

TÜBİTAK–****2209-A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI****

****ARAŞTIRMA ÖNERİSİ**** FORMU

2024 Yılı

1. Dönem Başvurusu

**A. GENEL BİLGİLER**

|  |
| --- |
| **Başvuru Sahibinin Adı Soyadı:** Abass Issaka Mohammed |
| **Ortak Araştırmacı:** Sıla AYDIN, Fatih Alperen GILIÇ, Fatma Azra Savaş |
| **Araştırma Önerisinin Başlığı:** Derin Öğrenme Teknikleri ile Patates Tarlasında Yabancı Ot Tespiti |
| **Danışmanın Adı Soyadı:** Doç. Dr. Zeynep ÜNAL |
| **Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluş:** Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım ve Teknolojileri Fakültesi |

**ÖZET**

|  |
| --- |
| Patates (*Solanum tuberosum*), patlıcangiller familyasından yumruları yenen otsu bitki türüdür. Patates, yüksek besin değeri, kolay yetiştirilmesi, verimliliği, uzun süre saklanabilmesi ve düşük maliyeti nedeniyle dünya genelinde temel gıda kaynağı olarak kabul edilir. Patates bitkisinin yanında *Chenopodium album* L. ve *Amaranthus retroflexus* L. gibi mahsul sağlığını olumsuz yönde etkileyen dirençli yabancı otlar meydana gelmektedir. Türkiye’de özellikle patates üretiminde verim kaybına yol açan yabancı ot istilası, su ve besin tüketimi nedeniyle toprakta tuzluluğu artırarak çoraklaşmaya neden olmaktadır. Yabancı otlarla mücadelede kullanılan geleneksel yöntemler zaman ve enerji gerektirmesinin yanı sıra çevre kirliliğine de neden olmaktadır. Geleneksel yöntemler teknoloji yardımıyla geliştirildiğinde yabancı otlarla mücadele sürecini daha verimli yönetilmek mümkün olmaktadır. Bu projede özellikle son yıllarda tarım uygulamalarında birçok karmaşık problemin çözümünde yaygın olarak kullanılan derin öğrenme teknikleri yabancı ot tespiti problemi için de uygulanması amaçlanmaktadır. Proje kapsamında kullanılacak bitki materyali olarak, Türkiye’de patates tarlalarında yaygın olan *Chenopodium album L.* ve *Amaranthus retroflexus* *L*. gibi dirençli yabancı otların yanı sıra Niğde ilinde yaygın olarak üretimi yapılan Agriaçeşidi ele alınacaktır. Yabancı otların patates bitkisinden yüksek doğrulukla ayırabilecek bir model geliştirmek amacıyla hem yabancı otların hem de patates bitkisinin üretimi yapılarak her sınıf için RGB görüntüler elde edilecektir. Geliştirilen model bu görüntülerle eğitilip test edildikten sonra gerçek saha verileri kullanılarak daha dirençli (robust) haline getirilecektir. Modellerin eğitiminde kullanılacak görüntülerin kontrollü ortamda toplanan, güvenir ve teyit edilmiş olmasının yanında farklı aydınlatma şartları altında toplanan gerçek saha verilerinin bu konuda uzman danışman rehberliğinde toplanması literatürde kullanılan modellerden ayıran bir özgünlüktür. Ayrıca çalışmanın üç faklı disiplinde eğitim gören öğrenci tarafından yürütülmesi ve çalışmaya her disiplinden danışmanın katkı vermesi problemin her açısını daha sağlıklı ele alınmasını sağlarken öğrencilerin çok disiplinli ekipte çalışmasına örnek olacaktır. Geliştirilmesi hedeflenen bu projeyle dirençli yabancı otların erken ve doğru tespitinin yapılmasını sağlanıp değişken oranlı mücadele teknikleri ile mahsul sağlığını iyileştireceğini ve mahsul verimininin artıracağını düşünülmektedir. Böylece hem zamandan hem de fiziksel efordan tasarruf etmemizi sağlarken çevresel etkileri azaltan sürdürülebilir bir yabancı ot yönetimi ortaya çıkmış olacaktır. |
| **Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, Yabancı Ot Tespiti, Patates, *Chenopodium albüm, Amaranthus retroflexus*. |

