Proje Tabanlı Eğitimde Algılayıcı Uygulamaları Ve Gelişen Teknolojilerin Kullanımı

L. Özlem AKKAN
Öğr. Gör. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye
ozlem.karaca@deu.edu.tr

Hakan ÇELİK
Öğr. Gör. Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye
hakan.celik@deu.edu.tr

Taner AKKAN
Yrd. Doç. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye
taner.akkan@deu.edu.tr

Özet

Gelişen teknolojilerin kullanımı ve gerek mevcut uygulamaların gerçekleştirilmesi gerekse yeni uygulamalar oluşturulması mesleki eğitim için son derece önemlidir. Proje tabanlı eğitim modeli desteğiyle, öğrenciler proje süreci boyunca derslerde aldıkları teknik bilgilerini geliştirmekte ve ilave kazanımlar elde etmektedir. Bu süreç ayrıca öğretim elemanlarının danışmanlığı ve denetiminde öğrencilerin pratik bilgilerini geliştirmesini sağlamaktadır. Proje seçimi aşamasında gelişen teknolojiler ve yeni uygulama örneklerini araştırmak öğrencilerin bilgilerini artırmasına olanak vermektedir ve öğrenciler kafalarında yeni proje fikirleri oluşturmaktadır. Son yıllarda, uygulamaya göre değişken bir görevi gerçekleştiren algılayıcılı akıllı sistemler yaygınlaşmıştır. Bu sistemler özellikle birçok teknolojik alanda enerji verimliliği için tasarlanmaktadırlar. Teknolojik atılımların hız kazanmasıyla, gelişmiş akıllı haberleşme ve nesnelerin interneti gibi birçok alanda daha konforlu insan hayatı sağlayacak uygulamalar geliştirilmektedir.
Bu çalışmada gelişen teknolojiler kullanılarak proje tabanlı eğitim desteğiyle farklı haberleşme protokollerini içeren algılayıcılı akıllı sistemlerin uygulanması ele alınmaktadır. Uygulamalar akıllı ev, akıllı tarım, akıllı çevre koruma olmak üzere üç temel kategoride sınıflandırılmıştır. Her bir kategori için seçilmiş proje örnekleri ve bu projelerde kullanılan algılayıcılar, işleticiler ve haberleşme protokolleri çalışmamızda sunulmaktadır. Bu proje çalışmaları bu tür yeni uygulama alanlarını anlamak ve günlük hayatta kullanımlarına yol açmak açısından önemlidir. Çalışmamızda amaç bu tür uygulamalar hakkında fikir vermek ve yeni proje uygulamalarının yapılmasına yol açmaktır.

Anahtar Kelimeler: Proje tabanlı eğitim, algılayıcı uygulamaları, kablosuz haberleşme, akıllı sistemler.

Sensor Applications and the Use of Emerging Technologies in Project Based Learning

Abstract

Both realizing existing applications and forming the new ones using emergent technologies are extremely important for vocational training. In the project process students develop their technical knowledge obtained from the lectures and gain additional achievements with the support of project-based learning. This process also causes to advancement in students' practical knowledge with the supervision and control of the educators. Doing some researches about the emerging technologies and new application examples increase the information of the students and they form new project ideas on their minds. Over the last decades, the smart sensory systems doing varied tasks related to the application are widely used. These systems are especially designed for energy efficiency in various technological fields. With the rapid technological advances, many applications are developed for more comfortable human life in various areas such as enhanced smart communication systems and the internet of things.
In this study, the implementation of smart sensory systems containing different communication protocols will be considered by means of project based education. The applications are classified into

three basic categories which are Domotic & Home Automation, Smart Agriculture and Smart Environmental protection applications. The project examples for each category and the sensors, actuators and communication protocols that used in these projects are presented. These project studies are important to understand these new application areas and evoke their usage in daily life. The aim is to give an idea about these kinds of applications and to evoke making new project applications.

Keywords: Project-based learning, Sensor applications, Wireless Communications, Smart Systems.

