



Bitirme Projesi Final Raporu

181180754 Abdullah Oğuzhan TURGUT

181180024 Gökay DİNDAR

181180061 Mert SAĞIR

MRI Görüntüleri Üzerinden Beyin Tümörü Segmentasyonu

BM495 BİLGİSAYAR PROJESİ I

Aralık 2022

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	3
1.1 Projeye Genel Bakış.....	3
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	4
3. GELİŞTİRİLEN YAKLAŞIM ve BULGULAR.....	4
3.1 Projede Kullanılacak Olan Yazılım Süreç Modeli.....	5
3.2 Roller ve Sorumluluklar.....	5
3.3 Projede Kullanılacak Araçlar ve Teknikler.....	5
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	6
4.1 Proje Tasarımında Alınan Kararlar.....	6
4.2 Dokümantasyon.....	9
5. RAPORDA YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	10

İNTİHAL BEYANI

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak alındığını ve sunulduğunu ve bu belgede alıntı yaptığımı belirttiğim yerler dışında sunduğum çalışmanın kendi çalışmam olduğunu, Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinde belirtilen bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olduğunu beyan ederim.

Numara : 181180754, 181180061, 181180024

Ad Soyad : Abdullah Oğuzhan Turgut, Mert Sağır, Gökay Dindar

Tarih : 30/12/2022

İmza :

1. GİRİŞ

MRI görüntülerinden beyin tümörü segmentasyonu temel manada makine öğrenmesinin alt dallarından biri olan derin öğrenme yöntemlerini kullanarak, ilgili hastanın MRI görüntüleri üzerinden U-Net algoritmasını kullanılarak ayırma işlemi yapmayı amaçlamaktadır. Proje, geliştirilmeye başlamadan önce projeye uygun yazılım geliştirme süreç modellerinden en uygun olanı seçilmiştir. Segmentasyon için kullanılacak mimari bilgisayar bilimleri ve sağlık bilimlerinin ortak çalışmaları izlenerek örnek çalışmalar hakkında bilgiler elde edilmiştir. Ardından grup üyelerinin üstleneceği roller ve sorumluluklar belirlenmiştir. Projede kullanılacak olan araçlar, teknikler ve gereksinimler belirlenmiştir. Ardından benzer nitelikteki projeler incelenmiş ve Erzurum Araştırma Hastanesindeki ilgili bölümdeki MRI görüntülerini kullanan stajyer doktor Şükrü Can Akdağ ve görevli radyologlardan bilgi alınmıştır. Projede öncelikli amaç planlama aşamasını yeterli seviyede tamamlayıp geliştirme aşamasına gelindiği noktada tekrar başa geri dönmeden akışkan bir tarzda geliştirme yapmaktır.

1.1 Projeye Genel Bakış

Günümüzde beyin tümörleri oldukça yaygınlaşmaya başlayan ilgili doktorların veya radyologların kolaylıkla ayırt edemediği ciddi bir hastalıktır. Uzmanların hastalıkları hızlı bir biçimde öngörmesi ve olası hastalıkları engellemesi için projemizde derin öğrenme teknikleriyle ayrıştırma işlemi yapabilen bir uygulama geliştirilecektir. Unet mimarisini kullanarak uygulamaya yüklenen MRI görüntüleri hızlı bir biçimde sağlıklı hücrelerden hastalıklı hücreleri ayırarak uzman hekimin incelemesi sağlanmaktadır. Uzman kişi istediği şekilde yakınlaştırma işlemlerini yaparak uygulama üzerinde anlaşılır olması için çizimler vb işlemler yapabilecektir. Böylece olası hastalığın ilerlemesi çok önceden engellenmiş olup sürece uygun tedaviler uygulanabilir hale gelecektir.

