



Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi (YSAD)
Elderly Issues Research Journal (EIRJ)
Cilt (Vol.) 10, Sayı (Number) 1, 2017, Sayfa (Pages) 29-42
ISSN 1308-5816
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/yasad/>

Tarımsal Üretimde Örnek Bir IoT Uygulaması ve Yaşlı Tarım Çalışanlarının İzlenebilirliği

Bülent ÇAKMAK*¹ & Emrah MERCAN**

*Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği,
İZMİR / Türkiye

** Emronic®, Ege Üniversitesi, Teknopark, İZMİR / Türkiye

Geliş Tarihi: 06 Eylül 2016
Kabul Tarihi: 20 Ocak 2017
Yayın Tarihi: 27 Ocak 2017

Original Araştırma Makalesi

ÖZET

Dünya nüfusu, bir taraftan gelişen teknolojiler sayesinde yaşam üst sınırını yükseltirken diğer yandan nicel olarak artmaya devam etmektedir. Artan insan sayısı aynı zamanda daha fazla temiz su tüketimi, daha fazla besin tüketimi ve bununla orantılı atık üretimi anlamına gelmektedir. Ancak bu üretimi yapacak çalışanların sektörü desteklemesi ve üretim devamlılığının sağlanması gerekmektedir. Ülkemizde yaklaşık 5.000.000 tarım çalışanı ülkemizi beslemeye çalışmakta, bununla kalmayıp ürettikleriyle ülke milli gelirine katkı sağlamaktadır. Genel bir yaklaşımla ülkemiz tarım sektörünün milli gelire katkısı % 15, ülke ekonomisine doğrudan katkısı %40, dolaylı katkısı ise yaklaşık % 70'tir. Bu durum tarım sektörünün her zaman üretimde ana aktörlerden biri olduğunu göstermektedir.

Tarım, emek yoğun bir sektör olduğundan genç tarım çalışanları gerek iş yoğunluğu ve gerekse sosyal statü baskısı altında tarımdan uzaklaşmaktadır. Bu durum gelişmiş ve gelişmekte olan çoğu ülkede görülmekte ve sektörün geleceği ile çelişmektedir. Çözüm; mekanizasyon ve teknolojinin sektörde daha etkin, ucuz ve kolaylaştırıcı şekilde kullanılmasıdır.

Ülkemizde tarımsal mekanizasyon düzeyi birçok yönden teknik istekleri karşılar düzeye ulaşmıştır. Şimdi yapılması gereken genç çalışanı tarımsal alanda tutacak ve aynı zamanda teknolojiyi kolay ve ucuz kullanabileceği bir ortam yaratmaktır. Diğer yandan tarım çalışanlarının yaş ortalaması giderek artmaktadır. Tarımda çalışanlar 6331 sayılı yasaya göre çoğunlukla kendi nam ve hesaplarına çalıştıkları için çalışma ortamlarını ve koşullarını kontrol edip düzenleyen etkili bir mekanizma bulunmamaktadır. Çoğu tarım çalışanı da sosyal güvenlik haklarından yoksundur.

Mevcut değerlendirme sonunda tarım çalışanın yaşam kalitesini yükseltmek ve üretiminin daha düşük girdi maliyetiyle sürekliliğini sağlamak temel hedeftir. Bunu sağlamak için yeni, güncel ve yerli üretilen teknolojiler büyük önem kazanmaktadır. Günümüz iletişim teknolojileri arasında şimdiden bir devrim olarak görülen IoT (Internet of Things=Nesnelerin İnterneti) için

¹ Sorumlu Yazar İletişim: bulent.cakmak@ege.edu.tr

en önemli uygulama alanı Tarım Sektörü olarak belirtilmektedir. Bu çalışmada yerli üretim IoT teknolojisinin tarımsal amaçlı kullanımı, uygulama örnekleri ve bu teknolojinin yaşlı tarım çalışanlarının izlenmesinde kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: IoT, yaşlı izlem, tarım, veri ağı, Lpwa, LoRaWan

ABSTRACT

The world's population continues to increase quantitatively and the life limit increasing with emerging technologies. It means that more fresh water consumption, more food consumption and waste production in consequence of increasing the number of people at the same time. However, employees will support this production sector and must ensure production continuity. In our country, about 5,000,000 agriculture employees trying to feed our country and also they contribute to the national income. Within general view the agricultural sector contributes to our country's national income about 15% and directly and indirectly country's economy contribution are about 70%, 40% respectively. In this case the agricultural sector shows that one of the main actors in the production all time.

Agriculture is labor intensive sector, for that reason young agriculture worker away from agriculture under pressure of intensity of work and social status. This situation observed in most developed and developing countries and contrasts with the future of the agricultural sector. The solution is more efficient, cheap and facilitator mechanization and technology usage in the sector.

In our country, the level of agricultural mechanization reached to meet the technical demands in many ways. Now needs to be done in the agricultural sector keep young workers and also to create an environment where technology is cheap and easy to use. Besides this the average age of agricultural workers is rising. According to the law No. 6331, workers in agriculture are mostly working on their behalf and account and no effective mechanism to regulate the working environment and conditions to check them. Many agricultural workers are deprived of social security rights.

The main target is to improve the quality of life of agricultural workers and to ensure the continuity of production with lower input costs. Nowadays the new, current and domestically produced technologies are of great importance. IoT (Internet of Things) is seen as a revolution in advance of today's communication technologies and the most important application areas indicated as agricultural sector. In this study were evaluated that the use of locally produced agricultural IoT technologies, practices and the availability of this technology for the monitoring of elderly agricultural workers in area.

