



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 130-135

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.130-135



Coğrafi bilgi sisteminin hassas tarımda uygulanmasının yararları: Gübreleme örneği

Kadir Ersin Temizel^{a*}, Yusuf Koç^b

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Atakum, Samsun

^bKaradeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

*Sorumlu yazar/corresponding author: ersint@omu.edu.tr

Geliş/Received 09/02/2015

Kabul/Accepted 27/02/2015

ÖZET

Bu çalışma kapsamında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bafra deneme istasyonundan alınan toprak örneklerinde Azot (N), Fosfor (P) ve Potasyum (K) analizleri yapılarak hassas tarımda girdilerin optimum şekilde kullanılması için gerekli miktarlar hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda 32 farklı nokta ve 3 farklı derinlikten toplam 96 adet toprak örneği alınmış ve N, P, K analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları kullanılarak haritalar çizilmiş ve arazinin N, P, K dağılımları çıkarılarak hassas tarım için veri elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre arazinin ortalama gübre ihtiyacı göz önüne alındığında; 763 kg azotun ihtiyaç olmayan bölgelere fazladan uygulanacağı, 313 kg azotun ise eksik olarak uygulanacağı belirlenmiştir. Ayrıca Fosfor açısından 355.5kg ihtiyaç fazlası uygulama yapılırken 370.2 kg ihtiyacı olan yere atılamayacağı hesaplanmıştır. Analizlere göre ise alanda Potasyum açısından gübre ihtiyacının olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Bafra
Coğrafi bilgi sistemleri
Gübre uygulamaları
Hassas uygulamalı tarım

Benefits of geographic information system in precision agriculture: The case of fertilizers

ABSTRACT

This study was conducted out to determine the required amounts of NPK in precision agriculture by analyzing those nutrients in soil samples taken from Black Sea Agricultural Research Institute in Bafra plain with the aim of optimum using the agricultural input. For this purposes, a total of 96 samples were taken from 32 different locations and three different depths, and N, P, K analyzes were performed. By using the results of analyses maps were established and data for precision agriculture were produced by determining N, P, K distributions. The present results indicated that 763 kg/da N would be applied in fields where not suffer from N absence but, 313 kg/da N would not be applied in fields needing N in conventional usage. The present results also indicated that unnecessary amount of 355.5 kg P would be applied but 370.2 kg P would not be applied in fields suffering from P absence and there is no K application in the experimental area.

Keywords:

Bafra
Geographic information system
Fertilizer application
Precision farming

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Dünya nüfusu günümüzde yaklaşık 6 milyar civarındadır. Gelecek yüzyıllar içerisinde ise bu sayının yaklaşık 9 milyar olacağı tahmin edilmektedir (Ekdahl, 2000). Dünya nüfusunun artışına karşılık tarım arazileri ve diğer faktörlerin aynı oranda artırılamaması, toplumların verimliliği artırabilmek için daha çok girdi kullanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle her türlü üretim için harcanacak tüm girdilerin minimize edilmesi oldukça

önemlidir. Artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılayabilmek için bilim adamları yeni arayışlara yönelmiştir. Bu kapsamda tarımda uygulanan yeni teknoloji ise bilgi yönetimi, özelliklere göre işletim ve hassas tarım şekillerindeki deyimlerle ifade edilen "Hassas Uygulamalı Tarım" olmaktadır (Peker ve ark., 2006).

Hassas uygulamalı tarım, tarlada bitki ve toprak özelliklerine göre zamansal ve konumsal farklılıkları dikkate alarak gübre, ilaç ve tohum gibi girdilerin daha etkin ve çevreye zarar vermeyecek düzeyde kullanımına

olanak sağlar. Gelişen teknolojinin tarımsal üretimle bütünleştirilerek kullanılması düşük maliyet, değişken girdi kullanımı, azami gelir, ve çevrenin korunmasına yardımcı olmaktadır. (Güçdemir, 2004; Emekli ve Topakçı, 2009).

