TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

TARIM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPOR

ŞABLONU

TAKIM ADI

AgriSens

PROJE ADI

Seçici Sulama Sistemi (SSS)

BAŞVURU ID

320438

İçindekiler

1. **Proje Özeti / Proje Tanımı** 3
2. **Problem / Sorun** 4
3. **Çözüm** 6
4. **Yöntem** 6
5. **Yenilikçi (İnovatif) Yönü** 11
6. **Uygulanabilirlik** 11
7. **Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)** 13
8. **Riskler** 13
9. **Referans/Kaynakça** 14

1. Proje Özeti / Proje Tanımı

Nüfus artışı, kentleşme ve iklim değişikliği nedeniyle, özellikle tarım üzerinde olmak üzere su kaynakları için rekabetin artması beklenmektedir. Ülkemizde kişi başına düşen yıllık içilebilir su miktarı 1.500 m^3 civarında olmasından dolayı içilebilir su problemi olan ülke konumundayız. Bu sebeple mevcut olan kısıtlı, kullanılabilir su kaynaklarının kullanılması konusunda tasarrufa gidip, kullanım konusunda dikkatli davranıp, özen göstermeliyiz. Özellikle tarımsal sulamada, suyun yeterli ve verimli düzeyde kullanım çok önemlidir. Planlanan bu çalışma çeşitli ürünlerin yetiştirildiği bahçelerde, toprağa ekilen ürünlerin çeşitliliğine uygun olarak her bir ürün için özel bir sulama reformu oluşturmak, su kaynaklarının etkin ve doğru kullanımıyla birlikte üretim verimliliğini artırmak için tarım tesislerindeki yeni yapı entegre veri toplama sistemi ve makine öğrenmesi sistemini sunmaktadır. Farklı ürünler için nesnelerin interneti tabanlı, uzaktan kontrollü ve yapay zekâya dayalı çok katmanlı sistemin tasarımını ve geliştirilmesini sunmaktadır. Çok katmanlı sistem, kırsal ortamlarda bilgi keşfi ve karar verme için kablosuz sensör ağlarından gelen bilgileri yönetir. Akıllı teknolojilerin kullanımı, kırsal sistemlerin verimliliğini ve etkinliğini de artırabilir.

Önerilen çok katmanlı sistem, kırsal bir ortamda gerçekleştirilen faaliyetlerde karar vermek için sensörler tarafından toplanan verileri analiz etmemize olanak tanıyarak ürünlerin sulanmasında en az su kullanımı ile en iyi verimi almayı hedeflemektedir. Su, israf edilmemesi gereken kıt bir doğal kaynak olduğundan, önerilen sistemle ürün çeşidine göre sulama yapılması, canlı veri takibinin yapılması ve tüm bu verilere herhangi bir yerden mobil cihazlar veya bilgisayar üzerinden takibi ve kontrolü amaçlanmaktadır. Bu çalışmada, IoT uygulamaları ile akıllı tarım teknolojilerden yararlanılarak yeni bir tarımsal sulama stratejisi önerilmiştir.

Kablosuz sensör ağ (WSN) tabanlı sistemi ile tüm veriler toplanacaktır. Seçici Sulama Sisteminin (SSS) karar verme mekanizmasına yardımcı olarak, Evapotranspirasyon, sensörlerden ve hava tahminlerinden alınan gerçek zamanlı verilerle toprak nem içeriğinin, bitkinin türü ve katsayısı verileri kullanılmıştır. İstasyon ve sensörlerden gelen tüm veriler Bulut Bilişim sisteminde toplanır ve işlenir (KNIME). Sulamayı kontrol etmek için bir bulanık mantık denetleyicisi (FLC) bu verileri işler ve akıllı ve optimal bir karar verir ve elde edilen veriler NodeMCU işlemcisine gönderilerek suyun geçişine izin veren Selenoid Valflerin kontrolü sağlanır. Sistemde damla sulama yöntemi kullanılacaktır. Çalışmada yer alan cihazların her türlü arazi ortamında çalıştırılması düşünülmüştür. Bu kapsamada proje

kullanılacak olan tüm enerji ihtiyacı yenilenebilir enerji kaynakları (Fotovoltaik) üzerinden sağlanmaktadır.

