

Farklı Toprak Oluşumlarında Pedolojik Benzerliklerin Çok Değişkenli İstatistiksel Analizi

Mustafa SAĞLAM¹ Orhan DENGİZ¹

ÖZET: Bu çalışmada killi aluviyal depozitler, marn ve bazalt ana materyalleri ve farklı yükseklikler üzerinde oluşan toprakların pedolojik özellikleri dikkate alınarak, fiziko-kimyasal özelliklerine göre benzerliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Samsun ili Ondokuzmayıs ilçesi içerisinde yer alan SAMMEY tarım işletmesi alanında yürütülmüştür. Typic Haplustept, Typic Calciustept ve Leptic Haplustert olarak sınıflandırılan toprakların benzerliklerine göre sınıflandırılmasında çok değişkenli istatistik yöntemlerinden kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme yöntemleri kullanılmıştır. Kümeleme yöntemine göre Leptic Haplustert ve Typic Calciustept'e ait horizonlar ile Typic Haplustept'e ait C horizonu benzer olarak algılanarak aynı grupta sınıflandırılmıştır. Typic Haplustept'e ait diğer horizonlar ise bu horizonlardan farklı algılanmıştır. Çok boyutlu ölçekleme yöntemi ile yapılan sınıflandırmada kümeleme ile önemli benzerlikler göstermiştir. Ayrıca çok boyutlu ölçekleme yönteminde toprakların benzerliklerinin ortaya konulmasında birincil boyutta en önemli olan fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin kil, KDK, kum, silt ve yarayışlı Fe olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok değişkenli istatistik, benzerlik, farklı anamateryal ve topoğrafya, fiziko-kimyasal özellikler



Multivariate Statistical Analysis of Pedological Similarities in Different Soil Formations

ABSTRACT: The main goal of this study is to determine relationships between soils formed on fine alluvial deposit, marl and basalt parent materials and different elevations by taking into consideration of pedologic properties using multivariate statistical analyses according to their physico-chemical characteristics. This research was carried out in SAMMEY farm state area located in Ondokuz Mayıs district of Samsun province. Cluster analysis and multi dimensional scaling known as multivariate statistical analyses were used to determine similarity soils classified as Typic Haplustept, Typic Calciustept ve Leptic Haplustert. According to cluster method, horizons belonging to Leptic Haplustert and Typic Calciustept and C horizon of Typic Haplustept were determined to be similar. On the other hand, other horizons of Typic Haplustept were found different from horizons of Leptic Haplustert and Typic Calciustept. In addition, the same results were obtained from using these multivariate statistical analysis methods. Besides, Clay, CEC, sand, silty, and available Fe of soils were determined to be the most significant physico-chemical soil properties by taking into consideration of their similarities in multi dimensional scaling method.

Key words: Multivariate statistic, similarity, different parent material, physico-chemical properties

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, SAMSUN, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Mustafa SAĞLAM, mustafa.saglam@omu.edu.tr

GİRİŞ

Günümüzde Dünya nüfusunun ve besin maddelerine duyulan ihtiyacın günden güne artması nedeniyle, toprakların üretkenlik potansiyellerinin korunması ve gelecek nesillere sağlıklı bir şekilde aktarılabilmesi son derece önemlidir. Dünyadaki besin ihtiyacının önemli bir kısmının karşılandığı tarımsal üretimde, toprakların üretkenlik potansiyeli önemli ölçüde sahip oldukları fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler tarafından belirlenir. Bu özellikler genelde doğal toprak koşulları altında birbirleriyle karmaşık bir etkileşim halinde bulunmaktadır. Bazı koşullarda bu özellikler arasındaki etkileşimlerin tam olarak anlaşılabilmesi, günümüzde toprakların gelecekteki üretim potansiyellerini sınırlayabilecek sorunların teşhisini veya tespitini de zorlaştırmaktadır. Ancak, toprakların geleceğine yönelik akılcı kararların alınabilmesi için gerek toprak bilimciler gerekse üreticiler tarafından fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler arasındaki ilişkilerin iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Bu nedenle, toprak verilerinin analizinde toprak özellikleri arasındaki var olan karmaşık ilişkileri ortaya koyabilecek doğru yöntemlerin seçilebilmesi son derece önemlidir. Böylece veri setleri içerisinde gizlenen bilgilerin ortaya çıkarılmasına izin verilerek, muhtemel bilgi kayıplarının yaşanması engellenebilir.

Hızlı teknolojik değişimlerin yaşandığı çağımızda bilimin ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak toprak gibi karmaşık ilişkilerin söz konusu olduğu ortamlarda, bazen tek boyutlu veya değişkenli analizlerin yeterli olmadığı bilinen bir gerçektir. Tek boyutlu analizlerde en önemli varsayım, olaydaki diğer boyutların etkilerinin sabit kabul edilmesi ve her defasında sadece bir boyutun (faktörün) inceleme konusu yapılmasıdır (Taşdemir ve Güngör, 2002). Halbuki toprak sadece tek bir faktörün etkisi ile değil, çok sayıda iç ve dış faktörün ortak etkisi ile oluşmakta ve dolayısıyla da karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu nedenle, toprakların sadece bir değişkene göre değil, çok sayıda değişkene ve bunların ortak etkilerine göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaca paralel olarak, özellikle son yıllarda toprak verileri arasındaki heterojenlik kaynaklarının ortaya çıkarılmasında veya sınıflandırılmasında faktör, kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme gibi çok değişkenli istatistiksel yöntemler yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışma, Samsun ili Ondokuzmayıs ilçesinde kurulu olan meyvecilik işletmesi arazilerinde, farklı topografya ve ana materyal üzerinde oluşan toprakların

