

Toprak Değişkenliğinin Yere Özgü Amenajman ve Toprak Verimliliği Çalışmaları İçin Değerlendirilmesinde Faktör Analizinin Kullanılması¹

Sabit ERŞAHİN²M.R. KARAMAN²

Geliş Tarihi : 20.01.2000

Özet: Toprak değişkenliği, toprak amenajmanında göz önüne alınması gereken en önemli faktörlerden birisidir. Bu çalışma ile, Tokat-Kazova'da yer alan 8.5 ha genişliğindeki bir tarlanın üst (0-30 cm) ve alt (30-60 cm) topraklarındaki değişkenliğin belirlenmesinde faktör analizinin kullanılması amaçlanmıştır. Üst ve alt topraklar için ayrı ayrı yapılan faktör analizlerine toprakların kum, silt, kil, OM, bitkiye yararlı su ve CaCO₃ içerikleri ile KDK, pH, hacim ağırlığı ve bitkilerce alınabilir P değerleri dahil edilmiştir. Üst topraklarda dört faktöre yüklenen altı değişken (kum, silt, kil, CaCO₃, bitkiye yararlı su, alınabilir P) toplam değişkenliğin %94.94'nü tanımlarken, alt topraklarda yine dört faktöre yüklenen altı değişken (kum, silt, kil, CaCO₃, bitkiye yararlı su ve alınabilir P) toplam değişkenliğin %92.70'ni tanımlamıştır. Üst ve alt topraklara ilişkin faktör analizlerinin sonuçlarının benzer olması, faktör analizlerinde dikkate alınan toprak özelliklerinin dikey yönde fazla değişmediğini göstermektedir. Sonuçlar, faktör analizinin toprak değişkenliğinin belirlenmesinde başarıyla kullanılabileceğini, analize dahil edilen toprak özelliklerinden bitkiye yararlı su ve bitki tarafından alınabilir fosforun toprak amenajmanı ve toprak verimliliği açısından en önemli değişkenler olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Faktör analizi, toprak değişkenliği, toprak amenajmanı, toprak verimliliği

Use of Factor Analysis in the Assessment of Soil Variability for Site Specific Management and Soil Fertility Studies

Abstract: Soil variability is an important factor which should be considered in soil management. This study aimed to evaluate the use of factor analysis in the assessment of variability of topsoils (0-30 cm) and subsoils (30-60 cm) in a 8.5 ha field in the Kazova Plain of Tokat. Sand, silt, clay, plant available water, OM, plant available P, and CaCO₃ contents; and bulk density, CEC, and pH values of the soils were included by the factor analyses which were separately conducted for topsoils and subsoils. For topsoils, six of ten variables (sand, silt, clay, plant available water content, CaCO₃, and plant available P) loaded into four factors that accounted for 94.94% of the total variance in the population. For subsoils, six of ten variables (sand, silt, clay, plant available water, CaCO₃, and available P) loaded into four factors, accounting for 92.80% of total variance. The results from the factor analyses for topsoils and subsoils were similar, indicating that the change in the soil properties, considered in the factor analysis, with depth was not significant. The results revealed that factor analysis could be a useful tool to evaluate the soil variability for the management purpose. The results further revealed that, of the soil properties included by the factor analysis, available phosphorus content and plant available water content were the most important soil properties to be considered in the site-specific soil management and soil fertility studies in the study area.

Key Words: Factor analysis, soil variation, soil management, soil fertility

Giriş

Toprak özellikleri ve bu özelliklerin kontrol etmekte olduğu süreçlerin arazide zaman ve mekana bağlı olarak değiştiği uzun zamandır bilinmektedir. Mallants ve ark. (1996), toprak hidrolik özelliklerinin arazide mesafe ile önemli değişiklikler sergilediğini göstermişlerdir. Delcourt ve ark. (1996), 13 ha genişliğinde bir tarlada bitki besin elementlerinden fosforun %5, potasyumun ise %32 varyasyon katsayısına sahip olduğunu; kalsiyum ve magnezyum için bu değerlerin %100 olduğunu; potasyumun her 11 m ve magnezyumun ise 28 m de istatistiksel anlamda önemli değişiklikler sergilediğini belirtmişlerdir.

