

Mısırdaki Değişken Oranlı Azot Sensor Uygulaması

Ufuk TÜRKER^{1*}, İbrahim GÜÇDEMİR²

¹Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Farm Machinery, 06110 Dışkapı/Ankara-TURKEY

*Sorumlu yazar e-posta: uturker@agri.ankara.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 12.09.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 03.10.2018

Özet: Bir alandaki değişken ürün N talebini belirlemek için doğru ve verimli araçların kullanılması gereklidir. Mevcut toprak ve bitki analiz yöntemlerinin, gerekli mekânsal çözünürlükte gerçek N talebi hakkında veri sağlamak için maliyetli ve zaman alıcı olduğu kanıtlanmıştır. Yakın algılama, bu bilgiyi hızlı ve hassas bir şekilde sağlayacak teknolojik bir çözüm olarak görülmektedir. Bu çalışmada, Çukurova bölgesinde yaklaşık 40 hektarlık bir tarlada bulunan bitki örtüsünden gelen yansımaların ölçülmesiyle tarladaki mısır bitkisi mahsulü N durumunun belirlenmesi için bir traktöre çok-merkezli yakın bir sensör takılmıştır. N verimliliğini belirlemek için sahada 500 m uzunluğunda ve 18 m sıra genişliğinde test alanlarında altı farklı N uygulama alanı oluşturulmuştur. Her parsel sensör tarafından taranarak ayrı ayrı hasat sırasında düzeltilmeli küresel konum belirleme sistemi (DGPS) ile beraber kullanılan biçerdöverle verim haritaları oluşturulmuştur. Ekonomik analizden sonra ekonomik optimum N seviyesi bu alan için yaklaşık 310 kg/ha olarak bulunmuştur. Ancak arazinin önceki toprak ve verim haritalarına göre üç farklı üretim seviyesine sahip olduğu ispatlanmıştır. Bu koşullara uymak için, modifiye edilmiş değişken oranlı bir sıra gübresi dağıtıcısı ve buna bağlı bir yakın algılama sensörü gerçek zamanlı olarak kullanılmıştır. Çalışmanın birinci yılında, N'nin% 20'si herhangi bir verim kaybı olmaksızın tasarruf edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hassas tarım uygulamaları, hassas tarım uygulamalarının ekonomisi

Sensor Application for Variable Rate Nitrogen on Corn Field

Abstract: Accurate and efficient tools are required to determine the varying crop N demand within a field. Existing methods of soil and plant analysis have been proven to be costly and time consuming to deliver information on the actual N demand at the required spatial resolution. Proximate sensing is seen as a technology to supply this information quickly and precisely. In this study, a multispectral proximate sensor was mounted to a tractor to determine corn crop N status as it varies across the field by measuring the reflectance from crop canopies in a approximately 40 ha corn field in Çukurova region. To determine N efficiency, six different level of N application plots were established in 500 m long and 18 row wide test plots in the field. Each plot has been scanned by sensor and harvested separately with a combine harvester that implemented with yield mapping system and DGPS (Differential Global Positioning System). Economic optimum N level was found to be approximately 310 kg/ha for this field after economical analyses. But it has been proved that the field has three different production level according to the previous soil and yield maps. To match this conditions, a proximate sensor connected to a modified variable rate row fertilizer spreader. This modified unit was then used to apply variable rate N according to actual demand as on-line, in real time mode. In the first year of the study, 20% of N has been saved without any yield loss.

Key words: Precision farming practices, economics of precision farming applications,

GİRİŞ

Hassas tarım çalışmaları dünyada 1990'lı yıllarda yoğunluk kazanmış araştırma programlarındaki uygulamaların ivme kazanması ise Körfez savaşı sonrası uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile çalışmalarda var olan kısıtların ortadan kaldırılmasıyla yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapılan çeşitli araştırma sonuçlarının uygulamaya aktarılmasına imkân verecek alet ve ekipmanların geliştirilmesi yeni alet ve donanım tasarımları bu yıllarda olmuştur. 2000'li

yıllara gelindiğinde çalışmalar artarak, başlangıçta düşünülmeyen birçok alanda hassas tarım uygulamaları planlanıp bu konularla ilgili araştırmalar hazırlanmış ve uygulanmıştır. Günümüze gelindiğinde devam eden çalışmalar incelendiğinde; toprak işleme, sulama; ekim norm ayarları, değişken oranlı gübre uygulamaları, değişik oranlı ilaçlama uygulamaları değişik özelliklere sahip farklı yabancı otlar için kullanılan ilaçların aynı anda uygulanması, sensörler

yardımla bitki özelliklerinden hareketle gerçek zamanlı uygulamalar gibi bir çok uygulama üzerinde hem uygulama programları hemde araştırma programlarının yapıldığı görülmektedir.