1. **ÖZGÜN DEĞER** 
   1. **Konunun Önemi, Araştırma Önerisinin Özgün Değeri ve Araştırma Sorusu/Hipotezi**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Patates bitkisinin botanik özelliği, patlıcangiller (Solanaceae) familyasından yumruları yenen otsu bitki türü olmasıdır.(Taşçı, 2016)Geniş ve zengin yeşil yapraklara sahiptir, yaprak kenarları kalın ve genellikle pürüzsüzdür. Patates, karakteristik bir yıldız şekline sahip küçük beyaz ila mor çiçekler üretir (Wang ve ark., 2020). Türkiye, tarım sektörü açısından büyük öneme sahip olup, özellikle patates üretiminde sahip olduğu ekolojisi, iklim durumu ve toprak yapısı dikkate alındığında; patates tarımı az ya da çok neredeyse bütün illerde yapılmaktadır. 2019 üretim verilerine göre Türkiye’de 71 ilde 141 bin hektar alanda patates tarımı yapılmış olup 4 milyon 980 bin ton patates üretilmiştir. Üretimin %14.38’i Niğde ilinde gerçekleşmiştir (TÜİK, 2020). 2023 yılında yaklaşık 5,7 milyon ton patates üretimiyle Türkiye, dünya patates üretiminde 16. sırada yer almış ve toplam dünya üretiminin %1,4'ünü gerçekleştirmiştir (Bülbül, 2007). Patates üretiminde öne çıkan bölgeler arasında Niğde, Kayseri ve Nevşehir gibi iller bulunmakta olup, Niğde ili tek başına 757.480 tonluk üretimiyle öne çıkmaktadır.  Ancak Türkiye'deki patates üreticileri, tarımsal faaliyetlerin verimliliğini olumsuz etkileyen yabancı ot istilası gibi kalıcı sorunlarla karşı karşıyadır. Bu yabancı otlar, bitkilerin besin maddeleri, su ve güneş ışığı için rekabet ederek mahsullerin zayıf gelişmesine, üretim kaybına ve artan maliyetlere neden olmaktadır. Özellikle ***Chenopodium album L.*** (yaygın olarak "Kazayağı" olarak bilinir) yaprakları elmas şeklinde, pürüzsüz veya hafif buruşuk bir dokuya sahiptir. Rengi tipik olarak patatesten daha yeşildir ve dik bir yüksekliğe sahiptir (Jabran ve ark., 2023). ve ***Amaranthus retroflexus L*.** (yaygın olarak "Kırmızı Köklü Tilki Kuyruğu" olarak bilinir) yaprakları almaşık ve oval olup kenarları düzdür. Koyu yeşil bir renge sahiptir ve bitkinin tabanına yakın kırmızımsı veya mor bir renk gösterir (Alebrahim ve ark., 2012). Çiçekler küçüktür ve dik bir salkıma sahiptir (Tang ve ark., 2022). Türkiye'deki patates tarlalarında en sorunlu yabancı ot türleri arasında yer almakta ve bu türler herbisitlere karşı direnç göstermektedir. Geleneksel yabancı ot kontrol yöntemleri ise hem yoğun emek hem de çevreye zararlı olması nedeniyle sürdürülebilir bir çözüm sunmamaktadır (Mushinskiy ve ark., 2024). Geleneksel yöntemler teknoloji yardımıyla geliştirildiğinde yabancı otlarla mücadele sürecini daha verimli yönetebilmek mümkün olmaktadır. Bu projede özellikle son yıllarda tarım uygulamalarında birçok karmaşık problemin çözümünde yaygın olarak kullanılan derin öğrenme teknikleri yabancı ot tespiti problem için uygulanması amaçlanmaktadır. Proje kapsamında kullanılacak olan bitki materyali olan *Chenopodium album L.* ve *Amaranthus retroflexus* *L*. gibi dirençli yabancı otların tespitini ele alan veya tespiti derin öğrenme modelleriyle geliştiren mevcut çalışmalara literatürden örnekler Tablo 1’de verilmiştir.  Tablo 1. Derin Öğrenme Algoritmaları ile Araştırma Çalışmaları   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Yabancı Ot Adı | Sınıflandırma Yöntemi | Çalışmanın Adı | Referans/Kaynak | Doğruluk (Çıkış) | | *Amaranthus macrocarpus, Urochoa panicoides, and Malva sp* | **AI-based object detection model with Deep Neural Networks** | **"Deep neural networks to detect weeds from crops in agricultural environments in real-time"** | **Rakhmatulin ve ark., 2021** | **88.46%% (operational environment and unpublished dataset)** | | Sugar beet weeds and many other weeds in different crops | **Image-based deep learning (CNN-based AI model)** | **“A survey of deep learning techniques for weed detection from images”** | **Hasan ve ark., (2021)** | **97% (Tested on a real dataset)** | | Weed dataset including *Chenopodium album L.* & *Amaranthus retroflexus L* | **UAV imagery and machine learning classification** | **"Deep Learning Technique to classify Agricultural Crops Through UAV imagery"** | **Bouguettaya ve ark., 2022** | **Accuracy between two studied fields, of 78%, 79%, and 81.95%, respectively** | | Potato plant and weed dataset | **AI-powered remote UAV with multispectral imaging** | **"Assessment of potato late blight from UAV based multispectral imagery "** | **Rodrigue ve ark., 2021** | **97.7% and 97.6% for dataset A and dataset B respectively** | | *Lolium perenne and Trifolium repens* | **Machine learning with hyperspectral image analysis** | **"Identification of weeds based on hyperspectral imaging and machine learning "** | **Li ve ark., 2021** | **89.1%(lab environment)** | | *Wheat spikes and spikelets* | **Using DL models** | **Weed detection in wheat crops using image analysis and artificial intelligence (AI)** | **Haq ve ark., 2023** | **95.9 and 99.7%** |   Literatür araştırmaları sonucunda, hem bu iki farklı yabancı ot türünün (**Chenopodium album L.** ve **Amaranthus retroflexus L.**) patates bitkisi ile bir arada bulunduğu hem de kontrollü ortam verileri ile gerçek saha verilerinin kullanıldığı yüksek doğrulukla sınıflandırma yapabilen derin öğrenme tabanlı modellerinin kısıtlı olduğu görülmüştür.  Proje kapsamında, özellikle Agria patates çeşidi üzerinde çalışmalar yürütülecektir. Agria patatesi, Niğde ve Nevşehir gibi bölgelerde hastalıklara karşı dayanıklılığı ve yüksek verimliliği ile yaygın olarak tercih edilmektedir (Kart ve ark., 2017). Patates tarlalarından alınacak çeşitli açılardan RGB kamera görüntüleri, yabancı otların tespiti için veri seti oluşturmak üzere kullanılacaktır. Elde edilen görüntüler, uygun görüntü işleme aşamalarından geçirildikten sonra dört farklı Evrişimsel Sinir Ağı (ESA) mimarisi (VGG16, MobileNet, ResNet50, Inception) ile analiz edilecek ve en iyi performans gösteren model seçilecektir. Seçilen ESA modeli, yetiştirilmiş ve toplanmış veriler üzerinde eğitilerek, Niğde ve Nevşehir'in benzersiz tarımsal koşullarına uyum sağlayacak şekilde optimize edilecektir. Geliştirilen model bu görüntülerle eğitilip test edildikten sonra gerçek saha verileri kullanılarak daha performanslı hale getirilecektir. Model başarısı literatürde yer alan çalışmalarla karşılaştırılarak performansı değerlendirilecektir. Literatürde mevcut çalışmalara göre daha yüksek performans sergilemesi için modelde değişiklik yapılacak ve özgün bir model elde edilecektir. Modellerin eğitiminde kullanılacak görüntülerin kontrollü ortamda toplanan, güvenlir ve teyit edilmiş olmasının yanında farklı aydınlatma şartları altında toplanan gerçek saha verilerin bu konuda uzman danışman rehberliğinde toplanması literatürde kullanılan modellerden ayıran diğer bir özgünlüktür. Ayrıca çalışmanın üç faklı disiplinde eğitim gören öğrenci tarafından yürütülmesi ve çalışmaya her disiplinden danışmanın katkı vermesi problemin her açısını daha sağlıklı ele alınmasını sağlarken öğrencilerin çok disiplinli ekipte çalışmasına örnek olacaktır. Geliştirilmesi hedeflenen bu proje dirençli yabancı otların erken ve doğru tespitinin yapılmasını sağlayıp değişken oranlı mücadele teknikleri ile mahsul sağlığını iyileştireceğini ve mahsul verimini artıracağını düşünülmektedir (Larkin ve ark., 2014). Böylece hem zamandan hem de fiziksel efordan tasarruf etmemizi sağlarken çevresel etkileri azaltan sürdürülebilir bir yabancı ot yönetimi ortaya çıkmış olacaktır. Bu modelin çiftçiler için erken ve doğru yabancı ot tanımlaması sağlaması, aşırı herbisit kullanımı ve fiziksel iş gücünü azaltarak üretim maliyetlerini düşürecek ve çevresel sürdürülebilirliği artıracaktır (Barbaś ve ark., 2023). Ayrıca başarılı bir derin öğrenme modeli geliştirilmesi durumunda, bu teknolojinin diğer tarımsal alanlarda da uygulanabilir hale getirilmesi hedeflenmektedir. |

