

TÜRK KARDİYOLOJİ DERNEĞİ Python ile Yapay Zeka Eğitimi

Kardiyologlar için Uygulamalı Eğitim Programı

44 Saat • 11 Hafta • %80 Uygulamalı
EKG Analizi • Kardiyak Görüntüleme • Klinik Karar Destek

EĞİTMEN

Prof. Dr. Utku KÖSE

B.Musa AYVALLI

Kalbes Yazılım
DrSistem Medical Ai and Robotic
Software Developer
bugrahanace@gmail.com

University of North Dakota, USA
Universidad Panamericana, Mexico
utkukose@sdu.edu.tr | utkukose@gmail.com
<https://www.utkukose.com>

Doç.Dr.M.Serdar KUYUMCU

Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye
kuyumcuserdar@hotmail.com

44

Toplam Saat

11

Hafta

%80

Uygulamalı

11

Büyük Proje

Eğitimler 20 Kasım 2026 da başlanması planlanmaktadır. Katılım ve kayıt detayları mail yoluyla tekrar duyurulacaktır.



Eğitime Genel Bakış

Bu program, kardiyologların yapay zeka teknolojilerini klinik pratiğe entegre edebilmeleri için tasarlanmış, tamamen Python tabanlı, uygulamalı bir uzmanlık eğitimidir. Teorik bilginin yanı sıra her hafta gerçek kardiyoloji verileri üzerinde proje yapılmaktadır.

Ön Gereklilik: Python Anaconda Framework Kurulumu

Eğitime başlamadan önce katılımcıların bilgisayarlarına Python Anaconda Framework kurulumu yapması zorunludur. Tüm kütüphaneler ve Jupyter Notebook ortamı Anaconda aracılığıyla sağlanacaktır.

İndirme bağlantısı: <https://www.anaconda.com/download/success?reg=skipped>

- Anaconda kurulduktan sonra Jupyter Notebook, eğitim birincil geliştirme ortamı olarak kullanılacaktır
- İlgili oturumlarda Hugging Face Hub üzerinden hazır model ve veri setlerine erişilecektir
- İnternet bağlantısı gerektiren oturumlar önceden duyurulacaktır

Haftalık Program Özeti

HAFTA	BAŞLIK	HAFTALIK PROJE
Hafta 1	Python ve Veri Temelleri	EKG veri yükleme ve görselleştirme
Hafta 2	Makine Öğrenmesi Temelleri	Aritmia ön sınıflandırması
Hafta 3	Derin Öğrenme ve CNN	Ekokardiyografi görüntü sınıflandırması
Hafta 4	Transfer Learning	Kardiyak MRI analizi (ACDC)
Hafta 5	Zaman Serisi ve EKG AI	12 derivasyonlu EKG tanı modeli
Hafta 6	NLP ve Klinik Metin Madenciliği	Anjiyografi raporu NLP pipeline
Hafta 7	Vision Transformer (ViT)	Koroner anjiyografi stenoz tespiti
Hafta 8	Çok Modlu AI ve Veri Füzyonu	MACE çok modlu risk skoru
Hafta 9	Model Güvenilirliği ve XAI	SHAP + Grad-CAM kardiyak analiz
Hafta 10	Klinik Karar Destek Sistemleri	AF CDSS web prototipi (Streamlit)
Hafta 11	Final Projesi ve Sertifika	Kapsamlı kardiyoloji AI projesi

Kullanılacak Python Kütüphaneleri ve Araçlar

KÜTÜPHANE / ARAÇ	KULLANIM ALANI	KARDİYOLOJİK UYGULAMA
NumPy / Pandas	Veri işleme, tablo yönetimi	EKG sinyali, hasta demografisi analizi
Matplotlib / Seaborn	Görselleştirme	EKG grafiği, ROC eğrisi çizimi
Scikit-learn	Klasik ML modelleri	Aritmia sınıflandırma, risk skorlama
TensorFlow / Keras	Derin öğrenme	CNN ile ekokardiyografi analizi
PyTorch	Araştırma modelleri, ViT	Vision Transformer kardiyak görüntüleme
Wfdb / NeuroKit2	EKG sinyal işleme	PhysioNet veri seti analizi
Hugging Face Transformers	NLP modelleri (Hub üzerinden)	Klinik metin madenciliği, BioBERT
SHAP / LIME / Grad-CAM	Açıklanabilir AI (XAI)	Model kararlarının klinisyene açıklanması
Streamlit	Web arayüzü	CDSS prototip oluşturma

