



TAŞRA BÖLGELERDE KULLANILAN SİSTEMLERİN KABLOSUZ TEKNOLOJİLER YARDIMIYLA DENETİMİ

Ersin ALAYBEYOĞLU^{1,a,*}, Canberk TURHAN^{1,b}

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye.

^a ealaybeyoglu@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8318-4081

^b canberk.turhan@ogrenci.bartin.edu.tr, ORCID: 0009-0007-8383-2644

(Geliş/Received: 04.09.2023; Kabul/Accepted: 04.10.2023)

ÖZET

Çalışmada taşra bölgelerde denetleme ihtiyacı bulunan elektronik ve mekanik sistemlerin uzaktan veri aktarımı sağlanarak denetlenmesi ve kontrol edilmesi amacıyla kablosuz haberleşme gerçekleştirilmiştir. Haberleşme modülü olarak XBee kablosuz haberleşme modülü kullanılmıştır. İlk olarak birinci modül taşrada bulunan sisteme yerleştirilecektir. İkinci modül kullanılarak internet erişimi olan noktadan ağ geçidi oluşturulacaktır. Bu sayede veri bulut sistemine aktarılacaktır. Bulut sistemine aktarılan veri kullanılarak taşrada bulunan cihazın denetimi internet erişimi olan noktalardan geliştirilen mobil uygulama ve internet sitesi aracılığıyla gerçekleştirilebilecektir. Çalışma akıllı köylerin geliştirilmesinde kullanılacak IoT uygulamalarında araştırmacılara örnek oluşturması için kullanılabilir. Çalışma Tübitak 2209A kapsamında desteklenmiş ve sonuçlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: IoT (Nesnelerin İnterneti), kablosuz haberleşme, akıllı köy, LoRa, XBee.

REMOTE CONTROL OF SYSTEMS USED IN PROVINCIAL REGIONS

ABSTRACT

In the study, control of electronic and mechanical systems in rural areas is implemented by providing remote data transfer. XBee wireless communication module is used as communication module. The first module is placed in the system located in the province. By using the second module, a gateway is created from the point with internet access. In this way, the data can be transferred to the cloud system. By using the data transferred to the cloud system, the control of the device in the province will be carried out from points with internet access via developed mobile application and the website. The study can be used to set an example for researchers in IoT applications to be used in the development of smart villages. The study was supported and concluded within the scope of Tübitak 2209A.

Keywords: IoT (Internet of Things), wireless communication, smart village, LoRa, XBee.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

Geliş (Received): 04/09/2023

Atıf (Citation): Alaybeyoglu E., Turhan C., "Taşra Bölgelerde Kullanılan Sistemlerin Kablosuz Teknolojiler Yardımıyla Denetimi", Akıllı Sistemler Dergisi, 2(1): 68-73, 2023

Kabul (Accepted): 04/10/2023

Yayın (Published): 26/12/2023

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bugün dünya, Endüstri 4.0 adı verilen yeni bir ileri teknolojik devrim dalgasıyla karşı karşıyadır. Endüstri 4.0, 21. yüzyıldaki pek çok yeni teknoloji gibi, yeni bir kavram değil; daha çok yeni geliştirilen teknolojileri kullanan eski bir kavramın yeniden doğuşudur [1]. Endüstri 4.0 dünya çapında hem kentsel hem de kırsal topluluklara umut vaat etmektedir. Birkaç yazar Endüstri 4.0 terimini tanımlamaya çalışmış olsa bile, bugüne kadar kavramın oybirliğiyle kabul edilmiş bir tanımı yoktur [3]. Bununla birlikte, Endüstri 4.0, "karmaşık sistemleri dinamik olarak yönetmek için insanların, makinelerin, nesnelerin ve IoT sistemlerinin gerçek zamanlı, akıllı, yatay ve dikey bağlantısı" [4] olarak tanımlanmaktadır. Böylece akıllı şehirler kavramı doğar; bu yeni değil, ancak son yıllarda bir şehrin kritik altyapılarını ve hizmetlerini inşa etmek ve entegre etmek için bilişim teknolojilerinin yeni bir boyutudur [5].

Kentsel akıllı topluluklar konseptinin halihazırda çok iyi oluşturulmuş olduğunu belirtmek önemlidir. Ancak Akıllı Köy kavramının yakın zamanda ivme kazanması sebebiyle kırsal topluluklar için daha az uygulamalar mevcuttur. Örneğin, AB'de Akıllı Köy Girişimi 2017 yılında Avrupa Parlamentosu tarafından başlatılmış ve Akıllı Köyler için AB Eylem belgesi Avrupa Parlamentosu ile birlikte Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanmıştır [6]. Değişken kalitede hizmet talebine sahip akıllı ağ teknolojileri, bu nedenle gelişmekte olan ekonomilerde akıllı köy kavramını çerçevesinde Endüstri 4.0'ı etkinleştirmek için çok önemlidir [7].