2. Problem / Sorun

Dünyadaki nüfus artışı, tarımsal alandaki nüfusun azalması, şehirleşmenin artması, iklim değişikliği, içilebilir su ve özellikle tarımsal sulama nedeniyle su kaynakları için rekabetin artması beklenmektedir. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 10 milyarı aşması bekleniyor ve ister şehir yaşamında ister kırsal yaşam olsun, bu nüfusun yaşamını sürdürebilmesi için temel gıda ihtiyacı olacaktır.[1] Gelişmekte olan dünyada gelir artışına eşlik eden daha fazla kalorili yiyecekler ve hazır gıdaların tüketiminin sonucu olarak tarımsal üretimin 2050 yılına kadar yaklaşık %70 oranında artması gerektiği tahmin edilmektedir. [2]

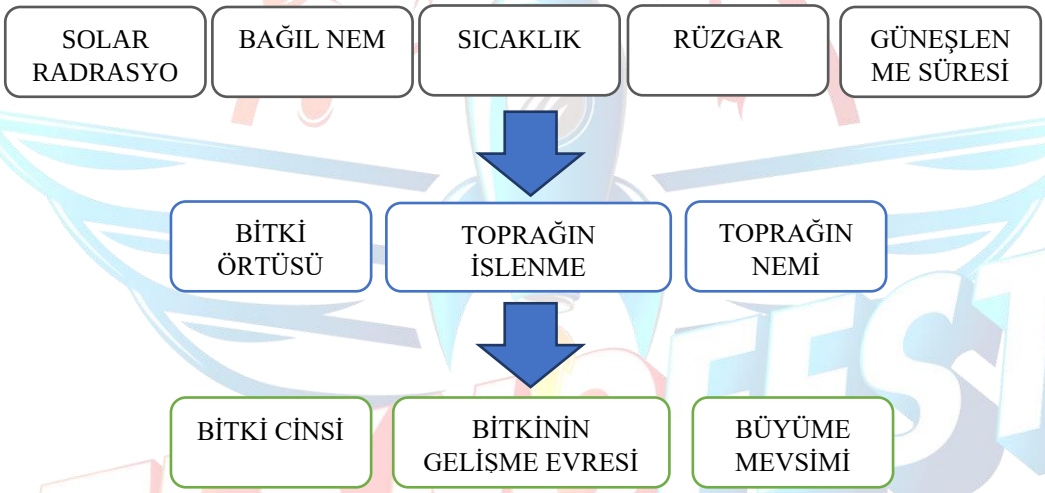
Bununla birlikte, tüm sektörlerin gelecekteki suya olan talebi, özellikle su sıkıntısı çeken bölgelerde, suyun %25 ila %40'ının düşük verimlilik ve istihdam faaliyetlerine yeniden tahsis edilmesini gerektirecektir.[3] Çoğu durumda, bu tür bir yeniden tahsisin, su kullanımındaki yüksek payı nedeniyle tarımdan gelmesi beklenmektedir. Şu anda tarım, küresel olarak çekilen tüm tatlı suların %70'inden fazlasını kullanmaktadır. [4]

Bilinçsiz sulama uygulamaları özellikle tarımsal ihracata dayalı ekonomiye sahip ülkelerin, tarımsal ürünlerde de dışa bağımlı hale gelmelerinin sağlayacaktır. Özellikle bitkilerin ihtiyaçları göz önün de bulundurmadan hepsi için benzer sulama rejimlerinin seçilmesi meyve dönemlerinde verimin düşmesine, hasarlı olmasına neden olmaktadır. Çiçeklenme dönemi içerisinde su eksikliği, yeni oluşan meyvelerde dökülmelere neden olabilir. Örneğin, Domates tohumu hasat zamanı çok sık sulama ise yavaş olgunlaşmaya neden olmaktadır. Topraktaki su dengesinin düzensizliği domateste çatlama meydana getirmektedir. (Resim 1.1)

Resim 1.1. Düzensiz sulama sonucu domateste meydana gelen çatlama

Bir sulama projesi alanında çok sayıda bitki yetiştirilmektedir. Her bir bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarı büyüme mevsimi boyunca farklılıklar göstermektedir. Bundan dolayı her bir bitki için öncelikle bitki su tüketimi değerleri hesaplanarak bitkiye özgü sulama programının oluşturulması gerekmektedir. [5]