Detaylı Eğitim Müfredatı

HAFTA 1: Python ve Kardiyoloji Veri Temelleri

Programlama bilgisi sıfırdan klinik veri analizine

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: Python'a Giriş ve Jupyter Notebook Ortamı – Anaconda ve Jupyter Notebook ortamının tanıtımı ve ilk kullanım – Değişkenler, listeler, döngüler – tıbbi örneklerle – Pandas ile hasta tablosu okuma ve işleme – Matplotlib ile ilk kardiyolojik grafik ■ Son 2 Saat: EKG Verisi ile Çalışma – PhysioNet ve MIT-BIH veri setlerine erişim – Wfdb kütüphanesi ile EKG okuma ve işleme – R-peak tespiti (NeuroKit2), HRV hesaplama – 12 derivasyon görselleştirme	Mini Proje: ☞ Kaggle Heart Disease veri setini yükleme, istatistiksel özet ve görselleştirme Haftalık Proje: ☞ EKG görselleştirme ve temel ölçümleri (PR, QRS, QT) otomatik hesaplayan script

HAFTA 2: Makine Öğrenmesi Temelleri

İstatistikten akıllı modellere – kardiyoloji odaklı

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: Sınıflandırma ve Regresyon – Scikit-learn ile modelleme pipeline – Lojistik regresyon: KAH riski tahmini – Karar ağacı ve Random Forest karşılaştırması – Cross-validation, ROC-AUC; sensitivity/specificity yorumu ■ Son 2 Saat: Kümeleme ve Hasta Segmentasyonu – K-Means ile hasta alt gruplarını bulma – UMAP / t-SNE görselleştirme – Survival analysis: Kaplan-Meier eğrisi – Dengesiz veri ile başa çıkma (SMOTE)	Mini Proje: ☞ Cleveland Heart Disease veri seti ile KAH tahmin modeli – ROC eğrisi ve AUC analizi Haftalık Proje: ☞ HFpEF vs HFrEF hasta kümeleme + Kaplan-Meier sağ kalım analizi

HAFTA 3: Derin Öğrenme ve CNN Temelleri

Görüntüden anlam çıkarma – kardiyak görüntüleme

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: Yapay Sinir Ağları ve CNN – Nöron, katman, aktivasyon fonksiyonu (tıbbi analogi) – Keras Sequential API ile ilk model – Konvolüsyon işlemi: Görüntüde kenar/desen bulma – Pooling, Dropout, Batch Normalization ■ Son 2 Saat: Gelişmiş CNN ve Model Değerlendirme – VGG16, ResNet50 mimarileri (kavramsal) – Görüntü augmentation kardiyak görüntüler için – Confusion matrix, F1-score yorumlama – Overfitting tespiti ve önleme	Mini Proje: ☞ EchoNet-Dynamic veri setinden normal/anormal ekokardiyografi sınıflandırması Haftalık Proje: ☞ Kardiyak MRI ACDC veri seti: Dilate/hipertrofik KMP otomatik sınıflandırma

HAFTA 4: Transfer Learning – Hazır Gücü Kardiyolojiye Uyarla*Milyonlarca görüntüyle öğrenilmiş bilgiyi kliniğinize taşıyın*

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: Transfer Learning Prensipleri – ImageNet ön eğitilmiş modeller (EfficientNet, DenseNet) – Feature extraction vs fine-tuning ne zaman? – Son katmanları kardiyak hedefler için değiştirme – Az veriyle yüksek başarı nasıl sağlanır? ■ Son 2 Saat: Segmentasyon ve Ölçüm Otomasyonu – U-Net mimarisi: Kardiyak segmentasyon – Sol ventrikül EF otomatik ölçümü (Simpson) – Pixel-wise segmentasyon eğitimi – Klinik validasyon metodolojisi	Mini Proje: ☞ EfficientNet-B0 ile az sayıda etiketli ekokardiyografi görüntüsünden KMP sınıflandırma Haftalık Proje: ☞ CAMUS veri seti ile sol ventrikül segmentasyonu + EF otomatik hesaplama

