

İNTERNET TABANLI AKILLI TARIMSAL SULAMA SİSTEMİ**Çağatay ERSİN¹****Ahmet DEMİRÖZ****Mustafa TEKE****Semih GENÇAY***Çankırı Karatekin Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Çankırı***Ali ÖZ***Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otomotiv Bölümü, Burdur**¹cagatayersin@karatekin.edu.tr,***ÖZET**

Tarımsal alanda yaygınlaşan akıllı sistemler tarımda verimi arttırmış ve büyük bir kolaylık sağlamıştır. İdeal bir bitki yetiştirmek için toprağın neminin o bitki türüne göre en uygun oranda olması gerekmektedir. Bu sayede hem verimli bir ürün elde edilmektedir hem de su miktarında tasarruf sağlanmaktadır. Yapılan bu sistemde bitkilerin optimum su ihtiyacı günümüzde yaygın olan arduino mikrodenetleyici tarafından kontrol edilmiştir. Sulanacak bitki türüne göre toprağın nemi toprak nem sensörleriyle ölçülmüştür. Nem miktarı düştüğünde sistem önceden belirlenen nem oranına göre su pompasını çalıştıracak ve sulama işlemi otomatik olarak gerçekleştirilecektir. Sistemde bulunan raspberry pi ve kamera ile de sulama işlemi gerçekleştirilirken lokal internet adresinden bitkiler görüntülenmiştir. Bu sistem ile kullanıcı uzaktan bitkilerinin büyümesini ve sulanmasını izleyebilmektedir.

Anahtar kelimeler

Arduino Uno, Raspberry Pi, Mikrodenetkeyici, İnternet, Nem Sensörü, Otomatik Sulama

INTERNET BASED AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM**ABSTRACT**

Intelligent systems that have become widespread in the agricultural area have increased the efficiency in agriculture and provided a great convenience. In order to cultivate an ideal plant, the soil of the soil must be in the most suitable place according to the plant species. In this way, both an efficient product is obtained and the water amount is saved. In this system, the optimum water requirement of the plants

was controlled by the arduino uno microcontroller, which is now common. The irrigated plant was measured with soil moisture sensors according to the type of soil. When the amount of humidity drops, the system will run the water pump according to the predetermined humidity and the irrigation has been performed automatically. When raspberry pi and camera are used in the system, irrigation is performed and the plants are displayed at the lokal internet address. With this system, the user can monitor the, and irrigation of remote plants.

Keywords

Arduino Uno, Raspberry Pi, Microcontroller, Internet, Humidity Sensor, Automatic Irrigation

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu gün geçtikçe artmakta ve insanoğlunun en temel içeceği olan su ihtiyacı da nüfus artışıyla birlikte artmaktadır. Yine insanoğlunun temel ihtiyaçlarından bir diğeri de yemek ihtiyacıdır. Bu ihtiyacın büyük çoğunluğu da tarımsal gıdalardan sağlanmaktadır. Tarımsal ürünlerin verimi de sulama, gübreleme, ilaçlama, toprak yapısı vb. ihtiyaçların ergonomik ve etkin olarak kullanımıyla doğru orantılıdır. Tarımsal ve evsel alanda kullanımının artması yanında sanayi sektöründe de su ihtiyacı artmaktadır. Kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olduğu ve azalan oranda olduğu bilinen bir gerçektir. Sınırlı su kaynaklarının tasarruflu olarak çevre ile uyumlu olarak etkin kullanılması gerekmektedir. Seckler (1996). Dünyada su tüketimi en çok tarım alanında olmaktadır. Ülkelerin gelir gruplarına göre su kullanımı değerlendirildiğinde, gelir düzeyi düşük ülkelerde sanayi sektöründe kullanılan su miktarı %10, içme-kullanma su miktarı %8, tarımsal kullanım su miktarı %82, gelir düzeyi yüksek ülkelerde ise sanayi sektöründe kullanılan su miktarı %59, içme-kullanma su miktarı %11, tarımsal kullanım su miktarı %30 olmaktadır. Sulama randımanı yaklaşık olarak yüzey sulamada %40, yağmurlamada %70 ve damla sulamada %90'dır. Sulama randımanını arttıran ve sulama suyu ihtiyacını azaltan sulama teknikleri ile sulu tarımda kullanılan suyun yarısı tasarruf edilebilir. Shiklomanov (1998). Gelişmiş ülkelerde su tasarrufu ve verimli tarımsal üretim sağlanmasının temel sebebi akıllı otomasyon sistemlerinin kullanılıyor olmasıdır. Ülkemizin yıllık ortalama toplam 112 milyar m³'lük kullanılabilir su potansiyelinin %16'sının içme ve kullanmada, %12'sinin sanayide ve %72'sinin ise tarımsal sulamada tüketildiği görülmektedir. Su kaynaklarının tüketiminde büyük bir orana sahip olan tarımsal sulama da kullanılacak etkin sulama yöntemleri su tasarrufu ve üretim verimliliği sağlanabilmektedir. Bunun için uygun zamanlama, yeterli ve uygun dağıtım sistemi ile sulama, toprak verimliliği, haşerelere karşı alınacak önlemler göz önünde bulundurulmalıdır. Bitki gelişiminde en önemli ihtiyaç olan su fazla miktarda verildiğinde bitkiye zarar vermektedir. Tarımda en önemli amaç yeterli miktarda sulama ile maksimum verim elde etmektir. Dursun (2011).

