



MAKÜ FEBED
ISSN Online: 1309-2243
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/makufebed>

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1: 35-43 (2016)
The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University Special Issue 1: 35-43 (2016)

Nesnelerin İnterneti Uygulamaları İçin Algılayıcı/Eyleyici Kablosuz Düğüm İlkörneği Geliştirme^β

Kadir ARSLAN¹, İsmail KIRBAŞ^{2*}

¹Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Burdur

²Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Burdur

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author)*: ismailkirbas@mehmetakif.edu.tr

ÖZ

Gerçekleştirilen çalışma Nesnelerin İnterneti uygulamalarında kullanılacak mikrodenetleyici tabanlı kablosuz bir ölçüm ve kontrol sistemidir. Mikrodenetleyici tabanlı olarak çalışan ve farklı alanlara dağılmış kablosuz algılayıcı düğümler, ortamdaki fiziksel büyüklükleri, analog ve dijital algılayıcılar üzerinden okur. Elde edilen veriler işlenerek ESP 8266 Wi-Fi modülü üzerinden web sunucusuna aktarılır. Tasarlanan algılayıcı düğümler aynı zamanda eyleyici olarak da görev yapabilmektedir. Ayrıca düğümler kendi aralarında doğrudan haberleşebilirler. Geliştirilen sistem, kablosuz düğümler vasıtasıyla internete erişilebilen herhangi bir yerden bilgisayar, telefon, tablet vb. internete bağlanabilen mobil cihazları kullanılarak gerçek zamanlı takip ve uzaktan müdahale imkânı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin İnterneti, Kablosuz algılayıcı düğüm, Eyleyici düğüm, İlk örnek geliştirme

Developing Wireless Sensor/Actuator Node Prototype for Internet of Things Applications

ABSTRACT

Performed study is about a microcontroller-based wireless measurement and control system for Internet of Things applications. The microcontroller based wireless sensor nodes, scattered in different areas, evaluate environmental physical values using analog and digital sensors. The obtained data is processed and then sent to the web server via ESP 8266 Wi-Fi module. Designed sensor nodes can have an actuator function. In addition, the nodes can communicate directly with each other. The developed system can be accessed from anywhere on the internet through the wireless nodes using any mobile device (computer, phone, tablet, etc.) that can connect to the internet and the system offers the opportunity to monitor and remote control in real time.

Keywords: Internet of Things, Wireless sensor node, Actuator node, Prototype developing

GİRİŞ

İnternet teknolojilerindeki köklü değişimler ve gelişmeler 5 aşamada ele alındığında ilk aşama 1973-1980 yılları arasında olduğu değerlendirilen araştırma dönemidir. Bu dönem içerisinde IP v1 ve IP v4'ü kapsayacak şekilde TCP/IP protokolünün geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması söz konusudur. Takip eden aşamada şirketler web sayfaları

^β 10 -12 Mayıs 2016 tarihleri arasında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından düzenlenen "2016 Akademik Gelişim Günleri" kapsamında sunulmuştur.

üzerinden ürün ve hizmet tanımlarını yapmaya başlamışlardır. Üçüncü aşama ise internet üzerinde etkileşimli hizmetlerin kullanımı ile gerçekleşmiştir. Bu dönem ürün ve servislerin gerçek zamanlı olarak yapıldığı, altyapının artırıldığı dönemdir. İnternet üzerinden hizmet veren şirketler bu dönem içerisinde kurulmaya ve hizmet vermeye başlamıştır. Dördüncü aşama sosyal medya olarak adlandırılan ortamın meydana çıktığı dönemdir. İnsanların sosyal medya üzerinden yazı, fotoğraf ve video paylaşımı giderek yaygınlaşmıştır. Daha çok bu çalışmanın konusu olan beşinci aşamada ise Nesnelerin İnterneti (NI) olarak özetlenen, her zaman, her yerde, her şeyin interneti kavramı ortaya atılmış ve canlı cansız tüm nesnelerin internete bağlanabileceği yaklaşımı yaygınlaşmıştır (Shen ve Liu, 2011).

Nesnelerin İnterneti kavramı, internete bağlı olan nesnelerin insanla etkileşime girmeden, insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla internet üzerinden veri paylaşım yoluyla gerçekleştirilen sistemleri kapsamaktadır. Günümüzde cihazların internetle olan entegrasyonu sayesinde kullanıcıların ihtiyaçlarını algılayıp kendi sistemleri üzerinden akıllı cihazlar ile iletişim kurup kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Nesnelerin interneti ile birbirinden farklı ID adreslerine sahip olan nesnelere internet altyapısını kullanarak verileri sanal platform üzerinden işlemektedir (Giusto ve ark., 2010).

