

Bitki Beslemede Sürdürülebilir Yönetim Stratejisi ve Gübre Etkinlik Parametreleri

M. R. Karaman¹, M. Turan²

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

Özet: Modern tarımda bitkilerin sağlıklı beslenebilmesi ve gübre kullanım etkinliğinin artırılması, bitki besleme yönetim stratejilerinin doğru kurgulanmasına bağlıdır. Nitekim gübrelemede başarının birinci şartı, gübreleme ile bitkinin tüm gelişim periyodu boyunca beslenme ihtiyacını karşılayabilmek ve bunu sağlarken çevre ve insan sağlığını dikkate alarak dengeli ve bilinçli bir gübreleme yapabilmektir. Dolayısıyla bitki besleme yönetimi, ancak bu temel üzerine kurulabildiği takdirde bitkisel üretimde uzun süreli ve sürdürülebilir bir başarı sağlanabilir. Bu çerçevede, gübre etkinlik parametrelerinin sağlıklı olarak değerlendirilebilmesi de büyük önem taşır. Etkinlik kavramlarının tarımda temel kullanım amacı ise gübrelerin daha ekonomik, bilinçli ve dolayısıyla etkin kullanımlarının sağlanmasıdır.

Anahtar kelimeler: Etkinlik parametreleri, gübre, bitki besleme

Sustainable Management Strategies and Fertilizer Efficiency Parameters in Plant Nutrition

Abstract: In modern agriculture, healthy nutrition of plants and improvement of fertilizer use efficiency depend on successful envision of management strategies for the plant nutrition. The first condition for the success in fertilization is to meet the nutritional needs of the plant throughout the whole crop growing period with balanced fertilization which takes the environmental and human health into account at the same time. Long-term and sustainable success can only be achieved in crop production providing plant nutrition management build upon this fact. Thus, healthy evaluation of fertilizer efficiency parameters is of also great importance at this context. The overall purpose of using efficiency parameters is to assure more economical, conscious and efficient use of fertilizers in agriculture.

Key Words: Efficiency parameters, fertilizer, plant nutrition

GİRİŞ

İnsanların hızla artan gıda ihtiyaçlarını karşılamak için birim alandan elde edilen verimi artırmak zorunlu hale gelmiştir. Bunu sağlayabilmenin temel yolu ise modern tarım tekniklerinin bilinçli ve etkili kullanımından geçmektedir. Tarımsal girdilerden gübre ve su, uzun yıllar bitkisel üretimde önceliğini korumuştur. Bununla birlikte bitkisel üretimde verim ve kalite artışı sağlamak ve toprak verimliliğini optimum düzeyde sürdürmek amacıyla kimyasal gübrelerden halen etkin yararlanılabildiği söylenemez.

Kimyasal gübrelerin kullanımı son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla artış göstermiş ancak kaliteli ve sürdürülebilir bir üretim modeline ulaşamamıştır. Bitkisel üretimde kaliteli, ekonomik ve sürdürülebilir yönetim stratejilerinin oluşturulmasında tüm girdilerin etkin olarak kullanılması ve gübre etkinlik parametreleri temel faktör olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle kullanılan gübrelerden bitkilerin yeterince yararlanabilmesi; diğer toprak, bitki, iklimsel faktörler ile birlikte bitki besleme yönetim stratejilerinin

doğru belirlenmesi ve gübre kullanım etkinliği ile yakından ilgilidir.

Nitekim gübrelemede başarının birinci şartı, gübreleme ile bitkinin tüm gelişim periyodu boyunca beslenme ihtiyacını karşılayabilmek ve bunu sağlarken çevre ve insan sağlığını dikkate alarak çevre ile barışık dengeli ve bilinçli bir gübreleme yapabilmektir. Gübrelerin en yüksek etkinlikte kullanımı durumunda gübre masraflarında ve besin element kayıplarında önemli azalışlar sağlanırken, ürün miktarında önemli düzeyde artışlar meydana geldiği belirlenmiştir. Dolayısıyla bitki besleme yönetimi, ancak bu temel üzerine kurulabildiği takdirde bitkisel üretimde uzun süreli ve sürdürülebilir bir başarı sağlanabilecektir.

