

Toprak ve yaprak analizlerinin değerlendirilmesi amacıyla bilgisayar programı geliştirilmesi

Hüseyin AKGÜL¹

Özet

Türkiye'de son yıllarda yapılan teşviklerin de etkisiyle toprak ve yaprak analizlerine hızlı bir yönelim vardır. O kadar ki neredeyse her il ve ilçede analiz laboratuvarları kurulmaktadır. Ancak bu durum bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başında uzman personel istihdam edilememesi gelmektedir ve bu yüzden çoğu laboratuvar elde ettikleri analiz sonuçlarını doğru yorumlayamamaktadır. Bu durumdan hareketle toprak ve yaprak analizlerinin doğru yorumlanabilmesi için bilgisayar teknolojisinden yararlanabilmek amacıyla bir paket program geliştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar besin elementlerinin alımında; tekstür, pH, organik madde, kireç, sulama yöntemi, bitki türü, anacı, yaşı, dikim aralık ve mesafeleri, iyon dengesi, toprakta mevcut alınabilir besin elementi miktarı gibi çok sayıda faktörün etkili olduğunu ortaya koymuştur. bütün bu faktörlerin varyasyonları da göz önüne alındığında bilgisayar teknolojisi olmadan doğru bir değerlendirme yapmak neredeyse imkansızdır. Şüphesiz bir bilgisayar programıyla da mutlak doğruyu yakalamak mümkün değildir ancak, yapılan bu çalışmayla literatürler ışığında hangi toprak özelliğinin besin alımını nasıl etkilediği konusunda mümkün olduğunca gerçekçi yaklaşımlar geliştirilmiş ve bunlar sayısallaştırılarak bilgisayar programı haline getirilmiştir. Böylece insan faktöründen kaynaklanan hatalar ve çoklu faktörlerin değerlendirilmesindeki güçlük ortadan kaldırılmıştır. Öte yandan bitkilerin agronomik özellikleri de belirlenerek programa tanımlanmış, bu yolla bitki türüne özel detaylı gübreleme programlarının oluşturulmasına imkan sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar programı, Gübre öneri, Toprak ve yaprak analizleri

Developing a computer programme for evaluating soil and leaf analyses

Abstract

In recent years, there was a high tendency for soil and leaf analyses with government's encouragements. This is in very high tendency so soil and leaf analyses laboratories were opened in every city and town. But this situation brings problems about laboratories. The most important problem is about laboratory personels and there isn't enough qualified person in these laboratories. This causes mistakes about the interpretation of analyses results. For this reason a new pocket computer programme has been developed for utilizing computer technology.

Studies showed that texture, pH, soil organic matter, lime, irrigation application methods, plant species, plant age, planting distances, ion balance and macro nutrient elements in the soil effect nutrient's uptaking when all the factors and theirs variances are observed, it is impossible to evaluate these variations without computer technology. It is not possible to get absolute evaluation with computer but according literate and studies, computer programme

¹ hakgul96@ebkae.gov.tr

Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü

was built a most real mode. These literate and studies were made as computer programme and avaluation difficulty of variances was solved. Also agronomic characteries of plan species were determined in programme, by this way detailed fertilization programme had been developed.

Key Words: Computer programme, Fertilizer requirement, soil and leaf analyses

1. Giriş

Bitkisel üretimde optimum düzeyde ürün alınması kültürel işlemlerin gereği gibi yapılmasına bağlıdır. Her bir kültürel uygulama sonucu az ya da çok etkilediğinden hiç birisi göz ardı edilemez. Gübreleme bitkilerin ihtiyaç duydukları besin elementi miktarının toprakta mevcut olandan daha fazla olması durumunda yapılması zorunlu olan bir kültürel uygulamadır ve ne kadar gübre verilmesi gerektiği üzerinde en çok tartışılan konulardan birisidir.

Bitkilere verilecek gübre miktarının belirlenmesinde farklı yöntemler bulunmakla birlikte toprak ve bitki analizleri pratikte en yaygın kullanılan metotlardır. Toprak analizlerinde bitki kök bölgesindeki koşullar taklit edilerek, toprak çözeltisindeki bitkiye yarayışlı besin elementi miktarları belirlenmeye çalışılır. Bu konuda çok sayıda yöntem geliştirilmiştir ve başarıyla uygulanmaktadır. Ancak gübrelemede başarının ilk şartı doğru analiz olmakla birlikte, bitki ihtiyaçlarına ve analiz sonuçlarına göre verilecek gübre miktarının belirlenmesi en az doğru sonuç elde etme kadar hatta daha önemli bir konudur. Zira doğru öneri yapılmadığı takdirde yapılan analizin hiç bir anlamı yoktur.

