TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

TARIM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPOR

ŞABLONU

TAKIM ADI: AGROTİM

PROJE ADI: AGROMATE: MISIR ÜRETİCİLERİ İÇİN YAPAY ZEKA TABANLI MOBİL SİSTEM

BAŞVURU ID: # 316515

İÇİNDEKİLER

1. Proje Özeti / Proje Tanımı 3
2. Problem / Sorun 3
   2.1. Mısırda Hastalık Tespiti 3
   2.2. Rekolte Tespiti 4
   2.3. Haploit/Diploit Tespiti 4
   2.4. Nem Ölçekli Sulama 5
3. Çözüm 5
   3.1. Mısırda Hastalık Tespiti Çözümü 5
   3.2. Rekolte Tahmini 5
   3.3. Haploit/Diploit Tespiti Çözümü 6
   3.4. Nem Ölçekli Sulama Çözümü 6
4. Yöntem 6
   4.1. Mısırda Hastalık Tespiti 6
      4.1.1. Veri Kümesi 7
      4.1.2. Ön-İşlem Aşaması 7
      4.1.3. Tespit Aşaması 8
   4.2. Haploit/Diploit Tespiti 9
   4.3. Rekolte Tahmini 9
   4.4. Nem Ölçekli Sulama 10
   4.5. Mobil Uygulama Aşaması 10
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü 11
6. Uygulanabilirlik 12
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması 12
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) 13
9. Riskler 14
10. Referans / Kaynakça 14

1. Proje Özeti / Proje Tanımı

Bir bitkinin sağlıklı ya da hastalıklı olduğunun tespit edilmesi üretim ve verimlilik açısından önemlidir. Bitki hastalıklı ise, hangi hastalık türü olduğu tespit edilir. Buna bağlı olarak hangi gübre ya da ilaç verilmesi gerektiğini belirlemek o bitkinin korunmasında büyük önem arz etmektedir. Bu tür işlemler botanikçiler ve ziraat mühendisleri gibi uzmanlar tarafından ilk aşamada görsel muayeneyle daha sonra da laboratuvar ortamında incelenerek yapılmaktadır. Önerilen proje için ekonomi açısından yüksek katkısı olan mısır bitkisi kullanılacaktır. Bu doğrultuda, mısır üreticilerinin gerçek zamanlı olarak kullanabileceği bir mobil uygulama sistemi geliştirilmesi planlanmaktadır. Bu uygulama, mısır hastalık tespiti, rekolte tahmini, mısır danesinin haploit-diploit tespiti ve arduino ile sulama kuyusu açma-kapama süreçlerini gerçekleştirecektir. Hastalık tespiti için evrişimsel sinir ağları tabanlı bir derin sinir ağ modeli geliştirilecektir. Bu model konvolüsyon, havuzlama, normalizasyon ve sınıflandırma katmanlarından oluşacaktır. Ayrıca, geliştirilecek model, mobil uygulama kullanımı açısından eğitilmiş az sayıda parametre içerecektir. Buna ek olarak model, rekolte tahmini için gri tona çevirme, normalizasyon, eşikleme ve morfolojik işlemler gibi çeşitli görüntü işleme tekniklerine dayalı bir sistem önerecektir. Haploit-diploit tespiti için de rekolte tahminindeki adımlardan bazıları kullanılacaktır. Deneysel çalışmalarda geliştirilen modellerin doğruluğunu test etmek için web sitesi ve farklı üniversitelerin ziraat fakültelerin elde edilecek görüntüler kullanılacaktır. Elde edilen bu verilerde hastalık tespiti ve rekolte tahmini için %90 ve üzeri bir başarı hedeflenmektedir. Nem ölçekli sulama sistemi için Arduino IDE kullanılacaktır. Sistem güneş panelleri sayesinde kendi enerjisini kendisini üretebilecektir. GSM modülü kullanılarak sulama sistemi ile mobil uygulama haberleştirilecektir. Projenin daha çok kullanıcı tarafından kullanılabilmesi için çapraz platform (iOS ve Android) olarak geliştirilmesi tercih edilmiştir. Dart programla dilini kullanan ve Google tarafından geliştirilen "Flutter" tercih edilmiştir. Bu proje kapsamında "image_picker, tf_lite ve opencv" flutter kütüphaneleri kullanılacaktır. Sonuç olarak, hastalıklı mısır bitkisi için uzman kişiler tarafından yapılan ve uzun zaman alan işlemler bu mobil uygulama aracılığıyla çok daha kısa sürede yapılabilecektir. Ayrıca yüksek doğruluk skoruna sahip geliştirilecek bu sistemin, hastalık tespiti için çiftçiye etkili tavsiye vermesi planlanmaktadır. Buna ek olarak, hasat zamanı elde edilen verimin ne kadar olduğunu rekolte tahmini ile çiftçiye bildirmesi amaçlanmaktadır. Haploit/Diploit sayesinde verimli ve verimsiz tohum birbirinden ayırt edilebilecektir. Sulama sisteminden yararlanılarak anlık olarak ekim alanının nem bilgisi ve su ihtiyacı belirlenecektir. Projemizin ara yüz ve çalışma sistemi şekil 1'de gösterilmiştir.

