

Tarım 4.0 Akıllı Teknoloji Asistanı İle Veri Analitiği Modellemeli Otonom Bir Sulama Sistemi Geliştirilmesi

Sabri ÖZTÜRK¹, Selin İlayda ÜLKÜSOY², Sedat ATMACA¹

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Türkiye

²Mehmet Akit Ersoy Üniversitesi, Biyoloji Pr. , Bölüm / Enstitü, Üniversite, Türkiye

[*sabriozturk74@gmail.com](mailto:sabriozturk74@gmail.com) Başlıca yazarın mail adresi

(Geliş Tarihi: 09 Haziran 2023, Kabul Tarihi: 21 Haziran 2023)

ATIF/REFERENCE: Öztürk S., Ülküsoy, S. İ. & Atmaca, S. (2023). TARIM 4.0 Nesnelerin İnterneti ve veri analitiği modellemeli otonom sulama sistemi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(2), 134-139.

Özet – Tarımın geleneksel düzeyde devam etmesi ile birlikte çiftçilerin sulama yaparken sulama periyotlarını ve bitki cinsine özgü olarak toprağın ihtiyaç duyduğu su doygunluğunu belirleyememesi sonucunda, verimsiz ve maliyetli sulama ile karşı karşıya kalındığı tespit edilmiştir. Bu bilinçsiz sulama ile yeterli verim alınamamakla beraber su kaynaklarına ve bununla birlikte ülke ekonomisine de zarar verilmektedir (Çakmak ve Gökalp, 2013). Bu çalışma ile gerçek saha uygulamaları sonucu tespit edilmiş sorunlar doğrultusunda “TARIM 4.0 Nesnelerin İnternet tabanlı veri analitiği kullanılarak akıllı bir otonom sulama sistemi” uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere dinamik bir veri bankası oluşturulmuş ve oluşturulan veri bankasına; her bitki türüne özgü gelişim döngü değerleri, bitki türüne özgü su ihtiyacı verileri, bitkinin bulunduğu toprağa özgü veri değerleri belirlenerek girilmiştir. Toprağa dikilmiş olan bitkinin türüne özgü elde edilen bilgilerin en yüksek ve en düşük değerleri veri bankasında saklanarak sistem algoritmasında kullanılmıştır. Kullanılan bu bilgiler doğrultusunda sistem otonom bir şekilde ekilen her bitki türüne özgü karar vererek gerekli müdahalelerin anlık yapılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmanın literatürdeki benzer çalışmalardan farkı, geleneksel tarımın en büyük olumsuzluklarından olan her bitki türüne aynı işlemlerin gerçekleştirilmesi (aynı nem seviyesinde ve gelişim evreleri göz önünde bulundurulmadan salt olarak sulama yapılması) sorununa çözüm için önemli katkı sağlamasıdır.

Anahtar Kelimeler – TARIM 4.0 Nesnelerin İnterneti, Otonom Sulama

I. GİRİŞ

Bu çalışma ile saha çalışmaları sonucu belirlenen sorunlar doğrultusunda halihazırdaki akıllı tarım ve otonom sulama sistemlerindeki problemlere çözüm niteliğinde “TARIM 4.0 Nesnelerin İnterneti” tabanlı veri analitiği modellemesini mobil uygulamalar ile birleştiren gerçek zamanlı bir uygulama sunulmaktadır. Geleneksel tarımın en

büyük dezavantajlarından olan yüksek girdi maliyeti ve düşük verim problemini çözmek amacıyla bağ ve zeytin bitkilerinin gelişim evreleri göz önünde bulundurularak deneysel veri analitiği tabanlı su, nem, toprak değerleri ile en iyi uyumluluk ve anında müdahale gerçekleştiren otonom bir sulama sistemi uygulaması geliştirilmiştir. Bu kapsamda geliştirilen veri