Suyun canlı hayatındaki önemi, bu tasarım konusu üzerine yapılan çalışma ve araştırmaları artırmıştır. “Nem Algılayıcı Otomatik Sulama Sistemi” adlı çalışma Dukes tarafından (2003) yapılmıştır ve bu çalışma ile aynı türdeki ürünler için %50 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. Bilgisayar kontrollü toprak nemini ölçen otomatik damlama ile sulama sistemini oluşturan Kırnak (2006), kontrollü sulama ile yetersiz sulama probleminin çözülebileceğini ortaya koymuştur. Millaa ve Kishb (2006), mikroişlemci tabanlı kızılötesi algılayıcısı ile etkin sulama ve erozyon önleme sistemi tasarlamıştır ve sulama miktarı ve zamanları sistem tarafından kaydedilmekte olup bu veriler istendiğinde detaylı analiz için bilgisayara aktarılabilir. Kürklü vd (2005).

Çakır ve Çalış (2008)’de yaptıkları çalışmada PIC 16F877 mikro denetleyici kontrol devresi ile uzaktan kontrollü otomatik sulama sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistem PSTN (Public Switch Telephone Network) telefon hattı üzerinden elle veya otomatik olarak sulama yapmaktadır. Otomatik modda, mikro denetleyici üzerinde çalışan program, topraktan aldığı nem değerini bitkinin ihtiyacı olan nem değeri ile karşılaştırmakta ve nem değeri düşükse sulama motoru çalıştırılmaktadır. Nem, bitkinin ihtiyacı olan değere ulaştığında ise sulama motoru durdurulmaktadır. Çakır(2007).

Yukarıdaki çalışmalarda göz önünde bulundurularak yapılan bu çalışma da Arduino mikrodenetleyici ve Raspberry Pi kullanılarak toprağın ve bitkilerin durumuna göre hesaplama ve kontroller yapılmıştır. Toprak ve hava nem sensöründen alınan veriler sonucunda daha önceden girilen parametrelere göre su pompası ile sulama gerçekleştirilmiştir. Belirli periyotlarda gübreleme ve ilaçlama yapmak için valfler kullanılarak toprağın verimliliği kontrolü sağlanmıştır. LCD Key Shield ile sulanacak gübrelenecek ve ilaçlanacak bitkinin türü ve parametre değerleri (sıcaklık, toprak nemi, hava nemi) girilmiştir. Raspberry Pi ile internet üzerinden haberleşerek web arayüzü ile lokal adresten sistemde bulunan kamera sayesinde görüntü alınabilmekte ve sensörlerden alınan nem, sıcaklık durumları gözlemlenebilmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Yapılan bu çalışma da gömülü bir sistemle otonom tarımsal, sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi işlemleri gerçekleştirebilen bir sistem tasarlanmıştır. Sistem üzerinde bulunan toprak nemi algılama sensörü ile toprağın nem miktarı ölçülerek Arduino Uno mikro denetleyici ile kontrol edilmiştir. Ayrıca tasarlanan bu sistem üzerinde bulunan DHT111 hava nem sensörü ve termometre ile de sıcaklık ve hava nemi değerleri kontrol edilmiştir. LCD shield üzerinde bulunan butonlar aracılığıyla toprağın nem miktarı bitki türüne göre girilebilmektedir. Arduino Uno mikro denetleyici ile kontrol edilen bu parametreler (sıcaklık, hava nemi, toprak nemi) sayesinde verimli bir bitkinin yetiştirilmesi Arduino Uno mikro denetleyici üzerinde bulunan motor shield devresi ile de nem sensöründen alınan

