

## **Güneş Enerjisi Destekli Manyetik Alan Takip Edebilen Sera İçi Taşıyıcı Araç Prototipinin Oluşturulması**

**Beran ADAY<sup>1</sup>, Can ERTEKİN<sup>1\*</sup>**

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya

\*Sorumlu yazar e-posta: ertekin@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 21.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

**Özet:** Bu çalışmada, serada içinde kullanılabilecek bir araç prototipi üretilmiştir. Çalışmanın amacı, hasat edilen ürünün taşınmasında insan işgücünü azaltmaktır. Ayrıca fosil yakıt tüketimini azaltmak için yenilenebilir enerjinin kullanılması amaçlanmaktadır. Otomatik yol izleme sistemi için, manyetik alan kullanılmıştır. Aracın çalışma mantığı aşağıdaki gibi tanımlanabilir. Birçok ve büyük seradan toplanan ürünler servis yolunda taşınmaya hazırlanır. Her serada birden fazla durak bulunmaktadır. Robotik araç seraların içerisinde geçerek manyetik alanı takip eder. Cep telefonundan gönderilen komuta göre istenen durağa kadar otomatik olarak gider. İstenen durma noktasına ulaşıldığında, araç durur ve görsel olarak uyarı verir. "Devam" komutu verildiğinde, araç manyetik alanı takip etmeye devam eder. Eğer istenirse, yol üzerinde ilerlerken ürün kasalarının olup olmadığını kontrol edebilir. Ürün kasaları tespit edildiğinde araç durur, sesli ve görsel uyarı verir. Kasalar kaldırıldığında, araç manyetik alanı takip etmeye devam eder. Aracın önüne 20 cm'den daha yakın cisim yaklaştığı zaman, araç otomatik olarak durur. Bu cisim aracın önünden çekilinceye kadar sesli ve görsel uyarı verir. Cisim çekildiğinde hareketine devam eder.

**Anahtar Kelimeler:** Manyetik alan takibi, mobil araç, sera aracı, sera robotu.

### **Solar Energy Assisted Magnetic Field Tracker Greenhouse Carrier Vehicle Prototype Creation**

**Abstract:** In this study, a vehicle prototype was produced in the greenhouse that could be used in any transportation process. The aim of the work is to reduce the human labour force in transporting the harvested product. In addition, it is aimed to use renewable energy to reduce fossil fuel consumption. Magnetic field is used for automatic path monitoring system. The working logic of the vehicle can be described as follows. The crops collected from many and large greenhouse are ready to transport on the service road. There is more than one stop in each greenhouse. The robotic car follows the magnetic field through the greenhouses. It goes automatically to the desired stop according to the command sent from the mobile phone. When the desired stop is reached, the vehicle stops and visually warns. When the command "continue" is given, the vehicle continues to follow the magnetic field. If desired, it can check the presence or absence of crop crates on the road. When crop crates are detected, the vehicle stops and gives audible and visual warning. When the crates are lifted, the car continues to follow the magnetic field. When the object nearer than 20 cm approaches the vehicle, the vehicle automatically stops. This object gives audible and visual warning until it is withdrawn from the front of the vehicle. The object continues to move when it is pulled.

**Key words:** Greenhouse robot, greenhouse vehicle, magnetic field tracking, mobile vehicle.

### **GİRİŞ**

Sera alanlarındaki üretim miktarı geçen zaman içerisinde mevsim şartlarına ve doğal koşullara bağlı geleneksel tarımsal üretimin karşısında önem kazanmıştır. Özellikle son dört senenin istatistiklerine bakıldığında ülke genelindeki kurulu sera alanları 2013 yılında 61512.43 ha iken, artarak 2016 yılında 69170.65 ha (TÜİK, 2017) değerine ulaşmıştır.

Günlük hayatın her alanında kullanılan teknolojinin tarım içinde kullanılması, zaman ve maliyet bakımından kaçınılmaz bir durumdur. Teknolojinin bu kadar hızlı ilerlediği günümüzde; tarım alanında da teknolojik gelişmeler artan bir hızla devam etmektedir. Bilgisayarlı otomasyon sistemlerinin gelişmesi ve yayılmasıyla bu ilerlemelerin çok daha hızlı bir şekilde olacağı düşünülmektedir (Çiğer, 2010).