analitiği tabanlı mobil uygulama; çiftçi, ziraat mühendisi ve dijital teknoloji uzmanlarının işbirliği ile ayrıntılı tasarlanmış ve sözü edilen akıllı tarımdaki ana sorunların çözümünde kullanılmıştır. Geliştirilen sistem ile çiftçiye; zaman, maliyet, verimlilik, tasarruf alanlarında minimum girdi ve maksimum fayda sağlamanın yanı sıra, alan uzmanlarının saha uzmanlığına da desteği sunulmuştur. Ayrıca akıllı teknoloji asistanı mobil uygulaması ve arka planındaki veri analitiği modellemesine dayalı çalışan otonom sistem mimarisi, çiftçiye sağlamış olduğu çoklu uzmanlık alanlarındaki destek ile tarlada, yüksek üretimde ve düşük maliyette rekabet gücü de sağlamaktadır. Çiftçinin tarlasına kurulan bu sistem ile düzenlenen veri algoritması doğrultusunda akıllı teknoloji asistanı bitkiyi tanıyarak, bitki türüne göre önceden deneysel uygulamalar, veri madenciliği çalışmaları ile kodlanan algoritma ve yazılım değerleri doğrultusunda otonom sulama müdahaleleri gerçekleştirebilmektedir. Gerçekleştirilen sistemin, bitki türü ve gelişim dönemlerine özgü gerçekleştireceği kararların referans noktasını, veri bankasına önceden kaydedilen bilgiler ve sistemde kullanılan sensörlerden gelen anlık verilerin korelasyonu sağlamaktadır. Çiftçiye sunulan web ve mobil uygulamalar sayesinde çiftçi sistemin bitkilere olan anlık müdahalelerini sürekli olarak takip edebilmektedir. Çiftçiye sunulan akıllı tarım asistanı ile sistem; çiftçi, tarla ve mühendis arasındaki bilgi alışverişi dinamiklerini sürekli olarak sağlayarak, olası sorunları uzaktan gerekli müdahaleler ile otonom olarak gerçekleştirmektedir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

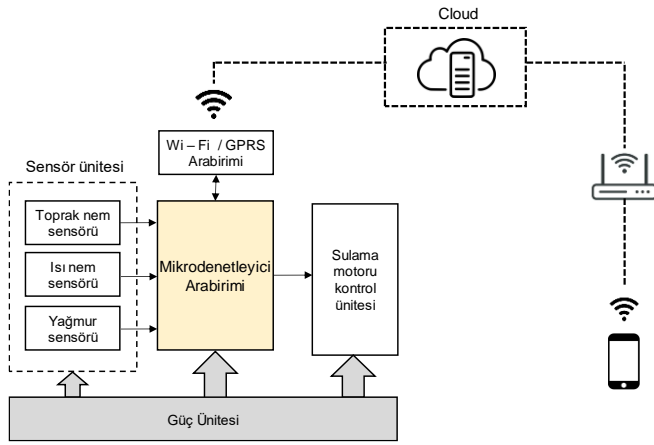
Bu makalede, akıllı tarım ve otonom sulama sistemlerindeki problemlere çözüm getirecek "TARIM 4.0 Nesnelerin İnterneti" tabanlı bir veri analitiği modellemesini mobil uygulamalar ile birleştiren gerçek bir uygulama geliştirilmiştir. Çalışmada, endüstri 4.0 tabanlı teknoloji entegrasyonunda Arduino IDE, Visual Studio, MIT Inventor, Flutter, Microsoft SQL Server, FireBase ve nesnelerin internetini kullanarak akıllı tarım teknolojilerini ve veri analitiğini birleştirerek tarıma bilimsel ve teknoloji tabanlı çözüm sunulması da hedeflenmiştir. Çalışmanın uygulamasında

kullanılan sensörlerin tamamı Arduino programı ve gerekli kütüphaneler ile programlanmıştır.

