

Çay Tarımı Yapılan Topraklara Yönelik Faktör Analizi ve Jeoistatistik Uygulamaları: Rize İli Örneği

M. Arif ÖZYAZICI¹ Mustafa SAĞLAM^{2*} Orhan DENGİZ² Aylin ERKOÇAK³

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

³Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): mustafa.saglam@omu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 08.10.2013

Kabul tarihi (Accepted) : 26.11.2013

Öz

Bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin faktör analiziyle değerlendirildiği bu çalışmada, Rize ilinde çay tarımı yapılan alanlarda fiziksel ve kimsayasal toprak özellikleriyle ilişkili 5 adet faktör belirlenmiş ve bu faktörler toprak özelliklerinin alan içerisindeki değişkenliğinin % 75.63'ünü açıklamışlar. Belirlenen yeni değişkenler bazik katyonlar, mikroelement, tekstür, mineralizasyon ve gübreleme isimleriyle tanımlanmıştır. Bazik katyonlar toplam değişkenliğin % 18.31'ini açıklayarak yeni değişkenler içerisindeki en önemli değişken olurken, gübreleme değişkeni toplam değişkenliği en az açıklayan değişken olmuştur. Belirlenen değişkenlerin çalışma alanındaki dağım desenlerini gösteren krigleme haritaları jeoistatistik yöntemiyle hazırlanmıştır. Krigleme haritaları bazik katyonlar ve mikroelement faktörlerinin en yüksek değerlerini sahilden uzak yüksek eğime ve rakıma sahip alanlarda aldığını ortaya koyarken diğer faktörler en yüksek değerlerini sahile yakın kesimlerde almıştır. Özellikle sahil kesimlerindeki gübreleme faktörüne ait yüksek değerler bu bölgelerdeki topraklar üzerinde insan etkisinin daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çay alanları, asidik toprak, faktör analizi, jeoistatistik.

Factor Analysis and Geostatistic Applications for Tea Cultivated Soils Case Study; Rize Province

Abstract

Five factors related with physical and chemical soil properties in tea cultivated areas of Rize province were determined some physical and chemical soil properties were evaluated with factor analysis in this study. These factors explained about 75.63 % of total variables in soil properties of the area. Determined new variables were called as basic cations, microelement, texture, mineralization and fertilization. Basic cations that explained 18.31 % of total variables is the most important variable in new variables whereas, it was found that fertilizer variables is the lowest explain for total variables. Spatial distribution maps of the determined variables in the study area was prepared using geostatistic methods. Kriging maps show that the highest values of the basic cations and microelements were located in high and steep sloped lands whereas, it was found that the highest values of other factors distributed in near the coast area. Especially, high values of the fertilizer distributed on flat-delta area showed under more human activities.

Key Words: Tea areas, acidic soil, factor analysis, geostatistic

GİRİŞ

Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan Rize ili; Doğu Karadeniz bölgesinin en yüksek kesiminde 40° 20' doğu ve 41° 20' kuzey paralelleri arasında, 3920 km²'lik yüzölçümü ile ülke topraklarının % 5'ini kaplamaktadır. Çok engebeli ve dağlık bir arazi yapısına sahip olan ilin kıyı şeridinin uzunluğu 80 km, genişliği ise 20-150 km arasında değişirken, yüksek kıyılardan oluşan ve genellikle sade bir görünüşe sahip olan kıyı şeridinde, akarsuların taşıdığı alüvyonlarla oluşan düzlükler yer almaktadır.

Toplam arazi varlığı 359 991 ha olan Rize ilinde tarım alanları, toplam arazi varlığının yaklaşık % 16'sını oluştururken, çayır ve mera alanları % 12,59'unu, orman ve fundalık araziler % 44'ünü, tarım dışı ve yerleşim alanları ise % 28,21'ini oluşturmaktadır (Anonim 2012). Tarım alanlarının % 98,5'i tarla arazisi, % 0,7'si nadas, % 0,8'i de meyve-bağ arazisi şeklinde kullanılmaktadır (Anonim 2011). Verimlilik açısından oldukça fakir topraklara sahip olan ilde, tarım alanlarının yalnızca % 13,5'i arazi kullanım kabiliyet sınıfı yönünden ilk dört sınıfta yer alırken, büyük bir kısmı tarıma elverişli olmayan V., VI., VII. ve VIII. sınıf arazilerden oluşmaktadır. Bu nedenle, tarım arazilerinin % 70'inden fazlası su erozyonu, yetersiz toprak derinliği ve yetersiz drenajdan kaynaklanan sorunlarla karşı karşıya bulunmaktadır. Yine ildeki diğer arazi kullanımları arasında bulunan ve çok küçük bir kısmı (yaklaşık % 1) sulak alan sınıfına giren arazilerde yayılım göstermesine karşın büyük çoğunluğu yüksek dağlarda bulunan çayır ve mera alanlarında, yetersiz toprak derinliği ve drenaj ile kontrolsüz ve aşırı otlatma sonucu artan erozyona bağlı sorunlar bulunurken, yaklaşık % 85'i geniş yapraklı ve karışık çam ormanlarından oluşan ormanlık alanlarda da, arazi eğiminin çok dik olması sonucu meydana gelen toprak erozyonu, söz konusu alanlar için en önemli problemlerden biri olarak görünmektedir.

