

Nesnelerin İnterneti Tabanlı Sulama ve Uzaktan İzleme Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirimi

Design and Implementation of IoT-based Irrigation and Remote Monitoring System

Bilal BABAYİĞİT
Erciyes Üniversitesi
bilalb@erciyes.edu.tr
ORCID:0000-0002-2923-5263

Belkıs BÜYÜKPATPAT
Bartın Üniversitesi
bbuyukpatpat@bartin.edu.tr
ORCID: 0000-0001-5953-7580

Öz

Sulama sistemleri, suyun akıllı bir şekilde yönetilmesi, sulama veriminin artırılması ve kaynakların optimum şekilde kullanılmasını sağlamak için önemlidir. Sulama sistemlerinde tipik koşulları temsil eden en önemli parametre toprak nemi olmasına rağmen çevresel koşulların izlenmesi ile sulama veriminin artırımı sağlanabilir. Bu çalışma belirlenen alanda sulama ve uzaktan izleme sisteminin tasarımı ve gerçekleştirimini ele almıştır. Çalışmanın gerçekleştirimi için kontrol tarafında Arduino Uno mikrodenetleyici kart, ESP8266 Wi-Fi modülü, sensörler, su motoru ile anahtarlama elemanı ve bulut tarafında ise ThingSpeak uygulama programlama arayüzü (Application Programming Interface – API) kullanılmıştır. Geliştirilen sistemde ultraviyole (UV), yağmur, toprak nem ve sıcaklık sensörü yardımı ile çevresel veriler mikrodenetleyici tarafından okunup Wi-Fi modülü kullanılarak buluta kaydedilmiştir. ThingSpeak'te toplanan veriler gerçek zamanlı işlenerek sulama sisteminin kontrolü ve çevrimiçi her yerden erişim imkanı sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: ThingSpeak, Esp8266, Nesnelerin İnterneti, Sulama ve İzleme Sistemi

Gönderme ve kabul tarihi: 21.10.2019 - 03.12.2019

Makale türü: Araştırma

Abstract

Irrigation systems are important in order to manage water intelligently, increase irrigation efficiency and ensure optimum use of resources. Although soil moisture is the most important parameter representing typical conditions in irrigation systems, monitoring of environmental conditions can increase irrigation efficiency. This study deals with the design and implementation of irrigation and remote monitoring system in the designated area. Arduino Uno microcontroller card, ESP8266 Wi-Fi module, sensors, switching element with water motor and ThingSpeak application programming interface are used for the realization of the study. In the developed system, environmental data is read by microcontroller with the help of UV, rain, soil moisture and temperature sensor and recorded to cloud using Wi-Fi module. The data collected in ThingSpeak is processed in real time, allowing the control of the irrigation system and access from anywhere online.

Keywords: ThingSpeak, Esp8266, Internet of Things, Irrigation and Monitoring System

1. Giriş

Su, yeryüzündeki insanların hayatını devam ettirebilmeleri için önemli bir role sahiptir. Günümüzde su kıtlığı başa çıkılması zor olan bir sorun haline gelmiştir. Ülkemiz de su kaynaklarının

kısıtlı olması sebebiyle su kıtlığı yaşamaya aday ülke konumundadır. Evrensel sorun olan su kıtlığının, nüfusun mevcut büyüme hızı göz önüne alındığı zaman artan gıda talepleri nedeniyle tarımdaki su tüketiminin gün geçtikçe artacağını göstermektedir. Tarım dünya genelinde bulunan su kaynaklarının % 85' ini kullanır [1]. Geçtiğimiz 17 yılda tarım alanında bitkileri daha etkin bir şekilde izleyebilmek, sulamayı verimli şekilde yapabilmek, finansal verileri düzenleyebilmek için bilgisayar ve yazılım sistemleri kullanılmaya başlandı [2]. Tarım alanında sulama çoğu zaman geleneksel yöntemler ile yapıldığı için su kaynaklarının gereksiz kullanımına sebep olmakla birlikte toprağın nem miktarının her yerde farklı olmasına sebep olur. Tarımda sulama ve uzaktan izleme sistemleri sayesinde mevcut kaynakların verimli şekilde kullanılmasını sağlanabilir. Fakat son zamanlarda kullanılan sulama sistemleri günün belirli zamanlarında ve belirli bir süre ile işlemlerini gerçekleştirmektedir. Bu sistemler sulama kararlarında kritik değere sahip toprak nem değeri, çevresel şartları (yağmur yağması, ortam sıcaklığı vb.) göz ardı ederek sulama işlemini gerçekleştirirler. Bunun sonucunda toprağın suya ihtiyacı olmadığından yapılan sulama işlemi kaynakların verimsiz tüketilmesine, aşırı sulama nedeniyle toprak kalitesinin kaybolmasına sebebiyet vermektedir.