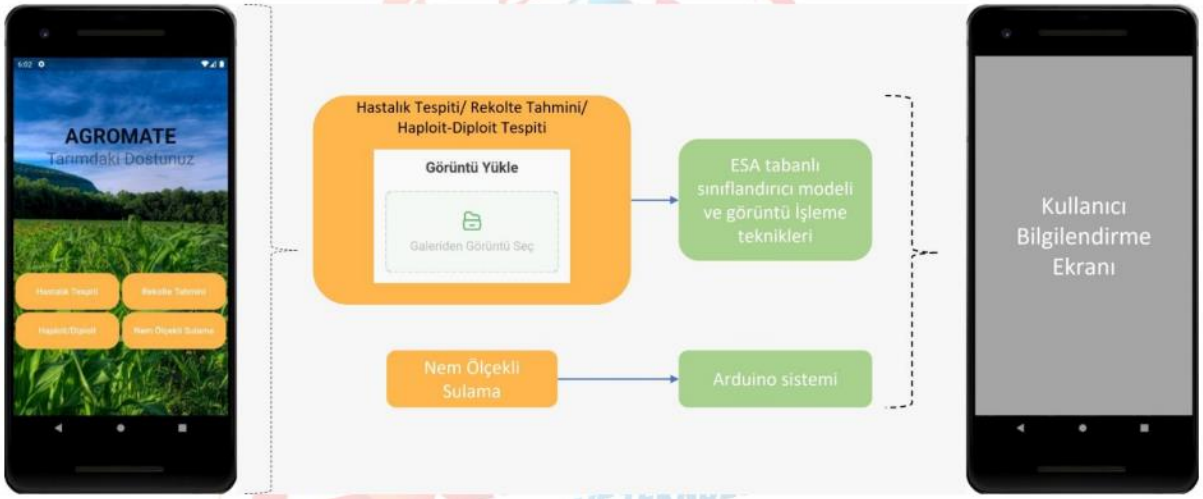
2. Problem / Sorun

Projemizde, mısırda hastalık tespiti, rekolte tespiti, haploit/diploit tespiti ve nem ölçekli sulama olmak üzere dört problem ele alınmıştır. Bu problemler alt başlıklar halinde detaylandırılmıştır.

2.1. Mısırda Hastalık Tespiti

Türkiye genelinde yapılan araştırmalarda göründüğü üzere mısır hastalıkları mısır bitkisine ciddi oranda zarar vermektedir. Bayer firmasının yaptığı araştırmaya göre %30-35 oranında

verimi düşürmektedir [1]. Verimin düşmesi çiftçiye ekonomik yönden zarar vermektedir. Bu hastalıkların tespitinde kullanılan yöntemler; çiftçilerin gözlemi sonucu ve ziraat mühendislerine danışma yoluyla gerçekleşmektedir. Mahsulünde hastalığa rastlayan çiftçi, benzer sorunu yaşayan üreticilere danışması sonucunda deneme yanılma yöntemiyle hastalığı tedavi etmeye çalışmaktadır. Bu yöntem de bilimsel ve doğru olmayabilir. Hastalığın erken tespit edilmesiyle birlikte ciddi düzeyde verim kaybının önüne geçilmektedir. Bu projede ele aldığımız 3 hastalık tipi vardır (Yanık, Ortak pas, Gri yaprak). Örnek olarak yanık hastalığının bitkide tozlanma döneminden önce ortaya çıkması %50'ye varan verim kaybına neden olmaktadır [2]. Literatürdeki çalışmalar göz önüne alındığında bitki hastalıklarının tespiti yapıldıktan sonra çiftçiye herhangi bir çözüm önerisi sunulmamaktadır. Bu nedenle çiftçinin yanlış ve fazla gübreleme gibi araziye zarar veren etkileri olmaktadır.



Şekil 1. Ara yüz ve Çalışma Sistemi

2.2. Rekolte Tespiti

Mısır üreticileri yıllık ürün miktarını hesaplamak istemektedir. Bu hesaplamada kullandıkları yöntem insan hata payının yüksek olmasından dolayı danelerin sayılmasının doğruluğu düşüktür. İnsan hata payının da bu duruma eklenmesinden dolayı ortaya çıkan tahmin değeri normalden daha düşük çıkmaktadır. Literatürde rekolte tahminine odaklı bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat Hacıyusufoğlu ve Güler [3] tarafından yapılan mobil uygulamada, kullanıcı tarafından elle girilen ekim tarihi, hasat tarihi, birim fiyatı(kg), kaç dekar alana ekim yapıldığı ve kaç kilo hasat edildiği bilgilerini kullanarak bir hesap yapılmıştır. Bu değerlerin el ile girilmesi hatalara sebep olmaktadır.

2.3. Haploit/Diploit Tespiti

Değişen dünya koşulları nedeniyle mısır bitkisinin daha verimli yetişmesi ve dış etkenlere dayanıklı ürünler yetiştirilmelidir. Kaliteli hibritlerin geliştirilmesi için de ıslah işlemi çok önemli bir konuma sahiptir. Günümüzde, mısır bitkisinin ıslah evresinde gerçekleşen haploit ve diploit ayrımı insan eliyle gerçekleştirilmektedir. Bu ayırma işlemi oldukça zaman alan bir işlem olmak birlikte hata payı yüksektir. Yapılan araştırmalar neticesinde, ortalama hata payı %20-30 arasında bir değere sahiptir [4].

2.4. Nem Ölçekli Sulama

Üreticiler toprağındaki nem miktarını net olarak bilemediklerinden fazla veya eksik sulama yapabilirler. Bu durum mahsuldeki verimliliği düşürmektedir. Mısır bitkisinin farklı gelişim evrelerinde ihtiyaç duyduğu su miktarı değişmektedir. Su ihtiyacının tespit edilmesinde nem çok önemli bir unsurdur. Nem miktarı ölçülmesiyle yapılan sulama mısır bitkisinin gelişmesinde önemli bir rol sahibi olmaktadır. Bayer firmasının yaptığı araştırmaya göre az sulamada %50 oranına ulaşan verim kaybı yaşanabilmektedir [5]. Sulama işlemi çiftçiler için oldukça zorlu bir süreçtir. Bu süreç boyunca çiftçi sürekli ekim alanını kontrol etmeli ve ekim alanın bulunduğu konuma gitmelidir. Literatürde uzaktan sulama sistemleri GSM operatörü ile arama yoluyla gerçekleştirilmektedir. Arama işleminden sonra bir dizi tuşlamalar yapılarak sulama sistemi yönetilmektedir. Bu kullanım şeklinin anlaşılması ve yönetilmesi zordur.

3. Çözüm

Yukarıda bahsedilen problemler için geliştirilen çözüm yöntemleri aşağıda maddeler halinde detaylandırılmıştır.