Doğu Karadeniz bölgesindeki iklimsel ve topografik özellikler nedeniyle tarımsal üretimin oldukça sınırlı olduğu Rize ilinde, tarım genellikle düzlük arazilerde ve kıyı kesimlerinde yapılırken, mevcut arazi kalitesinin düşük olması hem ildeki tarımsal faaliyetlerin çok sınırlı miktarda kalmasını hemde tarımın ancak özel tarımsal teknikler kullanılarak yapılmasını zorunlu kılmaktadır. İldeki

tarım alanlarının büyük kısmında çay ve fındık tarımı yapılmaktadır. Bu nedenle Rize ilinin tarım arazilerinin büyük bir kısmı (% 85) çay ve fındık tarımı için ayrılmış durumdadır. Türkiye'de çay tarımı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Gürcistan sınırından başlayarak Ordu ilinin Fatsa ilçesine kadar olan kuşakta yapılmaktadır. Bu bölgeler içerisinde Rize ili, çay yetiştirilmesi bakımından en elverişli ve birinci derecede çay üretimine uygun verimli alanları oluşturmaktadır. Bu sebeple çay, ilin en önemli tarımsal ürünü olup ülke üretiminin yaklaşık % 60'ını karşılamaktadır.

Çay bitkisinin yetişmesine etki yapan en önemli etkenler iklim ve toprak özellikleridir. Yıllık sıcaklık ortalamasının 14 °C'nin altına düşmemesi, toplam yıllık yağışın 2000 mm'den az olmaması ve aylara göre dağılımının düzenli olması, bağıl nem oranının ise en az % 70 olması, çay bitkisinin normal gelişimi için gerekli olan iklim koşullarıdır. Toprak özellikleri yönünden asit reaksiyonlu toprakları seven çay bitkisi, genelde 4,5-6 arasında değişen pH'ya sahip ve aktif kireç miktarı düşük topraklarda optimum gelişme gösterir (Gökhale, 1952; Sharma ve Ranhanathan, 1985). Toprak pH'sının asit ya da alkalın yöndeki değişimlerinden olumsuz yönde etkilenirken, toprak pH'sı 4'ün altına düştüğünde istenen verim ve kalitede ürün alınamaz hale gelir (Tekeli, 1962; Eden, 1976; Tekeli, 1976; Kacar, 1984). Toprak tekstürü açısından kumdan killi tekstüre kadar değişen topraklarda yetişebilen çay bitkisi, toprağın derin ve bitki besin maddelerince zengin olmasını isterken ağır killi, kireçli ve taban suyu yüksek alanlarda ise bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenmeye başlar. Bu nedenle çay yetiştiriciliği yapılan düz arazilerin organik maddece zengin ve geçirgenliğinin yüksek olması istenirken, eğimli arazilerde de eğimin % 50'den fazla olmaması ve eğimin etkilerini azaltmak için de setleme ile teraslama yapılması tavsiye edilir.

Bu çalışmayla Rize ilinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerine ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler kullanılarak çay üretimi yapılan topraklara yönelik minimum veri setinin oluşturulması amaçlanmıştır. Toprak özellikleri özellikle toprak oluşum faktörleriyle birlikte yönetim uygulamalarına ve arazi kullanımına bağlı olarak zamansal ve konumsal olarak önemli değişkenlikler gösterir. Ayrıca,

toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilgili bilgiler, toprakta gerçekleşen ayrışma, erozyon, yüzey akış ve yeraltı suyunun depolanması gibi fiziksel ve kimyasal süreçlerin anlaşılması ve değerlendirilmesi için de önemlidir (Daniels ve Hammer, 1992). Yukarıda genel olarak bahsedilen heterojenlik kaynakları nedeniyle her bir toprak özelliği, aynı anda birbiri ile ilişkili olan bir veya birden fazla değişken tarafından etkilenebilirler. Ayrıca, gerçek hayatta ve modern bilimsel çalışmalarda temel alınan birim ve değişken sayısı birden fazla olup, bu birim ve değişkenlerin de karşılıklı etkileşimleri söz konusudur. Değişkenler arasındaki ilişkileri dikkate almadan birden fazla değişkenin ayrı ayrı ele alınarak analiz edilmesi, önemli bilgi kayıplarının yaşanmasına bazen de gerçek bilimsel durumların tam olarak açıklanamamasına neden olmaktadır. Yaşanan bu bilgi kayıplarının en aza indirilmesi ve birbiriyle az veya çok ilişkili olan çok sayıda değişkenin sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için "Çok Değişkenli Analiz Yöntemleri" geliştirilmiştir. Çok değişkenli istatistiksel yaklaşımı tek değişkenli istatistiksel analizlerden üstün kılan temel özellik, tek değişkenli istatistiksel analizlerde veri olarak kabul edilen birçok faktörün çok değişkenli analizlerde birer değişken olarak sisteme dâhil edilebilmesidir (Ünlükaptan, 2008). Bu çalışmada da Rize ilinde çay üretimi yapılan topraklara ilişkin birbiri ile ilişkili çok sayıda fiziksel ve kimyasal toprak özelliğinin çok değişkenli analiz yöntemlerinden faktör analizi ile değerlendirilerek çay üretim alanlarına yönelik minimum veri setinin oluşturulması ve oluşturulan minimum veri setinin konumsal değişkenliğinin haritalanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Alanının Tanımlanması



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

Figure 1. The location map of the study area

Rize ili kuzeyden Karadeniz, doğudan Artvin, güneyden Erzurum, güneybatıdan Bayburt ve batıdan Trabzon illeri ile çevrilidir (Şekil 1).