Türkiye'de yıllardır toprak analizleri yeterli ilgiyi görmüyordu. Son yıllarda uygulanan destekleme politikalarının da etkisiyle toprak analizine hızlı bir yönelim meydana gelmiş ve bu durum oluşan talebin karşılanabilmesi için çok sayıda yeni laboratuvarın kurulmasına neden olmuştur. Laboratuvarların hızla artması uzman eleman sorununu beraberinde getirmiş ve sonuçların doğru yorumlanması konusunda endişelere yol açmıştır. Bu durum yorumlamada bilgisayar teknolojilerinden yararlanılmasını gündeme getirmiş ve bu ihtiyaçtan yola çıkılarak bir bilgisayar programı hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmalar besin elementlerinin alımında tekstür, pH, organik madde, kireç, sulama yöntemi, bitki türü, anacı, yaşı, dikim aralık ve mesafesi, iyon dengesi ve toprakta mevcut alınabilir besin elementi miktarı gibi çok sayıda faktörün etkili olduğunu ortaya koymuştur (Kacar ve Katkat, 2007; Özbek, 1981; Burt ve ark., 1998; Loch, 2005; Aydemir, 1992; Peterson ve Stevens, 1994). bütün bu kriterlerin kendi içindeki varyasyonları da dikkate alındığında bilgisayar teknolojisi olmadan doğru bir değerlendirme yapmanın hemen hemen imkansız olduğu daha iyi görülecektir. Kuşkusuz bir bilgisayar programıyla da mutlak doğrunun elde edilmesi mümkün değildir. Zira toprak gibi son derece karmaşık yapıya sahip bir materyal için kesin kuralları ortaya koymak her zaman gerçekçi olmayabilir. Ancak geliştirilen bu programda bilimsel literatürler ışığında hangi toprak özelliğinin besin alımını nasıl etkilediği konusunda mümkün olduğunca gerçekçi yaklaşımlar sergilenmeye çalışılmış ve bunlar sayısallaştırılarak bir paket program haline getirilmiştir. Böylece insan faktöründen kaynaklanan hatalar ile yukarıda belirtilen çoklu faktörlerin değerlendirilmesindeki güçlükler ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu program MS Windows ortamında çalışmak üzere Visual Basic programlama dili, kullanılarak geliştirilmiş ve veri tabanı olarak MS Excel programı kullanılmıştır. MS Access

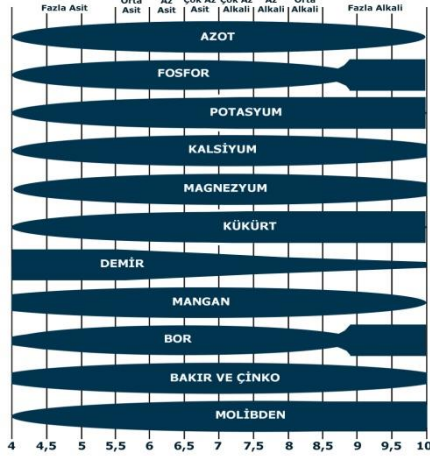
yerine MS Excel kullanılmasında program üreticisinin sayısal ve hesap ağırlıklı veri tabanlarında Ms Excel'in tercih edilmesi noktasındaki önerisi etkili olmuştur (Anonim, 2010).

2.1. Programın Bilimsel Dayanağı

2.1.1. Bitkilerin Besin Alımını Etkileyen Faktörler

1. Toprak tekstürü (f_t): Besin elementlerinin alınabilirliği ile toprak tekstürü arasında sıkı bir ilişki vardır. Besin elementleri, özellikle katyonlar toprak kolloidleri tarafından tutulurlar ve toprak çözeltisi ile bu kolloidler arasında dinamik bir denge vardır. Toprakta kil miktarı arttıkça kolloid yüzeyi artacağından adsorbe edilen ve gerektiğinde toprak çözeltisine geçen katyon miktarı artar (Kacar ve Katkat, 2007).

