinin değerleri.....	101
Tablo 4-36 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2+ECOC-MSVM için performans ölçümlerinin değerleri	104
Tablo 4-37 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2+KNN için performans ölçümlerinin değerleri	105
Tablo 4-38 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2+DT için performans ölçümlerinin değerleri	105

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3-1 Aynı öğrenci için veri setinden sekiz yüz ifadesi örneği	20
Şekil 3-2 Çeşitli öğrenciler için veri setinden sekiz yüz ifadesi örneği.....	21
Şekil 3-3 A Veri toplama için geliştirilen araç kutusunun örnek ekran görüntüleri.....	23
Şekil 3-3 B Veri toplama için geliştirilen araç kutusunun örnek ekran görüntüleri.....	24
Şekil 3-4 Derin öğrenmenin yapay zeka haritasındaki yeri.....	25
Şekil 3-5 CNN'in klasik mimarileri	26
Şekil 3-6 AlexNet CNN ağı için aritmetik mimari.....	27
Şekil 3-7 Evrimsel Katman.....	31
Şekil 3-8 Evrimsel Katmanda Padding ve Stride.....	31
Şekil 3-9 Havuzlama katmanı.....	32
Şekil 3-10 Tam bağlantılı katman	33
Şekil 3-11 Dropout uygulanmamış standart sinir ağı ve dropout uygulandıktan sonra	34
Şekil 3-12 ReLU fonksiyonu.....	35
Şekil 3-13 Sigmoid fonksiyonu	36
Şekil 3-14 Tanh fonksiyonu	36
Şekil 3-15 Softmax fonksiyonu	37
Şekil 3-16 CNN ağı için son katmanda softmax fonksiyonunun çalışması	38
Şekil 3-17 AlexNet mimarisi.....	39
Şekil 3-18 GoogleNet mimarisi.....	40
Şekil 3-19 MobileNet V2 mimarisi	41
Şekil 3-20 ResNet 18 mimarisi.....	41
Şekil 3-21 ResNet 50 mimarisi.....	42
Şekil 3-22 VGG16 mimarisi.....	43
Şekil 3-23 Transfer learning iş akışı.....	43
Şekil 3-24 Sıfırdan oluşturulan ağ (solda) ile transfer öğrenimi ile oluşturulan ağın (sağda) karşılaştırılması	44

Şekil 3-25 Veri noktaları arasındaki Öklid mesafesi.....	46
Şekil 3-26 Basit karar ağacı modelinin mimarisi	47
Şekil 3-27 Makine öğreniminde öğrenme türleri ve makine öğrenimi algoritmaları.....	48
Şekil 3-28 GPU yolu	51
Şekil 3-29 k-kat çapraz doğrulama	52
Şekil 4-1 Bu bölümde kullanılan algoritmanın akış şeması	55
Şekil 4-2 AlexNet+TL+KFCV için konfüzyon matrisi	58
Şekil 4-3 GoogleNet+TL+KFCV için konfüzyon matrisi.....	58
Şekil 4-4 ResNet18 +TL+KFCV için konfüzyon matrisi.....	59
Şekil 4-5 ResNet50+TL+KFCV için konfüzyon matrisi.....	59
Şekil 4-6 MobileNet +TL+KFCV için konfüzyon matrisi	60
Şekil 4.7 VGG 16 +TL+KFCV için konfüzyon matrisi	60
Şekil 4-8 Bu çalışmada kullanılan altı derin öğrenme yöntemi için performans ölçümlerinin ortalamalarının karşılaştırılması	64
Şekil 4-9 Altı CNN modelin sınıflandırmadaki ROC-AUC grafikleri.....	66
Şekil 4-10 AlexNet tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT modelleri.....	73
Şekil 4-11 AlexNet tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri.....	74
Şekil 4-12 AlexNet tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC eğrileri.....	76
Şekil 4-13 GoogleNet tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT modelleri.....	77
Şekil 4-14 GoogleNet tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri.....	78
Şekil 4-15 GoogleNet tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC eğrileri.....	80
Şekil 4-16 ResNet18 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT modelleri.....	81
Şekil 4-17 ResNet18 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri.....	81
Şekil 4-18 ResNet18 tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC Eğrileri	83
Şekil 4-19 ResNet50 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT modelleri.....	84
Şekil 4-20 ResNet50 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri.....	85
Şekil 4-21 ResNet50 tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC Eğrileri	87