Üreticiler, geleneksel olarak arazilerinin büyüklüğü ne olursa olsun tarımsal ürünlerinin ihtiyaç duyduğu girdiyi arazinin her yerine hep aynı miktarda kullanmaktadır. Hassas Tarım, arazinin değişik bölgelerinden toprak yapısını belirleyerek üretime yönelik girdi kullanım düzeylerini mikro ölçekte ortaya koymaktadır. Hassas tarım, üretim yapılacak arazi ile ilgili tüm bilgilere sahip olunarak ve bazı teknolojik uygulamalarla üretimin buna göre planlanması, kaynakların ve uygulanan girdilerin kullanımını araziye özgü olarak en küçük homojen bölgeler halinde arazinin işletilmesi, girdilerin buna göre optimize edilmesidir. Ayrıca verim görüntüleme, haritalama ve toprak örnekleme sistemleri ile toprak özellikleri organik madde miktarı, toprağın pH düzeyi, bitki besin elementleri ve nem içeriğinin belirlenmesi, toprak sıkışmasının ölçülmesi mümkün olmaktadır. Hassas uygulamalı tarım döngüsü arazideki toprak ve bitki ile ilgili verilerin toplanması ile başlar. Elde edilen verilerin büroda uygun donanım ve yazılımlar kullanılarak analiz edilmesi ve yapılacak olan uygulamalara karar verilmesi ile devam eder. Karar verilen uygulama şekline göre arazide değişken düzeyli uygulamaların yapılması ile sonlanır (Kara ve Güler, 2005).

Hassas tarımın hedefleri arasında; a) gübre ve ilaç gibi kimyasal giderlerinin azaltılması, b) çevre kirliliğine neden olan girdilerin azaltılması, c) yüksek miktarda ve kaliteli ürün sağlanması, d) işletme ve yetiştiricilik kararları için daha etkin bir bilgi akışının sağlanması, f) tarımda kayıt düzeninin oluşturulması sayılabilmektedir (Vatandaş ve ark., 2005).

Hassas tarım ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmalar genellikle toprak yapısının belirlenmesi, azotlu gübre kullanımı, sulamanın bitki karakteristiklerine ve verim üzerine etkisinin belirlenmesi ve ürün verimi görüntülemeye yönelik konularda yoğunlaştığı görülmektedir (Peker ve ark., 2006). Kaliforniya'da seçilen iki farklı bölgede, farklı iki sulama yönteminde hassas tarım uygulamaları yapılarak yaklaşık %50 verim artışı sağlanmıştır (Upadhyaya ve ark., 1999). Kaliforniya'da yapılan bir çalışmada hassas tarımın uygulamasının sadece verim artışına ve girdi azalmasına sebep olmadığı bununla birlikte yöreye adapte olan yeni çeşitlerin geliştirilmesine de katkı sağladığı belirlenmiştir. (Plant ve ark., 1999).

Hassas uygulamalı tarım teknolojilerindeki son uygulamalarla tahıl ürün monitörleri, Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) sayesinde ürün verim haritalarının çıkarılması mümkün olmuştur (Türker ve ark., 2003).

Gelişmiş ülkelerde değişken düzeyli uygulama teknolojilerinin tarımdaki kullanımları yaygınlaşırken; Türkiye'de uzaktan algılama yüksek maliyetli olmasına rağmen tarımda hızlı bir şekilde uygulanmaya çalışılmaktadır (Anonymous, 2014).

Son yıllarda kuraklığın ön plana çıktığı Türkiye'de mevcut suyun ekonomik olarak kullanılması hassas tarım teknolojilerinden faydalanmayı gerektirmektedir. Konya bölgesinde uygulanan projelerde bitki su tüketimi tespiti ve

toprak nem seviyesinin takibi gibi işlemler için geliştirilen sensorlar koordinatları belirlenen noktalara yerleştirilmişlerdir. Bu sensörlerden alınan anlık veriler internet ortamında takip edilebilmekte ve bu verilere göre sulama politikaları ortaya konulabilmektedir (Emekli ve Topakçı, 2009).

Ülkemizdeki tarım işletmelerinin yaklaşık % 83'ünü küçük köylü işletmeleri karakterindeki 10 hektarın altındaki işletmeler oluşturduğu için, bu işletmelerde yeni teknoloji uygulayabilecek sermaye birikimi mümkün olmamaktadır (Peker ve ark., 2006). Bu nedenle, son yıllarda küçük ve orta büyüklükteki işletmeler büyük işletmelerle rekabette zor durumda kalmışlardır. Küreselleşmeyle birlikte bu sorun, ülkeler arasında rekabette daha da ciddi boyutlara ulaşacaktır. Tüm bu koşullar bakıldığında, hassas uygulamalı tarım teknolojilerinin Türkiye çiftçilerine kazandırılması zorunlu hale gelmiştir.

