<…> PROJESİ

ANALİZ RAPORU

DOKÜMAN DEĞİŞİKLİK TARİHÇESİ

| **Versiyon** | **Dokümanı Yazan** | **Ünvanı** | **Yapılan Değişikliklerin Açıklaması** | **Tamamlanma Tarihi** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.0 |  |  | İlk Yayın |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **İsim** | **Ünvanı** | **Tarih** | **İmza** |
| **Hazırlayan** |  |  |  |  |
| **Gözden Geçiren** |  |  |  |  |
| **Onaylayanlar** |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# GİRİŞ

Bu proje, kardiyovasküler hastalıkların erken teşhisi ve tedavisi için, kardiyak görüntü verilerinin yapay zeka algoritmalarıyla analiz edilerek koroner plak ve stenoz ölçümünün gerçekleştirilmesi ve kardiyak risk tahmininin yapılmasını amaçlamaktadır.

Projenin temel hedefi CT görüntüleri üzerinden hastaların kardiyak risklerinin erken belirlenmesinde hekimlere yardımcı olmak teşhis aşamasında kolaylık sağlamak ve süreci hızlandırmaktır. Ürün hedefleri aşağıda sıralanmaktadır:

1. Uygulama, hastaların ve sağlık profesyonellerinin anlaşılır raporlar ve sonuçlar almasını sağlamalıdır.
2. Yapay zeka, hastaların görüntülerini sürekli olarak analiz ederek plak oluşumu ve stenozun ilerlemesini izlemelidir.
3. Uygulama, hastaların kardiyak risklerini belirleyerek öngörücü ve önleyici tedbirlerin alınmasına yardımcı olmalıdır.
4. Yapay zeka, koroner arterlerde plak oluşumu ve stenoz gibi sorunları erken aşamada tespit edip, hastaların kardiyovasküler risklerini erken aşamada belirleyerek tedaviye daha erken başlanmasını sağlamalıdır.
5. Algoritma, büyük miktarda görüntü verisini hızla analiz etmeli ve hassas ölçümler yapmalıdır.

# TANIM

Bu doküman, projenin tüm yönlerini ayrıntılı bir şekilde ele alarak projenin başarılı bir şekilde uygulanmasına yol gösterir. Bu belge, projenin kabul edilmesi, finanse edilmesi ve uygulanması için önemli bir araçtır ve tüm paydaşlar arasında bir anlayış oluşturmayı amaçlar.

# AMAÇ VE KAPSAM

Bilgisayarlı tomografi ( C T ) tarama verilerini analiz ederek, hastaların koroner arterlerindeki plak ve stenozları otomatik olarak ölçümleyen ve sınıflandıran bir yapay zeka modeli geliştirmektir. Bu proje aşağıdaki plak ve stenoz türlerini kapsamaktadır:

# Koroner Plaklar

Koroner plaklar, koroner arterlerin iç yüzeylerinde biriken yağ, kolesterol, kalsiyum ve diğer maddelerden oluşan oluşumlardır. Bu plaklar arterlerin iç çeperlerini daraltabilir ve tıkanıklıklara neden olabilir. Koroner plaklar, aşağıdaki türlerde olabilir:

**a. Düşük Yoğunluklu Lipoprotein (LDL) Plakları:** Yüksek düzeyde LDL kolesterolle ilişkilendirilir ve arterlerin iç yüzeylerinde birikir.

**b. Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein (HDL) Plakları:** HDL kolesterol, kanda bulunan kötü kolesterolü (LDL) temizler. Düşük HDL kolesterol seviyeleri, plak oluşumunu artırabilir.

**c. Kalsiyum Plakları:** Kalsiyum, arter duvarlarında birikerek sert plaklar oluşturabilir.

d. İnflamatuar Plaklar: Bu plaklar, iltihaplı hücrelerin biriktiği ve plakların istikrarsız hale geldiği durumları ifade eder. İnflamatuar plaklar, tıkanıklık riskini artırabilir.