Değişken oranlı girdi için özellikle bitki baz alınarak yapılan çalışmalarda, bitkilerin verdikleri renk yansımaları kullanılmaktadır. Çünkü ürünün azot ihtiyacı toprak koşullarına da bağlı olarak, bitki gelişiminde değişkenliğe neden olmakta ve ürün arazi üzerinde değişkenlik göstermektedir (McBratney ve Pringle, 1997). Bausch ve Duke'e (1996) göre azot doğru kullanıldığında verimde önemli artışlar sağlarken, aşırı ve/veya kısıtlı kullanıldığı durumlarda verim kayıplarına neden olduğu gibi yüksek doz uygulamaları yeraltı ve yerüstü sularının da kirlenmesine de yol açmaktadır.

Türkiye'de ilk kez Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümünün ve Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Araştırma Enstitülerinin işbirliği ile "*Hassas Tarım Teknikleri Kullanılarak Hububat Ekim Alanlarında Verime Etki Eden Değişkenliklerin Belirlenmesi*" isimli araştırma projesi TÜBİTAK desteği ile 1999 – 2002 yıllarında yürütülerek sonuçlandırılmıştır. Çalışma Ankara'da Atatürk Orman Çiftliğinin (AOÇ) ile Enstitü Araştırma İstasyonu (Ankara-Sarayköy) arazilerinde yürütülmüştür. Her iki çalışmada da çalışılan alan büyüklükleri 6.4 ve 7 hektarlık alanlarda küçük tutulmuş, böylece bu teknikler kullanılarak çalışılabilecek en küçük arazi büyüklüğü ortaya konmaya çalışılmıştır (Güçdemir vd., 2004). Türkiye'deki arazi parçalılığı ve parsel büyüklükleri de dikkate alınacak olursa küçük alanlar da değişkenliklerin tespitinin mümkün olduğu görülmüştür. Toprakların fosfor, çinko kapsamaları ile yabancı ot varlığının tarlada homojen olmadığı metre metre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Türker, 2005). Bu değişkenliklerin idare edilmesi durumunda sağlanacak girdi tasarrufunun tespiti için oluşturulan uygulama senaryolarından yapılan hesaplarda değişken oranlı uygulama yapılması durumunda AOÇ'deki çalışma alanı için kullanılan gübreden % 25, Enstitü Araştırma İstasyonu - Sarayköy'deki çalışma alanı için kullanılan gübreden % 33 oranında bir gübre tasarrufu sağlanabileceği hesaplanmıştır (Türker vd., 2004).

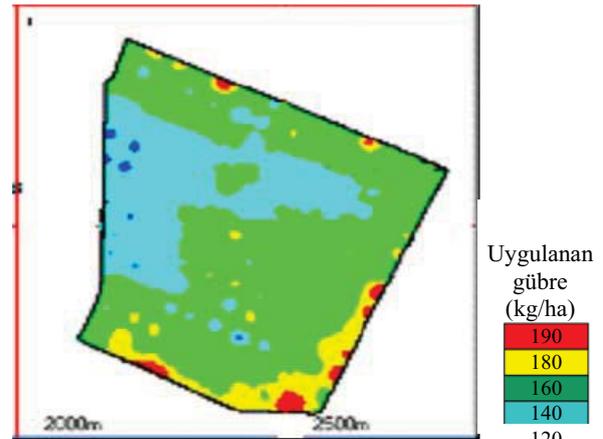
Tarım alanlarının rasyonel ve verimli işletilmesi ve bunun için gerekli uygulamalar, hassas tarım tekniklerini test ederek ve hayata geçirerek bir dönüşüm gerçekleştirmeyi gerektirmektedir. Bu amaçla ilk proje aşamasında değişkenlikler ve aralarındaki ilişkilerin ortaya konduğu çalışmanın ikinci aşamasında bu değişkenliklerin idaresi ile ilgili esasların Türkiye ölçeğinde ve çiftçi şartlarında ortaya konması

planlanmıştır. İlk projede ortaya konulan değişkenliklerden fosfordaki değişkenliğin işletilmesi, elektriksel iletkenlik (tuz) – EC, yaprak azotu ile gübre uygulamaları ve aralarındaki ilişkiler ile ilgili parametrelerin ikinci proje çalışmasında 2006-2010 yılları arasında ele alınmıştır. Bu projede ikinci TÜBİTAK projesi olarak Adana-Çukurova'da çiftçi tarlasında çiftçi M. Durdu Danişoğlu işbirliği ile uygulamaya konulmuştur (Güçdemir vd., 2008).