Temelde bitki su tüketimi (ET) topraktan ve bitkiden buharlaşmayı ifade etmektedir. Bitkinin su tüketimi periyodik olarak günlük, haftalık sürelerde hesaplanabildiği gibi aylık ve yıllık periyotlarda da hesaplanabilir. Bitki su tüketim bilgisi, kısa süreli bitkinin sulama aralıklarının ayarlanması için kullanılmaktadır. Uzun dönem bitki su tüketim değerlerinden, sulama alanlarındaki ortalama bitki su tüketimlerinin hesaplanması için faydalanılmaktadır.[6] Bu nedenden dolayı da kısa süreli bitki su tüketimi hesapları uzun süreli bitki su tüketim hesaplarından daha kesin sonuçlar verirler. Bitki su tüketimini etkileyen faktörler, (Şekil 1.1)



Şekil 1.1. Bitki su tüketimini etkileyen faktörler

Solar radyasyon, sıcaklık, rüzgar, güneşlenme süresi ve gündüz saatleri artarsa bitki su tüketimi artar. Bağıl nem ile bitki su tüketimi ters orantılıdır. Toprak üst yüzeyinde nem miktarı arttıkça buna bağlı olarak buharlaşma miktarı artacaktır. Toprak üzerinde buharlaşma fazla olduğunda bitki su tüketimi de artacaktır. Bitki geliştikçe yani yaprak terleme yüzeyi arttıkça terleme miktarı da artar. Bununla beraber bitki geniş yaprak yapısından dolayı toprak yüzeyinde daha geniş alanı gölgeleyeceği için topraktan olan buharlaşma miktarı azalır. Yaprak genişliği ve birim alandaki yaprak gözenek sayıları bitki cinslerinde farklılık gösterdiği için bitki su tüketim değerleri de bitki cinslere göre büyük farklılık gözlenir. Bitki su tüketimi büyüme devrelerine göre de değişiklik gösterir. Ekim veya dikimden sonraki devre bitki su tüketimi en az düzeydedir. Vejetatif gelişme ile artmaya başlayan bitki su tüketimi değerleri, vejetatif devrenin

sonunda en yüksek miktara ulaşır. Hasada kadar geçen evrede de bitki su tüketimi gözle görülür şekilde düşer. Büyüme mevsimi uzun olan bitkilerin, bitki su tüketim değerleri, kısa olan bitkilere nazaran daha fazladır.[7]