Hassas uygulamalı tarım teknolojilerinin girdi yönetimi yani işletmecilik konularında henüz kârlı bir üretim sistem olmadığı, ancak ileride kârlı olabilecek potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Lowenberg ve Swinton, 1997).

Bu çalışmada, belirli bir alandan alınan arazi verilerinin hassas tarım uygulamalarında alt veri olarak kullanılmasının gübre isteklerinin sağlanmasında ve su kaynaklarının kirlenmesini noktasında ne derece faydalı olduğu gösterilmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma alanında Karadeniz Bölgesinin ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Bafra Meteoroloji Müdürlüğünden alınan uzun yıllar ortalama gözlem sonuçlarına göre en yağışlı ay Aralık, en kurak ay ise Temmuz'dur. Yıllık yağış toplamı uzun yıllar ortalamasına göre 754.9 mm dir. En sıcak ay (22.5 °C) Temmuz ayı ve en soğuk ay (5.7 °C) ise Ocak ayıdır.

Araştırma alanında toprak derinliği 1.5 m'den daha derindir. Toprak bünyesi killi olup geçirgenlikleri düşüktür. Çevre toprakların büyük bir kısmı taşınma topraklardır. Biriktikleri yerlerde drenaj, havalanma ve kök işleme durumlarına bağlı olarak genellikle granüle ve blok yapıları elde etmişlerdir. Genel olarak 20 m derinliğe kadar bir aküfer mevcut olup bariyer tabakası bunun altında yer almıştır.

Çalışma, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait Bafra İlçesinde bulunan yaklaşık 140 dekarlık deneme istasyonunda yapılmıştır. Çalışma kapsamında 32 farklı noktadan ve 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm toprak derinliklerinden örnek alınmıştır. Deneme alanı haritası ve örneklerin alındığı noktalar Şekil 1'de gösterilmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışma alanında örnekleme yerleri için ızgara tipi örnekleme yöntemi kullanılarak, Vatandaş (2005)'de verilen kriterlere göre yapılmıştır. Bu yöntem ile alınan 96 adet örnek laboratuvara getirilerek azot (N) ve alınabilir potasyum (K₂O) Jackson (1958), yarıyıllı fosfor (P₂O₅) ise Olsen ve ark. (1954)'de gösterilen metoda uygun şekilde



Şekil 1. Deneme Alanı ve örneklerin alındığı noktalar

yapılmıştır. N, P ve K'in alansal dağılım haritaları ARCGIS 9.3 de Ordinary Kriging (OK) yöntemi kullanılarak hazırlanmış ve alanlar belirlenmiştir.

Öncelikle çalışma alanına geleneksel kullanımda verilmesi gereken gübre ihtiyacını belirlemek için, olması gerekli gübre miktarından, ortalama gübre miktarı çıkarılmıştır. Hazırlanan haritalar kullanılarak her bir sınıf aralığının ortalaması ile araziye verilmesi gerekli gübre

miktarları toplanarak fazla veya eksik gübre uygulanan alanlar ve gübre miktarları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toprak özellikleri

Deneme alanında 3 katmandan (0-30, 30-60, 60-90 cm) toprak örnekleri alınmış bunlara göre elde edilen hacim ağırlıkları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprakları hacim ağırlıkları (g/cm^3)

Parametre	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Ortalama	1.30	1.33	1.34
Std Sapma	0.0583	0.0579	0.0613
Maksimum	1.43	1.45	1.47
Minimum	1.22	1.24	1.26

Çizelge 1'den de görülebileceği gibi deneme alanı toprakları hacim ağırlıkları 1.22 ile 1.47 g/cm^3 arasında değişmektedir.