MATERYAL VE YÖNTEM

Adana'da 38 hektarlık (380 da) bir alanda yürütülen çalışma ile değişken oranlı fosforlu ve azotlu gübre uygulamaları yapılmıştır. Bu çalışmalar yapılırken bu alan içerisinde alan tanımlayıcı çalışmalardan sonra eş zamanlı çiftçi uygulamaları için 25 hektarlık bir alan ayırdıktan sonra uygulamalar başlatılmıştır. Grid örnekleme tekniği ile alınan toprak örneklerinden elde edilen analiz sonuçları esas alınarak hazırlanan fosfor uygulama haritaları çalışma alanına uygulanmıştır (Şekil 1).

Çalışma alanında 5 farklı uygulama dozu ortaya çıkmıştır (koyu mavi ihmal edilir düzeyde). Çalışmada oluşturulan deneme bloklarının içerisinde elektrik aktüatörleri ile modifiye edilmiş, gübre depolu ekim makinesi kontrol sistemleri ile beraber kullanılmıştır (Şekil 2). Ekim anında ekim makinesi hangi renk bölgesinde ise o renk bölgesi ile ilgili gübre dozu bırakılmıştır. Çalışmada başlıca iki değişken uygulama dozu ağırlık kazanmıştır (Şekil 1). Çiftçiye ayrılan alanlarda çiftçi serbestçe kendi uygulamasını yapmıştır. Bu alanlara herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Gübrelemede fosforlu gübre kaynağı olarak triple süper fosfat gübresi kullanılmıştır. Değişken oranlı fosfor uygulamaları sonucu uygulama alanına atılan fosforlu gübre miktarı çiftçi uygulamalarına nazaran % 50 (3 yıl ortalaması) daha az gübre ile gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Değişken Oranlı Fosfor Uygulama haritası (Adana, 2007-2010)



Şekil 2. Harita tabanlı uygulama ile kullanılan ve adapte edilmiş gübre depolu makina (Adana, 2007-2010)

Değişken oranlı azot gübresi uygulaması Azot-sensör tarafından bitkinin azot ve biokütlesinin algılanması ile gerçekleştirilmiştir. Sensör yardımıyla yapılan uygulamalar ile çiftçi uygulamalarına göre azotlu gübre uygulamalarında sağlanan tasarruf 3 yıl ortalaması yaklaşık % 20 (3 yıl ortalaması) olmuştur (Şekil 3).

BULGULAR VE TARTIŞMA

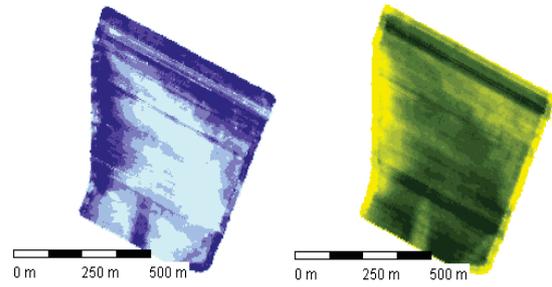
Uygulamaya yönelik seçilmiş tanımlayıcı istatistik değerleri çizelge 1'de verilmiştir. Sensör tabanlı azot gübre uygulamasında sensör okumaları sonucu elde edilen ürün vejetasyon indeksi (NDVI) dağılımı haritası ve bu haritaya karşılık gelen değişken oranlı azot gübre uygulama haritası aşağıda verilmiştir. Buna göre değişken oranlı gübre uygulaması ile ortalama 187,9 kg N/ha azot gübresi uygulanmıştır. Çiftçi için ayrılan hatlarda geleneksel çiftçi uygulaması ortalama 230 kg N/ha olmuştur (Şekil 4).