HAFTA 5: Zaman Serisi Analizi ve EKG Yapay Zekası*EKG'den otomatik tanı – 12 derivasyon tam analiz*

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: 1D CNN ve LSTM ile EKG Analizi – EKG'yi zaman serisi olarak modellemek – 1D CNN: Aritmia tespiti (AF, VT, SVT) – LSTM: Temporal bağımlılıkların yakalanması – Çok etiketli sınıflandırma (multi-label) ■ Son 2 Saat: Gelişmiş EKG Modelleri ve Klinik Entegrasyon – ST-yükselmesi/depresyonu otomatik tespiti (AMI) – QTc uzaması risk algoritması – Holter analizi: Uzun dönem AI monitoring – FDA/CE onaylı EKG AI ürünlerine genel bakış	Mini Proje: ☞ PhysioNet 2020 Challenge: 12 derivasyon EKG'den 9 ritim bozukluğu tespiti Haftalık Proje: ☞ STEMI alarm sistemi: AMI EKG'lerinden ST deviasyonu otomatik tespiti (PTB-XL)

HAFTA 6: NLP ve Klinik Metin Madenciliği*Rapordan, epikrizden, nottan otomatik bilgi çıkarma*

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: NLP Temelleri ve Klinik Metin İşleme – Tokenizasyon, lemmatizasyon – TF-IDF ve word embedding kavramları – BERT / BioBERT: Hugging Face Hub üzerinden yükleme – Türkçe tıbbi dil modelleri (BerTurk) ■ Son 2 Saat: Gelişmiş Klinik NLP Uygulamaları – Named Entity Recognition (NER): İlaç, tanı, prosedür – Radyoloji raporu otomatik özetleme – Klinik trial uygunluk tespiti – Büyük dil modelleri (LLM) ile klinik asistan (kavramsal)	Mini Proje: ☞ Sentetik Türkçe epikrizlerden tanı (STEMI, AF, KY) otomatik çıkarımı – NER pipeline Haftalık Proje: ☞ Kardiyak anjiyo raporu NLP pipeline: Stenoz derecesi + etkilenen damar otomatik çıkarımı

HAFTA 7: Vision Transformer (ViT) – Görüntü İşlemede Yeni Nesil*Attention mekanizmasıyla kardiyak görüntülerde global analiz*

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: Attention Mekanizması ve ViT Mimarisi – CNN'in sınırları: Global bağlam eksikliği – Self-attention: Görüntünün farklı bölgeleri arası ilişki – Patch embedding: Görüntüyü 16×16 parçalara ayırma – ViT PyTorch ile inşa; Hugging Face üzerinden hazır ViT modeli ■ Son 2 Saat: Hibrit CNN-ViT ve Medikal Görüntüleme – Swin Transformer: Shifted window attention – CNN backbone + Transformer head hibrit mimari – Koroner anjiyografi analizi: Stenoz tespiti – Attention haritası görselleştirme (klinik yorumlama)	Mini Proje: ☞ CIFAR-10 üzerinde mini ViT eğitimi; ardından EchoNet'e transfer uygulaması Haftalık Proje: ☞ Koroner anjiyografi: Stenoz tespiti CNN vs ViT vs Hibrit karşılaştırması + attention haritaları

HAFTA 8: Çok Modlu Yapay Zeka ve Veri Füzyonu*EKG + Görüntü + Klinik Veri'yi birleştiren entegre modeller*

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: Multimodal AI Prensipleri – Erken füzyon vs geç füzyon vs hibrit füzyon – Farklı veri tiplerini tek modelde birleştirme – Attention tabanlı füzyon mekanizmaları – Eksik veri yönetimi: Klinik gerçeklik ■ Son 2 Saat: Kardiyovasküler Risk Skorlama Sistemi – SCORE2, Framingham alternatifi AI modeli tasarımı – Şüpheli AKS erken uyarı modeli – Biyobelirteçler + klinik değişkenler + görüntüleme füzyonu – Kalibrasyon ve güven aralıklarının önemi	Mini Proje: ☞ EKG sinyali + ekokardiyografi + lab değerleri füzyon modeli ile KY risk sınıflandırması Haftalık Proje: ☞ Gerçek zamanlı MACE tahmin modeli – triyaj senaryosu simülasyonu (MIMIC-IV sentetik)