3.2. Deneme alanı azot, fosfor ve potasyum içerikleri

Deneme alanındaki 32 nokta ve 3 katmandan alınan toprak örneklerinde N, P ve K içerikleri belirlenmiş, bulunan değerlere ilişkin bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Katmanlara göre azot, fosfor ve potasyum içerikleri

	Derinlik	Ortalama	Std Sapma	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı (CV)
Azot (%)	0-30 cm	0.0865	0.024365	0.1275	0.026	28.17
	30-60 cm	0.074	0.020509	0.103	0.015	27.71
	60-90 cm	0.0696	0.027223	0.145	0.0215	39.11
Fosfor (kg/da)	0-30 cm	8.8472	3.902	24.44	3.99	44.10
	30-60 cm	8.3763	3.959	25.22	3.29	47.26
	60-90 cm	8.0966	3.999	25.46	3.13	49.39
Potasyum (kg/da)	0-30 cm	84.18	16.47	128.58	43.66	19.57
	30-60 cm	82.61	18.72	139.72	40.05	22.66
	60-90 cm	80.03	16.89	122.26	38.54	21.10

Çizelge 2'de her katman için belirlenen N, P ve K içeriklerine ait ortalama, Standart sapma, maksimum ve minimum değerler belirlenerek gösterilmiştir. Normal şartlarda arazilerde olması gereken N miktarı ortalama % 0.09'dur (Hazelton ve Murphy, 2007). 0-30 cm toprak derinliğindeki N değerleri %0.0260 ile 0.1275 arasında değişmiş olup ortalama değeri %0.0865 olmuştur. 30-60 derinlikteki N değeri %0.0150 ile 0.1030 arasında, 60-90 cm derinlikte ise %0.0215 ile 0.1450 arasında değişim göstermiştir. Toprağın üst yüzeyinden derinlere doğru inildikçe N değerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Varyasyon katsayısının % 15'den küçük olduğu özellikler

az değişim, 16-35 aralığında olduğu özelliklerin orta derecede değişim ve %36'dan büyük olduğu özellikler ise çok değişim göstermektedir (Wilding, 1985). Çizelge 2 incelendiğinde 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinde N orta derecede değişim gösterirken, 60-90 cm derinliğinde ise yüksek derecede değişim göstermiştir. Buna göre alansal olarak çok fazla değişim gösteren, bu özelliğe bağlı olarak yapılacak düzenlemelerinde bölgesel olarak değişkenlik göstermesi gerekmektedir.

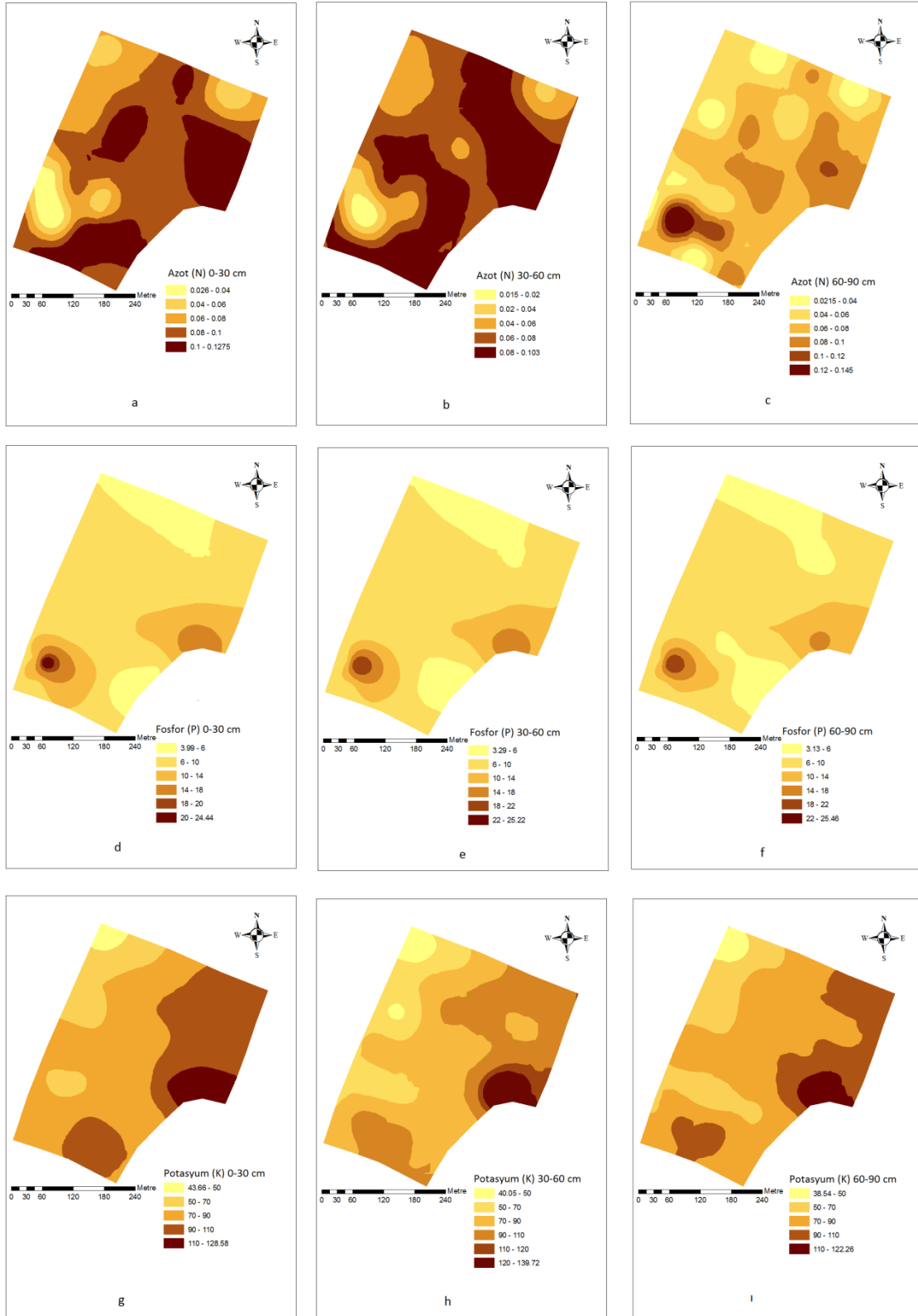
Toprağın yarayışlı P içeriği ise 3.99 ile 25.46 kg/da arasında değişim göstermiş ve azota benzer olarak alt katmanlara doğru inildikçe azalmıştır. Yarayışlı P değerinin