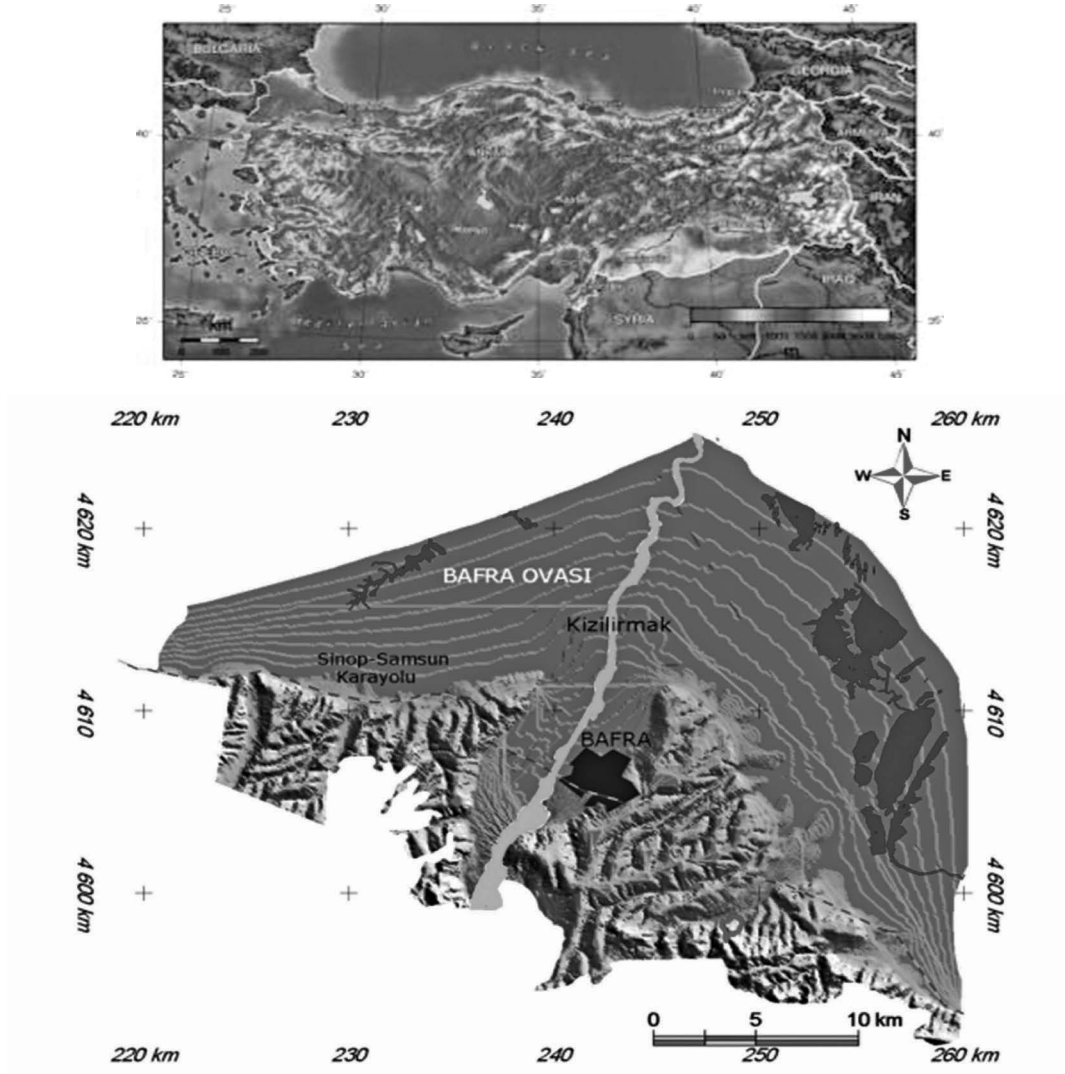
benzerliklerinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Meyvecilik işletmelerinde ürün kalitesini ve verimi önemli oranda toprak ve çeşit seçiminde ortaya konulan hassasiyet belirlemektedir. Çevresel ve iklimsel özelliklerin yanında toprakların profil özelliklerinin de iyi bilinmesi, meyvecilik işletmelerinde çeşit adaptasyonun sağlıklı bir şekilde yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Özellikle meyvecilik alanlarında yetiştiricilik sırasında yoğun olarak ortaya çıkan drenaj, havalanma, geçirgenlik, gübreleme ve gübre kullanımından kaynaklanan sorunların giderilmesine yönelik önerilerin ortaya konulabilmesi, toprakların yatay ve düşey yöndeki değişimlerinin ortaya konulmasını gerektirir. Ayrıca, yine yapılan tarımsal üretime bağlı zaman içerisinde alanda ortaya çıkabilecek benzer olumsuzluklara karşı gerekli önlemlerin alınabilmesi, iyileştirmelerin yapılabilmesi veya uzun süreli yönetim uygulamalarının planlanabilmesi, toprakların yatay ve düşey yöndeki benzerliklerinin veya farklılıklarının ortaya konulmasıyla daha kolay ve etkili olabilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, çok sayıda karmaşık yapıya sahip toprak verisini sınıflandırarak daha basit ve kolay anlaşılabilir bir yapıya dönüştürebilen çok değişkenli istatistik tekniklerinden kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme yöntemleri kullanılarak, bazı fiziko-kimyasal özellikler yönünden farklı topografya ve ana materyal üzerinde oluşan toprakların benzerliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanının Tanımı

Çalışma, Samsun ilinin Ondokuzmayıs ilçesine 10 km mesafede bulunan Elifli köyü yakınlarında üzerinde meyvecilik üretimi yapılan arazilerde gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanı Bafra Ovasının güneyinde 4598500-4597500 K, 749250-750000 D (UTM-m) koordinatları arasında yer almaktadır (Şekil 1).

Araştırma sahasının içerisinde yer aldığı Bafra Ovası ve yakın çevresine ait ana kayayı, eskiden yeniye doğru Mesozoyik, Tersiyer ve Kuaterner arazileri oluşturur (MTA, 1961). Kuaterner arazileri, ovayı kuzey-güney yönde kesen Kızılırmak ve diğer derelerin taşımış olduğu alüvyon ve taraça depoları oluşturur. Alüvyonlar siltli ve çakıl niteliğinde olup çakıllar çoğunlukla volkanik kökenli kayaçlardan ve kireç taşlarından oluşmakta, taşkın yatakları dışında ise siltli kil, kumlu kil ve kil özelliği göstermektedir. Tersiyer'e ait araziler, Doğan-kaya-Karaköy harası arasında Eosen konglomera, kumtaşı ve marnları; Derbent baraj yerinde ve sulama ana



Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası
Figure 1. Location map of the study area

kanalının son kısımlarında ise aglomera, volkanik breş, tuf, bazalt ve andezit şeklinde görülür. Mesozoyik'e ait araziler ise, araştırma sahasının güneyinde yer alan dağlık alan üzerinde görülmekte olup Kretase flişi, kumtaşı ve marnlardan meydana gelmektedir (DSİ, 1986). Çalışmada, Horror Deresinin getirdiği killi aluviyal depozitler ile marn ve bazalt ana materyalleri üzerinde oluşan üç farklı toprak incelenmiştir. Topraklar tepelik (110 m), yamaç (70 m) ve taban araziler (20 m) olmak üzere 3 farklı topografya ve yükseltilerde yer almakta olup, Soil Survey Staff (1999)'a göre sırasıyla Leptic Haplustert (LeH), Typic Calcicustept (TCa) ve Typic Haplustept (THp) olarak sınıflandırılmıştır.

Bölgenin yıllık sıcaklık ortalaması 13.6 °C ve yağış ortalaması ise 764.3 mm'dir. Yağışların büyük bir kısmı kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Bu ne-

denle ovada, Ocak–Haziran ayları arasında taban suyu yüksektir. Bölgenin iklim tipi Thornthwaite yöntemine göre incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre nemlilik indisi $Im = 16.94$ olarak bulunmuş ve bu değere göre Bafra ilçesinin iklim tipi yarı nemli, nemli iklimler (C2) sınıfında belirlenmiştir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon miktarına göre ise iklim tipi, 726.7 mm ile Mezotermal (orta sıcaklıktaki iklimler) B2' sınıfında yer almıştır. Sıcaklık rejimi ise; deniz iklim etkisine yakın b4 sınıfı olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre Bafra ilçesinin; C2 B2'sb4' simgeleri ile gösterilen "Yarı nemli–nemli iklimler, mezotermal, yazın orta derecede su açığı, denizel iklim etkisine yakın" bir iklim tipine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Soil Survey Staff (1999)'a göre nem rejimi Ustik, sıcaklık rejimi ise Mesik olarak sınıflandırılmıştır (Sarıoğlu ve Dengiz, 2012).