Nesnelerin İnterneti kavramının temel fikri eşsiz adresleme sistemlerini kullanarak nesnelerin birbiriyle etkileşimli hale getirmektir. Örneğin Radyo Frekansları ile Tanımlama (RFID) teknolojisini kullanarak cep telefonları, algılayıcılar, etiketler vb. nesnelerin işbirliği yaparak ortak hedefe ulaşmasını sağlamaktır (Giusto ve ark.,2010). Nesnelere internet altyapısını kullanarak verileri sanal platform üzerinden anlamlı bir şekilde işleyecektir (Zeng, 2012). Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) Nesnelerin İnterneti'ni herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde, her nesnenin birbirine bağlanabileceği bir teknolojidir şeklinde tanımlamaktadır. Şekil 1'de Nesnelerin İnterneti genel yapısı yer almaktadır.



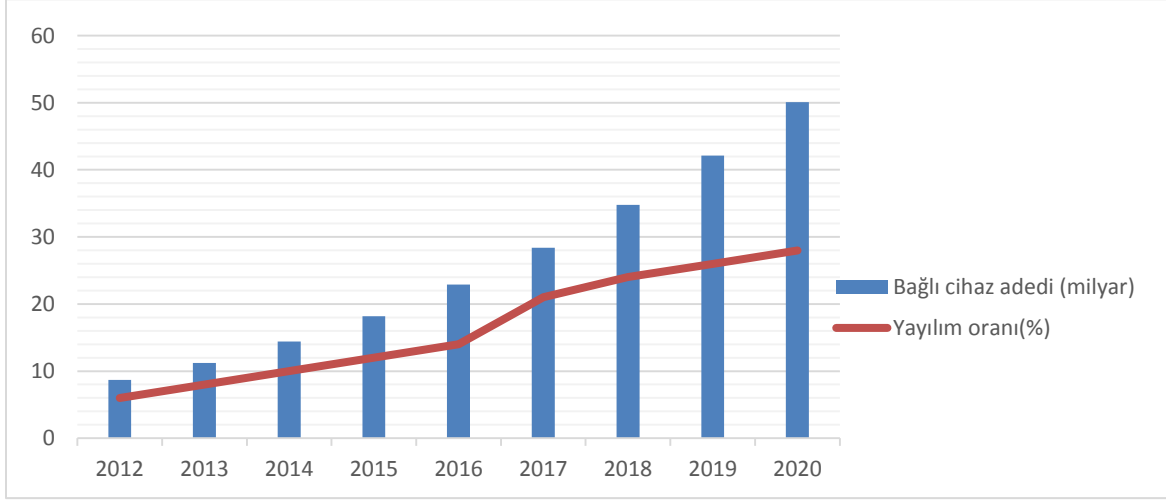
Şekil 1. Nesnelerin İnterneti genel yapısı

Nesnelerin İnterneti, nesnelere, nesnelerin birbiriyle bağlantısını sağlayan iletişim ağları ve nesnelere arası aktarılan verileri kullanan bilgisayar sistemleri olmak üzere 3 ana bölüme ayrılmıştır.

Tüm nesnelerin aynı dili kullanması için hâlihazırda ortak bir protokol olmamakla birlikte birçok nesne internete bağlanabilmekte ve internete bağlanabilen nesne sayısı ve uygulama alanları hızlı bir şekilde artmaktadır. Ortak protokol çalışmasının amacı ise farklı firmalar tarafından üretilen nesnelerin ortak bir ağa bağlanması ve oluşabilecek uyum sorunlarının ortadan kaldırılmasını amaçlamaktadır (Bandyopadhyay ve Sen, 2011).

İnternete bağlı cihazların kullanımı yıl geçtikçe artmaktadır. Cisco'ya göre yapılan araştırmalar sonucunda 2012 yılında birbirine bağlı olan cihazların sayısı 8,7 milyar iken, 2015 yılında 10-11 milyar cihaz internete bağlanabilmektedir. 2020 yılında birbirine bağlı cihazların yaklaşık 50 milyara kadar çıkacağını ileri sürmüştür. Şekil 2 de CISCO

verilerine göre yıllara göre internete bağlı cihaz adedi ve Nesnelerin İnterneti yayılım beklentisi grafiği yer almaktadır (Evans, 2011).



Şekil 2. CISCO verilerine göre yıllara göre Nesnelerin İnterneti yayılım beklentisi.

Nesnelerin İnterneti Genel Mimarisi

Tipik Nesnelerin İnterneti mimari yapısı Şekil 3'de verildiği üzere 5 temel katmandan oluşmaktadır.



Şekil 3. Nesnelerin İnterneti genel mimari yapısı

Algılama katmanı OSI modelinde yer alan fiziksel katmana benzetilmektedir ve RFID, ZigBee, QR kod okuyucu vb. farklı algılayıcı cihaz ve çevresel etmenlerden oluşmaktadır. Bu katman genel olarak her tür algılayıcı üzerinden belli bir bilginin elde edilmesi ve tanımlanması işlemlerini yerine getirir. Toplanan bilgi konum, rüzgar hızı, titreşim, airtik derecesi, nem, sıcaklık, havadaki toz oranı vb. olabilir. Elde edilen veriler sonrasında bir üst katman olan ağ katmanına aktarılmaktadır (Kraijak ve Tuwanut, 2015).