Aynı araştırmacılar, 5 ha genişliğinde diğer bir arazide ise pH'nın her 4 m ve alınabilir fosforun ise 18 m'de istatistiksel anlamda önemli değişiklikler sergilediğini bildirmişlerdir. Vierra ve ark. (1981), 160 x 55 m boyutlarındaki bir tarlada kararlı infiltrasyon hızı değerlerinin her 50 m'de bir değiştiğini (istatistiksel anlamda) bildirmişlerdir. Campbell (1978), toprağın kum içeriğinin tarlada her 30 m'de önemli düzeyde farklılıklar sergilediğini rapor etmiştir. Avustralya'da geniş alanlarda yürütülen bir faktör analizi çalışmasında, araştırma sahasından alınan toprak örneklerine ilişkin toplam 28

¹Bu araştırma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (TARP-1871).

²Gazi Osmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Tokat

toprak özelliğinden toprak neminin, mesafeye bağlı olarak en fazla değişkenlik sergileyen parametre olduğu bildirilmiştir (Norris, 1972).

Toprak özelliklerinin mesafe ile değişimi tarla boyunca verimin değişken olmasını sonuçlar. Ancak, bazı parametreler arazide önemli düzeyde değişkenlik gösterirken, diğer bazı parametrelerin değişkenliği önemli olmayabilir. Mesafe ile fazla değişkenlik gösteren toprak özelliklerinin tarla üzerinde verimin değişkenliği üzerine etkisinin de fazla olması beklenir. Ancak, arazide değişkenliği fazla ve aynı zamanda bitkisel üretim için de önemli parametrelerin belirlenmesi zordur (Blackmore, 1994; Earl ve ark., 1996). Toprak tekstürü, strüktürü; bilkiye yarayışlı su; topoğrafya; pH; toprağın azot, fosfor, potasyum ve iz element düzeyi; yabancı otlar; hastalık ve zararlılar bu parametreler arasında yer alabilir (Earl ve ark., 1996).

Diğer şartlar (hastalık ve zararlılar, yabancı otlar, çevre şartları, vb.) değişmez kabul edildiğinde, toprak tekstürü, strüktürü, derinliği; toprağın besin elementi statüsü; pH ve toprağın nem durumu bitkisel üretimde verimi belirleyen en önemli toprak parametreleridir (Earl ve ark., 1996). Alana-özü amenajman (site-specific management) uygulamalarında bütün bu parametrelerin aynı anda dikkate alınması mümkün olmayıp, verimin değişken olmasında en etkin rolü oynayan parametreler belirlenip, bu parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir (Blackmore, 1994).

Faktör analizi herhangi bir sistem içindeki birbirleriyle ilişkili tanımlayıcı özelliklerin belirli alt bileşenlere ayrılması, sayısal olarak değerlendirilmeleri ve yorumlanmalarına olanak sağlar (Donkin ve ark., 1991). Yöntem bunu yaparken, sistem içerisindeki varyasyon miktarı ve değişkenler arasındaki kovaryans ilişkisini kullanır. Bu yöntemle maksimum bilgi sağlayan başlıca değişkenler belirlenebilir (McNeal ve ark., 1985) ve elde edilen sonuçlar toprakların sınıflandırılması, amenajmanı ve verimlilik durumunun araştırılmasında yaygın olarak kullanılabilir (Donkin ve ark., 1991; Marranon-Sanches ve ark., 1996; Richardson ve Bigler, 1984).