GİRİŞ

Proje tabanlı eğitim modeli gerek genel gerek bir teknik projenin altyapısını oluşturabilecek derslerde verilen teorik bilgileri uygulamak için bir veya iki dönemlik çalışma süresinde genellikle bir ekip çalışması içerisinde proje yapılmasına dayanır. Proje süreci fikir aşamasından projenin sunumuna kadar iyi planlanması gereken bir eğitim sürecidir. Projeler tüketiciye sunulacak bir tüketim ürününden çok eğitimi tamamlayıcı ve belli hedeflere ulaştığında başarıya ulaşmış kabul edilebilecek eğitim süreci ürünüdür. Bu sürecin belki de en önemli çıktısı bir projeyi sahiplenmek ve başarıyla tamamlandığında mesleği benimsemek ve mesleki özgüven kazanmak olacaktır. Proje sürecinin yararlarını anlamak üzere proje süreci tamamlandıktan sonra projeleri gerçekleştiren öğrencilerden alınan görüşler değerlendirildiğinde uygulanmakta olan proje süreci kazanımları daha iyi anlaşılmaktadır (Akkan v.d., 2015b:1245).

Günümüzde akıllı sistemlerin kablosuz olarak uzaktan mikrodenetleyicili bir sistem ya da mobil bir bilgisayar üzerinden kontrolü çok yaygın kullanılmaya başlanmıştır (Akkan v.d., 2015a:115). Burada özellikle sürekli yanımızda taşıdığımız akıllı bir telefon, akıllı bir saat veya tablet bilgisayar gibi bir mobil cihaz uygun bir seçim olmaktadır. Genelde mobil cihazın dokunmatik ekranı üzerinde tasarlanmış grafik tuşlar üzerinden çeşitli işlemler başlatılabilmekte ve akıllı sistemden gelen veriler sayısal veya grafik gösterimler ile kullanıcıya yansıtılmaktadır.

1999 yılında ortaya çıkan nesnelerin interneti kavramı kablosuz algılayıcı ağlarında birçok nesnenin haberleşmesini ve bilgi toplamasını sağlamaktadır (Gubbi v.d., 2013:1645). Bununla ilgili özellikle akıllı çevre uygulamaları (ev, ofis, fabrika) çok yaygındır (Atzori,v.d., 2010:2793). Gelecekte nesnelerin interneti kavramının daha çok kullanımı ile birlikte kendi algılayıcıları veya internet üzerinden aldığı bilgileri insan kullanıcıdan bağımsız bir şekilde değerlendirerek kendi kararını veren akıllı sistemlerin yaygınlaşacağı açıktır. Böylece insan eliyle başlatılan veya durdurulan bir otomatik sistem gerek akıllı algılayıcılardan aldığı gerekse diğer akıllı sistemlerden aldığı bilgilerle makine-makine iletişimi kurarak daha üst seviyeli akıllı kontroller gerçekleştirebilecektir. Örneğin yağmurun yağacağını internetten hava tahmini alarak anlayacak bir sistem bir koruyucu kapağı kapatma işlemine hazırlanacak ya da yağmurun yağmaya başladığını haber veren bir akıllı algılayıcı ile tetiklenerek kapağı kapatabilecektir. Başka bir örnekte, bir sokak boyunca yerleştirilmiş küçük çöp kutuları dolduklarını bir merkeze kablosuz olarak bildirecekler, otomatik bir çöp toplama robotu enerji verimliliğini de hesaplayarak tek bir çöp kutusu yerine uygun sayıda çöp kutusunun dolması ile harekete geçecek ve bu kutuları boşaltacaktır.

2011 yılında ortaya atılan Endüstri 4.0 kavramı da nesnelerin internetini kavramını da kapsayacak şekilde hem günlük insan hayatında hem de endüstriyel ürün üretim sürecinde sadece insan makine iletişiminin değil arka planda makine-makine iletişiminin de kurgulandığı bir kavramdır (Wikipedia, 2016a).

