

Tarım Robotları

Arif Behiç TEKİN

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, İzmir
behic.tekin@ege.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 04.06.2013 Accepted (Kabul Tarihi): 07.10.2013

Özet: Bilgi teknolojileri, yaşanan hızlı gelişmeler ile, güncel yaşamın her alanında insan yaşamını kolaylaştırıcı, insan işinin bir bölümünü ya da tamamını yüklenici, konforunu artırıcı yönde yer almaktadır. Bu makalede; bilgi ve bilişim teknolojilerinin tarımda kullanım alanları arasında yer alan Tarım robotları ile ilgili gelişme süreci kısaca derlenmekte ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünün deneyimleri sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Tarım, sensör, robot, GPS

Agricultural Robots

Abstract: Information and communication technology with a rapid development takes place by easing his/her life, carrying their whole or partial works, increasing their comfort through whole part of the daily life of human. In this paper; the development of agricultural robots which is a part of information and communication technology in agriculture is briefly reviewed and experiences of Ege University, Faculty of Agriculture, Dept. of Agricultural Machinery is presented.

Key words: Agriculture, sensor, robot, GPS

GİRİŞ

Bilgi teknolojileri, yaşanan hızlı gelişmeler ile güncel yaşamın her alanında insan yaşamını kolaylaştırıcı, insan işinin bir bölümünü ya da tamamını yüklenici, konforunu artırıcı yönde yer almaktadır.

İnsan gereksinimlerini karşılama amacıyla yürütülen çalışmaların başında gelen tarımsal üretim; gerek insanlara besin ve giyim hammaddeyi gerekse diğer sektörlerde hammadde sağlayıcısı olması nedeniyle, stratejik önemi hızla artan önemli bir üretim sektörüdür.

Son yıllarda bilişim teknolojileri yaşamın diğer alanlarında olduğu gibi tarımda da uygulama bulmaya başlamıştır. Başlangıçta bilimsel araştırma bazında geliştirilen/kullanılan ürünler ve uygulamalar günümüzde ticari ürün ve hizmet olarak kendilerini göstermektedir.

Tarım, ülkemizde uzun yıllardır bilişim sektörünün ilgi alanı dışında kalmış olmasına karşın, gelişmiş ülkelerde özellikle bilişim teknolojilerinin gelişimiyle insana, bitkiye, hayvana, çevreye duyarlı, üretimde kalite ve verimlilik artışına olanak sağlayan ciddi bir evrim geçirmektedir.

Tarımsal üretimde insan gücünden hayvan gücüne ve daha sonra da traktör gücüne geçiş sürecinin devamı olarak değerlendirilen "Hassas Tarım" (Precision

Agriculture) bilişim çağının gelişen teknolojilerinin ekonomik ve çevre ile bütünleşik üretim faaliyetlerinde kullanımını ifade etmektedir (i-net,2006).

Üreticiler her ne kadar tarlalarının değişik bölümlerinden farklı miktarlarda ürün aldıklarını veya tarlalarında farklı toprak bünyesine sahip olduklarını bilseler de bu bilgiye göre davranmalarının gerek ekonomik gerekse pratik açıdan pek mümkün olmayacağını da oldukça iyi bilmektedirler. Bu nedenle geleneksel olarak, büyüklüğü ne olursa olsun bir bütün olarak ele alınan tarlada yetiştirilen bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre ve ilaç gibi girdilerin de tüm tarlaya homojen (tekdüze) bir şekilde dağıtılması amaçlanmaktadır. Ancak, son 15-20 yıldır çevrenin ve doğal kaynakların korunumuna yönelik olarak ortaya atılan "sürdürülebilir tarımsal üretim" kavramı, bu girdilerin mümkün olduğunca az ve çok daha dikkatli bir şekilde kullanılması gereği üzerinde durmaktadır. Hassas tarım'ın bu gereklere cevap verebilecek bir yöntem olarak tarımsal üretimde yerini almakta olduğu söylenebilir.

Zekâ, beynin öğrenme, anlama, soyut düşünme, sebeplendirme, planlama, problem çözme gibi zihinsel

işlevlerine verilen isimdir. Kelime olarak çok geniş anlamda kullanılsa da psikologlar tarafından yaratıcılık, kişilik, karakter, bilgi ve akıl gibi değişik kategorilere ayrılmıştır.

Zekâ; kavramlar ve algılar yardımıyla soyut ya da somut nesnelere arasındaki ilişkiyi kavrayabilme, soyut düşünme, muhakeme etme ve bu zihinsel işlevleri uyumlu şekilde bir amaca yönelik olarak kullanabilme yetenekleri zekâ olarak adlandırılmaktadır.

