



**YÜZ YAŞLANDIRMA**

**CANSU AYTEN – 171180010**

**GAMZE AKSU – 171180005**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

**HAZİRAN 2022**

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
KISALTMALAR .....	ii
ÖZET.....	iii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	2
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	3
3.1. Metodoloji .....	3
3.1.1 Platform ve Teknolojiler .....	3
3.1.2. Veri Seti .....	4
3.1.3 Önişleme .....	5
3.1.4 Görüntüden Görüntüye Dönüşüm.....	6
3.1.5 Arayüz.....	10
3.2 Değerlendirme .....	11
4. TARTIŞMA VE YORUM .....	14
5. SONUÇLAR .....	15
KAYNAKÇA.....	17

## KISALTMALAR

AMT	Amazon Mechanical Turk
CelebA-HQ	CelebFaces Attributes High-Quality
CNN	Convolutional Neural Network
CPU	Central Process Unit
FFHQ	Flickr Faces HQ
FID	Frechet Inception Distance
GAN	Generative Adversarial Network
GPU	Graphics Processing Unit
IDE	Integrated Development Environment
IS	Inception Score
JPG	Joint Photographic Experts Group
PSNR	Peak Signal-To-Noise Ratio
RGB	Red-Green-Blue
SSIM	Structural Similarity Index
UQI	Universal Image Quality Index
VFX	Visual Effects
VIF	Visual Information Fidelity

## ÖZET

CycleGAN ile Yüz Yaşlandırma konulu projede insanlara ait yüzleri içeren görüntüler kullanılarak yüzler üzerinde yaşlandırma çalışması yapılmaktadır. Bu tür uygulamalar dijital eğlence sektöründen arama-kurtarma çalışmalarına kadar pek çok alanda kullanılabilir. Proje içerisinde UTKFace veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti içerisinde ele alınan görüntüler, birtakım ön işlemlerinden geçirilerek proje için kullanılabilir hale getirilmiştir. Bu ön işlemler belirli yaş aralığındaki genç ve yaşlı görüntüleri alınarak iki veri kümesi oluşturulması, gri tonlamalı görsellerin kaldırılması ve 200x200 boyutunda olan görüntülerin 128x128 boyutuna getirilmesidir. Bu işlemlerin ardından görüntüden görüntüye dönüşüm yapılacağı için GAN mimarilerinden yararlanılmıştır. Birçok türe sahip olan GAN mimarilerinden bu proje içerisinde yalnızca CycleGAN mimarisi kullanılmıştır. Bu mimari kullanılarak eğitilmiş modele verilen genç bir görüntü yaşlandırılmıştır. Eğitimlerde elde edilen modeller kaydedilerek ara yüz için yapılan kodlama içerisinde bu modellerden kaynak olarak yararlanılmıştır. Oluşturulan görüntüler FID metriği kullanılarak ve algısal olarak değerlendirilmiştir.

## 1. GİRİŞ

İnsanlar için geçmişte çekilmiş fotoğraflardan oluşan albümlere bakmak oldukça keyiflidir. Tam tersi yani yaşlanmış fotoğrafları görmek de keyifli olacaktır. İnternetin son trendi olan efektler ile yaş fark etmeksizin neredeyse tüm insanlar yüzlerini bambaşka şekillere büründürebilmektedir. Bu akım ise hız kesmeden büyümeye devam etmektedir. Çünkü insanlar yüzlerinin özellikle gelecekte nasıl bir şekil alacağını merak etmektedir. Sosyal medya aracılığıyla başlamış olan bu akımlar ile çekilen bir fotoğraf yaşlandırılabilir veya gençleştirilebilir. Günümüzde filmlerde de kullanılan yüz yaşı dönüştürme işlemleriyle bazı oyuncuların genç halleri elde edilerek kullanılabiliriyorken bazılarının ise yaşlandırılmış hallerinden faydalanılmaktadır. Örneğin Captain America: Civil War filminde Robert Downey Jr.'ın genç halini yaratmak amacıyla görsel efekt tekniklerinden faydalanılmıştır. Bu konuda bir dublör kullanımı yerine dijital tekniklerden faydalanılmasıyla oyuncunun performansının ve nüanslarının korunduğu Lola VFX görsel efekt süpervizörü Trent Claus tarafından belirtilmiştir. Ayrıca Trent Claus, dijital teknikler ile gerçekleştirdikleri gençleştirme işleminde yüze ve vücuda dair her özelliğin de detaylı bir biçimde ele alınması gerektiğinden bahsetmiştir. (Giardina, C. (2016, Mayıs 10)). Çünkü zaman geçtikçe yüz derisi bazı bölgelerde aşağı iner. Cilt dokusu ve tonu değişir. Cildin parlaklığıyla birlikte, kemik yapısı, yüzün bazı bölümlerdeki kan damarlarının görünümü veya yanaklardaki kırmızılık gibi cilde gençliğe dair parıltı veren birçok özelliğin teker teker yeniden işlenmesi gerekir. Bu işlemler yapılırken yüz yaşı dönüştürme tekniğinden faydalanılır. Yüz yaşı dönüştürme, bir insan yüzünün karakteristik özelliklerini koruyarak yüze doğal yaşlanma etkisi veya gençleştirme etkisinin eklenmesidir. Yüzde yaş ilerlemesi, yaşlanma etkilerinin bir yüzde simüle edilmesi işlemleri yalnızca eğlence alanıyla sınırlı kalmaz, adli bilişim veya güvenlik alanlarında da birçok uygulamada kullanılmaktadır. Örneğin bir çocuk kaçırıldıktan sonra yıllar içerisinde fiziksel açıdan birçok değişime uğrayabilir. Eldeki son fotoğraf ile kayıp çocuğu bulmak neredeyse imkânsız olabilir. Sonuç olarak eldeki son fotoğrafla bulma işlemi başarısızlıkla sonuçlanacaktır. Bu nedenle yüz yaşlandırma içeren bir program ile çocuğun son mevcut fotoğrafının kullanılmasıyla şu anki yüzüne yakın bir yüz elde edilebilir. Bu şekilde de kayıp çocuğun tespit edilebilmesi için büyük ve önemli bir adım atılmış olur. Ek olarak kaçak suçluların yakalanmasına yardımcı olmak için de kullanılabilir. Yıllar boyunca kaçak durumda olan suçlular için yüz yaşlandırma işlemi ile polislere yardımcı olunabilir. Bu proje içerisinde yapılması planlanan yüz yaşlandırma işlemi bir insan yüzünün belirli bir zaman sonraki görünümüne ulaşmayı hedefler. Bir görüntüyü yaşlandırma mekanizmasına sahip olan bu proje kapsamında GAN teknolojilerinden

faaydalanılmıştır. Birçok türü bulunan GAN'lerden yalnızca CycleGAN mimarisi kullanılmıştır. Eğitilen modelin genç bir insana ait yüz görüntüsünü yaşlandırması beklenmektedir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Son zamanlarda GAN'ların yaygınlaşması ile birlikte birçok araştırma yapılmıştır. GAN'lar üzerinde özellikle bilgisayarla gr ve derin öğrenme olmak üzere birçok alanda etkin olmaya başlamıştır. Bu alanlarda yapılan çalışmalar genel olarak stil transferi, restorasyon, nesne dönüştürme gibi başlıklar altında toplanıştır. Yüz yaşlandırma da bunlardan biridir. Bu amaçla yapılan birçok çalışma mevcuttur. Aşağıda bu çalışmaların birkaçından bahsedilmiştir.

