



# Yapay Zeka Destekli ifti Karar Destek Sistemi

**Proje Türü:** Bitirme Projesi - I. Vize Sunumu

**Hazırlayan Ekip:** Muhammed Bedir Aėdemir, Nurullah Kurnaz, Seyyit Mehmet Selvi

**Danışman:** Esin Kaya

**Tarih:** 20.11.2025

# Motivasyon ve Problem Tanımı

## Mevcut Sorunlar

Türkiye tarımında karşılaşılan temel zorluklar:

- **Verimsiz Kaynak Kullanımı:** Gübre ve suyun yanlış uygulanması maliyet artışına ve toprak bozunumuna neden olmaktadır
- **Bilgiye Erişim Zorluğu:** Karmaşık yönetmelikler ve bilimsel verilere (pH dengesi, gübre rasyonları) ulaşmada sıkıntılar yaşanmaktadır
- **Statik Çözümler:** Genel-geçer öneriler sunulurken, tarlaya özel dinamik analiz yapılamamaktadır

## Çözüm Önerimiz

Konum tabanlı iklim verileri, resmi toprak analizleri ve tarımsal geçmiş verilerini **Yapay Zeka (LLM + RAG)** ile işleyerek çiftçiye "sohbet edebilir" bir ziraat mühendisi deneyimi sunuyoruz.

Bu hibrit yaklaşım, hem akademik bilgiyi hem de gerçek zamanlı veriyi birleştirerek hiper-lokal ve dinamik çözümler üretmektedir.

# Literatür Taraması ve Benzer Çalışmalar

Projemiz, literatürdeki ve piyasadaki örneklerden **Hibrit Mimari (RAG + Fine-Tuning)** yaklaşımıyla ayrılmaktadır:

## Plantix (Global)

**Odak:** Görüntü işleme ile hastalık tespiti

**Farkımız:** Sadece hastalık değil, metin tabanlı stratejik karar desteği (ekim nöbeti, gübreleme planı) sunuyoruz

## Doktar (Türkiye)

**Odak:** Sensörler ve IoT ile hassas tarım verisi

**Farkımız:** Donanım/sensör odaklı değil, mevcut kamu verilerini işleyerek donanım maliyeti gerektirmeyen yazılım tabanlı çözüm

## Climate FieldView

**Odak:** Veri analitiği platformu

**Farkımız:** Türkiye yerel mevzuatına ve ürün desenine (İl Tarım Verileri) özel odaklanma

- ❏ **Akademik Dayanak:** RAG (Retrieval-Augmented Generation) kullanımının standart yapay zekadan daha az halüsinasyon gösterdiği Chen et al., 2025 çalışmasıyla kanıtlanmıştır. Özelleşmiş tarım LLM'lerinin genel modellerden %93 daha yüksek doğruluk sağladığı literatürde ortaya konmuştur.

# Sistemin Teknik Mimarisi

Sistemimiz üç ana teknolojinin hibrit birleşiminden oluşmaktadır:

## RAG (Retrieval-Augmented Generation)

İl Tarım Müdürlüğü raporları ve akademik makaleler vektör veritabanına işlenmiştir. Yapay zeka bir cevap üretirken "kafadan uydurmak" yerine önce bu kütüphaneye bakar ve kanıta dayalı öneriler sunar.

## API Gateway (Dinamik Veri)

**Toprak:** SoilGrids API (pH, Kil, Organik madde)  
**İklim:** NASA POWER API (Yağış, sıcaklık, buharlaşma)  
Gerçek zamanlı veri akışı sağlanmaktadır.

## LLM (Büyük Dil Modeli)

Tüm sayısal verileri alıp çiftçinin anlayacağı basit ve uygulanabilir tavsiyelere dönüştüren beyin takımı. Türkçe dil işleme kapasitesiyle yerleştirilmiştir.



# Şimdiye Kadar Neler Yaptık?

## Altyapı ve Backend Geliştirmeleri

Vize dönemine kadar projenin teknik iskeleti tamamlanmış ve sunucu üzerinde ayağa kaldırılmıştır:

01

### VDS (Sanal Sunucu) Kurulumu

Proje, 7/24 kesintisiz çalışan bir bulut sunucuya (VDS) taşınarak üretim ortamına hazır hale getirilmiştir.