Ağ katmanı algılayıcılardan toplanan hassas bilginin işlenebilmesi için 3G, 4G, UMTS, Wi-Fi, WiMAX, RFID, kızılötesi gibi iletim metotları kullanılarak merkezi işlem birimlerine güvenli bir şekilde iletilmesinden sorumludur. Bu katmanın temel görevi bilginin algılama katmanından orta katmana güvenli bir şekilde transfer edilmesidir.

Orta katman Nesnelerin İnterneti sisteminde yer alan cihazların bir birleriyle bağlantı ve iletişim kurduklarında kullanılan farklı tiplerdeki servislerden oluşur. Bu katmanın servislerin yönetilmesi ve daha alt katmandan gelen bilginin

depolanması şeklinde iki temel görevi vardır. Bunların yanı sıra bu katman bilginin elde edilmesi, işlenmesi ve elde edilen sonuçlara göre otomatik olarak karar verilmesi işlemlerinden de sorumludur.

Uygulama katmanı orta katmanda işlenen bilgiye dayanarak dâhili uygulamaların yönetiminden sorumludur. Nesnelerin interneti uygulamaları akıllı posta, akıllı ev, akıllı telefon, akıllı otomobil, akıllı gözlük, akıllı taşımacılık vb. olabilir.

İş katmanı tüm nesnelerin interneti uygulamalarını ve servis yönetimini kapsar. Veri grafikler, iş modelleri, akış şeması, yönetim raporları gibi unsurlar alt katmanlardan gelen verilerin etkili bir veri analizi aşamasından sonra bu katman tarafından üretilir. Elde edilen sonuçların analiz edilmesi ile yöneticilerin ileriye yönelik stratejik kararlar verebilmesi sağlanmış olur.

Nesnelerin İnterneti uygulamaları için en önemli bileşenlerden biri de haberleşme kurallarının belirlendiği haberleşme protokolleridir. Bir haberleşme protokolü aynı veya farklı ağlarda bulunan uç birimlerin birbirleriyle haberleşebilmeleri amacıyla geliştirilmiş özel kurallar ve kısıtlamalar kümesi şeklinde tanımlanabilir. NI uygulamalarında genellikle makineler arası (M2M) haberleşme gerçekleştirildiğinden bu amaçla geliştirilmiş ve yaygın kullanılan iki protokol hakkında bu bölümde özet bilgi bulunmaktadır.

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) : MQTT istemci sunucu mimarisini kullanıldığı mesaj yayını yapan ve bu yayınlara abone olan cihazların bulunduğu bir mesaj transfer protokolüdür. Sınırlı kaynaklara sahip cihazlar tarafından kolayca uygulanabilmesi amacıyla açık, sade ve çalıştırma yükü düşük bir protokol olarak geliştirilmiştir. Bu protokol TCP/IP ve TCP/IP benzeri kayıpsız ve çift yönlü haberleşmeyi destekleyen ağ protokolleri üzerinde çalışabilir. Bire çok mesaj dağıtımını destekler. Mesajın ulaştırılabilmesi için 3 farklı servis kalitesi yaklaşımına sahiptir. İlki “en fazla bir kez” yaklaşımıdır ve bu aşamada mesaj kayıpları yaşanabilir. İkinci yaklaşım “en az bir kez” metodudur. Bu metotta ulaştığından emin olabilmek amacıyla mesaj tekrarlı olarak gönderilebilir. Bu durum mesaj iletim trafiğini olumsuz etkileyebilir. Üçüncü metot kesin gönderim şeklindedir ve mesajın alıcı tarafından alındığını garanti eder. MQTT protokolü veri gönderiminin düşük kaynak kullanımıyla sağlanmasının yanında, sıra dışı bağlantı kopmalarının tespit edilmesine de olanak tanır.

CoAP (Constraint Application Protocol) protokolü düşük güç, kayıplı iletişim gibi sınırlı kaynaklara sahip düğümler ve ağlar için geliştirilmiş bir web transfer protokolüdür. Düğümler genellikle 8 bitlik mikro işlemciler ve düşük miktarlarda RAM ve ROM kapasitesine sahiptirler. Haberleşme hızı tipik olarak 10Kbps değerini aşmaz ve yüksek paket hata oranına sahiptirler. Daha çok akıllı bina, akıllı şehir gibi M2M uygulamaları için tasarlanmıştır.

Konu ile ilgili literatür taraması yapıldığında yapılmış pek çok çalışmaya rastlanmaktadır. Yazar (2015), Orman yangınlarının tespit etmek için PIC tabanlı Bluetooth ve Zigbee ile haberleşebilen sensör düğümleri geliştirmiş ve elde ettiği sıcaklık verilerini bilgisayar üzerinden grafiksel olarak takip etmiştir.