3.1. Mısırda Hastalık Tespiti Çözümü

Türkiye'de yaygın olarak görülen yanık, ortak pas, gri yaprak vs. mısır hastalıkları kullanılacaktır [2]. Bu hastalık ile ilgili görüntüler, ilk olarak kaggle.com sitesinden 4188 görüntü içeren veri seti oluşturulmuştur. Bu proje süresince, Bingöl/Fırat/İnönü/Ondokuz Mayıs üniversitelerinin ziraat fakültelerinden ve tarımsal web sitelerinden görüntüler elde edilerek veri seti genişletilecektir. Bulunan görüntüler ön-işlem aşamasından geçecektir. Bu aşamada derin öğrenme modelinin girişleri için çift yönlü doğrusal interpolasyon kullanılacaktır. Bu projede, mısır hastalık tespiti için Evrişimsel Sinir Ağları (ESA) tabanlı bir model geliştirilecektir. Bu modelde, az parametreye sahip 20 katmanlı bir Evrişimsel Sinir Ağ modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu sistem, evrişim (convolution), havuzlama (pooling), Relu, normalizasyon, tam bağlı ve sınıflandırma katmanlarını içerektir [6-9].

3.2. Rekolte Tahmini

Mısır görüntüsüne, görüntü işleme teknikleri uygulanır. Bu sayede mısır görüntüsü daha belirgin hale getirilir. Bu aşamada ilk olarak renkli mısır görüntüsünü gri tona çevirme işlemi yapılmıştır. Daha sonra mısırın uç noktalarında kalan kısımları çıkarmak için resmi kırpma işlemi gerçekleştirilir. Kırpılan mısır resmine normalizasyon işlemi uygulanarak görüntü daha net ve belirgin hale getirilir. Resim de ışığın durumundan veya başka sebeplerden dolayı birçok bozukluk oluşmuş olabilir. Bu bozukluklar filtreleme işlemleri uygulanarak resimden giderilmiştir. Son adımda ise, aşınma, dolum ve mantıksal işlemler kullanılarak gürültüleri temizleme ve görüntüyü belirginleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Rekolte tahmini için matematiksel işleme örnek olarak 1 dekara ekilen tohum adedi 7936, bunların %90'ı koçan verir, yani hasat edilebilen 7142 bitki demektir. Ortalama her bir koçanda 45x18=810 dane olur. %15 nemde koçan başına 1000 dane ağırlığı 300 gram üzerinden 240 gram dane hasat edilebilir. Kabaca hasat edilebilen 7000 bitkiden toplam 1700kg verim alınabilir.

3.3. Haploit/Diploit Tespiti Çözümü

Mısır danelerinin görüntüsünün elde edilmesi için kullanıcı tarafından çekilen görsellerin sisteme yüklenmesi gerekmektedir. Sisteme yüklenen bu görseller bir dizi görüntü işleme adımlarından geçecektir. Görsellere normalizasyon işlemi uygulanarak daha belirgin veriler elde edilir. Sistem görselleri kırmızı(R), yeşil(G), mavi(B) renk kanallarına bölünür. Belirli bir eşik değeri belirlenerek mısırın dane görüntüsü ve arka plan birbirlerinden ayrılırlar. Sistem görseller tarayabilmesi için ve yüksek hafıza kullanımından kaçınmak için görüntüler yeniden boyutlandırılır. Daha sonra veri seti etiketlenir. Son olarak kullanıcıya mısır danesinin haploit/diploit bilgisi sunulur [4].

3.4. Nem Ölçekli Sulama Çözümü

Tarım arazisinin köşe noktalarına ve iç noktalarına yerleştirilen toprak nem sensörleri sayesinde veriler toplanacaktır. Nem sensörlerinin bağlı olduğu ardunioların arazinin birden fazla noktasına yerleştirilmesinin nedeni arazinin bir noktasının kuru bir noktasının nemli olma ihtimalidir. Gelen nem verileri, su kuyusunda bulunan ardunio sistemine aktarılacaktır. Arazide bulunan sensörlerden gelen verilerin ortalaması ana bilgisayar sistemi işlevindeki ardunio üzerinden alınıp arazinin ortalama nem miktarı hesaplanacaktır. Önceden belirlenen eşik değerine bakılarak otomatik sulama veya manuel sulama işlemi için kullanıcıya bildirim gönderilecektir. Sistemin yönetimi uygulama üzerinden SMS aracılığıyla sağlanacaktır. Su kuyusuna kurulan ardunio sistemi güneş enerjisini kullanarak dışarıya bağımlılığını ortadan kaldıracaktır [10].

4. Yöntem

Geliştirmeyi düşündüğümüz mobil sistem, hastalık tespiti, rekolte tahmini, haploit/diploit ve sulama sistemi olmak üzere 4 ana aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamaları içeren önerilen projenin genel gösterimi Şekil 2'de verilmiştir. Ayrıca, bu aşamalar alt başlıklar halinde detaylandırılmıştır.

Şekil 2. Önerilen projenin genel gösterimi

4.1. Mısırda Hastalık Tespiti

Projemizde, mısır hastalık tespiti için veri elde etme, ön-işlem aşaması, sınıflandırma/tahmin ve mobil tabanlı sistem olmak üzere 4 temel aşama kullanılmıştır. Bu aşamalar alt başlıklar halinde özetlenmiştir.

4.1.1. Veri Kümesi

Bu projede, Türkiye'de en yaygın olarak görülen yanık, ortak pas, gri yaprak vs. mısır hastalıkları kullanılmıştır. Bu hastalık ile ilgili görüntüler, ilk olarak kaggle.com sitesinden 4188 görüntü içeren veri seti oluşturulmuştur. Bu hastalıklara ait örnek görüntüler [11] Şekil 3'te verilmiştir. Bu proje süresince, Bingöl/Fırat/İnönü/Ondokuz Mayıs üniversitelerinin ziraat fakültelerinden ve tarımsal web sitelerinden görüntüler elde edilerek veri seti genişletilmiştir. Bu görüntüler, farklı ışık, arka plan, farklı boyutlar, farklı açılar ve özellikler vb. gibi çeşitli koşullara sahiptir.