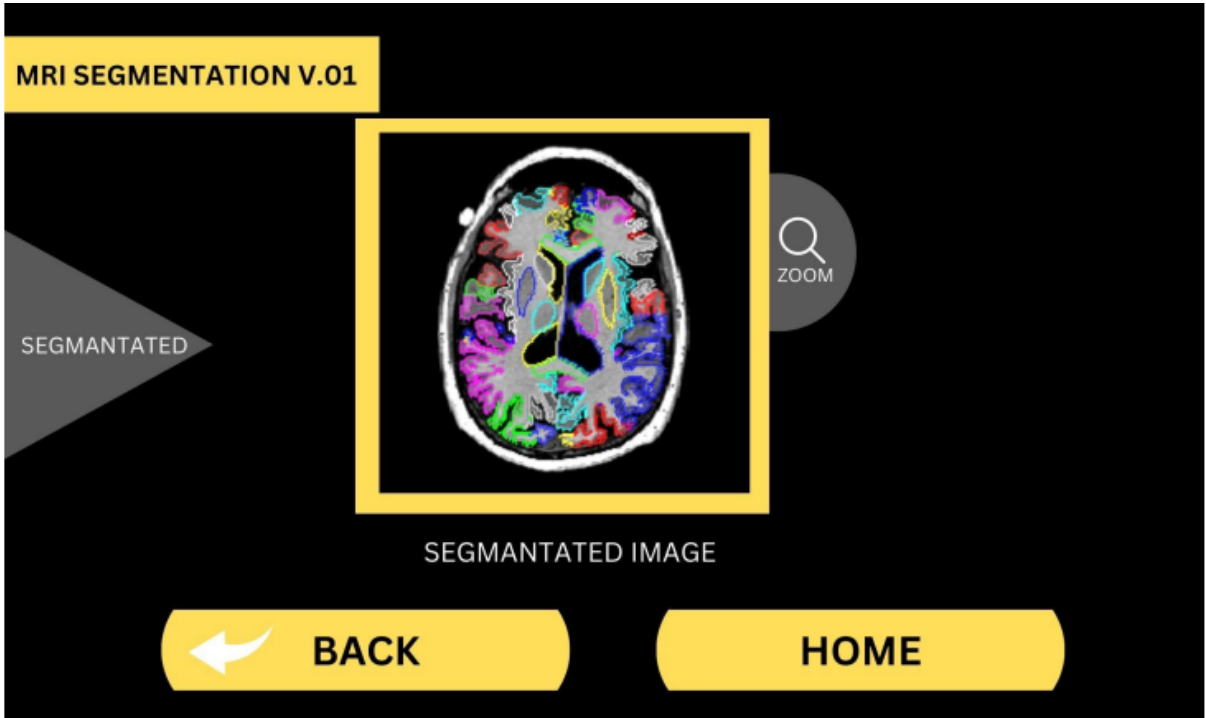


Fig 0.0.0.1

2. LİTERATÜR TARAMASI

Daha önce de rapor olarak teslim edildiği gibi projeye başlamadan evvel ilk yapılan iş olan literatür taraması yapılmıştır. Bu problem üzerinde yapılan yaklaşık 10 kadar çalışma mercek altına alınmış olup, makaleleri gözden geçirilmiştir. Aynı zamanda bu problem üzerine yapılan projelerdeki algoritmalar ve kaynak kodları detaylı bir şekilde incelenmiştir. İnternet üzerinde derin öğrenme ve makine öğrenmesi ile alakalı kurslar, takip altına alınmıştır. Projenin geliştirme ortamları değerlendirme altına alınmıştır. MRI görüntüleri üzerinden beyin tümörü segmentasyonu projesinin de kullanacağı U-Net mimarisinin kullanıldığı biyomedikal projeler özellikle taranmış ve incelenmiştir. Bilim dünyasında yapılan çalışmaları incelediğimizde mri görüntülerinden kanserli bölgelerin segmentasyonu için kullanılan Unet algoritması ile hem hızlilik hemde precise olma koşulunun sağlanacağına karar verdik.

