TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

TARIM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPOR

ŞABLONU

TAKIM ADI

VECHÜR

PROJE ADI

YAPAY ZEKA DESTEKLİ GÖRÜNTÜ İŞLEME İLE BİTKİ VE HASTALIK ANALİZİ

BAŞVURU ID

429725

İÇERİK

1. Proje Özeti (Proje Tanımı) ---------- 3

2. Problem / Sorun ---------- 3

3. Çözüm ---------- 4

4. Yöntem ---------- 4

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü ---------- 7

6. Uygulanabilirlik ---------- 7

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması ---------- 8

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) ---------- 9

9. Riskler ---------- 9

10. Referans / Kaynaklar ---------- 11

1. Proje Özeti / Proje Tanımı

Proje kapsamında ekim arazilerinde harcanan zaman ve kullanılan pestisitin azaltılması için bitki sağlık analizinin yapılabileceği ve sonuçların incelenebileceği haritalandırma sistemlerini çevrimiçi ve çevrimdışı kullanılabilecek arayüz geliştirilecektir. Kullanılacak olan analiz yöntemleriyle, multispektral görüntüler kullanılarak bitkinin sağlık durumunu ve görüntü işleme destekli yapay zeka sistemleri ile bitkiye etki eden hastalık çeşidi tespit edilecektir. Yapılan analizler sonucunda üreticinin ekim arazisini kontrol edebileceği haritalandırma sistemleri geliştirilecektir. Üreticinin haritaları incelemesinden sonra hastalık türüne göre kullanılacak olan arındırma, ilaçlama, sulama vb. müdahale tipi sistem tarafından belirlenecektir.

1) Panorama görüntülerinin oluşturulması arazinin bir bütün olarak gözlemlenmesini sağlamaktadır. Elde edilen arazi görüntüsü ile mısır bitkisi üzerinde var olan anomaliler detaylıca incelenebilecektir. Panorama görüntülerinin oluşturulması Python programla dili ile OpenCV kütüphanesinin stitching algoritmaları kullanılarak oluşturulacaktır.
2) Multispektral görüntülerde bulunan yakın kızılötesi(YKÖ) ve kırmızı(K) kanalları kullanılarak NDVI kat sayısı hesaplanır. Bu hesaplama (YKÖ-K)/(YKÖ+K) şeklindedir. Sakarya bölgesinde ki sağlıklı(yeşil), stresli(sarı) ve ölü(kahverengi) mısırlar için elde edilen katsayılar ile haritalar oluşturulacaktır.
3) Mısır bitkisine ait RGB görüntüler önceden eğitilmiş Mask-R CNN sinir ağı ile mısırda bulunan hastalıklar tespit edilecektir.
4) Kullanıcı tarafından oluşturulacak uçuş güzergahından elde edilen konum bilgileri doğrusunda panorama görüntüsü boyunca konum ızgaraları oluşturulacaktır. Böylece hastalıklı veya stresli bölgelerin konum bilgisi elde edilecektir.
5) Kullanıcının uçuş güzergahını oluşturacağı ve İHA ile elde edilen görüntülerin yükleneceği ve işleneceği arayüz sistemi oluşturulacaktır. Elde edilen sağlık ve stres haritaları gözlemlenebilecek ve ilaçlama İHA'sı kullanarak otonom ilaçlamaların gerçekleştirileceği uçuş güzergahı oluşturulacaktır.

2. Problem / Sorun

Projenin yapılmasını gerekli kılan temel sorun; mahsul analizinin yeterince yapılmamasından dolayı ekim alanında karşılaşılabilecek salgın hastalıklar ve haşerelerin geç tespit edilmesi ile üretim miktarında %60 hatta %100'e varan kayıplar yaşanabilmektedir. Günümüzde var olan analiz uygulamaları incelendiğinde, ekim alanına ait yalnızca stres haritaları çıkartılarak anomalilere çözüm üretilmeye çalışıldığı görülmektedir. Ancak bu uygulamalar bitkinin sağlık durumu hakkında bilgi verirken hastalığın tam olarak sebebini verememektedir.

Mısır bitkisine ait stres durumu incelenerek analiz sonrası ilaçlama sistemleri yalnızca arazide ki stresli bölgelere uygulanan ilaç dozunu değiştirmeye olanak sağlamaktadır.