# Koroner Stenoz

Koroner stenoz, koroner arterlerin daralması veya tıkanmasıdır. Bu durum, kan akışının kısıtlanmasına ve kalbin yeterli oksijen ve besin maddelerini alamamasına neden olabilir. Koroner stenoz türleri:

**a. Diffüz Stenoz:** Bu türde koroner arterin uzun bir bölgesi boyunca daralma veya tıkanma meydana gelir.

**b. Fokal Stenoz:** Koroner arterin belirli bir bölgesinde daralma veya tıkanma meydana gelir.

**c. Total Oklüzyon:** Koroner arter tamamen tıkanmıştır. Bu durum, koroner arterin tüm kan akışını engeller ve ciddi bir kalp krizi riski oluşturabilir.

**d. Geçici Stenoz:** Bu tür stenozlar geçici olabilir ve bazı durumlarda kan akışı yeniden normale dönebilir.

**e. İnstabil Stenoz:** Stenozun istikrarsız olduğu ve plakların ani olarak yırtıldığı veya ayrıldığı durumları ifade eder. Bu tür stenozlar acil tıbbi müdahale gerektirir.

# ROLLER VE SORUMLULUKLAR

Derin Öğrenme Mühendisi bu süreçte geliştirilecek temel algoritmaların gereksinimlerini belirleyecektir. Bu aşamada yerine getireceği sorumluluklar;

* Algoritmanın amacını ve neyi başarmayı hedeflediğini belirleyecektir. Bu hedefler, problemi tanımlama, optimizasyon, sınıflandırma, tahmin, kümeleme veya diğer hesaplamalı görevlerdir.
* Algoritmanın işleyebileceği veri türlerini ve miktarını Uzman Radyolog eşliğinde belirleyecektir. Bu, hangi veri kaynaklarına ihtiyaç duyulduğunu ve bu verilerin nasıl toplanacağını veya hazırlanacağını içerir.
* Verilerin yapay zeka modelinde işlenebilmesi için ön işlem adımlarının gerçekleştirilmesi ve raporlanması.
* Modelin seçiminin yapılması.
* Seçilen algoritmanın hiper parametrelerinin ayarlanması.
* Algoritmanın eğitilmesi için kullanılacak eğitim verilerinin seçilmesi ve eğitim verilerini doğrulamak için ayrılmış verilerin belirlenmesi. Ayrıca, çapraz doğrulama gibi model performansının değerlendirilmesi için alternatif yöntemlerin belirlemesi.
* Algoritma ölçüm yönteminin belirlenmesi. Bu, doğruluk, hassasiyet, geri çağırma, F1 puanı, ortalama kare kök hatası (RMSE) veya diğer metrikler olabilir.
* Algoritmanın çalışma hızı ve verimliliğinin değerlendirilmesi. Özellikle büyük veri kümeleri veya gerçek zamanlı uygulamalar için önemlidir. İşlem süreleri ve kaynak kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır.
* Algoritma adımlarının belirlenmesi. Bu adımlar, veri işleme, model eğitimi, değerlendirme ve sonuçların sunumu işlemlerini içermektedir.
* Algoritmanın hata ve güvenlik sorunlarının kontrol edilmesi.
* Algoritma kullanım kılavuzunun oluşturulması.

# YÖNETİCİ ÖZETİ

Önleme, tanı ve tedavide son on yıldaki büyük ilerlemelere rağmen, kardiyovasküler hastalık, dünya çapında hem erkekler hem de kadınlar için açık ara bir numaralı hastalık ve ölüm nedenidir. Yılda 17 milyondan fazla ölüme neden olmaktadır. Türkiyede dolaşım sistemi hastalıklarından dolayı ölüm oranı %43,2 seviyesindedir. Yıllık küresel ölüm sayısının 2030'a kadar 24 milyona çıkması bekleniyor, bu da küresel sağlık sistemlerine büyük bir meydan okuma getiriyor.

İnvaziv koroner anjiyografi şu anda koroner arter hastalığının (CAD) tanı ve tedavisi için standart olmaya devam etse de, invaziv olmayan görüntüleme tanısal çalışmalarda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle kardiyak bilgisayarlı tomografi (BT), yani BT koroner anjiyografi (CCTA), önümüzdeki birkaç yıl içinde CAD'i ekarte etmek için giderek daha önemli hale gelecektir. Mevcut kılavuzlar, stabil koroner sendromların değerlendirilmesinde CCTA'yı ön plana çıkarmıştır. Mevcut durumda,

* Doğruluk
* Erken Teşhis
* Hassasiyet
* Yüksek Maliyet,
* İş Yükü,
* İnsan Hataları

Gibi problemler nedeniyle BT anjiyografi iyileştirme beklemektedir.