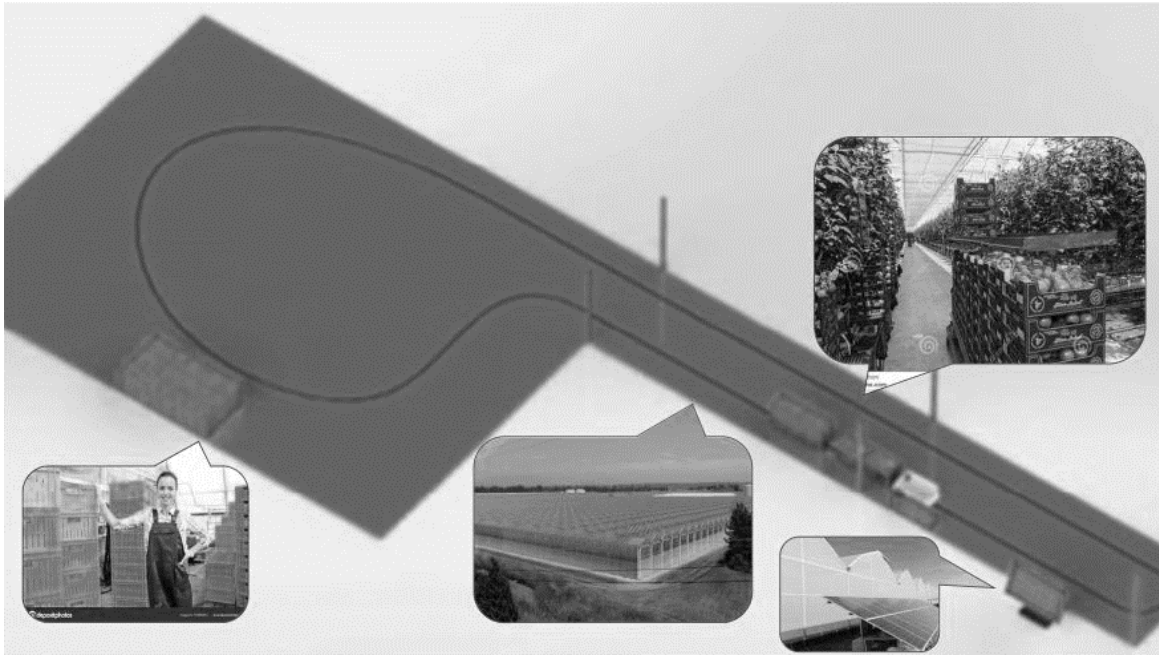
Çalışmadaki ilk amaç, sera içerisindeki üretim için ihtiyaç duyulan teknolojinin geliştirilmesidir. Serada, servis yolu üzerinde hareket edebilme özelliğinin olmasını hedeflenen prototip araç, aynı zamanda hareket esnasında kararsız yol belirleme sistemlerine göre çevresine verebileceği zararları da göz önünde bulundurularak düşünülmüş ve manyetik alan ile yön tayin edilmesinin uygun olduğuna karar verilmiştir.

Manyetik alan kullanılarak otomatik yön tayin edilmeye çalışılmasının temel nedeni, şu an geliştirilmekte olan siyah/beyaz çizgi izleme sistemlerinin, ses ile yön bulma, görüntü işleme ile anlık yön tayin etme çalışmalarının, seralarda olabilecek toz, toprak, sulama, ışık ve seslerden etkilenerek yeterli kararlılıkta çalışmayacak olmasıdır. Çalışmada mini prototipini gerçekleştirmeyi hedeflediğimiz araç gerçek boyutlarında üretildiğinde çalışma mantığı olarak, sera içerisinde üretim sonrası hasat döneminde, servis yolu üzerinde otomatik olarak hareket ederken arkasına bağlanabilecek şekilde özel olarak üretilebilecek römorkları ile kasaların taşınabilmesi amaçlanmıştır (Şekil.1).