Özcan (2011), tasarladığı mikrodenetleyici tabanlı sistem ile Zirai don olaylarını algılama ve merkezi bilgisayara göndermek için sensör düğümü geliştirmiştir.

Şahin (2005) bahçe bitkilerinin gelişimlerinin verimli olarak sağlanması için mikrodenetleyici tabanlı kontrol sistemi tasarlamıştır.

Küçüksayan (2011), bir sulama alanına ait iklim, toprak özellikleri, yağış miktarı ve bitkinin yaklaşık su tüketimi üzerinde çalışmalar yapmış, sulama yapılacak yere göre tasarım, planlama ve sulama tekniğinin değişim gösterdiğini ve sulama alanlarında yer alan öğelerin ve coğrafik özelliklerin sulama sisteminin değişik oranlarda etkilediğini görmüştür.

Çakır ve Çalış (2009) mikrodenetleyici kontrollü otomatik sulama sistemi ile internet aracılığıyla uzaktan bahçe nem miktarını ölçmüş ve sulama kontrolünü yapmışlardır.

Park ve Park (2011) seradaki bitkilerin ve yaprakların üzerinde çiy yoğunlaşmasıyla oluşabilecek mantar ve bakteri kaynaklı hastalıkları önlemek için kablosuz algılayıcı ile kontrol sistemi geliştirmişlerdir.

Seródio ve ark. (2001) seralar için farklı fiziksel verileri toplama işlemini yapan bir sistem geliştirmişler ve bunu internet üzerinden takip etmişlerdir.

Dayiođlu (2013), yaptığı çalışmada Bluetooth ile haberleşebilen mikrodenetleyici tabanlı ölçüm sistem tasarlamış, sera içerisinde 2 ayrı algılayıcı döğümü ile aldığı nem ve sıcaklık verilerini dışarıdaki bir bilgisayara göndermiştir.

Merretve ve Tan (2010), üzüm bahçelerinde ortamdaki dijital ve analog verilerin algılanması ve kablosuz olarak uzaktaki sunucu bilgisayara göndermek için algılayıcı döğüm ve bu döğümden gelen verileri işleyen Merkezi döğüm geliştirmişlerdir.

Lopez ve ark. (2009) toprağın nem, tuzluluk elektriksel iletkenlik gibi farklı parametrelerini ölçecek 4 farklı algılayıcı döğüm kullanılarak tarımsal sulama ve gübreleme yapmışlardır. Tasarladıkları sistem ile gerçek zamanlı olarak bitkileri incelemişler ve ideal yetiştirme koşullarını incelemişlerdir.

Kablosuz Eyleyici Algılayıcı Döğüm Tasarımı

Gerçekleştirilen çalışma, Nesnelerin İnterneti uygulamalarında kullanılacak mikrodenetleyici tabanlı kablosuz bir ölçüm ve kontrol sistemini kapsamaktadır. Mikrodenetleyici tabanlı olarak çalışan ve farklı alanlara dağılmış kablosuz algılayıcı döğümleri, ortamdaki fiziksel büyüklükleri, analog ve dijital algılayıcılar üzerinden okuyarak, elde ettiği verileri anlamlı hale getirir ve ESP 8266 wi-fi modülü üzerinden web sunucusuna aktarmaktadır. Algılayıcı döğümler aynı zamanda eyleyici olarak da görev yapabilmektedir. Ayrıca döğümler kendi aralarında da doğrudan haberleşebilirler. Sistem bu haliyle internet altyapısı bulunan herhangi bir yerden gerçek zamanlı olarak bilgisayar, telefon, tablet vb. internete bağlanabilen mobil cihazlar üzerinden gerçek zamanlı takip ve uzaktan müdahale imkânı sunmaktadır.