ise tüm katmanlarda çok fazla değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Normal şartlarda alınabilir K ihtiyacı ortalama 10.5 kg/da'dır (Hazelton ve Murphy, 2007).

Alınabilir K içerikleri ise 38.54 ile 139.72 kg/da arasında değişim göstermiş ve alt katmanlara doğru azalmıştır. Alınabilir K tüm katmanlarda orta derecede değişim göstermiştir. Normal şartlarda alınabilir K ihtiyacı

ortalama 35 kg/da'dır (Hazelton ve Murphy 2007).

Deneme alanından alınan 32 noktadaki toprak örneklemelerinde 0-30, 30-60, 60-90 olmak üzere toplam 96 örnekte N, P ve K verileri için farklı sınıf aralıklarına ait haritalar çizilmiş, her bir harita üzerindeki alanlar belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Araştırma alanı azot, fosfor ve potasyum dağılım haritaları

Araştırma topraklarının 0-30 cm'sine ait azotun alansal dağılım haritası Şekil 2a'da verilmiştir. Arazi üzerindeki N dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. çalışma alanında %0.026-0.04 aralığında N değerine sahip alanların toplamının 4.7 da, %0.04-0.06 aralığına sahip alanların 10.7 da, %0.06-0.08 aralığına sahip alanların toplamının 27 da, %0.08-0.10 aralığına sahip alanların 57.7 da ve %0.10-0.1275 aralığına sahip alanların toplamının ise 39.6 da olduğu belirlenmiştir. Bu hesaplamalara göre, çalışma alanındaki ortalama gübre miktarı dikkate alınarak (%0.0865) yapılacak gübrelemede arazinin %30'u eksik gübrelenirken, %70'lik kısmının ise normalden fazla gübreleneceği belirlenmiştir..

Araştırma topraklarının 30-60 cm'si için hazırlanan harita Şekil 2b'de verilmiştir. N dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Yapılan sınıflandırmaya göre %0.015-0.02 aralığında olan alanların toplamının 2.3 da, %0.02-0.04 aralığında olan alanların 5.6 da, %0.04-0.06 aralığında olan alanların toplamının 22.8 da, %0.06-0.08 aralığı olan alanların 44.2 da ve %0.08-0.103 aralığı olan alanların toplamının ise 64.8 da olduğu belirlenmiştir. Bu katmana ait ortalama N içeriği %0.074 dikkate alınarak yapılacak olan gübrelemeye göre arazinin %54'ü eksik gübrelenecek ve %46'sı ise fazla gübrelenmiş olacaktır (Şekil 2c).