Çalışmada gerçekleştirilen uygulama ile bağ ve zeytin fidan (Bursa mevkinde) türlerinin ihtiyaç duyduğu su miktarı ve fidan gelişim evrelerinin gereksinimleri doğrultusunda yeterli su miktarı verileri belirlenip, bu veriler veri bankası üzerinden veri analitiği ile geliştirilen sistem algoritması doğrultusunda otonom şekilde sulama yapması sağlanmaktadır. Henüz yeni dikilmiş bir zeytin fidanının su ihtiyacı ile gelişkin ve kök tutmuş bir zeytinin su ihtiyacı farklıdır. Aynı şekilde yeni ekilen bir üzümün su ihtiyacı ile gelişmiş bir üzümün su ihtiyacı aynı değildir. Bu farklılıkları referans olarak tasarlanan akıllı sulama teknolojilerinde sistemin çalışması bitkinin gelişim evrelerine göre sulamayı gerçekleştirmesidir. Bu amaçlar doğrultusunda önceden elde edilen veriler, oluşturulan veri bankasından alınarak sonucu üzerinden sistem denetimini gerçekleştiren Arduino IDE programına yazılmaktadır. Ardından geliştirilen mikrodenetleyicili sistemde Nodemcu elektronik kart ile DHT11 Hava Nem ısı sensörü, toprak nem sensörü, yağmur sensörünün bağlantısı sağlanmıştır. Sensörlerden alınan veriler sayesinde bitkinin nem oranı veri bankasına kaydedilen koşullara özgü optimum olması gereken seviyenin altına düştüğünde, gerekli nem oranı seviyesine ulaşana kadar sulama sistemi devreye girecek ve optimum seviye yakalanınca sistem devre dışı bırakılacaktır. Nem sensörleri, üzerinde çalışmayı seçtiğimiz zeytin ağacının yaş ve kök seviyesine bağlı olarak -ki bu sayı zeytin ağacı 1-5 yaş arasında ise kök toprağın 50-90 cm aşağısında, eğer fidan 5+ ise 60-120 cm aşağısında uygun konuma yerleştirilmektedir (Gürbüz, 2022, Görsel 3). Yaptığımız araştırmalar sonucunda üzerinde çalıştığımız zeytin ve üzüm bitkilerinin ekili olduğu toprağın hangi nem seviyesi aralıklarında olması gerektiği saptanmıştır. Zeytin bitkisinin topraktaki nem aralığının %30 ila %50 arasında olması gerektiği, üzüm bitkisinin toprak nem seviyesi aralıklarının ise %35 ila %55 arasında olması gerektiği tespit edilmiştir (Ünay, 2022b). Buna çözüm olarak önceden hazırlamış olduğumuz veri bankasına ve sistem algoritmasına girmiş olduğumuz bu bilgiler ışığında sistem otonom bir şekilde bitkinin ihtiyacı doğrultusunda sulama yapmaktadır. Farklı bitkiler, bir bitkinin farklı gelişim dönemleri ve farklı toprak tipleri için

kontrollü bilimsel deneyler üzerinden bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenleri veri analitiği modellemesinde sisteme geri dönütler sağlamak ve sulama sistemi için geliştirilen bitki türüne ve her bitkinin gelişim dönemlerine özgü farklı algoritmalar ile akıllı sulama sistemlerine bir çözüm ve rekabet avantajı sağlamaktadır.

Geliştirilen otonom sulama sisteminin genel blok diyagramı Şekil 1’de görülmektedir. Sistemin donanım ve yazılım olmak üzere iki temel bileşeni vardır. Bu bileşenler takip eden bölümlerde sırasıyla anlatılmaktadır.



