

Entisol ve İnceptisol Topraklarda Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ile Belirlenmesi

Mustafa SAĞLAM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139,
Samsun
Sorumlu yazar: mustafa.saglam@omu.edu.tr

Geliş tarihi: 04.08.2013, Yayına kabul tarihi: 07.11.2013

Özet: Kanonik korelasyon analizi (KKA), iki değişken seti arasındaki genel korelasyonu incelemek için kullanılan çok değişkenli tekniklerin en genellerinden birisidir. Bu çalışmada, KKA kullanılarak Amasya Gökhöyük Tarım İşletmesindeki Entisol ve İnceptisol topraklarda fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Fiziksel değişken grubunda kum içeriği, silt içeriği, hacim ağırlığı, doymuş hidrolik iletkenlik, tarla kapasitesi ve daimi solma noktası gibi toprak fiziksel özellikleri incelenirken; kimyasal değişken grubunda pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, CaCO₃ içeriği, toplam azot, yarıyışlı fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum gibi toprak kimyasal özelliklerine yer verilmiştir. Hem Entisol hemde İnceptisol topraklarda elde edilen 6 farklı kanonik değişken çifti arasında hesaplanan kanonik korelasyonlardan ilk üçü önemli bulunmuştur (p<0.01). Entisol topraklar için istatistiksel olarak önemli en yüksek kanonik korelasyon katsayısı 0.978 olarak belirlenirken, İnceptisol topraklar için en yüksek kanonik korelasyon katsayısı da 0.957 olmuştur. KKA sonuçlarına göre, Entisol topraklar için kanonik değişkenlerin açıklayıcı gücüne en fazla katkıyı sağlayan özellikler sırasıyla doymuş hidrolik iletkenlik ve pH olurken, İnceptisol topraklarda kanonik değişkenlerin açıklayıcı gücüne en fazla katkıyı sırasıyla kum içeriği ve pH sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: Fiziksel özellikler, Kimyasal özellikler, Entisol, İnceptisol, Kanonik korelasyon analizi.

The Estimation with Canonical Correlation Analysis of Relationships between Physical and Chemical Properties in Entisol and Inceptisol Soils

Abstract: Canonical correlation analysis (CCA) is one of the most general of the multivariate techniques that is used to investigate the overall correlation between two sets of variables. In this study, the relationships between the physical and chemical properties in Entisol and Inceptisol soils in Amasya Gökhöyük State Farm using CCA have been investigated. While the physical variable group included soil physical properties such as sand content, silt content, bulk density, saturated hydraulic conductivity, field capacity and permanent wilting point, the chemical variable group included the chemical soil properties such as pH, electrical conductivity, organic matter, CaCO₃ content, total nitrogen, available phosphorus and exchangeable potassium. First three of estimated five different canonical correlation coefficients (CCC) between the pairs of canonical variables in both Entisol and Inceptisol soils were found significant. While the coefficient of highest canonical correlation which is significantly important for Entisol soils was determined as 0.978, the highest canonical correlation for Inceptisol soils was 0.957. According to CCA, while saturated hydraulic conductivity and pH had largest contribution for the explanatory capacity of canonical variables for Entisol soils, sand content and pH had largest contribution for the explanatory capacity of canonical variables for Inceptisol soils.

Key words: Physical properties, Chemical properties, Entisol, Inceptisol, Canonical correlation analysis.

Giriş

Bir çok araştırmada elde edilen verileri değerlendirmek amacıyla kullanılan tek değişkenli analiz yöntemi, örneklere ait yalnızca tek bir değişken ölçüldüğünde uygun kabul edilmektedir (Sena et al., 2002). Ancak genelde, bilimsel amaçlı çalışmalarda incelenen örnekler üzerinden birbirleri ile ilişkili (bağımlı) veya ilişkisiz (bağımsız), değişken olarak adlandırılan çok sayıda özelliğe ait veriler elde edilmektedir. Bu şekilde etkileri birbirlerinin içerisine girmiş ve değişkenleri ilişkili olan veri setlerinde, özellikle sonuçlarının kolay yorumlanabilir olmasından dolayı araştırmacılar tarafından tek değişkenli istatistiksel yaklaşımların kullanımının çok fazla tercih edilmesi, çoğu zaman değişkenler arasındaki gizli kalmış bilgilerin ortaya çıkartılmasına engel olmaktadır. Tek değişkenli yöntemlerin kısıtlayıcı varsayımlarının olması, yöntemin kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Bu kısıtlamaların en önemlisi, bir araştırmada birden fazla faktörün incelemeye konu olduğu durumlarda, faktörlerin ayrı ayrı etkisi araştırılırken, diğerlerinin ise deneysel olarak kontrol altında tutulmasıdır. Bunun içindir ki günümüzde bilimsel çalışmalarda karşılaşılan sorunların birçoğu, iki ya da daha fazla değişken arasında bir ilişkinin olup olmadığının araştırılması ile ilgilidir. Çünkü bir araştırmada ele alınan sonucu, çok sayıda değişken etkilemekte olup, bunlar çok sayıda birbiri ile ilişkili değişkenler olabilmektedir. Bu durumda, değişkenler arası ilişkinin analize dahil edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle son yıllarda araştırmaların sağlıklı ve güvenilir olması açısından iki veya daha fazla değişken kümesi arasındaki ilişkilerin ortaya konulmasında çok değişkenli analiz teknikleri ön plana çıkmaya başlamıştır (Çankaya, 2005).

Toprak özellikleri, doğal ekosistemlerdeki toprak oluşum faktörlerinin yarattığı değişkenliklerin yanısıra, özellikle de tarımsal ekosistemlerde yönetim uygulamalarına ve arazi kullanımına bağlı olarak önemli zamansal ve konumsal değişkenlikler gösterirler. Bu nedenle bütün toprak ekosistemlerinde, toprakların daha iyi

anlaşılabilmesi amacıyla toprak özellikleri için değişkenlik kaynağı olabilecek çeşitli özelliklere ait veriler sistematik olarak toplanır ve değerlendirilir. Özellikle zamansal ve konumsal değişimlere yönelik sonuçların değerlendirilmesinde, günümüz teknolojileri ile birlikte hızlı ilerlemeler gösteren coğrafi bilgi sistemleri (CBS), uzaktan algılama (UA) ve jeostatistik gibi farklı metodolojilere sahip yöntemler yoğun şekilde kullanılmaktadır. Buna karşın bilgiyi, iyi özetlenmiş sonuçlarla birlikte aktaran ve çok sayıda değişkenin eş zamanlı olarak analizine imkan veren çok değişkenli istatistiksel yöntemler de, birden fazla sayıdaki toprak özelliği arasındaki etkileşimlerin değerlendirilmesinde veya bu özelliklerin diğer özellikler üzerindeki etkilerinin ortaya konulmasında, yoğun olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda temel bileşenler analizi (PCA), kümeleme analizi ve kanonik korelasyon analizi (CCA) gibi çok değişkenli istatistiksel yaklaşımlar kullanılarak toprak verilerinin değerlendirildiği çalışmalara literatürde de sıklıkla rastlanmaktadır (Wander and Bollero, 1999; Grayston et al., 2004; Bossio et al., 2005; Allison et al., 2007; Cookson et al., 2007; Zhang et al., 2006; Banning and Murphy, 2008; Sanchez-Moreno et al., 2008).