Zhu, Park, Isola ve Efros (2017) alışmalarında unpaired veri setleri üzerinde alışan CycleGAN modeli oluşturmuşlardır. Zebra-At dönüşümü, Yaz-Kış dönüşümü gibi görüntüden görüntüye dönüşüm gerçekleştirmişlerdir. Oluşturdukları model bu proje kapsamında baz alınmıştır. Amazon Mechanical Turk (AMT) zerinde bir algısal çalışması gerçekleştirmişlerdir. Algısal çalışmadan sonra FCN metriği ile değerlendirme gerçekleştirmişlerdir. FCN metriği, oluşturulan fotoğrafların kullanıma hazır anlamsal segmentasyon algoritmasına göre ne kadar yorumlanabilir olduğunu değerlendirir. Daha sonra etiketlerin performansını değerlendirmek için Intersection-Over-Union (Class IOU) metriği kullanmışlardır.

N. Sharma, R. Sharma ve Jindal (2021) alışmalarında UTKFace ve CACD kullanarak yüz yaşlandırma çalışması yapmışlardır. Süper znrlkl yaşlandırılmış görüntüler elde etmek için AttentionGAN kullanmışlardır. Oluşturulan görüntüleri değerlendirmek amacıyla PSNR ve SSIM metriklerini kullanmışlardır. Face++ aracı kullanılarak iki yüz arasındaki benzerlik ile güven puanı hesaplamışlardır. Güven puanlarının tümü yüksek değere sahiptir ve eşik seviyesinin üzerindedir.

N. Sharma, R. Sharma ve Jindal (2022) alışmalarında CelebA-HQ (CelebFaces Attributes high-quality dataset) ve FFHQ (Flickr Faces HQ) veri setlerini kullanarak yüz yaşlandırma çalışması yapmışlardır. Çalışma içerisinde CycleGAN ve AttentionGAN mimarilerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta genel olarak CycleGAN'ın AttentionGAN'dan daha iyi performans gösterdiği bilgisine ulaşılmıştır. Bizim yüz yaşlandırma projesi için CycleGAN seçmemizin bir sebebi de budur. Face ++ aracı ile kimlik koruması analizi yapılmıştır. Hesaplanan güven puanı sonucunda CycleGAN değerleri AttentionGAN'a kıyasla daha iyidir. FID, PSNR, SSIM, VIF, UQI metriklerinden yararlanarak görüntü kalitesini değerlendirmişlerdir. FID değerleri CycleGAN'da FFHQ veri seti için 50.4 ve CelebA-HQ veri seti için 60.8'dir.

Song, Zhang, Gao, Zhao, Shen (2022) çalışmalarında AgeGAN++ kullanarak yüz yaşlandırma ve gençleştirme işlemleri yapmışlardır. Bu çalışma için UTKFace veri seti üzerinde eğitim yapılmıştır. UTKFace veri seti için FID değeri AgeGAN modelinde 30.52 ve AgeGAN++ modelinde 32.21 olarak hesaplanmıştır.

Chandaliya ve Nain (2022) çalışmalarında ChildGAN modeli ile çocuk görüntüleri üzerinde yüz yaşlandırması yapmışlardır. Çocuk görüntüleri için UTKFace veri seti kullanılmıştır. FID ve IS metriklerini değerlendirme için kullanmışlardır. UTKFace için FID değeri ChildGAN modelinde 56.59 olarak hesaplanmıştır.

### **3. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

#### **3.1. Metodoloji**

##### **3.1.1 Platform ve Teknolojiler**

GAN'lar ile Yüz Yaşlandırma Projesi içerisinde Python programlama dili ve UTKFace veri seti kullanılmıştır. Verilerin incelenmesi ve eğitimin bir kısmının hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için Google Colab platformu kullanılmıştır. Google Colab, Google'ın geliştiricilere sunduğu ücretsiz sürümü bulunan bir bulut servistir. Google Drive ile bütünleşmiş bir yapıdadır. Drive'da bulunan dosyalara proje içerisinde yazılacak birkaç satırlık kodlar ile erişim sağlanmaya olanağı tanımaktadır. Bu platform Python programlama diliyle yazılmış bir kodun Jupyter Notebook benzeri bir ortamda çalıştırılabilmesini sağlamaktadır. Bunun dışında Jupyter Notebook'ta olduğu gibi markdown yapısına sahip olduğu için içerisinde not tutabilme imkânı sağlamaktadır. Google Colab içerisinde çoğu kütüphaneyi hazır olarak bulundurmaktadır. Pandas, Numpy, Tensorflow, Keras, OpenCV gibi popüler kütüphaneleri içinde hazırdır. Bu kütüphaneleri indirmeye gerek kalmadan ve böylelikle de vakit kaybetmeden kolayca kullanım olanağı tanır. Bunun dışında mevcut olmayan bir kütüphane pip komutuyla indirilebilir. Ayrıca yazılan kodlar istenilen kişilerle belirli kısıtlamalar altında paylaşılabilir. Proje bir grup projesi olduğu için ortak bir gmail hesabı üzerinden bu platform kullanılmıştır. Son olarak bilgisayarlar CPU ve GPU açısından yetersiz ise proje geliştirmek için başvurulabilecek yararlı bir platformdur. Google Colab kullanıcılarına Tesla K80 GPU ve TPU desteği sağlamaktadır. Bu proje kapsamında çalışma zamanı türü olarak GPU kullanılması planlanmaktadır. Fakat ücretsiz sürüm içerisinde bu kaynakların kullanımı sınırlıdır. Örneğin GPU yaklaşık 12 saat kullandıktan sonra bir hata mesajı vererek bir süre GPU kullanımını engeller. Bu nedenle limit yenildiği kısımda eğitime Jupyter Notebook kullanarak devam etme kararı alınmıştır.



Jupyter Notebook kullanarak eğitim yapılırken eğitimin hızlı gerçekleşmesi için bilgisayarlarımızda bulunan GPU'nun etkinleştirilmesi sağlanmıştır. Jupyter Notebook açık kaynak kodlu bir yazılım olmakla birlikte kullanıcı dostu bir platformdur. Python, R ve Julia programlama dillerini destekler. Jupyter Notebook içerisinde notlar alınabilen bir markdown'lar kolaylıkla oluşturulabilir. Ayrıca markdown ile başlıklandırma da yapılarak düzenli bir kodlama imkânı sunar. Jupyter Notebook ile Google Colab platformlarında yapılan eğitimler sonucu elde edilen modeller ara ara kaydedilerek Colab ile bilgisayarlar arasında geçiş yapılması sağlanmıştır. (“Project Jupyter,” 2021).