Şekil 3. Sensör Tabanlı Azot Gübresi Uygulanması (Adana, 2007-2010)

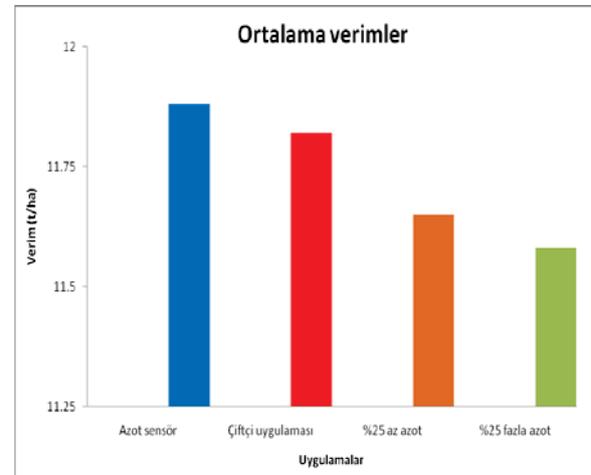
Çizelge 1. Değişken Oranlı Azot Gübresi uygulamalarının Tanımsal İstatistikleri

Bitki Besinleri	Ort.	Min	Mak.	CV (%)	Kritik sınır	Değişkenlik düzeyi
N (%)	0,1	0,03	0,15	23,1	< 1	Medium
P (kg/da)	2,9	0,4	29	65,6	< 6	High
K (kg/da)	72,9	11	134	37,7	< 30	High
Lime (%)	26,2	23	29	4,5	1-15	Low
Fe (ppm)	14,3	4,85	35,9	42,8	< 4,5	High
B (ppm)	1,3	0,38	2,35	33,9	< 0,2	High
Zn (ppm)	0,5	0,07	6	175	< 0,7	High
Mn (ppm)	4,7	0,49	10,75	50	< 1	High



Şekil 4. Azot-Sensör Sistemi ve Biyokütle İndeksi Haritası ile Buna Karşılık Gelen Değişken Azot Uygulama Haritası

Çiftçi uygulamaları ile değişken oranlı uygulamalar verim yönünden karşılaştırılmıştır. Buna göre, azot sensör ile yapılan gerçek zamanlı uygulamalar ile verimde artışlar sağlamıştır. Çiftçi uygulamaları ve diğer konvansiyonel uygulamalar değişken oranlı uygulamaların gerisinde kalmıştır (Şekil 5). Bu sonuçlar 3 yıl üst üste elde edilmiş ve gerek gübrelerden (azot, fosfor ve potasyum) ve gerekse verim artışlarından pozitif sonuçlar elde edilmiştir.



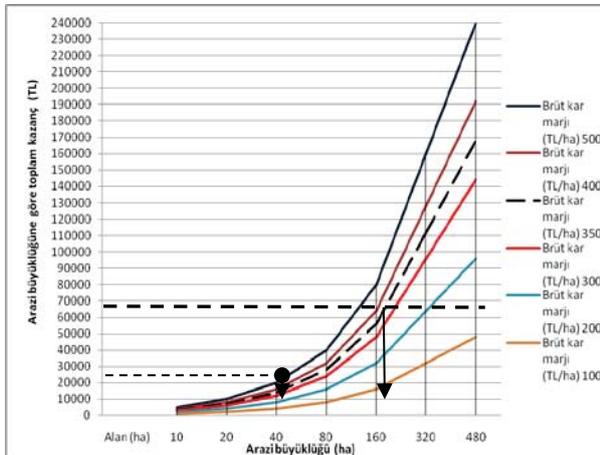
Şekil 5. Değişken ve geleneksel gübre uygulamaları sonucu elde edilen verim ortalamaları (2007-2010)

Değişken oranlı uygulamalar için yapılan yatırımın maliyetinin karşılanması için uygulamadan yapılan tasarruf ve verimin bu yatırımı ne ölçüde karşıladığının belirlenmesi gerekir (Özgüven ve Türker, 2010). Bunun yanında bu yatırım sonucu ortaya çıkan faydanın değeri yapılan yatırımı karşılayan alan büyüklüğünün ne kadar olduğunun belirlenmesi gerekir. Yapılan bu çalışma sonucu yapılan ortalama tasarruf miktarı 343 TL ha⁻¹ olmuştur.