Xian-Li et al., (2008) Çin'in kurak bir vadisinde kanonik korelasyon (CCA) ve çoklu doğrusal regresyon analizi yöntemini kullanarak vejetasyon, toprak ve topoğrafya arasındaki ilişkileri araştırdıkları çalışma sonuçlarında, çalışma alanındaki bitki çeşitliliğinin temel olarak toprağın su içeriğiyle ilişkili olduğunu ve toprağın su içeriğinin de esas olarak toprak tekstürü ve kil içeriği tarafından belirlendiğini ifade etmişlerdir. Ekanade ve Orimoogunje (2012)'de iki yıl süre ile orman, nadas ve kakao yetiştiriciliği yapılan alanlardaki bitki topluluklarının vejetasyon karakteristikleri ile toprak arasındaki çok değişkenli ilişkileri araştırmışlardır. Orman için elde edilen sonuçlar, vejetasyon değişkenlerinin kanonik değişkeninin toprak faktörleri tarafından yaratılan değişkenliğin % 31'ini, toprak değişkenlerinin de benzer şekilde

vejetasyon değişkenlerinden kaynaklanan değişkenliğin % 31'ini açıkladığını bildirmişlerdir. Ayrıca nadas toprağı ve vejetasyon için elde edilen birinci ve ikinci kanonik değişkenlere ait kanonik korelasyon sonuçları sırasıyla 0.91 ve 0.61 iken, kakao için birinci ve ikinci kanonik değişkenlere ait korelasyon analizi sonuçlarının sırasıyla 0.68 ve 0.51 olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışma sonucunda, basit ilişkilerin orman ve nadas alanlarındaki toprak ve vejetasyon özellikleri arasında gözlemlendiğini, kompleks ilişkilerin ise kakao bitki topluluğunda görüldüğünü bildirmişlerdir.

Bu çalışmadaki veri setinin değerlendirilmesinde yöntem olarak seçilen kanonik korelasyon analizi, iki bağımlı değişken seti arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla 1935 tarihinde Hotelling tarafından geliştirilmiştir. Normalde kanonik korelasyon analizi, nedenselliğin bir göstergesi değildir (Khattree and Naik, 2000). Yani iki değişken setinin bağımlı ve bağımsız değişken seti gibi bir ayrıma tabi tutulması zorunlu değildir (Sharma, 1996), ancak kanonik değişken çiftleri ortak bir konumsal yapıya sahiplerse, kanonik korelasyon bu değişken grupları arasındaki konumsal ilişkiyi kanıtlamaktadır (Johnson et al., 2002; Wu et al., 2002). Çoklu regresyon analizinin bir uzantsı olan bu yöntem, en az iki değişken kümesine ayrılan veri kümeleri arasındaki kovaryans matrisi üzerinden hesaplanan öz değerleri dikkate alarak boyut indirgeme yapmaktadır. Bu yönüyle çoklu regresyondan ayrılan kanonik korelasyon analizinde, "p" sayıdaki bağımlı değişken ile "q" sayıdaki bağımsız değişken arasındaki ilişkinin açıklaması yapılır (Destan ve Yurtseven, 2012). Amasya ili sınırları içerisinde yer alan Gökhöyük Tarım İşletmesi arazilerindeki Entisol (fluventic haplustept, vertic ustifluent, aquic ustifluent) ve İnceptisol (typic ustifluent) ordosuna ait topraklarda yürütülen bu çalışmada, kanonik korelasyon analiz yöntemi ile Entisol ve İnceptisol ordosuna ait toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda, bağımlı değişken kabul edilen kimyasal özelliklerin iyileştirilmesinde etkin

olabilecek fiziksel özelliklerin belirlenerek, işletme arazilerinde sürdürülebilir tarımsal üretime yönelik yönetim planlamalarının belirlenebilmesine katkı sunulması hedeflenmektedir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada kullanılan veriler Amasya ili sınırları içerisinde 35° 37' 42.18"-35° 42' 12.68" doğu boylamları ve 40° 31' 50.44"-40° 34' 57.14" kuzey enlemleri arasında yer alan Gökhöyük Tarım işletmesi arazilerinden elde edilmiştir. Amasya-Çorum karayolunun güneyinde yer alan yaklaşık 1 750 ha'lık bir alanı kaplayan çalışma alanı arazileri, yüksek arazilerden erozyonla taşınarak bunların eteklerinde depolanan sedimentler üzerinde oluşmuş İnceptisol toprakları ve arazinin güneybatı yönünden güneydoğu yönüne akan Çekerek çayı tarafından taşıyıp biriktirilen sedimentler üzerinde oluşmuş Entisol toprakları içermektedir (Anonim, 1984). Çalışma alanının yıllık ortalama yağışı 437 mm, ortalama sıcaklığı 13.5 °C'dir. Soil Survey Staff (1999)'a göre, çalışma alanının sıcaklık rejimi ustic, nem rejimi ise mesic'tir. Sulu ve kuru tarım uygulamalarının birlikte uygulandığı işletmede buğday başta olmak üzere ayçiçeğı, fiğ, yonca, mısır, nohut, soğan ve şeker pancarı yetiştiriciliğı yapılmaktadır.

Çalışmada, 0-30 cm derinlikten 64 adeti İnceptisol ve 197 adeti ise Entisol topraklardan alınan toplam 261 adet toprak örneğı kullanılmış ve bu toprak örneklerinde tekstür (Bouyoucous, 1951), hacim ağırlığı (Blake and Hartge, 1986), doymuş hidrolik iletkenlik (Klute and Dirksen, 1986), tarla kapasitesi (Klute, 1986), daimi solma noktası (Klute, 1986), pH (Hendershot et al., 1993), elektriksel iletkenlik (Rhoades, 1986), organik madde (Jackson, 1958), toplam azot (Bremner and Mulvaley, 1982), yarayışlı fosfor (Olsen et al., 1954), ekstrakte edilebilir potasyum (Jackson, 1958) ve CaCO₃ (Allison and Moodie, 1965) analizleri yapılmıştır. Toprakların silt içeriğı, kum içeriğı, hacim ağırlığı, doymuş hidrolik iletkenlik, tarla kapasitesi ve daimi solma noktası özelliklerini içeren fiziksel

özellikler birinci değişken grubunu (X değişken kümesini); pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, toplam azot, yarıyışlı fosfor, ekstrakte edilebilir potasyum ve CaCO₃ özelliklerini içeren kimyasal özellikler ise diğer değişken grubunu (Y değişken kümesini) oluşturmaktadır.

Yöntem

İki ve daha fazla değişken içeren iki değişken seti (X₁, X₂,...,X_p; Y₁, Y₂,..., Y_p) arasındaki ilişkiyi doğrusal değişkenler aracılığı ile değerlendiren kanonik korelasyon analizinde, verilerin çok değişkenli normal dağılım göstermesi, ele alınan özellikler arasında çoklu bağlantı (multicolinearity) olmaması ve güvenilirlik bakımından örnek genişliğinin mümkün olduğunca büyük olması (değişken sayısının 5 katı kadar) gerekir. Ayrıca aykırı değerlerin, değişkenler arası korelasyonu olumsuz etkileyeceğinden analiz öncesi bu değerlerin ayıklanması önerilirken (Çankaya, 2005; Çankaya ve ark., 2009), değişkenlerin birimsel farklılıklarından kaynaklanan hataların ortadan kaldırılması amacıyla da veri setinin standartlaştırılması gerekmektedir.

Değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarından oluşan yeni değişkenlere kanonik değişkenler adı verilir. İlk setteki değişkenler X₁, X₂,...,X_p ve ikinci setteki değişkenler Y₁, Y₂,...,Y_q olarak belirtilirse bunların doğrusal kombinasyonları;

$$Z=U_1X_1+U_2X_2+\dots+U_pX_p \quad (1)$$

$$W = V_1Y_1+V_2Y_2+\dots+V_qY_q \quad (2)$$

şeklinde (Koşkan ve ark., 2011).

Katsayıların matrisleri $U = [U_1, U_2, \dots, U_p]$ ve $V = [V_1, V_2, \dots, V_q]$ olarak belirtildiğinde, iki doğrusal kombinasyonu arasında en büyük kombinasyon olarak U ve V'nin bir fonksiyonu olarak r_{zw} ifade edilir (Koşkan ve ark. 2011).

$$r_{zw} = \frac{u' \sum 12v}{\sqrt{(u' \sum 11u)(v' \sum 22v)}} \quad (3)$$

Analiz sonucu elde edilen katsayıların hangilerinin önemli olup olmadığını;

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_m$$

$$H_1: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \rho_3 \neq \dots \neq \rho_m$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

hipotezleri kurulduktan sonra yaygın olarak kullanılan χ^2 yada F testlerinden biriyle test edilir. Bu testlerden χ^2 testi Bartlett tarafından (1941) önerilen test yöntemidir. Bu testte χ^2 istatistiği;

$$\chi^2 = -[n - 0.5(p+q+1)] \ln \Lambda \quad (4)$$

eşitliği ile hesaplanır. Bu eşitlikte n; gözlem sayısı, p; birinci setteki değişken sayısı, q; ikinci setteki değişken sayısı, Λ ise;

$$(1 - R_{m1}^2) * (1 - R_{m2}^2) * \dots * (1 - R_{mn}^2)$$

olarak hesaplanır. Buradan hesaplanan χ^2 istatistiği p*q serbestlik dereceli χ^2 çizelge değeriyle karşılaştırılır (Koşkan ve ark. 2011).

Çalışmadaki bütün istatistiksel analizler SPSS 17.0 ve SAS 9.0 istatistik programlarında yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada Entisol ve İnceptisol topraklara ait 13 adet fiziksel ve kimyasal toprak özelliği kononik korelasyon analizi için değişken olarak kullanılmış ve bunlara ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. Kanonik korelasyon analizinin ön şartlarının sağlanması amacıyla değişkenler arasında öncelikle çoklu bağlantı ilişkisi araştırılmıştır. VIF (variance inflation factor) değerlerine göre diğer fiziksel ve kimyasal toprak özellikleriyle çoklu bağlantı (multicolinearty) ilişkisi tespit edilen kil içeriği, veri setinden değişken olarak çıkarılmıştır. Brauner and Shacham (1998), VIF değerlerinin 1 ile 10 arasında olması durumunda değişkenler arasında çoklu bağlantının olmadığını belirtmektedir. Yine kanonik korelasyon analizinin bir diğer ön koşulu olarak, fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin çok

değişkenli normal dağılımlarının sağlanması amacıyla X değişken kümesindeki tarla kapasitesi ve daimi solma noktası ile Y değişken kümesindeki pH dışındaki fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin tümünün ya Entisol topraktaki ya İnceptisol topraktaki yada her iki topraktaki veri setlerinin ikisine birden karekök veya logaritma dönüşümleri uygulanmıştır (Çizelge 1). Çizelgedeki fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerine ait çarpıklık katsayıları incelendiğinde, normal dağılımdan uzak dağılıma sahip tüm toprak özelliklerin pozitif çarpıklığa sahip olduğu görülmektedir. Bu durum çarpıklığa neden olan aşırı uç değerlerin ortalamasının üzerinde değerler aldığını göstermektedir. Yapılan birçok çalışmada parsel ve tarla ölçeğinde toprak özelliklerinin genellikle normal

dağılım göstermediği bildirilirken, Young et al. (1999) aluviyal bir alanda yaptıkları çalışmada araştırdıkları 12 toprak özelliğinin tamamının normal dağılım göstermediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki çarpıklık katsayılarına ait değerler, araştırmacılar tarafından belirtilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Kononik korelasyon analizinde elde edilen sonuçlara güvenilirlik bakımından hem Entisol (n= 197) hem de İnceptisol (n= 64) topraklar için yeterli sayıda örnek kullanılmış ve ayrıca eksik veriler de analize dahil edilmemiştir. Kanonik korelasyon analizinde sonuçların güvenilirliği açısından örnek sayısının değişken sayısının 5 katı olmasının yeterli kabul edildiğini belirtmektedir (Keskin ve ark. 2005).

Çizelge 1. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ait tanımlayıcı istatistikleri

Table 1. The descriptive statistics of physical and chemical properties

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler <i>Physical and Chemical Properties</i>	Ortalama <i>Mean</i>		Standart Sapma <i>Standard Deviation</i>		Çarpıklık <i>Skewness</i>		Basıklık <i>Kurtosis</i>	
	Entisol	İnceptisol	Entisol	İnceptisol	Entisol	İnceptisol	Entisol	İnceptisol
	X değişken seti <i>X variable set</i>							
Si (%)	35.90	29.00	10.12	4.25	0.49 ^a	0.32	-0.63	-0.26
S (%)	14.92	21.94	8.62	7.36	0.72 ^a	2.40 ^b	0.29	11.74
HA (g cm ⁻³)	1.31	1.25	0.11	0.10	0.54 ^a	0.28	2.21	-0.27
DHİ (cm h ⁻¹)	3.44	0.37	7.65	0.80	3.33 ^b	3.56 ^b	10.90	14.48
TK (%)	31.93	32.02	4.95	2.30	0.01	0.29	-0.80	-0.56
DSN (%)	25.03	25.53	5.23	1.71	0.02	-0.46	-0.81	0.31
	Y değişken seti <i>Y variable set</i>							
pH	7.87	7.92	0.24	0.11	-0.18	-0.30	-0.28	1.87
EC (dS m ⁻¹)	0.37	0.23	0.09	0.05	1.03 ^b	0.97 ^b	2.52	1.20
OM (%)	2.29	1.71	0.56	0.29	0.96 ^b	0.35	1.46	-0.07
TN (%)	0.15	0.10	0.05	0.02	0.55 ^a	0.58 ^b	0.68	-0.22
YP (mg m ⁻¹)	16.98	9.34	21.03	4.23	3.02 ^b	1.27 ^b	9.77	2.99
Ek. K (cmol kg ⁻¹)	1.07	1.82	1.11	0.75	4.78 ^b	0.15	32.61	0.30
CaCO ₃ (%)	13.21	16.10	1.78	4.24	0.49 ^a	0.77 ^b	4.19	-0.62

Si: silt; S: kum; HA: hacim ağırlığı; DHİ: doymuş hidrolik iletkenlik; TK: tarla kapasitesi; DSN: daimi solma noktası; EC: elektriksel iletkenlik; OM: organik madde; TN: toplam azot; YP: yararlanılabilir fosfor; Ek. K: ekstrakte edilebilir potasyum; ^a: karekök dönüşümü; ^b: logaritma dönüşümü.

Si: silt; S: sand; HA: bulk density; DHI: saturated hydraulic conductivity; TK: field capacity; DSN: permanent wilting point; EC: electrical conductivity; OM: organic matter; TN: total nitrogen; YP: available phosphorus; Ek. K: extractable potassium; ^a: square root transformation; ^b: logarithm transformation.

