**ÖĞRENCİ BİLGİLERİ**

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | 245112075 |
| **Adı, Soyadı** | Musawer Muradi |
| **Anabilim Dalı** | Bilgisayar Mühendisliği |
| **İletişim bilgileri**  (adres, e-posta, telefon no) | Dumlupınar mah. Lal sk. Ceren Evleri no:1 daire:15 Nilüfer/Bursa [musavir.muradi@gmail.com](mailto:musavir.muradi@gmail.com) +905536855691 |

**TEZE İLİŞKİN BİLGİLER**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tez başlığı**  **(TÜRKÇE ve İNGİLİZCE)** | “Radyografik Görüntülerde Otomatik Diş İmplantı Tanıma: EfficientNetB3 ile Transfer Öğrenme Uygulaması”  “Automated Dental Implant Recognition in Radiographic Images: Transfer Learning Implementation with EfficientNetB3” |

|  |  |
| --- | --- |
| **Başvuru, tez başlığı değişikliği talebiyle mi yapılıyor?** | EVET (önceki tez başlığımın değiştirilmesini talep ediyorum.)  HAYIR (ilk kez tez başlığımın belirlenmesini talep ediyorum.)  *(Tez başlığı değişikliği talebi varsa eski tez başlığı TÜRKÇE ve İNGİLİZCE olarak buraya yazılacaktır.)* |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tez hangi dilde yazılacak?** | TÜRKÇE  İNGİLİZCE  *(İngilizce dilinde yazılacak olan tezler için, öğrenci ve danışmanın Uygulama Esasları’nın ilgili maddelerinde belirtilen dil yeterliliğini kanıtlayan belgeler bu formun ekinde Enstitü’ye gönderilmelidir.)* |

|  |  |
| --- | --- |
| **Etik Kurul raporu gerekiyor mu?** | EVET  HAYIR  (*Gerekli ise; Etik Kurul başvurusu veya kararı eklenmelidir.)*  (***Etik Kurul kararı gerektiren konular:*** *Yapılacak çalışma, insandan anket, mülakat, odak grup çalışması, deney vb. yollarla veri toplanmasını ve/veya insan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılmasını öngörüyor ise etik kurul onayı alınması gereklidir*.) |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destekleyen kurum veya kuruluşlar var mı?** | EVET  HAYIR  *(Varsa, desteğe dair yazılı bir belge alınması ve bu forma eklenmesi gerekmektedir.*  *İleride olabilecek anlaşmazlıklar durumunda öğrencinin haklarının korunması, tezin ve tezden üretilecek yayınların yayımı konusunda herhangi bir sorun yaşanmaması için önemlidir)* |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tez konusu TÜBİTAK tarafından belirlenen öncelikli alanlar kapsamında mı?** | EVET  HAYIR  *(Evet ise, buraya öncelikli alan başlığı yazılmalıdır)*  https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/2024-04/tubitak\_24-25\_ar-ge\_ve\_yenilik\_konu\_basliklari\_22.01.24\_v3.pdf |