Bitkiye etki eden hastalığın sebebinin tespit edilmesi için elde edilen görüntülerin veya sahanın kişilerce incelenmesi gerekmektedir. Bu süreç büyük araziler için zaman kaybını ve hata payını arttırmaktadır.

3. Çözüm

Piyasada var olan multispektral analiz yöntemleri ile yalnızca mısırın stres durumunu hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Proje kapsamında mısıra nüfuz eden hastalık veya haşerelerin bitki üzerindeki etkisi yapay zeka destekli görüntü işleme yöntemleriyle algılanacaktır. Analizler sonucunda oluşturulan haritalar yardımıyla bölgenin hastalık türünün öğrenilerek ilaçla müdahale edilebilecek bölgeler için kullanılacak ilaç seçilecektir, ilaçla müdahale edilemeyecek bölgelerde hastalıkların yayılmasının önüne geçmek amacıyla üretici bilgilendirilecektir. Ayrıca mahsul hasat edildikten sonra diğer ekilen ürüne zarar verebilecek hastalığın konumları da oluşturulan hastalık haritaları ile gözlemlenebildiğinden ekim öncesinde bile önlemlerin alınması sağlanacaktır.

Tespit edilen hastalıklı bölgeler için İHA ile otonom olarak ilaçlanması için uçuş güzergahı oluşturulacaktır. Böylece bölgesel ilaçlama yapılarak ilaçtan tasarruf sağlanacaktır.

Mısır bitkisinde yaygın olarak görülen "mısır rastığı" ve "mısır yaprak yanıklığı" hastalıklarının tespit edilmesi için İHA ile görüntüler toplanacaktır. Veri seti oluşturulurken bulutlu, parçalı bulutlu, güneşli, gün doğumu ve gün batımı gibi farklı ışık seviyelerinde görüntüler elde edilecektir. Farklı iklim bölgelerinde yetiştirilen mısırların yaprak rengi ve etki eden hastalıkların çeşitliliği değiştiğinden Sakarya bölgesindeki mısır üreticileri ile çalışılacaktır. Bu yüzden sinir ağının performansının ölçülmesi için Sakarya'da bulunan mısır arazileri üzerinden geliştirilmeler ve testler yapılması planlanmaktadır. Daha sonrasında elde edilen veriler temel gürültü ekleme işlemleri ile çoğaltılacak ve sinir ağı eğitilecektir. Daha sonra testler ve uygulamalar yapmak için görüntüleri elde edilen arazinin Mask-R CNN sinir ağı ile incelenerek hastalıklı bölgelerin tespiti sağlanacaktır. Tespit edilen her hastalık için bölgesel ilaçlamaların yapılacağı uçuş güzergahları oluşturulacaktır.