Yapılan yatırımın maliyeti, çalışma alanı dikkate aldığımızda, yaklaşık 1400 TL ha⁻¹ olmuştur. Bu yatırımın 1 yıl içinde karşılanması için gereken baş-baş noktasını gösteren grafik Şekil 6'da verilmiştir. Grafik incelendiğinde, bu çalışma sonucu elde edilen tasarruf ve fayda ile değişken oranlı yatırımın birinci yılsonunda karşılanabilmesi için 160 ha'lık bir arazi büyüklüğüne gereksinim olduğunu göstermiştir (Şekil 5). Çalışılan arazinin büyüklüğünün yaklaşık 40 ha olduğu göz önüne alındığında, bu yatırımın karşılanabilmesi için 4 yıldan daha fazla bir süreye ihtiyaç vardır.

Planlanan çalışmayla ülkemizde henüz başlangıç safhasında olan hassas tarım teknolojilerinin hayata geçirileceği, yukarıdaki sorulara cevap olacak sonuçlar elde edileceği gibi, çiftçi ile beraber proje yürütülerek Türk Tarımında gerektiği yeri alması için imkân yaratılacağı düşünülmüş ve Adana'da çiftçiye ait tarlada proje uygulaması yapılmıştır. Hassas tarım teknolojilerinin kullanımı ile sadece tarlasında çalışma yapılan çiftçinin değil o civardaki çiftçilerin etkin bir şekilde sistemle tanışmaları sağlanmıştır.

Bu çalışma sonucu çevreye olan etkilerde ele alınmış ve değişken oranlı uygulamaların drenaj sularından atılan nitrik asit ve vb atılan zararlı maddelerin de azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 6. Değişken Oranlı Gübreleme Sisteminin Yatırım Maliyetini Karşılama Noktası, 3 yıl sonucu, 2010)

SONUÇ

Tarımda uygulanan teknolojiler, biri emek verimliliğini ikame edebilen mekanik teknolojiler, diğeri ise hem emek hem de toprağın verimliliğini arttıran biyolojik teknolojiler olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Arazide hangi teknolojinin kullanılacağı veya faktör bileşiminin ne şekilde oluşacağını ise, sahip olunan kaynaklar belirlemektedir. Yeni teknolojilerin benimsenmesinde en önemli unsur ise üreticilerin gelir düzeyidir. Tarım sektöründe gelir düzeyi, özellikle gelişmekte olan ülkelerde dengesiz ve genellikle düşüktür. Bu bakımdan, teknolojilerin benimsenip benimsenmemesi bir anlamda üreticilerin sahip oldukları işletme büyüklükleri ve üretim kapasiteleri ile yakından ilgilidir. Geçimlilik üretim yapan üreticiler, adı üstünde, kendi ihtiyaçları kadar ürün yetiştirebildiklerinden, teknoloji kullanımından önce geçimlerinin teminini sağlamak noktasına yönelmektedirler. Ancak, bilindiği gibi hemen hemen her ülkede devlet değişik araç ve metotlarla tarım sektörüne destek vermektedir. Destekleme mahiyetindeki devlet müdahaleleri, özellikle küçük üreticilerin teknolojik imkânlardan istifade edebilmesini mümkün hale getirebilir. Tarım üreticilerinin yeni teknolojileri kabul edip uygulamasındaki engeller arasında, yeni bir sistemin geleneksel uygulamalar karşısında başlangıçta kuşkuyla karşılanması, kullanılan alet ve ekipmanların uygulanacak olan yeni sistemlere adaptasyonu, yeni teknolojilerin kullanımında en önemli unsur olan insan faktörünün değişikliklere adaptasyon kabiliyeti ve kabulü sayabilmektedir.

Bu sayılan hususlar üreticilerin yeni teknolojiler konusundaki gelişmelere ilgi göstermemelerinin nedenleri olabilir. Ancak hassas tarım uygulama sonuçları, bu sistemin özellikle de orta büyüklükteki işletmelerde rahatlıkla kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Bir diğer önemli nokta traktör ve hassas tarım uygulamalarına imkân veren sensörlerle takviye edilmiş özel ekipmanlar traktör kullanmasını bilen ve tarımsal işlemlerden anlayan herkes tarafından gerekli eğitimler verilerek yaygınlaştırılabilir. Teknoloji kullanımı geleneksel uygulamalara alışkın olan herkesi başlangıçta korkutur, cesaretini kırar. Bunun korkulacak bir şey olmadığı, üniversite, kamu ve önder çiftçiler ile birlikte yürütülecek bilgilendirme çalışmaları ile ortaya konması faydalı olacaktır.