Derin öğrenme algoritmalarıyla kalp damarlarının yüksek çözünürlük ve doğrulukta segmentasyonu yapılarak, bu veriler üzerinden Plak ve Stenozlerin yerleri tespit edilerek, CAD RADS 2.0 (Coronary Artery Disease-Reporting and Data System) Raporlama Sistemine uygun şekilde sınıflandırma işlemi yapılacaktır.

# Temel İhtiyaçlar

Yapay Zeka destekli CT anjiyografi uygulamasının temel ihtiyaçları, hasta teşhislerini, tedavilerini ve bakımlarını geliştirmeyi hedefleyen tıbbi görüntüleme uygulamaları için önemlidir. Bu gereksinimler, güvenilir sonuçlar elde etmek ve tıp alanında pozitif katkılar sağlamak için gereklidir. Bu ihtiyaçlar:

1. **Yüksek Kaliteli Veri:** CT anjiyografi görüntüleri, doğru teşhisler ve değerlendirmeler yapabilmek için yüksek kalitede ve yüksek çözünürlüklü olmalıdır. Verilerin temiz, eksiksiz ve güncel olması gereklidir.
2. **Veri Anotasyonları:** Görüntüler üzerindeki anotasyonlar (örneğin damarlar, plaklar, stenozlar gibi) ile görüntü verileri etiketlenmelidir. Bu, yapay zeka algoritmalarının öğrenme ve analiz süreçlerini destekler.
3. **Yapay Zeka Modeli:** Yapay zeka destekli CT anjiyografi uygulamasının anahtarı, bu görüntüler üzerinde çalışabilen etkili bir derin öğrenme modeli veya benzeri bir algoritmadır. Bu model, damarlar ve patolojileri tespit etmek ve sınıflandırmak için eğitilir.
4. **Hiperparametre Ayarı:** Yapay zeka modelinin hiperparametreleri (örneğin, öğrenme hızı, toplu boyut, ağırlık başlangıcı) optimal bir şekilde ayarlanmalıdır. Bu, modelin doğruluğunu ve hassasiyetini artırabilir.
5. **Yüksek İşlem Kapasitesi:** CT anjiyografi görüntülerini hızlı bir şekilde işleyebilen yeterli işlem kapasitesi gereklidir. Bu, gerçek zamanlı veya hızlı sonuçların üretilmesine yardımcı olur.
6. **Veri Güvenliği ve Gizliliği:** Tıbbi görüntülerin ve hastaların verilerinin güvende olduğundan ve gizliliğinin korunduğundan emin olmak önemlidir. HIPAA ve benzeri veri gizliliği standartlarına uyulmalıdır.
7. **Kullanıcı Arayüzü:** Tıp profesyonellerinin kolayca kullanabileceği bir kullanıcı arayüzü tasarlanmalıdır. Bu arayüz, görüntüleri yüklemeyi, sonuçları görüntülemeyi ve gerekirse sonuçları düzenlemeyi kolaylaştırmalıdır.
8. **Eğitim ve Doğrulama Verileri:** Yapay zeka modeli için eğitim ve doğrulama verileri sağlanmalıdır. Bu veriler, modelin öğrenme sürecini destekler ve performansını değerlendirir.
9. **Sürekli İyileştirme:** Yapay zeka modeli ve uygulama, sürekli olarak iyileştirilmeli ve güncellenmelidir. Bu, yeni verilerle eğitim, yeni algoritmaların uygulanması ve performansın artırılmasını içerir.
10. **Tıp Uzmanları ile İşbirliği:** Tıp uzmanları, bu teknolojiyi tasarlamak, uygulamak ve sonuçları yorumlamak için bir ekip olarak işbirliği yapmalıdır.
11. **Regülasyon ve Onaylar:** Modelin kullanımı için gereken tüm regülasyonlara ve tıbbi onaylara uygunluk sağlanmalıdır.
12. **Eğitim ve Kullanım:** Tıp profesyonelleri, uygulamanın etkili ve güvenli bir şekilde nasıl kullanılacağı konusunda eğitilmelidir.