Key Words: IoT, elderly monitoring, agriculture, data network, LPWA, LoRaWan

(Example of IoT application in agricultural production and the traceability of elderly agricultural workers)

1.GİRİŞ

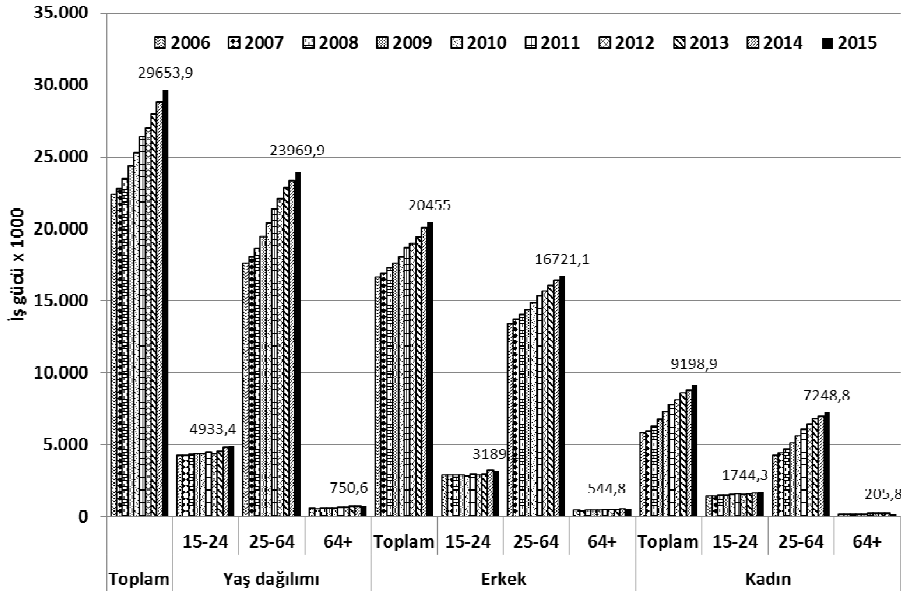
Tarım sektörü, dünyada olduğu gibi ülkemizde de insanların beslenmesinde temel kaynaktır. Sektör, sadece insanların beslemekle kalmayıp doğrudan veya dolaylı olarak iş alanı yaratmaktadır. Ülkemiz çalışan nüfusunun yaklaşık % 20'si tarımda istihdam edilir (TUİK, 2016).

Tarım, diğer sektörlerden farklı olarak belli üretim periyotlarına kesin olarak bağlıdır. Diğer sektörlerinden farklı olarak tarımsal üretim sürecinde zaman toleransı yok denecek kadar azdır. Tarımda, toprak işlemeden hasada kadar tüm işlemler ürünün ve doğanın belirlediği kurallar içerisinde gerçekleştirilir. Tarım sektörü yaşamsal temel ürünlerin üretilmesinde ve diğer sektörlerin ham madde girdilerinin sağlanmasında önemli rol oynar ve bu nedenle ülkemiz ekonomisindeki yeri büyüktür. Üretimde çoğunlukla yerli girdi kullandığından ekonomik kriz dönemlerinde ortaya çıkan zorlukların aşılmasında ve temel gıda kaynaklarının canlı tutulmasında çok büyük

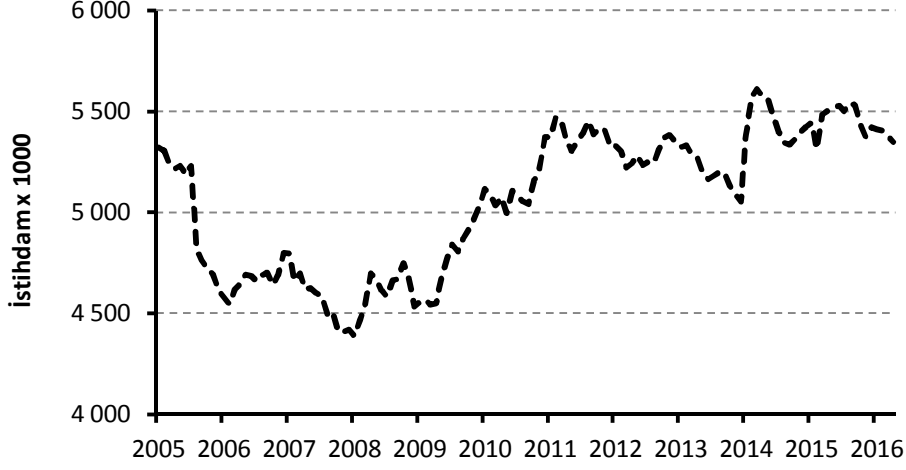
önem taşır. Tarımsal üretim ve sektörün devamlılığı ise tarım işçilerine, çiftçilere ve tarımsal üretim yapan tüm paydaşlara bağlıdır.

4857 sayılı İş Kanununun 111. Maddesinde Tarım ve Orman işlerinden sayılacak işlerin esasları tanımlanmıştır. Bu işleri yapanların tarım işçisi oldukları belirtilmiştir. Tarım işçisi; kendi aile işletmesinde ve/veya kendi toprağı yetersiz ya da hiç olmayıp başkasının topraklarında ortakçı/kiracı çiftçilik yapanlar olarak görülebilir. Ancak "tarım işletmesi", "tarım işçisi", "çiftçi", "işletmeci", "köylü" gibi kavramların sınırlarının belli olmaması, bir parça toprak sahibi olan veya toprağı işleyen her kişinin genel anlamda çiftçi olarak tanınmasına neden olmaktadır. Özellikle iş bulmak amacıyla büyük şehirlerde çalışıp emekliliğini hak eden çoğu insan köyüne dönüp kendi bilgisi ve olanakları dâhilinde çiftçiliğe başlamaktadır. Diğer yandan genç neslin zor meslek olarak gördükleri çiftçiliğı tercih etmeyip büyük şehirlere göç etmesi tarımsal üretimin sürekliliğı için bir sorun olarak görülmektedir. Bu gerekçeler nedeniyle tarımda çalışanlarının yaş ortalaması her geçen gün yükselmektedir.

Ülkemiz önemli bir iş gücüne sahiptir. Genç nüfusumuz her geçen gün iş gücü olarak gelişmeye katkı koymaktadır. **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** 2006-2015 yılları arasındaki toplam iş gücü ve bu iş gücünün cinsiyet ve yaş aralığına göre dağılımı görülmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütüne (ILO) göre ülkemiz 29,5 milyon kişilik iş gücüne sahiptir (ILO, 2016). Bu iş gücünün 26,5 milyonu istihdam edilmektedir. Toplam iş gücümüzün 20,4 milyonu erkek, 9,1 milyonu kadın çalışandan oluşmaktadır. Şekil 1'den de görüldüğü gibi çalışanların %80'i 25-64 yaş aralığında yer almaktadır. Ülkemizin 2005-2016 yılları arasında tarımda çalışan işgücü istihdam profilindeki değişim Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi "Tarım" sektörü, çalışan sayısı bakımında yaklaşık 5,4 milyon çalışaniyla dev bir sektördür (Şekil 2).



Şekil 1. Ülkemizin 2006-15 yılları arasında toplam iş gücü ve cinsiyet-yaş aralığına göre dağılımı (2015 yılı rakam olarak gösterilmiştir).