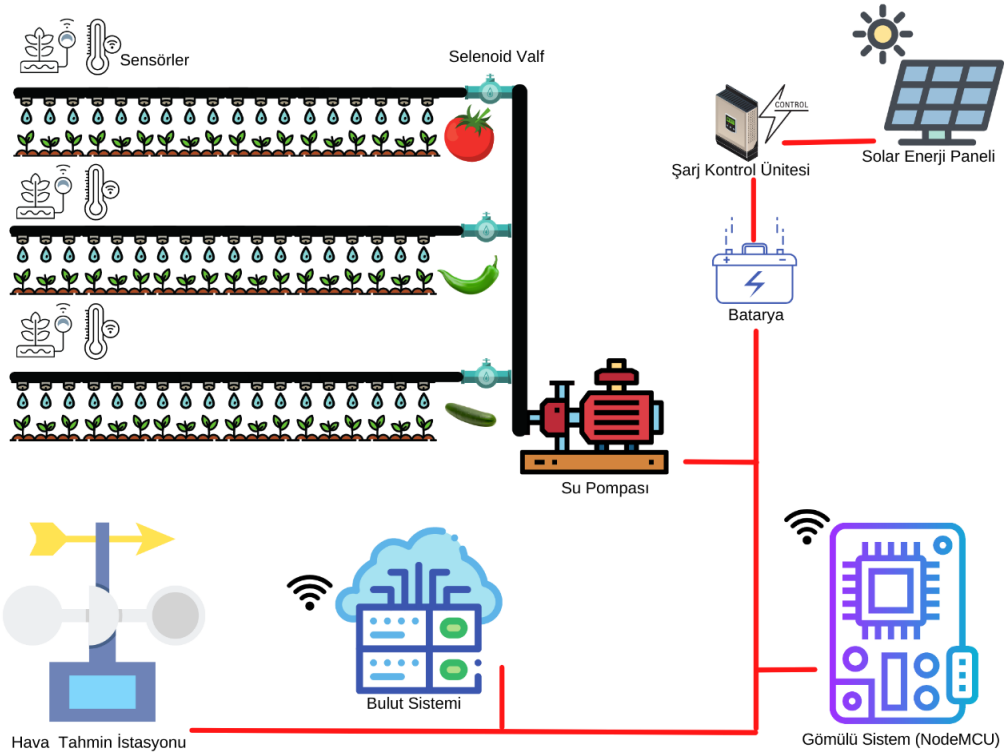
3. Çözüm

Çalışmada en önemli kısımlarında biri olan verilerin toplanması ve bitkiye özgü veri setlerinin oluşturulmasıdır. Verilerin toplanması kablosuzu sensörler aracılığı ile gerçekleştirilecektir. Kablosuz sensör topolojisi, birbirinden farklı sensörler aracılığıyla çevreleri ile etkileşime girebilme, bilgi işleyebilme ve elde edilen verileri kablosuz olarak çevresindeki bağlantı (düğüm) veya internet ortamlarına aktarabilme özelliklerine sahiptir. Bu çalışmada tasarlanan yapı birçok sensörü içinde barındırmaktadır. Sensörler bulundukları ortamlardaki bilgiyi işleyebilen ve topladığı verileri kablosuz olarak sensör düğümüne ve sensör düğümünden gelen verileri bilgisayar ortamında saklayabilen bir sistem üzerine inşa edilecektir. Çalışma da yer alan ve veri toplamak için kullanılacak çeşitli sensörler vardır. Sistemde bir bahçe / tarla üzerinden birçok farklı bitkinin, sensörlerden gelen bilgiye ve bitkinin cinsi ve büyüme (tohum, fide, çiçeklenme vb.) durum verilerini elde edilmesi ve bu verilere dayanarak makine öğrenmesi yoluyla her bir bitkinin kendine has bir şeklide sulanması sağlanmaktadır. Sistemde enerji kaynağı yenilenebilir kaynaklardan sağlanmaktadır.

4. Yöntem

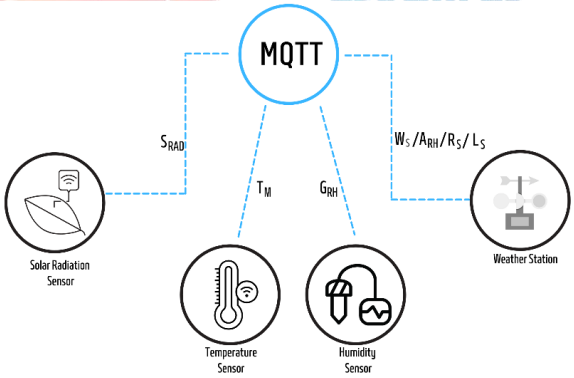
Bu bölüm Seçici Sulama Sisteminin (SSS) tasarım ve uygulama adımlarına genel bir bakış sunar.

Sistemin ana kontrol merkezi Wi-Fi özelliğine sahip ve kablosuz iletişim kurabilmektedir. (Şekil-1.2). Sistem tasarımının yapay zekâ / makine öğrenmesi deneyleri laboratuvar ortamında test edilmektedir. Sistemde su miktarları selenoid valfler aracılığı ile kontrol edilmektedir. Sisteme elde edilene veriler nesnelerin interneti (IoT) MQTT üzerinde bulut sistemde toplanmaktadır. Ve buradan elde edilen veriler ile oluşturulan bulanık mantık algoritmaları ile makine öğrenmesi gerçekleştirilmektedir. Bu sayede bitkiye özgü olarak sulama miktarları belirlenmektedir.



Şekil 1.2. Sistemin genel tasarımı

Seçici Sulama Sistemi (SSS), tüm verileri çalışma sahasındaki kablosuz sensörler aracılığı ile yapılmaktadır. (Şekil 1.3) Sensörlerden gelen veriler internet bulut sistemde toplanmaktadır. Sistemde sensörler ile toprak nemi(GRH), hava sıcaklığı(TM), rüzgâr hızı(WS), güneş radyasyon(SRAD), hava nemi(ARH),Yağmur sensörü (RS), ışık sensörü (LS) ölçümü yapılmaktadır. Sensörlerden elde edilen veriler nesnelerin interneti (IoT) standart iletimi (MQTT) ile bulut veri depolamaya gönderilmektedir.