Burada geliştirilecek teknolojik cihazların ihtiyaç duydukları enerjiyi, insanoğlunun geçmişten bugüne kadar kullanmış olduğu fosil enerji kaynaklarının gerek çevreye vermiş oldukları zarar, gerekse gün geçtikçe bu kaynakların azalması, üretilen teknolojinin yenilenebilir enerji ile uyumlu bir biçimde üretilmesi için bir amaç haline gelmesi ihtiyacını doğurmuştur. Geliştirdiğimiz prototip araç ihtiyaç duyduğu enerjiyi

üzerindeki şarj edilebilir bataryalardan sağlamaktadır. Bu bataryalar, güneş enerji panelleri aracılığıyla şarj edilmiş akümülatörler üzerinden tekrar şarj edilebilecek şekilde seçilmiştir. Prototip araç, sera içerisinde kullanılabilir büyüklükte üretildiğinde bataryalar yerine direk olarak akümülatörler kullanılabilir.

Çalışmadaki aracın yalnızca otomatik olarak manyetik alan takibi yapabilmesinin yanında istendiğinde kablosuz iletişim aracılığıyla manuel olarak uzaktan kontrol edilebilmesi de hedeflenen özelliklerden birisidir. Bu şekilde araç manuel olarak uzaktan kontrol edilebildiği gibi, istenildiği zaman otomatik moda alınması da amaçlanmıştır. Bunun için özel bir elektronik kumandanın üretilmesinin yerine, Android işletim sistemli cep telefonu ve tabletlerin Bluetooth özelliğinin kullanılması hedeflenmiştir. Bunun nedeni, özel olarak üretilen kumandanın arızalanması durumunda aracın kontrol edilemeyeceği için bu süre zarfında aracın kullanılmaması ve atıl durumda beklemesinin tarımsal üretici için bir kayıp oluşturmasıdır. Arızalanan kumanda yerine yeni bir kumandanın üretilmesi, tarımsal üreticiye ek bir maliyet getirecektir. Bu durumu ortadan kaldırabilmek amacıyla, Android cihazlarda kullanılacak bir yazılım sayesinde Bluetooth iletişimi kullanılarak araca gerekli komutların verilebilmesi sağlanmıştır.



Şekil 1. Aracın sera içerisindeki çalışma mantığı

Uzaktan kontrol için kullanılan Android cihazın arızalanması durumunda bu cihaz yerine başka bir cihaza yazılım yüklenerek çalışma süreci herhangi aksamaya uğramadan devam edebilecektir. Günlük ihtiyaçlarda kullanılabilen cihazların bu araç için kullanılabilmesi özel bir kumandanın üretilmesi maliyetinin de önüne geçmek anlamına gelmektedir.

Sera içerisinde servis yolu üzerinde hareket edebilecek aracın arka arkaya inşa edilen seralar arasında geçiş yaparak farklı seralarda ve bir sera içerisinde de farklı noktalarda kullanılabilmesi düşünülmüştür. Android yazılım ile araca hangi serada ve sera içerisindeki hangi durakta ihtiyaç varsa o duraya gitmesi komutu verilebilmektedir.

İş ve işçi güvenliği, tüm üretim alanlarında olduğu gibi tarımsal üretimde de çok önemlidir. Oluşturulan güvenlik mekanizmasının amacı, sera gibi üretim alanları içerisinde öncelikli olarak burada çalışanları oluşabilecek kazalardan korumanın yanı sıra, sera içerisinde kullanılan diğer cansız nesnelere de yaşanabilecek kazalardan dolayı maddi hasarların oluşmaması için önlem almaktır. Araç, önündeki sensörler aracılığıyla güvenlik için belirlenmiş olan mesafeyi sürekli olarak taraması, eğer bu mesafeden daha yakında bir canlı/cansız nesne tespit edilirse bu engel önünden çekilene kadar sesli ve görsel uyarı vermesi, engel önünden çekildikten sonra aracımızın görevine kaldığı yerden devam etmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Prototipi gerçekleştirilen araç üzerinde farklı görevlere sahip elektronik devre elemanları kullanılmıştır. Sesli ve görsel uyarı elemanları, mikrodenetleyici ve geliştirme kartı, mesafe sensörü, manyetik alan sensörü, bluetooth bağlantı kartı, motor sürücü kartı, DC motor ve tekerlekler ve devrelerde kullanılan entegreler bulunmaktadır. Aracın beyni olarak Arduino Uno geliştirme kartının üzerindeki Atmega328 mikrodenetleyici kullanılmıştır. Gerekli yazılım bu mikrodenetleyiciye yüklenmiştir.