Şekil 2. Ülkemizin 2005-16 yılları arasında tarımda çalışan işgücü istihdam profilindeki değişim

Ülkemizde 2016 Nisan ayı itibariyle istihdam edilenlerin sayısı 27.638.000'dir. İktisadi faaliyet kolları (sektörler) ve dağılımı içinde tarım çalışanları göre % 19,4 oranındadır. Günümüzde istihdam edilen 15+ yaşındaki her beş çalışandan biri tarımla uğraşmaktadır (TUİK, 2016).

Tarımsal Üretim

Ülkemiz arazi kullanımında tarım alanları % 30'luk bir paya sahiptir. 2015 yılı verilerine göre toplam tarım alanı 38.566.000 ha'dır. Tarım alanları; 15.738.000 ha ekilen 4.114.000 ha nadas, 809.000 ha sebze bahçesi, 3.284.000 ha meyve ve baharat bitkileri alanı ve 14.617.000 ha mera alanı olarak belirtilmiştir (TUİK, 2016). Tarım alanlarında bitkisel ve hayvansal üretim yapan 5.352.000 (Nisan 2016) çalışan çok farklı ve mevsimsel işlerle uğraşmakta ve üretim yapmaktadır. Çalışanlar, tarımsal üretimde 1.260.358 traktör, 15.998 biçerdöver ve çok sayıda ve çeşitte makine-ekipman kullanmaktadır (TUİK, 2016).

Tarım, genellikle üstü açık bir işletme olduğundan çalışanlar her türlü mevsimsel zorluğa, farklı çalışma koşullarına katlanmak, üretilen canlı ürünün yaşam koşullarını oluşturmak ve koruyarak devam ettirmek zorunda olduğundan karmaşık/tehlikeli bir yapıya sahiptir. Bu durum gelişmiş ülkelerde de aynı şekilde gerçekleşmektedir. Ancak üretimin sürekliliği ve artan ürün talebinin karşılanması için teknolojik çözümler giderek önem kazanmıştır. Önceleri mekanizasyondaki gelişmeler teknolojik olanaklar olarak öncelikli iken günümüzde bilişim teknolojisi ve araçları da sağladığı iletişim kolaylığı ile uygulamaya alınmıştır (Duan, 2011).

Tarımsal Üretimde IoT Uygulaması

Ülkemizde tarımsal üretim alanlarının genellikle dağınık, parçalı ve yaşam alanlarına uzak olması nedeniyle farklı yerlerdeki üretimin aynı anda kontrol edilebilmesi zordur. Bu durum bilişim/haberleşme teknolojisinin kullanılması için önemli bir fırsat vermiştir. Gelişmiş ülkeler ile birlikte birçok gelişmekte olan ülke bu tip uygulamaları tarımda yenilikçi teknolojiler olarak kabul ve tercih etmektedir. Özellikle kablosuz teknoloji uygulamaları tarım sektöründe yaygınlaşmıştır.

Kablosuz teknolojilerde, uygulama ortamından toplanan verilerin toplama merkezine iletilmesi kablosuz olarak sağlanır (Sarma, Singh & Singh, 2012). Örneğin ortamda

izlenmesi gereken fiziksel büyüklükler (toprak sıcaklığı, hava sıcaklığı, toprak nemi, basınç, ses, hareket, ışınım vb.) varsa, ölçülerek veri toplama merkezine bir kablosuz ağ yardımıyla iletilir. Toplanan verilerin işlenmesi ve yorumlanması sonrasında karar aşamasına gelinir ve gereken işlem adımı belirlenir. Ürünün izlenmesi ve gereken adımların atılması ürün kalitesini ve güvenliğini arttırmakta, maliyeti düşürmekte ancak en önemlisi durumla ilgili en kesin ve hızlı verilerin elde edilmesini sağlamaktadır (Ünal & Topakçı, 2013). Canlılara ait fizyolojik verilerin alınmasında ve iletilmesinde ise biyotelemetri olarak tanımlanan mühendislik sistemleri kullanılır. Biyotelemetrik uygulamalarda canlıların hareketleri kısıtlanmadan, doğal yaşam / çalışma alanlarında uzaktan izlenebilmesi için daha çok kablosuz biyotelemetri sistemleri tercih edilmektedir (Fidan & Güler, 2007). Özellikle kablosuz haberleşme teknolojisindeki gelişmeler ve düşük enerji tüketimli yeni yöntemlerle beraber uzaktan izleme konusu daha da önem kazanmış, düşük maliyetli ve taşınabilir izleme sistemlerinin uygulama alanının gelişmesine ve yaygınlaşmasına neden olmuştur (Binkley, 2003; Aktaş, Çeken & Erdemli, 2014).

Bu çalışmada, tarımsal üretimde açık alanda yapılan uzaktan izlemenin yaşlı tarım çalışanları için de uygulanabileceği öngörülmüş ve bu amaçla prototip bir modül geliştirilip üretilip ve uzaktan izleme yazılımı hazırlanmıştır. Üretilen prototip modül ile tarım çalışanlarından yaşlı olanlar açık alanda çalışırken uzaktan izlenebilecektir. Bazı gelişmiş ülkelerde yalnız yaşayan yaşlı bireyler için onların çocukları veya yakınları tarafından izlenmesini sağlayan farklı ürünler kullanılmaktadır. Bunun gibi bir ürünün yaşlı tarım çalışanlarına uyarlanmasıyla olası bir kaza/kaza zincirinin meydana gelmesi engellenemese de kaza mahalline hızlı bir şekilde ulaşılmasını mümkün kılabilir. Bu amaçla kullanılacak modül ülkemizde ilk kez EMRONIC firması tarafından tasarlanıp üretilmiştir. Üretim Modül, veri transferi, açık alan testleri ve tarımsal amaçlı uygulamalarda kullanılabilirliğinin ortaya konması için Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde denemeye alınmıştır. Denemede modülün veri transfer kararlılığı, veri kalitesi ve pil tüketimi izlenmiştir. İzlemenin web ortamında ve uzaktan yapılabilmesi için özel bir yazılım hazırlanmıştır. Yazılım, belirlenen aralıkta istenen verileri alabilmektedir. Alınan veriler hazırlanan analiz yazılımları sayesinde otomatik olarak analiz edilmekte böylece karar verme süreci kısaldığından istenmeyen olaya hızlı müdahale gerçekleştirilebilmektedir. Modül tasarımı, yapılan denemelerden sağlanan geri bildirimler doğrultusunda yaşlı tarım çalışanları kullanabilmesi için geliştirilecektir. Özellikle yaşlı tarım çalışanlarının tarımsal alanda istenmeyen durumlarla (iş kazası, bayılma, yüksekte düşme, hayvanlar tarafından sokulma, darp edilme vb.) karşılaşması sonrası çalışana ulaşılmasında önemli bir görev üstlenecektir. Modül, yaşlı tarım çalışanları tarafından giyilebilir ve kolay kullanılabilir olacak ve benzer sistemlere göre ortalama 10 kat düşük enerji tüketimi sayesinde uzun süre hizmet verebilecektir. Ön denemeler, gerek tarımsal işlerde gerekse çalışan üzerinden alınacak verilerin aynı yöntemle gönderilmesini sağlayacağından basit fiziksel büyüklüklerin toplanması olarak gerçekleştirilmiştir.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılacak kablosuz veri transfer ağı