Doğu Karadeniz kıyı sıradağları yayının kuzey yamacında yer alan Rize ili toprakları dağlık ve engebelidir. 80 km uzunluğundaki kıyı şeridinin genişliği akarsu vadileri dışında ortalama 20-150 m arasında değişmektedir. Çok sayıda akarsu tarafından kesilen bu şeridin en geniş düzlüklerini taban seviyesi ovaları oluşturmaktadır. Tümüyle akarsuların getirdiği alüvyonlardan oluşan bu düzlükler, akarsuların denize kavuştuğu noktadan itibaren içeriye doğru 500-600 metreye kadar taban seviyesi ovası şeklinde, 9-10 km'ye kadar da taraça düzlükleri şeklinde uzanmaktadır. Bu düzlüklerin kıyı boyunca olan genişlikleri ise yaklaşık olarak 200 m ile 1000 m arasında değişmekte olup, hemen tamamı yerleşik alanlardır. Bunlardan en geniş olanı Ardeşen ilçe merkezinin yerleşim alanını oluşturan Fırtına Deresi'nin ovasıdır. Topoğrafya kıyı düzlüğünün hemen gerisinde arızalanmakta ve yükselti birdenbire 150-200 metreyi bulmaktadır. Buradan itibaren arazi, giderek daralan akarsu vadileri tarafından derin bir şekilde yarılmaktadır. Yaklaşık 2000 m yükseklikten başlayan yüksek dağlık saha ve buzul topoğrafyasının 3000-3200 m yüksekliğe kadar olan kısımlarında topoğrafya basık sırtlar, dik yamaçlı "U" profilli vadilerden oluşmaktadır. Bu alanda çok sayıda küçük boyutlu buz yalağı ve moren set gölleri mevcuttur. Yüksekliği 3000 m'yi aşan kısımlar ise Rize'nin en sarp ve en arızalı kesimini oluşturmaktadır. Üzerinde hâlâ buzul bulunan ve Rize topraklarının en yüksek noktası olan Kaçkar Tepesi (3937 m) ile Verçenik (Üçdoruk) Tepesi (3709 m)'nin yarattığı arızalı topoğrafya Fındıklı ilçe merkezinin güneyinden itibaren sarplığını ve yüksekliğini kaybetmektedir (Anonim 2013). Rize'nin en önemli iklimsel özelliği her mevsim yağışlı olmasıdır. Yazlar serin, kışlar ise ılıman geçmektedir (Çizelge 1). Türkiye'nin en çok yağış alan ili Rize'dir. Rize'de iki farklı iklim tipi görülmektedir. Kıyı kısmında ılık ve yağışlı bir iklim tipi yaygınken, iç kesimlerde karasal iklim özelliği hâkimdir, ancak diğer illere oranla, Rize'de iç kesimler de önemli ölçüde yağış almaktadır. Kıyı kesimde yazlar ılık, kışlar ise serin geçmektedir (Anonim, 2012).

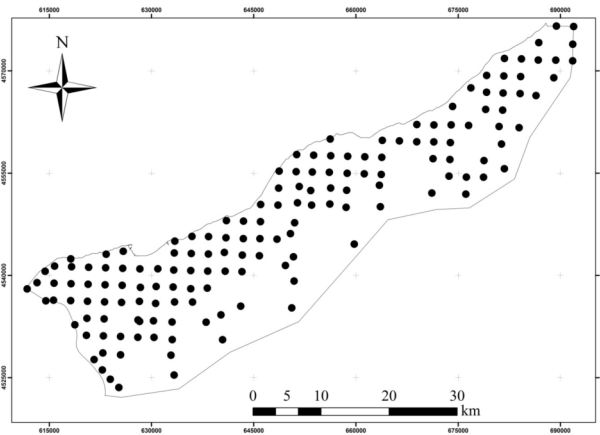
Çizelge 1. Araştırma alanında uzun yıllar (1970-2011) içinde gerçekleşen önemli bazı meteorolojik elemanlara ait ortalama değerler

Table 1. The average values belonging to some important meteorological elements that took place within many years in the study area (1970-2011)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıc. (°C)	6,4	6,4	8,0	11,7	16,0	20,4	23,0	23,2	20,0	16,0	11,4	8,2
Ort. En Yüksek Sıc.(°C)	10,5	10,7	12,1	15,5	19,4	23,8	26,3	26,7	24,2	20,4	16,0	12,5
Ort. En Düşük Sıc. (°C)	3,5	3,4	4,9	8,4	12,5	16,6	19,7	20,1	16,9	13,0	8,3	5,2
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	2,1	2,6	3,4	4,3	5,4	6,4	5,2	5,0	5,0	4,0	2,5	2,6
Ort.Yağışlı Gün Sayısı	15,1	14,3	15,8	15,5	15,1	14,6	14,4	15,2	15,3	16,2	14,7	15,3
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (kg/m ²)	212,0	178,1	144,1	93,9	99,1	138,6	148,9	182,1	251,8	305,1	256,0	243,2