KABLOSUZ İLETİŞİM

Özellikle 2000'li yıllardan sonra çok gelişen mobil mikrobilgisayarlar, küçülen ve ucuzlayan algılayıcı teknolojileri, daha verimli ve hızlı kablosuz iletişim protokolleri insan- makine ara yüzü ile yönetilen akıllı sistemlerin günlük hayatımızın vazgeçilmez parçaları olmalarını sağlamıştır.

Otomatik kontrollü sistemlerin çalışmasındaki en önemli basamak çevredeki fiziksel ortam değişkenlerini algılama işlemidir. Algılamayı yapacak algılayıcının seçimi büyüklüğü, maliyeti, bulunabilirliği, güç tüketimi, dayanıklılık, az bakım gerektirme, kullanma ömrü gibi önemli başlangıç ölçütlerine bağlıdır. Bunun yanında algılayıcının doğruluğu, kalibrasyonu, hassaslığı, tekrar edilebilirliği, ölçülen büyüklüğün ölçümden etkilenmemesi, gürültüye bağışıklığı gibi parametreler de

çok önemlidir. Bir algılayıcı türü (örneğin sıcaklık) içinde yer alan farklı algılayıcı tiplerinden hangisini seçeceğimiz Algılayıcı Performans değerlendirmesi ile yapılabilir (Shieh v.d., 2001:464). Ayrıca algılayıcının algıladığı büyüklüklerin kaydedilip anlık veya sonradan değerlendirilebilmesi için genelde elektriksel büyüklükler şeklinde (direnç, akım ve gerilim) çıkış vermesi ve bunların bozulma olmadan analog veya sayısal olarak kablolu veya kablosuz aktarımı da gerekmektedir.
Algılayıcılar fiziksel değişimlerden etkilenen malzemelerin mekanik bir yapıda birleştirilmesi ile elde edilebilirler. Ama bu tür algılayıcılar özellikle boyut ve dayanıklılık anlamında sorunludurlar. Elektronik teknolojisinin eklenmesiyle algılayıcılar çok daha küçük boyut ve kendi kendini kontrol ederek otomatik kalibrasyon gibi çok önemli özelliklere sahip oldular. Özellikle elektroniğin minyatürleşme sürecinin mekanik anlamda da uygulanabilir hale gelmesi sonucu mekanik bir sistem içermesi zorunlu algılayıcıların da mikro elektromekanik sistemler MEMS (Bogue, 2007:7) yardımıyla minyatür boyutlarda elde edilebilmesini sağladılar. Sayısal elektronik ve mikrodenetleyici yapılarının da çok küçük boyutlarda elde edilmesi ve algılayıcılara tümleştirilmesi, gürültüden çok etkilenen analog gerilim veya akım aktarmanın yerine senkron ve asenkron seri iletişim teknolojileri yardımıyla kablolu veya kablosuz olarak güvenli ve sağlıklı aktarımını da olanaklı kılmıştır. Kablolu aktarımda Seri arabirim bağlaşımı SPI (Spansion, 2016:1), adresli çoklu seri iletişim sağlayan I^2C (Spansion, 2016:3), asenkron seri iletişim RS232 UART, endüstriyel çoklu senkron iletişim RS-485 ve Evrensel Seri taşıtı USB gibi sayısal veri aktarım teknolojileri kullanılmaktadır. Özellikle kablo aktarımının olanaklı olmadığı durumlarda veya kablosuz bir ağın mevcut olduğu durumlarda kullanılan kablosuz iletişim teknolojileri algılayıcıların kısıtlı noktalara yerleşimini de sağlamıştır.
Kablosuz haberleşme protokollerinin uygulandığı sisteme mobilite katması, bu tür protokolleri oldukça popüler yapmaktadır. Uygulamaya göre tercih edilecek kablosuz haberleşme protokolleri de çeşitlilik göstermektedir. Kablosuz haberleşme protokolleri geliştirilme amaçları ve kullanım yerlerine göre değişen özelliklere sahiptir. Protokole ait kapsama alanı, kullandığı frekans bandı, gönderebileceği maksimum veri hızı, çıkış gücü, bant genişliği, ağı oluşturacak düğüm sayısı, topolojisi, güvenlik, güç tüketimi, maliyet ve haberleşmenin yönü gibi bilgileri kullanarak, geliştirmek istediğimiz uygulama için en doğru kablosuz protokolü seçmek mümkün olacaktır (Akkan v.d., 2015a:117). Tablo 1'de kablosuz protokollerin kriterlerine göre karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 1: Kablosuz Protokollerin Belirlenen Kriterlere Göre Kıyaslanması (Akkan v.d., 2015a:118).