Nesnelerin İnterneti (IoT, Internet of Things) veri toplayan, birbiriyle iletişim kuran ve internet üzerinden uzaktan izlenebilen veya kontrol edilebilen birbirine bağlı sensör donanımlı elektronik cihazların bir arada olduğu ağ teknolojisidir. IoT teknolojisi dünyanın akıllı olmasına olanak sağlayacaktır [3]. Tarım arazilerinde su kaynağının optimum kullanılmasına, maliyetlerin düşürülmesine, mahsullerin kalitesinin artırılmasına ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamasından dolayı IoT tabanlı sulama sistemleri bu alandaki önemli uygulamalardandır. IoT teknolojisi ile tarım alanında birçok araştırma yapılmakta ve çoğu çeşitli düğümlerde konumlandırılmış farklı sensörlerden veri toplayan ve kablosuz protokol aracılığıyla bu verileri gönderen kablosuz sensör ağının kullanımını ifade eder. Toplanan veriler çeşitli çevresel faktörler hakkında bilgi sağlar. Çevresel faktörlerin izlenmesi, su kaynaklarının verimli şekilde kullanılması için tam bir çözüm değildir. Bu nedenle, sorunun üstesinden gelmek için her aşamada verimliliği artıracak entegre bir sistem geliştirmek gereklidir. Bu çalışma

kapsamında tasarlanan donanım ile toprak nem değerinin uygun eşik değerde kalması sağlanarak su kaynaklarının verimli şekilde kullanılması, maliyetlerin düşürülmesi ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Geçmiş Çalışmalar

Son zamanlarda, internet bağlantısına olanak tanıyan cihaz ve sensörden büyük miktarda veri toplandığından, tarım hızla verinin yoğun olduğu bir sektör haline geldi [4]. Mikroişlemci ve mikrodenetleyici teknolojisindeki gelişmeler ve düşük maliyetli Arduino kartlarının ve ucuz sensörlerin piyasaya sürülmesiyle, birçok akıllı şehir uygulaması için ekonomik IoT sistemleri tasarlamak pratik hale geldi [3]. Sulama işlemini otomatikleştirmek ve uzaktan izlemek için verimli bir yöntem sağlamak amacıyla akıllı sulama sistemi alanında birçok çalışma yapılmıştır. Isaac vd. [5] toprağın PH, nem ve sıcaklık gibi tüm karakteristik değerlerini sağlayan bir sistem önermişlerdir. Önerilen sistem tüm verileri bluetooth ile cep telefonuna gönderir. Priya vd. [6] toprak nem sensörünün mahsulün kök bölgesine yakın yerleştirildiği ve mikrodenetleyici tarafından sağlanan değerlere göre sulamanın yapıldığı bir sulama sistemi önermiştir. Taştan [7] hava sıcaklığı, hava nemi ve toprağın nem değerini kullanarak uygun sulama zamanı ve sulama süresi belirlenmektedir. Aynı zamanda sensör bilgilerini kullanarak yağış tahmininde bulunup sulama zamanını öteleyen sistem önerilmiştir.