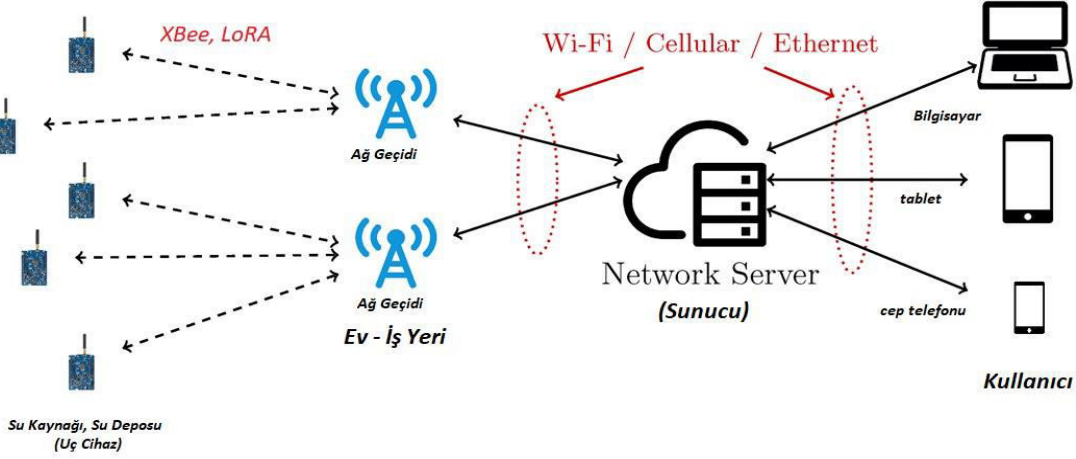
Çeşitli ülkelerde akıllı köyler oluşturmak için yapılan etkileyici çalışmalara rağmen, akıllı bir kırsal köyün ne olduğunu tanımlamak için kullanılabilecek gelişmiş standart göstergeler hala bulunmamaktadır. Mevcut çalışmalar, temel olarak gelişmiş ülkelere ve kırsal topluluklara odaklanan sınırlı çalışmalara sahip kentsel alanlara yöneliktir [8]. Bununla birlikte, başka bir yerde kırsal bir alanın karşılaştığı zorlukların, bazen benzer olsa da duruma özgü olduğu ve ülkeden ülkeye asla aynı olamayacağı belirtilmektedir. Kırsal alanlar veya köylerde yaşayan insanların yaşamlarını iyileştiren, gelişme getiren çalışmalarla bu bölgelerde yaşayan insanlar da akıllı köy kapsamında anlamlı büyümeyi hak ediyor. Bunun nedeni, kırsal kalkınmanın herhangi bir ülkenin genel kalkınmasını hızlandırmak için şart olmasıdır [9-10].

Akıllı Köylerin oluşturulmasında en önemli faktörlerden birisi de içme suyunun temini ve kontrol edilebilmesidir. Susuzluk gibi problemleri engellemek amacıyla kırsal bölgelerde işlem yürüten kurumların işlerini kolaylaştıracak bir çözüme ihtiyaçları vardır. Çalışmada 3G/4G gibi internet sağlayıcılarının erişiminin bulunmadığı bölgelerdeki su depolarının izlenmesini ve kontrolünü sağlayan haberleşme ve kontrol sisteminin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen veri transferinin anlatımı Şekil 1'de gösterilmiştir. Önerilen sistem direkt olarak depoların bulunduğu konumdan internetin bulunduğu bir konuma eş zamanlı veri yollayarak gelen veriyi bulut sisteme aktarmaktadır.

Çalışmada kırsal bölgelerdeki 3G/4G erişimi dışındaki alanlardaki verinin bulut üzerine aktarılmasını sağlayan, Batı Karadeniz Bölgesinin coğrafi durumuna özel özgün ve ucuz veri iletimi XBee teknolojisi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen bilginin akıllı köylerin geliştirilmesi üzerine çalışma yapan araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma birincil amaç, taşra bölgelerde kullanılması gerekli olan sensör verilerinin aktarım

metodunun ispatlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda sıcaklık verisi XBee teknolojisi kullanılarak aktarılmıştır. Sıcaklık özellikle kış aylarında su depolarındaki boruların donma kaynaklı patlamasını engellemek amacıyla önem arz etmektedir. XBee sensör ucuna farklı sensörler eklenerek sistemin geliştirilmesi sağlanabilir.