Protokol	Bluetooth	Wi-Fi	GSM/GPRS	GPS	RF
Çalışma frekansı	2.4 GHz	2.4 GHz; 5 GHz	850/900; 1800/1900 MHz	L1: 1575.42 / L2:1227.60 Mhz	433 MHz
Kapsama alanı	10m	100m	BSS gücüne bağlı	Global	~100 m
Veri hızı	720 Kb/s	54 Mb/s	168 Kb/s	50 bps	Maks.115.2 Kbps
Bant-genişliği	1 MHz	25-20 MHz	200 kHz	20.46 Mhz	1.84MHz
Temel hücre	Piconet	BSS	Tek hücre (Single-cell)	Tek yönlü (Simplex)	Noktadan-noktaya (Peer-to-peer)
Nominal çıkış gücü	0 - 10 dBm	15 - 20 dBm	0-39 dBm	-130dBm	4 - 12 dBm
İletim Güvenliği	Güvenli	Daha az güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenlik yok

GERÇEKLEŞTİRİLEN ÖRNEK AKILLI EV PROJELERİ

İnsanların daha kaliteli, güvenli ve konforlu bir ev yaşamı sürmelerini sağlamak üzere yapılmış örnek projeler bu bölümde kısaca anlatılmış ve gerçekleştirilmiş sistemlerin fotoğrafları verilmiştir.

Akıllı Ev uygulaması 1

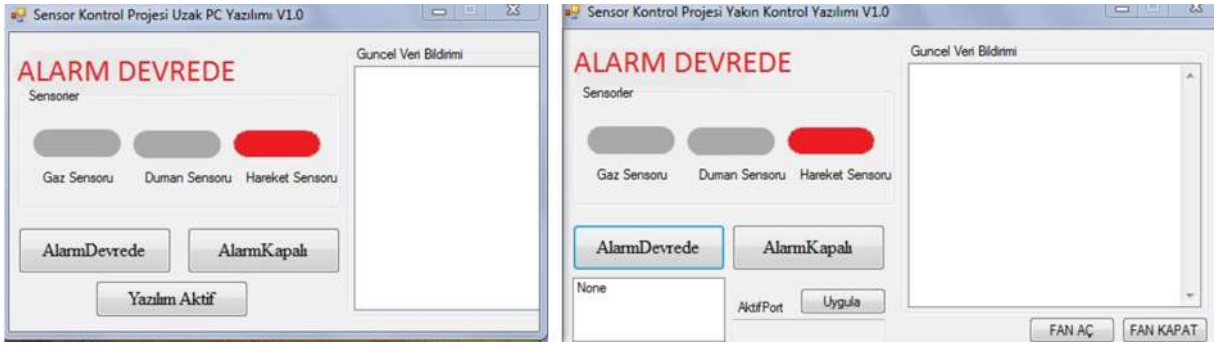
Bu uygulamada kullanılan Gaz, Duman ve Hareket algılayıcıları aracılığıyla hırsız, doğal afet vb. durumlarda önceden haber ve önlem alınması amaçlanmaktadır. Ayrıca FTP protokolü ile internet

üzerinden algılayıcı takibi yapılabilmekte ve istendiğinde sistemdeki aktüatörlere müdahale edilebilmektedir. Sistemde Duman algılayıcı olarak MQ-2 (Pololu, 2016) kullanılmaktadır. Bu yarı-iletken gaz algılayıcısı 300-10.000 ppm konsantrasyonlarda yanıcı gaz ve (sigara) duman varlığını algılar. Metan gazının fazla olması durumunda kullanılan mikroişlemci uyarı ledini yakar, röleyi çalıştırır ve sireni çaldırır. Çoğunlukla propan ve bütan birleşiminden oluşan "sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG)" algılayıcısı olarak ise MQ-6 kullanılır (Sparkfun, 2016). MQ-6 herhangi bir yerde 200-10.000 ppm arası gaz konsantrasyonlarını algılayabilir. LPG değeri fazla olduğunda uyarı ledi yakılır, röle çalışır ve fan devreye girer. Hareket algılayıcısı olarak ise PIR D203B (Micropik, 2016a) kullanılmaktadır. Hareket algılanınca çıkışta bir kamera devreye girer ve seri çekim yapar (Şekil 1).