60-90 cm toprak derinliğine göre hazırlanan N dağılımı haritası Şekil 2c'de verilmiş olup, haritada 6 farklı N sınıflandırması yapılmıştır. N içeriği %0.0215-0.04 olan alanların toplamı 10.2 da, %0.04-0.06 olan alanların toplamı 35.2 da, %0.06-0.08 olan alanların toplamı 57.6 da, %0.08-0.1 olan alanların toplamı 30.5 da, %0.1-0.12 olan alanların toplamı 4 da ve %0.12-0.145 olan alanların toplamı ise 2.3 da olarak belirlenmiştir. Arazinin 60-90 cm derinliğindeki N ortalamasına göre (% 0.0696) yapılacak gübrelemede arazinin %32'si eksik gübrelenmiş %68'i ise fazla gübrelenmiş olacağı belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının 0-30 cm'si için toplam yarıyıllı P içerikleri 3.99-24.44 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2d). Arazi üzerindeki yarıyıllı P dağılımı haritada 6 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Yarıyıllı P değeri 3.99-6 aralığında olan alanların toplamının 20.4 da, 6-10 aralığında olan alanların toplamının 90 da, 10-14 aralığı olan alanların toplamının 21.6 da, 14-18 aralığında olan alanların toplamının 6.7 da, 18-20 aralığında olan alanların 0.7 da ve 20-24.44 aralığında olan alanların ise 0.4 da olduğu belirlenmiştir. Arazi ortalaması olan 8.847 kg/da'a göre yapılacak bir gübrelemede arazinin %79'u eksik gübrelenmiş %21'i ise fazla gübrelenmiş olacaktır.

Araştırma topraklarının 30-60 cm'si için toplam yarıyıllı P içerikleri 3.29-25.22 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2e). Bu katmana ilişkin yarıyıllı P dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Arazinin 23.3 da'lık kısmında fosforun 3.29 ile 6 kg/da arasında, 92.4 da'lık kısmında 6-10 kg/da arasında, 17.9 da'lık kısmında 10-14 kg/da arasında, 5.3 da'lık kısmında 17.9 da, 14-18 kg/da arasında ve 1 da'lık kısmında ise 18-22 kg/da arasında olduğu belirlenmiştir. Bu katmana ait yarıyıllı P ortalaması (8.376 kg/da)'a göre yapılacak gübrelemeye göre alanın %83'ü eksik gübre, %17'sine ise fazla gübre uygulanacaktır.

Araştırma topraklarının 60-90 cm'si için toplam

yarayıllı P içerikleri 3.13-25.46 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2f). Bu katman için yarıyıllı P dağılımı haritada 5 sınıfta gösterilmiştir. Bu katmanda 3.13-6 kg/da aralığına sahip yarıyıllı P alanlarının toplamının 27.3 da, 6-10 kg/da fosfora sahip alanların toplamının 90 da, 10-14 kg/da fosfora sahip alanların 17.8 da, 14-18 kg/da fosfora sahip alanların 3.4 da ve 18-22 kg/da fosfora sahip alanların ise 1 da olduğu belirlenmiştir. Arazi ortalaması 8 kg/da olduğunda arazinin %84'ü eksik gübrelenmiş %16'sı ise fazla gübrelenmiş olacağı görülmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulan yarıyıllı P haritalarından da görüleceği gibi arazide çok büyük farklılıklar gözlenmemektedir. Aynı şekilde yarıyıllı P miktarı alt derinliklerde de değişiklik göstermemektedir. Ancak yinede değişken miktarlı girdi uygulaması sayesinde azda olsa farklılık gösteren bölgelerin yarıyıllı P miktarı yeteri derecede karşılanmış olacaktır.