* 1. **Amaç ve Hedefler**

|  |
| --- |
| Patates tarlalarındaki yabancı otları tespit etmek için Derin Öğrenme tabanlı bir model geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Türkiye’de patates tarlalarında yaygın olan *Chenopodium album L.* ve *Amaranthus retroflexus* *L*. gibi dirençli yabancı otların Niğde ilinde yaygın olarak üretimi yapılan Agria *patates* çeşidinden ayırt edilmesini sağlamak amacı ile RGB kameralar kullanarak sera gibi bir kontrol ortamından yüksek kaliteli görüntü verileri toplanması planlanmaktadır. Bu veri kümesi, patates bitkilerinin ve iki hedefli yabancı ot türlerinin görüntülerini içerecektir. Bitkiler saksıya yerleştirildikten sonra düzenli aralıklarla kontrol edilecektir ve ihtiyaç duyulduğu zaman sulanacaktır. Projemizde patates bitkisi, *Amaranthus retroflexus* L. ve *Chenopodium album* L. gibi yabancı otlarının herbiri için onar adet saksı kullanılacaktır. Patates ve yabancı otlar görüntü toplama aşamasına hazır olduktan sonra RGB kamera kullanılacaktır. RGB kameranın, otların ve patateslerin renklerini ve şekillerini ayırt etmek için uygun olması ve diğer teknolojilere kıyasla nispeten daha ucuz olması ile küçük ölçekli çiftçiler için kullanılabilir düşük maliyetli bir çözüm olarak sunulması hedeflenmektedir. Haftada 1 kez olmak şartıyla toplamda beşer kez çekim yapılması hedeflenmiştir. Yapılan her çekim 6 farklı açıdan (sağ, sol, ön, arka ve üstten 2 ayrı açıdan olmak üzere) gerçekleştirilecek ve böylelikle toplam görüntü sayısının 900 olması hedeflenmiştir. Bu alınan görüntülere,görüntü temizliği uygulandıktan sonra en az 600 görüntünün elimizde kalması amaçlanmaktadır. Kontrollü ortamdan toplanan veriler uygun görüntü işleme aşamalarından geçirildikten sonra dört farklı Evrişimsel Sinir Ağı (ESA) mimarisi (VGG16, MobileNet, ResNet50, Inception) ile analiz edilecek ve en iyi performans gösteren model seçilecektir. Eğitilen modeller arasında en iyi performansı belirlemek için hem toplanan veriler hem de genişletilmiş veriler kullanılacaktır. Verileri genişletmek ve modelin performansını artırmak için çevirme, döndürme ve yakınlaştırma gibi büyütme teknikleri kullanılacaktır. Geliştirilen model bu görüntülerle eğitilip test edildikten sonra gerçek saha verileri kullanılarak performansı arttırmaya çalışılacaktır. Bu aşamada tarladaki performansı verimli bir şekilde artırması ve patates büyüme aşamalarının farklı aydınlatma koşullarına bağlı olarak yabancı otları mahsulden doğru bir şekilde ayırt etmesi hedeflenmiştir. Böylece hem zamandan hem de fiziksel efordan tasarruf etmemizi sağlarken çevresel etkileri azaltan sürdürülebilir bir yabancı ot yönetimi ortaya çıkmış olacaktır. Bu modelin çiftçiler için erken ve doğru yabancı ot tanımlaması sağlaması, aşırı herbisit kullanımı ve fiziksel iş gücünü azaltarak üretim maliyetlerini düşürmesini ve çevresel sürdürülebilirliği dolaylı yönden arttırması hedeflerimiz arasındadır. Ayrıca başarılı bir derin öğrenme modeli geliştirilmesi durumunda, bu teknolojinin diğer tarımsal alanlarda da uygulanabilir hale getirilmesi hedeflenmektedir. |