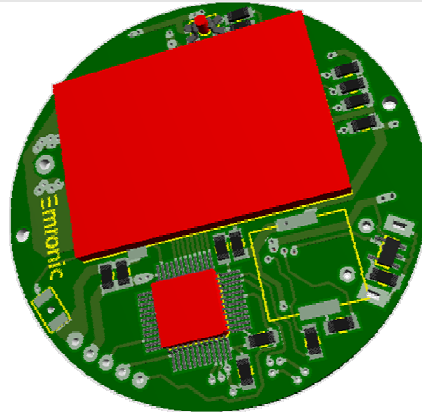
Günümüzde çeşitli amaçlarla kullanılan veri transferi işlemlerinde kablolu bağlantı yerini kablosuz teknolojilere bırakmaya başlamıştır. Bunlardan en bilineni ise vazgeçilmez araçlar olarak hayatımızda önemli bir yere sahip olan cep telefonlarıdır. Son yıllarda GSM sektöründe yapılan yatırımlar incelendiğinde yapılan çalışmaların, veri transferini hızlandıracak ve işletme maliyetlerini azaltacak teknolojiler üzerine odaklandığı görülür (Sudduth, 1999). Veri transferinde yapılacak yenilikler yaşamsal

verilerin izlenmesinde de büyük önem taşımaktadır (Gubbi, Buyya, Marusic & Palaniswami, 2013). Ancak transfer edilen veri büyüklüğünün artması işletme maliyetlerini yükseltmektedir. Bu nedenle veri transferinde internet bağlantısına gereksinim duyan aracın veya nesnenin, ucuz donanımlar içermesi ve maliyetlerin düşük olması istenmektedir (Claessens, Preneel & Vandewalle, 1999). Bu gereksinimlerin farkında olan ilgili sektörler özellikle düşük maliyetli teknolojiler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada da düşük maliyetli yerli bir üretim bir teknoloji üzerinde çalışılmıştır. Geliştirilen ve iletişim amaçlı olarak kullanılan LPWA (LPWA-Low Power Wide Area) prototip modülü söz konusu teknolojilerin birçoğunu içeren özgün ve yerli bir üründür (Şekil 3). Modülün dünyada üretilen diğer modellerden farkı ise aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Modül standart (AA) 2 kalem pil ile çalışabilme: 10 yıl,
- RF menzili yarıçapı: 15 km,
- Çok düşük işletme maliyeti,
- Düşük maliyetli internet erişimi.

Prototip modülün internete bağlanmasında genel olarak “Düşük Güçlü Geniş Ağ (LPWA-Low Power Wide Area)” tanımlanan özel bir teknoloji kullanılmıştır. LPWA teknolojilerinde kullanılan sensörler internete, bilinen ücretlendirmeye göre çok daha düşük maliyetlerle bağlanmakta, kurulum masrafları düşük ve sabit enerji ihtiyacını ortadan kaldırarak mobilite yönünden büyük fırsatlar sunmaktadır (Adelantado, Vilajosana, Tuset-Peiro, Martinez & Melia, 2016). Bu teknolojiye, sensörler 15 km ötedeki bir baz istasyonuna çok düşük enerji tüketimiyle veri iletimi yapabilmektedir. Böylece sensörlerin pil ile uzun yıllar çalışabilmesi mümkün olmaktadır.

Modülde kullanılan diğer bit teknoloji ise LoRaWan (Low-Power Wide-Area Network) teknolojisidir. Bu teknoloji açık kaynaklı olup en yaygın uygulanan teknolojidir. Günümüzde birçok ülkede (Avrupa, Güney Kore, Tayvan, Çin, Yeni Zelanda) ulusal kapsama alanları oluşturulmuş ve bu alanlar hızla genişletilmektedir. LoRaWan, LPWA teknolojisindeki yenilikleri tümü ile karşılamakta ve nesnelere internete çok uygun yazılım/donanım maliyetleri ile bağlamaktadır. Ayrıca LoRaWan teknolojisi IBM, Cisco, Bosch gibi birçok büyük teknoloji firmasının desteğini almıştır. LPWA teknolojisinin pazar payına bakıldığında temel bazı teknolojik çözümlerin; LoRaWan, SigFox, NB-IoT olduğu görülür.



Şekil 3. Modülün üretim aşamasına gelmiş model tasarım görünüşü

Çalışma kapsamında LoRaWan teknolojisi kullanan prototip modül, Türkiye’de bu teknolojinin önderliğini yapan ve LoRa Alliance üyesi ilk ve tek kuruluş olan EMRONİC Mühendislik tarafından yazılım ve donanımı yerli olarak üretilmiştir.

Tasarlanan ve üretilen prototip modül

Üretilen modülde teknolojik olarak uygulanabilen en küçük komponentler kullanılarak fiziksel boyutların en küçük düzeyde tutulması hedeflenmiştir. Böylece taşınması, takılması ve giyilmesi mümkün olacaktır. Modülün hafif ve küçük olması yaşlı tarım çalışanlarının alan çalışması sırasında kolaylıkla ve uzun süreli kullanılabilmesini sağlayacaktır. Üretilen modül üzerine çalışma ortamından veri alabilmek için farklı sensörler yerleştirilmiştir (Şekil 4). Bu sensörler ortamdan aynı anda veri almaktadır. Üretilen modül üzerinde kullanılan sensörler aşağıdaki gibidir;

- *Sıcaklık (Yaşlı: vücut sıcaklığının izlenmesi, ortam: atmosferik sıcaklığının izlenmesi),*
- *Nem (Yaşlı: terleme durumunun izlenmesi, ortam: bağıl nem değerinin izlenmesi),*
- *İvme (3 Eksende XYZ) (Yaşlı: hareket, uyku konumu, düşme/çarpma/sabit konumda kalma vb. fiziksel değişikliklerin izlenmesi),*
- *Basınç (Yaşlı: kan basıncının izlenmesi, ortam: atmosferik basıncının izlenmesi),*
- *Işık (Yaşlı: bulunduğu ortamın aydınlanma düzeyinin izlenmesi)*

Farklı kullanımlar için modül üzerinde sensör sayısı artırılabilir. Ancak çalışmada modülün işlevselliğin kontrolü veri kalitesinin belirlenmesi için öncelikle ortamdan kolay veri alabilen genel amaçlı sensörler kullanılmıştır (Tablo1). Böylece açık alandan veri toplanması, merkeze iletilmesi ve hızlı değerlendirmesi sağlanmıştır.