Şekil 1 : Sistemin genel blok diyagramı

2.1 Geliştirilen Otonom Sulama Sisteminin Donanımı

Sistem donanım aşağıda belirtilen 5 ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır;

- Sensör Ünitesi
- Güç Ünitesi
- Mikrodenetleyici Ünitesi
- Sulama Motoru Sürücü Ünitesi
- Mobil Uygulama Ünitesi

Sensör Ünitesi: Sensörler dışarıdan sisteme bilgi akışını sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan sensörlerin tamamı Arduino programı ve gerekli kütüphaneler ile programlanmıştır. Aşağıdaki geliştirilen sistemin çalışmasında kullanılan bazı sensörler ve görevleri verilmiştir:

- **Toprak nemi sensörü,** bitkinin verimli kök bölgesinde bulundurulur o bölgedeki nem oranı hesaplanmaktadır. Alınan veriler önceden hazırlanan veri bankasındaki bitki türüne özgü 10 farklı bilgi ile sistematik hale getirilip bitkinin kendine özgü ihtiyaç değerlerine göre nem oranı optimum olması gereken seviyenin altına düştüğünde sistem devreye girecek ve optimum seviye yakalanınca sistem duracaktır.
- **Hava nemi sensörü (DHT11),** bitkinin etrafında oluşabilecek zararlı etmenlerin tahmin edilmesini sağlamaktadır.
- **Sıcaklık sensörü,** bitkinin etrafında oluşabilecek zararlı etmenlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır.
- **Yağmur sensörleri,** yağmurun başladığını algılayarak, yağmur esnasında sulama sisteminin geçici olarak durdurulmasını ve böylece gereksiz sulama yapılmasını engellemektedir.

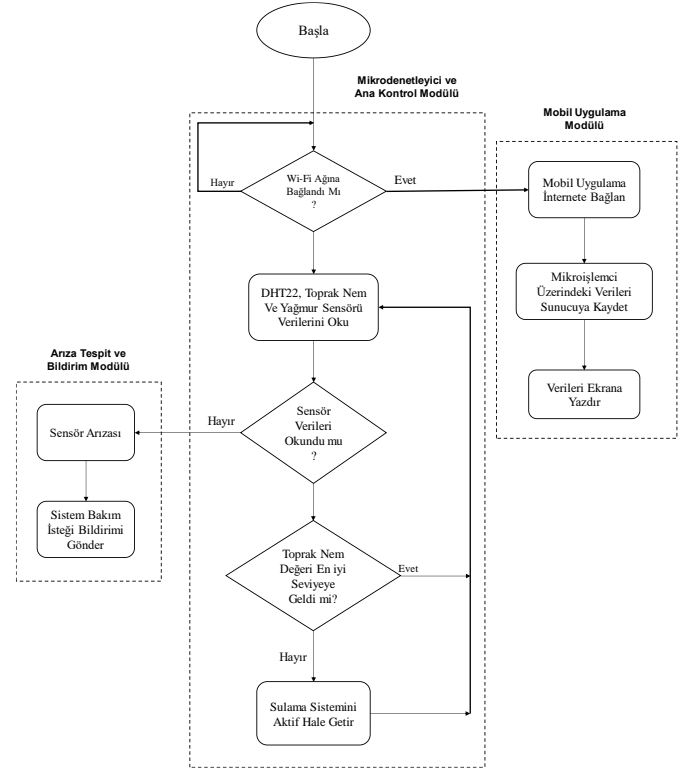
Güç Ünitesi: Tarım 4.0 Akıllı Teknoloji Asistanı ile Veri Analitiği Modellemesi Sisteminin enerji ihtiyacı 5V 3 adet AA pilden sağlanmaktadır. Sisteme entegre edilen güç kaynağı çeşitli şartlara ve durumlara yönelik çiftçi ve mühendis isteklerine yönelik gözlemlenen tespitler doğrultusunda değiştirilebilmektedir.

Mikrodenetleyici Ünitesi: Sistemde mikrodenetleyici sistemi olarak Nodemcu V3 ESP8266 elektronik kart kullanılmıştır. Kartın içerisinde bulunan wifi modülü bu cihazın tercih edilmesinde etkili olmuştur. Mikrodenetleyiciye ait programlama dili olarak yaygın kullanım alanı olan C seçilmiştir.