1. Region Based Segmentation: Bu segmentasyon biçiminde öncelikle üzerinde çalışılacak alan belli olmalıdır. Görüntünün pikselleri çıkartılır ve bölgede segmente edilmiş ilk piksel ile kenarlarındaki piksellerin alakası işlenerek o bölgeye ait olup olmadığına bakılır. Bu segmentasyon tekniğinin bir diğer adıda benzerlik segmentasyonudur. Bölgeye atanan piksellerinin renklerinin değişimi ile sınır geçişlerini bulunmaya çalışılır. Ve aynı konu ile ilgili alanlar ilişkilendirilir. Projemizde kullanacağımız segmentasyon yöntemi region based segmentationdır.
2. Edge Based Segmentation: Kenarların bulunmaya çalışıldığı bu segmentasyon biçiminde kenarların bulunması için Gradient, LoG, Canny, Sobel, Laplacian, Robert tarzında yaklaşımlar kullanılmaktadır.
3. Threshold Segmentation: Görüntülerin histogramları alınarak köşeleri belirlenmiş olan öğretilme görüntüsünün histogramındaki değerleri öğrenme seti olarak kullandığı bir yöntemdir. Karmaşıklığı ve hesaplama zorluğu diğer yöntemlere göre daha azdır. Fakat karmaşık resimlerde sıkıntılar çıkarmaktadır

3. GELİŞTİRİLEN YAKLAŞIM ve BULGULAR

Bu projeyi araştırırken ve geliştirirken elde edilen birçok bulgu vardır. Bunlardan en önemlileri şunlardır;

- Projede yazılan kodların ileride kullanılabilmesi, kolay anlaşılabilmesi ve geliştirilebilmesi için kodlama aşaması iyi planlanmalıdır. Eğer kodlama aşaması iyi planlanmazsa daha sonraki süreçte kodlar anlaşılabilir ve bu yüzden kodda değişiklik yapılması çok zor hale gelir. Veya çok karmaşık bir kod yazılabilir ve bu kodun da geliştirilmesi çok zordur.

- Projede bir takım olarak çalışıldığı için grup üyelerinin birbirlerinden haberdar olmalıdırlar. Bunu sağlamanın da pek çok yolu vardır ancak en verimli yollardan biri Github gibi bir platform kullanmaktır.

3.1 Projede Kullanılacak Olan Yazılım Süreç Modeli

Beyin tümörü segmentasyonu için extreme programming süreç modeli uygun görülmüştür. Bu projeyi geliştirirken segmentasyon için gereken algoritmalar ve derin öğrenme teknikleri değişkenlik göstereceğinden gereksinimlerin değişikliğine çok iyi adapte olabilecek süreç modeli olan extreme programming süreç modeli uygun görülmüştür. Son olarak bu projeyi geliştirme aşamasında yaklaşık 2 haftaya bir rapor verilmesi söz konusu olduğu için geliştirme süreci 2 haftalık timebox'lara bölünmüştür.

3.2 Roller ve Sorumluluklar

Proje gereksinimlerinin belirlenmesi, tasarımının yapılması, projeyi gerçekleştirme aşaması, projenin test edilmesi, işlem ve bakım aşaması, proje dokümantasyonunun yerine getirilmesinde üç grup üyesi de eşit derecede aktif rol oynamıştır. Roller grup üyelerinin güçlü olduğu yanlara göre dağıtılıp, gerektiğinde yardımlaşarak tamamlanmıştır.

3.3 Projede Kullanılacak Araçlar ve Teknikler

Projede python dili ve pythonun zengin kütüphaneleri kullanılacaktır. Buna ek olarak proje derin öğrenme tabanlı bir uygulama olacaktır. Geliştirme ortamı olarak Anaconda tercih edilecektir. Projede yapılan bir değişiklik Github hesabı üzerinden güncellenecek, bu sayede de diğer grup üyeleri aktif olarak onun üzerinden çalışmalarına devam edebilmesine olanak sağlayacaktır. Proje için gerekli olan datasetler internet üzerinden veya fotoğrafı çekilmiş bir MRI görüntüsünden sağlanabilecektir. Yazılım geliştirme teknikleri olarak ise U-Net mimarisi uygun görülmüştür. Proje, Python yazılım dili kullanılarak yazılacaktır. Bunun en önemli nedeni Python dilinin derin öğrenme tabanlı işlemlerde çok kullanıcı olması ve U-Net mimarisi ile de uyumlu çalışmasıdır.