Proje içerisinde model eğitimi için Google Colab kullanıcılarına ücretsiz Tesla K80 GPU sunar. Google Colab GPU’su kullanılmıştır. Colab için oturum süresi dolduktan sonra Nvidia RTX 3060 GPU modeli olan şahsi bilgisayar üzerinde eğitimlere devam edilmiştir.

Projede ara yüz oluşturmak için Spyder IDE’si kullanılmıştır. Çünkü ara yüz oluşturmak için kullanılan tkinter kütüphanesini Google Colab desteklememektedir. Spyder IDE’si Python programlama dilini destekleyen açık kaynak kodlu bir platformdur. Spyder GUI oluşturmak için Qt kullanır. (“Spyder (Software),” 2021).

Proje içerisinde görüntülerle ilgili işlemler için Pillow kütüphanesi, görüntülerin dizilere dönüştürülmesi için numpy kütüphanesi kullanılmıştır. Model oluşturmak için tensorflow ve keras kütüphaneleri ile model içerisindeki katmanlarda keras-contrib kütüphanesinden Instance Normalization kullanılmıştır. Oluşturulan modellerin çıktıları olan genç ve yaşlı yüz görüntülerinin görselleştirilmesi için matplotlib kütüphanesi kullanılmıştır. Ek olarak arayüz bölümünde tkinter kütüphanesi kullanılmıştır.

### **3.1.2. Veri Seti**

GAN'lar ile Yüz Yaşlandırma Projesi için FG-NET, MegaAge, MegaAge-Asian, UTKFace gibi birçok veri seti araştırılmış ve verileri incelenmiştir. Veri seti içerisindeki görüntülere ait yaşların dağılımları analiz edilmiş ve diğerlerine göre daha iyi bir dağılım gösteren UTKFace, MegaAge, MegaAge-Asian isimli üç veri setinin bu proje için uygun olabileceği düşünülmüştür. Bu üç veri seti birbirleri ile görüntü kalitesi, veri sayısı ve dağılımı açısından kıyaslandığında ise UTKFace veri setinin CycleGAN ile Yüz Yaşlandırma Projesi içerisinde kullanılmasında karar kılınmıştır. (UTKFace, 2017).

UTKFace veri seti içerisinde 0-116 yaş aralığına sahip farklı etnik kökenden 20,000’den fazla yüz görüntüsü bulunmaktadır. Görüntülerin yaş bilgisi, cinsiyet bilgisi ve etnik köken bilgisi

etiketlenmiştir. Veri seti içerisindeki her bir görüntünün boyutu 200x200'dür. Her görüntü `yaş_cinsiyet_ırk_tarih&saat.jpg` şeklinde isimlendirilmiştir.

- Yaş 0 ile 116 arasında bulunan bir tamsayıdır. Fotoğraftaki kişinin yaşını belirtir.
- Cinsiyet 0 ya da 1 şeklinde belirtilmiştir. 0 fotoğraftaki kişinin erkek olduğunu 1 ise kadın olduğunu temsil eder.
- Irk 0'dan 4'e kadar bir tamsayıdır. Bu sayı Beyaz, Siyahi, Hint ve Diğerlerini (İspanyol, Latin, Orta Doğu gibi) temsil eder.
- Tarih & saat `ymmddHHMMSSFFF` formatında tutulmaktadır. Görüntünün veri setine toplandığı tarih ve saati belirtmektedir.



Şekil 1: UTKFace Örnek Veriler

Test aşamasında kullanılmak için UTKFace veri seti içerisinde Test olarak farklı bir klasör oluşturulmuştur. Bu klasör içinde 24-26 yaş aralığındaki insanlardan oluşan 2000 görsel bulunmaktadır.

### 3.1.3 Önişleme

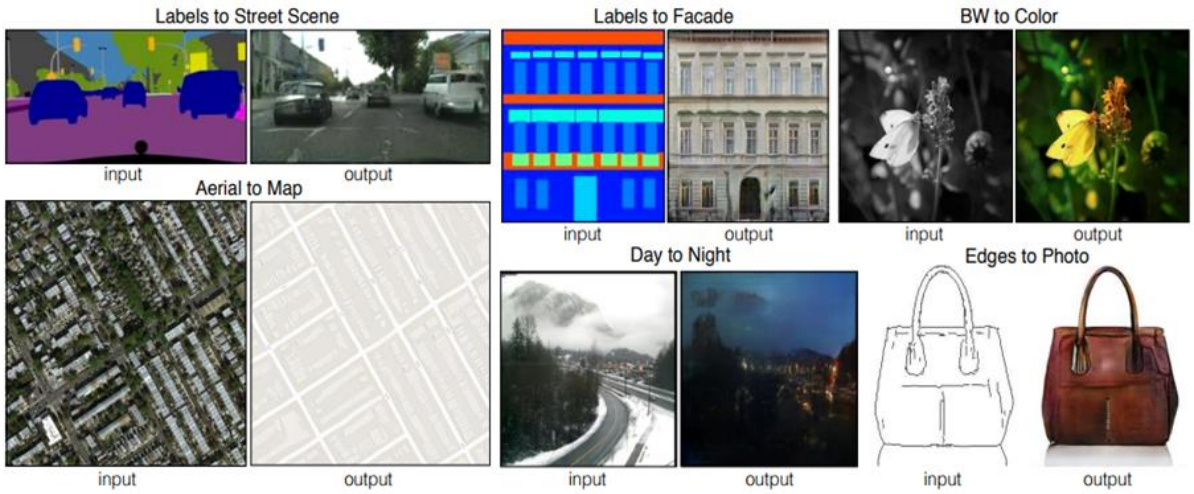
Veriler Jupyter ortamında genç ve yaşlı olarak klasörlere ayrılırken gri tonlamalı görseller alınmamıştır. Bu şekilde elimizdeki tüm görüntüler renkli yani RGB modundadır. Daha sonra 200x200 boyutunda olan görüntüler 128x128 boyutuna getirilmiştir.

Genç olarak kabul ettiğimiz alanındaki görüntüler 21-25 yaş aralığındadır. 2000 adet genç görüntüsü alınmıştır. Yaşlı olarak kabul ettiğimiz görüntüler 61-116 yaş aralığındadır. 1961 adet yaşlı görüntüsü alınmıştır. Bu veriler eğitim için kullanılmıştır.

### 3.1.4 Görüntüden Görüntüye Dönüşüm

Bir görüntü üzerinde belirli değişiklikler yapılarak yeni bir sentetik görüntü üretilmesine görüntüden görüntüye dönüşüm denir. Görüntüden görüntüye dönüşüm yapılırken stiller ve özellikler gibi bazı alanlar korunarak hedef alana aktarılmaktadır.

Günden güne popülerleşmeye başlayan görüntüden görüntüye dönüşüm işlemi bölütleme (segmentation), stil transferi (style transfer), restorasyon (restoration), nesne dönüştürme (object transfiguration), sezon aktarımı (season transfer), fotoğraf geliştirme (photo enhancement) ve poz tahmini (pose estimation) gibi birçok uygulama alanına sahiptir. Örnek olarak gündüz gece stil dönüşümü yani gündüz çekilen bir görüntünün gece görüntüsüne dönüştürülmesi veya süper çözünürlük yani düşük çözünürlükteki görüntülerden yüksek çözünürlüğe sahip görüntülerin elde edilmesi verilebilir.