Toprak Örnekleme ve Analizler

Rize ilindeki çay üretim alanlarında yürütülen bu çalışmada örnekleme yerleri, grid sistemine göre örnek noktaları arasındaki mesafe 2500 m olacak şekilde küresel konumla aleti (GPS) yardımıyla belirlenmiş ve sonrasında toprak örnekleme, 0-30 cm derinlikten bozulmuş toprak örnekleme yöntemine göre yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Toprak örnekleme deseni ve örnek yerleri

Figure 2. Soil sampling pattern and sample locations

Alınan toprak örneklerinde Bouyoucos hidrometre yöntemiyle tekstür (Gee and Bauder, 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) ve elektriksel iletkenlik (Rhoades 1986), kjeldahl yöntemine göre toplam azot (N) (Bremner and Mulvaley, 1982), Bray and Kurtz No.1 yöntemine göre yarıyıllı fosfor (P) (Bray and Kurtz, 1945), ekstrakte edilebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) (Soil Survey Staff, 1992), DTPA ile ekstraksiyon sonrasında elde edilen çözeltinin atomik adsorbsiyon spektrofotometresinde okunmasıyla yarıyıllı demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn) (Anonymous, 1990) ve azometin-H yöntemine göre de yarıyıllı bor (B) (Wolf, 1971) analizleri yapılmıştır.

Çok Değişkenli İstatistik ve Jeostatistik Analizleri

Çalışmada incelenen 18 adet fiziksel ve kimyasal toprak özelliği ile ilişkili yeni değişkenlere sahip minimum veri setinin oluşturulmasında, çok değişkenli istatistik yöntemlerinden faktör analizi kullanılırken; faktör olarak isimlendirilen minimum veri setindeki değişkenlerin uzaysal dağılım haritaları ise jeostatistik analiz yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır.

Faktör analizi, boyut indirgeme ve bağımlılık yapısını yok etme amacını gerçekleştirmekle birlikte, p değişkenli bir olayda birbiri ile ilgili değişkenleri bir araya getirerek, az sayıda yeni (ortak) ilişkisiz değişken bulmayı amaçlar (Tatlıdil, 2002). Faktör analizinde değişken olarak kullanılan

toprak özelliklerinin farklı birimlere sahip olması nedeniyle birimlerin etkilerini elemine etmek için faktör analizinde, ölçülen toprak özelliklerinin ortalama ve standart sapma değerleri kullanılarak ortalaması 0, standart sapması 1 olacak şekilde yeniden üretilen standartlaştırılmış değerleri kullanılmıştır. Analize dahil edilecek değişkenler, korelasyon matrisindeki katsayılar ve oransal etken varyansları dikate alınarak belirlenmiş, buna göre çalışmada incelenen özellikler arasında olmalarına karşın kil, kireç, EC, ekstrakte edilebilir Na, B ve Mn faktör analizine değişken olarak dahil edilmemiştir. Faktör analizi sonucunda öz değerleri ≥ 1 olan gruplar faktör olarak kabul edilirken, faktör seçiminde kritik faktör yükü 0.5 olarak alınmıştır.

Belirlenen faktörlerin alan içerisindeki uzaysal dağılımları ise jeostatistiksel analiz yöntemi kullanılarak modellenmiş ve haritalandırılmıştır. Jeostatistiksel analiz yönteminde faktörlerin uzaysal değişkenlik bilgisini ortaya koymak amacıyla, Eşitlik 1. kullanılarak, her bir faktöre ait semivariogram modelleri tahmin edilmiştir.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (z(x_i) - z(x_i + h))^2 \quad (1)$$

Burada;

h : ayırma uzaklığı (lag)

$\gamma(h)$: h uzaklığı için semivaryans

z (xi) : x noktasında ölçülmüş örnek değeri

z (xi+h) : x+h noktasında ölçülmüş örnek değeri

N : h ayırma uzaklığı için çiftlerin toplam sayısını tanımlamaktadır.

Faktörlere ait en uygun semivariogram modeline yöne bağlı değişimler, belirleme katsayısı, hata kareler toplamı ve çapraz doğrulamada regresyon katsayısı kontrol edilerek karar verilmiştir. Daha sonra tahmin edilen semivariogram modelleri kullanılarak krigleme yöntemiyle faktörlerin alansal değişkenlikleri haritalanmıştır. Yapılan tüm çok değişkenli istatistik ve jeostatistik analizleri sırasında SPSS 17.0, GS+ 7.0 ve ArcMap 9.3 programları kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada incelenen fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2’de verilmiştir. Toprak özellikleri değişkenlik katsayısı

açısından Wilding (1985)’in yaptığı sınıflandırmaya göre incelendiğinde, çoğu toprak özelliğinin çalışma alanı içerisindeki değişkenliğinin yüksek olduğu görülmektedir. Ekstrakte edilebilir Ca, Mg, Cu, Zn ve yarıyışlı P en yüksek değişkenliğe sahip özellikler olarak gözlenirken, pH değişkenliği düşük, kireç, kum ve silt ise değişkenliği orta sınıfında gözlenen fiziksel ve kimyasal toprak özellikleridir. İncelenen özelliklerin çarpıklık katsayılarına bakıldığında ise kum, silt, organik madde, ekstrakte edilebilir Fe, Na gibi özelliklerin normal dağılım sergilediği (Webster 2001), hafif sola çarpık bir dağılım sergileyen kireç dışındaki diğer tüm özelliklerin ise ortalamanın üzerinde değerler alarak sağa çarpık dağılımlar sergilediği görülmektedir (Çizelge 2).

Toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkileri Çizelge 3’de verilmiştir. İncelenen 18 adet toprak özelliği arasındaki 171 korelasyon ilişkisinden 52 adeti istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,01$ ve $p < 0,05$) bulunurken, en güçlü ve en zayıf korelasyon ilişkileri sırasıyla kum ile silt (-0.78 ; $p < 0,01$) ve pH ile ekstrakte edilebilir Mn (0.16 ; $p < 0,05$), ekstrakte edilebilir Ca ile ekstrakte edilebilir Zn (0.16 ; $p < 0,05$), ekstrakte edilebilir B ile ekstrakte edilebilir Mn (-0.16 ; $p < 0,05$) arasında bulunmuştur (Çizelge 3). Cengiz ve Kılınç (2007), faktör analizinde normallik, çoklu bağlantı ve doğrusallık gibi klasik varsayımların sağlanmasının, değişkenler arasındaki korelasyonlarda düşüşe sebep olduğunu bildirirken, değişkenler arasında sadece türetilen faktörlerin anlamlılığı test edilecekse, normallik varsayımının aranmasının gerektiğini ifade etmektedir. Bunun yanında Hair et al. (1998)’da, faktör analizinde değişkenler arasındaki iç ilişkiler belirlendiği için, belirli düzeyde çoklu doğrusal bağlantının olması gerektiğini ve değişkenler arasındaki korelasyonların 0,30’dan büyük olmasının faktör analizinin uygulanabilmesi için beklenen bir durum olduğunu belirterek, korelasyon katsayıları 30’dan büyük olmayan değişkenlerin büyük bir olasılıkla faktör analizinden çıkartılmasının uygun olacağını bildirmektedir. Yine benzer şekilde Kalaycı (2010)’da, faktör analizinde korelasyon matrisi için istatistiksel temellerin yanında faktör analizinin uygulanabilirliğini kanıtlamak için korelasyon matrisinin yeteri kadar anlamlı korelasyonlara sahip olması gerektiğini, çünkü değişkenler arasındaki korelasyonlar ne kadar yüksek ise değişkenlerin ortak faktörler yaratma olasılıklarının o kadar yüksek olduğunu

Çizelge 2. Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler**Table 2.** The descriptive statistics for soil properties

Toprak Özelliği	Birimi	Ortalama	En Küçük	En Büyük	Standard Sapma	D.K., %	Çarpıklık	Basıklık	n
Kum	%	49,24	16,28	76,84	12,26	24,89	-0,07	-0,34	155
Kil	%	17,91	6,05	46,01	7,67	42,83	1,10	1,56	155
Silt	%	32,85	8,48	60,55	9,46	28,79	0,05	-0,06	155
pH		3,72	3,14	5,88	0,41	10,92	1,95	6,78	155
EC	dS m ⁻¹	0,14	0,02	0,86	0,12	84,82	2,70	10,99	155
Kireç	%	0,46	0,10	0,60	0,10	21,01	-0,64	2,08	155
OM	%	5,43	0,47	9,76	2,36	43,42	-0,15	-0,81	155
YP	mg kg ⁻¹	37,73	1,50	165,50	38,03	100,78	1,35	1,28	155
TN	%	0,27	0,05	0,59	0,12	44,17	0,76	0,24	155
Ek.K	mg kg ⁻¹	172,20	30,98	666,00	116,75	67,79	1,75	2,40	155
Ek.Ca	mg kg ⁻¹	1092,10	95,00	5984,00	1265,03	115,83	1,71	2,36	155
Ek.Mg	mg kg ⁻¹	202,77	33,00	949,00	223,16	110,06	1,82	2,52	155
Ek.Na	mg kg ⁻¹	306,47	39,00	891,00	247,18	80,65	0,50	-1,25	155
Ek.B	mg kg ⁻¹	0,81	0,17	2,79	0,49	60,35	1,85	4,28	155
Ek.Fe	mg kg ⁻¹	47,36	1,33	117,33	31,16	65,81	0,29	-1,22	155
Ek.Cu	mg kg ⁻¹	0,82	0,04	4,40	0,89	108,39	1,74	2,74	155
Ek.Zn	mg kg ⁻¹	1,00	0,07	4,79	1,04	103,67	2,01	3,70	155
Ek.Mn	mg kg ⁻¹	28,54	0,10	80,88	20,74	72,67	0,89	-0,21	155