- Aktivasyon Fonksiyonu: ReLU. Bir sinir ağında, aktivasyon fonksiyonu düğümden gelen toplam ağırlıklı girdiyi o girdi için düğümün veya çıktının aktivasyonuna dönüştürmekten sorumludur. RELU doğrusal olmayan bir fonksiyondur. ReLU fonksiyonu negatif girdiler için 0 değerini alırken, x pozitif girdiler için x değerini almaktadır. Fig 0.0.1 Before all convolutions, instance normalization and the activation function (leaky ReLU) were applied to the input.

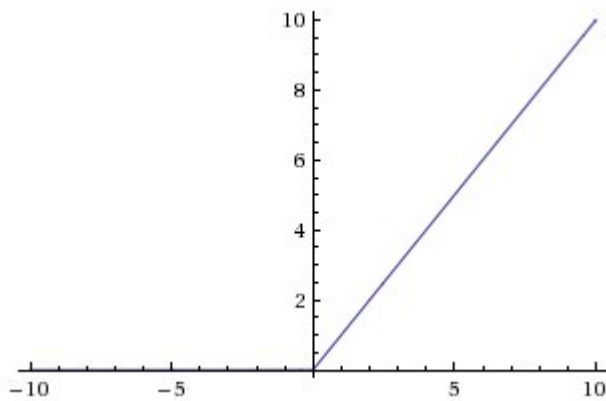


Fig 0.0.1 ReLU

- Evrişimli Filtreler: 3x3 ve 1x1 evrişim filtrelerinden önce yukarıda bahsedilen ReLU aktivasyon fonksiyonu ve örnek normalization uygulanmaktadır. $x' = (x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1 Proje Tasarımında Alınan Kararlar

- Segmentasyon

Segmentasyon işlemi, uygulamanın asıl çalıştığı kısım olacaktır. Bu kısımda yüklenen MRI görüntülerindeki beyin tümörü segmente edilecektir. Segmentasyon, görüntüdeki belirleyici nitelikleri temel alarak homojen görüntü nesneleri oluşturma işlemidir. MRI görüntüleri üzerinden beyin tümörü segmentasyonu projesinde, segmentasyon işlemi, U-Net yardımı ile gerçekleştirilecektir. U-Net, evrişimli sinir ağı katmanlarından oluşturulmuş farklı bir mimari ve piksel temelli görüntü segmentasyon konusunda klasik modellerden daha başarılı sonuç vermektedir. Az sayıda görüntü üzerinden bile başarılı sonuçlar vermesi yüzünden bu projede tercih edilmiştir. Literatür taramasından elde ettiğimiz verilere göre de evrişimli sinir ağları katmanlarından oluşturulmuş olan U-Net mimarisi, özellikle biyomedikal alanda sıklıkla kullanılmaktadır. Evrişimsel sinir ağları, derin öğrenmenin bir alt dalıdır ve genellikle görsel bilginin analiz edilmesinde kullanılır. Yaygın kullanım alanları resim ve video tanıma, önerici sistemler resim sınıflandırma, tıbbi görüntü analizi ve doğal dil işleme olarak sıralanabilir[1]. Bu yüzden de projemizde segmentasyon işleminde U-Net mimarisi kullanılacaktır.