Bu yazılım ile araç üzerindeki bütün elektronik devre elemanlarının kontrolü sağlanmıştır. Aracın ön bölümünde ve yan tarafında HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü kullanılmıştır. 2 cm'den 400 cm'e kadar ölçüm yapabilen bu sensör, 40kHz seviyesinde ses dalgalarını kullanarak mesafe ölçümü yapabilmektedir. Araç otomatik modda hareket halindeyken önüne çıkabilecek canlı veya cansız cisimlerin mesafesini sürekli olarak kontrol edip, belli bir mesafeden yakın cisim tespit edildiğinde araç otomatik olarak durarak sesli ve görsel uyarı vermektedir. Cisim aracın önünden çekildikten sonra araç manyetik alan şeritlerini takibe devam

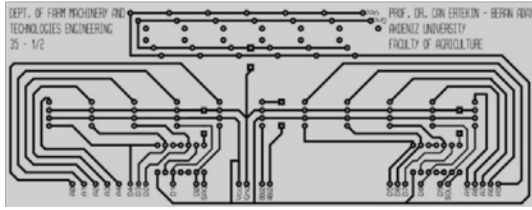
etmektedir. Sera içerisinde araç istenen serada ve sera içerisindeki istenen durakta durabilme yeteneğine sahip olmasının yanında, tarımsal üreticiler hasat edilen ürünlerin taşınması için kasalanan ürünleri mutlaka bu duraklara taşımak zorunda kalmamalıdır. Bu sebepten dolayı servis yolu üzerinde bırakılan kasaların araca verilen bir komutla tespit edilmesi üzerinde çalışılmıştır. Aracın yan tarafında bulunan mesafe sensörü sayesinde, belirli bir mesafeden yakın ve kasa genişliği hesaba katılarak belirli bir mesafeden daha uzak cisimler kontrol edilmeksizin, kasaların bulunabileceği mesafe aralığında cisim algılandığında araç otomatik olarak durabilir, sesli ve görsel uyarı verebilir, kasalar yüklendikten sonra "devam et" komutu verilerek aracın yoluna devam etmesi sağlanabilmektedir. Kasaların tespit edilme işlemi pasif hale getirilerek aracın yalnızca manyetik alan şeritlerinin takip etmesi veya istenen bir duraya gitmesi sağlanabilmektedir.

Araç otomatik modda sera içerisinde servis yolu zemininin üzerinde serili veya yüzeyin altında gömülü bulunan manyetik alan şeritlerinin takibi için sensör modülüne ihtiyaç duymuştur. Bu sensör modülünün yurtdışından ithal edilmesi yerine yerli olarak çok düşük maliyetli bir manyetik alan modülü üretilmiştir (Şekil.2). Bu modül üzerinde A1120LUA-T manyetik alan sensörleri kullanılmıştır. Geliştirilen bu modül üzerinde 11 adet sensör bulunmaktadır. Bu sensörlerin her biri için 1 adet dijital ve 1 adet analog sinyal çıkışı modül üzerinde kullanılabilir halde pinlere bağlanmıştır. Başka çalışma alanlarında ve farklı uygulamalarda kullanılmaya uygun olarak geliştirilen bu modülde ayrıca "sol, düz ve sağ" olmak üzere, 11 sensörün çıkışlarının 3 pinden kontrolünün sağlanması da başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu sayede mikrodenetleyici üzerinde 11 adet pin kullanmayıp, 3 pin ile gerekli iletişim sağlanabilmektedir.