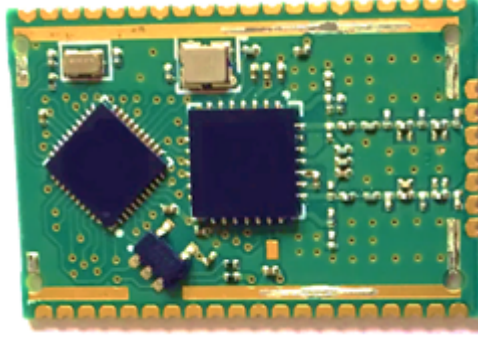
Şekil 4. Tasarlanıp üretilen prototip modül

Tablo 1. Modülde kullanılan sensörler ve özellikleri

Sensör	Ölçüm aralığı	Hassasiyeti
Sıcaklık (C°)	-40 C° / +120	+0,4
Nem(%RH)	0 / 100	+-%3
İvme (G)	-8 /+8	4 mG
Basınç (hPa)	500 / 1150	1,5
Işık (lux)	0,1 / 40,000	12 bit

Üretilen modül, yaşlı tarım çalışanı üzerinden veri almalı ve bunları veri toplama merkezine ve/veya ilgili kişiyle bildirmelidir. Bunu sağlayabilmek için Emronic Mühendislik tarafından üretilen "SkySens" çipi (Şekil 5) kullanılmıştır. Bu çip ile yarıçapı 15 km olan bir alanda veri iletimi mümkün olmaktadır. Modülün RF çıkış gücü ise yasal olarak belirlenmiş olan +15dB sınır değerini aşmamaktadır. Çalışma kapsamında Emronic Mühendislik tarafından Ege Üniversitesi Kampüs alanında kurulmuş olan deneysel amaçlı RF alıcısı üzerinden oluşturulan kapsama alanı haritası Şekil 6'da verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi yeşil alanlar yüksek kazançlı kapsama alanlarını göstermektedir. Yüksek kazançlı alan 22 km²'dir. Baz

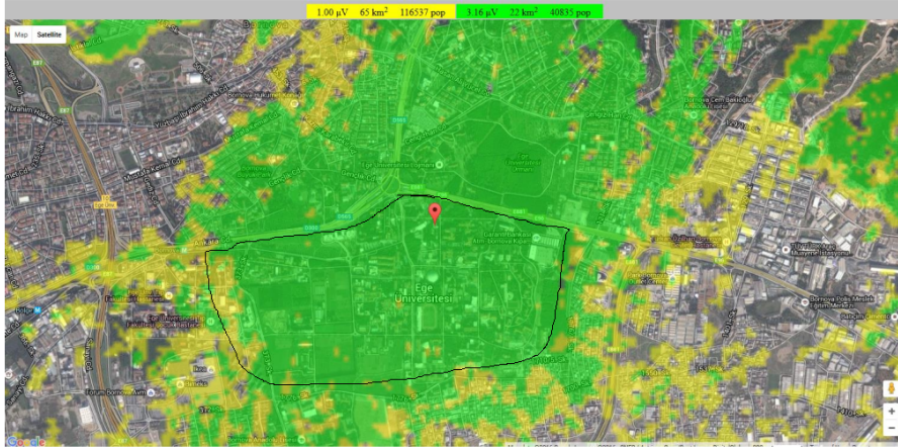
istasyonunun standart kapsama alanı ise 65 km² olarak hesaplanmıştır. Bu durumda tek bir baz istasyonu Ege Üniversitesi Kampüs alanının tamamından fazlasını kapsamaktadır. Bu bulgu tarım çalışanların en az 20 km² alanda kesintisiz izlenebileceği anlamına gelmektedir.



Şekil 5. Modülde kullanılan Emronic Mühendislik tarafından LPWA teknolojisi ile üretilen “SkySens” çipi

SKYSENS

868MHz EBILTEM based coverage map of Bornova area Link Budget 130dbm @Emronic Engineering



Şekil 6. Çalışmanın kullanılan RF alıcısının Ege Üniversitesi Kampüsünde oluşturduğu kapsama haritası

Modülün imalat aşamasında izlenen yöntem

Modül üretimi için “AGILE Üretim Teknolojileri” kullanılmıştır. Bu üretim teknolojilerinde kullanılan ve Emronic Mühendislik bünyesinde bulunan ürün ve malzemeler aşağıdaki gibidir;

- 3D Printer
- Mcu Development Environment
- SolidWorks
- PADs & Proteus
- ARM Debugger
- PIC Kit 3 Debugger
- Keil IDE & XC8 IDE

Modül blok şemaları Proteus (Proteus, 2016) yazılımı ile tasarlandıktan sonra komponent modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller geliştirilen blok şemaya

uygun biçimde simüle edilerek kontrol edilmiştir. Aynı fiziksel katmanda yer alan sensörlerin çalışma kararlılığı ve sürekliliği test edilmiştir. Test sonuçlarına göre kabul edilen çalışma şemasına uygun olarak devreler delikli test kartı üzerinde üretilmiştir.