U-Net Mimarisinde kodlayıcı ve kod çözücü olarak iki tane ana başlık bulunur. 4 adet kodlayıcı blok 4 adet kod çözücü blok köprü ile birbirine bağlanmaktadır. Kodlayıcı ağı, özellik çıkarımı (feature extractor) görevi görür ve kodlayıcı bloklarının bir dizisi aracılığıyla giriş görüntüsünün soyut bir temsilini öğrenir. Her kodlayıcı bloğu, iki adet 3x3 evrişim filtresinden(convolution) oluşur ardından her kıvrımı bir ReLU (Düzeltilmiş Doğrusal Birim) aktivasyon fonksiyonu takip eder.

ReLU aktivasyon işlevi, eğitim verilerinin daha iyi genelleştirilmesine(generalization) ve ağı doğrusal olmama özelliği getirir. ReLU'nun çıkışı, karşılık gelen kod çözücü bloğu için bir atlama bağlantısı(skip) görevi görür. Aktivasyon fonksiyonunu 2x2 Max Pooling filresi takip eder ve eğitim için dikkate alınacak parametre sayısını düşürerek hesaplama karmaşıklığını azaltmaya çalışır.

Kodlayıcı blokları iki adet 3x3 evrişim filresi ile ve bu evrişim(convolution) filtrelerini takip eden ReLU aktivasyon fonksiyonları kod çözücü bloklarına bağlanmaktadır. Kod çözücü bloğu 2x2 transpose convolution ile feature mapler upsample edilir ve özellik kanalları böylelikle yarıya indirilir. En son aşamada 1x1 evrişimler(convolution) kullanılarak özellik kanalları istenilen sınıf isimleri ile eleştirilmektedir. Fig 1