1. **YÖNTEM**

|  |
| --- |
| Bu çalışma, Niğde ilinde yaygın olarak üretiminin yapıldığı Agriaçeşitli patates tarlasında yapılacaktır. Agria patatesi, Niğde ve Nevşehir gibi bölgelerde hastalıklara karşı dayanıklılığı ve yüksek verimliliği ile yaygın olarak tercih edilmektedir (Kart ve ark., 2017).  **Uygulama Aşamaları**  Bu proje, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım ve Teknolojileri Fakültesi'nde kontrollü bir ortamda (serada);  Olacak şekilde patateslerden *Chenopodium album L*. *ve Amarantus retroflexus L*. türlerini tespit etmek için beş aşamada gerçekleşecektir. Şekil 1. de aşamalar görsel olarak verilmiştir.  rapor son_ZU.docx - Word  Şekil 1. Proje Aşamaları   1. **Veri Toplama**   RGB kamera kullanılarak patates bitkisi ve yabancı ot (*Chenopodium album* L. ve *Amaranthus retroflexus* L.) görüntüleri farklı koşul ve açılarda alınacaktır. Kullanılacak yabancı ot sınıfına ait örnekler Şekil 2’de verilmiştir. Görüntülerin çeşitlendirilmesi, çevresel faktörlerin etkilerini daha iyi gözlemlemeyi ve modelin doğruluğunu artırmayı amaçlamaktadır. Elde edilen bu görüntüler, zararlı otların türleri ve patates bitkilerinin görüntüleri bir arada toplanarak bir veri seti klasöründe düzenlenecektir. Veri seti oluşturulduktan sonra, içeriklerine göre uygun sınıflara ayrılacak ve her bir görüntü doğru sınıf etiketiyle etiketlenecektir.  Bitkiler saksılara yerleştirildikten sonra düzenli aralıklarla kontrol edilerek, ihtiyaç duyulduğunda sulanacaktır. Patates dikimi ve yabancı ot ekimi, 1 Nisan ile 30 Eylül arasında belirlenen bir tarihte başlanacaktır. Patateslerin 20-30 gün içinde çıkması, yabancı otların ise 7-15 gün içinde çıkması beklenmektedir.  yabani 1 yabani2  ***Chenopodium album* L.**  ***Amaranthus retroflexus* L.**  Şekil 2. Yabancı Ot Örnekleri  Projemizde patates bitkisi*, Amaranthus retroflexus L*. ve *Chenopodium album L.* gibi yabancı otlarının her biri için 10’ar adet saksı kullanılacaktır. Haftada 1 kez olmak şartıyla toplamda 5’er kez çekim yapılacaktır. Yapılan her çekim 6 farklı açıdan (sağ, sol, ön, arka ve üstten 2 ayrı açıdan olmak üzere) gerçekleştirilecektir. Toplam görüntü sayısı 900 olacaktır (Tablo 2). Bu alınan görüntülere görüntü temizliği uygulandıktan sonra en az 600 görüntünün elimizde kalmasını amaçlanmaktadır. Eğer elimizde 600’den fazla görüntü kalırsa, bu kalan görüntülerde projeye dahil edilerek kullanılacaktır.  Tablo 2. Veri Seti  Ekran Resmi 2024-11-09 20.04.56  Doğru görüntülerin elde edilmesi, modelin başarısını doğrudan etkileyecek bir adım olacaktır. Bu sebeple kullanılan teknoloji büyük bir öneme sahiptir. Kapsamlı bir görüntü elde etmek amacıyla RGB kamera kullanılacaktır. RGB, “Kırmızı, Yeşil, Mavi” kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir renk modelini ifade etmektedir (Gupta ve ark., 2014). Bu renk modelinde temel renklerle birlikte, temel renklerin farklı yoğunluklarda bir araya gelmesiyle beraber farklı renkler de oluşturulmaktadır. Her temel rengin 0-255 arasında değişen bir renk yoğunluğu bulunmaktadır. Bu yoğunlukta 0, siyah rengi temsil ederken 255, beyaz rengi temsil etmektedir. Oluşturulan renklerin doygunluğu, parlaklığı ve matlığı da birleşme yoğunluklarına bağlı olarak değişmektedir. RGB renk modeli dijital ortamda renklerin gösterilmesi ve iletilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Neupane ve ark., 2019). RGB kamera klorofil içeriğini, her bir bitki parçasının gelişim aşamalarını ve morfolojik özelliklerini ayırt edebilmektedir. RGB kamera, otların ve patateslerin renk ve şekillerini ayırt etmek için yeterli olacaktır. Ayrıca, RGB teknolojisi diğer yöntemlere kıyasla daha ekonomik olduğundan, küçük ölçekli araziye sahip çiftçiler için ve düşük bütçeli tarım projeleri için RGB kameraların ideal bir seçenek olarak sunulmaktadır (Neupane ve ark., 2019). Bu sebeplerden dolayı oluşturulan modelde kullanılacak olan görüntülerin uygun bir biçimde alınması ve en verimli sonucu almak için projede RGB görüntü alan kamera kullanılacaktır (Guo ve ark., 2017).  Bu modelde RGB kamera ile çeşitli açılardan görüntüleri alınan bitki ve yabancı ot uygun görüntü işleme teknikleri kullanılarak derin öğrenmeye hazır hale getirilecektir. Elde edilen görüntüler,dört aşamadan geçecektir. Ön İşleme, Eğitim, Doğrulama ve Test aşamaları (Ketkar ve ark., 2021).   1. **Görüntü İşleme**   Veri toplama işleminden sonra, görüntülere çeşitli görüntü işleme adımları uygulanacaktır. Bu işlemler, görüntülerin analiz edilebilirliğini artırmak için görüntüler üzerinde gürültü azaltma, keskinleştirme, yeniden boyutlandırma, renk düzeltmeleri, filtreleme ve özellik çıkarımı (kötü veya bulanık çıkan görüntülerin olup olmadığı kontrol edilip, tespit edilen hatalı görüntüler veri seti klasöründen çıkarılması) gibi teknikleri içerebilir. (Kulkarni ve Patil, 2012)  Gürültü Azaltma: Çektiğimiz görüntülerdeki istenmeyen pikselleri (gürültü) azaltarak, görüntünün daha net ve temiz olmasını sağlayarak modelimizin görüntüyü daha iyi algılaması sağlanmaktadır.  Keskinleştirme: Çekilen görüntülerin kenarlarını ve detaylarını belirginleştirerek görüntüyü daha net ve canlı hale getirip model doğruluğunu doğrudan etkilemektedir.  