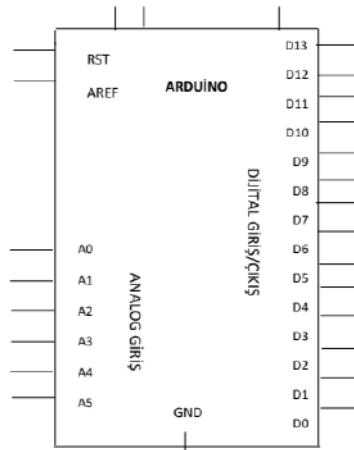
verilere göre sulama motoru otonom olarak çalıştırılmıştır. Tasarlanan bu sistemde bulunan Raspberry Pi ve kamera sayesinde sulanan bitkinin görüntüleri gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir.

Daha önceden alınan lokal adres üzerinden Raspberry Pi ve Arduino Uno mikrodenetleyici ile alınan parametreler bitkinin optimum düzeyde sulanması ve verimli bir şekilde yetiştirilmesi için gerekli parametreler lokal adresten görüntülenmektedir.

2.1. Arduino Uno Mikrodenetleyici

Arduino bir giriş çıkış kartı ve Processing/Wiring dilinin bir uygulamasını içeren geliştirme ortamından, İtalyan elektronik mühendisleri tarafından açık kaynak kodlu geliştirilen ve isteyen herkesin baskı devreleri indirerek kendi devrelerini basabilecekleri dilerlerse şık bir görüntüye sahip hazır basılmış ve bileşenleri yerleştirilmiş halde alabilecekleri, esnek, kolay kullanımlı donanım ve yazılım tabanlı bir fiziksel programlama platformudur.

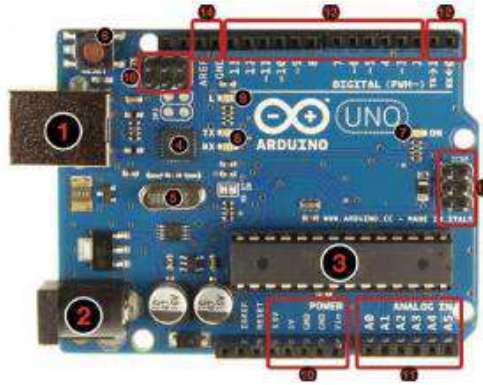
Arduino tek başına çalışan interaktif nesnelere geliştirmek için kullanılabilen gibi bilgisayar üzerinde çalışan yazılımlara da bağlanabilir. Hazır üretilmiş kartlar satın alınabilir veya kendileri üretmek isteyenler için donanım tasarımı ile ilgili bilgiler mevcuttur. Arduino geliştirme kartı üzerindeki mikroişlemci (AtmegaXX) Arduino programlama dili ile programlanır ve bu program Processing tabanlı Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE) yardımı ile karta yüklenir. Arduino kartı pin gösterimi Şekil 1 de gösterilmektedir.



Şekil 1. Arduino kartı pin gösterimi

Arduino Uno 'nun 14 tane dijital giriş / çıkış pini vardır. Bunlardan 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 6 adet analog girişi, bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, power jakı (2.1mm), ICSP başlığı ve reset butonu bulunmaktadır. Arduino Uno bir mikrodenetleyiciyi desteklemek için gerekli bileşenlerin hepsini içermektedir. Arduino Uno 'yu bir bilgisayara bağlayarak, bir adaptör ile ya da pil ile çalıştırılabilmektedir. [9]

Ayrıca Arduino temel olarak çeşitli sistemlerin tasarlanabileceği açık kaynaklı bir platformdur. Arduino kartları üzerinde Atmega firmasının 8 ve 32 bit mikrodenetleyicileri bulunur. Bu mikrodenetleyiciler PIC ile aynı kategoridedir. Piyasada en çok kullanılan PIC, ARM gibi gömülü sistem yazılımlarına alternatif olarak doğmuş, onlara göre çok daha kolay bir şekilde programlanabilen ve sahip olduğu geniş kütüphane sayesinde çok kısa kodlarla karmaşık işlemleri yapabilmeye imkan sağlayan bir platformdur. Kendi kütüphaneleri sayesinde mikrodenetleyiciler kolaylıkla programlanabilir. Bu da kullanım açısından pratiklik kazandırmaktadır. Analog ve dijital verilerin işlenebileceği girişleri vardır. Bilgisayardan veya başka cihazlardan gelen verileri alabileceği gibi dışarıya da ses, ışık gibi veriler üretebilir. Arduino'nun; Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Nano, Arduino Leonardo gibi çeşitleri vardır. Arduino Shield denilen ve Arduino'nun pinlerine kolaylıkla takılıp çıkarılabilen parçaları da vardır Toptaş (2013). Arduino uno mikrodenetleyici yapısı şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2. Arduino uno mikrodenetleyici