EC: Elektriksel İletkenlik; OM: Organik Madde; YP: Yarıyışlı Fosfor; TN: Toplam Azot; Ek.K: Ekstrakte Edilebilir Potasyum; Ek.Ca: Ekstrakte Edilebilir Kalsiyum; Ek.Mg: Ekstrakte Edilebilir Magnezyum; Ek.Na: Ekstrakte Edilebilir Sodyum; Ek.B: Ekstrakte Edilebilir Bor; Ek.Fe: Ekstrakte Edilebilir Demir; Ek.Cu: Ekstrakte Edilebilir Bakır; Ek.Zn: Ekstrakte Edilebilir Çinko; Ek.Mn: Ekstrakte Edilebilir Mangan; D.K.: Değişkenlik Katsayısı; n: Örnek Sayısı

ifade etmektedir. Bu nedenle faktör analiziyle ilgili birçok bilimsel çalışmada korelasyon matrisi, veri setinin faktör analizine uygunluğunun değerlendirilmesinde subjektif bir yaklaşım olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada faktör analizinin başarısını yükseltmek için yapılan korelasyon matrisi değerlendirmesinde, diğer fiziksel ve kimyasal toprak özellikleriyle korelasyon ilişkileri düşük bulunan kil, kireç, EC, ekstrakte edilebilir Na ve B faktör analizine değişken olarak dahil edilmemiştir (Çizelge 3).

Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) testi de, veri setinin faktör analizine uygunluğunun test edildiği diğer bir değerlendirme şeklidir. Test değerleri 0 ile 1 arasında değişen KMO testinde, herhangi bir değişkenin diğer değişkenler tarafından hatasız tahmin edilmesi halinde KMO değeri 1'e eşit olurken, değişken çiftleri arasındaki ilişkilerin diğer değişkenler tarafından açıklanamadığı durumlarda ise bu değer 0'a yaklaşmaktadır. KMO değerinin 0'a yakın olduğu bu durumlarda

tahmin başarısı düştüğünden faktör analizinin kullanılmaması gerekmektedir (Cengiz ve Kılınc 2007). Rize ilinde çay üretimi yapılan topraklara yönelik minimum veri setinin oluşturulmasının amaçlandığı bu çalışmada, 0,60 olarak hesaplanan KMO değeri, hazırlanan veri setinin faktör analizine orta düzeyde uygun olduğunu ortaya koymuştur (Kalaycı, 2010).

Faktör analizine uygunluğu hem korelasyon matrisi hemde KMO testi ile değerlendirilen veri setinde yapılan faktör analizi sonrasında öz değerleri ≥ 1 olan 5 adet faktör belirlenmiştir (Çizelge 4). Faktör seçiminde gösterge olarak kullanılan öz değer, faktörler ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmede bir kriter olarak kullanılır ve toprak özellikleri öz değerlerinin en yüksek olduğu faktöre atanırlar (Shukla et al., 2006).

Değişkenlere ait toplam varyansın % 75,63'ünü açıklayan faktörlerin, fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerine ilişkin bireysel varyansları açıklama

Çizelge 3. Toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkileri**Table 3.** The correlation relationships between soil properties

	Kum	Kil	Silt	pH	EC	Kireç	OM	YP	TN
Kil	-0,64**								
Silt	-0,78**	0,01							
pH	-0,04	0,02	0,04						
EC	0,00	-0,02	0,02	0,07					
Kireç	-0,11	0,01	0,14	0,02	-0,02				
OM	0,09	-0,11	-0,02	-0,12	-0,03	-0,05			
YP	0,00	-0,04	0,04	-0,21**	0,05	0,03	-0,03		
TN	0,30**	-0,18*	-0,24**	-0,16	0,00	-0,12	0,45**	0,17*	
Ek.K	-0,05	-0,07	0,12	0,14	0,29**	0,20*	-0,08	0,26**	0,00
Ek.Ca	0,03	0,02	-0,06	0,57**	0,22**	0,02	-0,24**	-0,03	-0,26**
Ek.Mg	0,18*	-0,15	-0,11	0,31*	0,04	0,05	-0,18*	-0,11	-0,18*
Ek.Na	0,28**	-0,04	-0,34**	-0,09	-0,09	0,03	-0,08	0,06	0,16
Ek.B	-0,11	0,12	0,05	0,03	-0,10	-0,02	0,13	0,08	-0,03
Ek.Fe	0,14	0,04	-0,21**	-0,17*	0,00	-0,18*	0,06	0,32**	0,25**
Ek.Cu	-0,03	0,02	0,02	0,18*	-0,01	0,00	-0,21**	0,12	-0,10
Ek.Zn	0,02	0,03	-0,04	0,20*	0,08	-0,14	-0,08	0,39**	0,17*
Ek.Mn	0,00	0,00	0,00	0,16*	0,28**	0,05	-0,22**	0,05	-0,18*

	Ek.K	Ek.Ca	Ek.Mg	Ek.Na	Ek.B	Ek.Fe	Ek.Cu	Ek.Zn
Ek.Ca	0,32**							
Ek.Mg	0,12	0,60**						
Ek.Na	0,01	-0,06	0,22**					
Ek.B	0,02	-0,06	-0,11	-0,22**				
Ek.Fe	-0,03	-0,02	-0,06	0,22**	-0,02			
Ek.Cu	0,12	0,27**	0,21**	0,08	-0,07	0,39**		
Ek.Zn	0,14	0,16*	0,05	0,09	0,03	0,52**	0,61**	
Ek.Mn	0,31**	0,31**	0,17*	0,13	-0,16*	0,12	0,31**	0,41**