Şekil 2: GAN Uygulama Örnekleri

Görüntüden görüntüye dönüşüm yapılırken genel olarak GAN mimarileri kullanılmaktadır. Bu yüzden proje içerisinde bir GAN mimarisi olan CycleGAN kullanılacaktır. GAN mimarilerinin birçok türü vardır. GAN mimarileri denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme için kullanılanlar olarak iki başlık altında toplanabilir. Denetimli öğrenme içerisinde örnek olarak Pix2Pix, BicycleGAN, denetimsiz öğrenme için ise DiscoGAN, CycleGAN, UAG-GAN ve StarGAN gibi örnekler verilebilir. (MathWorks, 2022)

Denetimli öğrenme modelleri için kaynak olarak verilen alanlar ile hedef alanlar birebir eşleşmeye sahiptir. Ancak denetimsiz öğrenme modelleri için bu geçerli değildir. Bu yüzden GAN türü eğitim için kullanılacak verilere göre seçilmelidir.

#### **3.1.4.1 Generative Adversarial Network**

2014 yılında bir Google araştırmacısı olan Ian Goodfellow tarafından GAN mimarisi geliştirilmiştir. GAN mimarileri ile gerçeğe çok yakın görüntüler oluşturulabilmektedir. GAN çalışırken iki ana yapıyı kullanmaktadır. Bunlar Generator (Üretici) ve Discriminator (Ayırt Edici) şeklinde isimlendirilmiştir. Generator ve Discriminator iki yapay sinir ağıdır. (Büyükkıncı, 2017)

GAN mimarileri görüntüler üzerinde çalışmaktadır bu yüzden CNN modelleri kullanır. CNN modelleri son zamanlarda bilgisayarlı görü alanında yapılan nesne algılama ya da yüz tanıma benzeri işlemlerde dikkate değer bir ilerleme kaydetmiştir. CNN'lerin kullanılmasıyla birlikte GAN'ların sonuçları da daha iyi bir hale gelmiş, kapasiteleri artmıştır.

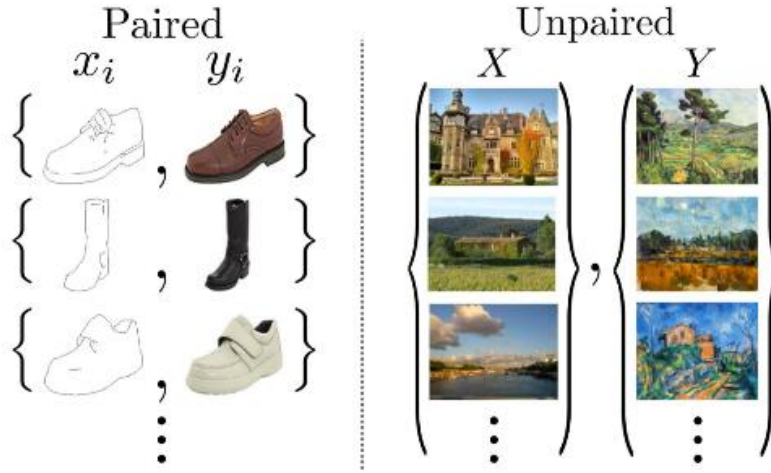
GAN'ların çalışma yapısı incelendiğinde ilk olarak Generator rastgele sayıları kullanarak yeni bir görüntü oluşturmaya çalışır. Daha sonra Discriminator Generator'ün ürettiği görselin gerçek ya da sahte olup olduğunu tahmin etmeye çalışmaktadır. Bunu yaparken ise gerçek görüntülerden faydalanmaktadır. Generator görüntü üretimi yaparken gerçek görüntüleri hiçbir zaman göremez. Ancak Discriminator yaptığı çıkarımı Generator'e geri bildirim olarak gönderir. Bu sayede Generator her ilerlemede daha gerçekçi görüntüler oluşturur. Discriminator artık Generator'ün ürettiği görüntüleri gerçeklerden ayırt edemez hale gelene kadar bu döngü içerisinde eğitim devam eder. Bu durum gerçekleştiğinde model dengeye ulaşmış olur.

#### **3.1.4.2 CycleGAN**

Proje içerisinde bir denetimsiz öğrenme GAN türü olan CycleGAN kullanılacaktır. CycleGAN standart GAN'lardan farklı olarak iki çift Discriminator ve Generator'a sahiptir. CycleGAN Zhu ve arkadaşları tarafından 2017'de tanıtılmıştır.

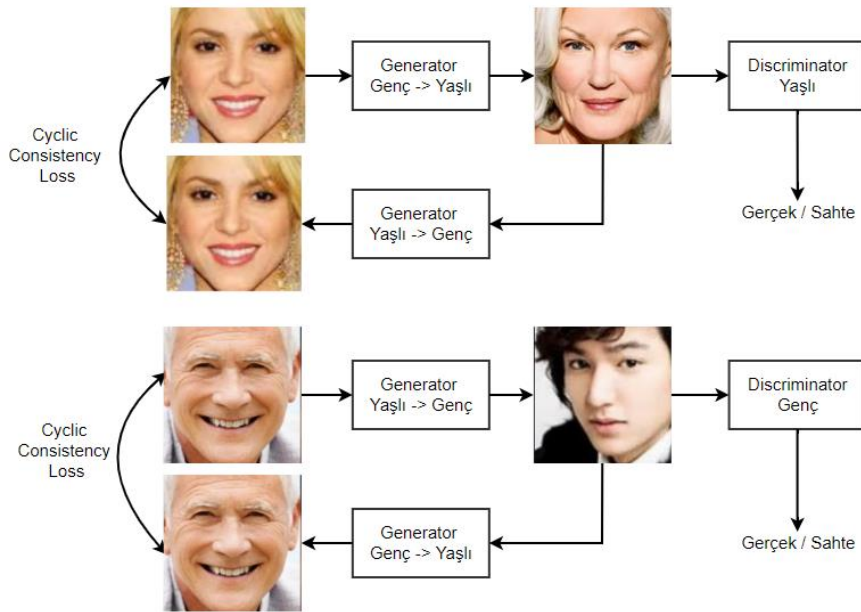
CycleGAN seçilmesinin sebebi veri seti içerisinde genç ve yaşlı olarak iki küme bulunmasıdır. Bu iki küme birbiri ile bağlantısızdır. Genç olarak seçilen insanların yaşlanmış hali veri seti içerisinde bulunmamaktadır. Bu durumda olan veri setlerine unpaired denir. Standart GAN modelleri için paired veri seti gerekir. Örnek olarak GAN eğitiminde zebra – at dönüşümü yapılacak olursa eğitim için bir sürü etiketli at ve buna benzer etiketli zebra görüntüsüne (pair) ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu durum CycleGAN mimarisinde yoktur. Birbirinden bağımsız

bir grup zebra görüntüsü ve bir grup at görüntüsü ile CycleGAN mimarisinde zebra-at dönüşümü yapılabilir. Bunun için de tek yerine iki çift ağ kullanır. (Zhu vd., 2017)



Şekil 3: Paired ve Unpaired Veriler

CycleGAN çalışma yapısını daha kolay anlatabilmek amacıyla Discriminator-Generator çiftleri G1-D1 ve G2-D2 olarak adlandırılacaktır. İlk olarak bir genç yüz görüntüsünü G1 girdi olarak alır ve yaşlı hale getirir. D1 ise G1 çıktısını yani sahte yaşlı görüntüyü alarak bu görüntünün gerçek ya da sahte yani Generator tarafından üretilmiş olup olmadığını tespit eder. Daha sonra G1'in oluşturduğu çıktı G2 ağına gönderilir. G2 oluşturulmuş sahte olan yaşlı görüntüsünü tekrar genç yüz görüntüsüne dönüştürür. Daha sonra D2 de G2 çıktısının gerçek ya da sahte mi olduğunu ayırt eder. Bu şekilde bir döngü oluşturulmuş olur. Şekil 4'te CycleGAN yapısının çalışma mantığı gösterilmektedir.