Çalışma sahası toprakları oluşumları gereği kısa mesafelerde çok fazla farklılık gösterebilen allüvyal topraklardır (Typic Ustifluent). Allüvyal toprakların bu özelliği, bu toprakların tarla üzerinde mesafeye bağlı (spatial) değişkenliklerinin analizini zorlaştırmaktadır. Ancak, faktör analizi yardımıyla, birbirleriyle yakın ilişkili toprak özelliklerinin yüksek seviyede bilgi içeren alt gruplara ayrılarak, daha sonra bu gruplardan fazla değişkenliğe sahip olanlar üzerinde durulması ile tarla üzerinde mesafe ile fazla değişkenlik gösteren aynı zamanda toprak amenajmanı açısından önemli parametreler belirlenebilir. Bu çalışma ile, Tokat-Kazova'da yer alan 8,5 hektarlık bir tarlada toprak değişkenliğinin belirlenmesinde faktör analizinin uygulanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Tokat-Kazova bölgesinde yer alan (Tokat-Samsun yolu üzerinde, Tokat'a 25 km) 8,5 hektarlık bir tarlada yürütülmüştür. Araştırma sahası toprakları (Typic Ustifluent) düz (yaklaşık %1-2 eğimli) olup, araştırmanın yürütüldüğü 1998 yılında, tarlanın yaklaşık 3,5 ha'ında şeker pancarı ve geri kalan kısmında ise kışlık buğday yetiştirilmiştir. Araştırma alanında yıllık ortalama yağış 420 mm ve sıcaklık ise 12 °C dir.

Araştırma sahasında 8,5 ha arazi 25x25 m ızgaralara ayrılmış, daha sonra her ızgara üzerinden üst (0-30 cm) ve alt (30-60 cm) topraktan birer örnek olmak üzere 140 nokta örneklendirilmiştir (toplam 280 toprak örneği).

Toprak örneklerinin parçacık büyüklük dağılımı (tekstür) Bouyoucos Metoduna göre (Gee ve Boudier, 1986), organik madde içeriği Walkley-Black Metoduna göre (Jackson, 1956), kireç içerikleri esasları Hızalan ve Ark. (1956) tarafından belirlenen Scheibler Kalsimetresi ile, pH standart cam elektrot ile (1:2 w/v) (McLean, 1986), hacim ağırlığı ise silindir metoduna göre Blake ve Hartge, 1986) ve -0.033, -0.1 ve -1.5 MPa toprak suyu potansiyelindeki rutubet içerikleri laboratuvarında standart basınç plakaları ile (Klute, 1986) belirlenmiştir. Bu çalışmada, toprağın yarayışlı su içeriği 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak materyali ile belirlenmiş olup, toprak strüktür karakteristikleri için her hangi bir düzeltme yapılmamıştır (Ltaor ve ark., 1989).

Faktör analizine toprakların kum, silt, kil, hacim ağırlığı, yarayışlı su içeriği, OM, CaCO₃ içerikleri ile KDK, pH ve alınabilir P değerleri dahil edilmiştir. Araştırma sahası topraklarının potasyumca zengin olması nedeniyle K kapsamı ve dönemsel olarak çok fazla değişkenlik göstermesi nedeniyle N kapsamı faktör analizine dahil edilmemiştir. Faktör analizi (principal components) Statmost Paket Programı (Datamost, 1997) kullanılarak alt ve üst topraklar için ayrı ayrı olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir (Kleinbaum ve ark., 1988): İlk aşamada bütün değişkenleri kapsayan korelasyon matrisleri hesaplanmıştır. Bu aşamada öz değerler (eigenvalues; principal components) ve öz vektörler (eigenvektors) hesaplanmıştır. Üç ve üç'ün üzerindeki öz değerler analize dahil edilmiş, üç'ten daha düşük olan öz değerler, daha az varyasyon tanımlamaları nedeniyle, analize dahil edilmemiştir. İkinci aşamada maksimum-likelihood yöntemi (Norusis, 1988) ve scree modeli kullanılarak önemli faktörler belirlenmiştir. Faktör yüklenmesi 0.3 (işaret dikkate alınmaksızın) ve daha yüksek olan değişkenler önemli kabul edilmiştir. Bir değişken birden fazla faktöre yüklendiğinde analiz sonuçlarının yorumlanması güçleştiğinden, üçüncü aşamada, birden fazla faktöre yüklenen değişken sayısını azaltmak için varimax rotasyonu uygulanmıştır. Bu şekilde, analiz sonuçlarının yorumlanması biraz daha kolaylaştırılmıştır. Son aşamada ise faktörler tanımlanmıştır.