Sulama Motoru Sürücü Ünitesi: Sistemde bulunan sulama motoru mini dalğış su pompası ayrıca kullanımı rahat ve Nodemcu ile uyumlu röle kartı devresi jumper kablolar sayesinde sisteme entegre edilmiştir. Sisteme entegre ettiğimiz I2C Modüllü LCD sayesinde sistemin anlık verileri ve faaliyetleri LCD ekranından takip edilebilmektedir. Örneğin ‘sulama başlıyor, sulanıyor, sulama bitti’, sistem arıza, nem oranı, hava nemi, toprak nemi, hava sıcaklığı değerlerini bu ekrandan gözlenebilmektedir.

Sistemde bulunan DHT11 hava nem sensörü ve toprağın içinde bulunan toprak nem sensöründen veriler NODEMCU V3 ESP8266 mikroişlemcisine gelmektedir. Daha sonra veri tabanında bulunan veriler doğrultusunda gerekli matematiksel modeller ile toprağın sulanmasına karar verilmektedir. Sistem geri bildirim olarak sulanması gerektiğini ön gördüğünde sistemde bulunan su tankı içerisindeki sulama yapılacak olan motorun rölesi aktif hale getirilmektedir. Motora 5V enerji NODEMCU tarafından sağlanmaktadır ve motorun çıkışında bulunan hortum sayesinde su bitkinin etkili kök bölgesine ulaşarak bitkimiz yeterli su alması sağlanmaktadır. Toprak gerekli nem oranına geldiğinde röle kapanıp motorun enerjisi kesilip, sulama durdurulmaktadır.

Oluşturulan kullanıcı dostu ve anlaşılır arayüzlü C#, asp.net tabanlı web kontrol paneli ve blynk uygulaması üzerinden Nodemcu V3 ESP8266 geliştirme kartı sayesinde bitkinin hayati fonksiyonları anlık olarak Microsoft SQL Server üzerinde verileri kaydetmektedir (Dahoud ve Fezari 2018). SQL Server üzerinde tutulan veriler oluşturulan Web Üzerindeki siteye ve MIT Inventor uygulamasına gönderilmektedir. Geliştirdiğimiz web sistemi ve mobil uygulama sayesinde çiftçilerimiz kontrol panellerini kullanarak anlık olarak tarlasında gelişen olayları ve bitkinin gelişim evrelerini, düzeylerini, ihtiyaç duyduğu bileşenleri görebilmektedir. Geliştirilen çalışma sonucunda çiftçi güvenli, maksimum verim ve daha düşük girdi maliyetinin yanı sıra akıllı tarımda rekabet avantajını elde etmektedir. Ayrıca, geliştirilen mikrodeneleyicili tasarım modülü ile otonom şekilde sürdürülebilir gelişimine devam edecektir. Özellikle geliştirilen tasarım kontrollü bilimsel deney yöntemiyle aynı tür bitkinin farklı tür değişkenler altında incelenmesini buna bağlı olarak bitkilerin veri (hava, su, toprak) parametrelerinde ulaşılan algoritmanın yapılandırılmasını sağlamaktadır. Geliştirilen sulama sisteminin çalışmasına ait işlem akış şeması Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2 : Mikroişlemci, mobil uygulama ve arıza tespit modüllerine ait akış diyagramı

Bu çalışma kapsamında geliştirilen otonom sulama sisteminin teknik gereklilikleri Tablo 1’ de belirtilmiştir.