Çizelge 4. Faktörlere ait öz değerler ve varyanslar**Table 4.** The eigenvalues and variances for factors

Faktörler	Özdeğer	Oransal Varyans, %	Ekllemeli Varyans, %
Faktör 1	2607	18,31	18,31
Faktör 2	2354	17,83	36,14
Faktör 3	1888	15,98	52,12
Faktör 4	1176	12,62	64,74
Faktör 5	1050	10,90	75,63

oranları değerlendirildiğinde, seçilen faktörlerin en yüksek kum ve silte ait değişimleri, en düşük ise ekstrakte edilebilir Mg'a ait değişkenlikleri açıklayabildiği görülmektedir (Çizelge 5). Faktör analizinin bu aşamasında diğer toprak özellikleriyle 0,30'un üzerinde korelasyonlar göstermesine karşın, seçilen faktörler tarafından açıklanan oransal ortak etken varyans oranı 0,50'nin altında kalan olan ekstrakte edilebilir Mn, faktör analizine değişken olarak dahil edilmemiştir. Bir değişkene ilişkin faktörlerin açıkladıkları ortak varyans

(communality), değişkenin faktör yük değerlerinin kareleri toplamına eşittir. Değişkenin ortak varyansının yüksek olması, modele ilişkin açıklanan toplam varyansı artıracağı anlamına gelmektedir. Ortak varyans değeri 0,50'nin altında düştüğünde ilgili değişken faktör analizinden çıkarılarak analiz yeniden yapılması daha uygun olabilir. Şayet ortak varyansı 0,50 değerinin altında olan değişkenler analiz dışında bırakılırsa hem KMO değeri hem de açıklanan varyans değeri yükselir (Kalaycı 2010).

Çizelge 5. Faktörlere ait değişkenler ve açıklanan bireysel varyanslar**Table 5.** The variables and explained individual variances for factors

Toprak Özellikleri	F1	F2	F3	F4	F5	Oransal Ortak Etken Varyansları
Ek.Ca	0,84					0,79
pH	0,82					0,72
Ek.Mg	0,68					0,59
Ek.Zn		0,87				0,81
Ek.Cu		0,78				0,73
Ek.Fe		0,77				0,70
Kum			0,92			0,87
Silt			-0,92			0,86
OM				0,86		0,77
TN				0,77		0,74
Ek.K					0,82	0,78
YP					0,72	0,74

Ek.Ca: Ekstrakte Edilebilir Kalsiyum; Ek.Mg: Ekstrakte Edilebilir Magnezyum; Ek.Zn: Ekstrakte Edilebilir Çinko; Ek.Cu: Ekstrakte Edilebilir Bakır; Ek.Fe: Ekstrakte Edilebilir Demir; OM: Organik Madde; TN: Toplam Azot; Ek.K: Ekstrakte Edilebilir Potasyum; YP: Yarayışlı Fosfor.

Faktör analizi sonrasında incelenen fiziksel ve kimyasal toprak özellikleriyle ilişkili olarak belirlenen 5 faktörün alansal dağılımlarını ortaya koymak amacıyla yapılan jeostatistiksel analize ilişkin semivariogram sonuçları Çizelge 6’te, faktörlerin alansal dağılımlarını gösteren krigleme haritaları ise Şekil 3’de verilmiştir. Çizelge 6’da tüm faktörlerin küresel modelle modellendiği görülürken, belirlenen tüm faktörler çalışma alanı içerisinde güçlü uzaysal bağımlılıklar sergilemişlerdir. Camberdella et al. (1994), külçe etkisi/eşik değer oranı \leq % 25 olduğunda uzaysal bağımlılık sınıfını güçlü, % 25-75 olduğunda orta, \geq 75 olduğunda ise zayıf olarak tanımlamaktadır.

atanan ekstrakte edilebilir Ca ve Mg’un pH ile pozitif ilişkili olması nedeniyle faktör, bazik katyonlar adıyla tanımlanmıştır. Yıllık ortalama yağış miktarı 2000 mm’nin üzerinde olan Rize ilinde, bilindiği gibi toprak profilindeki bazik katyonların önemli bir kısmı yüksek yağış miktarıyla yıkanmakta ve sonrasında toprak profilinde asidik katyonlar hakim duruma geçerek toprak pH’sının asidik reaksiyon göstermesine neden olmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü Karadeniz sahil şeridi ve sahil şeridine yakın çay üretimi yapılan alanlardaki toprakların önemli bir kısmının bazik katyonlarca yetersiz olduğu görülürken, çalışma alanının kuzeydoğu ve güneybatı kesimlerinin bazı