- 1.USB jakı
- 2.Power jakı (7-12 V DC)
- Mikrodenetleyici ATmega328
- Haberleşme çipi
- 16 MHz kristal
- Reset butonu
- Power ledi
- TX / NX ledleri
- Led
- Power pinleri
- Analog girişler
- TX / RX pinleri
- Dijital giriş / çıkış pinleri (yanında ~ işareti olan pinler PWM çıkışı olarak kullanılabilir.)

- Ground ve AREF pinleri
- ATmega328 için ICSP USB arayüzü için ICSP

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi, yaklaşık olarak Kredi Kartı boyutunda bir cihaz ve klavye, mouse ve monitör bağlayarak internette gezinme, video izleme ve müzik dinleme gibi işlemler yapılabilmektedir. Raspberry gömülü sistemdir. Ethernet, usb, hdmi ses giriş-çıkışları ve ek olarak dijital-analog giriş çıkışları bulunmaktadır. Raspberry 'nin içerisine linux tabanlı belirli işletim sistemleri kurulabilmektedir. Bu sayede en basitinden web server, ip kamera gibi uygulamalarda kullanılabilir.

Ayrıca açık kaynak kodlu bir işletim sistemi olan Linux üzerinde linux uygulamaları geliştirilebilmektedir. Kart üzerinde bulunan giriş-çıkış pinleri sayesinde linux ortamında geliştirdiği kodlarla işlemler gerçekleştirilebilmektedir. Raspberry pi şekil 3 de gösterilmiştir.



Şekil 3. Arduino uno mikrodnetleyici

2.2.1 Raspberry Pi Modelleri

Raspberry Pi'nin çeşitli modelleri bulunmaktadır. Bu modeller temelde aynı olsalar da, yenilik, hız vb. açılardan farklılık gösterirler.

- Model A: Raspberry Pi'nin en temel sürümüdür. Üzerinde sadece 1 adet USB portu, 3.5 mm stereo ses çıkışı, kompozit video ve HDMI portu bulunur. Ethernet girişi bulunmaz. ARM v6 mimarisine sahip tek çekirdek işlemciye sahiptir. 256MB RAM belleği vardır. 26-pinli GPIO konektörü bulunur. Az güç tüketmesi sayesinde gömülü sistem projelerinde kullanılması için tasarlanmıştır.
- Model A+: Model A'nın güncellenmiş sürümüdür. Bu sürümde 26-pinli GPIO konektörü 40-pine çıkartılmış, kompozit video çıkışı kaldırılmış ve normal SD kart yerine mikro SD kart slotu kullanılmıştır. Kart boyutları ufaltılarak yer sıkıntısı çekilebilecek projelerde kullanılması hedeflenmiştir. En küçük boyutlu Raspberry Pi'dir.