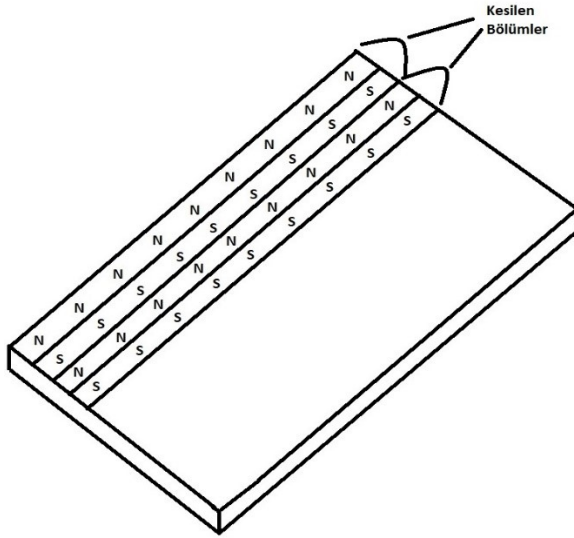
Manyetik alan sensörlerinin tespit edebilmesi için gerekli olan manyetik alan şeritleri ile ilgili testler yapılmıştır. Yurt dışından ithal edilen birçok manyetik alan tespit modülünde manyetik alan şeritlerinin genişliği yaklaşık 45 mm olması istenirken, çalışma içerisinde geliştirilen modül sayesinde zemine serilen 10 mm genişliğindeki manyetik alan şeritleri yeterli olmuştur (Şekil.3). Bu hem manyetik alan şeritlerinin kullanım maliyetini düşürürken aynı zamanda da güzergâh değişikliği işlemleri sırasında kullanıcıya bir kolaylık da sağlayacaktır. Aracın sesli uyarı vermesi için YL-44 ses kartı kullanılmıştır. Bu kart üzerindeki hoparlör kullanılarak aracın farklı uyarılarda farklı ritim aralıklarıyla sesli uyarı vermesi sağlanmıştır.

Aracın kablosuz olarak manuel kontrolü ve gerekli komutların gönderilmesi işlemi Android işletim

sistemine sahip cep telefonu ve tabletlerin Bluetooth bağlantısı üzerinden sağlanmıştır. Bu işlem için, HC-05 Bluetooth modülü kullanılmıştır. Android işletim sistemine uygun olarak yazılan program sayesinde kablosuz iletişim sorunsuz olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil.4). Aracın otomatik mi yoksa manuel moda mı olduğu, hangi uyarıyı verdiği ile ilgili olarak, sesli uyarı sistemi ile eş zamanlı çalışabilecek bir görsel uyarı sistemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu işlem için 10 mm çapında bir RGB led kullanılmıştır.



**Şekil 2. Yerli olarak oluşturulan manyetik alan modülünün baskı devresi**



**Şekil 3. Manyetik alan tabakalarından 10 mm genişliğinde kesilen şeritlerin yapısı**

İçerisindeki kırmızı, yeşil ve mavi renkteki farklı ledlerin ayrı ayrı çalıştırılmasının yanı sıra, bu ledlerin ikerli ve üçerli olarak eşzamanlı çalıştırılmasıyla farklı renkler elde edilmiştir. Sesli uyarı sisteminde olduğu gibi görsel uyarı sisteminde de ledlerin yanıp sönmeye sıklığı, vermiş olduğu uyarıya göre değişmektedir.

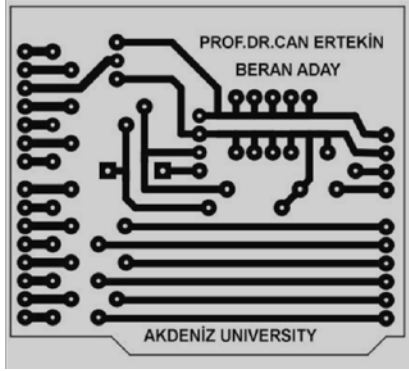


**Şekil 4. Aracın kablosuz olarak yönetilmesi ve komut verilebilmesi için yazılan Android programının arayüzü**

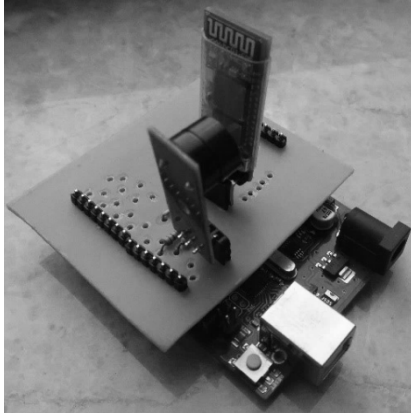
Aracın hareketini sağlayan tekerlerin hareket ettirilmesi için redüktörlü DC motorlar kullanılmıştır. Bu motorlarının gerilim beslemesinin sağlanması için 5-35V 30A çift motor sürücü kartı kullanılmıştır. 5 V DC'de max. 30 Amper, 150W'a kadar çıkış verebilen ve aynı anda iki adet DC motoru birbirinden bağımsız olarak kontrol edebilen bir motor sürücü kartıdır. Bu motor sürücü kartı sayesinde tekerlekler eş zamanlı olarak çalışırken farklı yönlerde dönebilir, tekerlerden birisi çalışırken diğeri durabilir veya tekerlerin dönüş hızları arasında istemli olarak hız farklılıkları oluşturulabilmektedir. Bu sürücü kartının seçilmesinin temel sebeplerinden birisi de güneş enerjisi ile şarj edilmiş akümülatörler ile çalışmaya uygun olmasıdır.