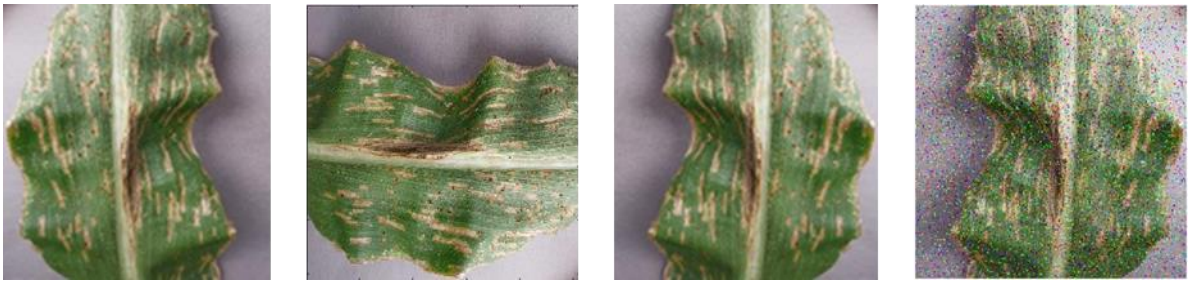
(a) (b) (c) (d)

Şekil 3. Örnek mısır hastalık görüntüleri, a) Yanık, b) Ortak Pas, c) Gri Yaprak, d) Sağlıklı.

4.1.2. Ön-İşlem Aşaması

Ön-işlem aşaması, görüntü boyutlandırma ve veri artırma olmak üzere iki süreci kapsamaktadır. Bunlar:

- Veri setinde elde edilen görüntüler farklı boyutlara sahiptir. Hastalık tespitine yönelik geliştirilecek derin öğrenme modelinin girişleri için bilinear interpolation (çift yönlü doğrusal enterpolasyon) kullanılarak görüntüler yeniden boyutlandırılmıştır. Ayrıca, bu görüntüler, 64x64 boyutuna indirgenecektir. Bu sayede, daha az eğitilmiş parametreye ve yüksek doğruluğa sahip bir derin öğrenme tabanlı model geliştirilmesi planlanmaktadır.
- Bu projede, hastalık tespiti için derin evrişimsel sinir ağlarına dayalı bir model geliştirilmiştir. Eğitim aşamasında veri sayısını artırarak bu modelin performansının artırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, bir takım veri artırma yöntemleri kullanılmıştır (Şekil 4). Bu yöntemler şunlardır:
    - **Döndürme:** Bu yöntemde elimizdeki görüntülerin farklı derecelerde (90-180-270) saat yönüne veya saat yönünün tersine döndürülmesiyle veri arttırma işlemi gerçekleştirilir.
    - **Yansıma:** Veri setindeki görsellerin ayna görüntüsü alınarak veri arttırma işlemi gerçekleştirilir.
    - **Gürültü Ekleme:** Bu işlem görüntüye siyah nokta veya beyaz nokta eklenmesiyle oluşturulur. Eklenilen gürültü görüntüyü karmaşık hale getireceği için sistemimizi karmaşık görüntülere karşı güvenceye alacaktır.

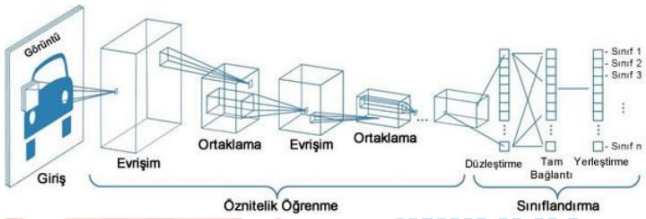


(a) (b) (c) (d)

Şekil 4. Örnek Veri Arttırma Yöntemleri, a) Orijinal, b) Döndürme (270), c) Yansıma, d) Gürültü Ekleme.

4.1.3. Tespit Aşaması

Bu aşamada, mısır hastalık tespiti için bir sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. Bu model için son zamanlarda nesne sınıflandırma problemlerinde oldukça başarılı sonuçlara sahip Evrişimsel Sinir Ağları (ESA) kullanılmıştır. ESA (Şekil 5), konvolüsyon katmanı, havuzlama katmanı ve tam bağlı katmanı içeren çok katmanlı bir ağ yapısına sahiptir. İleri beslemeli bir sinir ağı modeline dayanan ESA, eğitim aşamasında geri yayılım sayesinde yinelemeli olarak ağırlıklarını güncellemektedir. Derin ESA mimarisi, girdi görüntüsünden özellik haritalarının çıkarılması için konvolüsyon katmanı kullanılmaktadır. Elde edilen özellik haritası belirlenen bir aktivasyon fonksiyonundan geçirilmektedir. Bir sonraki aşamada ise aşırı uyumu ortadan kaldırılması için havuzlama katmanı bulunmaktadır. Daha sonra, elde edilen özellik haritaları, tam bağlı katman sayesinde tek boyuta indirgenmektedir. Son olarak özellik matrisi, sınıflandırıcıya girdi olarak verilmektedir [12-14].



Şekil 5. CNN mimarisini genel gösterimi

Bu projede, transfer öğrenme yaklaşımına dayalı önceden eğitilmiş CNN mimarileri kullanılmıştır. Transfer öğrenme yaklaşımı, bir problemin çözümünde geliştirilen bir modelden elde edilen ağırlıklar ya da bilgiler kullanılarak farklı bir problemi çözmek için bir başlangıç noktası olarak yeniden kullanılmasına dayalıdır. Bu çalışmada önceden eğitilmiş ESA modellerinin kullanılmasının sebebi, rasgele başlatılmış ağırlıkları olan bir ESA modelini eğitmekten daha hızlı ve daha yüksek performansa sahip olmasıdır [13,15].

Bu projede, mısır hastalık tespiti için önceden eğitilmiş AlexNet, VGG16, GoogleNet, ResNet101 ve InceptionV3 modelleri kullanılacaktır. Bu modeller için transfer öğrenme yaklaşımı kullanılarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalarda kullanılan veri kümesi, %70'i eğitim ve geri kalanı test olarak ayrılmış ve derin mimarilerin performansları hesaplanmıştır. Sonuç olarak, mısır hastalık tespiti için en iyi doğruluk skoru, AlexNet mimarisi kullanılarak %99.2 olarak elde edilmiştir.