3. Yöntem

Bu bölümde çalışma kapsamında tasarlanan ve gerçekleştirilen sistem için kullanılan teknoloji ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

3.1. Arduino ve Modülleri

Arduino kolay bir şekilde çevresiyle etkileşime girebilen sistemler tasarlayabileceğimiz açık kaynaklı bir geliştirme platformudur. Açık kaynak kodlu olması kullanıcı ile kaynak kodlarının paylaşıldığını ve değişiklik haklarının kullanıcıya verildiğini gösterir. Arduino kendine has bir programlama dili ile

programlanır ve bu dil C++ ile çok benzerdir. Hazırlanan programlar IDE (integrated development environment – bütünleşik/tümleşik geliştirme ortamı) aracılığı ile Arduino kartına yüklenir. IDE, Java programlama dilinde yazılmış bir uygulamadır. Arduino mikrodenetleyici ailesinden olan Arduino Uno 'nun 14 tane dijital giriş / çıkış pini vardır. Bunlardan 6 tanesi PWM (Pulse Width Modulation - Darbe Genişliği Modülasyonu) çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 6 adet analog girişi, bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, power jaki (2.1mm), ICSP başlığı ve reset butonu bulunmaktadır [8]. Arduino kartları üzerinde Atmega firmasının 8 ve 32 bitlik mikrodenetleyicileri bulunur. Analog ve dijital veriler işlenebilir. Sensörlerden gelen veriler kullanılabilir. Dış dünyaya çıktılar üretebilir.

ESP8266 Wi-Fi Modülü

ESP8266, TTL (Seri Haberleşme) ile kablosuz internet ağına bağlanabilen bir modüldür. Kolay kullanıma sahip olmasından dolayı IoT projelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. ESP-01 modülü düşük maliyete yüksek performansa sahiptir ve diğer modüllere göre pin bağlantıları daha kolaydır. Modül üzerinde VCC (3.3 Volt besleme), GND (Toprak), TX, RX, RST (Reset), CH_PD, GPIO0 ve GPIO2 olmak üzere 8 pin bulunmaktadır [9]. ESP8266 modülünün fonksiyonlarını (internet bağlantısını sağlamak, bir ağ kurmak vb.) için gerçekleştireceği komutları Arduino üzerinden AT (Attention) komutları olarak almaktadır.

Sensörler

DHT22 sıcaklık ve nem algılayıcı kalibre edilmiş dijital sinyal çıkışı veren gelişmiş bir sensör birimidir. Yüksek güvenilirlikte ve uzun dönem çalışmalarda dengelidir. 8 bit mikroişlemci içerir, hızlı tepki vermektedir. HL-69 toprak nem sensöründe nem ölçen prob lar vardır. Bu prob lar toprağa veya bir sıvı içine batırıldığında bir direnç meydana gelir bundan dolayı prob uçları arasında bir gerilim farkı oluşmaktadır. Bu gerilim farkının büyüklüğüne göre de nem miktarı ölçülür. Yağmur sensörü birbirine paralel olarak çekilmiş iletken hatların su ile teması sonucu sensör çıkış pininde analog bir değer okunabilmektedir. Hem dijital hem analog çıkış verdiğinden dolayı, farklı sistemlere rahatlıkla

uyarlanabilmektedir. Sensör üzerindeki pot yardımı ile de sensör hassasiyeti ayarlanabilmektedir. UV sensörü ortamdaki ultraviyole radyasyonunun yoğunluğu ölçmede kullanılan bir sensördür. Modül çıkışında değişen UV yoğunluğuna bağlı olarak elektrik sinyali vermektedir.