# Projenin Amaçları

# Görüntü Yükleme ve İşleme:

* + CT anjiyografi görüntülerinin kullanıcılar tarafından yüklenebilmesi.
  + Görüntülerin temizlenmesi, normalleştirilmesi ve gürültü azaltılması.

# Damar Segmentasyonu ve Plak Tespiti:

* + Damarların otomatik olarak ayrıştırılması ve segmentasyonu.
  + Plak oluşumu ihtimali yüksek bölgelerin tespiti ve işaretlenmesi.

# Plak Sınıflandırması ve Analizi:

* + Plak türlerinin (kalsiyum, lipid vb.) otomatik olarak sınıflandırılması.
  + Plak boyutu, şekli ve yoğunluğunun analiz edilmesi.

# Stenoz Sınıflandırması ve Ölçümü

* + Stenoz türlerinin (Diffuz stenoz, Focal Stenoz, v.b) otomatik olarak sınıflandırılması
  + Stenoz boyutlarının analiz edilmesi

# Risk Değerlendirmesi ve Raporlama:

* + Hastaların koroner arter hastalığı riskinin tahmin edilmesi.
  + Detaylı ve anlaşılır raporların oluşturulması, plak tespit sonuçları ve risk değerlendirmeleriyle birlikte.

# Acil Durum Tespiti:

* + Kritik durumlar için acil durum uyarılarının oluşturulması ve iletilmesi.

# Uzaktan Erişim ve Konsültasyon:

* + Uygulamanın uzaktan erişime uygun olması ve uzaktan sağlık hizmetlerini desteklemesi.
  + Uzaktan konsültasyon ve danışmanlık için doktorların kullanabilmesi.

# Veri Analizi ve Madenciliği:

* + Toplanan verilerin analiz edilmesi ve desenlerin çıkarılması.
  + Koroner arter hastalığının risk faktörleri, tedavi sonuçları gibi alanlarda bilgi sağlanması.

# Kullanıcı Eğitimi ve Farkındalık:

* + Uygulamanın kullanımını öğreten eğitim materyallerinin sağlanması.

# İşbirliği ve Ortaklık Entegrasyonu:

* + Sağlık kurumları ve cihaz üreticileri ile entegrasyonun sağlanarak işbirlikleri ve ortaklıkların yönetilmesi.

# Tıbbi Etik ve Güvenlik Standartları:

* + Tıbbi verilerin gizliliğinin korunması ve uygun güvenlik önlemlerinin alınması.
  + Tıbbi etik kurallarına ve düzenlemelere uygunluğun sağlanması.

# Kullanıcı Arayüzü ve Kullanılabilirlik:

* + Kullanıcı dostu arayüzünün tasarlanması ve kullanılabilirliğin sağlanması.
  + Kullanıcıların kolayca uygulamayı kullanabilmesi için sezgisel bir deneyim sunulması.

# Sürekli Güncelleme ve Geliştirme:

* + Yeni veriler ve teknoloji gelişmeleriyle sürekli olarak güncellenme ve geliştirme yapılması.
  + Literatüre yeni giren yapay zeka modellerinin entegrasyonu.

# Doktor İşbirliği ve Onay:

* + Uygulamanın doktorların yorumları ve onayıyla birleşerek sonuçların doğrulanması ve tamamlanması.

# Mobil ve Web Entegrasyonu:

* + Hem mobil cihazlarda hem de web tarayıcılarında sorunsuz çalışabilme yeteneği.

# İHTİYAÇ ANALİZİ

Mevcut durumda karşılaşılan problemler:

* BT Toraks görüntüleri doktor ya da radyoloğun subjektif incelemesine bağlıdır. Bu sırada gözden kaçan kalp problemlerinin teşhisi gecikmekte ve tedavi maliyetleri artmaktadır.
* Kliniklerde BT görüntüleri manuel olarak tek tek incelenmek zorunda olunduğundan hasta takip süreci zor ve yavaş ilerlemektedir.
* Kalp damarlarının görüntü kalitesi özellikle hastanın nefes alıp vermesi, kilolu olması, damar yapısının çok ince olması veya işlem sırasında hareket etmesi gibi nedenlere bağlı olarak düşmektedir. Bu durum işlemin tekrarlanmasına ya da görüntüleme sonuçlarının doğru şekilde elde edilememesine neden olmaktadır.
* BT görüntülemesi, farklı dokular arasındaki kontrastı değerlendirir. Ancak bazen dokular arasındaki kontrast düşük olabilir, bu da küçük plakları veya stenozları tespit etmeyi zorlaştırabilir.
* Radyologların iş yükü yüksekse veya sınırlı bir süre içinde çok sayıda rapor hazırlamaları gerekiyorsa, bu durum eksik raporlamalara yol açabilir.
* Plak oluşumu sırasında bazı bölgelerde kalsifikasyonlar meydana gelebilir. Kalsifikasyonlar, radyasyonun yoğunluğunu artırarak plakları maskeleyebilir ve görüntüleme zorluğu yaratabilir.
* Kalp atışı nedeniyle hareket, kalbin merkezi kısmında daha az, dış kısımlarında daha fazla etkili olabilir. Bu, kalp hareketinin görüntü kalitesini etkileyebilir ve plak veya stenoz tespitini zorlaştırabilir.
* Raporlar arasında tutarlılık sağlamak önemlidir ve bazen farklı radyologlar arasında yorum farklılıkları olabilir. Bu durum doğru tedavinin geliştirilmesinde problem yaratabilir.
* Acil vakalarda hızlı raporlama yapılması gerektiğinde, ayrıntılar atlanabilir veya belirsiz ifadeler kullanılabilir.
* BT Raporunun hastadan diğer sağlık profesyonellerine iletilmesi aşamasında bilgi eksikliği veya iletişim sorunları olabilir.

# RİSK ANALİZİ

Proje başlangıcında öngörülmekte olan riskler aşağıda listelenmektedir. Detaylı risk durum değerlendirmesi Risk Değerlendirme Formu yardımı ile yapılacaktır.

* Algoritma Geliştirme Zorlukları
* Veri toplama aşamasında veri kalitesi ve yeterliliği sorunları ortaya çıkabilir.
* Proje bütçesinin aşılma riski bulunmaktadır.
* Proje yönetiminde aksamalar
* Patent ve Fikri Mülkiyet Sorunları
* Teknik sorunlar veya hataların çözümlerinin uzayabilmesi
* Ek finansman sağlama
* Pazar Erişimi Engelleri
* Çevresel Etki ve Güvenlik

# KULLANILAN ANALİZ KRİTERLERİ

# Paydaş Analizi Ve Gereksinim Önceliklendirme

Paydaş etkisi Paydaş Etki analizi Formu yardımı ile analiz edilecektir ve talep edilen isterlerin kullanıcı düzeyinde aciliyeti, ilgili süreçlerin işleyişi yönünden zorunluluğu, riskleri ve önemine bağlı olarak seçim kriterleri belirlenerek gereksinim önceliklendirmesi yapılacaktır.

# Kalite Kriterleri

Uygunluk özelliklerinin analizi için aşağıdaki kriterler dikkate alınacaktır. Bu kalite kriterleri, yapay zeka destekli CT anjiyografi uygulamasının başarılı bir şekilde çalışabilmesi ve hasta teşhislerinin güvenilirliğini artırabilmesi için gereklidir. Bu kriterler, uygulama tasarımı, geliştirilmesi ve test edilmesi aşamalarında göz önünde bulundurulmalıdır.