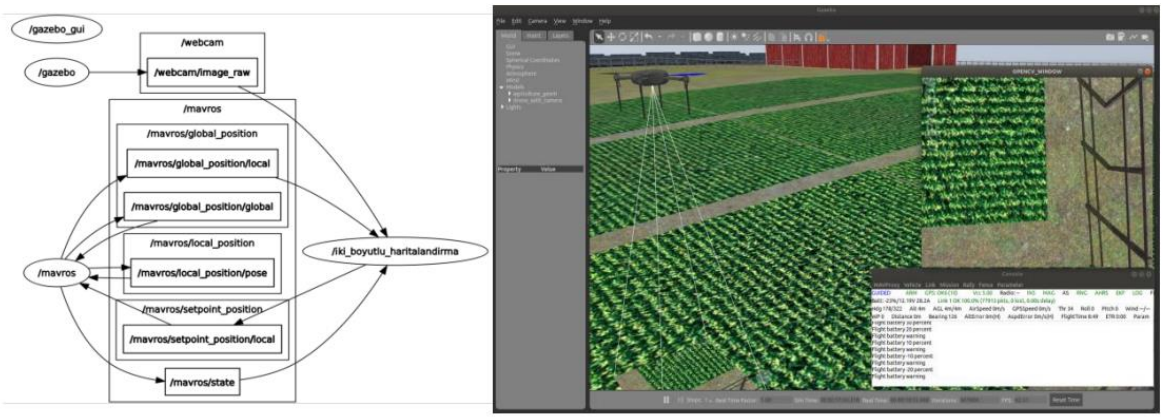
4. Yöntem

4.1. 2B Haritalandırma

Projede geliştirilen İHA üzerinden elde edilen fotoğrafların panorama fusion işlemleri uygulanarak birleştirilmesi sayesinde ekim alanına ait 2B haritalar oluşturulmaktadır. Bu işlem bazı alt sistemlerin bir arada çalışması sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu alt sistemler; 1. Kullanılan kamera açısı ve görev irtifasına uygun bir şekilde harita üzerinden sınırları belirtilen alanı tarayacak yol noktaları atanması, 2. gereken mesafe adımlarında fotoğrafları yakalama işlemi, 3. kaydedilen fotoğrafların image fusion veya panorama fusion teknikleri ile birleştirilerek yüksek çözünürlüklü tarla panorama görüntüsünün oluşturulması,[1][8] görevlerini gerçekleştirecek yazılımlardır. Panorama görüntüsünün oluşturulma işlemini gerçekleştirecek yazılımların oluşturulup geliştirilmesi ve kabul edilebilir derecede doğru çalışmasını sağlamak üzere Ros gazebo arayüzlerinde simülasyon ortamı hazırlanmıştır. Paketleri ve eklentileri oturmuş bir sürüm olduğu için ROS Melodic versiyonu kullanılmıştır.[2] Öncelikle haritalandırma işlemini gerçekleştirmek üzere projenin konusu olan mısır bitkisinin ekim alanı simülasyon ortamında modellenmiştir. Ros ortamında kullanılan hector quadrotor paketlerinde var olan İHA modelinin sdf dosyaları isteğe göre dizayn edilip haritalandırma yapabilecek kabiliyetler İHA'ya simülasyon

ortamında kazandırılmıştır. Ardupilot-ROS bağlantısını oluşturmak üzere SITL yazılımları kullanılmış ve İHA simülasyon ortamında girilen koordinatlara göre otonom uçuş gerçekleştirebilir hale gelmiştir.[3] Opencv kütüphaneleri otonom yazılım algoritması içerisinde kullanılmak üzere eklenir ve tarla fotoğrafları waypointler ile birlikte kaydedilir. Kaydedilen fotoğrafların GPS noktaları kullanılarak yakınlık ilişkisi tespit edilir ve image fusion teknikleri ile tarlanın tek bir fotoğraf halinde haritası çıkarılır.

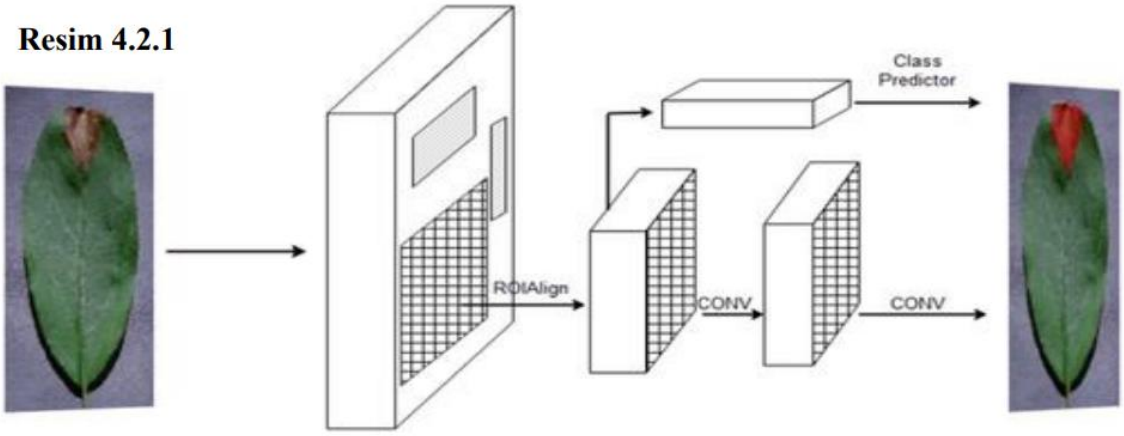
ROS ortamında geliştirilen algoritmalar gerçek dünya koşulları altında test edilecek ve gerekli geliştirmeler yapılacaktır.