02

### Python Backend & Pipeline

Veri akışını sağlayan, ölçeklenebilir ve modüler boru hattı (pipeline) kodlanmış ve test edilmiştir.

03

### API Uç Noktaları

**/soil/analyze:** Koordinata göre toprağın kimyasal yapısını çeker

**/crop/recommend:** O toprağa en uygun ürünü ve gübreyi hesaplar

**/advice/rag:** Çiftçinin sorusuna kanıtlı cevap verir



# RAG (Vektör Veritabanı) Prototipi



## Bilgi Bankası Oluşturuldu

Sistemin "halüsinasyon görmesini" engelleyen kritik katman aktif hale getirilmiştir:

- **Veri İndeksleme:** Tarımsal rehberler ve teknik dokümanlar parçalanarak (chunking) vektör uzayına kaydedilmiştir
- **Semantik Arama:** Kullanıcı "Buğdayım sarardı ne yapmalıyım?" dediğinde, sistem veritabanından en alakalı 3 akademik makaleyi bulup cevabı ona göre üretmektedir
- **Durum:** RAG sistemi şu an sunucuda aktif ve sorgulanabilir durumdadır

☐ Bu yaklaşım, geleneksel LLM'lerin "uydurmalar" üretmesi problemini çözerek güvenilir, kaynak gösterilebilir cevaplar sağlamaktadır.

# Arayüz ve Model Testleri

## Kullanıcı Arayüzü (UI)

Çiftçilerin sistemi kolayca deneyimleyebileceği, sezgisel ve Türkçe bir web prototipi hazırlanmış ve test edilmiştir. Mobil uyumlu tasarım ile sahada kullanıma hazırdır.

Testler sonucunda, Türkçe tarım terminolojisinde en yüksek doğruluğu sağlayan model seçilerek sistemde aktif hale getirilmiştir.

## LLM Karşılaştırma Raporu

Llama 3, Mistral, GPT-4o mini gibi modellerin Türkçe dil işleme ve tarım terminolojisindeki performansı detaylı kıyaslama testleriyle ölçülmüş ve raporlanmıştır.

# Bundan Sonra Neler Yapacağız?

## Yerel LLM Eğitimi (Fine-Tuning)

En önemli teknik hedefimiz: Genel model yerine, tamamen **Türkiye tarımına özgü bir model** eğitilecektir.



### Veri Seti Hazırlığı

T.C. Tarım Bakanlığı verileriyle oluşturulacak minimum 20.000 satırlık soru-cevap seti hazırlanacaktır



### İnce Ayar (Fine-Tuning)

Seçilen açık kaynaklı model (Llama 3.2), bu veri setiyle yeniden eğitilerek bir "Ziraat Mühendisi AI"sına dönüştürülecektir



### Yerelleştirme

Genel İngilizce terimler yerine "dönüme kaç kilo üre atılacağı" gibi yerel jargonun modele öğretilmesi sağlanacaktır