Özellikle kumlu topraklarda, azot, potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi elementler yıkanarak uzaklaşabilirken, killi topraklarda ise kil tipine bağlı olarak fosfor daha fazla fikse edilir (Aydemir, 1992). Ağır bünyeli topraklar, kaba bünyeli topraklara göre daha fazla su tutarken, faydalı su bakımından orta bünyeli topraklar daha uygundur. Bu durum dolaylı olarak orta bünyeli topraklarda aynı sulama koşullarında özellikle kitlesel akışla taşınan besin elementlerinin daha fazla alınabildiği anlamına gelmektedir (Ergene, 1987).



Şekil... Toprak pH'sına göre besin elementlerinin alınabilirliği

2. Toprak reaksiyonu (pH) (f_{pH}): Besin elementlerinin elverişliliğinin en fazla etkileyen toprak özelliklerinden birisi toprak reaksiyonudur. Toprak reaksiyonundaki küçük değişimler bile besin elementlerinin elverişliliğinde büyük değişimlere neden olabilir (Kacar ve Katkat, 2007). Şekil... de toprak pH'sına göre bitki besin elementlerinin elverişlilik durumları görülmektedir (Westwood, 1993). Şekilden de anlaşılacağı gibi 6,5-7,5 pH düzeylerinde hemen hemen bütün besin elementleri yeterli düzeyde elverişliken, metalik elementler düşük pH düzeylerinde daha fazla alınabilirler. Potasyum, kükürt gibi elementleri ise toprak pH'sının yüksek olmasından etkilenmemektedirler (Anonim, 2006; Stiles, 2004).

3. Toprağın organik madde içeriği (f_{om}): Toprağın organik madde içeriğinin yüksek olması özellikle mikro elementlerin alımını artırır (Aktaş ve Ateş, 1998). diğer yandan organik madde toprağın agregat yapısını düzelterek bütün besin elementlerinin alımını olumlu etkiler (Schachtschabel ve ark., 1999). Öte yandan organik madde sürekli ayrışarak ortama azot verir. Bu yüzden verilecek azot miktarı hesaplanırken toprak organik madde miktarı mutlaka dikkate alınmalıdır.

4. Toprağın kireç içeriği (f_k): Topraklarda yüksek kireç içeriği özellikle demir, çinko, mangan gibi elementlerin alımının olumsuz etkilerken, yağışlı bölgelerde yıkanma nedeniyle toprakta yeterince Ca bulunmaması önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Böyle topraklarda kireç ilavesi veya Ca içeren gübrelerin uygulanması gerekir.

5. Toprak çözeltisindeki alınabilir element miktarı (f_E): verilecek gübre miktarının belirlenmesinde en büyük etkiye sahiptir. Toprakta mevcut miktar, bitki ihtiyacından düşükse, mutlaka gübreleme ile bu açık kapatılmalıdır. Toprak yeterli veya gereğinden fazla besin elementi içeriyorsa, gübreleme minimize edilmeli hatta hiç gübre verilmemelidir. Bir besin

elementinin gereğinden fazla kök bölgesinde bulunması, bir başka besin elementinin etkinliğini azaltabildiği gibi, eksikliği de diğer besin elementlerinin alımını sınırlandırır (Burt ve ark., 1998). Minimum yasa (fıçı kuralı) (Kacar ve Katkat, 2007) olarak ifade edilen bu durum, gübrelemede hiçbir elementin göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya koyar.

6. Bitki türü (f_{bt}): Kültürü yapılan bitkiler o kadar değişkendir ki besin ihtiyaçları arasında çok ciddi farklılıklar vardır. Örneğin baklagil türü bitkiler köklerinde havanın serbest azotunu bağlayabildiklerinden gübreleme ile verilecek azot miktarı oldukça azdır. Buna karşın salatalık, marul gibi sebzelerin ise azot ihtiyacı kat kat fazladır (Ülgen ve Yurtsever, 1995). Gübre önerisi yapılmadan önce yetiştirilen bitkinin agronomisi hakkında detaylı bilgi sahibi olmak ve besin ihtiyaçlarını iyi bilmek gerekir.