Bitki Besleme Yönetimi

Modern tarımda bitkilerin sağlıklı beslenebilmesi ve gübre kullanım etkinliğinin artırılması, bitki besleme yönetim stratejilerinin doğru kurgulanmasına bağlıdır. Doğru bitki besleme yönetim stratejisi ise çok

sayıda faktör ile etkileşim içindedir. Örneğin yıkanma, denitrifikasyon, buharlaşma, yüzey akışı gibi nedenlerle bitki besin maddelerinin topraktan kayıplarının azaltılması ve gübre kullanım etkinliğinin artırılması için bitki besleme yönetiminin tekniğine uygun yapılması gerekir. Şekil 1’de bitki besleme yönetim stratejileri ile gübre kullanım etkinliği ilişkileri görülmektedir. Söz konusu faktörler dikkate alınarak yapılan gübre uygulamaları ile gübre kullanım etkinliğinde önemli artışlar kaydedilmiştir (Alam ve ark., 2003; Barlog ve Grzebisz, 2004; Eickhout ve ark., 2006; Gerendas ve ark., 2008).

Bilinçsiz gübre kullanımı sonucu örneğin azot topraktan yıkanarak ya da gaz halinde uzaklaşmakta, fosfor ve potasyum gibi besin maddeleri ise yarıyışsız formlara dönüşmektedir (Gyaneshwar ve ark., 2002; Barlog ve Grzebisz, 2004), Nitekim toprağa uygulanan azotun %50’si çeşitli yollarla kayba uğrarken (Eickhout ve ark., 2006; Vitousek ve ark., 1997), fosforun %90’ı bitkilerce alınamamaktadır (Rodriguez ve Fraga, 1999; Gyaneshwar ve ark., 2002). Azot yararlılık oranı örneğin hububatlar için %29-42 arasında kaydedilmiştir (Raun ve Johnson, 1999). Çin’de yapılan bir çalışmada ise gübre azotu kullanım etkinliğinin buğday, çeltik ve mısır için oldukça düşük olduğu rapor edilmiştir (Ma ve ark., 2007). Yüksek azot kayıpları ise taban suyu kirliliği, göl ve nehir sularının ötrofikasyonu gibi önemli çevresel sorunlara yol açar (Dobermann ve Casman, 2005; Karaman ve ark., 2005).

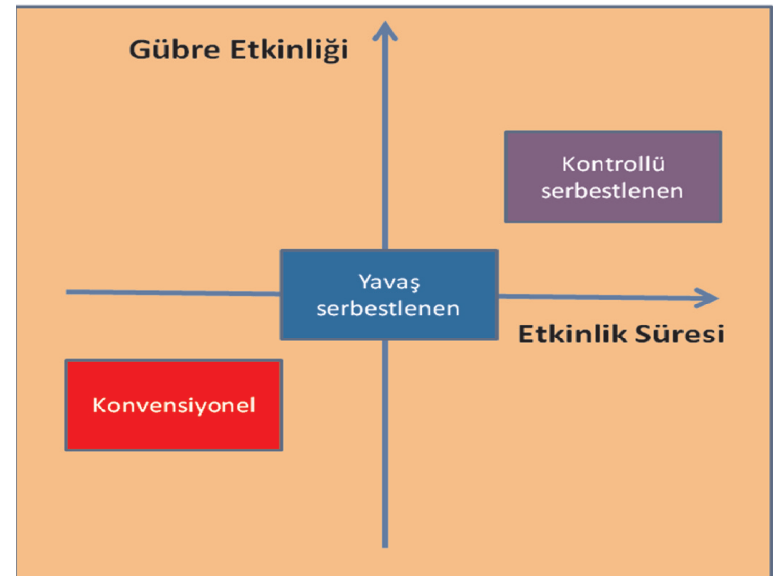
Diğer taraftan minimum toprak işleme, korumalı işleme, geleneksel işleme ve işlenmiş tarım sistemlerinde toprak kalitesi, toprak organik maddesi ve besin maddesi yarıyışlılığı da önemli farklılıklar göstermektedir. Toprak su tutma kapasitesi, toprakta su hareketi, toprak sıkışması ve toprak sıcaklığı da aynı zamanda tarım sistemine bağlı olarak önemli değişiklikler gösterir. Dolayısıyla gübre kullanım etkinliği açısından toprak amenajmanının özel bir yeri bulunmaktadır. Toprak amenajmanı; kimyevi gübreler ve organik gübrelerin kullanılması (uygulanan gübre çeşidi, dozu, gübre uygulama zamanı, yöntemi) ve sulama gibi daha pek faktörü de içermektedir.