Yeniden Boyutlandırma: Çekilen görüntünün boyutlarını değiştirme işlemidir. Görüntü büyütülürse, daha fazla piksel eklemesi yapılır, küçültülürse bazı detaylar kaybolabilir. Kullanacağımız modele uygunluğuna göre görüntüler yeniden boyutlandırılabilir.  Kullanılan bu teknikler sayesinde model performansı daha iyi bir seviyeye ulaşacak ve bu sayede hatalı sonuç verme riski en aza indirgenecektir.   1. **Model Eğitimi**   İşlenmiş ve sınıflandırılmış görüntüler, modelin eğitim, test ve doğrulama aşamaları için üç farklı veri setine ayrılacaktır. Eğitim seti, modelin öğrenmesi için kullanılacak; test seti, modelin performansını değerlendirmek için; doğrulama seti ise modelin genel doğruluğunu kontrol etmek amacıyla kullanılacaktır ve Seçilen derin öğrenme mimarileri ile yapay zekâ tabanlı model eğitilmeye başlanacaktır. Seçilen 4 farklı ESA modeli (VGG16, Mobile Net, ResNet50, Inception) ile eğitimi gerçekleştirildikten sonra, kullanılan modellerin güçlü ve zayıf yönleri tartışılıp, karşılaştırılacaktır.  Günümüzde AR-GE çalışmalarında sıklıkla kullanılan derin öğrenme ağlarından biri Evrişimli Sinir Ağlarıdır (ESA). Derin öğrenmenin alt dallarından olan Evrişimsel Sinir Ağları (ESA) genellikle görsel bilginin analiz edilmesinde kullanılmaktadır. Günümüzde çok tercih edilen ESA, oluşturacağımız modelde de kullanılacaktır (LeCun ve ark., 2015).  ESA, filtre optimizasyonu yoluyla özellikleri kendi kendine öğrenebilmektedir. Bu ağlar ileri beslemeli ağlardır. ESA’larda diğer görüntü sınıflandırma algoritmalarına oranla daha az ön işleme kullanmaktadır bu da kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bu olumlu sebeplerden dolayı modelimizde ESA algoritmasını kullanılacaktır (Dramé ve ark., 2016).  Üç ana katman kullanılarak oluşturulmuş klasik ESA mimarisi, Evrişim katmanları, Havuz katmanları ve Tam Bağlantılı (FC) katmanlarından oluşmaktadır. Evrişim ve havuzlama katmanları öznitelik çıkarma için kullanılırken, tam bağlantılı katmanları ise sınıflandırma için kullanılmaktadır (LeCun ve ark., 2015).  Ekran Resmi 2024-10-30 18.44.08  Şekil 3. Üç Ana Katmandan Oluşan ESA Mimarisi (Ünal, 2023)  Bu amaç doğrultusunda VGG16, MobileNet, ResNet50, Inception gibi en popüler evrişimsel sinir ağları (ESA) sırasıyla denenecek bu 4 farklı derin öğrenme mimarileri karşılaştırılarak bu mimarilerden hangisi modelimiz için en yüksek doğruluğu sağlayıp en iyi performansı gösteriyor ise projeye o mimari ile devam edilecektir. Bu sayede herhangi bir özel koşul gerektirmeden, uygun kaynaklarla yabancı ot tespiti yapacak bir model geliştirilecektir.  CNN veri kümesini eğitmek için kullanılacaktır. Görüntüler üç kümeye ayrılacaktır *(Solanum tuberosum,* *Chenopodium album L*. ve *Amarantus retroflexus L*). Toplam veri kümesinin %80'i eğitim ve %20'si test aşamaları için kullanılacaktır. Model, farklı özelliklerine dayanarak yabancı otları ve patatesleri ayırt etmek için eğitilecektir.   1. **Uygun Model Seçimi**   Test aşamasında veri setinin %20'si kullanılarak test işlemi yapılacak. Bu test aşaması sonucunda modelin etkinliğini değerlendirmek için doğruluk ve hata oranı hesaplanacaktır.  Hesaplamalar sonucu proje için en yüksek doğruluk oranına sahip ESA modeline karar verilecektir. Projeye uygun ESA modeli ile devam edilecektir.  Model doğruluğu ve modelin performansını değerlendirmek için en yaygın kullanılan başarı ölçütü olan ve Şekil 4.’te verilen karışık matristen yararlanılacaktır. Doğruluk ve hata oranı hesaplamalarınsa denklem (1) ve (2) kullanılacaktır.  IMG_256  Şekil 4. Karışıklık Matrisi (Ünal ve ark., 2023)  - Doğru pozitifler (DP), doğru olarak etiketlenmiş yabancı ot.  - Yanlış pozitifler (YP), hatalı olarak etiketlenmiş yabancı ot.  -Doğru negatifler (DN) doğru olarak etiketlenmiş patates bitkisi.  -Yanlış negatifler (YN) hatalı olarak etiketlenmiş patates bitkisi.  (1)  *Hata Oranı =* (2)  Doğruluk ve hata oranlarını yukarıda belirtilen denklemler sayesinde hesaplayarak, modelin ilerleme ve gelişme durumları gözlemlenecektir.   1. **Uygulama**   Uygun bulunan ESA modeli geliştirilerek, modelin eğitim, test ve doğrulama aşamaları için üç farklı veri setine ayrılacaktır. Eğitim seti, modelin öğrenmesi için kullanılacak; test seti, modelin performansını değerlendirmek için; doğrulama seti ise modelin genel doğruluğunu kontrol etmek amacıyla kullanılacaktır ve böylelikle model pratik uygulamalarda kullanılmaya hazır hale getirilecektir.  Bu projede eğitim ve doğrulama aşamasından sonra saha testi aşaması çok önemli bir rol oynamaktadır. Model, farklılaştırma yapmak için patates tarlalarına yerleştirilecektir. İklim, toprak tipi, bitki yoğunluğu ve diğer faktörler gibi farklı çevresel faktörlerin deneneceği bu aşamada modelin hassasiyeti ortaya çıkacaktır. Model Niğde ve Nevşehir patates tarlalarında test edilecektir. Bu, iyileştirme ve değerlendirme aşamasında yardımcı olacaktır. Sahadan alınacak olan en az toplam 600 görüntü elde edilecektir ve bu görüntüler taşınabilir harddiske kaydedilecektir.  Kullanıcı girdileri modeli değerlendirmek için kullanılacaktır. Veri setindeki korelasyonlar, modelin zaman içindeki doğruluğu ve öğrenme oranı hakkında net bir fikir verecektir. Bu, modelin iyileştirilmesine ve geliştirilmesine yardımcı olacaktır. |