4.2. Yapay Zeka

Tarladaki verimin arttırılması için öncelikle anomalilerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle görüntü işleme ve yapay zeka kullanılarak ürünlerdeki hastalıklar tespit edilecektir. Küçük objelerde yüksek tahmin doğruluğuna sahip sinir ağı kullanılması tespit işlemin gerçekleştirilmesi için büyük önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda küçük objeleri tespit edebilen ve doğruluk oranı yüksek olan Mask-R CNN yapısı kullanılacaktır. Hastalıkların tespiti için önceden elde edilmiş hastalık verileri ile sinir ağının ağırlıklarının oluşturulması gerekmektedir. Böylece ürün üzerindeki en küçük hastalıklar tespit edilerek sağlık haritası oluşturulur. Resim 4.2.1'de görüldüğü üzere elma yaprağındaki anomaliler Mask-R CNN yapısıyla tespit edilmiştir. Tüm hastalık çeşitlerinin tespiti ve yapay zeka ile oluşturulan tahminlerin doğruluğu için veri kümesi genişletilme çalışmaları yürütülmektedir. [4]

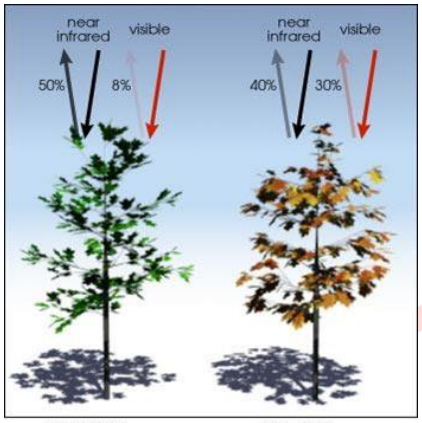
Resim 4.2.1



Mısır bitkisine ait; mısır rastığı, mısır yaprak yanıklığı gibi belirtilerin bulunduğu

görsellerin yanında sağlıklı yaprak görselleri de kullanılarak Mask-R CNN yapay sinir ağı eğitilmiştir. Mısır yaprak yanıklığı hastalığı görselleri içinden seçilmiş resimler kullanılarak sinir ağının test edilmesi sonucunda %90 mAP değerine ulaşıldığı görülmüştür.

4.3. NDVI ile Stres Analizi



$$\frac{(0.50 - 0.08)}{(0.50 + 0.08)} = 0.72 \qquad \frac{(0.4 - 0.30)}{(0.4 + 0.30)} = 0.14$$

NDVI DENKLEMİ	
$NDVI = \frac{(NIR\text{-}VIS)}{(NIR + VIS)}$	NIR = YAKIN KIZIL ÖTESİ VIS = GÖRÜNÜR KIRMIZI

İHA yardımıyla mahsul takibi işleminin yapılabilmesi için NDVI sensörünü kullanılacaktır. Tarım arazisi üzerinde keşif yapmak için sefer gerçekleştiren ZİHA mevcut olması halinde anomalileri tespit etmektedir. En önemli faydası ise göz veya araç ile ulaşılamayan alanları İHA ve NDVI teknolojisi ile çok rahat analiz edebilmesidir. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index):Bitkiler fotosentez işlemi esnasında güneşten gelen elektromanyetik enerjinin kırmızı ışığa karşılık gelen kısmı kullanırlar. NDVI değerinin yüksek olduğu alanlarda sağlıklı bitki örtüsü fazladır, düşük olduğu bölgelerde çok azdır ya da yoktur. Öte yandan canlı bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlar, yakın kızılötesi elektromanyetik enerjinin yansımasını kaydeden bir uzaktan algılama sisteminde yansıtım dolayısıyla yüksek dijital değerlere sahip olacaktır. Kırmızı ve yakın kızılötesi bantları kullanan NDVI, sağlıklı bitki örtüsü analizinde en sık kullanılan indislerden biridir. Normal kameralar sadece kırmızı, yeşil ve mavi renkleri algılarken NDVI sensörleri bu renkleri ve tüm karışım kombinasyonlarını algılayabilir. Bu nedenle, canlı bitkiler, near-infrared (yakın kızılötesi yani **NIR**) kameralarda daha parlak görünür. Bitki yapraklarında bulunan klorofil, fotosentezde kullanılmak üzere görünebilir ışığı (visible light **VIS**) (0,4-0,7 µm) güçlü bir şekilde emer. Yaprakların özel hücre yapısı ise yakın kızılötesi ışığı güçlü bir şekilde yansıtır (0,7 ila 1,1 µm). Sonuç olarak bir bitkinin ne kadar çok yaprağı var ise , ışık dalga boyları o kadar fazla etkilenir.[5] Bu bilgiler ışığında NDVI şu şekilde hesaplanmaktadır:

Yakın kızılötesi dalga boylarını algılayan sensörler kullanılarak ekim alanının ortomozaik haritası oluşturulur. NDVI hesaplamaları kullanılarak ekim alanının bölgesel ilaçlama haritası oluşturulur.