Modülün üretilmesi

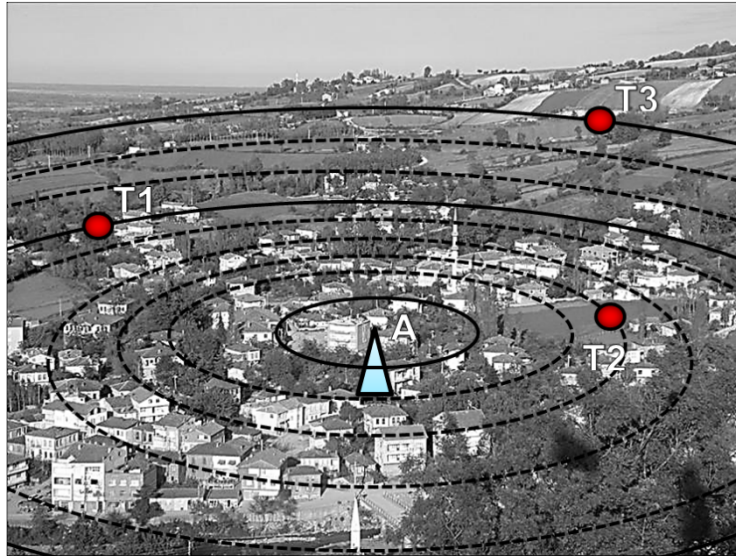
Üretim için bilgisayar destekli tasarım (CAD) programlarından PADS kullanılmıştır (PADS, 2016). Bu program yetenekleri açısından birçok elektronik üreticisi (Apple, Hp, Xerox) tarafından tercih edilmektedir. Oluşturulan PCB kartı, CAD programı tarafından hatalara karşı simüle edilmiş, programın çıktılarına göre iyileştirmeler yapılmıştır. Özellikle 50 ohm RF çıkış yolu spektrum analizör yardımı ile hassas olarak ayarlanmıştır.

Modül yazılımın hazırlanması ve test edilmesi

Modül yazılımı ANSI C dilinde yazılmıştır. Oluşturulan uygulama yazılımı ise Emronic Mühendislik'e ait HiOS - Real Time Operating sistemi üzerinde çalışmaktadır. Uygulama yazılımının ana konusu sensörlerden gelen verileri belirli koşullara göre toplayıp LoraWan protokolü ile "Bulut" ortamına taşımaktır. Arka planda çalışan sensör servisi ise modülün enerji tüketimini en az seviyede tutabilecek bir algoritmaya sahiptir. Bu sayede sensörleri sadece gerektiği zamanlarda uykudan uyandırmakta veriyi almakta ve sonrasında tekrar uyutmaktadır. Bu kademeli aksiyon, sistemin genel performansını etkilememektedir. Bu amaçla oluşturulan yazılım MISRA gibi temel standartları karşılayabilecek düzeydedir (MISRA, 2016).

Haberleşme Protokolü

Emronic Müh. üretmiş olduğu SkySens çiplerin haberleşme protokolleri Lora Alliance tarafından belirlenen LoRaWan protokolleri olarak seçilmiştir. Bu protokol, haberleşilen alanda yer alan sensörlere uzaktan yapılandırma hizmeti verebilmekte ve "Quality of Service" özelliği sayesinde servis kalitesini istenen düzeyde tutabilmektedir. Böylece LoRaWan protokolü sayesinde sadece bir baz istasyonuna bağlı olarak binlerce sensörün hizmet vermesi mümkün olmaktadır.



Şekil 7. Örnek tarım çalışanlarından eş zamanlı veri alınması ve anten kapsama alanı

Haberleşmede kullanılan anten

LoRaWan protokolü sayesinde sadece bir baz istasyonuna bağlı olarak yapılan haberleşmede çok sayıda sensörün hizmet verebilmesi için yüksek kazançlı bir anten kullanılmıştır. Yaşlı tarım çalışanlarının açık alanda izlenmesinde çok sayıda istasyon yerine bir istasyon kurulması yeterli olmaktadır. Böylece geniş bir alanda (20 km²) birden fazla yaşlı tarım çalışanının (Şekil 7; T1, T2,T3) tek bir baz istasyonu (Şekil7; A) ile düşük maliyetli ve sürekli izlenmesi mümkün olabilmektedir.

Baz istasyonu üzerinde kullanılan anten omni-directional bir anten olup, kazancı +10dBi seviyesindedir. Modül üzerinde kullanılan anten ise "çip" anten veya "omni" anten olarak seçilebilmektedir. Bu çalışma kapsamında üretilen modülün boyutlarını en küçük ölçülerde tutmak için "çip" anten seçilmiştir. Bu tip antenin kazancı en fazla +0,5dBi seviyesindedir.

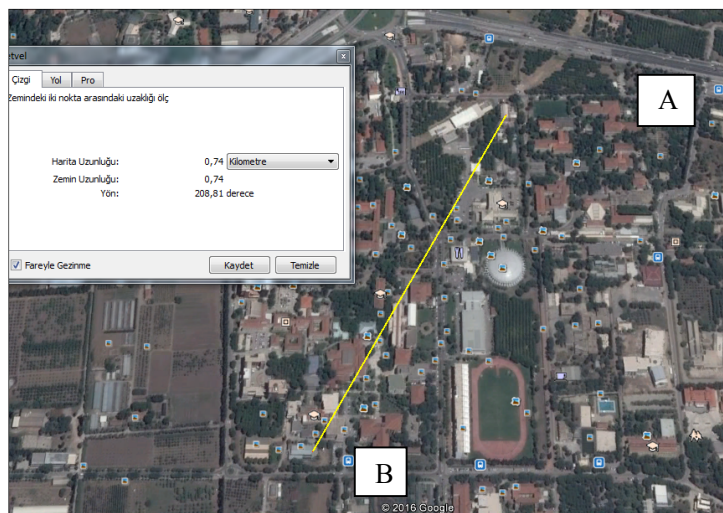
Alandan veri toplama

Emronic Mühendisliğin ürettiği SkySens ürünleri, alandan topladıkları verileri yine firma tarafından üretilen "Bulut" tabanlı mimariye sahip yazılım platformuna göndermektedir. Böylece uygulama katmanında verilerin sensörden alınması sırasında ek bir zaman harcanmayarak veriler internet üzerinden kolaylıkla takip edilmekte ve kullanılabilir verilere dönüştürülebilmektedir. Modül üzerinde yer alan sensörler "Back-End" yazılımına tanımlanmıştır. Bu yazılım ile modülde yer alan sensörlerin tamamı web üzerinden ayarlanabilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Sensörlerden alınan veriler alandan alındığı anda (Real Time) uygulama yazılımcısının belirlediği adrese POST metodu ile iletilmektedir.