1. **PROJE YÖNETİMİ** 
   1. **İş- Zaman Çizelgesi**

**İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (\*)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **İP No** | **İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri** | **Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği** | **Zaman Aralığı**  **(..-.. Ay)** | **Başarı Ölçütü ve** **Projenin Başarısına Katkısı** |
| 1 | Donanımın kurulumu ve işletimi | Abass Issaka Mohammed | 1 | Masaüstü gibi donanımlar Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesine kurulacaktır. Tüm araçların etkin bir şekilde çalıştığından emin olmak için denemeler yapılacaktır. Bunların alınmış ve kurulmuş olması halinde başarılı sayılacaktır. Bu iş paketinin proje başarısına katkısı %10’dur. |
| 2 | Patates ve Yabancı ot tohumları temini ve sera ekimi | Fatih Alperen Gılıç Fatma Azra Savaş | 1-3 | Deneylerde kullanılacak, İhtiyaç duyulan tüm bitkilerin tedarik edilmesi ve bitkilerin her birinden on farklı saksı ekimi yapılarak gelişmeleri için serada ekimi yapılması halinde başarılı sayılacaktır. Bu iş paketinin proje başarısına katkısı %15’dir. |
| 3 | Veri Toplama: Patates ve yabancı ot görüntüleri elde edilmesi | Abass Issaka Mohammed  Fatih Alperen Gılıç  Fatma Azra Savaş | 2-6 | Bitkilerin görüntülerini toplamak için RGB kamera kullanılacaktır.900 görüntü ve fazlası elde edilmesi halinde bu iş paketi başarılı sayılacaktır. Bu iş paketinin proje başarısına katkısı %15’dir. |
| 4 | Veri ön işleme | Abass Issaka Mohammed  Sıla Aydın | 6 | Görüntü verileri burada ön işleme ve doğrulama gibi çeşitli aşamalardan geçecektir Görüntülerin sağlıklı olması, en az 900 sağlıklı görüntü elde edilmiş ve iyi sınıflandırılma yapılması halinde başarılı sayılacaktır. Bu iş paketinin proje başarısına katkısı %10’dur. |
| 5 | ESA Modeli Geliştirme ve Model Eğitimi | Abass Issaka Mohammed  Sıla Aydın | 7-9 | Seçilen 4 farklı ESA modeli VGG16, Mobile Net, ResNet50 ve Inception ile eğitimler gerçekleştirilecektir. Bu iş paketinin proje başarısına katkısı %30’dur. |
| 6 | Uygun Model Seçimi | Sıla Aydın | 9 | Eğitimler gerçekleştirildikten sonra modellerin patatesi ve yabancı otların tespit oranları değerlendirilerek kullanılan modellerin güçlü ve zayıf yönleri karşılaştırılarak başarı oranı en yüksek model seçilecektir. Bu iş paketinin proje başarısına katkısı %10’dur. |
| 7 | Seçilen modelin gerçek ortamda test edilmesi | Abass Issaka Mohammed  Fatih Alperen Gılıç  Sıla Aydın  Fatma Azra Savaş | 10-12 | Model test için sahaya yerleştirilecektir. Bu, modelin farklı çevre koşullarında ve gerçek ortamda toplanan verilerle yapılan testlerde modelin %80 başarı oranına ulaşması halinde bu aşama başarılı kabul edilecektir. Bu iş paketinin proje başarısına katkısı %10’dur. |