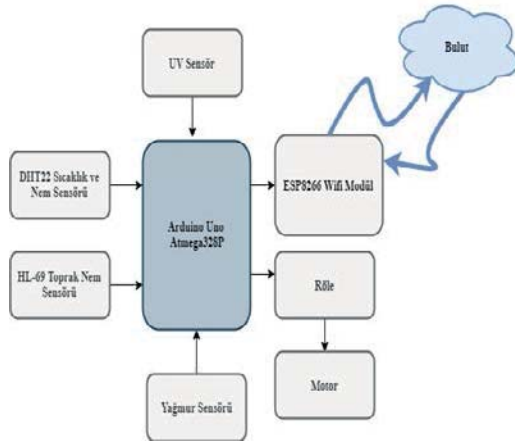
3.2 ThingSpeak API

İnternet üzerinden veya bir yerel alan ağı üzerinden HTTP protokolünü kullanarak nesnelere veri depolamak ve almak için açık kaynaklı bir internet uygulaması ve API'dir. ThingSpeak gelen verileri dinleyen, zaman damgasını oluşturan ve hem insan kullanıcıları (görsel grafikler aracılığıyla) hem de makineler (kolayca ayrıştırılabilir kod aracılığıyla) için çıktı veren açık kaynaklı bir arabirimdir [11]. ThingSpeak, özellikle İnternet üzerinden bağlantının gerekli olduğu küçük donanım projeleri için kullanışlıdır. Alternatif IoT servisleri mevcuttur, ancak açık kaynak değildir. ThingSpeak kendi içerisinde React, ThingHTTP, Talkback, ThingTweet ve TimeControl isimli uygulamalara sahiptir. React, ThingSpeak kanal verileri belirli bir koşulu karşıladığında eylemler gerçekleştirmek için ThingHTTP, ThingTweet ve MATLAB Analysis uygulamalarıyla çalışır. ThingHTTP, protokolü cihaz düzeyinde uygulamak zorunda kalmadan cihazlar, web siteleri ve web servisleri arasında iletişimi sağlar. TalkBack, herhangi bir cihazın sıraya alınmış komutlarla hareket etmesini sağlar. ThingTweet twitter üzerinden uyarı gönderebilir. TimeControl, belirli bir zamanda veya düzenli bir zamanda bir eylem gerçekleştirmek için diğer ThingSpeak uygulamalarıyla çalışır.

4. Sistem Tasarımı ve Gerçekleşmesi

Çalışmada tasarımı ve gerçekleşmesi yapılan sistemle su kaynaklarını verimli kullanılarak, sulama yapılacak alanın parametrelerine internetin var olduğu bilgisayar ya da akıllı cihaz üzerinden herhangi bir yerde ve zamanda izlenebilecek şekilde tasarlanmıştır. Sulama kararı almak için toprak nem değeri kritik öneme sahiptir. Fakat yağmur yağması bu parametreyi etkileyecek bir faktör olmasına rağmen etkisini anında parametre değerine yansıtmaz. Bu sebeple sistem izlenebilir ve istenildiği an müdahale edilebilir olmalıdır. Bu gibi sistemlerde eşik değer bir kez belirlenip gömülü sisteme tanımlanır. Fakat çalışmada tasarlanmış olan

sistemde eşik değer kontrol ünitesinde bulunan Arduino Uno içerisinde tanımlanmış bulut sistemini oluşturan ThingSpeak tarafında belirtilmektedir. Bu belirtilen eşik değere göre kanala gelen her veri kontrol edilmekte olup belli bir eşik değerinin altında ise React uygulaması tarafından bir ThingHTTP isteği tetiklenmesi ile birlikte mikrodenetleyici kart tarafından yürütülme için kontrol edilen Talkback kuyruğuna bir komut eklenmektedir. Talkback kuyruğu tarafından okunan komuta göre motor on/off hale getirilerek sulama yönetimi yapılmaktadır. Tasarlanan sistemde donanım bileşenlerini içeren kısım kontrol sistemi, sensör verilerinin internete çıkmasıyla onları saklayan ve görselleştirmek için kullanılan IoT servisi ise bulut sistem olarak adlandırılmaktadır. Sistemin donanım bileşenlerinin bulunduğu kontrol sistemi Şekil-1’de gösterilmiştir.