Bu projede, mobil tabanlı bir sistem tasarlanacağı için bu modellerin parametre sayıları mobil sistem için uygun değildir. Daha başka bir değişle, AlexNet modelinin eğitilmiş 61 milyon parametreye sahiptir. Bu modeli mobil tabanlı uygulamalar için kullanmak elverişsizdir. Bu problemin çözümü için, uygulamada çekilen resim hazırlanan yapay zeka modelinde işlenmesi için Python platformu üzerinde oluşturulmuş Rest (Representational state transfer) API'dan modele yönlendirilir. Görüntü işlendikten sonra gerekli bilgilere response olarak JSON (JavaScript Object Notation) formatında mobil uygulamadan erişilecektir. Bu sayede, hızlı ve yüksek performansa sahip bir sistem geliştirilmiştir.

4.2. Haploit/Diploit Tespiti

Projemizde, Haploit/Diploit Tespiti için veri elde etme, ön-işlem aşaması, sınıflandırma ve mobil tabanlı sistem olmak üzere 4 temel aşama kullanılmıştır. Bu problemin çözümü için literatürde sınırlı sayıda çalışma ve erişime açık veri kümeleri bulunmaktadır. Projemizde, Altuntaş ve ark. [4] yaptıkları çalışmada sunulan veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti, 1230 haploit ve 17770 diploit olmak üzere 3000 görüntünden oluşmaktadır.
Haploit/Diploit tespiti için diğer aşamalar, Bölüm 4.1'de "Mısır Hastalık Tespiti"nde verilen uygulama aşamalarına benzer şekilde yürütülmüştür. Diğer bir değişle, Haploit/Diploit Tespiti için de veri artırma yöntemleri kullanılmıştır. Daha sonra, önceden eğitilmiş derin mimariler kullanılarak sınıflandırma performansları hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, Haploit/Diploit tespiti için en iyi doğruluk skoru, ResNet101 mimarisi kullanılarak %97.2 olarak elde edilmiştir. Ayrıca, deneysel çalışmalardan elde edilen tüm performans sonuçlarının karışıklık matrisleri (confusion matrix) ve ROC diyagramları sayfa sınırlaması olduğundan dolayı rapora eklenmemiştir.

4.3. Rekolte Tahmini

Mısır verim tahmini için kullanılacak olan mısırlar, ilgili satış yerlerinden temin edilmiştir. Bu mısırlar, farklı tane renkleri ve farklı boyutlarda tane bulundurma gibi değişken durumlara sahiptir. Daha sonra, bu mısırlar kullanılarak farklı ışık ve değişken koşullara bağlı olarak görüntüler çekilmiştir.
Rekolte tahmin aşamasının görüntü işleme tekniklerine dayalı olarak matematiksel ifadeleri şu şekildedir:
Adım 1: Renkli mısır resmi yüklenir.
Adım 2: Renkli resim gri tona çevrilir.

grey = R*0.289+G*0.5870+B*0.1140 (R: Kırmızı renk kanalı G: Yeşil renk kanalı, B: Mavi renk kanalı)

Adım 3: Gri renge çevrilen resme kırpma işlemi uygulanır.
Adım 4: Gri tona çevrilen resim 0-1 aralığına normalize edilir.

$$(grey)^n = \frac{grey - \min(grey)}{\max(grey) - \min(grey)}$$

$(grey)^n$ => Normalize edilmiş gri resim.
min(grey)=> Gri imgenin en küçük değeri.
max(grey)=>Gri imgenin en büyük değeri.
Adım 5: Eşikleme değeri olan t değeri histogram kullanarak belirlenir.

Adım 6: Belirlenen t değeri kullanılarak normalize edilen gri imge siyah beyaz forma çevrilir.

$$bw_{i,j} = \begin{cases} 0, grey_{i,j}^{n} < t \\ 1, grey_{i,j}^{n} \geq t \end{cases}, i = \{1,2, \dots, m\}\ j = \{1,2, \dots, n\}$$

bw=> siyah beyaz resmi temsil eder.
m ve n=> gri resmin genişliğini ve uzunluğunu gösterir.
i ve j=> değerleri indisleri temsil eder.

Adım 7: 3 x 3 boyutunda örtüşen bloklar kullanılarak dolum, aşınma ve mantıksal işlemler uygulanır. Mantıksal işlemde siyah ve beyaz noktaların temizlenmesi amaçlanmaktadır.

$$bw = ((bw \oplus k) \ominus \mathrm{k}) \odot k)$$

$\oplus$ dolum, $\ominus$ aşınma ve $\odot$ mantıksal operatörü ifade etmektedir. $\boldsymbol{k}$ ise 3 x 3 boyutundaki blokları temsil etmektedir [11].

Adım 8: Son adımda, mısırın merkez noktası belirlenir. Ardından, dikey ve yatay yönde siyah noktaları sayma işlemi gerçekleştirilir. Son olarak, elde edilecek dikey ve yatay mısır tane sayıları kullanılarak rekolte tahmini hesaplanır.