Gübre uygulama yöntemleri gübre ekonomisi açısından son derece önemlidir. Uygulanacak yöntemle gübrelerin etkinliği artırıldığı gibi daha az gübre ile daha geniş alanların gübrenmesine imkân sağlanır. Gübrelerin yavaş ve kontrollü bir şekilde yarıyışlı forma dönüşme durumunda ise bitki besin elementlerinden özellikle azotun kaybolması önlenerek bitkiler için daha uzun süre faydalı olması sağlanmakta ve kullanım etkinliği artmaktadır (Prasad ve Power, 1995; Delgado ve Mosier, 1996) (Şekil 2).

Gübre kullanım etkinliği açısından toprak analizleri ve toprak örnekleme tekniği de önemlidir. Nitekim tarım alanlarında, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin son derece değişken olduğu bilinen bir gerçektir. Seri, hatta tarla bazında dahi toprak özellikleri mesafe-



Şekil 1. Bitki beslemede sürdürülebilir yönetim stratejisi



Şekil 2. Gübre çözünürlükleri ve etkinlik süreleri

ye bağılı önemli farklılıklar göstermektedir (Santra ve ark., 2008; Liu ve Yang, 2008; Karaman ve ark., 2005, 2011). Arazinin bu özelliği gözetilmeden yapılan bir gübrelemede arazinin bazı yerlerine ihtiyaçtan fazla, bazı yerlerine ihtiyaçtan daha az gübre düşecek, bu durumda fazla gübre verilen alanlarda gübrelerin toprakta birikmesi veya yıkanması, ihtiyaçtan az gübre verilen alanlarda ise verim düşüklüğü söz konusu olacaktır (Karaman ve ark., 2009). Artan gübre kullanım etkinliği ile besin maddesi kaybındaki azalmaların oranlı olduğu bildirilmiştir (Li ve ark., 2007). Dolayısıyla hassas tarım uygulamaları da, sürdürülebilir toprak verimliliği ve bitki besleme yönetim stratejisinin en önemli bileşenlerinden birisidir (De Court ve ark., 1996; Güçdemir ve ark., 2004; Karaman ve ark., 2007).

Bitki besleme yönetim stratejisi bitkisel üretimde yalnız verim değil, aynı zamanda ürün kalitesi açısından da önemli etkiye sahiptir. Dolayısıyla bitki besleme yönetim stratejisi belirlenirken kaliteyi dikkate almaksızın yalnız verimi esas almak, insan sağlığı ve çevre kalitesi açısından geri dönüşümü olmayan ciddi sorunları da beraberinde getirecektir.

Etkili Gübre Kullanımı

Gübre kullanım etkinliği, tane ürünü ve biyokütle oluşturmak üzere bitkinin besin maddesi alım ve kullanım kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Gourley ve ark.,

1993). Graham (1984) gübre kullanım etkinliğini, sınırlı besin elementi bulunan bir toprakta yüksek ürün üretebilme potansiyeli olarak tanımlarken, Blair (1993) bitkinin sağlıklı gelişebilmesi için ihtiyaç duyduğu besin elementlerini optimum düzeyde kullanabilmesi ya da kök, gövde biyokütlesi ile bitki aksamalarını (tohum, tane, meyve, yumru) maksimum oluşturabilme yeteneği olarak tanımlamıştır.

Organik ve inorganik gübrelerin kullanımı toprak verimliliğini artırırken, verimlilikteki bu artış her zaman ürün miktarına yansımayaabilir (Steinshamn ve ark., 2004). Sonuçta bitkisel üretime dayalı tarımsal faaliyetlerde gübre kullanımı ile mutlak ürün artışı beklentisi bir ön yargı olup, beklenen ürün artışının sadece gübre uygulamasına bağlanması her zaman mümkün olmayabilir. Bunu etkileyen çeşitli ekonomik ve kültürel faktörlerin dikkate alınması gerekir (Çizelge 1).