Şekil-1: Kontrol Bileşenleri

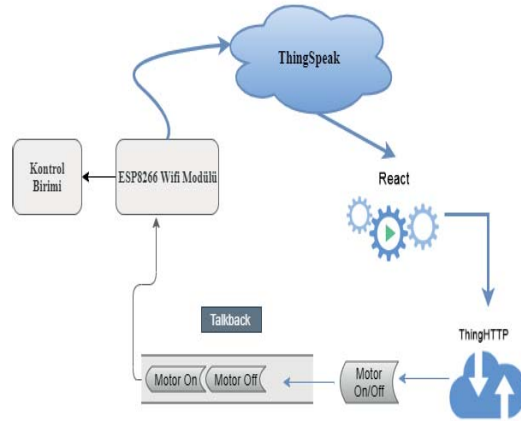
Sulama ve izleme sisteminde kullanılan sensörler ve mikrodenetleyici Şekil 1’de gösterilmiştir. Burada kullanılan sensörler sulama kararı almak için önemli bir değere sahip olan toprak nemi parametresini etkileyecek çevresel değişkenlerdir. Burada mikrodenetleyici tarafından sensör verileri okunur. Daha sonra okunan bu veriler mikrodenetleyiciye seri şekilde bağlı olan ESP8266 Wi-Fi modülünü ile buluta aktarılır. Wi-Fi modülü fonksiyonlarını gerçekleştirmek için Arduino üzerinden AT komutları almaktadır. Wi-Fi modülünün fonksiyonlarını

gerçekleştirmek için kullanılan AT komutları ve açıklamaları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge-1: AT Komutları

AT Komutu	Fonksiyonu
AT	Çalışma bilgisi
AT+RST	Yeniden başlatma
AT+GMR	Firmware sürümü
AT+CWLAP	Kablosuz Ağ Listesi
AT+CWJAP	Kablosuz ağa bağlanma
AT+CIFSR	Kullandığı Ip adres bilgisi
AT+CWMODE	Kablosuz ağ modu (1:STA 2:AP 3:STA&AP)
AT+CIPSTART	TCP/UDP sunucusuna bağlanma
+IPD	TCP ile alınan veriler
AT+CIPCLOSE	TCP/UDP bağlantı sonlandırma

Sensör verilerinin kayıt edildiği, görselleştirildiği ve mikrodenetleyicinin okuduğu komut kuyruğunun oluşturulduğu bulut sistem bileşenleri Şekil-2’de gösterilmiştir.



Şekil-2: Bulut Sistem Bileşenleri

Kontrol bileşenlerinin bağlantıları yapıldıktan sonra sistemin uzaktan izlenmesini sağlamak ve alandan elde edilen sensör verilerini bulutta depolamak için IoT servisi olan ThingSpeak' e kayıt yapılır. Burada verileri kaydetmek bir kanal açılır. ThingSpeakte bulunan kanal yapısı veritabanındaki tablo yapısı gibidir. Kanalda kayıt yapacağımız alanlar ve isimleri belirtilir. Bu çalışmada kullanılan ThingSpeak kanal görüntüsü Şekil-3'te verilmiştir.

Şekil-3: ThingSpeak Kanal Görüntüsü

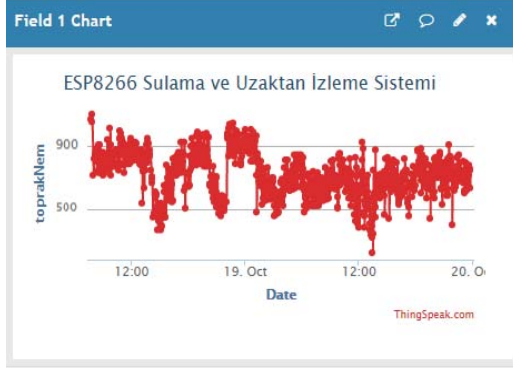
ThingSpeak kanal alanlarına her veri geldiğinde bulutta belirlenen eşik değeri ile karşılaştırma işlemini React uygulaması gerçekleştirmektedir. React uygulamasında gelen veriyi test etme frekansı, şart tipi (sayısal değer, durum, coğrafik konum), kontrol şartı ve belirlenen şart gerçekleştiği zaman gerçekleştirilecek hareket seçilmelidir. Ayrıca kanal sadece belirtilen koşul ilk karşılaştığında ya da her karşılaştığında bu hareketi gerçekleştirme seçeneği ayarlanır. Toprak neminin eşik değerinin, test etme frekansının, şart tipinin ve uygulamayı gerçekleştirme seçeneğini belirleyen React uygulaması Şekil-4'te verilmiştir. React uygulamasında gösterilen ThingHTTP istekleri (motorOn ve motorOff) tetiklenmesi durumunda kanalda bulunan Talkback kuyruğuna bir dizgi komutunu yazmaktadır. ThingHTTP isteğinin gövdesi talkback uygulamasına