Ardından stres haritası NDVI sensöründeki verilerin işlenmesiyle elde edilerek stres haritası oluşturulacaktır. [6][7]

Hastalık verileri Mask-RCNN yapısıyla işleme tabi tutularak sonuçlandırılacak ve çiftçinin hastalıklı bölgeleri teftişi için hastalık haritası

oluşturulacaktır.

Çiftçinin tespitleri doğrulaması ardından ilaçlar hazneye yükleyerek sisteme bildirmesi gereklidir. Böylece hastalık için çözüm olacak ilaç yalnızca ilgili bölgeye sıkılacak olup verimin artması tasarrufun sağlanacaktır.

NDVI DEĞER ARALIĞI	
Değer	Bitki Örtüsü Durumu
<0	Ölü bitki, yol, bina
0 --> 0.33	Sağlık durumu kötü bitki örtüsü
0.33 --> 0.66	Sağlıklı bitki örtüsü
0.66 --> 1	Çok sağlıklı bitki örtüsü

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Piyasada var olan multispektral analiz yöntemleri ile yalnızca mısırın stres durumunu hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Proje kapsamında mısıra nüfuz eden hastalık veya haşerelerin bitki üzerindeki etkisi yapay zeka destekli görüntü işleme yöntemleriyle algılanacaktır. Analizler sonucunda oluşturulan haritalar yardımıyla bölgenin hastalık türünün öğrenilerek ilaçla müdahale edilebilecek bölgeler için kullanılacak ilaç seçilecektir, ilaçla müdahale edilemeyecek bölgelerde hastalıkların yayılmasının önüne geçmek amacıyla üretici bilgilendirilecektir. Ayrıca mahsul hasat edildikten sonra bir sonraki ürüne zarar verebilecek hastalığın konumları da oluşturulan hastalık haritaları ile gözlemlenebildiğinden ekim öncesinde bile önlemlerin alınması sağlanacaktır.

Yapay Zeka ile analiz

Mısır bitkisine etki eden mısır rastığı ve mısır yaprak yanıklığı hastalıkları tespit edilecektir. Yalnızca NDVI analiz kullanılarak hastalıkların çeşidi tespit edilememektedir. Hastalıkların geç tespiti ile mısır bitkisinin üretiminde etkili olan mısır rastığı elde edilen ürünü %41 oranında azaltırken mısır yaprak yanıklığında ise %50 oranda azaltmaktadır. Hastalıklar mısır bitkisinin genç döneminde tespit edilirse hastalıklardan kaynaklı zarar %50-70 oranında azaltılması planlanmaktadır.

Haritalandırma

Mısır bitkisine etki eden stres ve hastalıklar tespit edilerek konumsal bilgileri sistem tarafından harita üzerine yerleştirilecektir. Böylece üretim sahasına etki eden mısır rastığı ve yaprak yanıklığı hastalıklar gözlemlenerek hastalıkların neden olduğu zarar %50-70 oranında azaltılması planlanmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Proje kapsamında ekim arazilerinde harcanan zaman ve kullanılan pestisitin azaltılması için bitki sağlık analizinin yapılabileceği ve sonuçların incelenebileceği haritalandırma sistemlerini çevrimiçi ve çevrimdışı kullanılabilecek arayüz geliştirilecektir. Kullanılacak olan analiz yöntemleriyle, kızılötesi görüntüler kullanılarak bitkinin sağlık durumunu ve görüntü işleme destekli yapay zeka sistemleri ile bitkiye etki eden hastalık çeşidi tespit edilecektir. Hastalık türüne göre kullanılacak olan arındırma, ilaçlama, sulama vb. müdahale tipi sistem tarafından belirlenecektir.

Üretilen arayüz programı analizler sonucu elde edilen sağlık panorama görüntülerinin incelenmesine olanak sağlayacaktır. Kullanıcı bölgenin daha detaylı görüntülenmesi isterse bölgeye ait RGB ham görüntü sunulacaktır. Arayüze entegre edilen yapay zeka sistemi ile

kullanıcı ekim arazisinde gezmek için vakit kaybı yaşamadan hastalıklı bölgeleri gözlemleyebilecektir. Hastalıklı bölgelerin arayüz programından incelenmesiyle bitkiye nüfuz eden hastalıklar teşhis edildiğinden hastalığa karşı alınacak önlemin süresi kısalacaktır. Ayrıca analizler sonucu uygulanan yöntem sonrasındaki analizlerde yöntemin hastalıklar üzerindeki etkisini gözlemleyebilecektir. Ekim arazisinin belirli periyotlarla analiz edilerek üretime %15-20 katkı sağlanması planlanmaktadır.