Toprakta noksan olan besin elementlerini takviye için uygulanan gübrelerden bitkilerin yeterince yararlanabilmesi ve kimyevi gübre kullanım etkinliği ise çok sayıda faktöre bağılı olarak değişmektedir (Fageria, 1992). Bunlardan başlıcaları; (1) toprak faktörü, (2) biyolojik faktör, (3) bitki faktörü, (4) bitki besleme yönetim stratejisi, (5) agronomik faktörler ve (6) iklimsel faktörler'dir.

Çizelge 1. Gübre kullanım etkinliğini azaltan faktörler

| Faktörler | Kullanım etkinliğini azaltma oranı |
|------------------------------|------------------------------------|
| Uygun olmayan tohum yatağı | % 10-20 |
| Uygun olmayan bitki çeşidi | % 20-40 |
| Geç ekim ve dikim | % 20-40 |
| Erken ekim ve dikim | % 5-20 |
| Yetersiz vejetasyon | % 10-25 |
| Yetersiz sulama | % 10-20 |
| Hastalık | % 15-20 |
| Zararlılar | % 5-50 |
| Bilinçsiz gübre uygulaması | % 20-50 |
| Yanlış gübre uygulama zamanı | % 5-10 |

Kimyasal gübrelerin kullanımı sonucunda meydana gelen olumsuz etkilerin giderilmesi için, toprakta bulunan mevcut kaynakların etkili kullanılması gerekir. Coffman ve Smith (1991) sürdürülebilirlik için fazla miktarda kimyevi gübre ve ilaç kullanımı, aşırı sulama gibi girdiler yerine, çevresel şartlara uyum sağlayan ve bu koşullarda iyi verim veren çeşitlerin seçiminin daha faydalı olacağına işaret etmiştir. Nitekim bilinçsiz ve aşırı gübre kullanımı yalnız ekonomik kayıp olmayıp, sürdürülebilir toprak verimliliği açısından da önemli bir kısıtlamadır (Karaman ve ark., 2007). Tüm bu olumsuz etkilere ilave olarak gübrelerin yol açtığı çevresel kirlilik sorunların da giderek yoğunlaştığı günümüzde, gübre kullanım etkinliğinin önemi de giderek artmaktadır.

Gübre Etkinlik Parametrelerinin Belirlenmesi

Gübre kullanım etkinliği, bitkilerin besin elementlerini alım gücü olarak ifade edilmektedir. Azot için bu değer %40-60 arasında değişirken, fosfor için %20-30 ve potasyum için %65-80 arasında değişmektedir. En yüksek etkinlik, genellikle besin elementi noksanlığı görülen topraklara uygulanan gübrelerden elde edilmektedir.

Etkinlik parametreleri temelde matematiksel olarak kullanım oranlarının farklı şekillerde tanımlanmasına dayanır. Bununla birlikte, etkinlik parametrelerinin sağlıklı olarak değerlendirilmesinde farklı koşullara bağlı olarak maksimum ürün eldesi için gerekli olan besin elementlerinin bitkilerce alınabilme yeteneklerinin de bilinmesi faydalıdır. Gübre etkinlik parametreleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (Gerloff ve Gabelman, 1983; Baligar ve Duncan, 1990; Fageria, 1992; Blair, 1993; Baligar ve Fageria, 1997; Cassman ve ark., 2002; Dobermann, 2005);

Diğer taraftan, bitki çeşidi ve hatta aynı çeşidin farklı genotipleri arasında dahi besin maddesi alım ve kullanım etkinliklerinin değiştiği belirlenmiştir (Gill ve ark., 1994; Yaseen ve ark., 1998; Karaman ve Şahin, 2004; Karaman ve ark., 2010).

Dolayısıyla gübre kullanım etkinliğinin belirlenmesinde tüm bu faktörlerin de dikkate alınması gerekir.