Şekil 1: Akıllı Ev Uygulaması 1

FTP protokolü üzerinden algılayıcıların durumları ve alarmlar bilgisayar ekranına aktarılmaktadır. Ayrıca internet üzerinden uzaktan erişim programları ile sistemdeki Fan ve Alarm çalıştırılabilmekte ya da devre dışı bırakılabilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Akıllı Ev Uygulaması 1 uzaktan kontrol uzak ve yakın PC yazılım ekranları

Akıllı Ev uygulaması 2

Bu uygulamada tüm sistem mikrodenetleyici ile kontrol edilmektedir. Devrenin kumanda bölümünde yer alan beş buton fanı açma ve kapama, alarmı açma ve kapama, nem algılayıcısını aktif etme ve devreden çıkarma, garajı kumanda ile kontrol etmeyi sağlar (Şekil 3).



Şekil 3: Akıllı Ev Uygulaması 2

Kumandanın mikroişlemci haberleşmesi 433 MHz bandında çalışan ve açık alanda 15m-20m menzilli ATX-34S RF Verici ARX-34S RF alıcı ile yapılmaktadır. Bu verici ve alıcılar düşük maliyetli ve kolay programlanabildiğinden yaygın kullanılmaktadırlar. LDR algılayıcılı devre ile ışığın şiddetine göre lambanın yanıp sönmesi sağlanmaktadır. Nem algılayıcısı olarak kalibrasyonlu dijital çıkış veren DHT11 (Micropik, 2016b) kullanılmaktadır. Güvenilirliği yüksektir ve uzun vadeli yüksek istikrar sağlar. Sistem RS232 seri portu üzerinden aktif olma zamanı, aydınlatma durumu, fan durumu, nem bilgileri ve garaj kapısının açık olup olmadığı bilgisayara aktarılır ve ekranda gözlemlenir (Şekil 4).



Şekil 4: Akıllı Ev Uygulaması 2, Seri haberleşme protokolüyle aktarılan bilgiler için ara-yüz programı

GERÇEKLEŞTİRİLEN ÖRNEK AKILLI TARIM PROJELERİ

Daha verimli ve sağlıklı tarım üretimi için yapılmış örnek projeler bu bölümde kısaca anlatılmış ve gerçekleştirilmiş sistemlerin fotoğrafları verilmiştir.

Akıllı Sera

Bu projede seradaki ısı ve nemin istenen değerde tutulması, aydınlatma yapılması, sulama, havalandırma ve hava nemlendirilme gibi bitkilerin türüne göre istenen özelliklerin sağlanarak verimin artırılması hedeflenmektedir. Bunun yanında yağmur algılayıcısı ile gerektiğinde sera üzerindeki branda kapatılmakta ve bitkilerin yağıştan zarar görmesi engellenmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: Akıllı Sera Proje fotoğrafı