- Model B: Raspberry Pi'nin en çok bilinen ve kullanılan modelidir. 2 adet USB portu, Ethernet girişi, 3.5 mm stereo HDMI ve kompozit video çıkışları bulunur. ARMv6 mimarisine sahip tek çekirdek işlemciye sahiptir. 512MB RAM belleği vardır. 26-pinli GPIO konektörü bulunur. En popüler Raspberry Pi modelidir.
- Model B+: Raspberry Pi Model B'nin geliştirilmiş ve kart tasarımı değiştirilmiş sürümüdür. Model B'den farklı olarak 4 adet USB portu, normal SD kart yerine mikro SD kart slotu ve 26-pin yerine 40-pinli GPIO konektörü bulunur. HDMI ve Ethernet bağlantıları yine bu kartta yer almaktadır. Kompozit video çıkışı bu kartta ayrı bir konektör olarak yer almamaktadır, 3.5 mm ses çıkış portundan 3'lü RCA tipi kabloyla bağlanır.
- Raspberry Pi 2: Model B+ ile aynı kart dizilimine sahip olmasına karşın, bu kartta ARMv7 mimarisine sahip 4 çekirdekli işlemci ve 1GB RAM bellek bulunmaktadır.
- Raspberry Pi 3: Raspberry Pi 2'nin devamı olan bu modelin en büyük farkı dahili Wi-Fi ve Bluetooth bağlantıya sahip olmasıdır. Ayrıca ARMv8 64-bit mimarisine sahip 4 çekirdekli işlemcisi, 1.2GHz frekansında çalışmaktadır ve 1GB RAM belleğe sahiptir. Raspberry Pi Dersleri serimizdeki tüm yazılarda Pi 3 modeli kullanılacaktır.
- Raspberry Pi Zero: Bütün dünyayı ayağa kaldıran Raspberry Pi modelidir :). Bunun en büyük sebebi, \$5'lık fiyat etiketiyle satışa sunulması olmuştur. En küçük boyutlu Raspberry Pi modelidir. Donanımı (işlemci ve belleği) Raspberry Pi Model B ile tamamen aynıdır. Boyutundan dolayı tam boy USB yerine mikro USB-OTG portuna sahiptir.

2.3 Sensörler (Algılayıcılar)

Sensör ya da algılayıcı, otomatik kontrol sistemlerinin duyu organlarına verilen addır. İnsanların çevrelerinde olup bitenleri duyu organlarıyla algılamasına benzer biçimde, makineler de sıcaklık, basınç, hız ve benzeri değerleri algılayıcıları vasıtasıyla algırlar. Elektronik uygulamalarda algılama işlemini yapan sistem ya da elemanlara sensör denir. Ayrıca algılayıcı yada duyurga olarak da bilinmektedir.

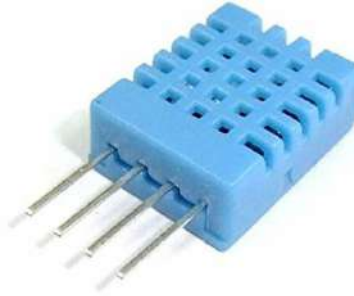
Sensörler, fiziksel ortam ile elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü görevi görürler. Sistemdeki sensör veya sensör grupları yapısı hangi değişkene duyarlı ise sistem dışındaki değişkeni algılar ve elde ettiği değerleri sistemin karar verme birimine yollar.

2.3.1 Hava Nemi ve Toprak Nem Sensörü

DHT-11, dijital bir sıcaklık ve nem sensörüdür. Çevresindeki havayı ölçmek için içerisindeki kapasitif nem sensörünü ve termistörü kullanır. Bu sensörlerin verilerini dijital çıkış pinine aktarır. Sensör, 2 saniyede bir çıkış verir. Hava nemi sensörü dht11 şekil 4’ te gösterilmiştir.

Özellikleri:

- 3-5V giriş-çıkış voltajı
- Maksimum 2.5mA çalışma akımı
- %20-80 nem oranı için %5 hassasiyet
- 0-50°C derece sıcaklık için $\pm 2^{\circ}\text{C}$ hassasiyet
- Ölçüler: 15.5mm x 12mm x 5.5mm
- 2.54mm pin aralığı