Şekil 4: CycleGAN Çalışma Yapısı

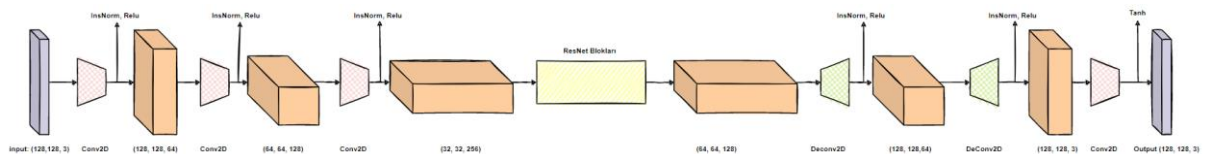


Burada dört farklı kayıp türü bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi döngüsel kayıp yani cyclic consistency loss'tur. Döngüsel kayıpta bir genç yüz görüntüsünün iki Generator'den de geçmiş hali ile orijinal hali karşılaştırılır. Bir genç yüz görüntüsü ilk Generator'den geçerken yaşlandırılır. İkinciden geçerken ise gençleştirilir. Yani bu kaybın minimumda olması istenir. Döngüsel kayıp ileri ve geri olmak üzere iki şekilde kullanılır. İkinci bir kayıp ise kimlik kaybıdır. Kimlik kaybında bir yaşlı yüz görüntüsü gençleştiren Generator'e verilerek çıktının yaşlı yüz olması beklenir. Bir diğer kayıp ise standart GAN'larda olduğu gibi adversarial kayıptır. Genç yüz görüntüsü ilk olarak Generator'den geçerek yaşlandırılır daha sonra yaşlandırılmış görüntünün Discriminator çıktısı ile elde edilen kayıptır.

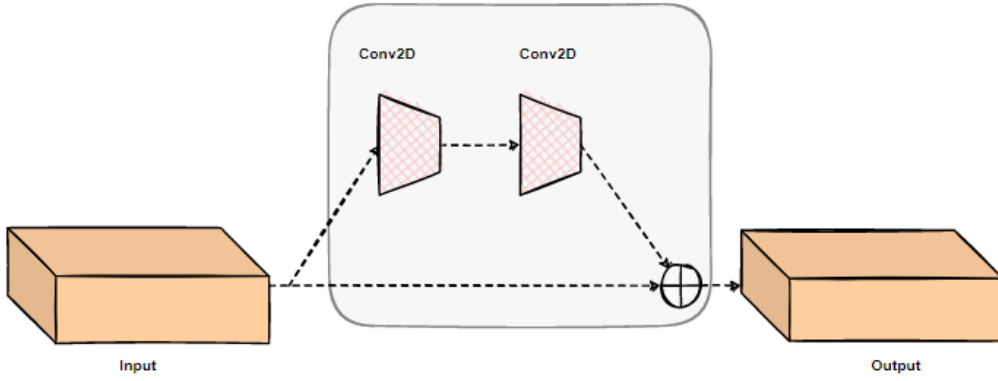
Generator modelin yapısı incelendiğinde Encoder - Decoder mimarisi olduğu görülmektedir. Encoder kısmında ilk olarak üç tane evrişim katmanı bulunmaktadır. Bu katmanlarda Batch Normalizasyon yerine Instance Normalizasyon kullanılmıştır. Instance normalizasyonda her bir çıktı özellik haritasında değerleri standart Gauss dağılımına ölçeklendirir. Daha sonra aktivasyon fonksiyonu olarak Relu kullanılmıştır. Üç evrişim katmanı sonunda (32, 32, 256) boyutuna ulaşılır.

Evrişim katmanlarından sonra ResNet blokları gelmektedir. ResNet bloklarına Transformation da denilebilir. Encoder – Decoder modelin bottleneck (darboğaz) katmanıdır. ResNet blokları içerisinde iki tane evrişim katmanı bulunmaktadır. Model tamamında altı adet ResNet bloğu bulunmaktadır. ResNet blokları model için çok önemlidir çünkü görüntüden görüntüye dönüşüm ve yüz yaşlandırma projelerinde görüntülerin karakteristik özelliklerinin korunması gerekir. Bu işlemlerin en önemli amaçlarından biridir. ResNet bloklarında bir önceki katmanların girdi özelliklerinin sonraki katmanlara aktarımını yapılır. Karakteristik özellikler aktarıldığından son çıktı girdiden çok fazla sapmaz. ResNet blokları kullanılmadığı takdirde karakteristik özellikler korunmayacağı için çıktıların tutarlılığı bozulur.

ResNet bloklarından sonra modelin Decoder kısmı gelir. Burada görüntü tekrar eski boyutuna getirilir. Son çıktı girdi ile aynı 128, 128, 3 boyutundadır.

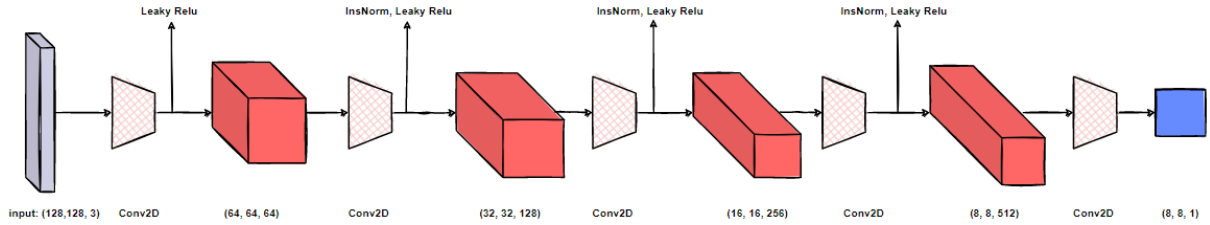


Şekil 5: Generator Yapısı



Şekil 6: Resnet Blokları

Discriminator yapısında beş adet evrişim katmanı bulunmaktadır. Her katmanda sırayla evrişim, Instance Normalizasyon ve Leaky Relu yer alır. Burada kullanılan Discriminator modelin çıktısı tek bir sayı yerine 8, 8, 1 boyutundadır. Yani bir kare şeklindedir. Bunun sebebi PatchGAN Discriminator yapısının kullanılmasıdır. Model girdiyi alıp bir tahmin patchi oluşturulur. Modelde mean squared error (L2) loss fonksiyonu kullanılır. PatchGAN’da girdi üzerindeki 70x70lik bölümlerin gerçek ya da sahte olup olmadığı bilgisi çıktıda tutulur. Görüntünün gerçek ya da sahte olup olmadığı oluşturulan kare çıktının ortalaması alınarak bulunur.