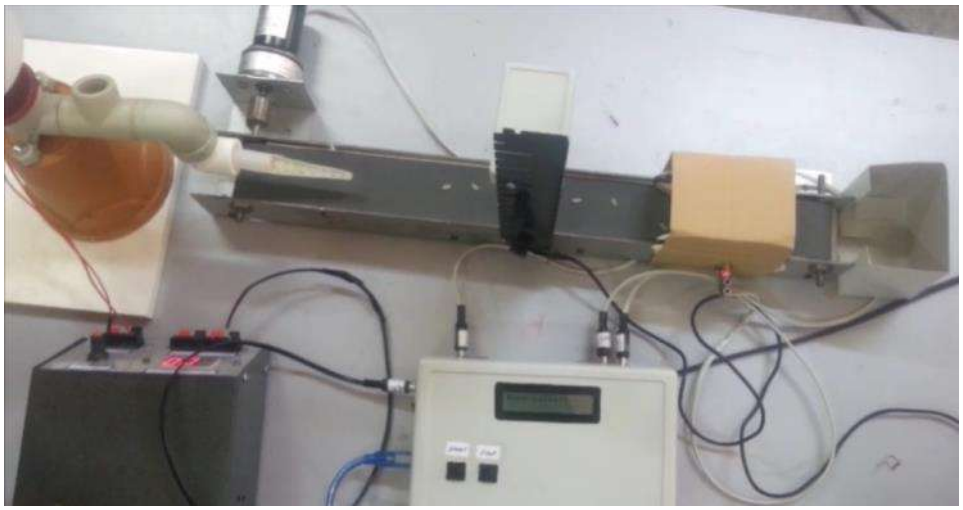
İç ve dış ortamda bulunan DHT11 ısı-nem algılayıcıları ile ortamın ısı ve nem değeri belirlenen değerler içinde tutulur. Bitkilerin gelişmesi için türüne bağlı olarak gerektiğinde LDR algılayıcısı ile ışık şiddeti ayarlanabilir. Serada bulunan bir hava nemlendirici ortamın havası kuruduğunda devreye girer ve nemin belli değerler arasında kalması sağlanır. Yağışların bitkilere zarar vermesini önlemek için yağmur algılayıcısı aktif olduğunda brandayı çekecek motor çalışır ve bitkiler yağıştan korunur. Toprak nemine bağlı olarak sulama motoru devreye girer.
Uzaktan erişim programlarıyla bilgisayarımızda görüntülediğimiz değerleri başka bir bilgisayar aracılığıyla internet üzerinden takip edebilir ve yönetebiliriz. Uzaktan erişim programlarından biri olan TeamViewer kendi bilgisayarımızdan, dünyanın herhangi bir yerindeki TeamViewer programı yüklü bir bilgisayara bağlanmanızı ve yönetmenize imkân sağlar (Wikipedia, 2016b). Dünyanın her yerinden seradaki değerler izlenip kumanda edilebilir. Şekil 6'da sistemin blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 6: Akıllı Sera Uygulaması Blok Diyagramı

Tohum Sayma Makinesi
Belirli boyutlardaki özel tohumların el ile sayılmasının zaman ve emek aldığı durumları engellemek, insanın yaptığı hataya oranla minimuma indirmek ve istenilen adette düzgün ve doğru şekilde sayımı gerçekleştirmek için tasarlanan bir sistemdir. SolidWorks programında yapılan mekanik tasarım saç levha kesim ve büküm işlemi ile gerçekleştirilmiştir. Elektronik sistem Arduino mikrodenetleyici ile kontrol edilmektedir. Konveyör bant redüktörlü bir dc motor ile kontrol edilmektedir. Küçük boyutlu tohumları sayabilmek için lazer ve LDR (Işık Duyarlı Direnç) ikilisi ile hassas bir algılayıcı tasarlanmıştır. Tohumların banda sıralı düşmesi için tohum depolu ve titreşimli bir mekanizma sisteme

eklenmiştir. Sistem butonlar ve LCD ekran yardımıyla kontrol edilebildiği gibi HC-06 Bluetooth modülü üzerinden çalıştırabilmekte ve sayma sonuçları mobil cihaz ekranından da görülebilmektedir. Ek olarak kamera modülü geçen tohumları saymak için kullanılabileceği gibi ileride yazılımı yazıldığında kalitesini de denetleyebilecektir. Sistemin fotoğrafı Şekil 7'de gösterilmektedir.



Şekil 7: Tohum Sayma Makinesi

GERÇEKLEŞTİRİLEN ÖRNEK AKILLI ÇEVRE KORUMA PROJELERİ

Çevremiz koruma ve daha doğa ile uyumlu bir çevre yaratma olgusu öğrencilerin yaptığı projeler ile daha iyi vurgulanabilecektir. Bu bölümde bu alanda yapılmış bazı proje örnekleri kısaca anlatılmış ve gerçekleştirilmiş sistemlerin fotoğrafları verilmiştir.