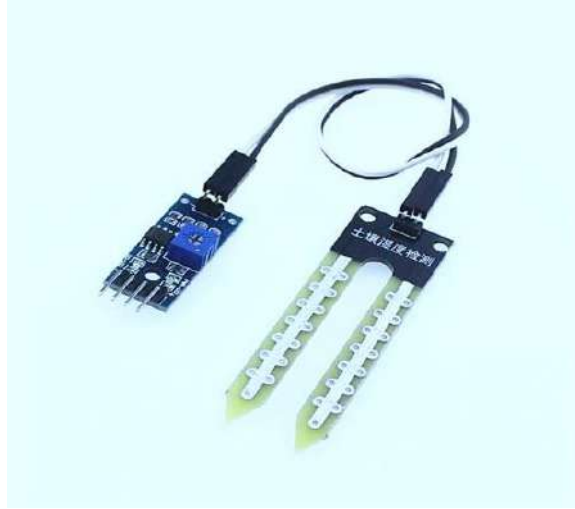


Şekil 4. Hava nemi sensörü dht11

Toprak nem sensörü, toprağın içerisindeki nem miktarını veya ufak ölçekte bir sıvının seviyesini ölçmek için kullanılan bir sensördür. Nemölçer problar ölçüm yapılacak ortama batırılarak kullanılır. Toprağın veya içine batırılan sıvının meydana getirdiği dirençten dolayı, prob uçları arasında bir gerilim farkı oluşur. Bu gerilim farkının büyüklüğüne göre de nem miktarı ölçülebilir. Topraktaki nem oranı arttıkça iletkenliği de artmaktadır. Kart üzerinde yer alan trimpot sayesinde hassasiyet ayarı yapılabilmektedir. Arduino veya farklı mikrodenetleyiciler ile rahatlıkla kullanılabilir. Toprak nem sensörü şekil 5’te gösterilmiştir.

Özellikleri:

- Çalışma Gerilimi: 3.3V-5V
- Çıkış Gerilimi: 0-4.2V
- Akım: 35 m A
- Çıkış Türü: Dijital ve Analog

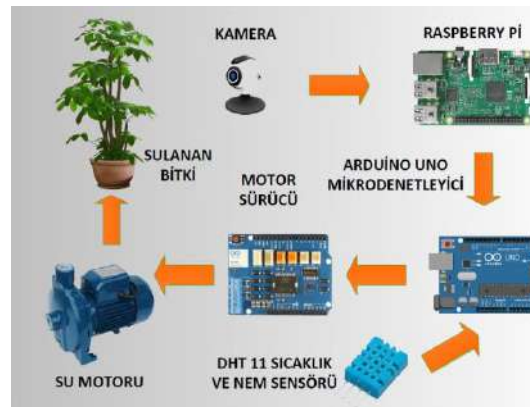


Şekil 5. Toprak nemi sensörü

3. BULGULAR

Yapılan bu çalışmada uzaktan kontrollü tarımsal sulama işlemi gerçekleştirilmek istenmiştir. Sistem üzerinde bulunan arduino uno mikrodenetleyici ile sistemin kontrolü sağlanmıştır. Oluşturulan sistem test ortamında denenmiştir. Test ortamında sulanacak bitkinin toprağına toprak nem sensörü yerleştirilmiştir ve toprağın nem miktarı sulanmadan önce arduino seri monitörden gözlemlenmiştir. Test ortamında bulunan bitkinin optimum düzeyde sulanacak nem miktarı programa önceden girilmiştir. Sistemin enerjisi akü grubu ile sağlanmıştır. Oluşturulan sistemin blok şeması şekil 6' da gösterilmiştir.

139



Şekil 6. Sistem blok şeması

Toprağın nem oranı düşük olduğu zaman arduino uno mikrodenetleyici toprak nem sensörü ile aldığı verileri önceden programa girilen değer ile karşılaştırarak su pompasını çalıştırmıştır ve bitki sulanmıştır. Ayrıca sistem üzerinde bulunan hava nem sensörü ve sıcaklık sensörleri de aldıkları verileri arduino uno mikrodenetleyici ile kayıt altına alınmıştır. Sistem havanın sıcaklığını algılayıp bu verileri de lokal adrese raspberry pi yardımıyla göndermiştir. Sistemin kurulu olduğu bölgenin sıcaklığı ve toprak nemi oranları tarih olarak lokal adreste görülmektedir. Sistem test ortamında

çalıştırılmış ve test ortamının sıcaklık değeri 24-25 C derece, test ortamının nem oranı %75-%76 arasında değişkenlik göstermiştir. Toprak nem oranı da %45-%75 değerleri arasında değişmiştir. Bu değerler anlık olarak lokal adrese raspberry pi de bulunan wifi dongle ile gönderilmiştir. Ayrıca sistem toprak nem sensörleriyle algılanan nem oranına göre sulama işlemini gerçekleştirmiş bitki sulanırken sulama aktif bilgisini lokal adrese göndermiştir. Kullanıcı bu sistem sayesinde tarımsal sulama sistemini otomatik olarak gerçekleştirecektir ve uzaktan takip edebilecektir. Sistem 3G - 4.5G internetinin olduğu herhangi bir yerde kurulabilecektir. Sistem üzerindeki kamera sayesinde de sulanan bitkinin video görüntüsü raspberry pi ile internet aracılığıyla kullanıcının önceden belirlenen lokal adrese görüntüsünü iletmiştir. Kullanıcı bu lokal adreste test ortamındaki bitkinin o anki sıcaklık hava nemi toprak nemi ve kamera görüntüsünü gözlemleyebilmiştir. Sistem ara yüzünün ekran görüntüsü şekil 7’de gösterilmiştir.

