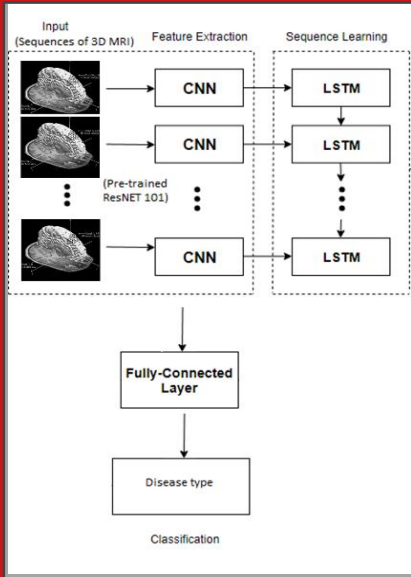


M. Sait  
DÜNDAR



mehmetsait.dundar@agu.edu.tr

0000-0002-0336-4825



Thesis Advisor

Prof. Dr. Bülent  
YILMAZ

bulent.yilmaz@agu.edu.tr

## Time Distributed Classification of Alzheimer's Disease on MRI Scans

**abstract** This thesis presents a comprehensive framework for studying Alzheimer's Disease (AD) progression by focusing on the classification of AD, Mild Cognitive Impairment (MCI), and Cognitively Normal (CN) individuals using advanced machine learning models that analyze changes in brain volumetrics over time through MRI scans. In the first phase of the research, MR images from the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative database were utilized, which included sequences of 3-4 scans taken annually from 22 CN, 18 AD, and 20 MCI subjects. Key volumetric parameters such as cortical thickness and intracranial volumes were extracted using the CAT12 toolbox in SPM software. A novel classification method based on the rate of volumetric changes over time was employed, effectively capturing the progressive nature of neurological changes. This approach achieved accuracies of 82.5% in distinguishing AD from CN, 71% in differentiating MCI from AD, and 69% in separating MCI from CN, alongside a 55% accuracy in a three-way classification using random forest and support vector machines.

Building on these initial insights, the second phase of the study significantly advanced the methodology by integrating a pre-trained 3D ResNet 101 CNN algorithm for initial spatial categorization of MRI scans, followed by the use of Long Short-Term Memory (LSTM) networks. These LSTMs processed the same sequences of 3-4 annual scans for each patient, enhancing the model's ability to analyze and interpret the temporal progression of volumetric changes. This sophisticated approach led to marked improvements in classification accuracy: 96.7% in differentiating AD from CN, 87.5% in distinguishing AD from MCI, and 86.4% in separating MCI from CN. The study effectively demonstrates a significant enhancement in capturing the temporal dynamics of AD progression.

**keywords** Alzheimer's Disease, MRI, Temporal Analysis, 3D CNN, LSTM

**özet** Bu tez, Alzheimer Hastalığı (AD) ilerlemesini incelemek için gelişmiş makine öğrenimi modelleri kullanarak AD, Hafif Bilişsel Bozukluk (MCI) ve Bilişsel Olarak Normal (CN) bireyleri zaman içinde beyin hacimsel verilerinin değişimini analiz ederek sınıflandırmaya odaklanmaktadır. Araştırmanın ilk aşamasında, Alzheimer Hastalığı Nörogörüntüleme Girişimi veritabanından alınan MR görüntüleri kullanılmıştır; bu görüntüler 22 CN, 18 AD ve 20 MCI bireyden oluşan yıllık 3-4 tarama dizisini içermektedir. CAT12 araç kutusu kullanılarak SPM yazılımında kortikal kalınlık ve intrakraniyal hacimler gibi temel hacimsel parametreler çıkarılmıştır. Zaman içinde hacimsel değişikliklerin oranına dayanan yeni bir sınıflandırma yöntemi uygulanmış, bu yöntem AD'yi CN bireylerden ayırt etmede %82,5, MCI'yi AD'den ayırt etmede %71 ve MCI'yi CN bireylerden ayırt etmede %69 doğruluk sağlamıştır; üç yönlü sınıflandırmada ise %55 doğruluk elde edilmiştir.

Araştırmanın ikinci aşamasında, metodoloji önemli ölçüde geliştirilerek, MRI taramalarının ilk kategorizasyonu için önceden eğitilmiş 3D ResNet 101 CNN algoritması entegre edilmiştir ve ardından her hastanın yıllık 3-4 tarama dizisini işlemek üzere Uzun Kısa Süreli Hafıza (LSTM) ağları kullanılmıştır. Bu gelişmiş yaklaşım, hacimsel değişikliklerin zaman içindeki ilerlemesinin analizini ve yorumlanmasını önemli ölçüde geliştirerek sınıflandırma doğruluğunda belirgin iyileşmeler sağlamıştır: AD ile CN bireyler arasında %96,7, AD ile MCI arasında %87,5 ve MCI ile CN bireyler arasında %86,4 doğruluk elde edilmiştir. Araştırma, AD ilerlemesinin zaman dinamiklerini yakalama konusunda önemli bir gelişme göstermiştir.

**anahtar kelime** Alzheimer Hastalığı, MRG, Zamansal Analiz, 3D CNN, LSTM