Bazı toprak örneklerine ilişkin analiz sonuçlarının kabul edilebilir sınırlar dışında kalması nedeniyle bu değerler faktör analizine dahil edilmemiştir (Kleinbaum ve ark., 1988). Analize dahil edilmemesi gereken uç değerlerin (outliers) belirlenmesinde traşlı ortalama (trimmed mean) yöntemi uygulanmıştır. Üst topraklarda traşlı ortalama %2, alt topraklarda ise %5 olarak alınmıştır (Ott, 1988).

Bulgular ve Tartışma

Toprak özellikleri

Araştırma sahasında alt ve üst toprakların bünyesi tınlıdır. KDK, üst topraklarda önemli derecede sağa yatık ve yayvan (tailed) bir dağılım sergilerken, alt topraklarda nispeten normale yakın bir dağılım sergilemektedir (Çizelge 1 ve 2). Bitkiye yararlı nem üst topraklarda hafif yayvan ve sağa yatık bir dağılım gösterirken, alt topraklarda orta düzeyde yayvan ve daha sağa yatık bir dağılım göstermektedir. pH ise hem üst hem de alt topraklarda sağa yatık ve yayvan bir dağılım sergilemiştir (Çizelge 1 ve 2).

Toprakların kil içerikleri derinlikle birlikte artmakta, kum içerikleri azalmakta, silt içerikleri ise fazla değişmemektedir. Toprakların organik madde içeriklerinin derinlikle birlikte önemli düzeyde azalmasına rağmen, KDK değerlerinde fazla bir azalmanın olmaması, büyük bir olasılıkla, kil içeriklerindeki artma ile ilgilidir. Benzer

şekilde, pH üst topraklarda alt topraklara göre biraz daha düşük çıkmıştır. Bu durumun, alt topraklarda organik madde içeriğinin daha düşük ve baz doygunluğunun daha yüksek olmasından ileri geldiği sanılmaktadır. Hacim ağırlığının alt topraklarda üst topraklara göre çok daha yüksek olması, alt topraklarda pulluk katmanının oluştuğuna işaret etmektedir. Bu çalışmada toprakların su tutuma değerleri 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak materyali ile belirlenmiştir. Dolayısıyla, toprakların su tutuma değerlerinin özgül yüzey alanlarının bir fonksiyonu olduğu varsayılmaktadır. Üst toprakların daha yüksek kum ve daha düşük kil içeriklerine rağmen, alt ve üst toprakların bitkiye yararlı nem içerikleri arasında fazla bir farkın olmaması, üst toprakların organik madde içeriklerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Veri setlerinin faktör analizleri

Üst topraklar

Üst toprakların faktör analizinde 10 toprak özelliği kullanılmıştır. Bu toprak özelliklerinden altısı dört faktör içerisinde gruplandırılmış ve populasyondaki toplam değişkenliğin %94.94' ünü tanımlamıştır (Çizelge 3).

Faktör 1'e değişkenler %silt ve kil yüklenmiştir. Faktör 1 *tekstür faktörü* olarak adlandırılmıştır ve populasyondaki toplam değişkenliğin %70.26'ini tanımlamıştır. Toprakların kil ve silt içerikleri arasında, beklendiği gibi, ters bir ilişki vardır (Çizelge 3).