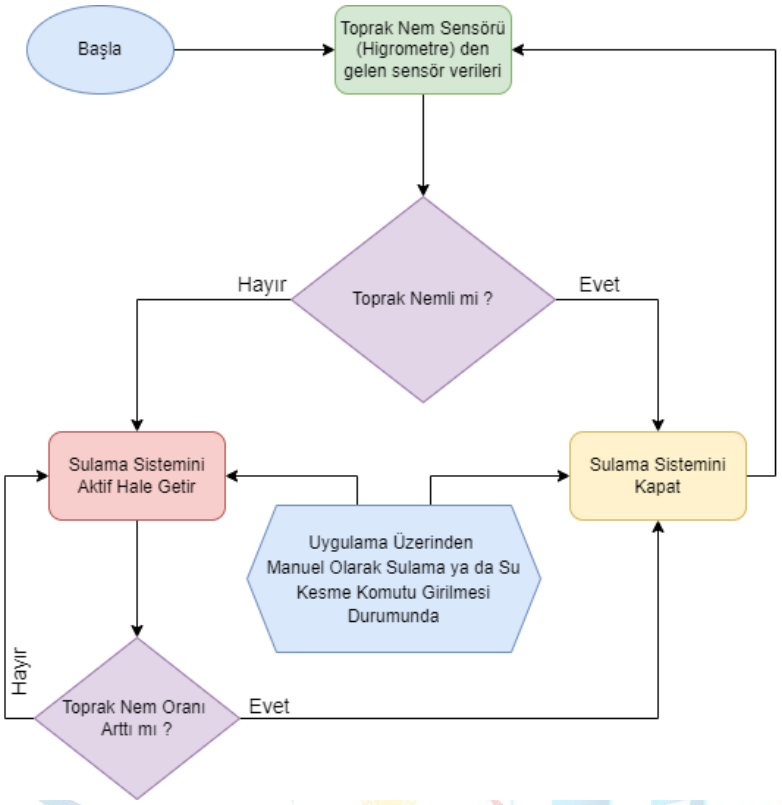
4.4. Nem Ölçekli Sulama

Bitkilerin sulanma ihtiyacının belirlenmesi için toprağın nem durumunun bilinmesi büyük bir önem taşımaktadır. Yapılan akademik çalışmalarda gösteriyor ki tüm tarım bitkilerinin zamanında ve yeteri kadar sulanması, araziden elde edilecek ürünün verimini artırmaktadır [16-17]. Bu projede ise toprağın nem seviyesinin düşmesi durumunda arazi içerisinde toprağa saplı bir şekilde duracak olan, toprak nem sensörlerinden (higrometre) gelen veriler doğrultusunda, otomatik sulama sistemi aktif hale gelerek arazinin yeteri kadar sulanabilmesi sağlanacaktır. Ayrıcai arazi toprağının nem seviyesi yeterli bir seviyeye geldiğinde ise yine aynı toprak nem sensörlerinden (higrometre) gelen veriler doğrultusunda otomatik sulama sistemi kapatılarak, toprağın fazla sulanması engellenebilecektir, böylelikle hem su tasarrufu sağlanabilecek hem de maliyet düşürülebilecektir. Bu higrometreler arazinin eğimine göre kritik noktalara yerleştirilecek olup, sürekli ölçüm alınacaktır. Gerekli görüldüğü takdirde ise otomatik sulama sistemi tamamen otonom olarak açılacak ya da kapanacaktır. Ayrıca kullanıcı eğer dilerse otomatik sulama sistemini toprak nem sensörlerinden (higrometre) gelen verilerden bağımsız olarak da çalıştırabilecektir. Bu toprak nem sensörünün (higrometre) nasıl çalışacağına ilişkin algoritma Şekil 6'da verilmiştir.

4.5. Mobil Uygulama Aşaması

Proje için Google tarafından desteklenen Flutter frameworkü kullanılacaktır. Flutter sayesinde platformlara ayrı ayrı uygulama geliştirmesi yapılmayacak ve tek geliştirmeyle uygulama iOS ve Android platformlarında kullanılabilecektir. Framework sayesinde uygulama arayüzü kolay ve hızlı şekilde geliştirilecektir. Uygulama içi mobil uygulama kamera erişimi için camera paketi kullanılacaktır. Flutterın sunmuş olduğu diğer paketler (http, dio vs.) kullanılarak API ile kolayca haberleşme sağlanabilecektir. Kullanılacak olan API sayesinde görüntüler sisteme hastalık tespiti, rekolte tahmini, haploit diploit tespiti için yollanacak ve veri tabanına kaydedilecektir. Sonrasında sistemde işlenen görüntünün hastalık tespiti, rekolte tahmini, haploit diploit tespiti yapılacaktır. Son olarak Flutterda kodlanan arayüz ile kullanıcıya

gösterilecektir.
Mobil uygulama içeresinde veri yönetimini kolaylaştırması için GetX paketi kullanılacaktır. Bu paket sayesinde verilerin taşınması kolaylaşacak kullanıcıya hızlı ve kolay bir kullanım sunulacaktır.



Şekil 6. Otomatik Sulama Sistemi Çalışma Algoritması

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemizde, mısır bitkisi ile ilgili 4 problem ele alınmıştır. Bu problemler için geliştirilen çözüm yöntemlerimizin yenilikçi yönü şunlardır:

- Mısır hastalık ile ilgili literatürde birçok makale gerçekleştirilmiştir [11,18]. Literatürdeki makaleler incelenmiş olup bu çalışmalar kâğıt üzerinde kalmıştır. Mısır hastalıklarının tespiti üzerine bir mobil uygulama bulunmamıştır. Yaygın hastalıklarla sunulan çözümler sayesinde Türkiye'de daha verimli mısır üretimi yapılabilecektir. Yanlış ve fazla gübre/ilaç kullanımı toprak tahribatı oluşturmaktadır [19]. Bu proje sayesinde, ilaçların ve kimyasal gübrelerin kullanımı azaltılarak toprağın tahribatı minimize edilebilecektir.
- Literatürde, mısır bitkisinde rekolte tahminine yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu projede, rekolte tahmini için görüntü işleme tekniklerine dayalı özgün bir mobil sistem geliştirilecektir. Bu sistem sayesinde, rekolte tahmini yapılabilecek ve çiftçiye önceden verim tahmini sunulabilecektir.
- Haploit/Diploit ile ilgili literatürde birçok makale gerçekleştirilmiştir [4]. Ancak haploit/diploit tespitinin mobil uygulama üzerinden anlık olarak gerçekleştiren bir sisteme rastlanılmamıştır.

- Ülkemizin piyasasında sulama sistemlerini kontrol etmek için mobil uygulamalar bulunmaktadır. Ancak toprağın o anki nemini ölçüp kullanıcıya mobil uygulama aracılığıyla uyarı gönderen ve sulama sistemini kontrol edebilen yerli mobil uygulamadır.