Aracın bütün elektronik devre elemanları tek bir baskı devre üzerine toplanmaya çalışılmıştır (Şekil.5).

Bu baskı devre kartı, Arduino Uno geliştirme kartının üzerine oturtulacak şekilde üretilmiştir (Şekil.6). Bu sayede araç hareket halindeyken sarsıntıdan dolayı oluşabilecek bağlantı sorunlarının da önüne geçilmiştir.



Şekil 5. Aracın ana devre bölümünün baskı devresi



Şekil 6. Aracın ana devresi ve Arduino Uno geliştirme kartının birleştirilmiş hali

Araç son olarak 3-D yazıcılar kullanılarak üretilen kaporta bölümü ile son halini almıştır (Şekil.7).



Şekil 7. Aracın son hali

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmanın sonucunda yapılan testler ve denemeler sonucunda araç ile ilgili eksik kalan yönler, geliştirebilir ve eklenebilir özellikler üzerine değerlendirme yapılırsa;

Sera içerisindeki servis yolu üzerine serilecek veya yüzeyin altına gömülecek olan manyetik alan şeritlerinin fiziki koşullara dayanıklı olması gerekliliğinin ön planda olduğu görülmüştür. Bu manyetik alan şeritlerinin genişlikleri, kalınlıkları ve kalitesinin maliyet anlamında önemli olmasından dolayı, araç üzerindeki manyetik alan modülleri tarafından tespit edilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Manyetik alan şeritlerini algılayabilecek hassasiyette farklı sensörler üzerinde gerekli testler uygulanarak sera ortamlarında kullanılabilir, zeminle modül arasında daha uzak mesafeden algılama işlemini sağlayabilecek sensörler kullanılabilir.

Aracın kablosuz olarak yönetilmesi ve komutların gönderilmesi için Bluetooth iletişim teknolojisi kullanılmıştır. Bu yöntem ile 20 m ile 100 m arasında değişen mesafelerde iletişim sağlanabilse de daha uzak mesafeler için Android cihazların Wireless iletişim teknolojilerinden faydalanılabileceği düşünülmektedir.

Servis yolu kenarında bulunabilecek kasaların ultrasonik mesafe sensörleri yerine görüntü işleme gibi farklı bir sistemin kullanılması, sistemin kasa ve diğer nesnelere ayırma noktasında daha stabil çalışmasını sağlayabilir. Ancak bu noktada kameranın sera içerisindeki toz ve kirden etkilenmemesi ile ilgili gerekli önlemlerin alınması gereklidir.

Aracın üzerindeki 150W'lık motor sürücü kartı, daha yüklü römorkların çekilmesi ile ilgili yetersiz kalabilir. Aracın büyük boyutlarda üretilmesi düşünüldüğünde araç, römorklar ve toplam kasa taşıma kapasitesi göz önünde bulundurularak yeterli bir motor sürücü kartının seçilmesi gerekebilir.

Aracın yenilenebilir enerji ile uyumlu olarak geliştirilmesi ile büyük boyutlarda üretildiğinde güneş enerji sistemleri tarafından doldurulan jel akümülatörlerin direk kullanımı büyük kolaylık sağlayacaktır. Aracın batarya ölçümünü kendisinin yapması, bataryanın enerji seviyesinin belirli bir düzeyin altına düşmesi sonucu yeni akümülatör ile değişimin yapılması için şarj istasyonuna gitmesi ve bunun için kullanıcıya bir uyarı vermesi sağlanabilir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Çizgi izleme sistemleri, genellikle siyah zemin üzerine beyaz veya beyaz zemin üzerine siyah çizgi çekilerek oluşturulur. Bu sistemin çalışma prensibi zemine yansıtılan ışığın zemin tarafından yansıtılıp yansıtılmadığının tespiti üzerinedir. Burada ortamdaki