Araştırma topraklarının 0-30 cm'si için toplam potasyum içerikleri 43.66-128.58 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2g). Arazi üzerindeki alınabilir K dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Sınıfların alansal dağılımına göre 43.66-50 kg/da aralığında 2,3 da, 50-70 kg/da aralığında 18.3 da, 70-90 kg/da aralığında 66.9 da, 90-110 kg/da aralığında 44.9 da ve 110-128.58 kg/da aralığında ise 7.4 da alanın olduğu belirlenmiştir. Bu toprak katmanında ortalama alınabilir K miktarının 84.183 kg/da olması nedeniyle, bu katmanda potasyuma ihtiyaç duyulmamaktadır.

Araştırma topraklarının 30-60 cm'si için toplam alınabilir K içerikleri 40.05-139.72 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2h). Alınabilir K dağılımı haritada 6 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Sınıfların alansal dağılımları incelendiğinde alanın 4.3 da'lık kısmında potasyumun 40.05-50 kg/da aralığında, 23.9 da'lık kısmında 50-70 kg/da aralığında, 58.2 da'lık kısmında 70-90 kg/da aralığında, 44.1 da'lık kısmında 90-110 kg/da aralığında, 3.8 da'lık kısmında 110-120 kg/da aralığında 5.4 da'lık kısmında ise 120-139.72 kg/da aralığında olduğu belirlenmiştir. Arazi ortalaması 82.611 kg/da olduğuna göre arazinin hiçbir noktasında K ihtiyacının olmadığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının 60-90 cm'si için toplam alınabilir K içerikleri 38.54-122.26 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2ı). Bu katmanda alınabilir K dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Sınıfların alansal dağılımına göre potasyumun 38.54-50 kg/da aralığında olduğu alanların 3.1 da, 50-70 kg/da aralığında olduğu alanların 25.3 da, 70-90 kg/da aralığında olduğu alanların 74.6 da, 90-110 kg/da aralığında olduğu alanların 31.4 da ve 110-122.26 kg/da aralığında olduğu alanların ise 5.3 da olduğu belirlenmiştir. Arazi ortalaması 80 kg/da olduğu için arazide K ihtiyacının hiçbir noktada olmadığı görülmektedir.

4. Sonuç

Hassas tarım, tarımda yeni bir teknolojik devrim olarak hızlı bir gelişim süreci göstermektedir. Bu alandaki uygulamalara, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere; tarımda gelişmekte olan pek çok ülkede rastlanabilmektedir. ABD'de hassas tarım uygulamalarında kullanılan verim

görüntüleme sistemi 1995'de 2000 adet biçerdöverde yer almaktayken, bu sayı 1996'da 9000 adede yükselmiştir (Anonymous,1997).

Yapılan laboratuvar analizleri sonucu elde edilen verilerle çizilen haritaların hassas tarıma uyarlanması sonucunda, 0-30 cm derinlik için N miktarı hesaplandığında tüm alanın % 70'inde yani 97.3 da'ında 128 kg fazla gübre kullanılırken, alanın % 30'unda yani 42.4 da'lık kısmında ise 108 kg eksik gübrenin kullanılabileceği belirlenmiştir. N 30-60 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın % 46'sında yani 64.8 da'ında 540 kg fazla gübre, tüm alanın %54'ünde yani 74.9 da'ında 97 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. N 60-90 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın % 68'inde yani 94.4 da'ında 95 kg fazla gübre tüm alanın % 32'sinde yani 45.4 da'ında 108 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. Tüm dikkate alındığında 763 kg fazla gübre kullanılırken ihtiyaç olan yerlere 313 kg eksik azotlu gübre atılacağı belirlenmiştir.

Yapılan laboratuvar analizleri sonucu elde edilen verilerle çizilen haritaların hassas tarıma uyarlanması sonucunda elde edilen veriler yarıyıllık P 0-30 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın %21'inde yani 29.6 da'ında 128.5 kg fazla gübre tüm alanın % 79'unda yani 110.4 da'ında 154,7 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. Yarıyıllık P 30-60 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın %17'sinde yani 24.3 da'ında 117 kg fazla gübre tüm alanın %83'ünde yani 115.7 da'ında 121.7 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. Yarıyıllık P 60-90 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın % 16'sında yani 22.5 da'ında 110 kg fazla gübre tüm alanın % 84'ünde yani 117.5 da'ında 93.8 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. Bu verilerden hareketle alanda 355.5 kg fazla fosforlu gübre kullanılırken ihtiyaç olan yerlere 370.2 kg eksik fosforlu gübre atılacağı belirlenmiştir.