* **Doğruluk ve Hassasiyet:** Uygulama, damarlar, plaklar, stenozlar ve diğer patolojileri doğru bir şekilde tanımalı ve sınıflandırmalıdır. Yüksek doğruluk ve hassasiyet, tıp profesyonellerine güvenilir sonuçlar sunar.
* **Hız ve Verimlilik:** Uygulama, CT anjiyografi görüntülerini hızlı bir şekilde işlemeli ve sonuçları verimli bir şekilde üretmelidir. Bu, hasta teşhislerini hızlandırabilir.
* **Duyarlılık ve Özgüllük:** Model, gerçek pozitif sonuçları (duyarlılık) ve gerçek negatif sonuçları (özgüllük) optimize etmelidir. Düşük yanlış pozitif ve yanlış negatif oranları hedeflenmelidir.
* **Güvenlik ve Gizlilik:** Tıbbi verilerin güvende olduğundan ve gizliliğin korunduğundan emin olmak için uygun güvenlik önlemleri ve veri şifreleme kullanılmalıdır.
* **Kullanıcı Dostu Arayüz:** Tıp profesyonelleri için kullanıcı dostu bir arayüz sağlanmalıdır.
* **Genelleştirme Yeteneği:** Model, farklı hastalar, farklı CT cihazları ve farklı tıbbi merkezlerdeki görüntüleri ele alabilmelidir.
* **Yeniden Eğitme ve Güncelleme:** Model, yeni verilerle sürekli olarak yeniden eğitilebilmeli ve güncellenebilmelidir. Bu, modelin güncel ve yüksek performanslı kalmasını sağlar.
* **Dokümantasyon:** Uygulama ve model için kapsamlı bir belgeleme oluşturulmalıdır. Bu belgeler, tıp profesyonellerine ve sistem yöneticilerine nasıl kullanılacağına dair açıklamalar içermelidir.
* **Regülasyon ve Onaylar:** Tıbbi uygulamalar için gereken regülasyonlara ve onaylara tam uygunluk sağlanmalıdır.
* **Eğitim ve Kullanım Desteği:** Tıp profesyonellerine uygulamanın nasıl kullanılacağı ve sonuçların nasıl yorumlanacağı konusunda eğitim ve kullanım desteği sağlanmalıdır.
* **Kullanılabilirlik ve İşbirliği:** Uygulama, diğer tıbbi sistemlerle entegre edilebilir olmalı ve kolayca erişilebilir olmalıdır.
* **Maliyet Etkinlik:** Uygulama, tıbbi maliyetleri düşürecek ve sağlık bakımını iyileştirecek şekilde tasarlanmalıdır.

# KAYNAK VE SINIRLILIKLAR

# Kaynaklar

* 16 GPU bilgisayar
* PyTorch ve MONAI frameworkleri
* 3DSlicer

# Sınırlılıkları

* Artan veriseti dolayısıyla, GPU ihtiyacının artması ve eldeki sistemlerin arttırılması ya da hesaplama gücüne yönelik yenilenmesi

# ZAMAN ÇİZELGESİ

Proje zaman çizelgesi hazırlanacak İş Kırılım Yapısında detaylı olarak hazırlanacak olup proje aşamaları ve alt kırılımları aşağıda listelenmektedir:

**Aşama 1: Proje Planlama ve Hazırlık**

* Tarih Aralığı: [23.10.2023] - [31.10.2023]
* Anahtar Görevler:
  + Proje hedeflerini ve kapsamını belirleme
  + Ekip üyelerini seçme ve atama
  + Proje bütçesini ve kaynak gereksinimlerini belirleme
  + Regülasyon ve onaylar için başvuruları başlatma
  + Veri toplama ve temizleme süreçlerini başlatma
  + Proje zaman çizelgesini oluşturma ve onaylatma

**Aşama 2: Veri Hazırlama ve Anotasyon**

* Tarih Aralığı: [Başlangıç Tarihi] - [Bitiş Tarihi]
* Anahtar Görevler:
  + CT anjiyografi görüntülerini toplama ve hazırlama
  + Görüntü anotasyonlarını oluşturma
  + Eğitim ve doğrulama verilerini toplama ve hazırlama
  + Veri güvenliği ve gizliliği için önlemleri uygulama

**Aşama 3: Yapay Zeka Modeli Geliştirme**

* Tarih Aralığı: [Başlangıç Tarihi] - [Bitiş Tarihi]
* Anahtar Görevler:
  + Derin öğrenme modeli seçme ve mimari tasarımını oluşturma
  + Eğitim ve doğrulama işlemini gerçekleştirme
  + Modelin hiperparametrelerini ayarlama ve optimizasyonu
  + Modelin performansını test etme ve değerlendirme
  + Modelin güvenlik ve gizlilik incelemelerini yapma

**Aşama 4: Uygulamanın Geliştirilmesi**

* Tarih Aralığı: [Başlangıç Tarihi] - [Bitiş Tarihi]
* Anahtar Görevler:
  + Kullanıcı dostu arayüzünü tasarlama ve geliştirme
  + Model entegrasyonunu ve uygulama altyapısını oluşturma
  + Kullanılabilirlik testleri ve güvenlik kontrolleri yapma
  + Uygulamanın regülasyonlara ve onaylara uygunluğunu sağlama
  + Kullanıcı eğitim materyallerini hazırlama