farklı kaynaklardan zemin üzerine gelen ışıklar ve zeminin kirli veya tozlu olması sistemin kararlı bir şekilde çalışmasını etkilemektedir. Yavaşoğlu (2005) çalışmasında, çizgi takibi uygulamasında çizgi tespiti için foto-diyot ve foto-transistör ikililerinin kullanımının verimsiz olduğunu açıklamış, çizgi takibinin sağlıklı yapılabilmesi amacıyla ortamdaki ışıktan yeterince korunması gerektiğinin görüldüğünü belirtmiştir. Bu durum göz önüne alınarak çalışmalarında çizgi takibi için kızılötesi led ve kızıl ötesi alıcılar kullanmışlar, ancak robotun daha adaptif bir yapıya sahip olabilmesi için farklı metodların kullanılması önerilmiştir.

Kiraz (2014) çalışmalarının sonucunda özellikle görüntü işleme uygulamalarının %100 doğruluk oranında çalıştırılmasının çok zor olduğunu anlaşıldığını belirtmiştir. Yüksek doğrulukta çalışan bir görüntü işleme uygulamasının geliştirilmesinin uzun zaman sürdüğünü, ancak %99 doğrulukta bir çalışmanın bile endüstriyel ortam için çok yüksek bir hata oranını ifade ettiğini vurgulamıştır.

Güven (2016) çalışmasında, sıra arasını algılama, sıra sonu ve dönüş becerileri algoritmalarında kullanılan ultrasonik sensörün çalışma prensibinden dolayı, yazılımlarla yapılan düzenlemelere rağmen hataların oluştuğunu belirtmiştir. Eğer ultrasonik sensör kullanılacaksa robota hareket sağlayan motor seçiminde yüksek torklu, düşük hızlarda gidebilen motorların seçilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bu ön araştırmaların sonucu olarak, prototipi geliştirilen sera içi taşıyıcı aracının sera içerisinde otomatik yön tayin etme sistemi için manyetik alan takibinin kullanılması kararlaştırılmıştır. Çalışmadaki manyetik alan şeritlerinin izlenmesi sisteminin testlerinde, manyetik alan şeritleri aracın hareket ettiği yüzeyin altına gömülmüştür. Yüzeyin kirli veya tozlu olması, araca ve yüzeye farklı miktarlarda ışığın uygulanması, yüzeyde test amaçlı oluşturulan bozulmaların aracın otomatik yön tayinini sağlamasında herhangi bir soruna sebep olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Çalışmadaki önemli noktalardan birisi de prototip aracın, benzer çalışmaların çoğunda olduğu gibi yalnızca iki nokta arasında hareket etmesi değil, istenen seralar ya da duraklarda otomatik olarak durabilmesinin sağlanması olmuştur. Aracın sürekli olarak bir operatör tarafından kullanılması veya otomatik hareketi esnasında durması istenen noktalarda takip edilmesi zorunluluğunu azaltmıştır. Durak yerlerinin kolaylıkla değiştirilebilmesi, durak eklenip-çıkartılabilmesi ya da aracın durmaksızın çalıştırılabilmesi uygulamanın farklı yerlerde hızlı ve kolay bir biçimde işleme konulabildiği sonucunu göstermiştir.

Tarımsal üretim sektöründe insan iş gücü için ödenen ücret, en önemli maliyet sebeplerinden birisidir. Özellikle kentlere olan göçün sonucunda tarımsal üretim sektörü içerisinde eğitilmiş iş gücü bulma sorunu da gün geçtikçe daha çok ön plana çıkmaktadır. İş gücünün tarımsal üretimin başından sonuna kadar olan tüm zaman dilimi içerisinde yer alması, üretimde vazgeçilmez maddelerden biri olmasına sebep olmaktadır. Sürekli iş gücü sağlamak, iş veren için büyük bir maliyete sebebiyet vermektedir. Özellikle üretimin farklı süreçleri içerisinde kullanılacak çok fonksiyonlu robotik araçların üretilmesi, iş gücünün minimuma çekilmesi için çok önemlidir. Bu da üretim içerisindeki iş gücü maliyetinin minimuma çekilmesi anlamına gelmektedir. Bu robotik araçların ihtiyaç duydukları enerjinin güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji ile sağlanabilmesi imkanı da, işletme maliyetini düşüren temel unsurlardan birisidir.