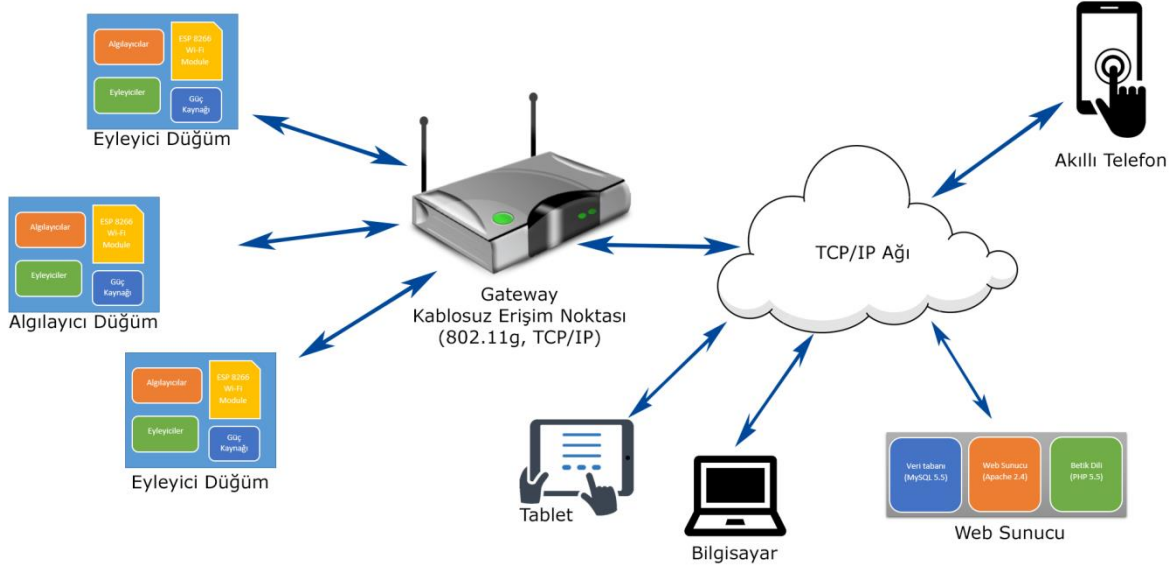
Geliştirilen sistemin kullanım alanlarından biri geniş yüz ölçümüne sahip, golf sahaları, bahçe, tarla, yerleşke, orman arazisi gibi alanlarda nem, sıcaklık, direnç, ışık şiddeti gibi fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi ve gerekli görülen hallerde eyleyici özelliğinin de kullanılarak uzaktan müdahalenin sağlanmasıdır. Örneğın yapılan ölçümler ve elde edilen veriler doğrultusunda sulama işlemini için selenoid valfler kullanılarak geniş alanların kontrollü sulanması ve hassas tarım uygulamalarının gerçekleştirilmesi mümkün hale gelir.

Önerilen Sistemin Genel Yapısı

Geliştirilen takip ve kontrol sistemde birden fazla eyleyici, algılayıcı veya hem eyleyici hem algılayıcı döğüm yer alabilir. Her döğüm noktasına ait eşsiz bir kimlik numarası bulunmaktadır. Böylece kimlik numaraları kullanılarak her döğüme ayrı ayrı erişim imkânı bulunur. Her kablosuz döğüm içerisinde TCP/IP protokolü üzerinden kablosuz haberleşmeyi sağlamak amacıyla ESP 8266 Wi-Fi modülü yer almaktadır. Döğümler bu haberleşme modüllerini kullanarak doğrudan kablosuz erişim noktası ile haberleşebilirler. Döğümler algılayıcıları üzerinden elde ettikleri ölçüm sonuçlarını internet üzerinde yer alan sabit bir IP numarasına sahip web sunucusuna gönderirler. Çalışmada Linux tabanlı bir web sunucu tercih edilmiştir. Web sunucusu içerisinde web sunucu yazılımı olarak Apache 2.4 sürümü kurulmuştur. Gönderilen verilerin kayıt edilmesi için MySQL 5.5 veri tabanı yazılımı kullanılmıştır. Kayıt işlemlerinin gerçekleştirilmesi, değerlendirme raporlarının ve ölçülen değerlere ait grafiklerin üretilmesi için de PHP 5 betik dili tercih edilmiştir.

Döğümler elde ettikleri verileri kendi döğüm numaraları ile birlikte "kayit.php" dosyasına gönderirler. Kayit.php dosyası içerisindeki PHP betik gelen verileri MySQL tablosuna ekler ve daha önceden belirlenmiş eşik değerlerinin aşılıp aşılmadığını kontrol eder. Sistemin çalışma parametrelerine göre döğümlere ait çıkış kayıt edicilerine (register) çalışma veya durma komutları yerleştirilir. Böylece bir döğümden elde edilen ölçüm değeri bir başka döğümün çıkış elemanını aktif veya pasif etmiş olur.

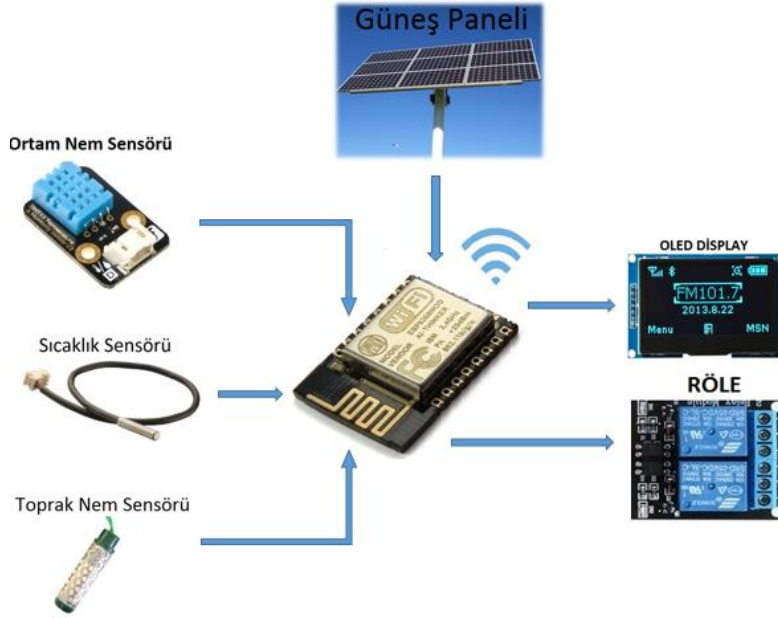
Şekil 4'de geliştirilen sistemin çalışmasını gösteren bir blok şema yer almaktadır. Döğümlerden elde edilen ölçüm sonuçları ve döğümlerin çıkış kayıt edicilerinin anlık durumları internete bağlanabilen tablet, bilgisayar, akıllı telefon gibi cihazlar kullanılarak kayıtların tutulduğu web sunucusuna bağlanabilir ve kullanıcı yetkileri doğrultusunda döğümlerin takibi ve çıkış değerlerinin kontrolü gerçekleştirilebilir.