Tablo 1. Gerçekleştirilen sistemde kullanılan uygulamalar ve modüller

<i>Mobil App</i>	Blynk, MIT Inventor
<i>Web Sitesi</i>	Firestore
<i>Mikrodeneleyici sistemi</i>	Nodemcu V3 ESP8266
<i>Toprak nem sensörü</i>	Motorbit XH-M214
<i>Isı nem sensörü</i>	DHT22
<i>Yağmur sensörü</i>	Standart yağmur sensörü
<i>Toprak seçimi</i>	Killi, Kumlu ve Tınlı Toprak
<i>Haberleşme modülü</i>	ESP8266 802.11 b/g/n (WIFI)
<i>Güç kaynağı modülü</i>	5V Adaptör, 6V AA Pil

2.2. Geliştirilen Otonom Sulama Sistemi Yazılımı

Otonom Sulama Sisteminin web üzerinden alacağı parametreler IP adresi üzerinden cihaza ESP 8266 sayesinde periyodik olarak iletilmektedir. Bunun sonucunda manuel modda çiftçi istediği zaman sulama sistemini aktifleştirip kapatabilir istediği

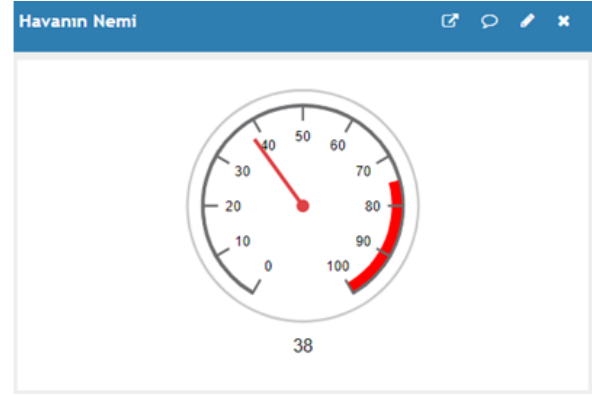
zaman da otonom sisteme bırakarak oluşturulan veri bankasındaki verilere göre otonom kontrol gerçekleştirilebilir. Otonom Sulama Sistemindeki toprak nemi, hava nemi, ısı, yağmur durumu ve su seviyesi anlık olarak Thingspeak IOT platformuna gönderilmektedir. Ardından Web ve mobil uygulama arayüzüne yansıtılmaktadır. Çiftçilerin Otonom Sulama Sisteminin gerçekleştirdiği faaliyet verilerini izlemek ve gerekli durumda robotun kontrolünü sağlamak için tasarlanan Android uygulama MIT App Inventor üzerinden tasarlanmıştır. Otonom Sulama Sisteminin kontrol ve algoritması ARDUİNO IDE programı üzerinden sağlanmaktadır Arduino IDE ile gerçekleştirilen kontrol algoritması tüm sistemin yazılımının işlendiği Nodemcu içerisine C kodu derlendikten sonra yüklenmiştir. Aşağıda sistemin elektronik programlama ile yazılım entegrasyonunu sağlayan Nodemcu devre şeması sunulmuştur (şekil 3).



Şekil 3 : Mobil uygulamaya ait kullanıcı girişi, kayıt ve ana ekran görüntüleri



a) Gerçekleştirilen sistemden elde edilen sıcaklık bilgisi görüntüleri



b) Gerçekleştirilen sistemden elde edilen hava nemi bilgisi görüntüleri

Şekil 4 : Mobil uygulamada elde edilen sıcak ve hava nemi bilgilerinin ekran görüntüleri