Örnekleme ve Laboratuvar Analizleri

Arazi şekli ve arazi örtüsü jeolojik veriler ile birleştirilerek farklı ana materyal/ana kaya ve farklı fizyografya üzerinde oluşmuş topraklar tespit edilmiştir. Ayrıca, farklılık gösterebilecek toprakların belirlenmesine yönelik açılacak profil çukurlarının yerlerinin belirlenmesinde, arazinin bitki deseni ve drenaj özelliklerindeki değişimler, teraslanma şekilleri, arazide yapılan test sondalamaları sonucu tekstürel değişimler ve gözlemlerle elde edilen bilgilerden de yararlanılmıştır. Yapılan ön arazi çalışmaları ile koordinatları belirlenen profil çukur yerleri, yer belirleme aleti (GPS) yardımıyla alan içerisinde bulunarak profil çukurları açılmış ve genetik horizon esasına göre morfolojik tanımlamalar (Soil Survey Staff, 1993; 1999) yapılarak toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde Bouyoucos hidrometre yöntemiyle tekstür (Gee and Bauder, 1986), 1 N AH₄OAc yöntemiyle katyon değişim kapasitesi (Rhoades, 1986), Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak kireç (Nelson, 1982), Smith-Weldon yöntemiyle organik madde (Nelson and Sommers, 1982), 1:2'lik toprak-su karışımında pH (Hendershot et al., 1993), 1:2'lik toprak-su karışımında elektriksel iletkenlik (Rhoades, 1986), kjeldahl yöntemine göre toplam azot (Bremner and Mulvaley, 1982), molibdofosforik mavi renk yöntemine göre yarayıklı fosfor (Olsen et al., 1954), DTPA ile ekstraksiyon yöntemiyle yarayıklı demir, bakır, çinko, mangan (Lindsay and Norvell, 1978) ve azometin-H yöntemine göre yarayıklı bor (Wolf, 1971) analizleri yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Kümeleme analizi, gruplanmış verileri benzerliklerine göre sınıflandırmada sıklıkla kullanılan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden birisidir. Kümeleme analizi, araştırmada gözlenen bireylerin ya da nesnelerin ölçülen tüm değişkenler üzerindeki değerlerini hesaplayarak ortaya çıkacak kümelere veya gruplara odaklanmaktadır. Bireyler veya nesneler arasındaki benzerlikleri saptamak amacıyla uzaklık ölçüleri, korelasyon ölçüleri veya nitelik verilerinin benzerlik ölçüleri kullanılmaktadır (Uçar, 2010). Fiziko-kimyasal toprak özelliklerini ve toprak horizonlarını benzerliklerine göre sınıflandırmak için seçilen hiyerarşik kümeleme analizinde, benzerlik ölçüsü olarak Pearson korelasyonu, bağlantı yöntemi olarak da en kısa mesafe esasına dayanan tek bağlantı yöntemi temel alınmıştır.

Çok boyutlu ölçekleme (MDS) analizi ise, k boyutlu bir uzayda gösterilebilen nesnelere orjinal konumlarına çok yakın bir biçimde daha az boyutlu (iki, üç, ...) kavramsal bir uzayda göstererek, nesnelere arası ilişkileri be-

lirlemeye yardımcı olur. Analizin genel amacı mümkün olduğunca az boyutla, nesnelerin yapısını (uzaklık değerlerini kullanarak) orjinal şekle yakın bir biçimde ortaya koymaktır. Bu teknik vasıtasıyla çok boyutlu veri matrisindeki nesne veya bireyler arasındaki karmaşık ilişkilerin, daha kolay anlaşılabilir ve açıklanabilir boyutlara indirgenmesi sağlanabilmektedir (İşler, 2010). MDS'de, çok boyutlu (p-boyutlu) gerçek şekil ile k-boyutlu uzayda kestirilen şekil arasındaki farklılığın göstergesi olan stress değeri hesaplanır. Yani orijinal uzaklıklar ile gösterim uzaklıkları arasındaki uygunluğu ölçen ölçüye stress ölçüsü adı verilir ve stress değerinin sıfıra yakın olması arzu edilir (Johnson and Wichern, 1992; Şahin, 2008). MDS, ayrıca gözlemsel uzaklıklar ile konfigürasyon uzaklıklarının uyumluluğunu Sheppard diyagramı adı verilen bir grafikte göstererek değerlendirme imkanı da sağlar. Sheppard diyagramında, gözlenen uzaklıklar Y ekseninde, fark değerleri ise X ekseninde yer alacak şekilde bir serpilme grafiği oluşturulur (Şahin ve Miran, 2007).

Bu çalışmada, farklı ana materyaller ve fizyografya üzerinde oluşan toprakların fiziko-kimyasal toprak özelliklerine göre benzerliklerinin sınıflandırılması amacıyla yapılan tüm istatistiksel analizler için SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır.

TARTIŞMA VE BULGULAR

Soil Survey Staff (1999)'a göre Leptic Haplustert (LeH), Typic Calcicustept (TCa) ve Typic Haplustept (THp) olarak sınıflandırılan ve genetik oluşumlarına göre 10 farklı horizonu tanımlanan toprakların fiziko-kimyasal toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de, tanımlanan horizonlara ait analiz sonuçları ise Çizelge 2'de sunulmuştur.

Fiziko-kimyasal toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde değişkenlik katsayılarına göre en düşük konumsal değişkenliğe sahip özelliğin pH (% 3.29), en yüksek değişkenliğe sahip özelliğin ise kireç (% 81.92) olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Parsel ve tarla ölçeğinde yapılan birçok çalışmada toprak özelliklerinin genellikle normal dağılım göstermediği bilinmektedir (Sağlam, 2013). Bu çalışmada da çarpıklık katsayısına göre normal dağılıma en yakın ve en uzak dağılım gösteren toprak özellikleri sırasıyla kum içeriği (0.00) ve elektriksel iletkenlik (1.82) olmuştur. Ayrıca fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin büyük çoğunluğunun almış olduğu pozitif çarpıklık katsayıları da verilerin çoğunluğunun ortalamadan üzerinde değerler aldığı ortaya koymaktadır.