Alam ve ark. (2003) fosfor etkinliği ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, farklı buğday varyetelerinde serpmeye ve fertigasyon yöntemleri ile gübre uygulamasının etkinlik parametreleri üzerine etkilerini incelemişler ve fertigasyon tekniğine bağlı olarak fosforlu gübrenin agronomik etkinliğinin arttığını belirlemişlerdir (Çizelge 2).

Dobermann ve Cassman (2005), tahıllarda N kullanım etkinliğini gübre kullanım etkinlik parametrelerine göre hesaplamışlar ve sonuç olarak azotun iyi yönetildiği sistemlerde agronomik etkinliğin 30 kg/kg'dan fazla, N kullanım etkinliğinin 70 kg/kg'dan fazla, N geri dönüşüm yüzdesinin 0.50-0.80 arasında ve fizyolojik etkinliğin 60 kg/kg'dan fazla olabileceğini belirlemişlerdir.

Pandey ve ark. (2008) mısır, darı ve sorgum bitkileri ile yaptıkları bir çalışmada, farklı dozlarda azotlu gübrelerin etkinliklerini araştırmışlar ve artan azot dozuna bağlı olarak gübre kullanım etkinliğinin azaldığını belirlemişlerdir.

Gerendas ve ark. (2008) yürüttükleri tarla denemelerinde aspir ve ayçiçeği bitkilerinde farklı dozlarda potasyumlu gübrelerin etkinliklerini araştırmışlar, araştırma sonuçlarına göre fizyolojik ve morfolojik bitkisel özellikler ile genetik yapıların bitkilerin potasyum alım etkinliğini önemli ölçüde etkilediğini belirlemişlerdir.

Sonuç olarak; değişen koşullara göre bitki besleme yönetim stratejilerinin doğru belirlenmesi ve farklı bitkilerin gübre kullanım etkinliklerinin bilinmesi etkili gübreleme programı ve gübrelemeden beklenen yararın elde edilebilmesi açısından son derece önemlidir. Bu çerçevede, gübre etkinlik parametrelerinin sağlıklı olarak değerlendirilebilmesi de büyük önem taşır. Etkinlik kavramlarının tarımda kullanım amacı ise gübrelerin daha bilinçli, ekonomik ve dolayısıyla etkin kullanımlarının sağlanmasıdır.

Çizelge 2. Farklı gübre uygulama yöntemlerine bağlı olarak buğday varyetelerinde agronomik P etkinliği

| Varyeteler | Yöntem | Agronomik etkinlik |
|------------|-------------|--------------------|
| Punjab-96 | Serpme | 12.50 |
| | Fertigasyon | 31.60 |
| Inçelab-91 | Serpme | 12.95 |
| | Fertigasyon | 40.68 |
| Pasban-90 | Serpme | 15.23 |
| | Fertigasyon | 19.77 |

$$A.E \text{ (kg/kg)} = \frac{(\text{Gübreli tane verimi}) - (\text{Gübresiz tane verimi})}{\text{Uygulanan gübre miktarı}}$$

Fizyolojik etkinlik: Bitkilerin aldıkları her bir (kg) besine karşılık üretilen ürün miktarı olarak tanımlanmaktadır.

$$F.E. = \frac{\text{Gübreli (toplam verim)} - \text{gübresiz (toplam verim)}}{\text{Gübreli toplam besin içeriği} - \text{Gübresiz toplam besin içeriği}}$$

Agrofizyolojik etkinlik: Bitkilerin aldıkları her bir (kg) besin maddesine karşılık üretilen tane verimi olarak tanımlanmaktadır.

$$A.F.E(\text{kg/kg}) = \frac{(\text{Gübreli tane verimi}) - (\text{Gübresiz tane verimi})}{(\text{Gübreli (bitki) besin içeriği}) - \text{Gübresiz (bitki) besin içeriği}}$$

Kullanım etkinliği: Uygulanan bir (kg) gübreye karşılık elde edilecek toplam verim miktarını ifade etmektedir.

$$K.E \text{ (kg/kg)} = \frac{\text{Gübreli (toplam verim)} - \text{Gübresiz (toplam verim)}}{\text{Uygulanan gübre miktarı}}$$