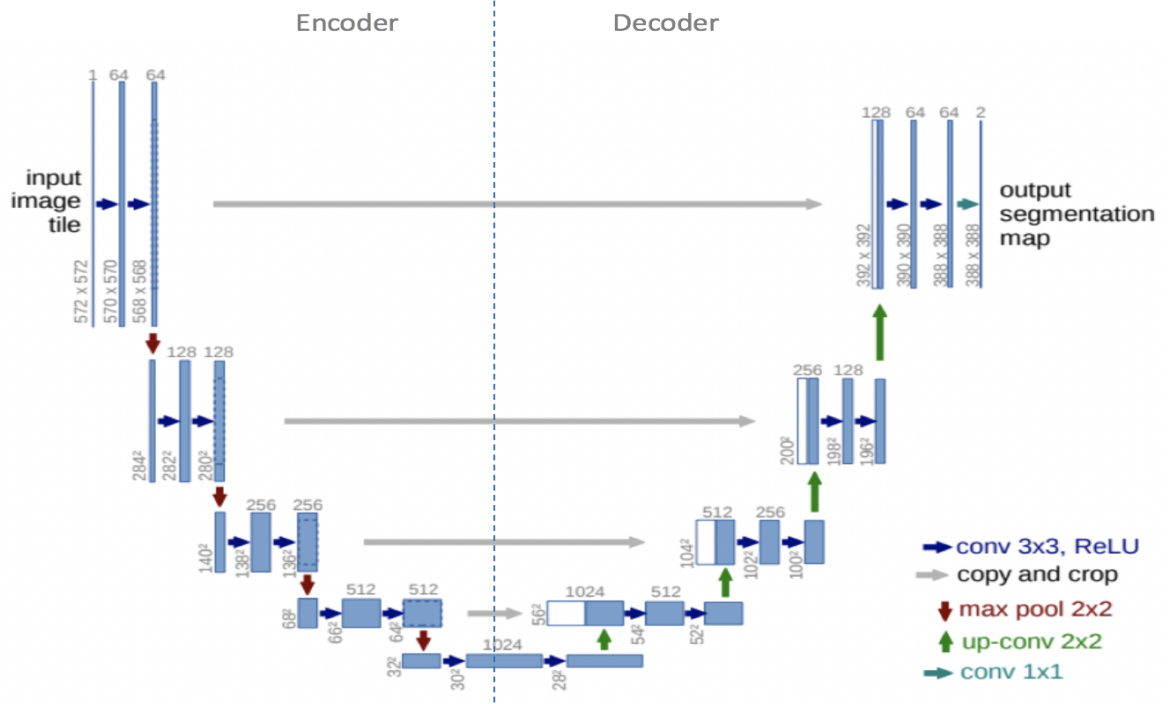


Fig. 1 Unet Mimarisi

- Kullanıcı Arayüzü

Projenin ana ekranın öncelikle MRI görüntüsünün yüklenebileceği bir kısım olacaktır. Kullanıcı bu kısımdaki butona tıkladıktan sonra MRI görüntüsünü açılan pencereden seçerek programa yükleyebilecektir. Ardından yüklenen görüntü, herhangi bir yanlışlık yapılmaması adına kullanıcıya gösterilecektir. Kullanıcı görüntünün doğruluğundan emin olduktan sonra 'next' butonuna tıklayarak bir sonraki sayfaya gidecektir. Bu sayfada yüklenen görüntü üzerinden kullanıcı, görüntüyü kesme işlemi gibi işlemleri, gerekli gördüğü takdirde düzenlemeler yapılabilecektir. İşlem bittikten sonra kullanıcı kullanıcı 'segmentate' butonuna tıklayarak yüklenen MRI görüntüsünün son halini uygulama yardımıyla segmente etmiş olacaktır. Uygulamanın herhangi bir kişi tarafından rahatça kullanılabilecek kadar basit olması hedeflendiğinden, arayüz çok karmaşık ve detaylı olmak yerine olabildiğince basit, sade ve kullanıcı dostu olarak tasarlanacaktır.