Çizelge 1. Toprak fiziko-kimyasal özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler

Fiziko-kimyasal özellikler	Ortalama	Standart Sapma	Değişkenlik Katsayısı, %	Çarpıklık	Basıklık	N
C	47.93	8.12	16.94	-0.13	-1.97	10
Si	25.23	4.46	17.68	-0.82	-1.13	10
S	26.74	6.44	24.07	0.00	-1.38	10
CaCO ₃	7.36	6.03	81.92	0.33	-1.73	10
OM	1.07	0.56	52.28	0.12	-1.06	10
KDK	37.56	5.94	15.80	-0.38	-1.16	10
Na	9.27	6.12	66.08	1.17	1.89	10
K	4.15	1.66	39.94	0.43	-1.09	10
Ca	21.75	2.17	10.00	-0.36	-0.88	10
Mg	4.04	2.17	53.60	0.86	1.04	10
pH	7.99	0.26	3.29	-0.70	-1.24	10
EC	0.32	0.10	32.89	1.82	3.80	10
Fe	21.99	13.69	62.25	0.94	-0.45	10
Cu	2.32	1.85	79.73	1.31	1.59	10
Zn	0.45	0.28	61.75	0.97	-1.02	10
Mn	2.61	1.53	58.67	0.24	-1.52	10
B	0.86	0.58	66.92	1.45	1.77	10
N	0.06	0.02	38.92	-0.26	-0.43	10
P	12.58	7.14	56.73	0.48	-1.41	10

C: kil (%), Si: silt (%); S: kum (%); CaCO₃: kireç (%); OM: organik madde (%); KDK: katyon değişim kapasitesi (meq 100 gr⁻¹); Na: değişebilir sodyum (meq 100 gr⁻¹); Ca: değişebilir kalsiyum (meq 100 gr⁻¹); Mg: değişebilir magnezyum (meq 100 gr⁻¹); K: değişebilir potasyum (meq 100 gr⁻¹); pH: toprak reaksiyonu; EC: elektriksel iletkenlik (dS m⁻¹); Fe: yarayırlı demir (mg kg⁻¹); Cu: yarayırlı bakır (mg kg⁻¹); Zn: yarayırlı çinko (mg kg⁻¹); Mn: yarayırlı mangan (mg kg⁻¹); B: yarayırlı bor (mg kg⁻¹); N: toplam azot (%); P: yarayırlı fosfor (mg kg⁻¹).

İnce bünyeli aluviyal ve koluviyal depozitler üzerinde oluşmuş ve alanın en düşük yüksekliğine sahip taban arazilerinde yayılım gösteren Typic Haplustept (THp) topraklar, % 38 civarında kil içeriğine sahip olup genelde killi tın-kil özellikte bir bünyeye sahiptirler. Toprakların pH değerleri hafif alkalın reaksiyonlu olup yüzeyde 7.55-7.85 arasında değişirken, derinlere doğru bir miktar artarak 8.20 olmaktadır (Çizelge 2). Elektriksel iletkenlik değerleri düşük ve tuzluluk sorunu olmayan bu toprakların, kireç içerikleri yüzeyde kireçli sınıfta olup derinlere doğru kireç içeriği daha da azalmaktadır. Organik madde içerikleri % 2'nin altında az sınıfta bulunan toprakların katyon değişim kapasitesi değerleri, toprak horizonlarının tekstür sınıfları ve kil içerikleriyle paralellik göstererek yüksek

sınıfta belirlenmiştir (Metson, 1961). Yarayırlı demir ve bakır içerikleri açısından yeterli düzeyde bulunan bu topraklarda yarayırlı çinko, mangan ve bor içerikleri ise çok az, az ve yeterli sınıfları arasında değişim göstermiştir (Follet, 1969; Lindsay and Norvell, 1969; Wolf, 1971; FAO, 1990). Toplam azot içeriği düşük (Bruce and Rayment, 1982), yarayırlı fosfor içerikleri ise düşük, orta ve yüksek sınıflarında (Holford and Cullis, 1985) belirlenmiştir. Typic Calciustept (TCa) topraklar, marn ana materyal üzerinde oluşmuş, orta derin topraklardır. Bu toprakların kil içerikleri çok yüksek (> %50) olup ağır bünyelidirler. Toprak pH'sı yüzeyde 7.64 değeri ile hafif alkalın reaksiyonlu iken derinlerde bu değer değişebilir sodyum iyonundaki artışa bağlı olarak 8.23 olmaktadır. Buna karşın değişebilir kat-

Çizelge 2. Toprakların fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik cm	Bünye Sınıfı	C	Si	S	CaCO ₃	OM	KDK	Na	K	Ca	Mg	pH	EC	Fe	Cu	Zn	Mn	B	N	P
Typic Haplustept (THp)																					
A _p	0-30	CL	39	25	36	3.23	1.90	39.35	7.88	6.93	19.0	2.60	7.85	0.26	44.69	6.41	0.91	3.75	0.82	0.06	21.90
B _{w1}	30-85	CL	38	29	33	0.19	1.80	33.88	8.38	3.94	18.3	2.95	7.78	0.26	45.02	4.23	0.85	4.95	1.05	0.08	10.70
B _{w2}	85-98	CL	38	28	34	1.17	1.10	28.51	8.20	2.82	22.3	4.55	7.55	0.24	27.40	2.78	0.32	3.78	0.91	0.09	22.80
C	98+	C	41	27	32	2.24	0.80	39.74	9.06	2.77	22.1	2.70	8.20	0.23	20.88	2.22	0.28	4.43	0.53	0.07	5.90
Typic Calcustept (TCa)																					
A _p	0-15	C	52	28	20	15.06	1.40	29.16	2.12	5.92	24.3	2.50	7.64	0.33	11.74	2.78	0.78	1.90	0.43	0.06	21.50
B _k	15-63	C	53	30	17	16.17	0.63	33.70	2.48	4.78	24.8	1.00	8.17	0.23	10.44	0.82	0.34	1.14	0.38	0.04	4.10
C	63+	C	48	28	24	4.06	0.64	40.10	5.20	5.87	22.7	5.70	8.23	0.32	25.77	0.40	0.26	1.88	1.48	0.02	9.40
Leptic Haplustert (LeH)																					
A	0-18	C	55	20	25	7.14	1.50	41.50	14.49	3.68	22.7	5.50	8.12	0.33	9.14	0.79	0.17	2.63	0.48	0.04	13.50
A ₂	18-48	C	57	18	25	12.05	0.77	44.90	12.00	2.88	21.8	4.50	8.13	0.39	14.35	1.40	0.30	0.96	0.38	0.10	10.70
B _{ss}	48+	C	58	20	22	12.33	0.19	44.80	22.88	1.92	19.5	8.60	8.26	0.57	10.44	1.38	0.30	0.68	2.15	0.07	5.30

C: kil (%); Si: silt (%); S: kum (%); CaCO₃: kireç (%); OM: organik madde (%); KDK: kation değişim kapasitesi (meq 100 gr⁻¹); Na: değişebilir sodyum (meq 100 gr⁻¹); Ca: değişebilir kalsiyum (meq 100 gr⁻¹); Mg: değişebilir magnezyum (meq 100 gr⁻¹); K: değişebilir potasyum (meq 100 gr⁻¹); pH: toprak reaksiyonu; EC: elektriksel iletkenlik (dS m⁻¹); Fe: yayırlı demir (mg kg⁻¹); Cu: yayırlı bakır (mg kg⁻¹); Zn: yayırlı çinko (mg kg⁻¹); Mn: yayırlı mangan (mg kg⁻¹); B: yayırlı bor (mg kg⁻¹); N: toplam azot (%); P: yayırlı fosfor (mg kg⁻¹).