HAFTA 9: Model Güvenilirliği ve Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI)*Klinisyen güveni için şeffaflık ve açıklanabilirlik*

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: Açıklanabilir AI Yöntemleri – Kara kutu problemi: Neden klinisyen güvenmez? – SHAP değerleri: Hangi özellik ne kadar katkı yaptı? – LIME: Yerel açıklamalar – Grad-CAM: CNN'in nereye baktığını görmek ■ Son 2 Saat: AI Güvenilirliği ve Klinik Validasyon – Distribüsyon kayması (data drift): Tuzaklar – Model kalibrasyonu ve güven skoru – Önyargı (bias) tespiti: Cinsiyet, yaş, etnik köken – Hukuki ve etik çerçeve (GDPR, KVKK)	Mini Proje: ☞ KAH tahmin modelinde SHAP: Hangi klinik faktör (LDL, yaş, EF?) modeli en çok etkiliyor? Haftalık Proje: ☞ Grad-CAM ile ekokardiyografi modelinin 'nereye baktığını' görselleştirme ve uzman yorumuyla karşılaştırma

HAFTA 10: Klinik Karar Destek Sistemleri (CDSS)*AI modelini klinisyen araçlarına entegre etmek*

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: CDSS Tasarım Prensipleri – CDSS nedir? Klinik iş akışına entegrasyon – Streamlit ile web arayüzü geliştirme – HL7 FHIR standardına giriş (kavramsal) – Gerçek zamanlı tahmin API'si (Flask/FastAPI) ■ Son 2 Saat: Deployment ve Yayımlama – Model versiyonlama ve güncelleme stratejisi – Klinik AI'da insan gözetimi (human-in-the-loop) – FDA De Novo, CE MDR süreçlerine giriş – Hasta rızası ve veri gizliliği (KVKK)	Mini Proje: 👉 AF tespit CDSS: EKG yükle → model tahmin eder → SHAP açıklama gösterir → rapor üretir Haftalık Proje: 👉 Kullanıcı test oturumu: Geri bildirimlerle CDSS prototipini iyileştirme

HAFTA 11: Final Projesi ve Mezuniyet*Öğrendiklerinizi gerçek bir klinik problem üzerinde birleştirin*

GÜN / SÜRE	KONU / İÇERİK	UYGULAMA / PROJE
1 Gün 4 saat	■ İlk 2 Saat: Final Proje Geliştirme – Problem seçimi: Kendi kliniğinizden gerçek bir soru – Veri hazırlığı ve model seçimi – Model eğitimi, optimizasyonu ve XAI entegrasyonu – Klinik geçerlilik değerlendirme tasarımı ■ Son 2 Saat: Sunum, Kapanış ve Gelecek Tartışmaları – Final proje sunumları (5–7 dakika/kişi) – Jüri ve katılımcı değerlendirmesi – Sertifika töreni – Kardiyoloji AI alanında kariyer yolları ve kaynaklar	Mini Proje: 👉 Kişisel/grup final projesi: Gerçek kardiyoloji problemi üzerinde uçtan uca AI pipeline Haftalık Proje: 👉 Final proje sunumu + 'Klinik Pratiğimde AI Nasıl Kullanacağım?' kişisel eylem planı

Projeler ve Veri Setleri Rehberi

Eğitim boyunca kullanılacak tüm projeler ve veri setleri aşağıda listelenmiştir. Tüm veri setleri açık kaynak ve ücretsiz erişimlidir.