Otonom Temizlik Robotu

Bu çalışmada üç yöndeki mesafeyi ölçen ultrasonik algılayıcılar yardımıyla otonom olarak çalışabilen bir temizlik robotu hedeflenmiş ve gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik algılayıcı olarak HC-SR04 (Elecfreak, 2016:1) mesafe algılayıcısı kullanılmıştır. Ardunio mikrodenetleyici platformu ile yönetilen Robot akıllı bir mobil cihazdan bluetooth aracılığı ile yönetilebileceği gibi kendi başına bulunduğu alanın haritalamasını çıkartarak akıllı temizleme yapması da olanaklıdır. Ayrıca, Alan haritalamaları hafızaya kaydedilerek aynı alanın bir sonraki temizliğinde kolaylık sağlamaktadır. Sisteme bir kamera modülü ve daha yetenekli bir mikrodenetleyici platformu eklenerek kamera ile haritalama yapma da eklenebilir. Sistemin iki farklı yönden fotoğrafı Şekil 8'de gösterilmektedir.

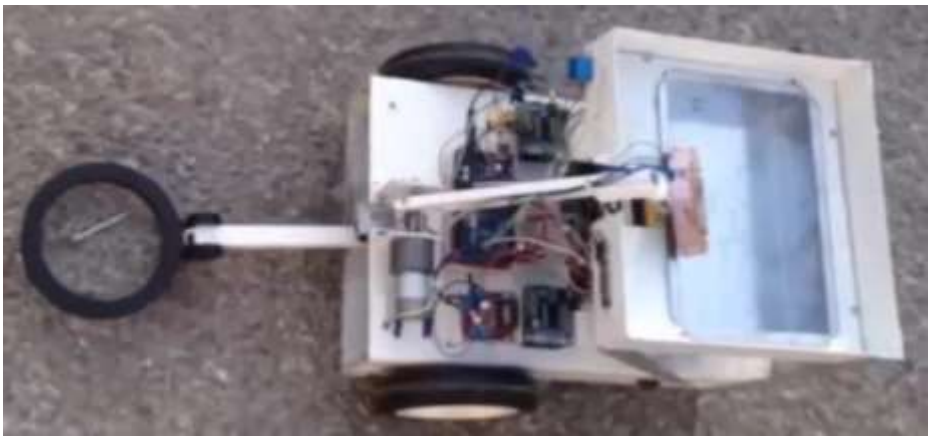


Şekil 8: Otonom temizlik Robotu

Metal Toplama Aracı

Doğaya atılan çivi, vida gibi metallerin hem çevre kirliliği açısından, hem insan ve taşıt lastiklerine verdiği zararlar açısından temizlenmesi gereklidir. Tasarlanan iki katlı sistem kompozit malzemeden üretilmiştir. Sistemimizin hareketi motor kontrollü iki tekerlek önde, iki serbest hareketli tekerlek arka

tarafta konumlanmıştır. Tekerlekler yeri tutuş özelliğine sahiptir. Metaller bir metal dedektör algılayıcısı ile algılanmakta ve motor kontrollü bir elektro mıknatıs ile toplanarak bir tak-çıkar haznede toplanmaktadır. Sistem HC-06 bluetooth modülü ile uzaktan insan ile yönetilebildiği gibi önceden tanımlı bir alanda otonom olarak kendisi çalışabilmektedir. Sistemin fotoğrafı Şekil 9'da gösterilmektedir.



Şekil 9: Metal Toplama Aracı

SONUÇ

Teorik bilgilerin özellikle öğrencinin bir ekip çalışması içinde uygulamaya dönüştürülmesini sağlayan proje tabanlı eğitim modeli desteği özellikle iki yıl gibi kısa bir sürede mesleki yeterlik kazandırmak zorunda olunan meslek yüksekokulu eğitimi için çok başarılı sonuçlar üretmektedir. İnsan veya makine kontrollü akıllı sistem geliştirme mekanik ve elektronik alt yapı dışında algılayıcı seçimi ve kullanımı, kablosuz iletişim ve yazılım bilgisini de artırmaktadır. Özellikle akıllı makineler ve sistemler çağında akıllı ev, akıllı tarım ve akıllı çevre koruma uygulamaları çok büyük bir uygulama alanı oluşturmaktadır.