yonlar içerisinde kalsiyum iyonunun hakim durumda olmasından dolayı toprakların tuzluluk problemi görülmemektedir. Organik madde içerikleri az olan bu toprakların kireç içeriği ise yüksektir. Topraklarda katyon değişim kapasitesi değerleri yüksek (Metson, 1961), yarayışlı demir ve bakır içerikleri açısından da yeterli düzeyde bulunmasına karşın yarayışlı çinko, mangan ve bor içerikleri çok az, az ve yeterli sınıfları arasında değişim göstermektedir (Follet, 1969; Lindsay and Norvell, 1978; Wolf, 1971; FAO, 1990). Toplam azot değerleri çok düşük ve düşük sınıfları (Bruce and Rayment, 1982) arasında belirlenirken, yarayışlı fosfor içerikleri çok düşük ve yüksek sınıfları (Holford and Cullis, 1985) arasında değişim göstermektedir. Leptic Haplustert (LeH) topraklar ise, killi koluvial ana materyal üzerinde oluşmuş ve kil içeriği çok yüksek (> %55) derin topraklardır. pH değerleri 8.12-8.26 arasında değişen orta alkaline reaksiyona sahip bu topraklarda, tuzluluk problemi görülmemesine karşın kireç içeriği derinlere doğru artmaktadır. Organik madde içerikleri az sınıfta belirlenen toprakların katyon değişim kapasitesi içerikleri yüzeyden derine doğru artan kil içeriğiyle paralellik göstererek derinlerde artmaktadır. Yarayışlı demir ve bakır içerikleri açısından yeterli düzeyde

bulunan bu topraklarda yarayışlı çinko, mangan ve bor içerikleri çok az, az ve yeterli sınıfları arasında değişim göstermektedir (Follet, 1969; Lindsay and Norvell, 1978; Wolf, 1971; FAO, 1990). Toplam azot değerleri ise çok düşük ve düşük sınıfları (Bruce and Rayment, 1982) arasında, yarayışlı fosfor içerikleri de düşük ve orta sınıfları (Holford and Cullis, 1985) arasında dağılım göstermektedir.

Toprakların benzerliklerinin sınıflandırılmasında kullanılan 15 adet fiziko-kimyasal toprak özelliği arasındaki korelasyon ilişkileri Çizelge 3'de verilmiştir. Tanımsal istatistikleri ve analiz sonuçları verilen değişebilir katyonlar (Na, K, Ca, Mg), toprakların benzerliklerinin sınıflandırılmasında katyon değişim kapasitesinin değişken olarak kullanılması nedeniyle ayrı değişkenler şeklinde değerlendirilmemişlerdir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre fiziko-kimyasal toprak özellikleri arasındaki 105 korelasyon çiftinden 25 adeti istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.01$; $p<0.05$) bulunmuştur. En yüksek pozitif korelasyon ilişkisi yarayışlı çinko ve bakır arasında (0.82) belirlenirken, en yüksek negatif korelasyon ilişkisi ise kil içeriği ile yarayışlı mangan arasında (-0.88) bulunmuştur (Çizelge 3).

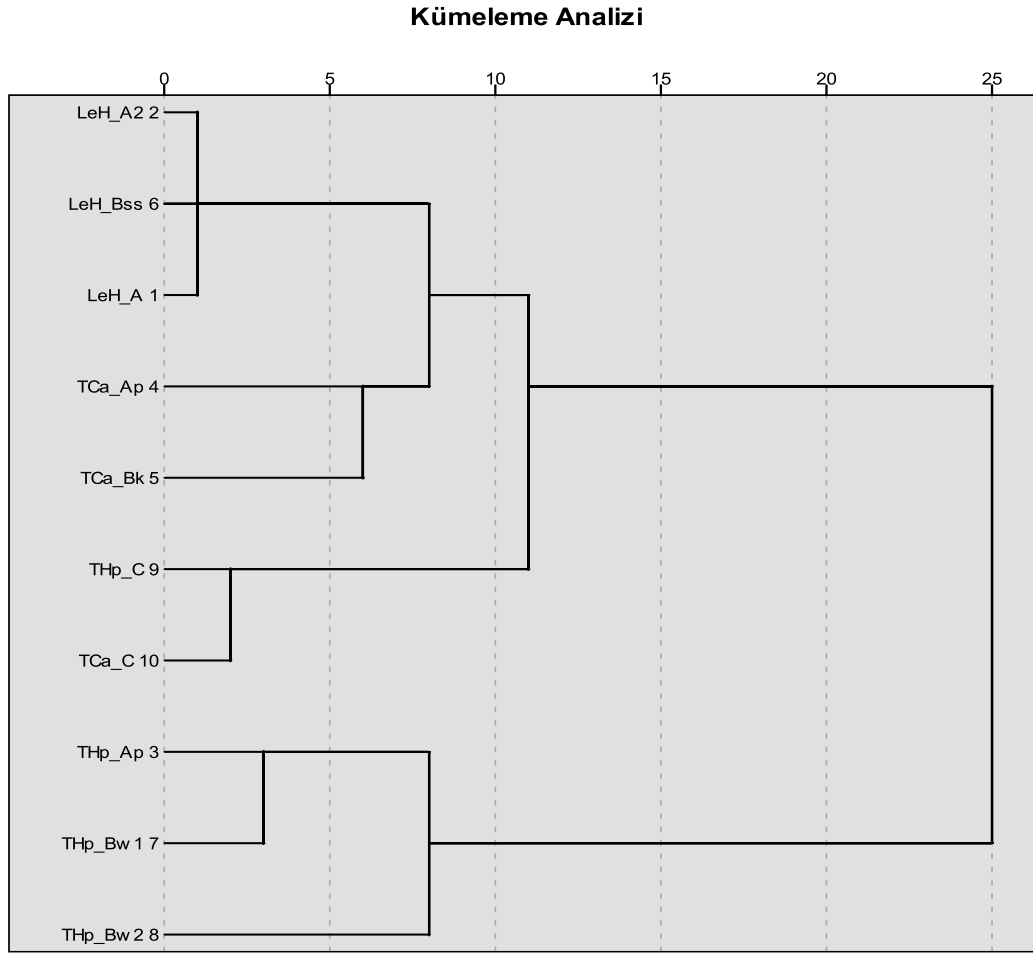
Çizelge 3. Toprak fiziko-kimyasal özelliklerine ait korelasyon analizi sonuçları