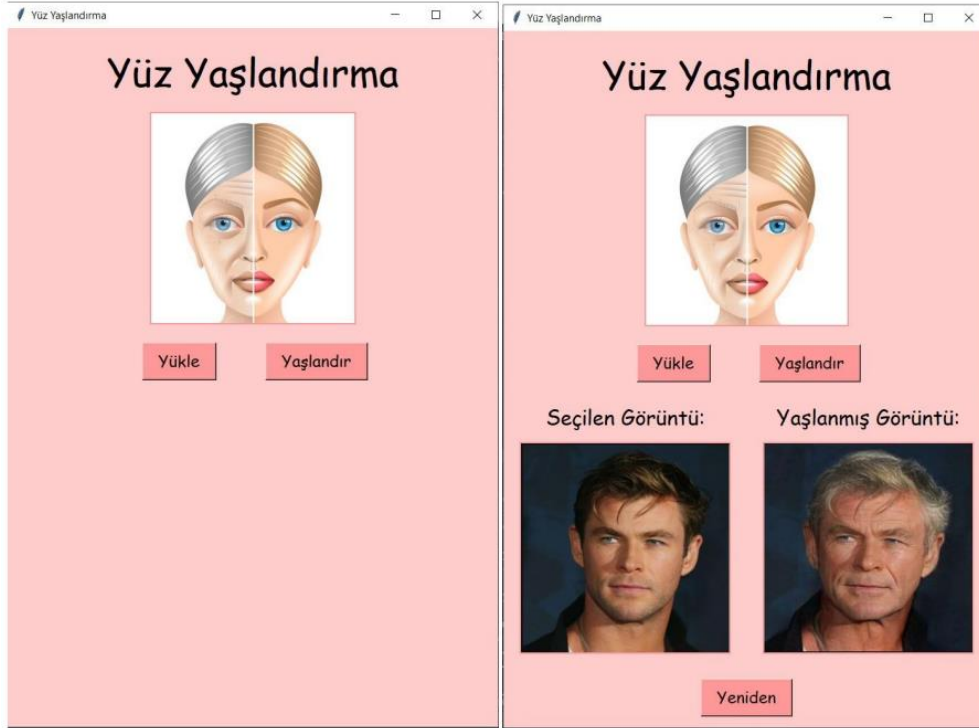


Şekil 7: Discriminator Yapısı

### 3.1.5 Arayüz

Grafiksel kullanıcı ara yüzü kullanıcıların uygulama ile etkileşime girmesini sağlar. Kullanıcılar arayüz sayesinde yüz içerikli bir görsel yükleyerek bu görselin yaşlanmış halini elde edebilir. Arayüz tasarlanırken kullanıcı dostu olmasına önem verilmiştir. Bu nedenle arayüz karmaşıklıktan uzak, açıklayıcı ve kullanımı kolay olacak şekilde tasarlanmıştır. Arayüz içerisinde kullanıcılar "Yükle" butonunu kullanarak bir görseli yükleyebilir. Bu görsel .jpg uzantılı bir görsel olmalıdır. Yükle butonuna tıklandığında açılan görsel seçim ekranında hiçbir görsel seçilmeden görsel seçim ekranı sayfası kapatılırsa kullanıcıya "Görsel Seçmediniz!" uyarısı verilir. Görsel seçildikten sonra "Seçilen Görüntü" şeklinde butonların altında kullanıcıya seçilen görüntü gösterilir. Ardından "Yaşlandır" butonu ile kullanıcı seçtiği görseli

yaşlandırmaktadır. Yaşlandırılan yeni görüntü ise "Yaşlanmış Görüntü" başlığı altında gösterilir. Yeniden butonu ile seçili ve yaşlanmış görüntü temizlenerek sayfa yeni bir işlem için hazır hale getirilir.



Şekil 8: Arayüz

Ara yüzde kullanıcının seçtiği görselin yaşlandırılması işleminin yapılabilmesi için birtakım ön işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Bu işlemler görüntüyü 128x128 olacak şekilde yeniden boyutlandırma ve bu görüntünün diziye çevrilmesi olarak verilebilir. Daha sonra -1,1 aralığında olan görsellerin görüntülenebilmesi için görseller yeniden ölçeklendirilerek 0,255 aralığına getirilir.

### 3.2 Değerlendirme

CycleGAN ile yüz yaşlandırma projesinin çıktılarını değerlendirmek için kapsamlı deneyler yapılmıştır. GAN mimarilerinin çıktıları değerlendirme yöntemleri nicel ve nitel değerlendirme yöntemleri olmak üzere iki başlık altında toplanır. Her iki başlığın da kendi içinde avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. (Uzun, 2020)

Nicel yöntemlerden bazıları Frechet Inception Distance, Average Log-Likelihood, Coverage Metric, Inception Score, Modified Inception Score, Mode Score, The Wasserstrain Critic, Geometry Score, Image Quality Measure, Precision Score ve F1 Score olarak sıralanabilir. Nicel değerlendirme yöntemlerinde veri seti ve GAN mimarisinin çıktısı arasındaki benzerlik



olasılıksal olarak ifade edilir. Bu proje içerisinde Frechet Inception Distance kısaca FID metriği kullanılacaktır.

Nitel değerlendirme yöntemlerinde GAN mimarisi ile oluşturulan görseller insan gözlemci tarafından değerlendirilir. Ancak insan yargılarının öznel olması sebebiyle yanlı olabilir. Ek olarak yeteri kadar insan gözlemci bulma problemi de vardır. Bir diğer sorunu ise genelleme yapabilmek için örneklem sayısının yüksek miktarda olması gerekmektedir.

FID nicel değerlendirme yöntemlerinden biridir. FID hesaplanırken gerçek görüntüler ile üretilmiş sentetik görüntüler karşılaştırılır. Verilerde gürültü olsa bile verimli bir şekilde çalışma kapasitesine sahiptir. Ancak FID metriğinde karşılaştırma yapılırken verilerin normal dağılımda olduğunu var sayar.

FID yönteminde iki görsel arasındaki özniteliklerin olasılıksal olarak dağılımı hesaplanır. Olasılıksal dağılım hesaplandıktan sonra iki dağılım arasındaki mesafe ortaya çıkar. Denklem 1’de FID yönteminin formülü gösterilmiştir.  $d^2$  ile mesafenin karesi gösterilmiştir.