İdealize edilmiş bir yaklaşıma göre yapay zekâ, insan zekâsına özgü olan, algılama, öğrenme, çoğul kavramları bağlama, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, çıkarımsıma yapma ve karar verme gibi yüksek bilişsel fonksiyonları veya otonom davranışları sergilemesi beklenen yapay bir işletim sistemidir. Bu sistem aynı zamanda düşüncelerinden tepkiler üretebilmeli (eyleyici Yapay Zekâ) ve bu tepkileri fiziksel olarak dışa vurabilmelidir (Çamoğlu, 2006).

Yapay zekânın kullanıldığı alanların başında robotlar gelmektedir. Robot, mekanik sistemleri ve bunlarla ilişkili kontrol ve algılama sistemleri ile kontrol algoritmalarına bağlı olarak akıllı davranan makinelerdir.

Endüstri de kullanımının yaygınlaşmasının yanı sıra, günlük hayatta insanlara destek olması amacıyla insansı robotlar üzerine çalışmalar giderek artmaktadır. Benzer çabalar tarımsal üretim alanı için de görülmektedir.

Bu makalede, genel bir yaklaşımla küresel boyuttaki deneyimlerin içinden önemli olduğu düşünülen örnekler derlenmekte ve sonrasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nde sürdürülen çalışmalar özetlenmektedir.

Tarımda Teknolojik Evrimler

Tarihsel süreçte, bireysel gereksinimlerin karşılanması için başlatılan tarımsal üretim sonraları artan nüfus nedeniyle toplumsal gereksinimlerin karşılanmasına doğru gelişim göstermiştir. Bu gelişim tarımsal üretimde kullanılan alet ve makinalarda da gelişmelerin yaşanmasına yol açmıştır. Voss (1975) tarımdaki teknolojik evrimi aşağıdaki şekilde dört sınıfa ayırmıştır;

- Çok küçük bir sermaye ile edinilebilen el aletleri kullanımı
- İnsan gücünün, özellikle birincil ve ikincil toprak işleme ile su pompalanmasında hayvan gücü ile desteklenildiği süreç

- Mekanik gücün tarımsal işlemlerin tümünde değil fakat büyük oranda kullanılmaya başlandığı süreç
- Üretimdeki tüm işlemlerin mekanik güç kaynakları ile tahrik edilen mekanik aletler tarafından yapıldığı süreç

Geçen yüzyılın sonlarında başlayan ve insan hayatının her aşamasında derin etkileri görülmekte olan bilişim çağı, kavramların yeniden tanımlanmasını gerektirmiştir. Sındır ve Tekin (2002) bu çerçevede tarımda yaşanan teknolojik evrime 2 sınıf daha ekleyerek katkıda bulunmuşlardır;

- Tarımsal üretimde başlangıç düzeyinde bilgi sistem ve teknolojileri
 - İşletmelerde kişisel bilgisayar ve yazılımlar (envanter kontrolü, stok takibi, tarihsel kayıtlar, üretim planlama ve neden-sonuç ilişkisi analizi)
 - Traktörlerde elektronik donanımlar (ilerleme hızı, kuyruk mili hızı, alınan yol, yakıt tüketimi, iş başarısını izleme)
 - İlaçlama makinelerinde kontrol ve kayıt tutma olanakları
- İleri seviyede ICT uygulamaları
 - Hassas Tarım
 - Bir önceki seviyedeki tüm unsurları içermektedir. Bunun yanı sıra
 - Toprak haritalama
 - Verim haritalama
 - Iso-bus sistemlerle donatılmış traktörler
 - GPS esaslı ölçüm sistemleri
 - Değişken düzeyli uygulama teknolojisi

Yukarıdaki sınıflar günümüzde bölgeler arası farklılıklardan dolayı geçerliliğini sürdürmekte, aynı ülkenin farklı coğrafyalarında bu seviyelerle karşılaşabilmektedir.