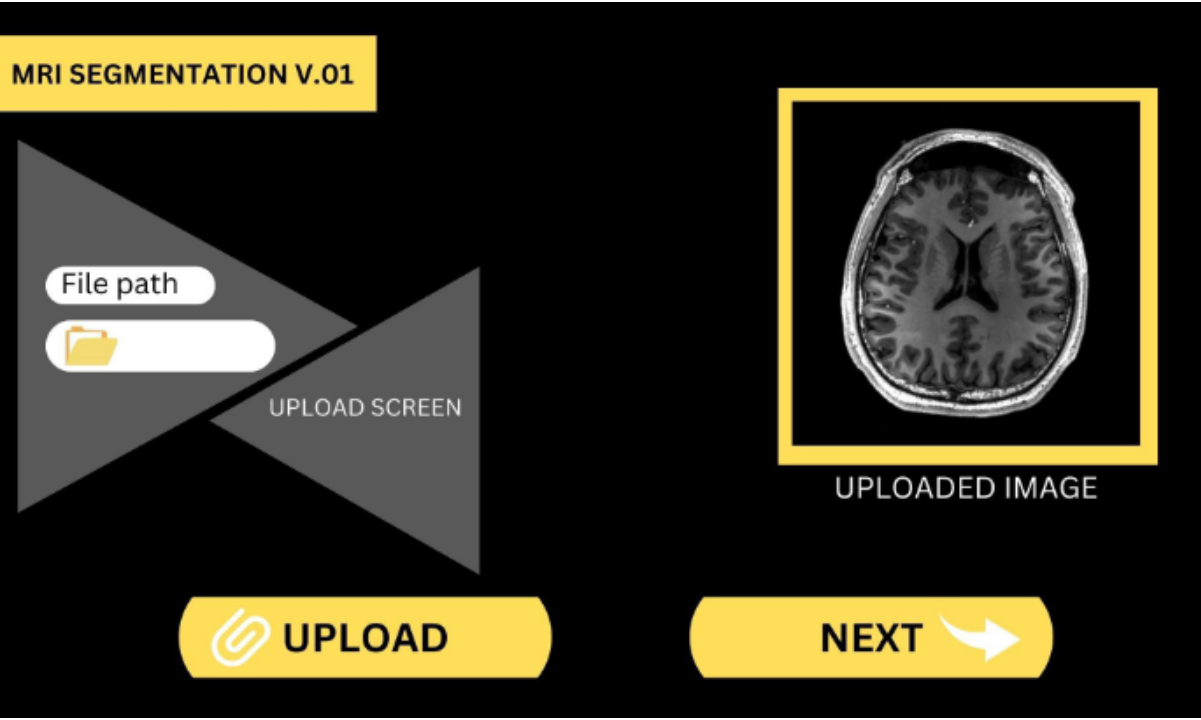


Fig 2 Arayüz

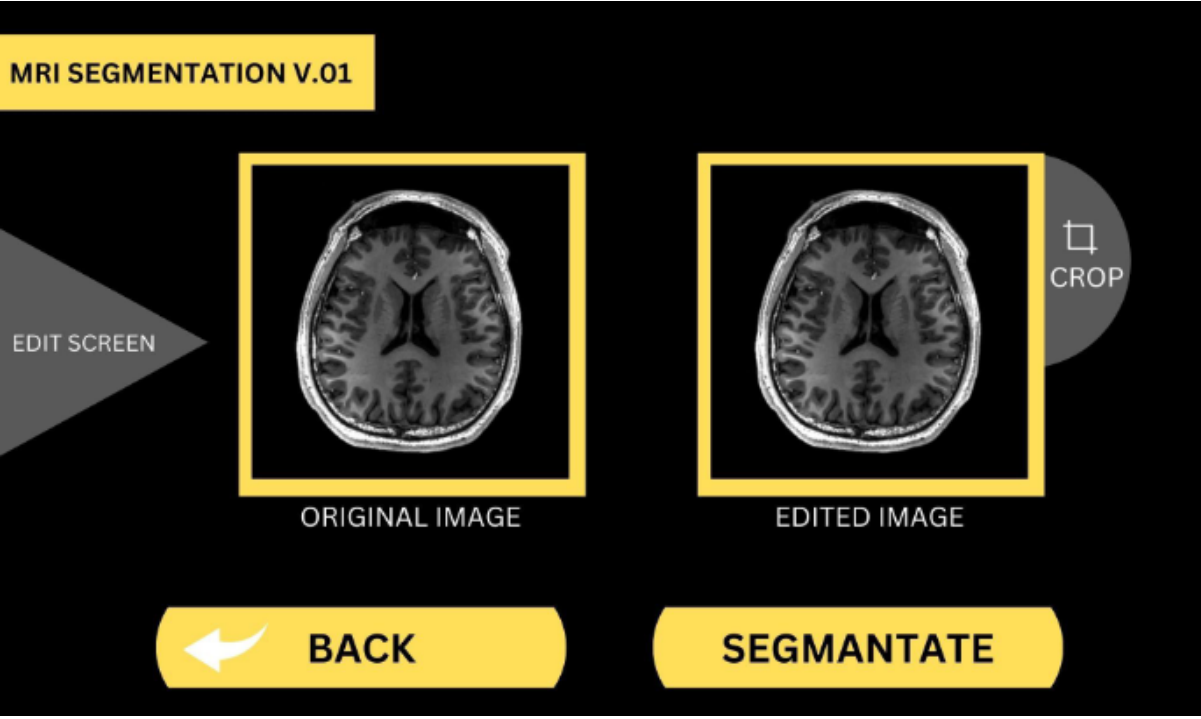


Fig 2.1

4.2 Dokümantasyon

Projede şu aşamaya kadar yazılmış olan 5 farklı ara çıktı vardır, bunlar;

Literatür taraması - Ekim

Yazılım Proje Yönetim Planı (SPMP) - Ekim

Yazılım Gereksinim Belirtim Dokümanı (SRS) - Kasım

Yazılım Tasarım Tanımlama Dokümanı (SDD) - Aralık

Proje Final Raporu - Aralık

Literatür taraması raporunda, görüntü işleme, evrişimli sinir ağları, U-Net ve biyomedikal segmentasyon alanlarında makaleler incelendi. Bu makalelerden özellikle tarihi daha güncel olanlar ve MRI görüntüleri üzerinden segmentasyon işleminden bahsedenlerin üzerinde durularak konu hakkında fikir sahibi olundu. Bu sayede projeye başlarken grup üyelerinin kafasında ortaya nasıl bir sonuç çıkabileceği ve hangi teknolojilerden yararlanılabileceği fikri gelişmiştir.