özel tanımlı anahtarı ve komut dizgesinden oluşmaktadır. Talkback kuyruğu ilk giren ilk çıkar (FIFO- First in First Out) yapısına sahiptir. ESP8266 modülü +IPD komutu ile TCP bağlantı üzerinden talkback kuyruğu mikrodenetleyici tarafından okunmaya ve yorumlamaya uygundur. Kuyruktan okunan ilk komut mikrodenetleyici tarafında yazılmış fonksiyona parametre verilerek donanım tarafında sulama sisteminin yönetimi sağlanmıştır.

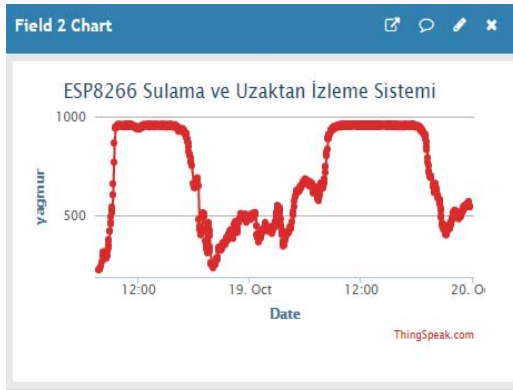
Şekil-4: React Uygulaması

Alandan toplanan sensör verileri buluta kaydedildikten sonra sistemin uzaktan izlenebilmesi ve kullanıcı tarafında anlaşılabilir uygun arayüze sahip olması sağlanmıştır. ThingSpeak kanalına kaydedilen veriler çizgi (line) şeklinde görselleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Sulama sisteminin uzaktan izlenmesi için toprak nemi, yağmur, sıcaklık, hava nemi, ve uv sensörlerinden alınan verilerin görselleştirildiği ThingSpeak alanları Şekil-5, Şekil-6, Şekil-7, Şekil-8 ve Şekil-9'da

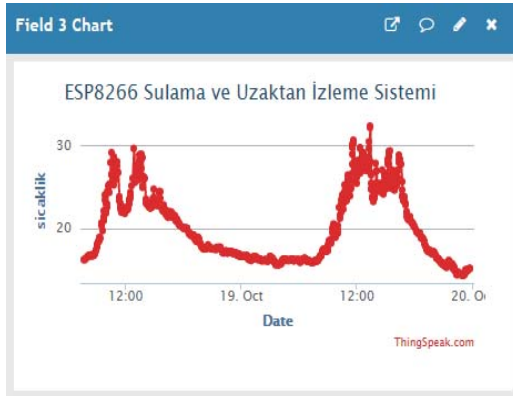
verilmiştir. Bu veriler pilot alandan 2019 yılı Ekim ayı içerisinde 3 haftalık periyotla toplanmıştır.