TARIMSAL Sulama Veri Değerleri

```

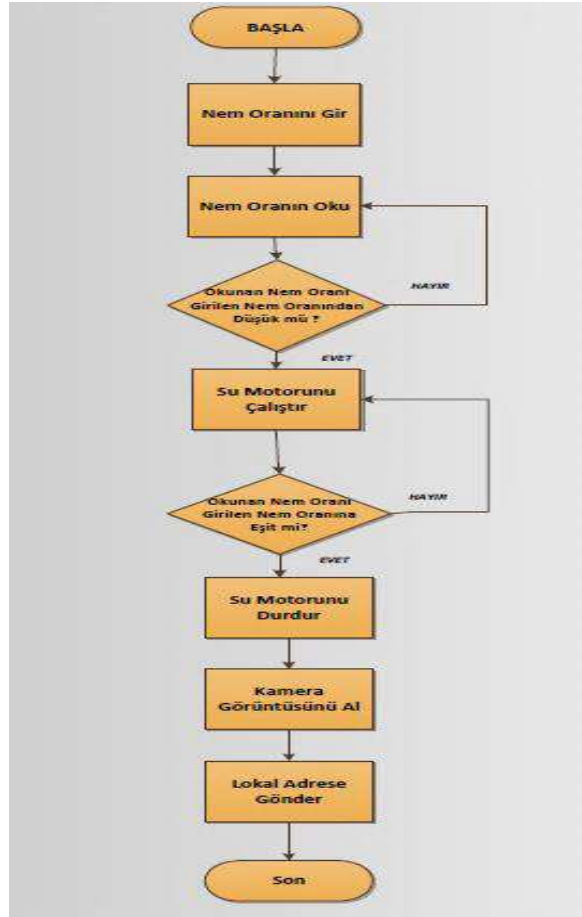
TARH= 2017-12-04 01:39:53
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[76]
TARH= 2017-12-04 02:00:00
SICANLIK=[9] TOPRAKNEM=[7] HAVANEM=[6]
TARH= 2017-12-04 03:12:11
SICANLIK=[9] TOPRAKNEM=[7] HAVANEM=[6]
TARH= 2017-12-04 04:41:51
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[74]
TARH= 2017-12-04 05:42:41
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[76]
TARH= 2017-12-04 06:47:32
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[77]
TARH= 2017-12-04 08:47:29
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[69]
TARH= 2017-12-04 09:47:46
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[74]
TARH= 2017-12-04 10:47:53
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[74]
TARH= 2017-12-04 11:42:49
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[69]
TARH= 2017-12-04 12:42:56
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[48]
TARH= 2017-12-04 13:48:43
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[70]
TARH= 2017-12-04 14:54:59
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[79] HAVANEM=[69]
TARH= 2017-12-04 15:54:46
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[45]
TARH= 2017-12-04 16:54:42
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[56]
TARH= 2017-12-04 17:54:47
SICANLIK=[25] TOPRAKNEM=[76] HAVANEM=[52]
TARH= 2017-12-04 18:44:49
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[75] HAVANEM=[72]
TARH= 2017-12-04 19:54:51
SICANLIK=[25] TOPRAKNEM=[76] HAVANEM=[62]
TARH= 2017-12-04 20:54:53
SICANLIK=[25] TOPRAKNEM=[76] HAVANEM=[64]
TARH= 2017-12-04 21:54:53
SICANLIK=[25] TOPRAKNEM=[78] HAVANEM=[75]
TARH= 2017-12-04 22:54:57
SICANLIK=[24] TOPRAKNEM=[79] HAVANEM=[74]

```



Şekil 7. Sistem arayüzü ekran görüntüsü

Sistem belirli bir algoritmaya göre çalışmaktadır. Bitkinin nem oranına göre sulama işlemini gerçekleştirmek kamera görüntüsünü alıp lokal adrese göndermek için bir algoritma tasarlanmıştır. Sistem algoritmasının akış şeması şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Sistemin akış şeması

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan bu çalışma ile tarımsal sulamada su tasarrufunun sağlanması ve verimli tarımın gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Bu sistem günümüz gömülü sistemlerinin temellerini oluşturan arduino uno, raspberry pi ve sensörler aracılığıyla otonom olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı tarım yapılan bölgenin sıcaklık, toprak nemi hava nemi gibi değişkenlerini uzaktan görebilmekte ve gerçek zamanlı olarak sulanan tarımsal alanın video görüntüsünü internet aracılığı ile gözlemleyebilmektedir.