|  |
| --- |
| **TEZİN AMACI, ÖNEMİ VE KAPSAMI** |
| Bu tez çalışmasının temel amacı, radyografik görüntülerde dental implantların otomatik olarak tanınması ve sınıflandırılması için EfficientNetB3 tabanlı transfer öğrenme yaklaşımının geliştirilmesi ve uygulanmasıdır. Günümüzde diş hekimliği uygulamalarında implant tedavisi yaygın bir şekilde kullanılmakta olup, hastaların ağzında bulunan implantların marka ve modellerinin doğru tespit edilmesi, sonraki tedavi süreçleri için kritik öneme sahiptir (Sukegawa, 2020). Ancak, implant sistemlerinin radyografik görüntülerde manuel olarak tanımlanması zaman alıcı ve uzmanlık gerektiren bir süreçtir (Sukegawa, 2020).  Bu tez kapsamında, derin öğrenme tabanlı bir yaklaşım kullanılarak diş implantlarının otomatik olarak tanınması ve sınıflandırılması için bir model geliştirilecektir. EfficientNetB3 mimarisi, tıbbi görüntü işleme alanındaki başarısı ve parametre verimliliği nedeniyle tercih edilmiştir (Karli & Kaya, 2024). Transfer öğrenme tekniği ile ImageNet veri setinde önceden eğitilmiş model ağırlıkları kullanılarak, sınırlı sayıdaki dental implant görüntülerinden maksimum fayda sağlanması hedeflenmektedir.  Çalışmanın özgün değeri, aşamalı katman çözme (progressive unfreezing) stratejisinin dental implant tanıma problemine uyarlanmasıdır. Bu yaklaşım, modelin üç aşamada eğitilmesini içermektedir: ilk olarak yalnızca sınıflandırma katmanlarının eğitilmesi, ardından temel modelin son %30'luk kısmının çözülmesi ve son olarak farklı öğrenme oranları ile tüm katmanların ince ayarının yapılması.  Tezin bir diğer önemli katkısı, özel olarak tasarlanmış bir CNN mimarisi ile transfer öğrenme yaklaşımının karşılaştırmalı analizinin yapılmasıdır. Bu karşılaştırma, dental implant tanıma probleminde hangi yaklaşımın daha etkili olduğunu ortaya koyacaktır.  Çalışmanın sonuçları, diş hekimliği kliniklerinde tedavi planlaması süreçlerini hızlandıracak, implant komplikasyonlarının daha doğru değerlendirilmesini sağlayacak ve hasta kayıtlarının daha etkin yönetilmesine katkıda bulunacaktır (Sunar, Taş, Sır, Polater, & Bağlıoğlu, 2024). Ayrıca, geliştirilen yapay zekâ modeli, uzman olmayan diş hekimlerinin implant sistemlerini doğru şekilde tanımasına yardımcı olacak ve bu sayede tedavi kalitesinin artırılmasına destek olacaktır. Kaynaklar Karli, A. B., & Kaya, B. (2024). Cilt Kanseri Görüntüleri Kullanılarak Eğitilen EfficientNet-B3 Mimarisinde Hiperparametre Seçiminin Sınıflandırma Performansına Etkisinin İncelenmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 499 - 507. doi:https://doi.org/10.35234/fumbd.1426044  Sukegawa, S. Y. (2020). Deep Neural Networks for Dental Implant System Classification. *Biomolecules*, 984. doi:https://doi.org/10.3390/biom10070984  Sunar, A., Taş, Ç., Sır, E., Polater, H., & Bağlıoğlu, N. (2024). Diş Hekimliğinde Yapay Zeka Uygulamaları. *Kocaeli Health and Technology*, 41 - 57. |