	C	Si	S	CaCO ₃	OM	KDK	pH	EC	Fe	Cu	Zn	Mn	B	N
Si	-0.53													
S	-0.67*	-0.24												
CaCO₃	0.81**	-0.05	-0.87**											
OM	-0.61	0.05	0.65*	-0.54										
KDK	0.66*	-0.74*	-0.09	0.18	-0.32									
pH	0.56	-0.24	-0.43	0.33	-0.73*	0.69*								
EC	0.66*	-0.62	-0.27	0.38	-0.15	0.63	0.18							
Fe	-0.86**	0.27	0.76*	-0.80**	0.49	-0.35	-0.39	-0.38						
Cu	-0.64*	0.08	0.64*	-0.47	0.67*	-0.49	-0.67*	-0.23	0.67*					
Zn	-0.47	0.38	0.26	-0.09	0.44	-0.58	-0.55	-0.23	0.51	0.82**				
Mn	-0.88**	0.34	0.69*	-0.83**	0.73*	-0.50	-0.55	-0.61	0.64*	0.58	0.26			
B	-0.29	-0.01	0.27	-0.49	-0.05	0.09	0.23	0.14	0.40	0.04	-0.06	0.16		
N	-0.15	-0.36	0.50	-0.39	0.09	0.02	-0.32	0.10	0.36	0.54	0.25	0.18	0.00	
P	-0.46	-0.14	0.60	-0.41	0.75*	-0.38	-0.84**	0.06	0.41	0.57	0.31	0.44	-0.02	0.24

C: kil; Si: silt; S: kum; CaCO₃: kireç; OM: organik madde; KDK: katyon değişim kapasitesi; pH: toprak reaksiyonu; EC: elektriksel iletkenlik; Fe: yarayışlı demir; Cu: yarayışlı bakır; Zn: yarayışlı çinko; Mn: yarayışlı mangan; B: yarayışlı bor; N: toplam azot; P: yarayışlı fosfor; **: $p<0.01$; *: $p<0.05$.

Fiziko-kimyasal özelliklerine göre toprak horizonlarının benzerliklerinin sınıflandırılması için

yapılan hiyerarşik kümeleme analizi sonucu Şekil 2'de görülmektedir.



LeH: Leptic Haplustert; TCa: Typic Calciustept; THp: Typic Haplustept.

Şekil 2. Kümeleme yöntemi benzerlik dendrogramı

Figure 2. Resemblance dendrogram of cluster methods

Hiyerarşik kümeleme analizinde, uzaklıkların hesaplanmasında kareli öklid uzaklığı kullanılırken, bağlantı yöntemi olarak da ortalama bağlantı yöntemi tercih edilmiştir. Kümeleme analizi sonuçlarını gösteren dendrogram incelendiğinde toprakların iki farklı grupta sınıflandırıldığı görülmektedir. Dendrogramdaki sınıflandırmalara göre, birinci grupta Leptic Haplustert ve Typic Calciustept'e ait horizonlar ile Typic Haplustept'e ait C horizonu benzer algılanırken, ikinci grupta Typic Haplustept'e ait C horizonu dışındaki toprak horizonlarının benzer algılandığı görülmektedir. Gruplandırılmada benzer algılanan toprak horizon-

ları grup içi değerlendirmelerde alt salkımlarda farklı algılanmaktadır. Buna göre grup içi değerlendirmede birinci grubun alt salkımlarda üç farklı gruba, ikinci grubun ise alt salkımlarda iki farklı gruba ayrıldığı görülmektedir. Birinci grupta iki alt salkıma ayrılarak farklı algılanan Leptic Haplustert'e ait A, A₂ ve B_{ss} horizonları ile Typic Calciustept'e ait A_p ve B_k horizonları ele alınan fiziko-kimyasal toprak özelliklerine göre üst salkımda benzer kabul edilirken, bu horizonlarla gruplandırmada benzer kabul edilen Typic Haplustept ve Typic Calciustept'e ait C horizonları alt salkımlarda fiziko-kimyasal toprak özelliklerine göre

bu horizonlardan farklı olarak algılanmaktadır. Typic Haplustept ve Typic Calcustept'e ait C horizonları alt salkımlarda fiziko-kimyasal toprak özelliklerine göre benzer algılanmasındaki en temel özellik, her iki toprağa ait C horizon sembolü ile gösterilen ana materyal içerisindeki gerek bünyesel dağılım gerekse de kireç, katyon değişim kapasitesi, pH ve organik madde içeriklerinin bir birine yakın değerler göstermesidir (Çizelge 2). İkinci grupta ise benzer algılanan Typic Haplustept'e ait üç toprak horizonundan B_{w2} horizonunun alt salkımlarda fiziko-kimyasal toprak özelliklerine göre A_p ve B_{w1} horizonlarından farklı algılandığı görülmektedir (Şekil 2). Bu durumun özellikle horizonların oluşumları ve/veya gelişimlerine yönelik olarak, toprakların olgunlaşması sürecinin başlangıç aşaması olarak kabul edilen kambik horizonların (Bw) yapısal değişimlerdeki ve gelişimlerdeki farklılıktan ileri geldiği düşünülmektedir. Çünkü strüktürel gelişmelerin derecesi büyük ölçüde ortam şartlarına bağlı olup, özellikle profil içerisindeki farklı fiziko-kimyasal değişimlerle yakından ilişkilidir.

Çalışmada bir başka sınıflandırma yöntemi olarak kullanılan çok boyutlu ölçekleme (MDS) yöntemi-ne göre toprak horizonlarının benzerliği, iki boyutlu olarak değerlendirilmiştir. MDS yöntemi sonuçlarına göre iki boyutlu gösterimde Kruskal's stress değeri 0.089, R² ise 0.963 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar iki boyut için stress değerinin, verileri 0.963 oranında açıkladığını ve veri uzaklıkları ile konfigürasyon uzaklıkları arasında iyi düzeyde bir uyumun bulunduğunu ortaya koymaktadır (Şahin ve ark., 2008).

MDS yöntemi ile elde edilen toprak horizonlarına ait uyarıcı koordinatlar Çizelge 4'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre 1'den yukarı pozitif değerler alan Leptic Haplustert'e ait A ve B_{ss} horizonları ile Typic Calcustept'e ait A_p ve B_k horizonları, fiziko-kimyasal toprak özelliklerine göre benzer algılanıp algılanmamaları birincil öneme sahip olan toprak horizonları olurken, 1'e yakın pozitif değer alan Leptic Haplustert'e ait A₂ horizonun da bu horizonlarla birincil boyutta benzer kabul edilebilecek bir başka toprak horizonu olduğu görülmektedir. MDS analizinin bu sonuçları hiyerarşik kümeleme analizi sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. MDS yönteminde benzer algılanıp algılanmamaları birincil boyutta önemli bulunan toprak horizonları, kümeleme dendrogramında

da benzer algılanan horizonlardır. İkincil boyutta ise 1'in üzerinde pozitif değer olarak benzer algılanan toprak horizonu bulunmazken, Leptic Haplustert'e ait A₂, B_{ss}; Typic Calcustept'e ait B_k ve C horizonları ve Typic Haplustept'e ait B_{w1} ve C horizonları, 0 ile 1 arasında pozitif değerler olarak, daha az benzer algılanması gereken toprak horizonları olduğu görülmektedir. Diğer taraftan hem birincil boyutta hem de ikincil boyutta negatif değerler alan toprak horizonları, pozitif değer alan toprak horizonları ile benzer bulunmamıştır.