* 1. **Risk Yönetimi**

**RİSK YÖNETİMİ TABLOSU**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **İP No** | **En Önemli Riskler** | **Risk Yönetimi (B Planı)** |
| 1 | Bitkilerin Yetiştirilmesinde Sorun | Sahadan veri toplama |
| 2 | Yetersiz veri, hatalar, önyargılar ve entegrasyon sorunları gibi veriler ile ilgili sorunlar. | Rotasyonel çevirme yakınlaştırma ve kontrast gibi teknikleri dikkate alınarak veri artırımı tekrar sağlanacaktır. |
| 3 | Modelde Sorun (Düşük Doğruluk aşırı uyum ve yetersiz uyum ve önyargılar gibi modeldeki sorunlar. | Model iyileştirme, yeni katmanlar ekleme, model ayarlama |

* 1. **Araştırma Olanakları**

.

**ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (\*)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Kuruluşta Bulunan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli**  (Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat, vb.) | **Projede Kullanım Amacı** |
| Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi'nde bitki yetiştirme tesisi kurulacak, | Sınıflandırma için kullanılacak olan veri toplama elde edilecektir |
| Bilgisayar laboratuvarları (Bilgisayar, kamera sistemi, deney seti, aydınlatma) | Bilgisayar laboratuvarları RGB kamera ile fotoğraf çekmek ve yapay zekâ modeli geliştirmek amacıyla kullanılacaktır. |

1. **YAYGIN ETKİ**

**ARAŞTIRMA ÖNERİSİNDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ TABLOSU**

|  |  |
| --- | --- |
| **Yaygın Etki Türleri** | **Önerilen Araştırmadan Beklenen Çıktı, Sonuç ve Etkiler** |
| **Bilimsel/Akademik**  (Makale, Bildiri, Kitap Bölümü, Kitap) | Yayınlar ve Sunumlar, Yeni Tarımsal Yapay Zekâ Modelleri, Eğitim Kaynakları |
| **Ekonomik/Ticari/Sosyal**  (Ürün, Prototip, Patent, Faydalı Model, Üretim İzni, Çeşit Tescili, Spin-off/Start- up Şirket, Görsel/İşitsel Arşiv, Envanter/Veri Tabanı/Belgeleme Üretimi, Telife Konu Olan Eser, Medyada Yer Alma, Fuar, Proje Pazarı, Çalıştay, Eğitim vb. Bilimsel Etkinlik, Proje Sonuçlarını Kullanacak Kurum/Kuruluş, vb. diğer yaygın etkiler) | Çiftçiler için Yabancı Ot Tespit Sistemi, Araştırma veri tabanı, Sürdürülebilir Tarım, Uzun vadede bu, sürdürülebilir tarım tekniklerini teşvik edecek, mahsul verimini artıracak ve pestisit kullanımını azaltacaktır. |
| **Araştırmacı Yetiştirilmesi ve Yeni Proje(ler) Oluşturma**  (Yüksek Lisans/Doktora Tezi, Ulusal/Uluslararası Yeni Proje) | Farklı disiplinlerdeki danışmaların desteğiyle, çok disiplinli ortamlarda çalışmaya yatkın ve bu ortamlarda etkili bir şekilde iş birliği yapabilen araştırmacıların yetiştirilmesine olanak sağlayacaktır. Ayrıca doktora ve yüksek lisans tezleri için önemli bir adım olacaktır. |

**5. BÜTÇE TALEP ÇİZELGESİ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Bütçe Türü** | **Talep Edilen Bütçe Miktarı (TL)** | **Talep Gerekçesi** |
| **Sarf Malzeme** | 2000 | Sunulan çalışmada saksı, azotlu gübre, patates tohumu kullanılacak yabancı otlar ve patates yetiştirilmesinde kullanılacak diğer malzemeler. |
| **Makina/Teçhizat (Demirbaş)** | 5000 | Fotoğrafların depolanacağı ve aktarılacağı harddisk, flaş bellek ve dönüştürücü kablo alınacaktır. |
| **Hizmet Alımı** |  |  |
| **Ulaşım** |  |  |
| **TOPLAM** | 7000 |  |

**6. BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR**

|  |
| --- |
| Çalışmanın üç faklı disiplinde eğitim gören öğrenci tarafından yürütülmesi ve çalışmaya her disiplinden danışmanın katkı vermesi problemin hep açısını daha sağlıklı ele alınmasını sağlarken öğrencilerin çok disiplinli ekipte çalışmasına örnek olacaktır. Projemizde yer alan araştırmacılar: Biyosistem Mühendisliği bölümünden Abass Issaka MOHAMMED ve Fatma Azra SAVAŞ, Bilgisayar Mühendisliği bölümünden Sıla AYDIN, Tarımsal Genetik Mühendisliği bölümünden Fatih Alperen GILIÇ. Projenin Danışmanı Biyosistem Mühendisliği bölümünden Doç. Dr. Zeynep ÜNAL olup, Yabancı Ot konusunda bize uzmanlığı ile Doç. Dr. Khavar JABRAN, Derin Öğrenme konusunda uzmanlığı ile Dr. Öğr. Üyesi Hakan AKTAŞ destek olacaktır. |