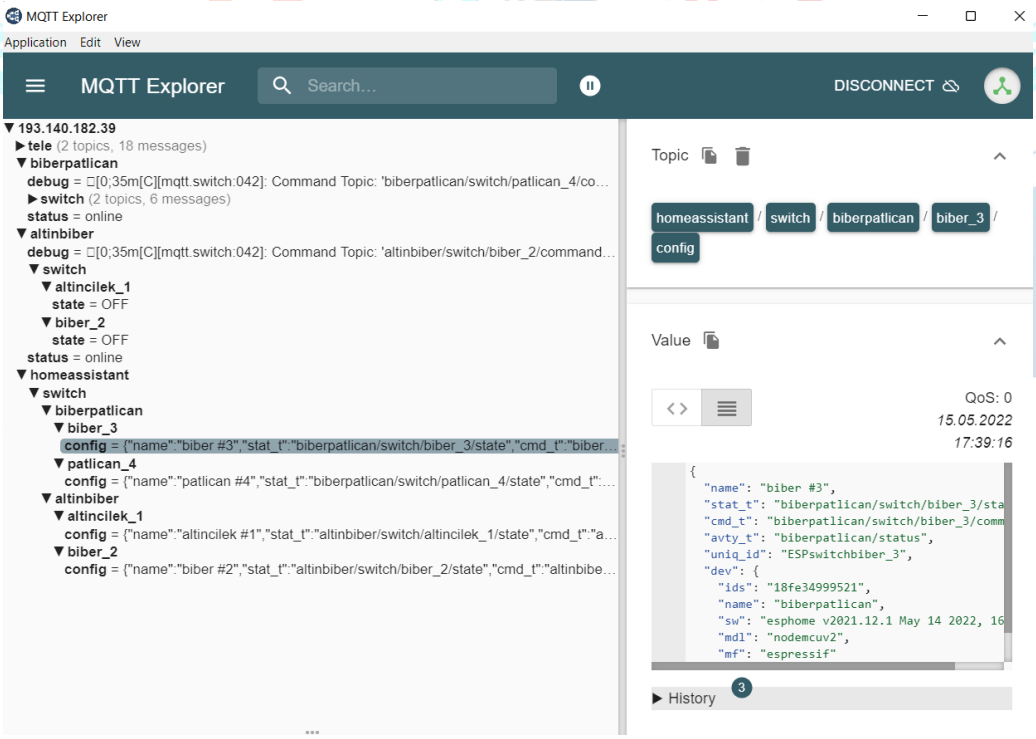


Şekil 1.3. Kablosuzu Ağ ile sensör bilgilerinin toplanması

Sistem algoritmasının temel mantığı, bahçe sensörleri, bölge meteoroloji istasyonundan elde edilen bölgeye özgü bitki su tüketimi (Evapotranspirasyon (ET_o) verileri, daha önceden

hesaplanmış olan bölgeye özgü bitki katsayı verilerinden yola çıkarak her bitkiye özgü ne zaman ve hangi aralıklarla sulama suyu verileceğini hesaplamaktır.

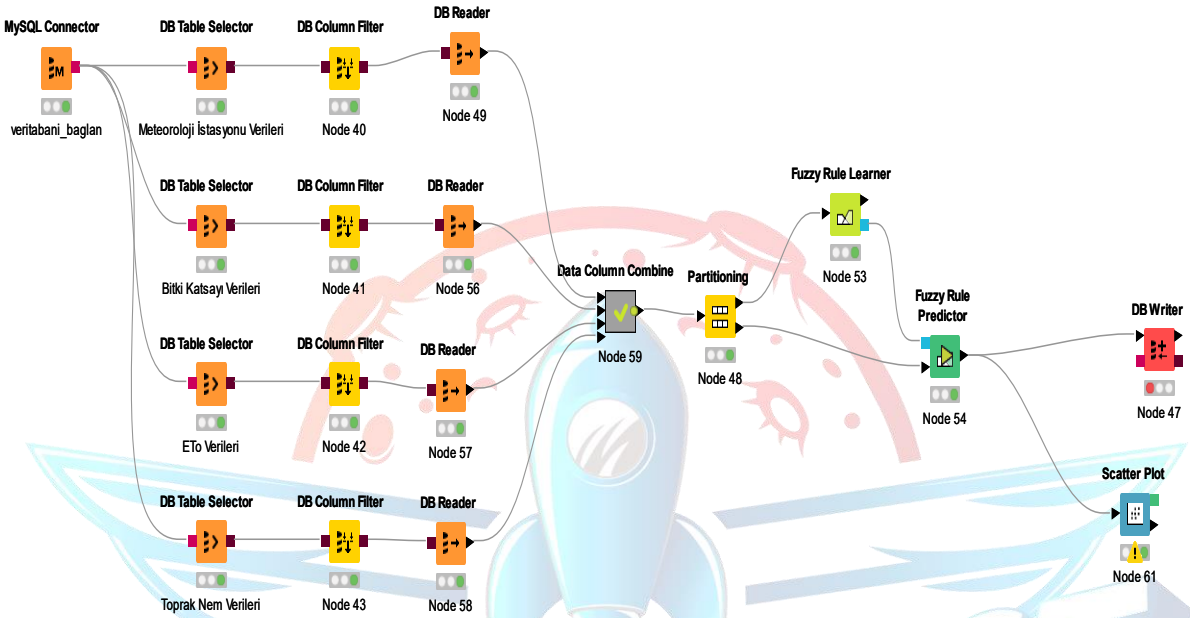
Ancak tarımsal verilerin lineer olmayan karakteristiğe sahiptir. Bu nedenle tarımsal sulama da makine öğrenmesi için matematiksel bir algoritmanın oluşturulması genellikle mümkün olmamaktadır. Bu tür matematiksel formüllerin üretilmediği makine öğrenmelerinde bulanık mantık kontrollü çözümler daha etkili olabilmektedir. Sistem algoritması KNIME programı üzerinden oluşturulmuştur. (Şekil 1.4) Bu programa sensör bilgileri bulut sistem üzerinden iletilmektedir. Bulanık mantık modülünde işlenen veriler sonucunda bitkiye özgü sulama algoritmasının oluşturulur ve yeni veriler tekrar bulut sistemde yer alan ana yazılır. Bulut bilişimde yer alan sulama verileri MQTT haberleşme protokolü aracılığı ile wifi ağ üzerinden sulama valflerine iletilerek sulama işlemi gerçekleştirilir.