Çizelge 4. Toprak horizonlarına ait uyarıcı koordinatlar

Uyarıcı Adı	Uyarıcı koordinatların boyutu	
	1	2
LeH_A	1.06	-0.06
LeH_A ₂	0.96	0.30
THp_A _p	-1.97	-0.07
TCa_A _p	1.04	-1.15
TCa_B _k	1.51	0.06
LeH_B _{ss}	1.34	0.46
THp_B _{w1}	-2.03	0.37
THp_B _{w2}	-1.31	-0.79
THp_C	-0.39	0.66
TCa_C	-0.20	0.22

LeH: Leptic Haplustert; THp: Typic Haplustept; TCa: Typic Calcustept

MDS analizinde fiziko-kimyasal toprak özellikleri yönünden toprak horizonlarının farklılık matrisi sonuçları Çizelge 5'de görülmektedir. Farklılık matrisinde 0'a yakın değerlere sahip toprak horizonları birbiriy-le benzer algılanırken 1'in üzerindeki değerlere sahip toprak horizonları ise farklı veya en benzemez olarak kabul edilmektedir (İşler, 2010). Bu sonuçlara göre LeH_B_{ss}-LeH_A₂ (0.09), LeH_A₂-LeH_A (0.16) ve LeH_B_{ss}-LeH_A (0.40) horizonları birbirine en benzeyen toprak horizonları olduğu; TCa_B_k-THp_A_p (3.55); THp_B_{w1}-TCa_A_p (3.42); THp_B_{w1}-TCa_B_k (3.42); THp_B_{w1}-LeH_B_{ss} (3.39); LeH_B_{ss}-THp_A_p (3.32); THp_B_{w1}-LeH_A (3.22) ve TCa_A_p-THp_A_p (3.20)

Çizelge 5. Toprak horizonları için farklılıklar matrisi

	LeH_A	LeH_A ₂	THp_A _p	TCa_A _p	TCa_B _k	LeH_B _{ss}	THp_B _{w1}	THp_B _{w2}	THp_C
LeH_A ₂	0.16								
THp_A _p	2.30	2.85							
TCa_A _p	1.24	1.46	3.20						
TCa_B _k	1.24	1.16	3.55	1.13					
LeH_B _{ss}	0.40	0.09	3.32	1.57	0.82				
THp_B _{w1}	3.22	3.07	0.58	3.42	3.42	3.39			
THp_B _{w2}	2.39	2.53	1.00	2.33	3.01	2.97	1.41		
THp_C	1.49	1.48	1.83	2.36	1.99	1.71	1.71	1.54	
TCa_C	1.31	1.20	1.73	1.80	1.54	1.42	1.62	1.55	0.57

LeH: Leptic Haplustert; THp: Typic Haplustept; TCa: Typic Calciustept

horizonlarının ise fiziko-kimyasal toprak özellikleri yönünden birbirine en benzemeyen toprak horizonları olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Toprak horizonlarının benzerliğinin incelenmesinde kullanılan fiziko-kimyasal özellikler için oluşturulan uzaklık matrisine ilişkin stress değeri 0.027, R² ise 0.998 bulunmuştur. Bu sonuçlar, stress değeri büyüklüğüne göre konfigürasyon uzaklıklarının orijinal uzaklıklarla mükemmel uyumlu olduğunu (İşler, 2010) ve stress değerinin verileri 0.998 oranında açıkladığını göstermektedir (Şahin ve ark., 2008). Toprak fiziko-kimyasal özellikleri için iki boyutlu olarak yapılan MDS analizinde 1'in üzerinde ve 1'e yakın pozitif değerler alan kil, katyon değişim kapasitesi, kum, silt ve yarıyışlı demirin birincil boyutta benzer algılanıp algılanmamaları birincil öneme sahip fiziko-kimyasal toprak özellikleri olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Elde edilen bu sonuçlar, toprak horizonları arasındaki benzerlikleri birincil boyutta ortaya koyan en önemli fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin kil, katyon değişim kapasitesi, kum, silt ve yarıyışlı demir olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan birincil boyutta negatif değerler alan fiziko-kimyasal özelliklerin ise, toprak horizonlarının benzerliklerinin ortaya konulmasında birincil öneme sahip olmadıkları görülmektedir. İkincil boyutta ise 1'in üzerinde pozitif değer alan yarıyışlı demir, toprak horizonlarının benzerliklerinin belirlenmesinde en önemli fiziko-kimyasal toprak özelliği olmuştur. Yine ikincil boyutta 1'e yakın pozitif değerler kum, yarıyışlı fosfor ve silt, toprak horizonlarının benzerliklerinin ortaya konulmasında birincil öneme sahip diğer fiziko-kimyasal toprak özellikleri olmuşlardır.

Çizelge 6. Fiziko-kimyasal toprak özelliklerine ait uyarıcı koordinatlar

Uyarıcı Adı	Uyarıcı koordinatların boyutu	
	1	2
C	3.19	-0.64
Si	1.16	0.10
S	1.26	0.45
CaCO ₃	-0.51	-0.55
OM	-1.08	-0.07
KDK	2.24	-0.22
pH	-0.45	-0.10
EC	-1.22	-0.10
Fe	0.80	1.06
Cu	-1.04	-0.06
Zn	-1.13	-0.09
Mn	-0.93	0.01
B	-1.09	-0.09
N	-1.17	-0.10
P	-0.03	0.39

C: Kil; Si: Silt; S: Kum; CaCO₃: kireç; OM: organik madde; KDK: katyon değişim kapasitesi; pH: toprak reaksiyonu; EC: elektriksel iletkenlik; Fe: yarıyışlı demir; Cu: yarıyışlı bakır; Zn: yarıyışlı Çinko; Mn: yarıyışlı Mangan; B: yarıyışlı bor; N: toplam azot; P: yarıyışlı fosfor.

Fiziko-kimyasal özelliklere ait farklılıklar matrisi sonuçları ise Çizelge 7'de verilmiştir. Farklılıklar matrisi sonuçlarına göre toprak horizonlarının benzerliklerinin belirlenmesinde, birbirlerinden en uzak veya en farklı algılanan fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin 4.44 değeriyle kil ve elektriksel

iletkenlik olduğu, yarayışlı çinko ve toplam azotun ise 0.00 değeriyle en yakın veya birbirlerinin yerine kullanılabilir fiziko-kimyasal özellikler olduğu görülmektedir (Çizelge 7). Ayrıca, toprakların kil, katyon değişim kapasitesi, yarayışlı de-

mir ve fosfor içerikleri, hemen hemen bütün fiziko-kimyasal toprak özellikleriyle ilişkilerinde 1'in üzerinde değerler almaları nedeniyle, diğer fiziko-kimyasal toprak özelliklerden farklı veya uzak olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 7. Fiziko-kimyasal özellikler için farklılıklar matrisi