Şekil 4. Önerilen sistemin genel yapısı

Kablosuz Algılayıcı Eyleyici Düğüm Yapısı

Şekil 5'de temel bileşenleri ile birlikte geliştirilen kablosuz düğümün genel yapısı yer almaktadır. Düğüm enerji hattının bulunmadığı dış ortamlar için geliştirilmiştir ve ihtiyacı olan elektrik enerjisini bağlı bulunduğu güneş paneli üzerinden elde etmektedir. ESP8266 Wi-Fi modülünün giriş portlarına bağlanan; sıcaklık algılayıcı, ortam nem algılayıcı, toprak nem algılayıcı ve ihtiyaca göre artırılabilen algılayıcılardan okunan veriler ESP8266 Wi-Fi modülü içerisinde SoC (System On Chip) olarak bulunan mikrodenetleyici tarafından anlamlı olacak şekilde işlenmekte ve ihtiyaca göre röle üzerinden çıkış verebilmektedir.

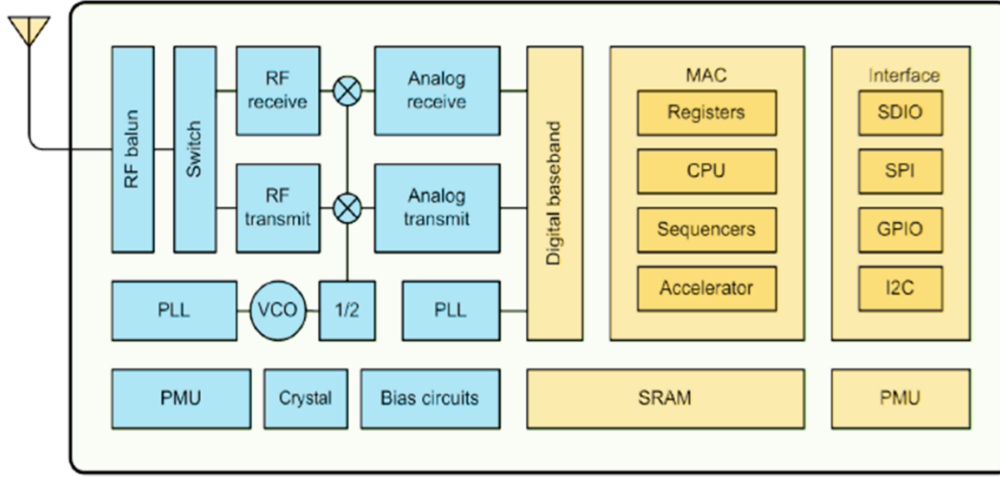


Şekil 5. Geliştirilen kablosuz düğümün genel yapısı

Kablosuz düğümlerden oluşan ağda, yer alan düğümler 2 km mesafeye kadar birbirleri ile doğrudan haberleşebilirler. Düğümler Wi-Fi destekli bir modem üzerinden internete doğrudan bağlanabilirler. İnternet bağlantısı kullanılarak

yapılan ölçümlere ait değerler web sunucusuna aktarılır ve kayıt edilir. Böylece internete bağlanabilen cep telefonu, tablet, bilgisayar gibi cihazlar üzerinden kablosuz düğümlerin gerçekleştirdiği ölçümler, mesafe ve zaman sınırlamaları olmadan takip ve kontrol edilebilir.

ESP 8266 Wi-Fi haberleşme modülü içerisinde 80-160Mhz hızında çalışabilen 32-Bit Tensilica L106 mikrodenetleyici yer almaktadır. Modül TCP/IP, 802.11.b/g/n haberleşme protokolünü ve WPA/WPA2 kullanımını doğrudan desteklemektedir. Modülün çevre ünitelerle haberleşebilmek amacıyla 2 adet seri haberleşme kanalı bulunur ve bu kanallar üzerinden SPI, UART, I2C ve I2S protokollerini destekler. Dış ortamdan ölçüm yapmak amacıyla 10 bitlik bir ADC girişine, x adet GPIO girişine ve analog çıkış için 4 adet PWM kanalına sahiptir. Haberleşme için PCB anten kullanılabileceği gibi haberleşme mesafesini artırılması için harici anten de takılabilir. 2 adet MIMO (Multiple Input, Multiple Output) çoklu giriş, çoklu çıkış desteği ile alıcı ve verici üzerinde birden fazla anten bulunabilmektedir. Bu özelliği sayesinde 1Km alan içerisinde tek bir kablosuz ağ kurulabilmektedir. ESP 8266 kablosuz haberleşme modülüne ait blok diyagram şekil 6'da verilmiştir.