Geri dönüş etkinliği: Uygulanan gübre miktarının ne kadarının bitki tarafından alındığı ve depolandığını ifade etmede kullanılmaktadır.

$$G.D.E \text{ (\%)} = \frac{\text{Gübreli (toplam bitki) besin içeriği} - \text{Gübresiz (toplam bitki) besin içeriği}}{\text{Uygulanan gübre miktarı}} \times 100$$

Hasat indeksi: Elde edilen ürün miktarının toplam ürün içerisindeki oranını ifade etmektedir.

$$H.İ \text{ (kg/kg)} = \frac{\text{Gübreli tane verimi} - \text{Gübresiz tane verimi}}{\text{Gübreli toplam bitki ağırlığı} - \text{Gübresiz toplam bitki ağırlığı}}$$

KAYNAKLAR

- Alam, S.M., Azam, S., Ali, S. and Iqbal, M.(2003). Wheat yield and P fertilizer efficiency as influenced by rate and integrated use of chemical and organic fertilizers. *Pak. J. Soil Sci.* 22(2):72-76.
- Baligar, V.C. and Duncan, R.R.(1990). *Crops as Enhancers of Nutrient Use*. Academic Press, San Diego, CA.
- Baligar, V.C. and Fageria, N.K. (1997). Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency pp. 75-93. In:A.C. Monitz, *Plant soil interaction at low pH: Sustainable Agr. Brazilian SSC, Brazil*.
- Barlog, P. and Grzebisz, W. (2004). Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape, II. Nitrogen uptake dynamics and fertilizer efficiency. *J Agron Crop Sci.* 190:314-323.
- Blair, G.(1993). Nutrient efficiency-What do we really mean? In: P.J. Randall et al. (Eds.), *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition. Proc. 4th Int. Symp. Of Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, pp.205-13, Kluwer Academic Publications, Dordrecht, The Netherlands.
- Cassman, K.G., Dobermann, A.D. and Walters, D.T. (2002). Agroecosystems N-use efficiency and N management. *Ambio*, 31:132-140.
- Coffman, W.R. and Smith, M.E. (1991). Role of Public, Industry and International Research Center Breeding Programs in Developing Germplasm for Sustainable Agriculture. In D.A. Sleeper et al. (Ed.), *Plant breeding and sustainable agriculture. CSSA Special Publ. No. 18*, pp. 1-9.
- DeCourt, H., Darius, P.L. and Baerdemaeker, J.D. (1996). The spatial variability of topsoil fertility in two Belgian Fields. *Computers and Electronics in Agr.* 14:179-196.
- Delgado, J.A. and Mosier. A.R.(1996). Mitigation alternatives to decrease nitrous oxides emissions and urea-nitrogen loss and their effect on methane flux. *J. Environ. Qual.* 25:1105-1111.
- Dobermann, A., Cassman, K.G., (2005). Cereal area and nitrogen use efficiency are drivers of future nitrogen fertilizer consumption. *Sci. China Ser.* 48:745-758.
- Eickhout, B., Bouwman, A.F. and Van Zeijts, H. (2006). The role of nitrogen in world food production and environmental sustainability. *Agr. Ecosystems and Environ.* 116:4-14.
- Fageria, N.K. (1992). *Maximizing Crop Yields*. Marcel Dekker, New York, NY.
- Gerendas, J., Abbadi, J. and Sattelmacher, B. (2008). Potassium efficiency of safflower and sunflower. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171:431-439.
- Gerloff, G.C. and Gabelman, W.H. (1983). Genetic basis of inorganic plant nutrition. pp. 453-480. In: A Lauchli and R L Bielecki. (eds.), *Inorganic Plant nutrient use efficiency in plants. Encyclopedia and Plant Physiology New Series, Vol.15*. Springer Verlag, NY.
- Gill, M.A., Rahmatullah and M. Saleem. (1994). Growth responses of twelve wheat cultivars and their P utilization from Rock phosphate. *J. Agron. Crop Sci.*, 173(3-4):204-209.
- Gourley, C.S., Newill, D. and Schreiner, H.D. (1993). Expansive soils. TRL's research Strategy. *Proc. 1st Int. Symp. On Engineering Characteristics of Arid Soils*, London.
- Graham, R.D. (1984). Breeding for nutritional characteristics in cereals. *Adv. Plant Nutr.* 1:57-102.