Şekil 1. Projenin genel görünümü

2. KABLOSUZ HABERLEŞME, VERİ AKTARIMI

Projemiz Arduino UNO, NodeMCU ve XBee modülleri dahil olmak üzere kullanıma hazır, uygun maliyetli ve enerji açısından verimli cihazlar kullanan bir WSN (Wireless Sensor Network) sistemi için tasarım önermektedir [11]. Kullanacağımız mikro denetleyiciler kullanım açısından pratik ve birçok sensör ile entegre edilebilir oldukları için tercih edilmektedir. Başlıca kullanacağımız haberleşme modülü XBee ve ESP8266 modülleridir.

XBee modülleri ZigBee kablosuz iletişim protokolüne bağlı tek yönlü ve çift yönlü veri aktarımına olanak sağlayan WSN sistemli bir donanımdır. Bu donanım karmaşık ağ yapılarına (Mesh) imkân sağlar. XBee modülleri devreye bağlanırken XBee Shield, XBee Explorer gibi ek bir donanıma ihtiyaç duyar. XBee modüllerinin entegrasyonu modülün kendi programı olan XCTU programı üzerinden gerçekleştirilir [12]. XBee modüllerinin türüne göre çekim mesafesi değişiklik göstermektedir. Normal XBee modülleri düşük bir çekim kapasitesi sunarken XBee Pro modülleri çok daha fazla mesafelere veri iletimi sunmaktadır [13]. İletim mesafelerinin artırılması hususunda kullanılan antenlerle birlikte, XBee sayısı ve arazi koşulları gibi durumlar da etkili olmaktadır.

Örneğin; XBee'nin maksimum iletim mesafesi 15km ise ortaya yerleştirilen bir aracı XBee sayesinde iletim mesafesine 15km daha eklenebilecektir [13]. Bununla birlikte dipol anten kullanımı ile veri iletim menzili 45km'ye kadar çıkabilmektedir. Kullanılan antenin kazancı veri aktarım mesafesinde büyük rol oynayan faktörlerdendir. Link Bütçesi (Link Budget) hesabı ile sağlıklı bir veri bağlantısı kurulması için gereken kazanç dB (desibel) cinsinden

hesaplanarak uygun anten seçimi yapılır. Anten seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli faktör iletişim modülünün frekansıdır. Anten ile modülün frekansları aynı olması gerekmektedir. Aksi durumda anten herhangi bir kazanç sağlamaz [18]. Örneğin çalışmada kullanılan XBee Pro S2C modeli 2.4GHz frekansına sahiptir. Kullanılacak anten de aynı frekansta olmalıdır.

Arduino UNO ve NodeMCU ile ZigBee kablosuz iletişim protokolüne bağlı olarak birçok sistemin örneğin su depolarının doluluk oranı, su membaında bulunan motorun çalıştırılması gibi sistemlerin uzaktan kontrolü ve denetimine yardımcı olur [14]. Kullanacağımız Arduino UNO kartında ATmega328 mikro kontrolcüsü bulunmaktadır. Donanımsal kodlar Arduino IDE üzerinde derlenerek kontrolcünün içine aktarılır [15].

NodeMCU yani Lolin olarak bilinen ve üzerinde ESP8266 WiFi modül barındıran IoT sistemine uygun bir geliştirme kartıdır. Herhangi bir mikrokontrolcüye ihtiyaç duymaksızın ADC, 1-Wire, IIC, PWM ve GPIO bağlantılarını kendi üzerinden destekler. ESP8266 tabanlı projeleri kolayca uygulamaya dökmeyi hedefleyen bir geliştirme kartıdır. Bu ürün tek başına kullanılabilir. Ek olarak Arduino benzeri geliştirme kartı gerektirmez. Kendi üzerinde anteni bulunmaktadır. Bilgisayar bağlantısı kendi üzerinde bulunan mikro USB ile kolaylıkla sağlanır [19].