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan gözlemler sonucu elde edilen verilen doğrultusunda oluşturulan sistemde, toprak tipinin kumlu, tınlı veya killi olmasına göre sulama periyotları oluşturulmuştur. Sistemimizin kumlu toprak tiplerinde sulamayı sık sık yaptığı, killi topraklarda biraz daha seyrek sulama gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu sulama çeşitleri farklı toprak tiplerinin su tutma kapasitesi göz önünde bulundurularak tercih edilmektedir. Kumlu toprağın 1 dakikalık periyotta bünyesinde tuttuğu su miktarı 50mm/m iken, killi toprağın 1 dakikalık periyotta bünyesinde tuttuğu su miktarı 180mm/m dir. Tınlı toprağın 1 dakikalık periyotta bünyesinde tuttuğu su miktarı ise 120mm/m dir. Bu değerler referans alınarak çeşitli toprakların su tutma kapasitesi veri bankasına işlenmiştir (Ankara Üni. Ders notu). Ayrıca hava nemi ve sıcaklık DHT11 sensörü sayesinde bitkinin etrafında oluşabilecek zararlı etmenleri tahmin etmemizi sağlamaktadır. Örnek olarak sulama neticesinde sistem etrafında hava ve neme bağlı olarak oluşacak sorunlara örneğin kurşuni küf hastalığına veya özellikle bağ bitkisinin karşı karşıya kaldığı anında soğuma ile don tehlikesine anında müdahale edilmektedir. Ayrıca bağcılıkta yüksek sıcaklıklarda sulama yapıldığında topraktan yükselen su buharları bitki yapraklarına zarar vermektedir. Sistemimiz yüksek sıcaklıklarda sulamayı devreden çıkartarak bu sorunun önüne geçmektedir. Böylece çiftçi

tarlasında oluşabilecek sorunlara karşı önceden tedbir almış sayılabilmektedir. Güncel olarak topraktaki O₂ miktarı ölçülüp O₂ oranı %8'in altına düştüğünde çapalama ve ara sürümü için de çiftçiye uyarı vermektedir, bu şekilde bitkiden elde edilecek verimin maksimum düzeye çıkması da amaçlanmaktadır (Ünay, 2022a).

IV.SONUÇLAR

Bu çalışmada akıllı tarım ve otonom sulama sistemlerindeki problemler göz önünde bulundurularak "TARIM 4.0 Nesnelere İnterneti" tabanlı veri analitiği modellemesi kullanılarak yeni bir akıllı otonom sulama sistemi uygulaması sunulmaktadır. Geleneksel tarımın en büyük olumsuzluklarından olan yüksek maliyet ve düşük verim problemini çözmek amacıyla bağ ve zeytin bitkilerinin gelişim evreleri göz önünde bulundurularak su, toprak ve havadan alınan anlık veri değerleri ile optimum uyumluluk ve anında müdahale ile otonom yeni bir otonom sulama sistemi uygulaması geliştirilmiştir. Bu kapsamda geliştirilen veri analitiği tabanlı mobil uygulama; çiftçi, ziraat mühendisi ve bilişim sistemleri uzmanlarının işbirliği ile ayrıntılı tasarlanmış ve sözü edilen akıllı tarımdaki ana sorunların çözümünde kullanılmıştır. Geliştirilen sistem ile çiftçiye; zaman, maliyet, verimlilik, tasarruf alanlarında minimum maliyet ve en yüksek verimlilik sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca akıllı teknoloji asistanı mobil uygulaması ve arka planındaki veri analitiği modellemesine dayalı çalışan otonom sistem mimarisi, sağlamış olduğu çoklu uzmanlık alanlarındaki destek ile üretimde rekabet gücü de sağlamaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) BİDEB 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Desteği ile desteklenmiştir (Proje Başvuru No : 1919B012204170).

KAYNAKLAR

Al Dahoud, A., & Fezari, M. (2018). NodeMCU V3 For Fast IoT Application Development. Notes, 5.

Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2013). Kuraklık ve tarımsal su yönetimi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, (3), 1-11.

Ercan, Ş., Öztep, R., Güler, D., & Saner, G. (2019). Tarım 3.0 ve Türkiye'de uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi. Tarım ekonomisi dergisi, 25(2), 259-265.

Kılavuz E., ve Erdem İ. (2019). Dünyada tarım 3.0 uygulamaları ve Türk tarımının dönüşümü. Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Social Sciences, issn 1308-7333

Srivastava, D., Kesarwani, A., & Dubey, S. (2018). Measurement of Temperature and Humidity by using Arduino Tool and DHT11. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 5(12), 876-878.

Topuz T., ve Dağdelen N. (2017). Damla Sulama ile Sulanan Bağda Farklı Sulama Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Dergisi , 23-28 .