Kanonik korelasyon analizinde değişken olarak kullanılan fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki korelasyonlar incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’de Entisol topraklara ait korelasyon ilişkileri incelendiğinde en yüksek korelasyon ilişkisi tarla kapasitesi ile daimi solma noktası arasında (0.88; $p<0.01$), en düşük ise tarla kapasitesi ile CaCO_3 içeriği (0.13, $p<0.05$) ve kum içeriği ile toplam azot arasında (-0.13, $p<0.05$) tahmin

edilmiştir. İnceptisol topraklara ait korelasyon ilişkileri incelendiğinde, en yüksek korelasyon ilişkisinin hacim ağırlığı ile daimi solma noktası arasında (-0.56; $p<0.01$), en düşük korelasyon ilişkisinin ise silt içeriği ile tarla kapasitesi arasında (-0.26, $p<0.05$), silt içeriği ile pH arasında (-0.26, $p<0.05$) ve daimi solma noktası ile ekstrekte edilebilir potasyum içeriği arasında (0.26, $p<0.05$) tahmin edildiği görülmektedir.

Çizelge 2. Fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki korelasyon ilişkileri

Table 2. The correlation relationships between physical and chemical properties

	S	Si	HA	DHİ	TK	DSN	pH	EC	OM	CaCO_3	TN	YP
Entisol												
Si	0.40**											
HA	0.52**	0.33**										
DHİ	-0.06	0.13	-0.10									
TK	-0.73**	-0.74**	-0.60**	-0.08								
DSN	-0.84**	-0.67**	-0.61**	-0.02	0.88**							
pH	-0.32**	-0.22**	-0.18**	0.09	0.32**	0.38**						
EC	-0.11	0.10	-0.01	-0.03	0.10	0.10	-0.10					
OM	-0.12	-0.11	-0.21**	0.11	0.25**	0.21**	0.06	0.23**				
CaCO_3	-0.08	-0.11	-0.07	-0.12	0.13*	0.18**	0.20**	-0.06	-0.09			
TN	-0.13*	-0.24**	-0.05	-0.02	0.31**	0.27**	-0.02	0.25**	0.49**	-0.06		
YP	-0.02	0.10	-0.13	-0.13	0.02	-0.00	0.02	0.06	0.04	0.04	0.04	0.03
Ek. K	-0.17*	-0.09	-0.32**	-0.12	0.26**	0.28**	0.20**	0.12	0.06	0.15*	-0.10	0.58**
İnceptisol												
Si	-0.36**											
HA	0.19	0.21										
DHİ	-0.28**	-0.12	-0.36**									
TK	-0.33**	-0.26*	-0.45**	0.18								
DSN	-0.18	-0.35*	-0.56**	0.20	0.53**							
pH	0.21	-0.26*	0.04	-0.07	0.16	-0.01						
EC	-0.19	0.07	0.13	0.21	-0.04	-0.19	0.06					
OM	-0.02	0.55**	0.34**	-0.09	-0.42**	-0.44**	-0.21	0.21				
CaCO_3	-0.51**	0.34**	0.20	0.15	-0.17	-0.36**	-0.29*	0.34**	0.44**			
TN	-0.34**	0.52**	-0.00	-0.08	-0.12	-0.27*	0.00	-0.15	0.12	0.23*		
YP	-0.27*	0.29*	0.13	0.16	-0.19	-0.08	-0.39**	0.33**	0.27*	0.41**	0.04	
Ek. K	0.12	0.13	-0.10	-0.35**	-0.21	0.26*	-0.22	-0.27*	0.13	-0.19	0.04	0.05

S: kum; Si: silt; HA: hacim ağırlığı; DHİ: doymuş hidrolik iletkenlik; TK: tarla kapasitesi; DSN: daimi solma noktası; EC: elektriksel iletkenlik; OM: organik madde; TN: toplam azot; YP: yarayırlı fosfor; Ek. K: ekstrekte edilebilir potasyum; **: $p<0.01$; *: $p<0.05$.

S: sand; Si: silt; HA: bulk density; DHI: saturated hydraulic conductivity; TK: field capacity; DSN: permanent wilting point; EC: electrical conductivity; OM: organic matter; TN: total nitrogen; YP: available phosphorus; Ek. K. extractable potassium; **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$.

Çalışmada X değişken setinde 6, Y değişken setinde ise 7 değişken olduğundan 6 adet kanonik korelasyon çifti elde edilmiş ve hesaplanan kanonik korelasyon sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3’de hem Entisol hem de İnceptisol topraklara ait kanonik korelasyon analizi sonuçları

incelendiğinde, tahmin edilen kanonik korelasyon katsayılarından ilk üç kanonik değişken çifti arasından tahmin edilen ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bu sonuçlara göre, ilk kanonik değişken çiftleri arasındaki kanonik korelasyon ve bu değişken çiftleri arasındaki

ilişki yapısı dikkate alınarak, fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkinin yapısı ortaya konulmak istendiğinde, Entisol topraklar için % 95.6 oranında, İnceptisol topraklarda ise % 91.6 oranında gerçeğe yakın değerlendirmeler yapılabilmektedir.

Çizelge 3. Kanonik korelasyon katsayıları ile ilgili test sonuçları

Table 3. The test results concerning the coefficients of canonical correlation

Kanonik Değişken Çiftleri <i>Pairs of Canonical Variable</i>	Kanonik Korelasyon Katsayısı, R <i>Canonical Correlation Coefficient, R</i>	Kanonik R ² Değeri <i>Canonical R² value</i>	Özdeğer <i>Eigenvalues</i>	Serbestlik Derecesi <i>Degrees of Freedom</i>	Likelihood Ratio <i>Likelihood Ratio</i>	P Değeri <i>P Value</i>
Entisol						
U ₁ V ₁	0.978	0.957	22.348	42	0.029	<0.00***
U ₂ V ₂	0.416	0.173	0.209	30	0.671	<0.00***
U ₃ V ₃	0.319	0.102	0.113	20	0.811	<0.01**
U ₄ V ₄	0.238	0.057	0.060	12	0.902	0.078
U ₅ V ₅	0.201	0.040	0.042	6	0.956	0.207
U ₆ V ₆	0.061	0.004	0.004	2	0.996	0.707
İnceptisol						
U ₁ V ₁	0.957	0.915	10.792	42	0.010	<0.00***
U ₂ V ₂	0.844	0.712	2.476	30	0.118	<0.00***
U ₃ V ₃	0.636	0.404	0.678	20	0.411	<0.00***
U ₄ V ₄	0.435	0.190	0.234	12	0.690	0.054
U ₅ V ₅	0.334	0.112	0.126	6	0.851	0.171
U ₆ V ₆	0.205	0.042	0.044	2	0.958	0.299

***: p<0.001; **: p<0.01.

Çalışmada hem Entisol hem de İnceptisol topraklar için fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkinin yapısını ortaya koymak için kullanılabilir, istatistiksel olarak anlamlı bulunan ilk üç kanonik değişken çiftine ait anlamlı standardize edilmiş kanonik katsayılar Çizelge 4’de verilmiştir.

Standardize edilmiş kanonik değişken katsayıları, orjinal değişkende meydana gelen 1 standart sapmalık artışa karşılık, kanonik değişkende standart sapma cinsinden meydana gelen değişim miktarını

göstermektedir. Diğer bir ifadeyle bu katsayılar, bir setteki kanonik değişkenin oluşmasında, o sette yer alan orjinal değişkenlerin etki miktarlarını (katkılarını) gösteren katsayılardır (Keskin ve ark., 2005).