Algılayıcı teknolojisinin elektronik ve elektromekanikte yaşanan minyatürleşme süreci ile hızlı gelişimi sayesinde akıllı sistem uygulamaları yapmak kolaylaşmıştır. Özellikle algılayıcıların da kendi kendine kalibrasyonlu ve doğrusal veya doğrusallaştırılmış analog veya sayısal çıkış vermeleri günümüzde yaygın birçok mikrodenetleyicili platformla kullanımını kolaylaştırmıştır. Kablolu veya kablosuz seri iletişim protokollerini de kendi içlerinde içeren akıllı algılayıcılar çok fazla yazılım yükü yaratmadan kolayca mikrodenetleyici kontrol yazılımlarına entegre edilebilmektedir. Böylece öğrenci projelerinde yeni teknolojili birçok algılayıcıyı rahat bir şekilde kullanılabilmektedir.

Bu çalışmada tanıtılan farklı uygulama alanlarına ait örnek öğrenci projeleri başarıyla gerçekleştirilmişlerdir. Bu projeler akademik anlamda farklı proje fikirlerini ortaya çıkarabilecekleri gibi tasarımda veya yazılımda yeni eklentiler yardımıyla gerçek dünya ortamında kullanılabilecek sistemler veya ticari değer taşıyan ürünlere dönüştürülebileceklerdir.

REFERANSLAR

Akkan, L. Ö., Akkan, T., Çelik, H., & Olcay, T. (2015a). Akıllı Sistemler Ve Robotik Uygulamalarında Kablosuz İletişimin Önemi Ve Proje Uygulamaları, Electronic Journal of Vocational Colleges- Aralık 2015 4. UMYOS Özel Sayısı, 115:122.

Akkan, T., Çelik H., Olcay T., Akkan L.Ö. (2015b). Proje Tabanlı Mekatronik Eğitiminde Öğrenci Kazanımları, *4. Uluslararası meslek Yüksekokulları Sempozyumu UMYOS 2015, Yalova sunulmuş bildiri.*

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. Computer networks, 54(15), 2787-2805.

Bogue, R. (2007). MEMS sensors: past, present and future. Sensor Review, 27(1), 7-13.

Elecfreaks, (2016). *HC-SR04 Ultrasonic Module.* Elecfreaks, http://www.elecfreaks.com/store/download /product/Sensor/HC-SR04/HC-SR04_Ultrasonic _Module_User_Guide.pdf adresinden 20 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.

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.

Micropik, (2016a). *D203B*. PIR sensor CO.,Ltd, , http://www.micropik.com/PDF/D203B-e.pdf adresinden 20 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
Micropik, (2016b). *DHT-11*. D-Robotics, http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf adresinden 20 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
Pololu, (2016). *MQ-2*. Pololu Corporation, https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf adresinden 20 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
Shieh, J., Huber, J. E., Fleck, N. A., & Ashby, M. F. (2001). The selection of sensors. Progress in materials science, 46(3), 461-504.
Spansion, (2016). Comparing Serial Interfaces. Spansion, https://www.spansion.com/Support /Application%20Notes/ Comparing%20Serial%20Interfaces.pdf adresinden 20 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
Sparkfun, (2016). *MQ-6*. Sparkfun Electronics, https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-6.pdf adresinden 20 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
Wikipedia, (2016a). *Industry 4.0*. Wikimedia Foundation, Inc., https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0 adresinden 25 Şubat 2016 tarihinde alınmıştır.
Wikipedia, (2016b). *TeamViewer*. Wikimedia Foundation, Inc., https://en.wikipedia.org/wiki/TeamViewer adresinden 25 Şubat 2016 tarihinde alınmıştır.