Alınabilir K için bakıldığında arazide potasyumlu gübre ihtiyacı bulunmadığı görülmektedir.

Tüm bu veriler incelendiğinde hassas tarımın uygulanmasıyla fazla girdi kullanılmasının önüne geçilebileceği gibi ortalamanın altında çıkan parsellerde eksik gübre, ortalamanın üzerinde çıkan parsellerde ise fazla gübre kullanılması engellenmiş ve bitkinin ihtiyacı kadar girdi kullanılması sağlanmış olacaktır. Bu da ekonomik açıdan kar getireceği gibi birim alandan alınan ürün miktarını ve kalite standardını da artıracaktır. Ayrıca ileriki yıllar için toprağın her katmanında da eş miktarda gübre miktarının bulunmasına böylelikle yeknesak bir üretime doğru gidilmesi sağlanmış olacaktır.

İnsan sağlığı ve çevre kirliliği düşünüldüğünde gereksiz ve fazla girdinin toprağa uygulanması ekonomik açıdan olduğu kadar çevre kirliliği açısından da önemlidir. Bu da giderek artan dünya nüfusu karşısında hassas tarım uygulamalarının gelecekte daha çok önem kazanacağını göstermektedir.

Kaynaklar

- Anonymous, 1997. Precision Agriculture in the 21st Century. National Research Council, Washington.
- Anonymous, 2014. Hassas Uygulamalı Tarım. Konya Toprak Su Dergisi, 1: 52-55. http://arastirma.tarim.gov.tr/konyatopraksu/Belgeler/ToprakSu%20Dergisi/Konya_Toprak_Su_Dergisi.pdf
- Ekdahl, H. 2000. Agricultural Technology and the Total System. J. Agric. Engng. Res., 76, 249-250.
- Emekli, Y.N., Topakçı, M. 2009. Hassas uygulamalı tarım teknolojilerinin sulama alanında kullanımı. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2): 9-17.
- Güçdemir, İ., Türker, U., Karabulut, A., Arcak, Ç. 2004. Hassas Tarım Teknolojilerinin Türkiye'deki Uygulamaları. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Hazelton, P., Murphy, B. 2007. Interpreting Soil Test Results: What do all the Numbers mean? Csiro Publishing, Collingwood, Victoria.
- Jackson, M. 1958. Soil Chemical Analysis, p. 1-498. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kacar, B. 1994. Toprak Analizleri. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri 3. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları ,No:3. Ankara.
- Lowenberg Deboer, J. Swinton, S.M. 1997. Economics of Site-Specific Management in Agronomic Crops. Proceeding of the Third International Conference in Precision Agriculture, Minneapolis. Mn. June 23-26, P. 369-396.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanable, F.S., Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dep. of Agric. Circ. 939.19.
- Peker, K., Çelik, Y., Oğuz, C., Direk, M. 2006. Hassas Uygulama Teknolojilerinin Üretim Ekonomisi ve Şanlıurfa İlinde Pamuk Üretimi Yapan İşletmelerde Kullanılabilme Olanakları. GAP IV. Tarım Kongresi 21-23 Eylül 2005, Cilt II. 389. Şanlıurfa.
- Tekin, A., Sındır, K.O. 2006. Tarımsal Üretimde Hassas Tarım Uygulamaları. XI Türkiye'de İnternet Konferansı. 21-23 Aralık 2006, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara.
- Türker, U., Göç Demir, İ., Karabulut, A. 2003. Alansal Değişkenliğin Hassas Tarım Teknolojilerinden Yararlanarak Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi. 3-5 Eylül. Konya.
- Upadhyaya, S.K., Rosa, U.A., Ehsani, M.R., Koller, M., Josiah, M., Shikanai, T. 1999. Precision Farming in a Tomato Production System. Asae Paper No. 99-1147. Asae St. Joseph, M. 49085.
- Vatandaş, M., Güner, M., Türker, U. 2005. Hassas Tarım Teknolojileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 6. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara: 347-365.
- Wilding, L.P. 1985. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: Nielsen, D.R., Bouma, J. (Eds.), Soil Spatial Variability. Pudoc, Wageningen, Netherlands, pp. 166-194.