	C	Si	S	CaCO ₃	OM	KDK	pH	EC	Fe	Cu	Zn	Mn	B	N
Si	2.21													
S	2.23	0.64												
CaCO ₃	3.69	1.79	2.05											
OM	4.30	2.24	2.39	0.75										
KDK	1.14	1.31	1.19	2.80	3.32									
pH	3.67	1.62	1.78	0.49	0.60	2.68								
EC	4.44	2.39	2.54	0.85	0.11	3.46	0.74							
Fe	2.93	1.09	0.88	2.06	2.19	1.90	1.69	2.33						
Cu	4.27	2.21	2.36	0.73	0.01	3.28	0.57	0.15	2.15					
Zn	4.36	2.30	2.45	0.78	0.02	3.37	0.65	0.05	2.24	0.05				
Mn	4.18	2.10	2.23	0.74	0.14	3.18	0.47	0.28	2.03	0.11	0.20			
B	4.32	2.26	2.41	0.76	0.02	3.33	0.61	0.09	2.21	0.03	0.01	0.17		
N	4.39	2.34	2.48	0.81	0.06	3.41	0.69	0.01	2.28	0.09	0.00	0.23	0.04	
P	3.34	1.32	1.41	1.01	1.20	2.41	0.76	1.35	1.36	1.18	1.26	1.08	1.24	1.30

C: kil; Si: silt; S: kum; CaCO₃: kireç; OM: organik madde; KDK: katyon değişim kapasitesi; pH: toprak reaksiyonu; EC: elektriksel iletkenlik; Fe: yarayışlı demir; Cu: yarayışlı bakır; Zn: yarayışlı Çinko; Mn: yarayışlı Mangan; B: yarayışlı bor; N: toplam azot; P: yarayışlı fosfor.

SONUÇ

Kümeleme analizi ve çok boyutlu ölçekleme gibi iki farklı çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemi kullanılarak meyvecilik üretimi yapılan bir alanda farklı topoğrafya ve ana materyal üzerinde oluşan toprakların fiziko-kimyasal toprak özellikleri yönünden benzerlikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda toprakların farklı yöntemlerle yapılan benzerlik sınıflandırmaları birbiri ile önemli oranda uyumlu bulunmuştur. MDS yöntemine göre birbirine en fazla benzeyen toprak horizonları olarak kabul edilen LeH_A, LeH_A₂ ve LeH_B_{ss} horizonları kümeleme yönteminde de aynı salkımda ve grupta yer almaları nedeniyle benzer olarak sınıflandırılmıştır. Yine benzer şekilde MDS yöntemine göre THp_A_p ve THp_B_{w1} horizonları diğer horizonlardan en uzak algılanan toprak horizonları olurken, kümele-

me yönteminde de bu toprak horizonları kendi aralarında benzer olarak sınıflandırılmış ancak diğer toprak horizonlardan farklı olarak sınıflandırılarak ikinci grupta yer almışlardır. MDS yöntemi sonuçlarına göre, toprakların benzerliklerinin ortaya konulmasında birincil boyutta en önemli olan fiziko-kimyasal toprak özelliği kil olurken katyon değişim kapasitesi, kum, silt ve yarayışlı demir yine benzerliklerin ortaya konulmasında birincil boyutta önemli olan diğer fiziko-kimyasal toprak özellikleri olmuşlardır. Ayrıca MDS yöntemi sonuçlarına göre, toprakların benzerliklerinin ortaya konulmasında yarayışlı çinko ve toplam azot birbirinin yerine kullanılabilir fiziko-kimyasal özellikler olarak belirlenirken, kil ve elektriksel iletkenlik toprakların benzerliklerinin ortaya konulmasında en benzemeyen fiziko-kimyasal toprak özellikleri olmuşlardır.

KAYNAKLAR

- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-total. Chemical and Microbiological Properties. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, 2nd Ed. ASA Agronomy Monograph, No 9, Madison, Wisconsin.*
- Bruce, R.C., Rayment, G.E., 1982. Analytical methods and interpretations used by the agricultural chemistry branch for soil and land use surveys. Queensland Department of Primary Industries, Bulletin QB8 (2004), Indooroopilly, Queensland.
- DSİ, 1986. Bafra projesi planlama revizyon raporu. DSİ 7. Bölge Müdürlüğü, Samsun.
- FAO, 1990. Micronutrient, assessment at the country level: an international study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa, Rome.
- Follet, R.H., 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in colorado soils. PhD. Dissertation, Colorado State University.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. *Methods of Soil Analysis. In: Physical and Mineralogical Methods, Part I, 2nd Ed. Agronomy, No 9, Madison, Wisconsin.*
- Hendershot, W.H., Lalonde, H., Duquette, M., 1993. Soil reaction and exchangeable acidity. In: *Soil Sampling and Methods of Analysis, (Editor: Carter, M.R.), Canadian Society of Soil Science.*
- Holford, I.C.R., Cullis, B.R., 1985. Effects of phosphate buffer capacity on yield response curvature and fertiliser requirements of wheat in relation to soil phosphate tests. *Australian Journal of Soil Research, 23: 417-427.*
- İşler, D.B., 2010. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. (Editör: Kalaycı, Ş.), Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara.
- Johnson, R., Wichern, D., 1992. Applied multivariate statistical analysis, 3th Ed. Prentice Hall.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1969. Development of a DTPA micronutrient soil test. *Soil Sci. Am. Proc., 35: 600-602.*
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J., 42: 421- 428.*
- Metson, A.J., 1961. Methods of chemical analysis for soil survey samples. *Soil Bureau Bulletin No. 12, New Zealand Department of Scientific and Industrial Research, 168-175.*
- MTA, 1961. Türkiye jeoloji haritası, Sinop paftası. MTA yayımları, Ankara.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. chemical and microbiological properties. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, 2nd Ed. Agronomy, No 9, Madison, Wisconsin.*
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. chemical and microbiological properties. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, 2nd Ed. Agronomy, No 9, Madison, Wisconsin.*
- 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, USA.*
- Rhoades, J.D., 1986. Cation exchange capacity. chemical and microbiological properties. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, 2nd Ed. ASA and SSSA Agronomy Monograph, No 9, Madison, Wisconsin.*
- Sağlam, M., 2013. Çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile toprak özelliklerinin gruplandırılması. *Toprak Dergisi, 2(1): 7-14.*
- Şahin, A., Miran, B., 2007. Çiftçi algılarına göre bitkisel ürünlerin risk haritası: Bayındır ilçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44 (3): 59-74.*
- Şahin, A., 2008. Risk koşullarında tarım işletmelerinin planlanması: oyun teorisi yaklaşımı. *Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.*
- Şahin, A., Atış, E., Miran, B., 2008. Daha etkin tarım-çevre politikaları için homojen alanların belirlenmesi: ege bölgesi örneği. *Ekoloji Dergisi, 17 (67): 15-23.*
- Sarioğlu, F.E., Dengiz, O., 2012. Soil Survey and mapping of soils formed on two different physiographic units and their classification. 8th International Soil Science Congress On "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management", 581-586, May 15-17, Çeşme-İzmir, Turkey.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil soil survey manual. *USDA Handbook, No: 18, Washington D.C.*
- Soil Survey Staff, 1999. Soil taxonomy. A basic of soil classification for making and interpreting soil survey. *USDA Handbook, No: 436, Washington D.C.*
- Taşdemir, İ., Güngör, E., 2002. Çok boyutlu karar verme metotları ve ormancılıkta uygulama alanları. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 4 (4): 1-19.*
- Uçar, N., 2010. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. (Editör: Kalaycı, Ş.), Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara.
- Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analysis, 2: 363-374*