7. Bitki anacı (f_{ba}): Meyve ağaçları genellikle farklı özelliklerdeki anaçlara aşılanarak yetiştirilirler. Türler göre değişmekle birlikte anaçların gelişme karakterleri ve diğer özellikleri bakımından büyük bir çeşitlilik vardır. Sadece elmada onlarca farklı anaç kullanılmakta ve her anacın gelişme karakteri, verimi dikim aralık ve mesafeleri değişiklik göstermektedir. Örneğin; M9 elma anacı bodur bir anaç olup, en fazla 1,5 m sıra üzeri mesafeye dikilir, 2. Yaşında verim vermeye başlar ve 5. Yaşında tam verime gelir. Buna karşılık Elma çöğürü kuvvetli bir anaçtır, 5. Yaşından sonra verim vermeye başlar ve 5-8 m sıra üzeri mesafeye dikilir. Her iki anacı da 5. yaşında gübreleyecek olsak M9 tam verimde olacağından maksimum düzeyde gübreye ihtiyaç duyarken elma çöğürü, henüz verime başlamadığından ve kendine ayrılan alanın çok az bir kısmını doldurduğundan çok daha az gübreye ihtiyaç duyar (Özongun, 2009). Anaçlar arasındaki bu çeşitlilik özellikle meyve ağaçlarının gübrelenmesinde anaç özelliklerinin bilinmesini ve gübreleme programının ona göre yapılmasını zorunlu kılar.

8. Bitki verimi (f_{bv}): Bitkilerin topraktan kaldırdıkları besin elementi miktarları elde edilen verim ile doğru orantılıdır. Yüksek verim beklenen bitkilere oransal olarak daha fazla gübre verilmesi gerekirken, herhangi bir nedenle (don, dolu, hastalık vs.) verimde düşüş meydana gelen bitkilere verilecek gübre miktarı azaltılmalıdır. Aksi takdirde ya verim kaybı veya gereğinden fazla gübre kullanımı gibi olumsuzluklarla karşılaşılacaktır.

9. Bitki yaşı (f_{by}): Bitki yaşı çok yıllık bitkilerin gübrelenmesinde dikkate alınması gerekli olan bir özelliktir. Zira bitkinin habitüsü ve elde edilen verim bitkinin yaşına göre değişmektedir. Bu yüzden gübreleme önerisi yapılmadan önce o ağacın hangi yaşta ne kadar taç oluşturacağı, ne kadar verim vereceği ve ne kadar hayat alanına sahip olacağı mutlaka bilinmelidir.

10. Dikim aralık ve mesafesi (S_u, S_a): Dikim aralık ve mesafesi de çok yıllık bitkilerde önemli olan bir özelliktir. Bitkilerin aktif hayat alanları dikim aralık ve mesafelerine bağlıdır. Zira kuvvetli gelişme karakterine sahip bir ağaç sık dikildiğinde kök rekabeti nedeniyle gelişim sınırlanabilmektedir (Öztürk, 2009). Bu yüzden verilecek gübre miktarının belirlenmesinde bu kriter de dikkate alınmalıdır.

11. Sulama yöntemi (f_{sy}): Sulama yöntemi verilecek gübrenin türü ve etkinliği açısından önemlidir. Gübreler doğrudan toprağa uygulanarak ya da fertigasyonla verilebilir. Fertigasyonla verilmesi hem gübreleme etkinliğini artırmakta hem de kayıpları en aza indirmek suretiyle gübre tasarrufu sağlamaktadır (Burt ve ark., 1998). Bu nedenle fertigasyonla gübre verildiğinde suda tam olarak çözünen gübreler tercih edilmeli ve toprağa uygulamaya göre daha az gübre kullanılmalıdır.

12. Toprak çözeltisindeki iyonlar arasındaki denge (ID): Bitkiler anyon ve katyonları dengeli bir şekilde alırlar. Çözeltideki miktarlarına göre pozitif ve negatif yüklü iyonlar arasında dinamik bir denge vardır. Gübreleme yapılırken verilen pozitif ve negatif yüklü iyonların dengede olması gübreleme etkinliğini artırır (Burt ve ark., 1998). Özellikle fertigasyonla gübre uygulamalarında bu durum büyük önem taşımaktadır.

13. Katyon dengesi (KD): İdeal topraklarda katyonlar belli bir dengede olmalıdırlar. Analizi yapılan toprak ideal katyon dengesinden uzaksa gübrelemeyle bu denge sağlanmaya çalışılmalıdır (Koppittke ve Menzies, 2007). Zira bazı durumlarda katyonlar sınır değerlerin üzerinde olsa bile gübreleme gerekebilir. Bu durum katyonlar arasındaki rekabetin herhangi birinin lehine veya aleyhine bozulması ile ilgilidir (Loch, 2005).