Şekil 4-22 MobileNetV2 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT modelleri	88
Şekil 4-23 MobileNetV2 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri .	88
Şekil 4-24 MobileNetV2 tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC Eğrileri.....	90
Şekil 4-25 ECOC-MSVM, KNN ve DT ile AlexNet+GoogleNet mimarisi	91
Şekil 4-26 AlexNet+GoogleNet tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri.....	92
Şekil 4-27 AlexNet+GoogleNet tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC Eğrileri....	94
Şekil 4-28 ECOC-MSVM, KNN ve DT ile AlexNet+GoogleNet+ResNet18 mimarisi	95
Şekil 4-29 AlexNet+GoogleNet+ResNet18 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri	96
Şekil 4-30 AlexNet+GoogleNet+ResNet18 tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC Eğrileri.....	98
Şekil 4-31 ECOC-MSVM, KNN ve DT ile AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50 mimarisi.....	99
Şekil 4-32 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri	100
Şekil 4-33 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50 tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC Eğrileri	102
Şekil 4-33 ECOC-MSVM, KNN ve DT ile AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2 mimarisi.....	103
Şekil 4-34 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2 tabanlı ECOC-MSVM, KNN ve DT için konfüzyon matrisleri	104
Şekil 4-35 AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2 tabanlı makine öğrenimi yöntemleri için ROC Eğrileri.....	106

EK ŞEKİLLER DİZİNİ

Ek 1 Etik kurul onay belgesi.....	121
Ek 2 Yasal İzin Belgesi	122

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CNN	: Convolutional Neural Network (Evrişimli Sinir Ağı)
DL	: Deep Learning (Derin Öğrenme)
TL	: Transfer Learning (Transfer öğrenme)
KCV	: K-fold cross validation (k-kat çarpaz doğrulama)
ROC	: Receiver Operating Characteristic
DVM	: Destek vektör makineleri
KNN	: k-Nearest Neighbors (k-En Yakın Komşular)
ECOC-SVM	: Ensemble of error-Correcting Output Codes- Support Vector Machine (Hata Düzeltici Çıkış Kodları- Destek Vektör Makineleri)
DT	: Decision Tree (Karar Ağacı)
AUC	: Area under curve
ML	: Machine learning (Makine öğrenme)
SNS	: Sensitivity (Duyarlılık)
PRC	: Precision (Kesinlik)
SPC	: Specificity (Özgüllük)
REC	: Sensitivity (Duyarlılık)
ACC	: Accuracy (Doğruluk)
F1-Skoru	: F1-Score
TPR	: True positive rate (Doğru pozitif oranı)
FPR	: False positive rate (Yanlış pozitif oranı)
GPU	: Graphics Processing Unit (Grafik İşlemci Ünitesi)
ReLU	: Rectified Linear Unit (Doğrultulmuş Doğrusal Birim)
Tanh	: Tangent Hyperbolic function (Tanjant Hiperbolik fonksiyonu)

ÖZET

Yüz ifadeleri, bir kişinin bir işteki performansını etkileyebilecek psikolojik durumunu temsil edebilecek çok çeşitli duygu ve durumları iletebilir. Aynı zamanda, bu insanlar arasındaki sözsüz iletişim için etkili bir stratejidir. Son yıllarda, otomatik yüz ifadesi tanıma (facial expression recognition: FER) sistemleri oluşturmaya yönelik çalışmalar önemli ölçüde artmıştır. Bu modeller, insan-bilgisayar etkileşimi, sağlık ve güvenlik dâhil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılabilmektedir.

Bu projede, yüz yüze veya çeşitli uzaktan eğitim programları kapsamında, üniversite öğrencileri için derslerde yüz tanıma sistemlerine odaklanan bir çalışma sunulmaktadır. Bu çalışmada, FER için derin öğrenme ve görüntü işleme teknikleri kullanılmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada k-katlı çapraz doğrulama kullanan transfer öğrenme tekniklerinden ve transfer öğrenme teknikleri yardımıyla da ECOC-MSVM, KNN ve karar ağacı sınıflandırıcılarından faydalanılmaktadır.

Bu noktada, sekiz yüz ifadesini (öfke, tiksinti, korku, mutluluk, tarafsızlık, üzüntü, dikkat ve sürpriz) içeren üniversite öğrencilerinin yüz görüntülerinden oluşan veri setimiz kullanılarak bu çalışma kapsamında deneyler yapılmıştır. Sonuçlar, her iki yöntemin de FER'de iyi ölçüde doğruluk elde edebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, çeşitli önceden eğitilmiş CNN'lerden toplanan çoklu özelliklerin birleştirilmesi ve bu birleştirilmiş özelliklerin, sırasıyla ECOC-MSVM, KNN ve karar ağacı sınıflandırıcılarına uygulanması sonucunda, eğitim-test süresi ile F1-Skor değeri açısından elde edilen sonuçların daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmada, en iyi sonuçlar AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+TL+KNN kullanılarak elde edilmiştir. Bu durumda, F1-Skoru açısından %99 değerinde bir performansa erişilmiştir ve bu işlemde eğitim-test süresi 35 dakikadır. Ayrıca, AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2+TL+KNN, AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+TL+ECOC-MSVM ve AlexNet+GoogleNet+ResNet18+ResNet50+MobileNetV2+TL+ECOC-MSVM kullanıldığında da benzer F1-Skor değerleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, eğitim ve test zaman dilimleri, dakika cinsinden sırasıyla 35, 40, 40 ve 44 olmak üzere farklılık göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüz ifadeleri, CNN, Derin öğrenme, Transfer öğrenme, ECOC-MSVM, KNN, DT, K-katlı-çapraz doğrulama, Özellik çıkartma.