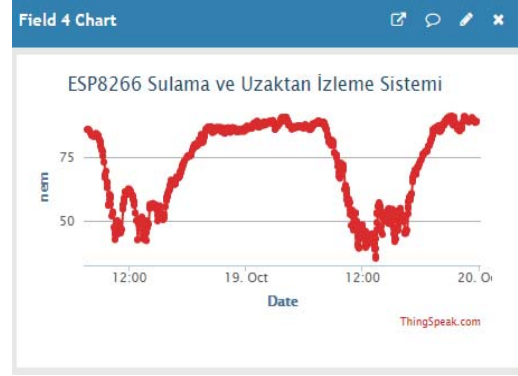
Şekil-5: Toprak Nem Alanı



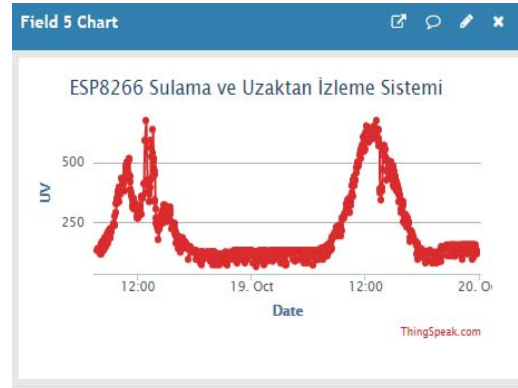
Şekil-6: Yağmur Alanı



Şekil-7: Sıcaklık Alanı



Şekil-8: Hava Nem Alanı



Şekil-9: UV Alanı

5. Sonuç

Toprak nemi akıllı bir sulama sistemi geliştirmek için kritik bir parametredir. Toprak nemi, hava sıcaklığı, hava nemi, UV ışınlar, yağmur vb. gibi çeşitli çevresel değişkenlerden etkilenir. Sulama sistemleri toprak nem parametresine göre çalışır. Bu çalışmada Arduino Uno, ESP8266 Wi-Fi modülü ve Thingspeak kullanılarak sulama ve izleme sistemi geliştirilmiştir. Bulut sisteme sensörden alınan veriler aktararak kullanıcının alan parametrelerini gözlemlemesi sağlanmıştır. Ayrıca yağmur yağması durumunda kullanıcının çevrimiçi olarak sulama başlatılması için belirlenen toprak nemi eşik değerini değiştirebilmesi sağlanarak gereksiz su kullanımı önüne geçilmiştir. Çevresel şartları izleyen sensörler ile sulamada önemli bir parametre olan toprak nem değerinin UV

ışın değeri ve sıcaklık değeri ile ters orantılı hareket ettiği, yağmur sensörü ile doğru orantılı bir değişim eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Gelecekte toplanan veriler üzerinden oluşturulan model ile pilot alan için sulama gereksinimlerinin çıkartılması, mevcut koşullarda yetişmesi uygun görülebilecek ürün tahminlemesinin yapılması planlanmaktadır. Ayrıca toprak nem durumunun kablosuz tespit edilmesi durumunda enerji gereksiniminin karşılanması için alternatif kaynaklar çalışılacaktır.

6. Kaynakça

- [1] Tahakare S. and Bhagat P.H., *Arduino-Based Smart Irrigation Using Sensors and ESP8266 Wi-Fi Module*, 2nd International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS 2018), pp. 1085–1089, Madurai, India, 2018.
- [2] Batte M.T., *Changing computer use in agriculture: evidence from Ohio*, Computers and Electronics in Agriculture, vol. 47, 1–13, 2005.
- [3] Al-Omary A., AlSabbagh H.M. and Al-Rizzo H., *Cloud Based IoT for Smart Garden Watering System Using Arduino Uno*, Smart Cities Symposium (SCS 2018), pp. 1–6, Melbourne, Australia, 2018.
- [4] Csótó M., *Information flow in agriculture – through new channels for improved effectiveness*, Agricultural Informatics Vol. 1, No. 2:25-34, 2010.
- [5] Na A., Isaac W., Varshney S. and Khan E., *An IoT Based System for Remote Monitoring of Soil Characteristics*, International Conference on Information Technology (InCITE), pp. 316–320, Pradesh, India, 2016.
- [6] Archana P. and Priya R., *Design and Implementation of Automatic Plant Watering System*, International Journal of Advanced Engineering and Global Technology, vol. 4(1), pp. 1567–1570, 2016.
- [7] Taştan M., *Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Sulama ve Uzaktan Sulama Sistemi*, European Journal of Science and Technology, No. 15, pp. 229-236, 2019.
- [8] “Arduino Uno Nedir? Özellikleri ve Projeler”, <https://maker.robotistan.com/arduino-uno/>, [Erişim Tarihi: 15/10/2019].
- [9] “ESP8266 ve Arduino ile Nesnelerin İnterneti”, Hasbi Sevinç, Dikeyksen yayıncılık, ISBN 978-605-4898-18-3, 2015.