Şu anda Türkiye'de belirli büyüklükteki işletmeler arasında bu teknolojiler kullanmak isteyen önemli miktarda çiftçi bulunmaktadır. Yukarıdaki sayılan hususlar daha geniş kitlelere hassas tarım uygulamalarının yaygınlaştırılmasının yollarını açacaktır. Araştırma çalışmalarına paralel olarak yapılacak eğitim çalışmalarına ilaveten yeni teknoloji kullanılmamasının nedenlerinde iyi irdelenip

cevaplarının verilmesi varsa sorun oluşturacak hususların ortadan kaldırılmasını sağlayacak tedbirlerin alınması gerekir. Bunlar tarımda teknoloji kullanımını özendirerek tarımsal teşvik uygulamaları şeklinde olabilir. Hassas tarım teknolojilerinin çok pahalı teknikler olduğu düşünülür ama bu kısmen doğru olsa da küçük ölçekli işletmelerde bunun kullanımını sağlayacak oluşumlar planlanabilir. Çünkü hassas tarım tarla sınırlarını ortadan kaldıran tarımsal uygulamalara imkân veren bir tarımsal teknolojidir. Çiftçiler hassas tarım teknolojilerini kullanmaya karar verdiklerinde mevcut tarım alet ve makine parklarını da aynen kullanabileceklerdir. Mevcut alet ve ekipmanlarında bazı modifikasyonlar yapılarak hassas

tarımda kullanılan sensörlerin ve bazı yardımcı ekipmanların sisteme adaptasyonu sağlanabilir. İşletme büyüklüklerinin belirli bir miktar üzerinde olmasını sağlayacak düzenlemeler beraberinde tarımda teknoloji kullanımını da karlı hale getirebilir. Sadece ekonomik şartların ve parsel büyüklüklerinin düzenlenmesi beklenen faydayı sağlamayabilir.

Üretici birlikleri ve ihracatçılar değişik destek mekanizmaları (hassas tarım kullanılarak üretilen ürünlerin alımında öncelik sağlamak gibi) çalıştırarak çiftçilerin teknoloji kullanmalarını teşvik edebilirler. Hassas tarım teknolojilerinin kullanımı ile tarlanın değişik verimlilik kabiliyetine sahip bölgelerine değişik oranlarda tohum uygulamaları yapılabilir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Bausch,W.C. ve Duke, H. R., Remote sensing of plant nitrogen status in corn, *Soil science and plant analysis*, 32 (7-8) 1371-1390.,(1996).
- Güçdemir, İ. H., Türker, U., Karabulut, A., Arcak, Ç. 2004. Gübreleme teknolojilerindeki yenilikler (Hassas tarım uygulamaları) ve bunun tarımsal üretime etkileri üzerine bir çalışma. 3. Ulusal Gübre Kongresi "Tarım Sanayi Çevre" ,Editörler M.R. Karaman, A.R. Brohi, Bildiri Kitabı Cilt 1. Sayfa 1005-1014, 11-13 Ekim 2004 Tokat.
- Güçdemir, İ. H., Türker, U., Karabulut, A., Usul, M., Bozkurt, M., Arcak, Ç., 2008. Çukurova mısır tarımında hassas tarım teknikleri kullanarak değişken oranlı gübre uygulamaları. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi., Editör Prof. Dr. Sait Gezgin, Bildiriler Kitabı sayfa 116-125., 8 – 10 Ekim 2008, Konya.
- Özgülven, M. M, Türker, U. 2010. Application of Precision Farming in Turkey, Comparative Analysis of Wheat, Cotton and Corn production. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*. ISSN:1306-0007, Vol.6 (2):127-135.
- Mc Bratney, A. B. ve Pringle M. J., 1997. Spatial variability in Soil-implications for Precision Agriculture, p.3-31, In: Stafford, J. V. (ed), *Precision Agriculture 1997*,Vol 1, BIOS Scientific Pub.ltd, UK.
- Türker, U. 2001. Hassas Tarım Tekniği. *Türk-Koop Ekin*, 16:100-106.
- Türker, U. ve Güçdemir, İ., 2004. Atatürk Orman Çiftliğinde Nadas-Tahıl Sisteminde Küçük Ölçekli Alansal Değişkenliğin Hassas Tarım Teknolojilerinden Yararlanarak Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(3): 305–312.
- Türker, U. 2005. Determination of Spatial Weed Variability for Precision Spraying. *Journal of Agricultural Sciences (Tarım Bilimleri Dergisi) (JSZ)*. Vol:11, No:4, Sayfa:442-447. ISSN:1300-7580.