Resim 1.2. MQTT ağı üzerinde sulama verilerinin iletilmesi

Sistemin giriş verileri olarak; sensör bilgileri (G_{RH}, T_M,W_S,S_{RAD},A_{RH},R_S,L_S) bu verilerin bir çoğu Penman- Monteith Metod hesaplaması için kullanılmıştır. Penman- Monteith Metodu ile elde edilen Referans Evapotranspirasyon (ET_o) değeri, Bitki Türü (B_t), ve Bitki Katsayısı (K_c) değerleri kullanılarak bulanık mantık değerleri (High(H),Middle(M) ve Low(L)) oluşturulacak ve bu mantık değerlerine göre sulama algoritması oluşturulacaktır. Bu verilerin eşik değerleri

dikkate alınarak bulanık mantık değerleri oluşturulmuştur. Bulanık mantık (BM) oluşturma aşamaları projenin patentlenme fikri nedeniyle tam olarak paylaşılmamaktadır. BM ile oluşturulan sulama verisi bulut bilişimde yer alan bitki sulama verilerine yazılmaktadır. Burada ki veriler MQTT aracılığı ile selenoid valflere iletilmekte ve sulama işlemi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1.4. Knime programı ile oluşturulan sulama algoritması

Çalışma sahasına ait resimler;

Resim 1.3. Uygulama alanı ve damla sulama sisteminin kurulması

Resim 1.4. Selenoid valflerin damla sulamaya bağlatışı ve kablosuz kontrol sisteminin kurulması

Resim 1.5 Güneş enerji sistemi

Resim 1.6. Sulamanın test edilmesi

Uygulama resmilerinde de görüldüğü gibi sistem kurulmuş ve test aşamalarına geçilmiştir. 14 Mayıs 2022 tarihine ait olan fotoğraflar da altın çilek, biber, patlıcan, domates ve salatalık için damla sulama hatları çekilmiştir. Bitki cinsine göre gruplar haline ayrılan sistemde 6 selenoid valf kullanılmıştır. Her bir valf birden fazla damla sulama hattını kontrol etmektedir. Örneğin biber için 4 sıra ekim yapılmış ve bu dört sıra için dört adet damla sulama hattı çekilmiştir. Bu hattı kontrol eden bir adet selenoid valf bulunmaktadır. Her bir hatta toprak nem sensörleri mevcuttur.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Tarımsal alanda yapılan birçok sulama projesi söz konusudur. Gerek üniversite araştırmaları olsun gerekse ticari anlamda projeler olsun sulama alanında birbirine benzer birçok çalışmayı gömeniz mümkündür. İlk bakışta bizim projemizde bir sulama projesi yani benzerleri gibi amacı asgari su miktarı ile azami düzeyde verim elde etmektir. Ancak bizim projemizin yenilikçi yönü bitkiye özgü bir sulama programının uygulamasıdır. Aynı tarım / bahçe arazisi içerisinde yer alan birbirinde farklı birçok bitkiye tam zamanında ve ihtiyaçları kadar sulama yapılmasını sağlamaktır. Yani aynı alan içerisinde domates fide aşamasında daha fazla suya ihtiyaç duyarken, patlıcan fide aşamasında daha az sulama yapılması patlıcanın gelişimi açısında önem arz etmektedir. Bu tarz bir çalışmanın başka bir örneği bulunmamaktadır. Ayrıca algoritmanın çalıştırıldığı Knime programı ise ilk defa bir sulama sistemi için kullanılmıştır.