**Aşama 5: Eğitim ve Uygulama**

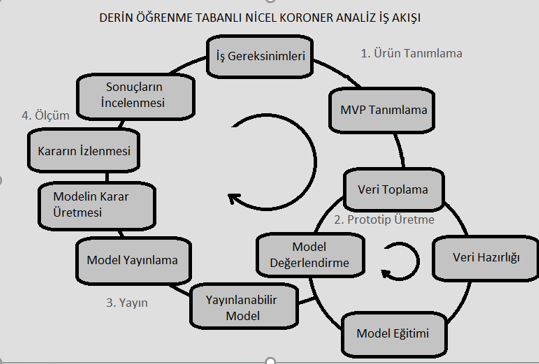
* Tarih Aralığı: [Başlangıç Tarihi] - [Bitiş Tarihi]
* Anahtar Görevler:
  + Tıp profesyonellerine eğitim verme
  + Uygulamanın kullanımını destekleme ve soruları yanıtlama
  + Uygulamanın yaygın kullanımını teşvik etme

**Aşama 6: Sürekli İyileştirme ve Güncelleme**

* Tarih Aralığı: [Başlangıç Tarihi] - [Bitiş Tarihi]
* Anahtar Görevler:
  + Yeni verilerle modeli sürekli olarak yeniden eğitme
  + Kullanıcı geri bildirimlerini ve veri analizini kullanarak uygulamayı geliştirme
  + Yeniden eğitilmiş modelleri uygulama içinde dağıtma
  + Tıp teknolojilerindeki yeni gelişmeleri ve regülasyon değişikliklerini takip etme

# İŞ AKIŞ SENARYOLARI

Derin öğrenme süreci iş akış diyagramı aşağıdaki gibidir:



**Şekil.1: Derin öğrenme tabanlı nicel coroner plak analizi iş akış şeması**

# SÜRÜM TAKVİMİ

*Çıkarılacak sürümlerin versiyonu, sorumlusu, release tarihi ve açıklaması belirtilir.*

# İŞ KURALLARI

# Algoritma, derin öğrenme modeliyle eğitilirken, bu modelin yeterli sayıda örnek üzerinde eğitilmesi ve doğrulama verileriyle değerlendirilmesi gereklidir.

# Algoritmanın geliştirilmesi için yeterli ve temsilci tıbbi verilere (Ground True) sahip olunmalıdır. Bu verilerin hassas ve doğru olması gereklidir.

# Uygulama ve algoritma, tıbbi cihaz regülasyonlarına ve onaylarına uygun olmalıdır. Tıbbi cihaz sınıflandırması ve onay gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır.

# Tıbbi verilerin güvenliği ve gizliliği kesinlikle korunmalıdır. Veri şifrelemesi, erişim kontrolü ve veri koruma önlemleri uygulanmalıdır.

# Algoritma sonuçları, bir tıp profesyonelinin onayı ve gözetimi altında kullanılmalıdır. Algoritmanın teşhislerine dayalı tıbbi kararlar daima bir doktor tarafından değerlendirilmelidir.

# Algoritmanın sonuçları açıklanabilir olmalı ve izlenebilir olmalıdır. Bu, tıp profesyonellerinin algoritmanın teşhislerini anlamalarına yardımcı olur.

# Giriş verileri, temiz ve doğru olmalıdır. Veri temizliği, yanlışlıkla yanıltıcı sonuçların önlenmesine yardımcı olur.

# İSTİSNALAR

# Cad-Rads ‘ deki 7 numaralı kategori kapsamındaki görüntüler değerlendirme dışında tutulacaktır.

# VARSAYIMLAR

# Plak ve Stenozlerin belirlenmesinde ihtiyaç duyulan sayıda veriye ulaşılacağı varsayılmaktadır.

# 100-200 Bin data adetlerine ulaşıldığında ihtiyaç duyulan donanım kaynaklarının iyileştirilmesi sağlanacaktır.

# SİSTEM PARAMETRELERİ

# Hiper parametreler

# Servis Parametreleri (Web API’ ler)