3.BULGULAR

Modülün açık alanda kullanılması

Üretilen prototip modülün açık alan uygulaması Ege Üniversitesi Kampus alanında Mayıs 2016'dan beri aralıksız sürmektedir. Şekilde A, veri toplama merkezi/anten, B ise modülün bulunduğu bağımsız konumu göstermektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Modülün (B) kurulan baz istasyonuna (A) olan uzaklığı

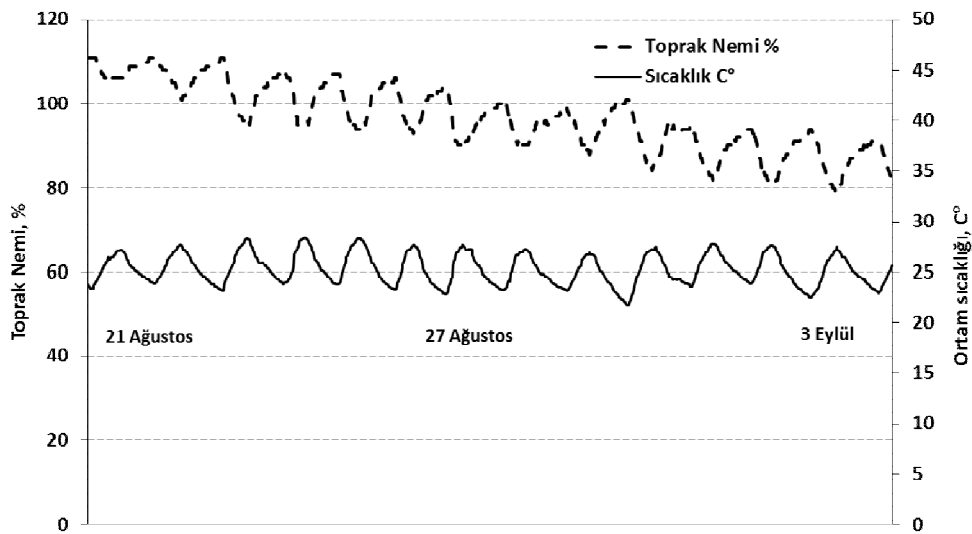
Modülün iki sensörüne ait veri transferi

Mayıs-Eylül 2016 ayları arasında modül üzerinde bulunan ve aktif olan iki sensörden kurulan baz istasyonuna kesintisiz olarak veri aktarılmıştır. Prototip Modül, alan çalışması sırasında toprak üzerinde sabit kalacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 9). Böylece tarım çalışmasının alandaki konumu simüle edilmiştir. Veri transferi sırasında modüle gerek enerji ve gerekse yazılım olarak müdahale edilmemiş önceden programlandığı şekliyle uygulama devam ettirilmiştir.

Uygulamada modül üzerinde yer alan sıcaklık ve nem sensörlerinden alınan veriler ile modülün enerji (pil) tüketimine ilişkin veriler izlenmektedir. Bu işlemler sırasında modüle herhangi bir müdahale yapılmamıştır. İzlenen sensörlerin zamana bağlı veri değişimleri Şekil 10'da verilmiştir.

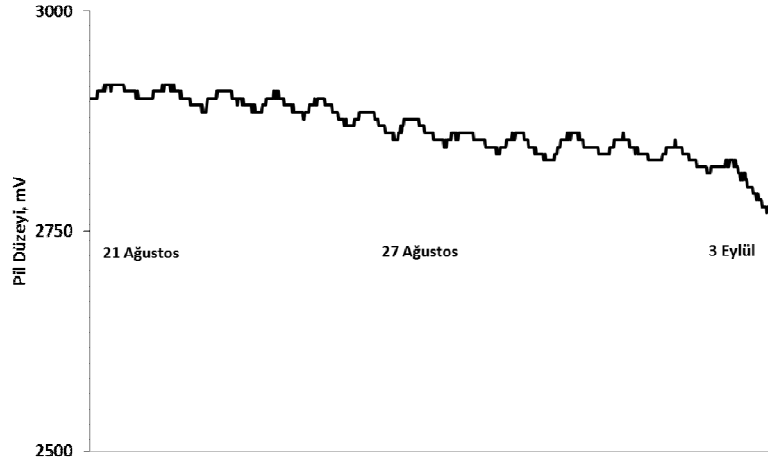


Şekil 9. Açık alana yerleştirilen prototip modül



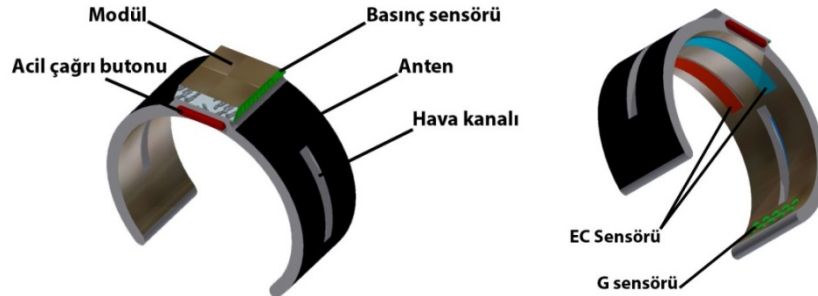
Şekil 10. Modülün üzerindeki sensörlerden alınan verilerin zamana bağlı değişimi

Modülün güç tüketimi değeri, üzerindeki pil gerilimi izlenerek belirlenmiştir. Pil tüketiminin en yüksek düzeyde olması için modül üzerinde en kısa aralıklı veri transfer/raporlama periyodu seçilmiştir. Modülde kullanılan pilin kapasitesi 3000-3100 mV tur. Bu gerilim değeri 2000 mV'a düştüğünde pil kapasitesi minimum düzeye inmiş kabul edilmektedir. Modülün raporlama aralığı arttıkça pil kullanımı azalmaktadır. Üretilen modül üzerinde beş farklı fiziksel büyüklüğü ölçen sensör bulunmaktadır. Prototip modülün, bu sensörlerin güç tüketimleri de dahil olacak şekilde 2 adet standart (AA) kalem pil ile en büyük raporlama aralığında 5 yıl boyunca görevini yerine getirebileceği hesaplanmıştır. Güç tüketimi; veri yollama sıklığına, veri örnekleme hızına ve sensörün baz istasyonuna olan uzaklığına bağlı olarak değişmektedir. Pilin gerilim değeri 2500 mV düzeyine indiğinde tüketim eğrisindeki eğim açısı pil karakteristiklerine bağlı olarak sıfıra yaklaşmaktadır (Şekil 11).



Şekil 11. Modül pil kapasitesindeki zamana bağlı değişim

Modül, WEB aracılığıyla programlandığından belirlenen sınır değerler önceden tanımlanmakta, bu değerler aşıldığında ve altında kaldığında sistem bilgilendirme yaparak gerek GSM ve gerekse diğer kaynaklara bilgi göndermektedir.