Yapılan çalışmaların birçoğunda pic microdenetleyicisi ve elektrik enerjisi kullanılmıştır. Bunlardan Çakır ve Çalış (2007), pic 16F877 kontrol devresi ile uzaktan kontrollü otomatik sulama sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistem PSTN (Public Switch Telephone Network) telefon hattı üzerinden elle veya otomatik olarak sulama yapmışlardır. Otomatik modda, mikrodenetleyici üzerinde çalışan program, topraktan aldığı nem değerini bitkinin ihtiyacı olan nem değeri ile karşılaştırmakta ve nem değeri düşükse sulama motoru çalıştırılmaktadır. Nem, bitkinin ihtiyacı olan değere ulaştığında ise sulama motoru durdurulmaktadır. Böylece toprağa fazla veya eksik su verme problemi ortadan kaldırılarak en uygun sulama gerçekleştirmişlerdir. Gedikpınar ve Çavaş (2005) yaptıkları çalışmada yine pic microdenetleyicisi kullanarak telefon hattı aracılığıyla sulama sisteminin kontrolünü sağlamışlardır. Telefon tuş takımından verilen komutlar uzaktan kontrol devresinin alıcısı tarafından algılanmış ve

kontrol edilmek istenen sulama sistemlerinin açma/kapatma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Daha önceki yapılan çalışmalar da tek bir parametreye dayalı otomatik sulama sistemi yapıldığı belirlenmiştir. Ayrıca eski bir teknoloji olan pic mikrodenetleyici kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmada ise birden fazla parametreye dayalı tarımsal sulama sistemi ve internet tabanlı video görüntülü bir sistem tasarlanmak istenmiştir. Ayrıca daha yeni bir teknoloji ve kullanımı oldukça yaygın olan arduino uno mikrodenetleyici kullanılmıştır. Tasarlanan bu sistemde arduino uno yerine arduino mega gibi daha çok giriş ve çıkış ünitesine sahip olan bir mikrodenetleyici kullanılarak daha büyük bir alan da internet tabanlı akıllı sulama işlemi otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Ayrıca tek bir bitki türüne ait nem değerleri yerine birçok bitkinin seçilerek farklı nem miktarlarında ayrı ayrı sulanması sağlanabilir.

5.KAYNAKLAR

- Altun H., Akdeniz F., Ünver N., Türk K., “Uzaktan Robotik El Kontrolü”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, (2013).
- Çakmak B., Yıldırım M., Aküzüm T., “Türkiye’de Tarımsal Sulama Yönetimi, Sorunlar Ve Çözüm Önerileri”, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, sayfa 215-224, Ankara, (2008).
- Çakır A., Çalış H., “Uzaktan Kontrollü Otomatik Sulama Sistemi Tasarımı ve Uygulaması”, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, sayfa 258-261, Isparta, 11-3 (2007).
- Dursun, M., Ozden, S. “A wireless application of drip irrigation automation supported by soil moisture sensors”, Scientific Research and Essays, Volume 6, Issue 7, pp. 1573-1582, April 2011.
- Kürklü, A., Çağlayan, N., “Sera Otomasyon Sistemlerinin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), sayfa 25-34. Antalya, (2005)
- Seckler, D., “The New Era of Water Resources Management: From “Dry” to “Wet” Water Savings”. IIMI Research Report 1,17p., Sri Lanka. 1996.
- Shiklomanov, A.I. 1998. World Water Resources “A New Appraisal and Assessment for the 21st Century”.Unesco Publications 37p., Paris.
- Tanrıverdi Ç., Gönen E., Arslan F., Akkök C., “Akıllı Tarımsal Sulama Sistemi Tasarımı ve Uygulaması”, I. Ulusal Biyosistem Mühendisliği Kongresi, Bursa, (2015).
- Toptaş A., Akova Ö., “Çizgi İzleyen Robot”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Trabzon, (2013).

İnternet kaynakları

1-<http://arduino.cc>, (09.12.2017)

2-<http://maker.robotistan.com>,(07.12.2017)

3- <http://www.roboweb.net>,(10.12.2017)

4- <http://.dsi.gov.tr>, (07.12.2017)