Çizelge 4’de verilen kanonik katsayılar kullanılarak maksimum ilişkinin tahmin edildiği birinci kanonik değişken çiftine (U₁ ve V₁) ait eşitlik Entisol (Eşitlik 1) ve İnceptisol (Eşitlik 2) topraklar için şu şekilde yazılır;

Eşitlik (1)

$$U_1 = 0.028 (\text{Kum}) + 0.072 (\text{Silt}) - 0.014 (\text{HA}) - 0.922 (\text{DHİ}) - 0.004 (\text{TK}) + 0.156 (\text{DSN})$$

$$V_1 = 1.027 (\text{pH}) + 0.050 (\text{EC}) - 0.011 (\text{OM}) - 0.001 (\text{CaCO}_3) + 0.051 (\text{TN}) - 0.013 (\text{YP}) - 0.035 (\text{Ek. K})$$

Eşitlik (2)

$$U_1 = 0.621 (\text{Kum}) + 0.002 (\text{Silt}) + 0.003 (\text{HA}) - 0.060 (\text{DHİ}) - 0.045 (\text{TK}) + 0.560 (\text{DSN})$$

$$V_1 = 0.910 (\text{pH}) + 0.076 (\text{EC}) - 0.251 (\text{OM}) + 0.037 (\text{CaCO}_3) - 0.121 (\text{TN}) + 0.131 (\text{YP}) + 0.167 (\text{Ek. K})$$

Entisol topraklar için U₁ ve V₁ kanonik değişken çiftinin katsayıları işaretler dikkate alınmaksızın incelendiğinde, fiziksel toprak özelliklerinden doymuş hidrolik iletkenliğe,

kimyasal özelliklerden ise pH’ya ait değişkenlerin kanonik değişkenlerin oluşmasındaki katkılarının en yüksek olduğu görülmektedir. Yine Entisol topraklarda

fiziksel özelliklerden daimi solma noktası ve silt içeriği ile kimyasal özelliklerden elektriksel iletkenlik ve toplam azot, kanonik değişkenlerin oluşmasındaki katkıları yüksek olan diğer değişkenlerdir. İnceptisol topraklarda ise, fiziksel özelliklerden kum içeriği, kimyasal

özelliklerden de pH, kanonik değişkenlerin oluşmasında katkıları en yüksek olan değişkenler olmuştur. Ayrıca fiziksel özelliklerden daimi solma noktası ve doymuş hidrolik iletkenlik, kimyasal özelliklerden de organik madde, ekstrakte edilebilir potasyum, yarayışlı fosfor ve

Çizelge 4. Kanonik değişken çiftlerine ait standardize edilmiş kanonik katsayılar

Table 4. The standardized canonical coefficients belonging to the pairs of canonical variable

Entisol								
X Değişken Kümesi X Variable Set				Y Değişken Kümesi Y Variable Set				
	U ₁	U ₂	U ₃		V ₁	V ₂	V ₃	
S	0.028	0.513	1.561	pH	1.027	0.470	0.080	
Si	0.072	1.439	0.569	EC	0.050	1.029	-1.723	
HA	-0.014	0.357	-0.733	OM	-0.011	-0.016	0.308	
DHİ	-0.922	0.272	0.849	CaCO ₃	-0.001	0.702	-0.123	
TK	-0.004	1.128	0.081	TN	0.051	0.471	0.502	
DSN	0.156	0.108	1.587	YP	-0.013	-0.139	0.007	
				Ek. K	-0.035	-1.174	1.241	

İnceptisol								
X Değişken Kümesi X Variable Set				Y Değişken Kümesi Y Variable Set				
	U ₁	U ₂	U ₃		V ₁	V ₂	V ₃	
S	0.621	-0.952	0.515	pH	0.910	0.540	0.943	
Si	0.002	0.033	0.322	EC	0.076	1.215	-0.641	
HA	0.003	0.012	0.690	OM	-0.251	-0.525	0.825	
DHİ	-0.060	-0.069	0.531	CaCO ₃	0.037	0.038	0.120	
TK	-0.045	-0.247	-0.618	TN	-0.121	0.464	-0.280	
DSN	0.560	1.196	0.290	YP	0.131	-0.018	1.419	
				Ek. K	0.167	0.345	-0.179	

S: kum; Si: silt; HA: hacim ağırlığı; DHİ: doymuş hidrolik iletkenlik; TK: tarla kapasitesi; DSN: daimi solma noktası; EC: elektriksel iletkenlik; OM: organik madde; TN: toplam azot; YP: yarayışlı fosfor; Ek. K: ekstrakte edilebilir potasyum.

S: Sand; Si: silt; HA: bulk density; DHI: saturated hydraulic conductivity; TK: field capacity; DSN: permanent wilting point; EC: electrical conductivity, OM: organic matter, TN: total nitrogen; YP: available phosphorus; Ek. K: potassium extractable.

toplam azot katsayılar incelendiğinde, kanonik değişkenlerin oluşmasında katkıları yüksek olan toprak özellikleri olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Standardize edilmiş katsayılar, her ne kadar standardize edilmemiş katsayılara göre daha fazla tercih edilsede, örnek genişliği küçük olduğunda ve veri setinde çoklu bağlantı şüphesi olduğunda farklılıklar gösterebilmektedir (Keskin ve ark., 2005). Bu nedenle, kanonik değişken ile o sette yer alan orjinal değişken arasındaki korelasyon katsayısının kullanılmasının daha uygun olacağı belirtilmektedir (Sharma, 1996), İstatistiksel olarak anlamlı bulunan ilk üç kanonik değişken çiftine ait yükler veya

yapısal korelasyonlar olarak adlandırılan bu korelasyon katsayıları Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelgedeki kanonik yükler bakıldığında, Entisol topraklarda en yüksek değere sahip fiziksel özelliğin 0.996 ile doymuş hidrolik iletkenlik, kimyasal özelliklerde ise pH'nın 0.998 ile en yüksek değere sahip olduğu görülürken, İnceptisol topraklarda en yüksek kanonik yük değerlerine sahip fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin kum içeriği (0.893) ve pH (0.961) olduğu görülmektedir. Çizelge 4 ve Çizelge 5'e göre, her iki toprakta da en yüksek değerlere sahip özellikler dışındaki diğer fiziksel özelliklere ait standardize edilmiş kanonik katsayılar ile kanonik yük

değerleri karşılaştırıldığında, silt içeriğine ait değerlerin hem Entisol hemde İnceptisol topraklarda düşük olması, bu özelliğin U_1 ve V_1 değişkenlerini belirlemede pek fazla etkili olmadığını göstermektedir. Yani hem Entisol hemde İnceptisol topraklarda silt içeriğini belirlemenin gerekli olmadığı söylenebilir. Diğer taraftan buna karşın Entisol topraklarda tarla kapasitesi ve daimi solma noktası, İnceptisol topraklarda ise hacim ağırlığı, doymuş hidrolik iletkenlik ve

tarla kapasitesine ait standardize edilmiş kanonik katsayılar ile kanonik yüklerin önemli farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Ayrıca bu karşılaştırma yine benzer şekilde kimyasal özellikler yönünden yapıldığında, hem Entisol hemde İnceptisol topraklarda en yüksek değere sahip pH dışındaki değişken olarak incelenen tüm kimyasal özelliklere ait standardize edilmiş kanonik katsayılar ile kanonik yüklerin önemli farklılıklara sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 5. Kanonik Değişken Çiftlerine Ait Kanonik Yükler