14. Aktif hayat alanı (AHA): Bitki kökleri topraküstü aksamlarındaki büyümeye paralel olarak sürekli büyür ve gelişirler. Büyüme genellikle dışarıya doğru gerçekleştiğinden aktif kökler çoğunlukla büyüme alanının dış kısımlarında yoğunlaşır ve bitkiler su ve besin maddelerini bu aktif köklerle alırlar (Kacar ve Katkat, 2006). Başka bir ifadeyle bitki türüne, gelişme karakterine ve dikim mesafesine göre değişmekle birlikte bitkiler kök alanlarının belli bir kısmıyla su ve besin elementlerini alabilirler. Bu alan "Aktif Hayat Alanı" olarak tanımlanmıştır. Aktif hayat alanı özellikle çok yıllık bitkiler (meyve ağaçları gibi) için önem taşımaktadır. Tek yıllık bitkilerin köklerinin tün araziyi kapladığı kabul edilebilir.

Yukarıda belirtilen kriterler dışında da kuşkusuz besin elementlerinin alımını etkileyen faktörler mevcuttur. Ancak bu faktörlerin ölçümlenebilme güçlüğü veya oransal olarak belirtilen faktörlere göre çok daha az etkili olmaları nedeniyle dikkate alınmamışlardır.

2.1.2. Programın Hesaplama Algoritması

1. Aktif hayat alanının hesaplanması (AHA): Bitki türüne, gelişme karakterine ve dikim mesafesine göre değişen aktif hayat alanı;

$$AHA = Su^2 \times f_{ak}$$

Formülüyle hesaplanmaktadır. Burada;

AHA = Aktif hayat alanı

Su = Sıra üzeri mesafe

Fak = bitki özelliklerine göre değişen aktif kök oranıdır.

2. Toprakta mevcut besin elementi miktarının hesaplanması (TM): Toprakta mevcut besin elementi miktarı;

$$TM = (AHA \times \text{ÖD} \times Ha \times (f_E + (O_E - f_E) \times 0,25)) / 100$$

Formülünden faydalanılarak hesaplanmıştır. Burada;

TM = Toprakta mevcut besin elementi miktarı (kg)

AHA = Aktif hayat alanı (m²)

ÖD = Örnek alım derinliği (m)

Ha = Hacim ağırlığı (kg/m³)

fE = Analizde ölçülen element miktarı (ppm)

OE = Toprakta ortalama olarak bulunması gereken miktar (ppm)

Hesaplamalar meyve ağaçlarında her bir ağaç ölçeğinde, tek yıllık bitkiler için ise birim alan üzerinden yapılmaktadır. Formülde analiz ya da örnekleme sırasında oluşabilecek hataları

minimize etmek amacıyla okunan değerde belli bir oranda merkeze yaklaştırma uygulaması yapılmıştır.

3. Bitki ihtiyaçlarının hesaplanması (BI): Bitki ihtiyacı ppm olarak tanımlanmışsa bunun kg'a dönüştürülmesi gerekir. Bu işlem;

$$BI = (AHA \times \text{ÖD} \times Ha \times bi) / 100$$

Formülünden yararlanılarak gerçekleştirilir. Burada;

- BI = Bitkinin ihtiyaç besin miktarı (kg)
AHA = Aktif hayat alanı (m²)
ÖD = Örnek derinliği (m)
Ha = Hacim ağırlığı (kg/m³)
Bi = ppm olarak bitki besin elementi ihtiyacıdır.

4. Verilecek gübre miktarının hesaplanması (VG): Öncelikle ham olarak verilecek gübre miktarı;

$$VG_{\text{ham}} = BI - TM$$

Formülüyle hesaplanır. Burada;

VG_{ham}= Verilecek gübre miktarı (ham değer)

- BI = Bitki ihtiyacı (kg)
TM = Toprakta mevcut miktar (kg)

Ancak bu ham değerın besin elementlerinin alımında etkili olan faktörlere göre kalibre edilmesi gerekir. Bu faktörlerin toplamı;

$$FT = f_t + f_{pH} + f_{om} + f_k + f_{bt} + f_{bv} + f_{ba} + f_{by} + f_{sy}$$

Formülüyle bulunur. Burada;

- FT = Faktörler toplamı
f_t = Tekstür faktörü
f_{pH} = pH faktörü
f_{om} = Organik madde faktörü
f_k = Kireç faktörü
f_{bt} = Bitki türü faktörü
f_{bv} = Bitki verimi faktörü
f_{ba} = Bitki anaco faktörü
f_{by} = Bitki yaşı faktörü
f_{sy} = Sulama yöntemi faktörüdür.