- Güçdemir, İ. H., Türker, U., Karabulut, A. ve Arcaç, 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. s. 1005-1014, 11-13 Ekim, Tokat.
- Gyaneshwar, P., Kumar, G.N., Parekh, L.J. and Poole, P.S. (2002). Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant Soil*, 245:83-93.
- Karaman, M.R. and Şahin, S. (2004). Potential to select wheat genotypes with improved P utilization characters. *Acta Agr. Scand. Soil and Plant Sci.* 54: 161-167.
- Karaman, M.R., Saltalı, K., Ersahın, S., Güleç, H. and Derici, M.R. (2005). Modeling N uptake and potential nitrate leaching under different irrigation programs in nitrogen fertilized tomato using the computer program. *Environmental Monitoring and Assessment*. 101: 249-259.
- Karaman, M.R., Kandemir, N., Şahin, S. and Çoban, S. (2010). Strategies to select genetical variations of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars for agronomic zinc utilization characters. *J. of Food, Agriculture and Environment*, 8 (2): 395-399.
- Karaman, M.R., Şahin, S., Çoban, S. and Sert, T. (2005). Site specific phosphorus status of wheat plants (*Triticum aestivum*) on calcareous Soils. *Journal of Revue De Cytologie Et Biologie Végétales*. 28: 128-134.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T. ve Zengin, M. (2007). *Sürdürülebilir Toprak Verimliliği*. ISBN: 978-975-8629-49-7, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Karaman, M.R., Susam, T., Er, F. and İseri, İ. (2009). Simulation of organic matter variability on a sugarbeet field using the computer based geostatistical methods. *World Academy of Sci.* 56:594-598.
- Karaman, M.R., Susam, T., Yaprak, S. and Er, F. (2009). Computer based geostatistical strategies in assessing of spatial variability of agricultural phosphorus on a sugarbeet field. *ICIME*, 13:201-205.
- Karaman, M.R., İseri, İ., Er, F. and Susam, T. (2011). An artificial intelligence model for prediction of site specific iron and zinc values on the agricultural apple area. *Journal of Scientific Research and Essays*, SRE-11-2218 (In Publ.).
- Liu, G. and Yang, X. (2008). Spatial variability analysis of soil properties within a field, *Computer and Computing Technologies in Agriculture*, 2:1341-1344.
- Ma, J., Li, X.L., Xu, H., Han, Y., Cai, Z.C. and Yagi, K. (2007). Effects of nitrogen fertilizer and wheat straw application on CH₄ and N₂O emissions from a paddy rice field. *Australian J. of Soil Research*, 45:359-367.
- Prasad, R. and Power, J.F. (1995). Nitrification inhibitors for agriculture and environment. *Adv. Agr.* 54:233-28.
- Rodriguez, H. And Fraga, R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotchnol Adv.* 17:319-339.
- Raun, W.R. and Johnson, G.V. (1999). Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J.* 91:357-363.
- Santra, P., Chopra, U.K. and Chakraborty, D. (2008). Spatial variability of soil properties and its application in predicting surface map of hydraulic parameters in an agricultural farm. *Current Science* 95:937-945.
- Steinshamn, H., Thuen, E., Bleken, M.A., Brenoe, U.T., Ekerholt, G. and Yri, C. (2004). Utilization of nitrogen and phosphorus in an organic dairy farming system in Norway. *Agric Ecosys Environ.* 104:509-522.
- Vitousek, P.M., Aber, J.D., Howarth, R.W., Likens, G.E., Matson, P.A., Schindler, D.W., Schlesinger, W.H., and Tilman, D.G. (1997). Technical report: human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecol Appl.* 7:737-750.
- Yaseen, M., Sohail, M. Mahmood, R. Hussain, S.A. Rahim, A. Ahmad W. and Saif-R.K. (1998). Phosphorus use efficiency in wheat genotypes: II. Chemical composition. *Pak. J. Life Soc. Sci.*, 2:159-162.