Table 5. The canonical loadings belonging to the pairs of canonical variable

Entisol								
X Değişken Kümesi X Variable Set				Y Değişken Kümesi Y Variable Set				
	U_1	U_2	U_3		V_1	V_2	V_3	
S	-0.043	0.316	0.197	pH	0.998	-0.057	-0.014	
Si	-0.060	0.867	-0.047	EC	-0.468	0.788	0.092	
HA	-0.038	0.373	-0.596	OM	-0.109	0.034	0.378	
DHİ	-0.996	0.002	0.036	CaCO ₃	-0.433	0.686	0.383	
TK	0.294	-0.441	0.136	TN	-0.258	0.656	0.646	
DSN	0.565	-0.429	0.152	YP	0.422	-0.484	-0.178	
				Ek. K	-0.421	0.546	0.579	
İnceptisol								
X Değişken Kümesi X Variable Set				Y Değişken Kümesi Y Variable Set				
	U_1	U_2	U_3		V_1	V_2	V_3	
S	0.893	-0.447	0.044	pH	0.961	-0.056	0.098	
Si	0.066	0.252	0.445	EC	-0.479	0.761	0.103	
HA	-0.338	0.009	0.678	OM	-0.403	0.280	0.455	
DHİ	-0.229	0.303	0.154	CaCO ₃	-0.309	0.310	-0.106	
TK	0.589	0.286	-0.496	TN	-0.672	0.305	0.217	
DSN	0.821	0.550	-0.077	YP	-0.667	0.290	0.463	
				Ek. K	0.472	0.304	-0.077	

S: kum; Si: silt; HA: hacim ağırlığı; DHİ: doymuş hidrolik iletkenlik; TK: tarla kapasitesi; DSN: daimi solma noktası; EC: elektriksel iletkenlik; OM: organik madde; TN: toplam azot; YP: yarayışlı fosfor; Ek. K: ekstrakte edilebilir potasyum.

S: sand; Si: silt; HA: bulk density; DHI: saturated hydraulic conductivity; TK: field capacity; DSN: permanent wilting point; EC: electrical conductivity; OM: organic matter; TN: total nitrogen; YP: available phosphorus; Ek. K: potassium extractable.

Kanonik değişkenler ile diğer değişken kümesi içerisinde yer alan orjinal değişkenler arasındaki kanonik yükler Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde fiziksel özelliklerin V_1 kanonik değişkeni ile olan yük değerlerinin (Çizelge 6), U_1 kanonik değişkeniyle olan yük değerleriyle (Çizelge 5) önemli oranda benzerlik gösterdiği görülmektedir. Aynı şekilde kimyasal özelliklerin U_1 değişkeni ile olan yük değerlerinin de (Çizelge 6), aynı özelliklerin V_1 kanonik değişkeniyle olan

yük değerlerine (Çizelge 5) önemli oranda benzediği belirlenmiştir.

Çalışmada değişken olarak seçilen fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri, yoğun işlemeli tarımın yapıldığı çalışma alanındaki sürdürülebilir tarımsal üretime katkıları yönünden değerlendirildiğinde, bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin hem Entisol hemde İnceptisol topraklarda tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini ve üretkenliğini azaltabilecek nitelikte değerler aldığı

Çizelge 6. Kanonik değişken çiftleri ile diğer değişken kümesinde yer alan orjinal değişkenler arasındaki kanonik yükler
 Table 6. The canonical loadings between pairs of canonical variable and orginal variables located in set of other variables

Entisol							
	X Değişken Kümesi X Variable Set				Y Değişken Kümesi Y Variable Set		
	V ₁	V ₂	V ₃		U ₁	U ₂	U ₃
S	-0.043	0.132	0.063	pH	0.977	-0.024	-0.005
Si	-0.059	0.360	-0.015	EC	-0.458	0.328	0.029
HA	-0.037	0.155	-0.190	OM	-0.106	0.014	0.119
DHİ	-0.975	0.001	0.012	CaCO ₃	-0.423	0.285	0.122
TK	0.287	-0.183	0.043	TN	-0.252	0.273	0.206
DSN	0.553	-0.178	0.048	YP	0.413	-0.201	-0.057
				Ek. K	-0.412	0.227	0.184
İnceptisol							
	X Değişken Kümesi X Variable Set				Y Değişken Kümesi Y Variable Set		
	V ₁	V ₂	V ₃		U ₁	U ₂	U ₃
S	0.854	-0.378	0.028	pH	0.919	-0.047	0.062
Si	0.063	0.213	0.283	EC	-0.458	0.642	0.065
HA	-0.324	0.008	0.431	OM	-0.386	0.236	0.289
DHİ	-0.219	0.256	0.098	CaCO ₃	-0.296	0.261	-0.068
TK	0.564	0.242	-0.316	TN	-0.642	0.258	0.138
DSN	0.785	0.465	-0.049	YP	-0.638	0.245	0.295
				Ek. K	0.451	0.256	-0.049

S: kum; Si: silt; HA: hacim ağırlığı; DHİ: doymuş hidrolik iletkenlik; TK: tarla kapasitesi; DSN: daimi solma noktası; EC: elektriksel iletkenlik; OM: organik madde; TN: toplam azot; YP: yararışlı fosfor; Ek. K: ekstrakte edilebilir potasyum.

S: sand; Si: silt; HA: bulk density; DHI: saturated hydraulic conductivity; TK: field capacity; DSN: permanent wilting point; EC: electrical conductivity, OM: organic matter, TN: total nitrogen; YP: available phosphorus; Ek. K: potassium extractable.

görülmektedir. Bitkisel üretimde fiziksel toprak özellikleri, özellikle bitki kök bölgesindeki hava ve su hareketinden sorumlu özellikler olarak tanımlanırken, bu özelliklerdeki değişkenlikler toprakların bitki kök bölgesindeki su ve hava iletkenliğini birinci derecede etkilemektedir. Kimyasal toprak özellikler ise, dolaylı olarak toprakların bazı fiziksel özelliklerini değiştirmesi nedeniyle hava-su geçirgenliğinin sağlandığı boşlukların devamlılığı, suyun ve besin elementlerinin bitkiler tarafından alınması, kimyasal ve organik kökenli besin elementlerinin topraktaki tutulma miktarları ve yararışlılığı gibi bazı kimyasal reaksiyonlardan sorumludur ve toprak verimliliği kimyasal toprak özelliklerinin değişkenliğinden önemli derece de etkilenmektedir. Bu nedenle bitki gelişiminin ve tarımsal ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için, fiziksel ve kimyasal

özelliklerin toprak ve çevre koşullarını destekler ve geliştirir nitelikte olması istenir.