Projenin ticari bir ürüne dönüştürülmesi için şu anda TÜBİTAK BIGG ve Teknofest Girişim programlamlarını başvurulmuştur. Ayrıca firmalar ile ortak çalışma, ortak proje üretimi vb. durumlar için görüşmeler devam etmektedir. Başvurular neticesinde olası bir firma kurulma hedeflenmektedir. Kurulan firmanın ticari beklentileri ve sürdürülebilirlik planları hakkında aşağıda bilgi verilmiştir.

1.-2. YIL - AR-GE ÇALIŞMALARININ YÜRÜTÜLMESİ

Analiz sistemlerinin kullanılabilir duruma getirilmesi için SAKARYA bölgesinde bolca bulunan mısır üreticileri ile anlaşmalar yapılarak AR-GE faaliyetleri için test ve çalışma ortamı oluşturulacaktır. Bu süreçte sistemlerin kullanılabilir hale gelmesi ardından projeye düzenli gelir sağlamak adına ZİHA ile üreticilerin ekim arazisinde ilaçlama ve analiz çalışmaları yapılarak dönüm başına gelir elde edilmesi planlanmaktadır.

3.-4. YIL ÜRÜN KULLANIMININ YAYGINLAŞTIRILMASI

Elde edilen sermayenin artmasıyla Sakarya dışındaki kullanıcıları kazanmak için çevrimiçi ortamda analizlerin
gerçekleştirileceği sunucu sistemi oluşturulacaktır. Çevrimiçi sistemin fiyatlandırılması aylık yıllık olarak düzenlenerek satışa çıkarılacaktır.

Mısır bitkisine etki eden diğer haşere, virüs ve hastalıkların tespiti için çalışmalar yapılarak sistemin kullanım etkisini artırarak daha fazla kullanıcı elde edilmesi planlanmaktadır.

Toprak analizinin gerçekleştirilmesi ile ekim öncesi ve ergin zamana ulaşıncaya kadar gerekli mineral ve su miktarlarının bölgesel olarak gözlemlenmesi ayrıca mısır gibi bitkilerin ergin döneme ulaşana kadar yabancı otlardan zarar görmemesi için bölgede bulunan yabancı otların tespit edilmesi sağlanacaktır.

Mısır dışındaki ürünlerin analiz edilebilmesi için yapay zeka ve multispektral sistemlerin geliştirilerek yurt dışı ve yurt içi müşteri hedef kitlesinin artması ve abonelik türlerinin çoğaltılması (bireysel üyelik, kurumsal üyelik).

5.YIL KÜRESEL ÇAPTA YAYGINLAŞMA

Sistemlerin kullanılmasını yaygınlaştırmak için bayilikler oluşturularak İHA'sı bulunmayan üreticilerin ekim arazisi analiz edilecektir. Böylece farklı bölgelerde bulunan üreticilerin kazançlarının arttırılması sağlanacaktır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje ağırlıklı olarak yazılım ve AR-GE üzerine olduğundan dolayı maliyet çokça personel maaşına gidecektir. Projede görüntü işleme ve yapay zeka işlemleri olduğundan kullanılması gereken bilgisayarlarda önem arz etmektedir. Bilgisayarların işlemci ve ekran kartı kapasitelerinin yüksek olup görüntülerinin hızlı ve doğru işlenebilmesi gerekmektedir. Bu yüzden proje kapsamında alınması gereken bilgisayarlarda bütçeyi arttıracaktır. Projenin üretim aşamasına gelindiğinde, prototiplemede oluşan ürünün maliyetininin azaltılması hedeflenmektedir.

7.1 Proje Takvimi

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Havadan görüntüleme ve analiz yöntemleri sayesinde stresli veya hastalıklı bölgelerin takibi kolayca yapılmaktadır büyük ekim alanına sahip çiftçilere arsa hakimiyetini sağlamaktadır.