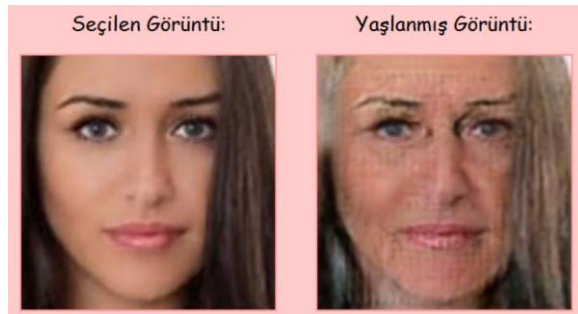
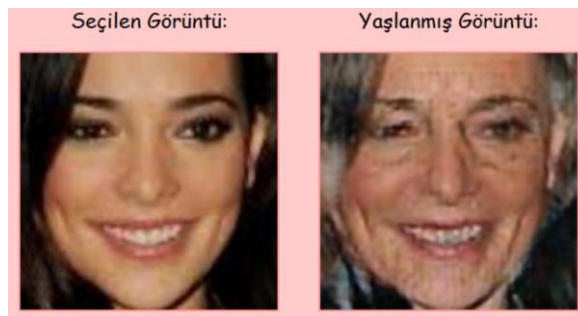
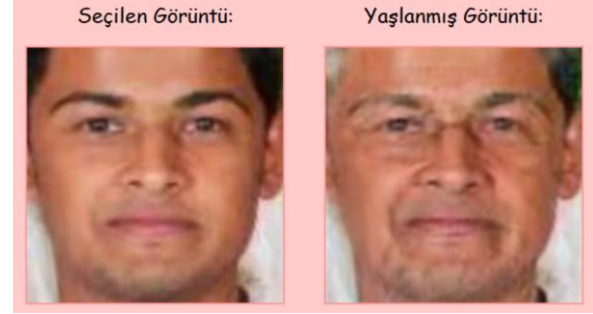
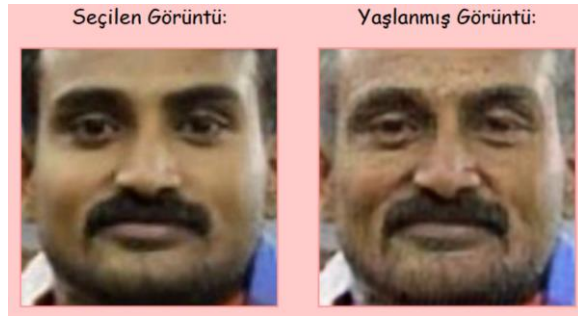
$$d^2 = ||\mu_1 - \mu_2||^2 + Tr(C_1 + C_2 - 2 * \text{sqrt}(C_1 * C_2)) \quad (1)$$

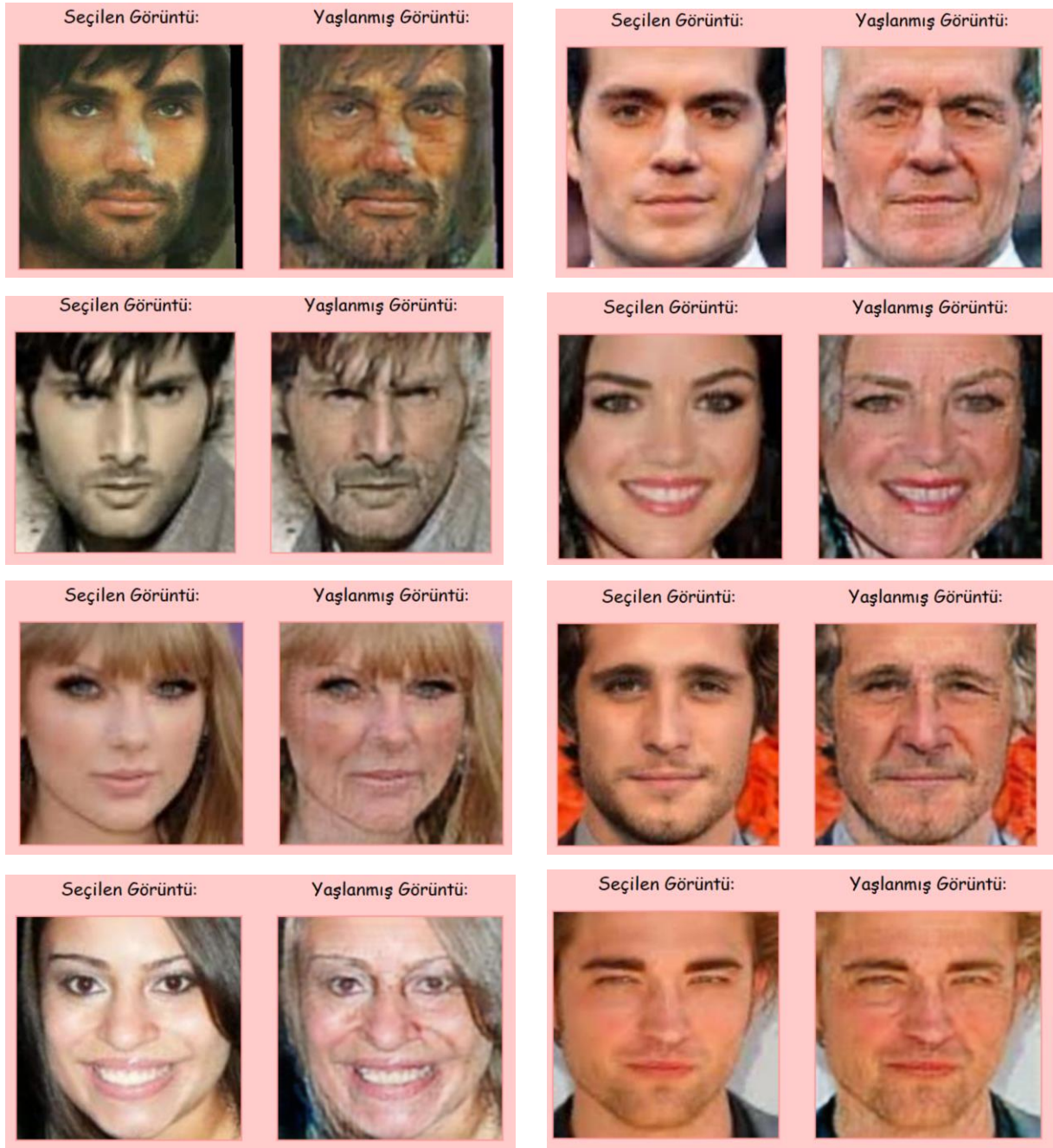
*Denklem 1: Frechet Inception Distance*

GAN’lar ile oluşturulan çıktıların verimli olduğunu göstermek amacıyla FID sonucunun düşük çıkması beklenir. Ancak FID sonucu sıfır olduğunda iki görselin birebir aynı olduğu sonucu çıkar. Bu durum GAN’larda overfitting durumunu gösterebilir. FID değeri sıfır olduğunda modelde ya da veri setinde bir problem olduğu sonucuna varılmaktadır.