Çizelge 1. Üst toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Toprak özelliği	Arit. ort.	Varyasyon katsayısı C.V. (%)	Basıklık	Yatıklık
Kum (%)	33,58	18,37	2,21	0,08
Silt (%)	41,95	12,50	2,10	-0,03
Kil (%)	24,57	10,16	3,79	-0,08
Hacim ağı. (Mg m ⁻³)	1,24	8,13	1,79	-0,09
Yararlı nem (cm ³ cm ⁻³)	12,24	25,10	3,74	0,51
KDK (mol _c kg ⁻¹)	0,42	28,07	8,71	1,67
CaCO ₃ (%)	14,50	16,93	2,80	-0,14
OM (%)	3,86	21,61	2,26	-0,16
pH	8,13	3,04	12,75	1,86
Alınabilir P (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	6,53	31,93	2,67	0,57

Çizelge 2. Alt toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Toprak özelliği	Arit. ort.	Varyasyon katsayısı C.V. (%)	Basıklık	Yatıklık
Kum (%)	21,05	32,28	5,52	0,31
Silt (%)	43,58	9,12	3,03	0,11
Kil (%)	35,68	14,34	3,11	0,42
Hacim ağı. (Mg m ⁻³)	1,33	9,30	3,44	0,95
Yararlı nem (cm ³ cm ⁻³)	11,60	27,74	5,42	0,68
KDK (mol _c kg ⁻¹)	0,38	35,41	3,24	-0,56
CaCO ₃ (%)	15,32	19,47	2,92	-0,51
OM (%)	1,47	59,72	2,79	0,47
pH	8,24	7,32	14,17	-3,24
Alınabilir P (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	7,08	35,80	1,96	0,12

Faktör 2'e bitkiye yararışlı su içeriği oldukça yüksek bir skorla yüklenmiştir. Faktör 2 populasyondaki toplam değişkenliğin %11,34'ünü tanımlamış ve *toprak suyu faktörü* olarak adlandırılmıştır (Çizelge 3).

Populasyondaki toplam değişkenliğin %8,85'ini tanımlayan Faktör 3'e toprakların %kum, silt ve kil içerikleri yüklenmiştir. Faktör 3, faktör 1'de olduğu gibi *toprak tekstürü faktörü* olarak adlandırılmıştır. Faktör 3'de toprakların kil içerikleri ile kum ve silt içerikleri arasında ters bir ilişkinin olduğu gözlenmektedir (Çizelge 3). Farklı faktörlere yüklenen aynı değişken sayısı arttıkça faktör analizinin sonucunun yorumlanması zorlaşır. Bu durumda faktör rotasyonu yapılması tavsiye edilir (Kleinbaum ve ark., 1988). Bu çalışmada da benzer bir durum ortaya çıkmış ve 1'den fazla faktöre yüklenen değişken sayısı fazla olduğundan faktör rotasyonu yapılmıştır. Bu çalışmada, faktör rotasyonu ile, farklı faktörlere yüklenen aynı değişken sayısı azaltılmış, ancak tamamen elemine edilememiştir. Benzer duruma literatürde sık sık rastlamak mümkündür. Örneğin, Donkin ve Fey (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, Faktör 1'e üst toprakların baz durumu ve asitlik parametreleri yüklenirken, Faktör 2'e tekrar baz durumu yüklenmiştir.

Faktör 4'e toprakların kireç içerikleri, kil içerikleri ve alınabilir P içerikleri yüklenmiştir. Faktör 4, populasyondaki toplam değişkenliğin %5,45'ini tanımlamış

ve *kimyasal faktör* olarak adlandırılmıştır. Faktör 4'de, toprakların kil içerikleri ile kireç içerikleri arasında doğrusal, alınabilir P içerikleri arasında ise ters bir ilişkinin olduğu gözlenmektedir (Çizelge 3).

Alt topraklar

Alt toprakların faktör analizinde ise yine toplam 10 toprak özelliği kullanılmış ve bu özelliklerden 6'si populasyondaki toplam değişkenliğin %92,70'ni tanımlayan 4 faktöre yüklenmiştir (Çizelge 4).