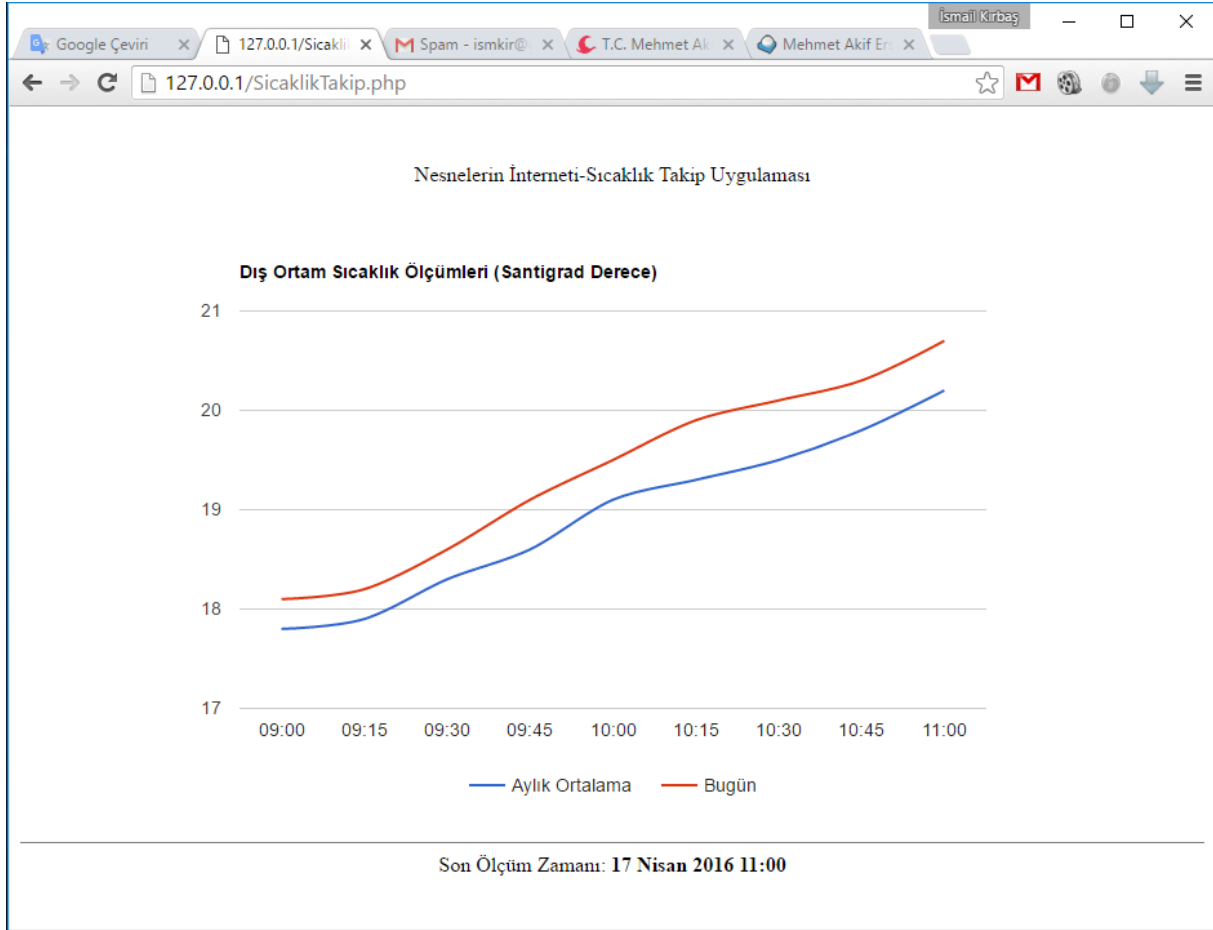
Şekil 6. ESP 8266 Wi-Fi Haberleşme Modülünün Blok Diyagramı (URL-1, 2016)

Haberleşme modülü etkin mod, güç tasarruf modu ve uyku modu olmak üzere 3 modda çalışmaktadır. İçerisinde yer alan gerçek zaman saati (RTC) ile uyku moduna ve istenildiğinde etkin moda alınabilir. Modülün farklı çalışma parametrelerine göre gerçekleştirdiği enerji tüketim değerleri Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. ESP 8266 Wi-Fi haberleşme modülü güç tüketim değerleri

Çalışma Koşulları	Test (mA)	Değerleri
Gönderim 802.11g OFDM 54 Mbps, Pout= +16dBm	145	
Gönderim 802.11n MCS 7, Pout= +18.5 dBm	135	
Gönderim 802.11g Paket uzunluğu=1024Byte, Pout= -70dBm	60	
Uyku modu	15	
Hafif uyku modu	0.5	
Tasarruf modu	0.9	
Derin uyku modu	0.01	
Kapanma	0.0005	

Şekil 7'de örnek uygulama çalışması kapsamında 2016 yılı Nisan ayı içerisinde dış ortamda yapılan sıcaklık ölçümlerine ait ölçüm değerleri ve aylık ortalamalar görülmektedir. Ölçüm sonuçlarına web sunucusu üzerinde yer alan "SicaklikTakip.php" dosyası çalıştırılarak ulaşılabilmektedir.