NodeMCU geliştirme kartı için gerekli olan kodlar Arduino IDE programı üzerinde oluşturulmuştur. Arduino IDE üzerinde C diliyle yazılan programa göre halihazırda NodeMCU denetleyicisinin içerisinde bulunan ESP8266 sensörünü kullanarak gerçek zamanlı veriler Google'ın Firebase sisteminin FCM (Firebase Cloud Messaging) protokolünü kullanarak Google bulut ortamında çift taraflı veri kontrolü ve iletimi sağlanır [16]. Önerilen sistem bağımsız çalışır ve programlandıktan sonra PC gereksinimi olmadan telefon gibi akıllı cihazlardan Google üzerinden erişim sağlanır hale getirilmiştir [17]. Çalışmada alıcı konumunda bulunan XBee modülüne gelen depo doluluk verisi ESP8266 WiFi modülü ile oluşturulan ağ geçidi üzerinden Google'ın Firebase sistemine aktarılmış ve mobil uygulama üzerinden su deposunda bulunan su miktarı dinamik olarak gözlemlenebilmesine uygun alt yapı geliştirilmiştir. Şekil 2'de alıcı ve verici devrelere ait devre şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.a Alıcı devre şeması, b. Verici devre şeması

Şekil 2.a'da verilen alıcı devresinde NodeMCU üzerinde bulunan ESP8266 WiFi sensörü ile

XBee modülü birlikte ağ geçidi görevi görmektedirler. Şekil 2.b de gösterilen devrede örnek olarak sıcaklık ve nem sensörünün olduğu su deposunda bulunan verici devresi gösterilmiştir. Burada alıcı ve verici isimleri sadece sistemi tanımlamak amacıyla kullanılmıştır. XBee modülleri arasındaki veri akışı çift yönlü olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede yetkili kişiler tarafından su deposunda bulunan verici devre aracılığıyla motor kapama gibi işlemler için komut gönderilebilmektedir. Şekil 2.b'deki kırmızı led 5V röleyi temsil etmektedir. Röle yardımıyla su deposunda bulunan herhangi bir cihaz çalıştırılabilmektedir. Şekil 3'te alıcı ve verici devrelerin kodları verilmiştir gösterilmiştir.

<pre>#include "FirebaseESP8266.h" #include <ESP8266WiFi.h> String signal; #define FIREBASE_HOST " Firebase Host ID" #define FIREBASE_AUTH "Firebase Secret ID" #define WIFI_SSID "WiFi ID" #define WIFI_PASSWORD "WiFi Password" FirebaseData my_database; void setup() { Serial.begin(9600); WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD); while (WiFi.status() != WL_CONNECTED){ { Serial.print(""); delay(300);} } Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH); Firebase.reconnectWiFi(true); pinMode(D2,OUTPUT); digitalWrite(D2,LOW); } void loop() { while(Serial.available() > 0){ signal = Serial.readStringUntil('c'); Firebase.setString(my_database, "Temp", signal);} if(Firebase.getString(my_database, "/led")) { if (my_database.stringData()=="1"){ Serial.print("received"); // "received" must change a number as same in transmitter code. Serial.println("signal_received"); Serial.println(" "); delay(4000);} } else { Serial.print("transmitted"); Serial.println("z"); Serial.println(" "); delay(4000); }}}</pre>	<pre>#include <Adafruit_Sensor.h> #include <DHT.h> #include <DHT_U.h> String signal; float t; #define DHTPIN 2 #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); void setup() { Serial.begin(9600); dht.begin(); } void loop() { delay(15000); float t = dht.readTemperature(); Serial.print(t); Serial.println("c"); if(Serial.available()) { signal = Serial.readStringUntil('z'); Serial.println(signal); if(signal == "received") { digitalWrite(12, HIGH); } if (signal == "transmitted") { // "transmitted" must change a number as same in receiver code. digitalWrite(12, LOW); } } }</pre>
--	--

(a)

(b)

Şekil 3.a. Alıcı devre kodları, b. Verici devre kodları

Şekil 3'te verilen kodlar örnek sensör için geliştirilmiş olup farklı amaçlar doğrultusunda

kullanılan sensör değiştirilebilir. Şekil 4'te MIT App Inventor ile geliştirilen mobil uygulama görseli gösterilmiştir.



Şekil 4. MIT App Inventor ile geliştirilen uygulama arayüz görseli

Uygulamada bulunan on-off tuşları yardımıyla su deposunda bulunan cihazların kontrolü gerçekleştirilebilmektedir.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada WSN teknolojileri kullanılarak Bartın ilinde bulunan köylerdeki su depolarındaki su miktarının anlık izlenebilmesi ve gerekli durumlarda çözüm üretilebilmesi için haberleşme, kontrol sistemi oluşturulmuştur. Yüksek maliyetli ağ geçidi kullanımına alternatif olarak maliyet açısından çok uygun olan ESP8266 tabanlı uygulama önerilmiştir. Bu uygulamanın devamında internet erişiminin olmadığı bölgelerde uzaktan veri denetimi gerçekleştirmektir. Yapılan bu uygulama prototip olması dolayısıyla küçük bir bölgede denenmiştir. Veri iletimi çift taraflı olarak sağlanmış ve bölgede internet olmaksızın farklı bir konumdan veri alış-verişi sağlanmıştır. Kullanılan sensörlerin daha uzak konumlarda veri aktarımı için yüksek kazançlı antenlerden ve ek sensörlerden destek alınabilir. Kullanılan yazılımlardan verimli sonuçlar elde edilmiştir fakat farklı tip kullanımlar kullanılan alt yapı değiştirilerek uygun hale getirilebilir. Android uygulaması aşamasında sıcaklık verisi güncel bir şekilde Firebase üzerinden mobil uygulamaya aktarılmıştır. Çalışmanın Akıllı Köy gelişimine katkı sağlamasını temenni ederiz. Çalışma Tübitak 2209A kapsamında desteklenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu makalenin araştırılmasında ve yürütülmesinde Tübitak 2209A desteği alınmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI REDDİ