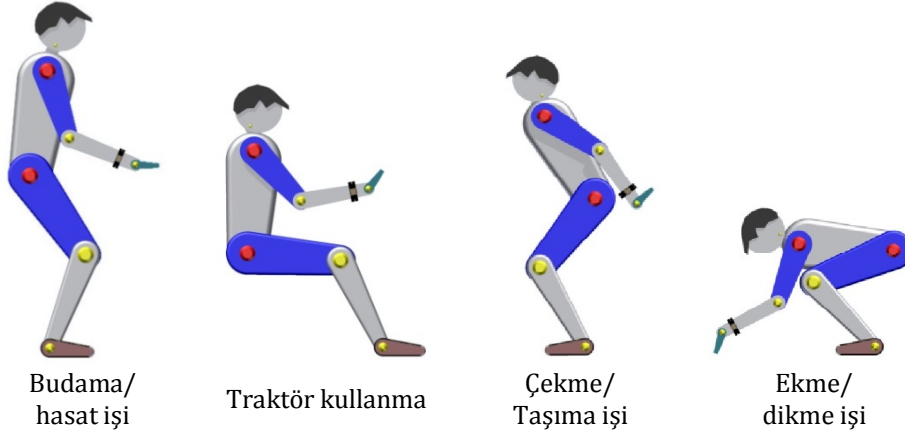


Şekil 12. Tarım çalışanlarının IoT tabanlı izlenmesinde kullanılacak bilezik tipi modül tasarımı

Çalışmada yaşlı tarım çalışanlarını izlenmesi için kullanılacak bir prototip modülün üretilmesi gerçekleştirilmiş ve açık alan çalışması sırasında veri toplama ve aktarımı performansı ve kararlılığı incelenmiştir. Prototip modülün gerek toprak üzerinde

gerekse çalışan üzerinde veri gönderimi sırasında yapacağı işlemler aynı olduğundan açık alanda çalışan yaşlı tarım çalışanları üzerinden veri gönderimi yapabilecektir. Üretilen modülün istenen düzeyde hizmet vermesi ve kullanılabilir olduğunun ortaya konmasının ardından yaşlı tarım çalışanı tarafından taşınabilir modellerinin üretimi gerçekleştirilecektir (Şekil 12). Bu durumda yaşlı tarım çalışanlarının tarım alanlarında çok farklı çalışma koşullarında kullanabilecekleri özel tasarım modüllerin pil ömrü bitene kadar kullanılarak görevini yapacağı öngörülmektedir.

Bilezik tipi modül, tarım çalışanı tarafından normal çalışma koşullarında ve ortamında engel oluşturmadan hizmet vereceği öngörülmektedir (Şekil 13). Modül üretimi sürecinde komponentlerdeki teknolojik gelişmeler ve boyutlarındaki küçülmeler modülün daha da küçük üretilmesini sağlayacaktır.



Şekil 13.Yaşlı tarım çalışanın farklı işler yaparken bilezik modülün konumu

4.SONUÇ

Bu çalışmada tarım sektöründe çalışan yaşlı bireylerin, özellikle bireysel ve yerleşim yerinden uzak alanlarda yaptıkları işlerde yaşanan olumsuz durum sonrasında hızlı müdahale sağlayacak bir izleme sistemi tasarım ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla “nesnelerin interneti” (IoT) tabanlı uzaktan izleme ve veri analiz sistemi kullanılmıştır. Öncelikle mobil modül altyapısını kurgulamak ve desteklemek amacıyla sabit modül geliştirilmiş ve üretilmiştir. Sabit modül kullanılarak yüksek kazançlı veri transferi gerçek tarım alanında uygulamalı olarak dört ay boyunca kesintisiz gerçekleştirilmiştir. Mayıs 2016 da başlayan alan uygulamaları 2016 yılı sonuna kadar devam edecektir. Çalışmada tasarımı yapılan mobil modülün teknoloji de yaşanan gelişmelere paralel olarak daha küçük ölçülere sahip olacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adelantado, F., Vilajosana, X., Tuset-Peiro, P., Martinez, B. & Melia, J. (2016). Understanding the limits of LoRaWAN. (pp.1-5). DOI:10.1109/TCSI.2005.858187
- Aktaş, F., Çeken, C. & Erdemli, Y.E. (2014). Biyomedikal uygulamaları için nesnelerin interneti tabanlı veri toplama ve analiz sistemi, *Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi*, 25-27 Eylül, Kapadokya (s.299-302).
- Binkley, P.F. (2003). Predicting the potential of wearable technology. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 22, 23-27.

- Claessens, J., Preneel, B. & Vandewalle, J. (1999). Solutions for anonymous communication on the internet, security technology, *Proceedings. IEEE 33rd Annual 1999 International Carnahan Conference on Security Technology*, 5-October, Madrid. (pp. 298-303).
- Duan, Y. (2011). Design of intelligent agriculture management information system based on IoT, IEEE, *4th. International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation*, 1, 1045-1049
- Fidan, U. & Güler, İ. (2007). 4 Kanallı biyotelemetri cihazı tasarımı, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22, 7-12.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions, *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- ILO (2016). ILO-STAT TUR http://www.ilo.org/gateway/faces/home/ctryHome?Locale=EN&countryCode=TUR&adf.ctrl-state=jzuy46he_9, Son ulaşım tarihi: 1 Eylül 2016
- MISRA, (2016). HORIBA MIRA Ltd <https://www.misra.org.uk/MISRAHome/WhatisMISRA/tabid/66/Default.aspx> 1 Eylül 2016
- PADS (2016). Mentor Graphics Corporation, USA, <https://www.pads.com/> Son ulaşım tarihi 1 Eylül 2016
- PROTEUS (2016). <https://www.labcenter.com/> Son ulaşım tarihi: 1 Eylül 2016
- Sarma, S.K., Singh, K.R. & Singh, A. (2012). An expert system for diagnosis of diseases in rice plant, *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(1), 26-1.
- Sudduth, K.A. (1999). Engineering technologies for precision farming, *The International Seminar on Agricultural Mechanization Technology for Precision Farming*, Suwon, Korea.
- TÜİK (2016), <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, Son ulaşım tarihi: 1 Eylül 2016
- Ünal, İ. & Topakçı, M. (2013). Tarımsal üretim uygulamalarında bulut hesaplama (Cloud Computing) teknolojisi, *13.Akademik Bilişim Konferansı –AB*. 23-25 Ocak 2013, Antalya.