6. Uygulanabilirlik

Projemiz 14 Mayıs 2022 tarihi itibari ile hayata geçirilmiştir. Yukarıdaki resimlerde görüldüğü gibi sistemin kurulumu tamamlanış ve test aşmasına geçilmiştir. Hedefimiz projemizden beklene sonuçları elde edebilmek. inale kalırsan yapılan bu çalışmanın sonuçlarını final yarışmasında sizlerle paylaşmak olacak.

Tasarlanan sistemin prototip aşamasında olması nedeniyle tüm verilerin dikkatlice incelenmesi ve sistem veriminin, kurulum maliyetini amorti etmesini hedeflemekteyiz. Sistemimiz şu an test aşamasında olduğu için bu soruya yanıt aramak erken olacaktır. Ancak hedeflenen verilere ulaşıldığı takdirde ilk önce patent/faydalı model başvurusu yapılması planlanmaktadır. Daha sonra sektör temsilcilerine çalışmamız hakkında bilgilendirme e-postası gönderilecek ve sistemin ticarileştirilmesi için destek aranacaktır.

Gelecekte uygulanabilecek diğer faaliyet ise; bitkilere gübre ve vitamin desteklerini verilmesi.

Eğer projemiz istenilen sonuçları verirse ek modüllerle geliştirilecektir. Önceliğimiz bitkiye özgü vitamin ve gübrenin sulama suyuna ilave edilerek bitkiye ulaştırılmasıdır. Bilindiği üzere birçok bitkide gübre veya vitamin (potasyum, azot vb.) eksikliğin hastalık meydana gelmekte ve ürünler zarar görmektedir. Akıllı sulamanın yanında gübreleme ve vitamin takviyesi ile yapılacak yeni geliştirmelere sayesinde tarımsal üretimde verimin artması hedeflememektedir.

a. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tablo 1.1 Proje zaman planlaması

İŞ TANIMI	AYLAR						
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ
LİTERATÜR TARAMASI							
ZİRAİ BİLGİ TARAMASI							
PROJE TASARIMI							
DEVRE VE YAZILIMLARIN HAZIRLANMASI							
SİSTEMİN TEST EDİLMESİ VE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRLMESİ							

Tablo 1.2 Proje tahmini maliyet tablosu

Malzeme	Adet	Fiyat (TL)	Toplam (TL)	Harcama Dönemi
Toprak Nem Sensörü	3	15	45	Mart-Nisan
Yağmur Sensörü	1	20	20	Mart-Nisan
Kontrol Kartı	1	350	350	Mart-Nisan
ESP32ve Adaptör	2	50	100	Mart-Nisan
Solid State Röle (2'li)	2	55	110	Mart-Nisan
220V-5V dönüştürücü	3	30	90	Mart-Nisan
Işık Sensörü	1	18	18	Mart-Nisan
Mini Meteoroloji İstasyonu	1	903	903	Mart-Nisan
200 VA Fotovoltaik Sistem	1	977	977	Mart-Nisan
Selenoid valf (2'li)	2	95	190	Mart-Nisan

Projenin toplam maliyeti KDV hariç 2803 TL'dir.

Piyasada geliştirilen projemize benzer bir proje yer almadığı için herhangi bir ticari ürün

ile maliyet kıyaslaması yapılamamıştır.

7. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Projemiz ticari ve hobi olarak tarım veya bahçe ile uğraşan topraktan ürün yetiştiren herkese hitap etmektedir. Özellikle yaşamsal alandan uzak elektrik ve su probleminin olduğu bahçe sulamaların kullanıcıların tüm sistemi uzaktan takip edebilme ve müdahale edilme şansı vardır. Günümüzde hobi bahçelerinin yaygınlaşması herkesi birer amatör tarımcı haline gidermiştir. Ancak birçok insan hangi bitkiye ne kadar su vereceğini bilememektedir. Bu sistem sayesinde tüm kullanıcılar bahçelerinde yetiştirdikleri birden fazla faklı bitki için özeli bir sulama rejimini kolayca oluşturabileceklerdir. Proje aynı zamanda verimli su kullanımını teşvik ederek toplumda akıllı tarım uygulamaları konusunda farkındalık oluşturacaktır