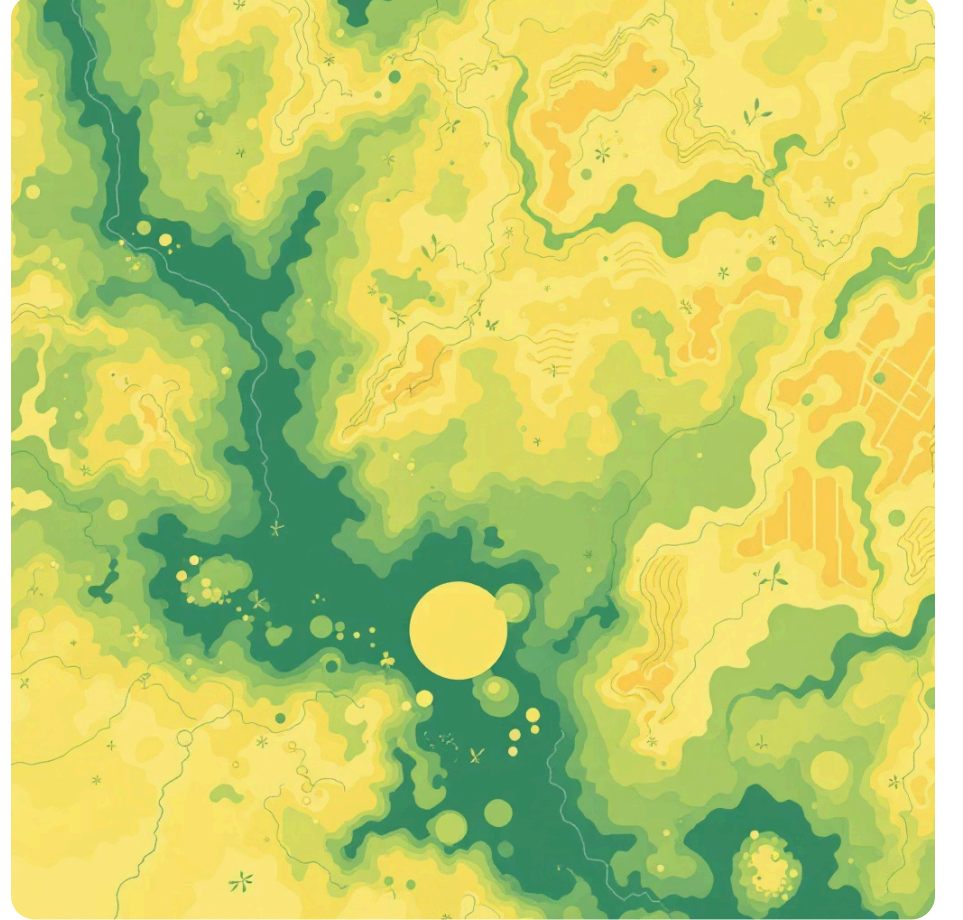


# Uydu Görüntüleri ve NDVI Entegrasyonu

## Görüntü İşleme Katmanı

Sadece metin değil, **görsel analiz yeteneği** sisteme eklenecektir:

- **Sentinel-2 Uyduları:** Açık kaynaklı, yüksek çözünürlüklü uydu verileri sisteme entegre edilecektir
- **NDVI İndeksi:** Tarlanın uzaktan çekilen fotoğrafından bitki sağlığı (yeşillik oranı) ve stres haritası otomatik olarak çıkarılacaktır
- **Hedef:** Çiftçiye "Tarlanın kuzey köşesinde su stresi tespit edildi, bu alana özel sulama yapın" gibi bölgesel öneriler sunulacaktır



❑ Bu özellik, sistemin reaktif önerilerden proaktif uyarılara geçişini sağlayacak ve hasarın oluşmadan önlenmesine katkıda bulunacaktır.

# Mobil Uygulama ve Saha Doğrulaması

## Mobil Uygulama Geliştirme

Web prototipi, React Native veya Flutter kullanılarak sahada kullanıma uygun, offline çalışabilen bir mobil uygulamaya dönüştürülecektir. GPS entegrasyonu ile konum bazlı analizler yapılacaktır.

## Güvenlik ve Kalite Kontrol

Hatalı veya tehlikeli öneriler (Hallucination check) tespit edilerek filtrelenecek ve sistem güvenliği garanti altına alınacaktır. Final teslim için kapsamlı test raporları hazırlanacaktır.

1

2

3

## Validasyon (Doğrulama)

Geliştirilen öneriler, gerçek ziraat mühendisleri ve deneyimli çiftçilere sunularak "tavsiye doğruluğu" ve pratik uygulanabilirlik test edilecektir.

## Kaynakça

Güman, Z. & Günay, F. B. (2024). Nesnelerin İnterneti Yardımıyla Akıllı Tarımda Yapay Zekâ Tabanlı Gübre ve Mahsul Tahmini.

Chen, Z., Jiang, Z., & Yang, J. (2025). A RAG-Augmented LLM for Yunnan Arabica Coffee Cultivation. *Agriculture*, 15(22).

AgriTR Science (2024). Tarımda AI kullanımı ve Veri Toplama Süreçleri. 6(2): 145-152.

Çakmakçı, M. F. & Çakmakçı, R. (2023). Uzaktan Algılama, Yapay Zekâ ve Geleceğin Akıllı Tarım Teknolojisi Trendleri.