Faktör 1'e toprakların %kum ve kil içerikleri yüklenmiştir. *Tekstür faktörü* olarak adlandırılan faktör 1, populasyondaki toplam değişkenliğin %59,90'ni tanımlamıştır. Faktör 1'de, beklenildiği gibi, toprakların kum ve kil içerikleri arasında ters bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Populasyondaki toplam değişkenliğin %17,22'ni tanımlayan Faktör 2'e toprakların %silt ve kil içerikleri ile bitkiye yararışlı nem içerikleri yüklenmiştir. Faktör 2 *tekstür ve toprak suyu faktörü* olarak adlandırılmıştır. Faktör 2'de toprakların bitkiye yararışlı su içerikleri ile %silt içerikleri arasında negatif, kil içerikleri arasında ise pozitif bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Üst toprakların faktör analizi sonuçları.

Toprak özelliği	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4
Kum (%)	-	-	-0,33	-
Silt (%)	-0,75	-	-0,53	-
Kil (%)	0,61	-	0,75	-0,63
Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	-	-	-	-
Yararışlı nem (cm ³ cm ⁻³)	-	-0,99	-	-
KDK (mol kg ⁻¹)	-	-	-	-
CaCO ₃ (%)	-	-	-	-0,66
OM (%)	-	-	-	-
pH	-	-	-	-
Alınabilir P (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	-	-	-	0,4
Tanımlanan varyans, %	70,26	10,66	8,85	5,16
Birikimli varyans, %	70,26	80,99	89,78	94,94

Çizelge 4. Alt toprakların faktör analizi sonuçları.

Toprak özelliği	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4
Kum (%)	0,81	-	0,61	-
Silt (%)	-	0,69	-	-
Kil (%)	-0,51	-0,61	-	0,60
Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	-	-	-	-
Yararışlı nem (cm ³ cm ⁻³)	-	-0,33	-	0,42
KDK (mol _c kg ⁻¹)	-	-	-	-
CaCO ₃ (%)	-	-	-0,74	-
OM (%)	-	-	-	-
pH	-	-	-	-
Alınabilir P (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	-	-	-	-0,63
Tanımlanan varyans (%)	59,90	17,22	8,82	6,75
Birikimli varyans	59,90	77,12	85,95	92,70

Faktör 3'e toprakların kum içerikleri ve kireç içerikleri yüklenmiştir. Populasyondaki toplam değişkenliğin %8.82'ni tanımlayan Faktör 3 *kireç* faktörü olarak adlandırılmıştır. Faktör 3'de, alt toprakların kireç içerikleri ile kum içerikleri arasında negatif bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Faktör 4, populasyondaki toplam değişkenliğin %6.75'ini tanımlamıştır. Toprakların yarayışlı su, alınabilir P ve silt içeriklerinin yüklendiği Faktör 4, toprak suyu ve fosfor faktörü olarak adlandırılmıştır. Faktör 4, alt toprakların alınabilir P kapsamı ile bitkiye yarayışlı su ve silt içerikleri arasında ters bir ilişkinin olduğunu göstermektedir (Çizelge 4).

Gerek alt ve gerekse üst topraklarda, toprak fiziksel özelliklerinden toprak tekstürü, toprak hacim ağırlığı ve bitkiye yarayışlı su içeriği; toprak kimyasal özelliklerinden ise KDK, CaCO₃, OM, pH ve alınabilir P içerikleri faktör analizine dahil edilmiştir. Azotun zaman içerisinde çok fazla dalgalanma göstermesi nedeniyle, toprakların N içerikleri faktör analizine dahil edilmemiştir. Delcourt ve ark. (1996) Belçika'da 5 ve 13 ha genişliğinde iki tarlanın toprak değişkenliğini belirlemek amacıyla yürütmüş oldukları faktör analizine aynı nedenle toprakların N kapsamlarını dahil etmemişlerdir. Ayrıca, araştırmanın yürütüldüğü arazi topraklarının potasyumca zengin olması nedeniyle, toprakların K içerikleri analize dahil edilmemiştir.