Entisol topraklarda doymuş hidrolik iletkenlikteki azalmanın, İnceptisol topraklarda ise kum içeriğindeki artışın her iki toprak için pH artışına en fazla katkırı veren özellikler olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre Entisol topraklarda pH'nın yüksek değerlerinin nedeninin toprak profilindeki düşük su hareketinden kaynaklanan yetersiz yıkanma veya yetersiz hidrolik geçirgenliğe bağlı ortaya çıkan yüksek taban suyu sorununun olduğu, İnceptisol topraklarda ise pH'nın yüksek değerlerinin kum içeriğine bağlı ana materyal kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Çünkü İnceptisol toprakların bulunduğu alanda ana materyal görevini, kireçtaşı ve yer yer kumtaşı formasyonlarından oluşan yüksek arazilerden erozyonla taşınarak bunların eteklerinde depolanan sedimentler yapmaktadır

(Anonim, 1984). Bu nedenle yüksek arazilerden taşınan CaCO_3 ve kum içeriği zengin sediment birikimleri pH'nın bu alandaki artışının nedeni olabilir. İnceptisol topraklardaki pH artışının bir diğer nedeni de, uzunca bir dönemdir yoğun tarım yapılan işletme arazilerinde uygulanan gübreleme programlarına bağlı yoğun gübre kullanımı olabilir. İnceptisol topraklarda ekstrakte edilebilir potasyum içeriğindeki artış, pH'nın İnceptisol topraklardaki artışı için ortaya konulan gerekçelerin doğruluğunu destekler niteliktedir. Zadorava et al. (2013), koluviyal toprak profilinde sedimentasyon materyallerinde belirledikleri yüksek fosfor ve potasyum içeriğinin nedeninin herhangi bir zaman diliminde yapılan gübreleme olabileceğini bildirmektedir. Ayrıca hem Entisol hemde İnceptisol topraklarda daimi solma noktası ve tarla kapasitesinin de pH artışına en fazla katkı veren diğer fiziksel toprak özellikleri olması nedeniyle, toprak nem içeriğinin her iki toprak içinde pH artışlarının bir diğer önemli nedeni olduğu söylenebilir. Entisol topraklarda doymuş hidrolik iletkenliğin artırılmasına, inceptisol topraklarda ise yüksek kum içeriğinin veya

gübrelerin etkilerinin azaltılmasına yönelik yapılacak yönetsel ve kültürel uygulamalarla birlikte toprakların daha düşük pH değerlerine sahip olmasının sağlanmasının yanısıra organik madde ve toplam azot gibi diğer kimyasal özelliklerinin de iyileştirilmesi imkanı yaratılabilir.

X ve Y değişken kümesindeki toplam varyansın ne kadarının kanonik değişkenler tarafından açıklanabildiğine ilişkin kanonik korelasyon analizi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Entisol topraklara ait sonuçlar incelendiğinde X değişken kümesini oluşturan toprak fiziksel özelliklerine ilişkin toplam varyasyonun % 23.4'ü U_1 kanonik değişken, % 22.4'ü ise V_1 kanonik değişkeni tarafından açıklanmaktadır. Y değişken kümesinde ise V_1 kanonik değişkeni toprak kimyasal özelliklerine ilişkin toplam varyasyonun % 26.2'sini açıklarken, U_1 kanonik değişkeni aynı özelliklere ilişkin toplam varyasyonun % 25.1'ini açıklamaktadır. Çizelge 7'de İnceptisol topraklara ait sonuçlara bakıldığında ise, U_1 kanonik değişkeninin X değişken kümesindeki fiziksel özelliklere ait toplam

Çizelge 7. Kanonik Değişkenler Tarafından X ve Y Değişken Kümesindeki Toplam Varyansın Açıklanan Kısmı

Table 7. The explained proportion of total variance within set of X and Y variable by canonical variables

Entisol							
X değişken kümesi X Variable Set				Y değişken kümesi Y Variable Set			
Açıklanan varyansın oranı The proportion of variance explained		Gereksizlik belirleme indeksi Determining redundancy index		Açıklanan varyansın oranı The proportion of variance explained		Gereksizlik belirleme indeksi Determining redundancy index	
U_1	0.234	V_1	0.224	V_1	0.262	U_1	0.251
U_2	0.228	V_2	0.039	V_2	0.294	U_2	0.051
U_3	0.073	V_3	0.007	V_3	0.154	U_3	0.016
İnceptisol							
X değişken kümesi X Variable Set				Y değişken kümesi Y Variable Set			
Açıklanan varyansın oranı The proportion of variance explained		Gereksizlik belirleme indeksi Determining redundancy index		Açıklanan varyansın oranı The proportion of variance explained		Gereksizlik belirleme indeksi Determining redundancy index	
U_1	0.332	V_1	0.303	V_1	0.361	U_1	0.331
U_2	0.123	V_2	0.088	V_2	0.147	U_2	0.104
U_3	0.156	V_3	0.063	V_3	0.072	U_3	0.029

varyasyonun % 33.2'sini açıkladığı, V_1 kanonik değişkeninin ise toplam varyasyonun % 30.3'ünü açıkladığı görülmektedir. Y değişken kümesinde yer alan kimyasal özelliklere ilişkin toplam varyasyonun % 36.1'inin V_1 kanonik değişken, % 33.1'inin de U_1 kanonik değişken tarafından açıklandığı görülmektedir. Yine çizelge incelendiğinde hem Entisol hem de İnceptisol topraklarda ikinci ve üçüncü kanonik değişkenlerin incelenen değişkenlere ilişkin toplam varyasyonu açıklama oranlarının birinci kanonik değişkenlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkinin açıklanmasında hem Entisol hem de İnceptisol topraklarda birinci kanonik değişken çifti tercih edilmelidir. Ayrıca kanonik korelasyon analizi, metodolojisindeki karmaşık işlemlerin fazlalığı ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesindeki zorluklar nedeniyle bazı dezavantajlara sahip olmasına karşın, iki değişken yapısı arasındaki ilişki yapısını bozmadan basit yöntemlere göre daha fazla bilgi ortaya koyması nedeniyle de araştırmacılara bazı önemli avantajlar sağladığı da bilimsel bir gerçektir. (Keskin ve ark., 2005).

Sonuç

Bu çalışmada, Amasya Gökhöyük Tarım İşletmesi arazilerinde yer alan Entisol ve İnceptisol toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkinin derecesinin kanonik korelasyon analizi kullanılarak hesaplanması ve mevcut ilişkinin açıklanmasında etkili olan toprak değişkenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen çalışma sonuçları, fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkinin açıklanmasında Entisol topraklarda en önemli değişkenin doymuş hidrolik iletkenlik, İnceptisol topraklarda ise kum içeriği olduğunu ortaya koymuştur. İşletme arazisinde Entisol toprakların bulunduğu alanda doymuş hidrolik iletkenliğin artırılmasına, inceptisol toprakların bulunduğu alanda ise yüksek kum içeriğinin etkilerinin azaltılmasına yönelik yönetimsel

ve kültürel uygulamaların yürütülmesi toprakların kimyasal özelliklerinde önemli iyileştirmeler sağlayabilir. Böylece toprakların tarımsal sürdürülebilirlikleri korunarak ve geliştirilerek işletmenin karlılığı da artırılabilir. Ayrıca kanonik korelasyon analizi, toprak özellikleri arasındaki ilişki bütünlüğünü bozmadan ortaya koyabilme yeteneğine sahiptir. Bu nedenle, özellikle toprakların uzun süreli tarımsal kullanılabilirliklerinin sağlanabilmesine yönelik veya sorunlu alanlarda toprak ıslahına yönelik yürütülecek yönetimsel uygulamalara karar verilmesi aşamasında, toprak özellikleri arasındaki olumlu ve olumsuz ilişkilerin ortaya konulmasında önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Allison, L.E., Moodie, C.D. 1965. Carbonate. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. (Ed. Black et al.), Agronomy, No: 9, Am. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, pp. 1379-1400.
- Allison, V.J., Condron, L.M., Peltzer, D.A., Richardson, S.J., Turner, B.L. 2007. Changes in Enzyme Activities and Soil Microbial Community Composition Along Carbon and Nutrient Gradients at The Franz Josef Chronosequence, New Zealand. Soil Biology & Biochemistry, 39: 1170–1781.
- Anonim. 1984. Gökhöyük Tarım İşletmesi Topraklarının Etüd ve Haritalanması. TİGEM, Ankara.
- Banning, N.C., Murphy, D.V. 2008. Effect of Heat-Induced Disturbance on Microbial Biomass And Activity in Forest Soil and The Relationship between Disturbance Effects and Microbial Community Structure. Applied Soil Ecology, 40: 109–119.
- Blake, G.R. , Hartge, K.H. 1986. Bulk Density and Particle Density. In: Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods (2nd edition). (Ed. Klute, A.), ASA and