Genel olarak literatürde mısır bitkisini kapsamlı olarak ele alan bir mobil uygulama bulunmamaktadır. Bu yüzden, projemiz bir bitkiye ait tümleşik bir sistemin geliştirilmesinde, öncü çalışmalardan birisidir.

6. Uygulanabilirlik

Projemiz geliştirme aşaması tamamlandıktan sonra Play Store ve App Store platformlarında yayınlanacaktır. Kullanıcılar bu platformlardan ücretsiz bir şekilde indirebileceklerdir. Uygulamamızda hastalık tespiti, rekolte tahmini, haploit/diploit alanları tüm kullanıcıların erişimine ücretsiz olarak sunulacaktır. Sulama sistemi için özel (Premium) üyelik gerekmektedir. Kullanıcılar her ay belirli bir ücret karşılığında özel üyeliğini yenileyebilecektir. Uygulama da hastalıklara karşı gübre ve ilaç önerisi için üretim yapılan firmalar ile anlaşılması durumunda reklam gelirleri sayesinde kâr elde edilebilecektir. Tarım ve Orman Bakanlığı ile görüşülerek bir sunum yapılması planlanmaktadır. Bu sayede çiftçilerin kullanımına teşvik edilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemiz geliştirilirken Kaggle, Github ve Bingöl/Fırat/İnönü/Ondokuz Mayıs üniversitelerinin ziraat fakültelerinden ve tarımsal web sitelerinden görüntüler elde edilmiştir. Geliştirilecek derin sinir ağ modellerinin eğitim için bu veri kümeleri kullanılmıştır. Daha sonra, eğitilmiş derin modeller kullanılarak mobil tasarımı geliştirilmiştir. Tüm bu uygulamalar, üniversitemizde mevcut olan NIDIA Quadro P4000 GPU kartı, Intel Xeon Silver 2.19 GHz ve 32 GB Ram bellek özelliklerine sahip bir iş istasyonu kullanılmıştır. Ayrıca nem ölçekli sulama sisteminin gerçekleştirilmesi için gerekli olan malzemeler Tablo 2'de verilmiştir. Bu malzemelerin toplam fiyatı 6340,6 TL'dir.

Tablo 1. Nem Ölçekli Sulama Sistemi İçin Malzeme Listesi

Sıra No	Malzeme Adı/Modeli Hizmet Alımı Adı	Birimi (Adet, …)	Miktarı	Birim Fiyatı (TL) (KDV Dahil)	Toplam Bedel (TL)
1	Grove- Toprak Nem Sensörü	Adet	4,00	54,03	216,12
2	Arduino Leonardo R3 (Klon)	Adet	4,00	177,02	708,08
3	Arduino Mega 2560 R3 (Orijinal Yeni Versiyon)	Adet	1,00	573,48	573,48
4	ProFuse Güneş Paneli- Solar Panel 12V 500mA 230x160mm	Adet	4,00	438,34	1753,36
5	MCP2515 CANBUS-SPI Haberleşme Modülü	Adet	5,00	75,29	376,45
6	12V 30 RPM L Redüktörlü DC Motor	Adet	1,00	137,52	137,52
7	Atex 12 V 1.3 Ah Kuru Akü	Adet	4,00	112,70	450,80
8	Arduino GSM Shield / Genişletme Kartı	Adet	1,00	1048,55	1048,55
9	SeeedStudio Solar Charger Shield v2.2	Adet	4,00	269,06	1076,24

Proje sürecinde gerçekleştirilen iş paketleri, iş tanımları ve süreçleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Projenin İş-Zaman Çizelgesi

2022	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ
Problemin Tespiti	X						
Literatür Araştırması	X	X					
Veri Toplama & Analiz		X	X				
Mobil Uygulamanın UI/UX Katmanlarının Geliştirilmesi				X	X		
Mobil Uygulamanın Derin Öğrenme ile Etkileşimli Olarak Geliştirilmesi			X	X			
Sulama Sistemi				X	X	X	
Proje Test						X	X
Nihai Proje & Teslim							X

Tablo 2'de görüldüğü üzere, projemiz 8 temel aşamalardan (iş paketi) oluşmaktadır. Bu aşamalar ve detaylı açıklamaları şunlardır:

- *Problemin tespiti:* Ülkemizde ve dünyadaki mısır üreticilerinin sorunları düşünülerek bu problemlerde karar kılınmıştır.
- *Literatür araştırılması:* Tespit edilen problem ile ilgili literatürdeki makaleler ve proje çalışmaları incelenmiştir. Benzer çalışmalarda kullanılan veri kümeleri ve yöntemler tespit edilmiştir.
- *Veri Toplama ve Analiz:* Projemiz geliştirilirken Kaggle, Github ve Bingöl/Fırat/İnönü/Ondokuz Mayıs üniversitelerinin ziraat fakültelerinden ve tarımsal web sitelerinden görüntüler elde edilmiştir. Daha sonra, elde edilen bu veri setleri analiz edilmiştir.
- *Mobil Uygulamanın UI/UX Katmanlarının Geliştirilmesi:* Mobil uygulamanın kullanıcıya sunulacak arayüzü tasarlanmıştır.
- *Mobil Uygulamanın Derin Öğrenme ile Etkileşimli Olarak Geliştirilmesi:* Elde edilen veriler neticesinde eğitilen yapay zekâ modeli mobil uygulama sistemi ile entegre edilmiştir.
- *Sulama Sistemi:* Donanım gereksinimleri sağlanarak ekim alanına kurulan sistemin mobil uygulama ile haberleşme işlemleridir.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Projemizin hedeflediği kitle mısır bitkisi yetiştiren çiftçileri ele almaktadır. Uygulamayı kullanabilmek için ihtiyaçları olan tek araç akıllı telefonlardır. Yeterli teknik özelliklere ve donanıma sahip olan mobil cihazlar aracılığıyla üreticilerin uygulamayı rahatlıkla kullanması amaçlanmıştır. Bitkinin verimi, hastalık analizi, gübreleme yöntemleri gibi alanlarda yeterli bilgiye veya zamana sahip olmayan üreticilere yardımcı olması planlanmaktadır. Anlık geri dönütler ve öneriler üreticinin maddi zararını ve toprak tahribatını önleme hedefi de gütmektedir.