Üst ve alt toprakların faktör analizlerinin sonuçları arasında fazla bir fark bulunmamıştır. Gerek alt ve gerek üst topraklarda, toprak tekstürü ve toprak tekstürü tarafından kontrol edilen bitkiye yarayışlı su içeriği en fazla değişkenlik gösteren toprak fiziksel özellikleri olurken; toprakların CaCO₃ ve alınabilir P içerikleri en fazla değişkenlik gösteren kimyasal toprak özelliklerdir.

Bilindiği gibi, toprakların rutubet tutma karakteristikleri ile tekstürleri arasında son derece yakın bir ilişki vardır. Araştırma sahası topraklarının bitkiye yarayışlı su içerikleri ile tekstür bileşenlerinin benzer şekilde değişkenlik sergilemeleri, bu olguyu doğrulamaktadır. Bu görünüşten hareketle, toprakların bitkiye yarayışlı rutubet içeriklerinin araştırma sahasında değişkenlik gösteren ve çiftçi tarafından kontrol edilebilen en önemli toprak fiziksel özelliği olduğu düşünülebilir. Benzer yorumlar Norris (1972) tarafından da yapılmıştır.

Faktör analizine dahil edilen ve toprak verimliliğinin önemli bir göstergesi olan alınabilir P içeriklerinin ise hem alt hem de üst topraklarda önemli düzeyde (istatistiksel anlamda) değişken olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, araştırma sahası alt ve üst topraklarının alınabilir P içeriklerinin alana-özümlü amenajman uygulamalarında mutlaka dikkate alınması gereken bir parametre olduğu anlaşılmaktadır.

Üst ve alt topraklara ilişkin faktör analizi sonuçlarının benzer olması, faktör analizine dahil edilen toprak özelliklerinin dikey yönde fazla değişmediğini göstermiştir.

Sonuç

Toprak değişkenliği, toprak amenajmanı ve verimlilik çalışmalarında dikkate alınması gereken önemli bir olgudur. Tokat-Kazova'da 8.5 ha genişliğinde bir tarlanın üst (0-30 cm) ve alt (30-60 cm) topraklarındaki değişkenliğin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, toprak değişkenliğinin değerlendirilmesinde faktör analizi uygulanmıştır. Sonuçlar, geniş bir kullanım alanı olan faktör analizinin, sadece toprakların sayısal sınıflandırılmasında değil, aynı zamanda, son yıllarda adını sıkça duyduğumuz alana-özümlü (site-specific) amenajman alanında da toprak değişkenliğinin belirlenmesi amacıyla da başarıyla kullanılabilirliğini ortaya koymuştur.

Üst ve alt topraklara ilişkin faktör analizleri sonuçlarından, her iki katmanda da değişkenlik gösteren en önemli toprak özelliklerinin, toprakların tekstür bileşenleri ve buna bağlı yarayışlı su içerikleri ile toprakların CaCO₃ ve alınabilir P içerikleri olduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla, araştırma sahasında uygulanacak bir alana-özümlü ve buna bağlı gübreleme planlamasında, faktör analizine dahil edilen toprak özelliklerinden, toprakların yarayışlı su içerikleri ve alınabilir P kapsamının dikkate alınması kaçınılmazdır.

Bu çalışma, faktör analizinin, alana-özümlü amenajmanında dikkate alınması gereken önemli toprak parametrelerinin belirlenmesinde kullanılmasına yönelik örnek bir çalışmadır. Dolayısıyla, burada sınırlı sayıda toprak özelliği kullanılarak faktör analizinin nasıl uygulanabileceği gösterilmiştir. Burada verilen yöntem takip edilerek, çalışma daha geniş alanlarda daha fazla sayıda toprak örneği ve bu örneklerle ilişkin daha fazla sayıda parametre ile yürütülebilir.