|  |
| --- |
| **MATERYAL, YÖNTEM VE ARAŞTIRMA OLANAKLARI** |
| **Veri Seti**  Bu çalışmada kullanılacak dental implant radyografi görüntüleri, açık kaynaklı beş farklı veri setinin bir araya getirilmesiyle oluşturulacaktır. Başlangıçta yaklaşık 20,000 görüntü toplanması öngörülmekte olup, veri temizleme, filtreleme ve kalite kontrol süreçlerinden sonra yaklaşık 7,000-10,000 arasında yüksek kaliteli implant görüntüsü elde edilmesi hedeflenmektedir. Veri temizleme süreci, düşük çözünürlüklü, bulanık veya implantın net olarak görülemediği görüntülerin elenmesini içerecektir.  Temizlenmiş veri seti üzerinde yapılacak sınıflandırma ve etiketleme çalışmaları sonucunda, çeşitli implant markalarına ait kategoriler belirlenecektir. Kategori sayısı veri toplama ve ön işleme aşamalarından sonra netleşecek olup, sınıf dengesizliği sorunu ile karşılaşılması durumunda sınıf ağırlıklandırma ve yeniden örnekleme teknikleri kullanılacaktır.  Tüm görüntüler, önişleme adımları kapsamında standart boyuta (512×512 piksel) getirilecek, kontrast iyileştirme işlemleri uygulanacak ve gürültü azaltma filtreleri kullanılacaktır. Veri çeşitliliğini artırmak amacıyla, eğitim setindeki görüntülere veri artırma (data augmentation) teknikleri uygulanacaktır. Bu teknikler arasında rastgele döndürme (±15°), yakınlaştırma (0.9-1.1), yatay çevirme, parlaklık değişimi (±10%) ve kontrast ayarlamaları (0.9-1.1) bulunmaktadır.  **Transfer Öğrenme Modeli Implementasyonu**  Çalışmanın ana modeli olan EfficientNetB3, TensorFlow ve Keras kütüphaneleri kullanılarak implemente edilecektir. Model, ImageNet veri setinde önceden eğitilmiş ağırlıklar ile başlatılacak ve implant sınıflandırma problemi için özelleştirilecektir. Modelin eğitimi için aşağıdaki protokol izlenecektir:  Aşamalı Çözme Stratejisi:   * Aşama 1: Temel model dondurulup sadece özel sınıflandırma katmanları eğitilecektir (5 epoch). * Aşama 2: Temel modelin son %30'luk kısmındaki katmanlar çözülecek ve eğitime devam edilecektir (10 epoch). * Aşama 3: Tüm katmanlar çözülerek farklılaştırılmış öğrenme oranları (discriminative learning rates) ile eğitim tamamlanacaktır (15 epoch).   Optimizasyon Parametreleri:   * Kayıp fonksiyonu: Kategorik çapraz entropi * Optimizasyon algoritması: Adam optimizer (öğrenme oranı=1e-4, ağırlık azalması=1e-5) * Öğrenme oranı planlaması: ReduceLROnPlateau (faktör=0.5, sabır=3) * Batch boyutu: 8 veya 16 (donanım kapasitesine göre ayarlanabilir)   İzleme ve Callback Fonksiyonları:   * EarlyStopping (validasyon kaybı izlenir, sabır=7) * ModelCheckpoint (en iyi modelin kaydedilmesi) * TensorBoard ile eğitim sürecinin görselleştirilmesi   **Özel CNN Modeli Geliştirme**  Transfer öğrenme yaklaşımının yanında, karşılaştırma amacıyla özel bir CNN mimarisi de geliştirilecektir. Bu model, beş ardışık konvolüsyonel bloktan oluşacak ve her blokta çift konvolüsyon katmanı, batch normalizasyon ve maksimum havuzlama işlemleri uygulanacaktır. Filtre sayısı kademeli olarak artacak (32→64→128→256→512) ve aşırı öğrenmeyi önlemek için stratejik noktalarda dropout katmanları eklenecektir.  **Değerlendirme Yöntemleri**  Geliştirilen modellerin performansı, aşağıdaki metrikler kullanılarak değerlendirilecektir:   * Doğruluk (Accuracy) * Hassasiyet (Precision) * Duyarlılık (Recall) * F1-skoru * Karmaşıklık matrisi (Confusion matrix) * Alıcı İşletim Karakteristiği (ROC) eğrisi ve Eğri Altındaki Alan (AUC)   Modellerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla 5-katlı çapraz doğrulama (cross-validation) yöntemi kullanılacaktır. Ayrıca, modellerin karar verme süreçlerini görselleştirmek için Grad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping) tekniği uygulanacaktır.  **Araştırma Olanakları**  Bu çalışma, kişisel bilgisayar ortamında gerçekleştirilecektir. Kullanılacak donanım ve yazılım kaynakları şunlardır:   * Donanım: Dell Inspiron 5490, Intel Core i7 10. nesil 1.80GHz (8 CPU), NVIDIA MX230 2GB GPU, Windows 11 işletim sistemi * Yazılım: Python 3.9, TensorFlow 2.13, Keras, OpenCV, scikit-learn, NumPy, Matplotlib * Veri Depolama: Harici depolama birimleri ve bulut depolama hizmetleri   Kısıtlı GPU belleği nedeniyle, modellerin eğitimi sırasında batch boyutu ve girdi görüntü çözünürlüğü optimize edilecektir. Ayrıca, eğitim süresini kısaltmak için model sıkıştırma teknikleri ve verimli hafıza kullanımı stratejileri uygulanacaktır. İhtiyaç duyulması halinde, Google Colab veya diğer bulut tabanlı GPU hizmetleri kullanılarak eğitim süreci hızlandırılabilir. |

**DANIŞMAN ONAYI**

|  |  |
| --- | --- |
| **Unvanı, Adı, Soyadı** | **Tarih** |
|  | … / … / 20… |

**ANABİLİM DALI BAŞKANI ONAYI (**Kurul Toplantısı yapıldıktan sonra ABD Başkanı tarafından doldurulup Teams üzerinden onay verilecektir)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ABD Başkanı Unvanı, Adı, Soyadı** | **ABD Kararı Tarihi** | **ABD Kararı No’su** |
|  | … / … / 20… |  |

**Bu form, öğrenci tarafından Kocaeli Üniversitesi’nin tanımladığı TEAMS Portal Office (**[**öğrencino@uzem.education**](mailto:öğrencino@uzem.education)**) hesabı üzerinden, 1. Alıcı Danışman 2. Alıcı ABD başkanı ve 3. Alıcı fbeevrak@uzem.education seçilerek gönderilecektir.**