Şekil 7. Örnek uygulamaya ait sıcaklık değerleri

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Nesnelerin İnterneti kavramı gün geçtikçe kendisine daha fazla uygulama alanı bulmaktadır. Günlük hayatta kullandığımız pek çok araç internet üzerinden birbirleriyle kendi kendilerine haberleşebilir hale gelmiştir. Bu yaygınlaşma ile birlikte artan cihaz sayısına, mesaj trafiğine ve kısıtlı kaynaklara sahip cihazların birbirleri ile en kayıpsız şekilde haberleşmelerini sağlayacak protokol mekanizmalarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konuda yürütülen çalışmaların bir bölümü de düşük maliyetli ve yaygın kullanım alanı bulabilecek kablosuz düğümlerin geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada mevcut haberleşme protokollerini doğrudan destekleyen ve farklı uygulamalar için amaca göre farklı algılayıcılar ve eyleyiciler ile birlikte kullanılabilen, modüler bir kablosuz düğüm ilk örneği gerçekleştirilmiş ve sonucu taraflı yazılımlarla kablosuz düğümlerden alınan verilerin kayıt edilmesi ve kullanıcılar tarafından anlık olarak takibi sağlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen deneyim çerçevesinde tasarlanan kablosuz algılayıcı eyleyici düğüm sisteminin özellikle hassas tarım uygulamalarında başarı ile uygulanabileceği ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Bandyopadhyay, D., Sen, J., (2011). Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization, Wirel. Pers. Commun., vol. 58, no. 1, pp. 49–69.
- Çakır, A., Çalış, H. (2009) Uzaktan Kontrollü Otomatik Sulama Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, v. 11, n. 3, ISSN 1308-6529.
- Dayıoğlu, M. A., (2013). Seralar için Bluetooth Tabanlı Kablosuz ölçüm sisteminin Tasarımı Prototip Geliştirme ve Uygulama, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, Yıl 2013, Cilt 9, Sayfa,117-125
- Evans, D. (2011) The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), White Paper.

- Giusto, D., Iera A., Morabito, G., Atzori I. (2010) The Internet of Things. Springer.
- Krajcak, S., Tuwanut, P., (2015). A survey on IoT architectures, protocols, applications, security, privacy, real-world implementation and future trends, in 11th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM 2015) , pp. 1–6.
- Küçüksayan, C. (2011) “Peyzaj Alanlarında Otomatik Sulama Sistemi Uygulamasının İrdelenmesi: Ankara Kenti Örneği” Bartın Orman Fakültesi Dergisi Cilt: 13 Sayı: 19
- Lopez, J.A., Soto, F., Sánchez, P., Iborra, A., Suardiaz, J., Vera, J.A., (2009). Development of a Sensor Node for Precision Horticulture, *Sensors*, 9:3240–3255
- Merretve, G.V., Tan, Y.K., (2010). Wireless Sensor Networks: Application-Centric Design, InTech Open.
- Özcan, Ö. (2011) Kablosuz Sensör Ağları İçin PIC Tabanlı Sensör Düğümü Tasarımı, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Park, D.H., Park, J.W. (2011). Wireless Sensor Network-Based Greenhouse Environment Monitoring and Automatic Control System for Dew Condensation Prevention, *Sensors*, 11, 3640-3651.
- Seródio ,C., Cunha J. B., Morais R., Couto C., Monteiro J., (2001). A networked platform for agricultural management systems, *Comput. Electron. Agric.*, c. 31, sayı 1, ss. 75 – 90.
- Shen, G. ve Liu, B., (2011). The visions, technologies, applications and security issues of Internet of Things, in 2011 International Conference on E-Business and E-Government (ICEE).
- Şahin, F. (2005) Akıllı Bahçe Kontrol Sistemi Tasarımı, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- URL-1 (2016). ESP 8266 datasheet, https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/ESP8266_Specifications_English.pdf (Erişim Tarihi: 10 Haziran 2016)
- Yazar, M. (2015) Kablosuz Sensör Ağları ile Yangın Uyarı Sistemi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Zeng, L. (2012). A security framework for internet of things based on 4G communication, in Computer Science and Network Technology (ICCSNT), 2012 2nd International Conference on, 2012, pp. 1715–1718.
-