Halihazırda yapılması hedeflenen proje mısır bitkisi üzerine olduğu için mısır yetiştiriciliğine, haritalandırma yapıldığı için ziraat mühendislerine hitap etmektedir. Bir sonraki aşamada farklı bitkiler üzerinde uygulanabilecek olan bu proje ilgili bitkiye ait verilerin toplanmasıyla daha geniş kullanım alanına sahip olacaktır.

Ziraat mühendislerinin genel olarak tarla ile ilgili ölçümleri araçla veya yaya olarak yapması hava aracına göre meşakkatlidir. Bunun yanında yapılan ölçümlerdeki hata payının yüksek olmasının ve ölçümlerin tekrarlanmasının maliyet ve zaman açısından kayıplara neden olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca mısır yetiştiricileri tarlada kara aracı ile gözlem yaparken mısır bitkisinin sıklığından dolayı zorluklar ile karşılaşmaktadırlar. Bölgesel ilaçlama yerine diğer yöntemlerle tüm mahsul alanını ilaçladıkları için ilaç israfının söz konusu olduğunu belirtmektedirler.

9. Riskler

Projenin mevcut durumu değerlendirilerek gelecekte proje için risk oluşturabilecek unsurların tespit edilmesi ve bunlara karşı gerekli cevapların hazırlanması hedeflenmektedir. Proje kapsamının yerine getirilmesi ve proje hedeflerine ulaşılabilmesi için istenmeyen durumların önlenmesi, istenen durumlarında olma olasılığının arttırılması amacıyla bu projede risk yönetimine önem verilmiştir.

9.1. Zamanda Kayma Olması

Projenin başlangıcından final sunumu aşamasına kadar ön değerlendirme ve detaylı tasarım raporlarının teslim tarihi de dahil olmak üzere tüm iş paketlerinin belirli bir plana dayalı yürütülmesi ve ilgili tarihlere uyulması gerekmektedir. Projede üretilmesi ve geliştirilmesi hedeflenen sistemlerin planlanan sürede yetiştirilememesi durumunda ciddi sorunlar ile karşılaşılmaktadır. Bu sorunların başında projenin ilgi görmemesi ve yeterli desteğin alınamaması gelmektedir. Projede zaman ile ilgili önlem alınması gereken durumların bazıları şunlardır:

- Planlamada yapılan hatalar nedeniyle zaman yönetiminin yapılamaması,
- Araştırma-Geliştirme birimlerinin karşılaştığı teknik sorunların sebep olduğu gecikmeler,
- Tasarlanan prototipin üretiminde kullanılan alt birimlerin ve aletlerin tedarikinde yaşanan gecikmeler.

9.2. Ürün Gereksinimlerine Ulaşılamaması

Projede geliştirilen alt sistemlerin ve yazılımların fikir boyutundan gerçekleme boyutuna getirilmesi, ilerleyen süreçte izlenmesi gereken adımların daha iyi tespit edilip gerçekçi planlar oluşturulmasına yardımcı olacak bilgi birikiminin edinilmesi açısından oldukça önemlidir. Gerçekleştirilecek ürün prototipinin gereksinimlerine ulaşmadığı durumlardan bazıları şunlardır:

- Haritalandırma hata oranının yüksek olması,
- Yapay zekanın yeterince iyi bir algılama yapamaması,
- NDVI analizinin doğruluk oranının düşük olması,
- Ürün maliyetinin piyasada bulunan benzer ürünler ile rekabet edilemeyecek kadar yüksek olması.

10. Referans / Kaynakça

[1] Panorama fusion https://www.pyimagesearch.com/2018/12/17/image-stitching-with-opencv-and- python/

[2] ROS documantation website http://wiki.ros.org/Documentation

[3] MAVROS documantation
http://wiki.ros.org/mavros NDVI Değerleri
[4] MASK R-CNN Facebook AI Research (FAIR)
https://openaccess.thecvf.com/content_ICCV_2017/papers/He_Mask_R-CNN_ICCV_2017_paper.pdf

[5] Termal Kamera ve NDVI Sensörü Kullanılarak Domatesin Fizyolojik Özelliklerinin Tahminlenmesi https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/676016

[6] Uydu Verilerine Dayali Olarak Bitki Örtüsü Analizi, Bahar 2018, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/510090

[7] UAV/Satellite Multiscale Data Fusion for Crop Monitoring and Early Stress Detection, Haziran 2019, http://dx.doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-715-2019

[8] Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features

https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11263-006-0002-3.pdf

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