Hassas Tarımın felsefesi; değişkenliğin yönetimidir. Bu nedenle de değişkenliğin tanımlanması için geleneksel yöntemlerin aksine olanaklı en küçük alan da örnekleme yaparak değişkenliğin tanımlanması ve yönetimi için ilgili işlemlerin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Hedef her bir bireyin (bitki, fidan, hayvan) gözlenmesi ve gereksinimine göre girdi kullanılmasıdır. Bu hedefe tekrarlı, çok zaman alan ve yorucu tarımsal işlemlerin insanlar tarafından yüklenilerek

yapılması yerine akıllı tarım makinelerinin kullanılması ile ulaşılabilir. Bu düşünceler ışığında geçtiğimiz yüzyılda ilk örnekleri görülen ve son yıllarda da artan oranda araştırmaların yapıldığı robotik uygulamaları önem kazanmaktadır. Bu nedenle teknolojik evrelere 7. Seviye olarak "Tarım Robotları" eklenmiştir;

- Tarım robotları
 - Açık alan robotları
 - Kapalı alan robotları

Tarımda Navigasyon

Dümenleme, tarım aracını kullanan sürücü için performansının belirlenmesindeki birincil faktörlerin arasında mental (akıl) yorgunluğa neden olan görev olarak yer almaktadır (Van Zuydam, 1999). Sıraya ekilmiş/dikilmiş ürünlerde izlenen yoldaki düzgünlük sürücü üzerine yüklenen extra istemler ile oldukça düşmektedir (Kaminaka et al., 1981).

Dümenleme (navigasyon) ile ilgili yapılan çalışmalar tarımsal robotik uygulamaların ilk örnekleri arasında yer almaktadır. Bu konudaki ilk çalışmalar 1924 lü yıllara gitmektedir (Şekil 1).

Mekanik esasa dayalı bu robotik deneyimlerin yerini bilişim teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak son yıllarda elektro-mekanik sistemler almıştır. Benson ve ark. (2003) nın görüntü işleme teknolojisi kullanarak biçerdöveri hasat esnasında otomatik olarak dümenlemeye çalışmaları bu konudaki ilk örnekler arasında yer almaktadır.



Şekil 1. Willrodt dümenleme sistemi (1924)

Son on yıldır küresel konum belirleme (GPS) teknolojisine bağlı dümenleme sistemleri birçok ticari firma tarafından çiftçilerin hizmetine sunulmaktadır. Bir dizi LED den oluşan elektronik markör, bu teknolojinin en

sade aracıdır. Sürücü bu cihazı kabin içerisinde rahatça görebileceği bir konuma yerleştirerek sanal olarak oluşturulmuş güzergah (gidiş-geliş) yolları üzerinde tarım aracını tutmaya çalışmaktadır. Araç olması gereken çizgi üzerindeyse elektronik markörün merkezindeki 3 LED yeşil renkte ışımaktadır. Çizgiden kaydığında ise 3 lü ışık seti sağ ya da sol tarafa kayarak kırmızı renkli LED ler ışımakta ve sürücüyü uyarmaktadır (Şekil 2).



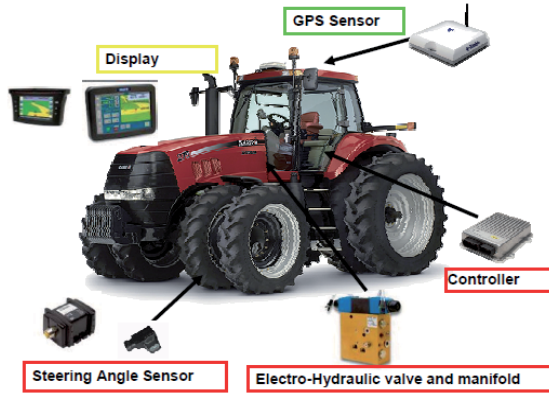
Şekil 2. Elektronik markör (Trimble, 2001)

Diğer bir teknolojik ürün ise elektrik aktuatörlerin kullanıldığı dümenleme sistemidir ki burada sıra başları haricinde dümenlemenin tamamı sistem tarafından kontrol edilmektedir (Şekil 3). Bu sayede sürücü traktör ve ekipmanla ilgili değişikliklere (derinlik, ilerleme hızı vb.) daha fazla konsantre olmakta ve iş kalitesi ile iş başarısı artmaktadır.



Şekil 3. Aktüatörlü EZ dümenleme (Trimble, 2005)

Son teknoloji ise, sıra başlarındaki dönüşlerde de sürücü desteğini ortadan kaldırmaktadır (Şekil 4). Elektronik dümenleme sistemleri ile ilgili daha detaylı bilgi Tekin ve ark. (2011) tarafından verilmiştir.



Şekil 4. Oto pilot dümenleme (Trimble, 2008)

Son yıllara geliştirilen ve kullanıma sunulan diğer bir ürün ise GPS ve radyo sinyali yardımıyla iki traktörün birbirine bağlanmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla tek bir sürücü ile iki traktör kontrol edilebilmektedir. Asıl traktörde gerçekleşen her eylem ikinci traktörde de otomatik olarak yerine getirilmektedir.