- SSSA Agronomy Monograph, No: 9, Madison, Wisconsin, pp: 363-381.
- Bossio, D.A., Girvan, M.S., Verchot, L., Bullimore, J., Borelli, T., Albrecht, A., Scow, K.M. 2005. Soil Microbial Community Response to Land Use Change in An Agricultural Landscape of Western Kenya. *Microbial Ecology*, 49: 50–62.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal*, 43(9): 434-438.
- Brauner, N., Shacham, M. 1998. Role of Range and Precision of The Independent Variable in Regression of Data. *AIChE Journal*, 44(3): 603-611.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (2nd edition). Agronomy monograph, No.9, Am. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, pp. 595-625.
- Çankaya, S. 2005. Kanonik Korelasyon Analizi ve Hayvancılıkta Kullanımı. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 135 sayfa, Adana.
- Çankaya, S., Altop, A., Oflaz, M., Erener, G. 2009. Karakaya Toklularında Kesim Öncesi ve Kesim Sonrası Ölçülen Bazı Özellikler Arasındaki İlişkinin Tahminin için Kanonik Korelasyon Analizi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(1): 61-66.
- Cookson, W.R., Osman, M., Marschner, P., Abaye, D.A., Clark, I., Murphy, D.V., Stockdale, E.A., Watson, C.A. 2007. Controls on Soil Nitrogen Cycling And Microbial Community Composition Across Land Use and Incubation Temperature. *Soil Biology & Biochemistry*, 39: 744–756.
- Destan, S., Yurtseven, İ. 2012. Canonical and Typological Analysis of The Relationship Between Soil and Trees - A Step Toward Ecosystem Management. *African Journal of Agricultural Research*, 7(10): 1566-1576.
- Ekanade, O. and Orimoogunje, O. O. I. 2012. Application of Canonical Correlation for Soil–Vegetation Interrelationship in the Cocoa Belt of South Western Nigeria. *Resources and Environment*, 2012, 2(3): 87-92.
- Grayston, S.J., Campbell, C.D., Bardgett, R.D., Mawdsley, J.L., Clegg, C.D., Ritz, K., Griffiths, B.S. 2004. Assessing Shifts in Microbial Community Structure Across A Range of Grasslands of Different Management Intensity Using CLPP, PLFA and Community DNA Techniques. *Applied Soil Ecology*, 25: 63–84.
- Hendershot, W.H., Lalonde, H., Duquette, M. 1993. Soil Reaction and Exchangeable Acidity. In: *Soil Sampling and Methods of Analysis*. (Ed. Carter, M.R.), Canadian Society of Soil Science.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Johnson, R.M., Downer ,R.G., Bradow, J.M., Bauer, P.J., Sadler, E.J. 2002. Variability in Cotton Fiber Yield, Fiber Quality, and Soil Properties in A Southeastern Coastal Plain. *Agronomy Journal*, 94: 1305–1316.
- Keskin, S., Kor, A., Başpınar, E. 2005. Akkeçi Oğlaklarında Kesim Öncesi ve Kesim Sonrası Ölçülen Bazı Özellikler Arasındaki İlişki Yapısının Kanonik Korelasyon Analizi ile İrdelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(2): 154-159.
- Khattree, R., Naik, D.N. 2000. *Multivariate Data Reduction and Discrimination with SAS Software*. SAS Institute, Cary, NC.
- Klute, A. 1986. Water Retention: Laboratory methods. In: *Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods* (2nd edition). (Ed. Klute, A.), ASA and SSSA Agronomy Monograph No: 9, Madison, Wisconsin, pp: 635-662
- Klute, A., Dirksen, C. 1986. Hydraulic Conductivity and Diffusivity: Laboratory Methods. In: *Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods* (2nd edition). (Ed. Klute, A.), ASA and SSSA

- Agronomy Monograph, No 9, Madison, Wisconsin, pp: 687-732.
- Koşkan, Ö., Önder, E.G. ve Şen, N. 2011. Değişken Setleri Arası İlişkinin Tahmini İçin Kanonik Korelasyon Analizinin Kullanımı. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2011, 1(2): 117-123.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorous in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Circular No:939. Washington.
- Rhoades, J.D. 1986. Soluble Salts. In: Methods of Soil Analysis, Part II, Chemical and Microbiological Properties (2nd edition). (Ed. Klute, A.), ASA and SSSA Agronomy Monograph, No. 9, Madison, Wisconsin, pp: 167-179..
- Sanchez-Moreno, S., Smukler, S., Ferris, H., O'Geen, A.T., Jackson, L.E. 2008. Nematode Diversity, Food Web Condition, and Chemical and Physical Properties in Different Soil Habitats of An Organic Farm. Biology and Fertility of Soils, 44: 727-744.
- Sena, M.M., Frighetto, R.T.S., Valarini, P.J., Tokeshi, H., Poppi, R.J. 2002. Discrimination of Management Effects on Soil Parameters by Using Principal Component Analysis: A Multivariate Analysis Case Study. Soil and Tillage Research, 67: 171-181.
- Sharma, S., 1996. Applied Multivariate Techniques: Canonical Corelation. John Willey and Sons Inc., pp.391-418.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. USDA Handbook No: 436, Washington D.C.
- Wander, M.M., Bollero, G.A. 1999. Soil Quality Assessment of Tillage Impacts in Illinois. Soil Science Society America of Journal, 63: 961-971.
- Wu, J, Norvell, W.A., Hopkins, D.G., Welch, R.M. 2002. Spatial Variability of Grain Cadmium and Soil Characteristics in A Durum Wheat Field. Soil Science Society America of Journal, 66: 268-275.
- Xian-Li, X., Ke-Ming, M., Bo-Jie, F., Cheng-Jun, S. and Wen, L. 2008. Relationships between vegetation and topography in a dry warm river valley SW Chin. Catena, 2008, 75: 138-145.
- Young, F.J., Hammer, R.D. and Larsen, D. 1999. Frequency distribution of soil properties on a loess-mantled Missouri Watershed. Soil Science Society American of Journal, 1999, 63: 178-185.
- Zadorova, T., Penizek, V., Sefrna, L., Drabek, O., Mihaljevic, M., Volf, S., Chuman, T. 2013. Identification of Neolithic to Modern Erosion-Sedimentation Phases using Geochemical Approach in A Loess Covered Sub-Catchment of South Moravia, Czech Republic. Geoderma, 195-196: 56-69.
- Zhang, C., Huang, L., Luan, T., Jin, J., Lan, C. 2006. Structure and Function of Microbial Communities during The Early Stages of Revegetation of Barren Soils in The Vicinity of a Pb/Zn Smelter. Geoderma, 136: 555-565.