HAFTA	PROJE	VERİ SETİ	KLİNİK ÇIKTI
1	EKG Görselleştirme ve HRV	MIT-BIH (PhysioNet)	EKG ölçüm otomasyonu scripti
2	KAH Tahmin Modeli + ROC	Cleveland Heart Disease	Risk sınıflandırıcı + eğri raporu
3	Ekokardiyografi Sınıflandırma	EchoNet-Dynamic	Normal/anormal sınıflandırıcı
4	KMP Sınıf. + EF Ölçümü	CAMUS + ACDC	Sol ventrikül segmentasyon + EF
5	12-Lead EKG Aritmia Tespiti	PhysioNet 2020 Challenge	9 ritim bozukluğu çok-etiket tanı
6	STEMI Alarm Sistemi	PTB-XL EKG veri seti	ST yükselmesi otomatik alarm
7	Anjiyografi Raporu NLP	Sentetik Türkçe örnek	Otomatik damar/stenoz çıkarımı
8	Stenoz Tespiti CNN vs ViT	Koroner anjiyografi (açık)	Stenoz tespiti + attention haritası
9	MACE Risk Tahmin Füzyon	MIMIC-IV sentetik	Multimodal risk skoru + triyaj
10	SHAP + Grad-CAM XAI	Önceki projelerden model	Açıklanabilirlik raporu
11	AF CDSS Web Uygulaması	MIT-BIH AF veri seti	Çalışan Streamlit prototipi



Önerilen Ön Kaynaklar

Makaleler

- Attia, Z. I., Noseworthy, P. A., Lopez-Jimenez, F., Asirvatham, S. J., Deshmukh, A. J., Gersh, B. J., Carter, R. E., Yao, X., Rabinstein, A. A., Erickson, B. J., Kapa, S., & Friedman, P. A. (2019). An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm: A retrospective analysis of outcome prediction. *The Lancet*, 394(10201), 861–867. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31721-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31721-0)
- Hannun, A. Y., Rajpurkar, P., Haghighpanahi, M., Tison, G. H., Bourn, C., Turakhia, M. P., & Ng, A. Y. (2019). Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. *Nature Medicine*, 25(1), 65–69. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0268-3>
- Ouyang, D., He, B., Ghorbani, A., Yuan, N., Ebinger, J., Langlotz, C. P., Heidenreich, P. A., Harrington, R. A., Liang, D. H., Ashley, E. A., & Zou, J. Y. (2020). Video-based AI for beat-to-beat assessment of cardiac function. *Nature*, 580(7802), 252–256. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2145-8>
- Rajpurkar, P., Chen, E., Banerjee, O., & Topol, E. J. (2022). AI in health and medicine. *Nature Medicine*, 28(1), 31–38. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01614-0>
- Noseworthy, P. A., Attia, Z. I., Behnken, E. M., Giblon, R. E., Bews, K. A., Liu, S., Gosse, T. A., Linn, Z. D., Deng, Y., Yin, J., Gersh, B. J., Graff-Radford, J., Rabinstein, A. A., Siontis, K. C., Friedman, P. A., & Yao, X. (2022). Artificial intelligence-guided screening for atrial fibrillation using electrocardiogram during sinus rhythm: A prospective non-randomised interventional trial. *The Lancet*, 400(10359), 1206–1212. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01637-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01637-3)

Veri Setleri ve Açık Erişim Araçlar

- PhysioNet (physionet.org): MIT-BIH, PTB-XL, PhysioNet Challenge 2020
- EchoNet-Dynamic (echonet.github.io): Ekokardiyografi segmentasyon ve EF tahmini
- MIMIC-IV (mimic.mit.edu): Klinik NLP ve çok modlu AI çalışmaları
- CAMUS (ultromics.com/camus): Kardiyak ultrason segmentasyon veri seti
- Kaggle: Cleveland Heart Disease, ACDC Cardiac MRI Dataset
- Hugging Face Hub (huggingface.co): NLP modelleri, BioBERT, BerTurk
- Papers With Code (paperswithcode.com): SOTA modeller ve kod örnekleri

Sertifikasyon ve Değerlendirme

Eğitim sonunda katılımcılar aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilir:

KRİTER	AĞIRLIK	SERTİFİKA EŞİĞİ
Haftalık mini proje teslimi (10 proje)	%40	Her projeden min. %70
Final projesi kalitesi (sunum + kod)	%40	Jüri ve katılımcı değerlendirmesi
Katılım ve aktif öğrenme	%20	Min. %80 devam

*Bu eğitim sonunda artık yalnızca AI kullanan değil,
kardiyoloji pratiğine AI tasarlayan bir hekim / uzman olacaksınız.*