Bu çalışma ile hiçbir şekilde çıkar elde edilmemiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Gilchrist, A., “Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. Heidelberg”, Germany: Springer, 2016.
2. Bock, B., “Social innovation and sustainability; how to disentangle the buzzword and its application in the field of agriculture and rural development”, *Stud. Agricult. Econ.*, 114, 57–63, 2012.
3. Lu, Y., “Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues”, *J. Ind. Inf. Integr.*, 6, 1–10, 2017.
4. Bauer, W., Hämmerle M., Schlund S., and Vocke C., “Transforming to a hyper-connected society and economy—Towards an ‘industry 4.0’”, *Procedia Manuf.*, 3, 417–424, 2015.
5. Nam, T., and Pardo, T.A., “Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions”, in *Proc. 12th Annu. Int. Digit. Government Res. Conf. Digit. Government Innov. Challenging Times*, 282–291, 2011.
6. Zavratnik, V., Kos, A., and Duh, E. S., “Smart villages: Comprehensive review of initiatives and practices”, *Sustainability*, 10, 2559, 2018.
7. Markowitz, C., “Harnessing the 4IR in SADC: Roles for policymakers”, *South Afr. Inst. Int. Affairs, Johannesburg, South Africa, Tech. Rep.*, 2019.
8. Gwaka, L. T., “Digital technologies and youth mobility in rural Zimbabwe”, *Electron. J. Inf. Syst. Developing Countries*, 84, 2018.
9. Nair, A. V., Nellippallil, A. B., Allen, J. K., and Mistree, F., “Speculating a successful and relevant global development enterprise in the year 2035”, *Mississippi State Univ., Starkville, MN, USA, Tech. Rep. NSF/ASME Design Essay Competition*, 2019.
10. Maja, P. W., Meyer, J., & Von Solms, S., “Development of Smart Rural Village Indicators in Line With Industry 4.0”, *IEEE Access*, 8, 152017-152033, 2020.
11. Agrawal, N., and Singhal, S., “Smart drip irrigation system using raspberry pi and Arduino”, *International Conference on Computing, Communication & Automation*, 928-932, 2015.
12. Akkaya, O. S., “Gerçek Zamanlı Enerji İzleme İçin Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Savaş Tasarımı”, (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University, 2020).
13. Cama-Pinto, A., Pineres-Espitia, G., Caicedo-Ortiz, J., Ramírez-Cerpa, E., Betancur-Agudelo, L., & Gómez-Mula, F., “Received strength signal intensity performance analysis in wireless sensor network using Arduino platform and XBee wireless modules”, *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 13, 2017.

14. Tuan, K. N., “A wireless sensor network for aquaculture using Raspberry Pi, Arduino and Xbee”, International Conference on System Science and Engineering, 235-238, 2019.
15. Kabir, A. S., Shorif, M. A., Li, H., & Yu, Q., “A study of secured wireless sensor networks with XBee and Arduino”, 2nd International Conference on Systems and Informatics, 492-496, 2014.
16. Kim, J. D., Lee, S. Y., Kim, Y. S., Song, H. J., & Park, C. Y., “A study of polymerase chain reaction device control via cloud using Firebase Cloud Messaging protocol”, BioMedical Engineering OnLine, 17, 1-9, 2018.
17. Chandana, R., Jilani, S., & Hussain, S. J., “Smart surveillance system using thing speak and Raspberry Pi”, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 4, 214-218, 2015.
18. Yazgan, A., Tuğcu, E., Albayrak, C., & Kadir, T. U. R. K., “Yüksek hızlı terahertz kablosuz haberleşme için iletim pencereleri ve link hesabı”, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10, 48-53, 2021.
19. Başçiftçi, F., & Gündüz, K. A., “Nesnelerin İnterneti Uyumlu Mikrodenetleyiciler Üzerine Bir Araştırma”, Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 66-76, 2019.