Şekil 4. Fendt GuideConnect (Fendt, 2010)

Tarım Robotları

Günümüzde tarım ekipmanlarındaki eğilim iş genişliği daha büyük olanları edinme yönündedir. Hâlbuki büyük iş genişliğine sahip makineler bazı avantajları yanı sıra bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Şu anki sistemlerin birim alana işgücü maliyeti düşük, etkinliği ve saatlik iş başarıları yüksektir. Ayrıca daha çok ürünün talebi maliyetleri düşürmektedir. Olumsuzluklar ise; sürücü maliyetinin yüksekliği, yüksek edinim maliyeti, büyük çiftlikler ve araziler için uygunluk, düşük kullanım esnekliği, toprak sıkışması ve güvenilirlik ile ilgili çekinceler.

Tarımsal üretimde ürün izleme ve girdi kullanımında hedef yönetim ölçeğini bitki düzeyine çekmektir (Şekil 5). Bu düşünce, tarihte ilk tarımın yapıldığı zamanlarda gerçekleştirilen eylemlerden farklı değildir. İnsanoğlu tarımsal üretime başladığında yönetim ölçeği tek bir bitki düzeyindeydi.



Şekil 5. Ürün izlemede ölçek değişimi (Blackmore, 2010)

Tarım robotları hedefe ulaşma da yardımcı olabilecek yegâne araçlardır. Dolayısıyla, yakın gelecekte, tarımsal üretimin bazı önemli alanlarında, küçük akıllı tarım araçları (robotlar) büyük traktörlerin yerini alacaktır. Robotlar ise bir arada çalışarak iş başarısını artırmanın yanı sıra uzun süreler kesintisiz çalışacaktır. Kaza ve kullanım riskleri açısından daha güvenli ve güvenilir, yönetimleri kolaydır. Robotlardan oluşan sürüler çoban robotlar tarafından kontrol edilecektir. Yatırım maliyetinin kademeli artışı bir avantaj olmasına rağmen, her bir bitkiyi izleyebilen bu akıllı makineler için mekanizasyona yeniden yatırım yapılması gerekmektedir.

Özetlenen nedenlerle küresel düzeyde farklı kurumların araştırma ve geliştirme çalışmaları artarak devam etmektedir.

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Robotik Deneyimleri

Hassas Tarım konusunda Türkiye de ki ilk doktora tezinin yapıldığı kurumda, 2000 yılından günümüze kadar tarımda bilim teknolojileri çerçevesinde birçok araştırma yürütülmüş ve yürütülmeye devam edilmektedir. Tarım robotları da kurumun öncelikli alanları arasında yer almakta olup bu konuda ICT-AGRI ERANET projesi kapsamında çıkılan 2010 ve

2012 çağrılarında uluslararası konsorsiyumlarda ortak olarak yer almış ve her bir çağrıya ikişer proje önerisi ile katılmıştır. Bu proje önerilerinden "Robofarm" projesi 2010 çağrısında desteklenmeye uygun görülmüştür ve 2013 yılı Eylül ayında tamamlanacaktır. 2012 çağrısına sunulan MONITHROB ve I-LEED projelerinin her ikisi ön elemeleri geçmiş son aşamada robot araştırmalarının yapıldığı alanlar içinde boşluk olduğu düşünülen alanlara öncelik verilmesi düşüncesiyle I-LEED desteklenmeye uygun görülmüştür. MONITHROB sera robotları üzerinde sunulmuş bir öneridir. Konsorsiyum bu proje önerisi için uygun çağrı aramakta/beklemektedir.

➤ **Robofarm (Integrated robotic and software platform as a support system for farm level business decisions)**

Proje ortakları;

- ❖ Alma Mater Studiorum University of Bologna, Italy
- ❖ Ege University, Faculty of Agriculture, Dept. of Agricultural Machinery, Turkey
- ❖ Harper Adams University College, UK
- ❖ Centre for Research and Technology "ATHENA" Thessaly, Greece

Bu projede robotik bir çiftlik prototipinin üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu hedefe ulaşmak için var olan donanım ve yazılım teknolojilerini birbirlerine uyumlu olarak birleştirerek bir sistem tasarımı yapılmaktadır. Proje kapsamında geliştirilen ROBOTÜRK, sensör ve görüntü işleme teknolojileri ile donatılarak araziden otomatik olarak veri toplama ve sonrasında verilerin Çiftlik Yönetim Bilgi Sistemine iletilmesi planlanmıştır.