Yazılım Proje Yönetim Planı (SPMP) raporunda, projede kullanılacak olan yazılım süreç modeli, araçlar ve teknikler belirlenmiştir. Projede yapılması gereken görevler tanımlanmış ve görev atamaları yapılmıştır. Projenin tasarım, gerçekleştirme ve test gibi tüm adımları tanımlanmıştır ve tüm görevlerin ne zamana kadar yapılacağını belirten bir zaman çizelgesi oluşturulmuştur.

Yazılım Gereksinim Belirtim Dokümanı (SRS) raporunda, Proje yazılım gereksinimlerinin detaylı incelemesi yapılmıştır, hayata geçirilmiş gereksinimlerin nasıl teste tabi tutulacağını haritası çizilmiştir ve yazılımın tasarım aşaması için kesin bir şablon oluşturulmuştur.

Yazılım Tasarım Tanımlama Dokümanı (SDD) raporu, aşağıda listelenmiş çok sayıda amaçları tanımlamaktadır:

- Gerçeklenecek algoritmaları, verileri ve işlevsel yapıyı tanımlamak.
- Gerekli sistem kaynaklarını belirlemek.
- Değişen sistem gereksinimlerinin etkisinin incelenmesinde kullanılmak.
- Test durumlarının oluşturulmasına yardımcı olmak.
- Gereksinim doğrulamasını yapmak.

Sonuç olarak, tasarlanan proje gereksinimlere uygun olarak geliştirilecektir ve projenin geliştirilmesi sırasında yapılan araştırmalarda proje geliştirme, takım çalışması, evrişimli sinir ağları ve derin öğrenme gibi bir çok alanda bilgi edinilmiştir. Proje geliştirilirken öncelikle projeye uygun bir yazılım süreç modeli seçilmiştir. Ardından roller ve sorumluluklar takım arkadaşları arasında belirtilmiştir ve projede kullanılacak olan araçlar ve teknikler belirlenmiştir. Son olarak da projenin tasarım aşaması için alınan kararlar değerlendirilmiştir. Bunlar gerçekleştirilirken her aşamaya uygun dokümantasyon hazırlanmıştır.

Bir proje geliştirilirken gereksinimlerinin doğru ve detaylı bir şekilde belirlenmesi proje için çok kritiktir. Çünkü eğer gereksinimler yanlış veya eksik belirlenirse proje ilerledikçe bu hataları düzeltmenin maliyeti büyük oranda artar. İlerlemiş bir projede bazı kodları değiştirmek projeyi çalışmaz hale getirebileceğinden dolayı yapılmış olan şeyleri değiştirmek çok zordur. Bu yüzden projenin her aşamasını gerçekleştirmeden önce gereksinimler doğru ve detaylı bir şekilde belirlenmeli, bu gereksinimleri karşılayan bir tasarım yapılmalı ve bu tasarıma uyularak proje gerçekleştirilmelidir. Ardından da gerekli tüm testler yapılarak

gereksinimlerin karşılanıp karşılanmadığı belirlenmelidir. Ancak bu sayede doğru bir proje yapılabilir ve istenen sonuçlar elde edilebilir.

5. RAPORDA YARARLANILAN KAYNAKLAR

[1]

Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville (2016). Deep Learning. MIT Press. s. 326.

[2]

Half-UNet: A Simplified U-Net Architecture for Medical Image Segmentation. Front. Neuroinform., 09 June 2022

[3]

Extreme Programming: A gentle introduction <http://www.extremeprogramming.org/>

[4]

Understanding Semantic Segmentation with UNET Harshall Lamba
<https://towardsdatascience.com/understanding-semantic-segmentation-with-unet-6be4f42d4b47>