8. Riskler

Projenin temel amacı her bitkiye özgü sulama rejiminin oluşturulmasıdır. Bu amaç doğrultusunda teoride bir sistem tasarlanmış ve hayata geçirilmişidir. Proje esnasında kullanılan yöntemler daha önce denenmemiş yöntemler içermektedir. Ayrıca projenin hedeflenen amaçlara ulaşıp ulaşmadığını gözlemlemek için uzun süreli bir çalışmaya ihtiyacı vardır. Proje tasarlanırken ihtimaller göz önünde bulundurularak tasarlanmış olsa da uygulama aşamasında ortaya çıkabilecek her türlü aksaklıklar ekip üyeleri tarafında giderilecektir. Bu gibi durumlar projenin tamamlanma süresini uzayabilir. Projede kullanılan ürünleri birçoğunun yurtdışı menşeili olması sebebiyet oluşabilecek arızalarda yeni ürünlerin kur nedeniyle fiyat farkı oluşması söz konusu olabilir. Bu gibi durumlar için yedek kartlar hazırlanmıştır. Projenin en riskli kısmı teorik kısımda hesaplanan su veriminin elde edilememesi. Bu durumda projenin yazılım algoritmaları gözden geçirilerek yeni bir algoritma oluşturulması sağlanacaktır. Ayrıca projenin enerji kaynağı olarak Fotovoltaik sistem olarak tasarlanmış ve sistemde aküler kullanılmıştır. Zamanla akülerin özelliğini kaybetmesi sistemde enerji kesintilerine yol açabilecektir. Bu durumda sistemin akülerinin yenilenmesi planlanmaktadır.

Tablo 1.3 Projenin olasılık ve etki matrisi tablosu

RİSK HARİTASI					
OLASILIK	ÇOK YÜKSEK				
	YÜKSEK	Güneş enerji sistemindeki akü ömürlerinin kısa olması			
	ORTA	Projenin zamanında bitirilememesi	Proje maliyetinin artması		
	DÜŞÜK				Beklenen su veriminin elde edilememesi
		HAFİF	ORTA	CİDDİ	ÇOK CİDDİ
	ETKİ				

9. Referans / Kaynakça

[1] A. Makalesi, H. Dolcel, M. Durgun, and L. Gökrem, "IoT Tabanlı ve Makine Öğrenmesine Dayalı Seçici Sulama Sistemi," *Avrupa Bilim ve Teknol. Derg.*, vol. 28, no. 28, pp. 395–401, Nov. 2021, doi: 10.31590/EJOSAT.1002401.

[2] U. Kanburoğlu çebi, s. Özer, s. Altıntaş, e. Yurtseven, and o. Öztürk, "Farklı Sulama Suyu Kalitesi ve Su Düzeylerinin Serada Yetiştirilen Domates Bitkisinin Verim ve Su Kullanım Etkinliği Üzerine Etkisi," *Harran Tarım ve Gıda Bilim. Derg.*, vol. 22, pp. 33–46, 2018, doi: 10.29050/harranziraat.299023.

[3] N. Şarlak and S. Ç. Bağçaci, "The assesment of empirical potential evapotranspiration methods: A case study of Konya closed basin," *Tek. Dergi/Technical J. Turkish Chamb. Civ. Eng.*, vol. 31, no. 1, pp. 9755–9772, 2020, doi: 10.18400/TEKDERG.408019.

[4] R. Şenol, "Tarimsal sulama ve güneş enerjisi," *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.*, vol. 27, no. 3, pp. 519–526, 2012, doi: 10.17341/gummfd.73755.

[5] I. Scientific, "Changes in Crop and Irrigation Water Requirements in Niğde," no. June, 2020.

[6] U. SUZAN, M. UL, H. GÜRGÜLÜ, and İ. DUMAN, “Sanayi Tipi Domates Bitkisinde Su-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma,” *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg.*, vol. 18, no. 1, pp. 59–64, 2021, doi: 10.25308/aduziraat.807070.

[7] Ü. Atay, Y. Işıker, and B. Yeşilata, “Güneş Enerjili Damla Sulama Sistemi Arazi Performansının Deneysel Değerlendirilmesi,” *Makina Mühendisleri Odası Mühendis ve Makina*, vol. 53, no. 634, pp. 15–20, 2011.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