Tarımsal üretimde ihtiyaç duyulan iş gücünün insan enerjisi üzerinden karşılanması durumunda çalışma süreci içerisindeki verimliliğin değişmesi olağan durumlardan birisidir. Robotik çalışmalar ise ihtiyaç duyduğu enerji karşılandığı müddetçe sürekli olarak programlandığı düzeydeki bir verimlilik ile çalışmaya devam edebilme yeteneğine büyük oranda sahiptir. Bu da iş süreçlerinin kısılmasını sağlamaktadır. Emek üretimi ile zaman arasındaki verimlilik oranının sürekli olarak sabit bir düzeyde tutulması, üreticinin iş planını daha rahat yapabilmesi, hangi işin ne kadar süre alacağı ve ardı sıra yapılacak işlemlerin sonucunda üretimin ne kadarlık zaman periyotları içerisinde bitirilebileceği ön görülebilir olacaktır. Gerekli olan iş gücünün tümüyle robotik araçlarla olmasa da bir bölümünde kullanılması ise, iş ve zaman verimliliği anlamında üreticiye katkı sağlayacaktır.

Yüksek insan emeği beraberinde işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerini de beraberinde getirmekte, gerekli önlemler alınmadığında can kayıplarının, yaralanmaların kaçınılmaz olduğu günümüzde daha çok gün yüzüne çıkmıştır. Robotik araçların gündelik ve üretim sürecini kapsayan sürekli işlerde kullanımı, özellikle tekrarlanan eylemlerdeki kaza riskini yüksek miktarda ortadan kaldırmaktadır. Özellikle büyük seralarda, hasat süreçlerinde kasalanan ürünlerin sevkiyatı sırasında insan emeğinin minimuma indirilmesinin, kaza riskini azaltacağı düşünülmektedir. Bu tür kazalarda çalışanın sağlığı, üretim süreci boyunca emek verilen ürünlerin kaybı ya da işletmenin fiziki olarak zarar görmesi söz konusu olabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı çok fonksiyonlu robotik araçların geliştirilmesi, üretimi ve kullanımının yaygınlaşmasının işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından önemli bir olduğu düşünülmektedir.

Teknolojinin yurt dışından alımı, hem maliyet anlamında hem de istikrarlı gelişmenin önünde büyük bir risk taşımaktadır. Yurt dışından alınan ürünlerin döviz kuru üzerinden satın alınması, uluslararası ekonomideki her değişimde etki altında kalmaktadır. Bunun dışında uluslararası siyasi ilişkilerdeki değişimlerin, bu ülkelerden ürün alımında zaman

zaman zorluklar doğurduğu görülmüştür. Bunlara ek olarak teknolojinin yurtdışından hazır olarak alınması yerine yerli olarak üretilmesinin, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine daha fazla kaynak sağlanmasını sağlaması, ulusal anlamda teknolojik gelişmişliğin hızlanması ve teknolojik bağımsızlığın ilerlemesi için zemin oluşturacağı düşünülmektedir.

### LİTERATÜR LİSTESİ

- Ciğer, M., 2010. Bilgisayar Kontrollü, İnternet Destekli Sera Otomasyonu. *Yüksek lisans tezi*, Çukurova Üniversitesi, Adana, 134 s.
- Güven, M. M., M. Tan, C. Közkurt, M. H. Yardım, M. Özsoy, E. Sabancı, 2016. Çok Amaçlı Tarım Robotunun Geliştirilmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (2016) 33 (Ek sayı) : 108-116.
- Kiraz A. H., 2014. Görüntü işleme tabanlı insansız mobil araç konumlandırma sistemi, *Yüksek lisans tezi*, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 57 s.

- TÜİK, 2017, bitkisel üretim istatistikleri, örtü altı üretimi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 08.08.2017
- Yavaşoğlu H. A., 2005. Bir endüstriyel taşıyıcı ve servo mekanizmalı malzeme değiştirici mobil robotun gerçekleştirilmesi ve bulanık mantık temelli çizgi takip kontrolü. *Yüksek lisans tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 101 s.