

## 1. Giriş ve Sorun Tanımı

Alzheimer hastalığı, dünya çapında milyonlarca bireyi etkileyen ilerleyici ve geri dönüşü olmayan bir nörodejeneratif hastalıktır. Hastalığın erken evresinde tanı koymak, muhtemel tedavi yöntemlerinin etkisini artırmak ve hastalığın seyrini yavaşlatmak açısından son derece önemlidir. Bu bağlamda, yapay zeka ve makine öğrenimi destekli otomatik tanı sistemleri, radyolojik görüntülerin ve klinik bilgilerin incelenmesinde insan gözüyle tespit edilemeyen desenleri tanımlama potansiyeli sunarak büyük bir umut taşımaktadır.

Günümüzde mevcut akademik kaynaklarda yapay zeka yöntemleri sıklıkla tek bir veri kaynağına odaklanan tek modlu sistemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar genellikle yalnızca beyin Manyetik Rezonans görüntülerini derin öğrenme yöntemleri ile incelemek veya hastaların klinik ve demografik bilgilerini geleneksel makine öğrenimi algoritmaları ile sınıflandırmakta yoğunlaşmaktadır. Her iki yaklaşım da değer taşımakla beraber, bir klinisyenin tanı koyma sürecinde çeşitli bilgi kaynaklarını (görüntüleme, hasta geçmişi, bilişsel test sonuçları) bütünsel bir şekilde değerlendirmesini tam anlamıyla yansıtamamaktadır.

## 2. Çalışmanın Amacı ve Özgün Katkısı

Bu araştırmanın ana hedefi ve literatüre sağladığı asıl yenilik, tek modlu yöntemlerin sınırlamalarını aşarak, Alzheimer tanısı için çok modlu bir veri birleştirme yönteminin avantajlarını sistematik ve sayısal olarak göstermektir. Bu kapsamda, MR görüntülerinden elde edilen görsel özellikler ile hastanın demografik ve bilişsel durumunu belirten sentetik tablo verileri (Yaş, Mini-Mental Durum Testi Skoru (MMSE), Eğitim Yılı, Cinsiyet) bir araya getirilmiştir. Bu kapsamlı yaklaşım, modelin yalnızca anatomik anormallikleri öğrenmesini değil, aynı zamanda bu anormalliklerin hangi hasta profilinde ortaya çıktığını da öğrenmesini sağlayarak, gerçek hayattaki klinik karar alma sürecine daha gerçekçi ve sağlam bir model sunmaktadır.

Çalışmanın ikincil özgün katkısı, aynı veri seti ve sorun üzerinden farklı yapay zeka mimarilerinin kapsamlı bir karşılaştırmasını yapmaktır. Proje çerçevesinde, sıfırdan eğitilmiş 12 farklı modelin performansı, titiz metodolojik kurallar doğrultusunda incelenmiştir. Bu modeller dört ana kategoriye ayrılmıştır:

Klasik Makine Öğrenmesi Grubu (5 Model): Lojistik Regresyon, KNN, SVM, Rastgele Orman, ve Gradyan Artırma.

Çeşitlendirilmiş Derin Öğrenme Grubu (5 Model): Temel CNN, Derin CNN (BN+Dropout), Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP), Basit Görsel Transformer (ViT), ve Evrimsel Otomatik Kodlayıcı (CAE) Tabanlı Sınıflandırıcı.

Literatüre Dayalı Hibrit Model (1 Model).

Özgün Hibrit Mimari (1 Model).

Bu geniş çaplı karşılaştırma, hangi modelleme yönteminin hangi veri türü için daha etkili olduğunu belirlemeyi amaçlayarak, gelecekteki araştırmalara değerli bir referans ve karşılaştırma kaynağı sunmayı hedeflemektedir.

## 3. Yöntem ve Değerlendirme

Bu çalışmada, "Alzheimer'lar Veri Seti (4 resim sınıfı)" içerisinde yer alan 6400 görsel temel alınmıştır. Modellerin genel performansını tarafsız bir şekilde değerlendirebilmek amacıyla, veri setinin %20'si projenin başlangıç aşamasında Kilitli Nihai Test Seti olarak ayrılmıştır. Kalan %80'lik veri üzerinde ise 5-katlı çapraz doğrulama tekniği uygulanarak modellerin tutarlılığı ve başarı düzeyi incelenmiştir. Tüm modeller, önceden eğitilmiş ağırlıklar kullanılmadan, sıfırdan geliştirilmiş ve karşılaştırmaların tutarlı olması için derin öğrenme

uygulamaları 50 epoch sabit eğitim süresi ile belirlenmiştir. Performans analizleri, Doğruluk, Hassasiyet, Duyarlılık gibi standart ölçütler ve özellikle sınıf dengesizliğine karşı daha güvenilir bir göstergelerden biri olan Ağırlıklı Ortalama F1-Skoru aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, en iyi modeller arasındaki performans farklılıklarının rastgele olup olmadığını belirlemek için McNemar istatistik testi kullanılmıştır.

#### 4. Beklenen Sonuçlar ve Potansiyel Etkisi

Elde edilen ilk bulgular, görsel ve tablo verilerini bir araya getiren hibrit yaklaşımların, yalnızca görüntü veya tablo verisi kullanan tek modlu modellere kıyasla daha yüksek sınıflandırma başarısı gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu araştırmanın bulgularının, Alzheimer gibi karmaşık hastalıkların teşhisinde çok modlu yapay zeka sistemlerinin geliştirilmesi için güçlü bir temel oluşturması ve bu alanda çalışan araştırmacılara farklı model mimarilerinin avantajları ve dezavantajları hakkında pratik bir rehberlik sağlaması beklenmektedir.