**7. EKLER**

**EK-1: KAYNAKLAR**

* **Alebrahim, M., Majd, R., Rashed Mohassel, M., Wilcockson, S., Baghestani, M., Ghorbani, R., & Kudsk, P. (2012, December).** Evaluating The Efficacy Of Pre- And Post-emergence Herbicides For Controlling Amaranthus Retroflexus L. And Chenopodium Album L. In Potato. *Crop Protection*.
* **Barbaś, P., Pietraszko, M., Pszczółkowski, P., Skiba, D., & Sawicka, B. (2023).** Assessing Phytotoxic Effects Of Herbicides And Their Impact On Potato Cultivars In Agricultural And Environmental Contexts. Agronomy, 14(1), 85.
* **Bouguettaya, A., Zarzour, H., Kechida, A., & Taberkit, A. M. (2022)**. Deep Learning Techniques To Classify Agricultural Crops Through UAV Imagery: A Review. *Neural Computing And Applications*, *34*(12), 9511-9536.
* **Bülbül, M., & Tanrıvermiş, H. (2007)**. An Analysis Of The Potato Production And Marketing System And Evaluation Of Development Trends In Turkey. In Potato Production And Innovative Technologies (Pp. 44-63). Wageningen Academic.
* **Dramé, K., Mougin, F., & Diallo, G. (2016).** Large Scale Biomedical Texts Classification: A Knn And An Esa-based Approaches. Journal Of Biomedical Semantics, 7, 1-12.
* **Guo, F., He, Y., & Guan, L. (2017, November)**. RGB-D Camera Pose Estimation Using Deep Neural Network. In 2017 IEEE Global Conference On Signal And Information Processing (Globalsip) (Pp. 408-412). Ieee.
* **Gupta, S. D., Ibaraki, Y., & Trivedi, P. (2014).** Applications Of RGB Color Imaging In Plants. Plant Image Anal. Fundam. Appl, 41, 22.
* **Hasan, A. M., Sohel, F., Diepeveen, D., Laga, H., & Jones, M. G. (2021)**. A Survey Of Deep Learning Techniques For Weed Detection From Images. Computers And Electronics In Agriculture, 184, 106067.
* **Jabran, K., Ahmad, T., Siddiqui, A. O., Üremiş, İ., & Doğan, M. N. (2023)**. Weed Management In Potato. In Potato Production Worldwide (Pp. 121-131). Academic Press.
* **Haq, S. I. U., Tahir, M. N., & Lan, Y. (2023).** Weed Detection In Wheat Crops Using Image Analysis And Artificial Intelligence (AI). Applied Sciences, 13(15), 8840.
* **Kart, M. Ç. Ö., Abay, C. F., Güngör, S., & Özer, Z. (2017)**. Seed Supply And Seed Preferences Of Potato Farmers: Nigde Central And Izmir Odemis Provinces. Seed, 17(2).
* **Ketkar, N., Moolayil, J., Ketkar, N., & Moolayil, J. (2021)**. Convolutional Neural Networks. Deep Learning With Python: Learn Best Practices Of Deep Learning Models With Pytorch, 197-242.
* **Kulkarni, A. H., & Patil, A. (2012).** Applying image processing technique to detect plant diseases. International Journal of Modern Engineering Research, 2(5).
* **Larkin, R. P., & Halloran, J. M. (2014)**. Management Effects Of Disease-suppressive Rotation Crops On Potato Yield And Soilborne Disease And Their Economic Implications In Potato Production. American Journal Of Potato Research, 91, 429-439.
* **Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015)**. Deep Learning. Nature, 521(7553), 436-444.
* **Li, Y., Al-sarayreh, M., Irie, K., Hackell, D., Bourdot, G., Reis, M. M., & Ghamkhar, K. (2021).** Identification Of Weeds Based On Hyperspectral Imaging And Machine Learning. Frontiers In Plant Science, 11, 611622.
* **Mushinskiy, A., Saudabaeva, A., Panfilov, A., Pronko, N., & Vasilyeva, T. (2024)**. Study Of Weeds And Field Plants Of Vegetable Crops Using The Example Of Common Potatoes. In BIO Web Of Conferences (Vol. 126, P. 01033). EDP Sciences.
* **Neupane, B., Horanont, T., & Hung, N. D. (2019)**. Deep Learning Based Banana Plant Detection And Counting Using High-resolution Red-green-blue (RGB) Images Collected From Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Plos One, 14(10), E0223906.
* **Rakhmatulin, I., Kamilaris, A., & Andreasen, C. (2021)**. Deep Neural Networks To Detect Weeds From Crops In Agricultural Environments In Real-time: A Review. Remote Sensing, 13(21), 4486.
* **Rodriguez, J., Lizarazo, I., Prieto, F., & Angulo-morales, V. (2021)**. Assessment Of Potato Late Blight From Uav-based Multispectral Imagery. Computers And Electronics In Agriculture, 184, 106061.
* **Tang, D., Jia, Y., Zhang, J., Li, H., Cheng, L., Wang, P., ... & Huang, S. (2022).** Genome Evolution And Diversity Of Wild And Cultivated Potatoes. Nature, 606(7914), 535-541.
* **Taşçı, L. (2016)**. Hatay İlinde Yetişen Solanaceae Familyasına Giren Bitki Türlerinde Zararlı Güve (Lepidoptera) Türlerinin Ve En Yaygın Olan Türün Popülasyon Gelişiminin Belirlenmesi. Hatay: T.C. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
* **TÜİK, (2020a).** Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. [Https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Medas/?Kn=92&locale=tr](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr) (Erişim Tarihi: 01 Kasım 2024)
* **Ünal, Z., Kızıldeniz, T., Özden, M., Aktaş, H., Vd. (2023).** Derin Öğrenme Teknikleri Ile Elmada (Granny Smith) Kusur Tespiti. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(4), 1119-1129.
* **Wang, H., Yang, Q., Ferdinand, U., Gong, X., Qu, Y., Gao, W., ... & Liu, M. (2020)**. Isolation And Characterization Of Starch From Light Yellow, Orange, And Purple Sweet Potatoes. International Journal Of Biological Macromolecules, 160, 660-668.