Kaynaklar

- Blackmore, S. 1994. Precision Farming: An introduction. Outlook on Agriculture, 23(4) 275-280.
- Blake, G. R. and K. H. Hartge, 1986. Bulk Density. Ed. A. Klute, Methods of Soil Analyses. Part 1, 2nd ed." s. 363-375.
- Campbell, J.B. 1978. Spatial variation of sand content and pH within single contiguous delineations of two soil mapping units. Soil Sci. Soc. Am. J., 42 460-464.
- Dataxiom Software Inc. 1997. User's guide. StatMost, 5th Ed. LA, CA USA.
- Delcourt, H., P.L. Darius, and J.D. Baerdemaeker, 1996. The spatial variability of topsoil fertility in two Belgian fields. Computers and Electronics in Agriculture, 14, 179-196.
- Donkin, M.J. and M.V. Fey, 1991. Factor analysis of familiar properties of some Natal Soils with potential for afforestation. Geoderma, 48 297-304.
- Earl, R., P.N. Wheeler, B.S. Blackmore and R.J. Godwin, 1996. Precision Farming - The management of variability. The Journal of Institution of Agricultural Engineers, 51(4) 18-23.

- Gee, G. W. and Boudier, J. W. 1986. Particle Size Analysis. "Ed. A. Klute, Methods of Soil Analysis, Part 1". s.825-844.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1956. Toprakta önemli kimyasal analizler. A. Ü. Ziraat. Fak. Yay. 278. Ankara Üniv. Basımevi. Ankara.
- Jackson, M. L. 1956. Soil analysis. Adv. Course. Fourth Print. Dept. of Soil Sci. Univ. of Wisconsin, Madison. WI.
- Kleinbaum, D. G., L. L. Kupper. and K. E. Muller, 1988. Variable Reduction and Factor Analysis. "Ed. M. Payne, Applied Regression Analysis and Other Multivariate Methods, Second ed." s. 595-641.
- Klute, A. 1986. Water Retention: Laboratory Methods. "Ed. A. Klute, Methods of Soil Analysis, Part 1"s.635-660.
- Litaor, M.G, Y. Dan and H. Koyumdjisky, 1989. Factor analysis of lithosequence in the Northeastern Samaria Steppe (Israel). Geoderma, 44: 1-5.
- Mallants, D., P.M. Binayak, J. Diederik and J. Feyen. 1996. Spatial variability of hydraulic properties in a multi-layered soil profile. Soil Science, 161 167-180.
- Marranon-Sanchez, M., R. Delgado, J. Parrage and G. Delgado, 1996. Multivariate analysis in the quantitative evaluation of soil for reforestration in the Sierra Nevada (Sothren Spain). Geoderma, 69 233-348.
- McLean, E.O. 1986. Soil pH and Lime Requirement. 'Ed. A. L. Page, Methods of Soil Analysis. Part 2 2nd ed.'" s. 199-224.
- McNeal, J.M., Severson, R.J. and Gough, L.P. 1985. The occurrence of extractable elements in soils from the Northren Great Plains. Soil Sci. Soc. Am. J., 49 871-881.
- Ott, L. 1988. An introduction to Statistical Methods and Data Analysis. PWS-KENT Publishing Company, Boston, USA.
- Norris, J.M. 1972. The application of multivariate analysis to soil studies. III. Soil variation. Journal of Soil Sci. 23 (1) 63-75.
- Norusis, M.J. 1986. Advanced Statistics SPSS/PC for the IBM PC/TX/AT. SPSS Inc., Chicago.
- Richardson, J.L. and R.J. Bigler, 1984. Principle component analysis of priare pothole soils in North Dakota. Soil. Sci. Soc. Am. J., Vol. 48:1350-1355.
- Vieira, S.R., D.R. Nielsen and J.W. Biggar, 1981. Spatial variability of field measured infiltration rate. Soil Sci. Soc. Am. J., 45 1040-1048.