➤ **I-LEED (Advanced cattle feeding on pasture through innovative pasture management)**

Proje ortakları;

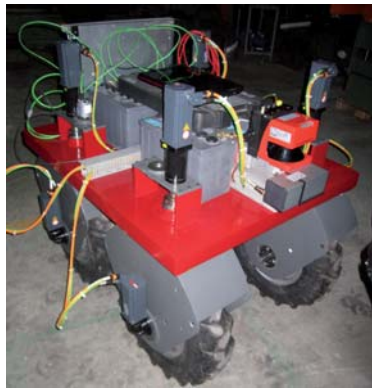
- ❖ Bavarian State Research Center for Agriculture, Germany
- ❖ Ege University, Faculty of Agriculture, Dept. of Agricultural Machinery, Turkey
- ❖ Effidence, CEO and CTO, France
- ❖ IRSTEA, TSCF Research Unit, France
- ❖ Data Service Paretz GmbH, dsp-Agrosoft GmbH, Germany

Bu projenin amacı mera üzerinde büyüyen sığırların beslenme ve hareket optimizasyonunu ve mera alanını yenilikçi araçların günümüze kadar gelen bilgi birikimleri ile birleştirerek kullanımları ile yönetilmesini içermektedir. Bir sürü yönetimi yazılımı yardımı ile bir mera robotunu ve otomatik otlatma sistemini birbirlerine entegre ederek sığır için optimal besleme stratejisini ve mera bakımını sağlayacaktır. Sisteme süt sağım robotlarının entegre edilmesi planları arasında yer almaktadır.

Sonuç

Bilişim teknolojilerinin tarımda kullanımı artarak sektörümüze hizmet etmektedir. Kurum önemli gördüğü konular arasında yer alan Tarım Robotları konusundaki araştırmalarını sürdürerek ülkemiz adına bilgi ve deneyim birikimini sağlamayı bir görev olarak görmektedir.

Bu anlamda gerek ulusal gerekse uluslararası düzeyde yeni ortaklıkların oluşturulmasını önemsemektedir.



Şekil 5. ROBOTÜRK (2013)

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 2001. Lightbar tanıtım broşürü. www.trimble.com
- Anonim, 2013. EZ Steering tanıtım broşürü. www.trimble.com
- Anonim, 2013. Auto Steering tanıtım broşürü. www.trimble.com
- Anonim, 2011. Fendt GuideConnect. <http://www.agcocorp.com/GuideConnect.aspx>.
- Benson, E. R., Reid, J. F., Zhang, Q. 2003. Machine Vision-based Guidance System for Agricultural Grain Harvesters Using Cut-edge Detection. *Biosystems Engineering* (2003) 86 (4), 389–398.
- Çamoğlu, D. 2006. Yapay Zeka Nedir? <http://yapay-zeka-ve-robotik.blogspot.com/2006/03/yapay-zeka-nedir.html>.
- Kaminaka, M. S., Rehkugler, G. E., Gunkel, W. W. 1981. Visual monitoring in a simulated agricultural machinery operation. *Human Factors*, 23(2), 165–173
- Tekin, A. B., Sındır, K. O., 2002. Prospects and Challenges for Precision Farming in Turkey. *Proceeding of The Union of Scientist Rouse. Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE'2002)* April 4-6, 2002. Rouse, Bulgaria.
- Tekin, A.B., Sındır, O. K. 2006. Tarımsal Üretimde Hassas Tarım (Precision Agriculture) Uygulamaları. XI. "Türkiye'de İnternet"Konferansı. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi. Ankara
- Van Zuydam, R. P. 1999. A Driver's Steering Aid for an Agricultural Implement Based on an Electronic Map and Realtime Kinematic DGPS. *Computers and Electronics in Agriculture*, 24(3), 153–156
- Tekin, A. B., Demirel, Ç., Özgünaltay, G., 2011. Tarımda Elektronik Klavuz Sistemleri. Akademik Bilişim Konferansları (e-bildiriler kitabı): <http://ab.org.tr/ab11/liste.html>. İnönü Üniversitesi. Malatya
- Voss, C., 1975. "Different Forms and Levels of Farm Mechanization and their Effect on Production and Employment". Meeting of the FAO/OECD Expert Panel on the Effects of Farm Mechanization on Production and Employment, 4-7 Feb 1975, FAO, Rome, Italy.
- Willrodt, F.L., 1924. Steering attachment for tractors. US.