Bu faktörlerin her birisinin belirlenmesinde çok sayıda alt faktör dikkate alınmış ve bu faktörlerin katsayıları her bir element için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen verilmesi gereken ham değerle hesaplanan faktörler toplamı çarpılarak etkili madde olarak verilmesi gereken gübre miktarı belirlenmektedir.

$$VG = VG_{\text{ham}} \times FT$$

5. Katyon dengesi ve iyon dengesi ayarlanarak verilecek ticari gübre miktarının hesaplanması: Program daha sonra bitkinin agronomik istekleri, verilecek gübrelerdeki iyon

dengesi (ID) ile toprak katyon dengesi (KD) dikkate alınarak verilecek ticari gübre miktarını hesaplar. Bu işlem her bir bitki için çok sayıda bilimsel çalışmadan faydalanılarak gerçekleştirilmiştir ve zamanla programa mevcut 70 bitki türüne ilave olarak yeni bitkiler eklenmektedir.

2.1.3. Yaprak Analizlerinin Değerlendirilmesi

Geliştirilen programda yaprak analizlerinin değerlendirilmesi Jones ve ark. (1991), Peterson ve Stevens (1994)'a göre yapılmıştır.

3. Sonuç

Yukarıda kısaca bilimsel dayanağı ve hesaplama algoritması verilen bu program 6 yılda geliştirilmiş ve önerilen miktarlar pratikte uygulanarak sonuçları yaprak analizleri ile test edilmiştir. Bu süreçte gerekli olduğunda kalibrasyonlar yapılmıştır. Uzun süre test edilen AKLab paket programı 2010 yılında Türk tarımının hizmetine sunulmuştur.

4. Kaynaklar

- Aktaş, M., M. Ateş, 1998. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları, Nedenleri ve Tanınmaları. Engin yayınevi, Ankara. 247 s
- Anonim, 2006. Fertilizing Apples. A Guide to Fertilizing Apple Trees. Spectrum Analytic Inc. Spectrum Analytic Inc. P.O. Box639 Washington Court House, OH 43160.
- Anonim, 2010. www.microsoft.com.
- Aydemir, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No:734, Erzurum. 247 s
- Burt, C., K. O'Connor, T. Ruehr, 1998. Fertigation. The Irrigation Training & Research Center. ISBN: 0-9643634-1-0. 320 s.
- Ergene, A., 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 635, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 289, Erzurum.
- Jones,J.R., Wolf, B., Mills, H.A., 1991, Plant Analysis Handbook. Micro macro publishing, Inc.
- Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş., 2006. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayınları. Yayın No:848. ISBN: 975-591-833-7. 563s.
- Kacar, B., Katkat, V., 2007. Bitki Besleme. Nobel Yayınları. ISBN:978-975-591-834-1. 559 s.
- Kopittke, P.M., Menzies, N.W., 2007., A Review of the Use of the Basic Cation Saturation Ratio and the "Ideal" Soil. SSSAJ. 71:2 p 259-265.
- Loch, D.S., 2005., Soil Nutrient Testing: How to Get Meaningful Results. Department of Primary Industries and Fisheries, Redlands Research Station. USA.
- Özbek, N., 1981. Meyve ağaçlarının Gübrenmesi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. 280 s.
- Özongun, Ş., 2009. Anaç-Çeşit denemesi sonuç raporu. (yayınlanmamış deneme sonuç raporu).Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü.
- Öztürk, G., 2009. Elma Sık dikim denemesi sonuç raporu (Yayınlanmamış proje sonuç raporu). Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü.
- Peterson, A.B., R.G. Stevens, 1994. Tree Fruit Nutrition. Published by Good Friut Grower, Yakima, Washington.
- Schachtschabel, P., Blume, H., Brümmer, G., Hartge,K.H., Schwertmann, U., 1999. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi yayınları No:73. 816s.
- Stiles, W.C., 1994. Phosphorus, Potassium, Magnesium and Sulfur Soil Management. Tree Fruit Nutrition. Published by Good Friut Grower, Yakima, Washington.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak Gübre araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın No:209 230 s.
- Westwood, M.N., 1993. Temparate Zone Pomology : Physiology and Culture. Timber Press, Inc. 9999 S.W. Wilshire, Suite 124, Portland, Oregon 97225.