CycleGAN ile yüz yaşlandırma projesinin çıktılarının nitel olarak değerlendirilmesi için bir anket çalışması yapılmıştır. Farklı yaş ve meslek gruplarından oluşan 88 kişilik bir gönüllü grubu oluşturulmuştur ve her bir kişiye çıktılar gösterilip yaşlandırma etkilerini puanlandırması istenmiştir. Gönüllülere rastgele seçilmiş 18 adet genç yüz görüntüsü ve bu görüntülerin eğittiğimiz CycleGAN modeli ile yaşlandırılmış hali gösterilmiştir. Bu görsellerde yaşlandırma etkilerini 0-5 arası değerlendirmeleri istenmiştir. 0 en kötü değeri gösterirken 5 en iyi değeri göstermektedir. En sonunda değerlendirme sonuçlarının ortalaması alınmıştır ve ortalama değer 3.81 olmuştur.

Gönüllülere gösterilen rastgele seçilmiş 18 genç ve yaşlandırılmış görüntü Şekil 9’da gösterilmiştir.





Şekil 9: Çıktılar

#### 4. TARTIŞMA VE YORUM

Song vd. (2022) çalışmalarında UTKFace veri seti için FID değeri AgeGAN modelinde 30.52 ve AgeGAN++ modelinde 32.21 olarak hesaplanmıştır. Sharma vd. (2022) çalışmalarında CelebA-HQ (CelebFaces Attributes high-quality dataset) ve FFHQ (Flickr Faces HQ) veri setlerini kullanarak yüz yaşlandırma çalışması yapmışlardır. CycleGAN modelinde FID değerleri CycleGAN'da FFHQ veri seti için 50.4 ve CelebA-HQ veri seti için 60.8'dir. Chandaliya ve Nain (2022) çalışmalarında ChildGAN modeli ile çocuk görüntüleri üzerinde yüz yaşlandırması yapmışlardır. UTKFace için FID değeri ChildGAN modelinde 56.59 olarak



hesaplanmıştır. Yaptığımız projede UTKFace veri seti üzerinde CyleGAN ile yapılan yüz yaşlandırması projesinde FID değeri 36.71 olarak bulunmuştur.

		UTKFace	FFHQ	CelebA-HQ
<b>Biz</b>	<b>CycleGAN</b>	36.71		
<b>Song vd. (2022)</b>	<b>AgeGAN</b>	30.52		
<b>Song vd. (2022)</b>	<b>AgeGAN++</b>	32.21		
<b>Chandaliya ve Nain (20200)</b>	<b>ChildGAN</b>	56.59		
<b>Sharma vd. (2022)</b>	<b>CycleGAN</b>		50.4	60.8

CycleGAN ile yüz yaşlandırma projesine ek olarak farklı boyutta veri kümeleri ile çalışmalar devam ettirilebilir. Ayrıca proje içerisinde kullanılan UTKFace veri seti birçok farklı etnik kökenden insan görüntüsü barındırmaktadır. Etnik köken temelli veri setleri kullanılarak daha detaylı yüz yaşlandırma uygulamaları yapılabilir. Bunun dışında cinsiyete dayalı yüz yaşlandırma çalışmaları yapılabilir. Kadınlarda genç ve yaşlı olarak ayrılan görseller CycleGAN modeline verilerek veya erkeklerde genç ve yaşlı olarak ayrılan görseller CycleGAN modeline verilerek cinsiyet tabanlı yüz yaşlandırma çalışmaları ile proje devam ettirilebilir. Son olarak proje içerisinde çocuklara ait görüntüler üzerinde çalışma yapılmamıştır. Çocuklar üzerinde de yaşlandırma çalışmaları yapılabilir.

## 5. SONUÇLAR

CycleGAN' ile Yüz Yaşlandırma projesinde yüz görüntüleri kullanılarak yüz yaşlandırma yapılmıştır. Proje içerisinde girdi olarak verilen 20'li yaşlara ait genç görüntüler bu işlem ile 60 veya sonrası yaşlardaki hallerine dönüştürülmüştür. Görüntüler UTKFace veri setinden alınmıştır. Görüntüler üzerine uygulanan birtakım ön işlemlerden sonra modelde kullanılmaya hazır hale getirilmiştir. Ardından iki Generator, iki Discriminator yapılarından oluşan CycleGAN mimarisi kullanılarak eğitim gerçekleştirilmiştir. Eğitim sonucunda verilen .jpg uzantılı yüz içeren ve genç bir insana ait görselin yaşlandırılması beklenmektedir. Eğitimler ara ara kaydedilerek hem şahsi bilgisayarlarımızda hem de Colab platformlarında gerçekleştirilmiştir. Şahsi bilgisayarlarımızda eğitimin hızlı gerçekleştirilebilmesi amacıyla bilgisayarın GPU'su kullanılmıştır. Eğitim sonunda elde edilen son model de kaydedilerek ara yüz gerçekleştirimi yapılırken kaynak olarak kullanılmıştır. Proje çıktılarının değerlendirilmesi için hem nitel hem de nicel değerlendirme yöntemlerinden yararlanılmıştır. Nicel

değerlendirme yöntemi olarak Frechet Inception Distance (FID) kullanılmıştır. Nitel değerlendirme yöntemi olarak bir anket çalışması yapılmıştır.

## KAYNAKÇA

1. Giardina, C. (2016, Mayıs 10). How ‘Captain America: Civil War’ Turned Robert Downey Jr. Back Into a Teen. The Hollywood Reporter. <https://www.hollywoodreporter.com/movies/movie-news/how-captain-america-civil-war-892387/> adresinden erişildi.
2. Zhu, J.Y. Park, T. Isola, P. ve Efros, A.A. (2017). Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision: 2242–2251.
3. Sharma, N., Sharma, R. ve Jindal, N. (2021). Prediction of face age progression with generative adversarial networks. Multimedia Tools and Applications 80, pages, 33911–33935. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11252-w>
4. Sharma, N. Sharma, R. & Jindal, N. (2022). Comparative analysis of CycleGAN and AttentionGAN on face aging application. Sādhanā 47, 33
5. Song, J. Zhang, J. Gao, L. Zhao Z. ve Shen, H. T. (2022). AgeGAN++: Face Aging and Rejuvenation With Dual Conditional GANs. IEEE Transactions on Multimedia, 24, 791-804. doi: 10.1109/TMM.2021.3059336.
6. Chandaliya, P.K. Nain, N. (2022). ChildGAN: Face aging and rejuvenation to find missing children. Pattern Recognition, 129, 108761.
7. Project Jupyter. (2021, Aralık 15). In Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Project\\_Jupyter](https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Jupyter)
8. Spyder (software). (2021, Aralık 16). In Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Spyder\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Spyder_(software))
9. Susanqq. (2017). UTKFace Large Scale Face Dataset. <https://susanqq.github.io/UTKFace/>
10. MathWorks. (2022). Get Started with GANs for Image-to-Image Translation. <https://www.mathworks.com/help/images/get-started-with-gans-for-image-to-imagetranslation.html>
11. Büyükkınacı, M. (2017). Generative Adversarial Networks — GAN nedir ? ( Türkçe ). <https://medium.com/@muhammedbuyukkinaci/generative-adversarial-networks-gannedir-t%C3%BCrk%C3%A7e-5819fe9c1fa7>
12. Uzun, C. (2020). A Case Study on Evaluation of Architectural Plan Production with GAN. JCoDe: Journal of Computational Design, 1(3), 167- 182.