9. Riskler

Projemizin risk analizinin yapılabilmesi için kullanılan risk sınıflandırma verileri Tablo 3'te verilmiştir. Projemizi olumsuz yönde etkileyecek unsurlar (riskler) Tablo 4'te özetlenmiştir. Ayrıca bu tabloda, olasılık, etki ve risk değerleri bulunmaktadır. Diğer yandan, proje hayata geçirilirken ortaya çıkabilecek problemlere yönelik tedbirler ve çözüm önerileri Tablo 5'te tanımlanmıştır.

Tablo 3. Risk Sınıflandırma

Risk=Etki x Olasılık	Çok Az Zarar (1)	Önemsiz Zarar (2)	Orta Zarar (3)	Ciddi Zarar (4)	Çok Ciddi Zarar (5)
Çok az ihtimalle (1)	Çok Düşük (1)	Düşük (2)	Düşük (3)	Orta (4)	Orta (5)
Az ihtimalle (2)	Düşük (2)	Orta (4)	Orta (6)	Yüksek (8)	Yüksek (10)
Orta ihtimalle (3)	Düşük (3)	Orta (6)	Yüksek (9)	Yüksek (12)	Kritik (15)
Büyük ihtimalle (4)	Orta (4)	Yüksek (8)	Yüksek (12)	Kritik (16)	Çok Yüksek (20)
Kesinlikle (5)	Orta (5)	Yüksek (10)	Kritik (15)	Çok Yüksek (20)	Çok Yüksek (25)

Tablo 4. Risk Sınıflandırma Projemizi Olumsuz Yönde Etkileyecek Risk Sınıflandırma Verileri

Açıklık Numarası	Tehdit	Olma İhtimali	Etki	Risk Değeri
1	Kullanıcının bitkinin görüntüsünü hatalı çekmesi.	4	3	12
2	Güneş olmayan havalarda sistemin yeterli enerji üretememesi.	2	4	8
3	Kullanılan akülerin zamanla yıpranarak işlevini kaybetmesi.	1	5	5

Tablo 5. Risk Önlem ve Tedbir Verileri

Açıklık Numarası	Önlem ve Tedbir Tanımı
1	Çekilen fotoğrafın sistem tarafından kabul edilmemesi ve kullanıcının uyarılması.
2	Elle müdahale edilerek sistemin şarj edilmesi.
3	Akülerin kalitesini arttırmak.

10. Referans / Kaynakça

[1] Bayer. (2014). Mısır Hastalık ve Zararlıları Mücadele. Erişim adresi https://www.cropscience.bayer.com.tr/turkiye/tarim-haberleri/misirhastaliklari.html. Erişim:10.05.2022.

[2] Tarım ve Orman Bakanlığı, Erişim adresi https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/misir.pdf Erişim:12.05.2022.

[3] Hacıyusufoğlu, A. F., ve Güler, E. (2016). Tarımda Mobil Uygulamalar.

[4] Altuntaş, Y., Cömert, Z., and Kocamaz, A. F. (2019). Identification of haploid and diploid maize seeds using convolutional neural networks and a transfer learning approach. Computers and Electronics in Agriculture, 163, 104874.

[5] Bayer. (2014). Sulama. Erişim adresi https://www.cropscience.bayer.com.tr/turkiye/tarimhaberleri/misir-sulama.html. Erişim:08.05.2022.

[6] Türkoğlu, M., Hanbay, K., Sivrikaya, I. S., ve Hanbay, D. (2021). Derin Evrişimsel Sinir Ağı Kullanılarak Kayısı Hastalıklarının Sınıflandırılması. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9(1), 334-345.
[7] Albawi, S., Mohammed, T. A., and Al-Zawi, S. (2017, August). Understanding of a convolutional neural network. In 2017 international conference on engineering and technology (ICET) (pp. 1-6).
[8] LeCun, Y., Bengio, Y., and Hinton, G. (2015). Deep learning. nature, 521(7553), 436-444.
[9] Türkoğlu, M., and Hanbay, D. (2019). Plant disease and pest detection using deep learningbased features. Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 27(3), 1636- 1651.
[10] Kanat, V. (2021). Sensörler ile Arduino. Dikeyeksen Yayıncılık.
[11] Ensari, T., Armah, D. C., Balsever, A. E., & Dağtekin, M. (2020). Convolutional Neural Networks for Image-Based Digital Plant Phenotyping. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 338-342.
[12] Li, Q., and Chen, G. (2021). Recognition of industrial machine parts based on transfer learning with convolutional neural network. Plos one, 16(1), e0245735.
[13] Turkoglu, M. (2021). COVIDetectioNet: COVID-19 diagnosis system based on X-ray images using features selected from pre-learned deep features ensemble. Applied Intelligence, 51(3), 1213-1226.
[14] Khare, S. K., and Bajaj, V. (2020). Time–frequency representation and convolutional neural network-based emotion recognition. IEEE transactions on neural networks and learning systems, 32(7), 2901-2909.
[15] Turkoglu, M. (2019). Image processing based plant species and diseases recognition (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis, Inonu University, Turkey).
[16] Balakan, M. (2020). Buğdayda kısıtlı sulamanın ve bitki organlarını gölgelemenin dane verimi ve verim öğelerine etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
[17] Eriş, A. (1995). Bahçe bitkileri fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
[18] GÖKSU, M., SÜNNETCİ, K. M., & ALKAN, A. Derin öğrenme ağları kullanılarak mısır yapraklarında hastalık tespiti. Computer Science, (Special), 208-216.
[19] Kimyasal Gübreler ve Olumsuz Etkileri, (2019). https://www.gubrekapimda.com/blog/icerik/kimyasal-gubreler-ve-olumsuz-etkileri Erişim:02.05.2022.