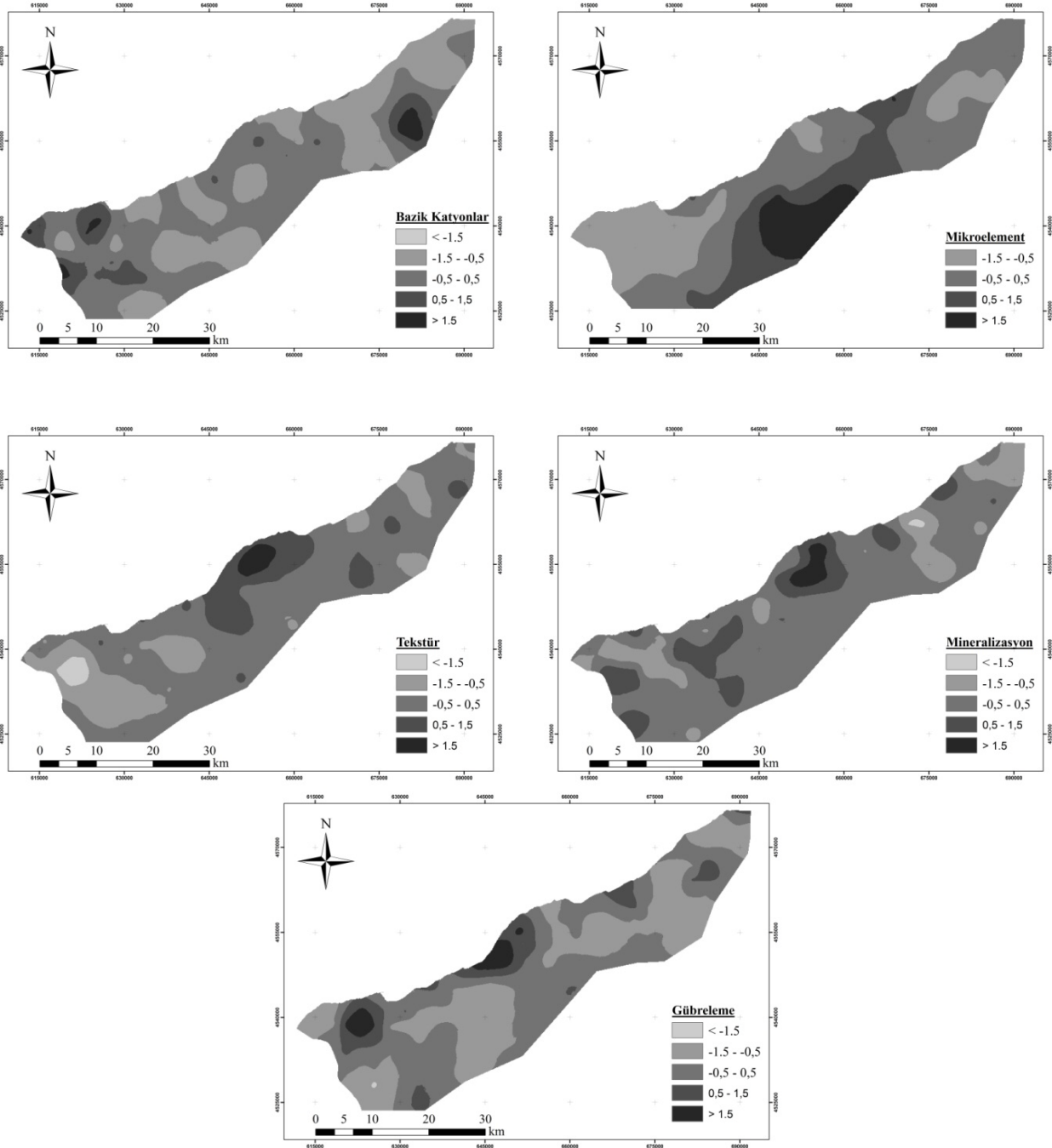
Çizelge 6. Faktörlere ilişkin semivariogram analiz sonuçları**Table 6.** Semivariogram analysis results regarding factors

Faktörler	Model	Külçe Etkisi	Eşik Değer	Yapısal Uzaklık	RSS	r^2	Külçe Etkisi/Eşik Değer Oranı, %	K.B.S.
Faktör 1	Küresel	0,001	0,554	7250	$3,33 \times 10^{-3}$	0,982	0,18	Güçlü
Faktör 2	Küresel	0,084	0,792	21730	$2,14 \times 10^{-3}$	0,992	10,61	Güçlü
Faktör 3	Küresel	0,09	0,531	7870	$1,12 \times 10^{-3}$	0,984	16,95	Güçlü
Faktör 4	Küresel	0,022	0,651	5860	$1,82 \times 10^{-3}$	0,989	3,38	Güçlü
Faktör 5	Küresel	0,001	0,836	9070	$9,36 \times 10^{-3}$	0,985	0,12	Güçlü

RSS: Hata Kareler Toplamı; K.B.S.: Konumsal Bağımlılık Sınıfı

Bileşen olarak ekstrakte edilebilir Ca, Mg ve pH’nın atandığı Faktör 1 toplam değişkenliğin % 18,31’ini açıklamıştır. Faktör 1’e bileşen olarak

bölgelerinde faktörün pozitif değerler olarak yüksek bulunduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Faktörlere ait kriging haritaları

Figure 3. Kriging maps for factors

Toplam değişkenliğin % 17,83'ünü açıklayan ve ekstrake edilebilir Zn, Cu ve Fe'in bileşen olarak atandığı faktör 2'ye mikroelement adı verilmiştir. Faktörün Şekil 3'deki dağılım haritası incelendiğinde, yüksek değerlerini çalışma alanının orta güney kesimlerinde yer aldığı buna karşın bazik katyonlar faktörünün yüksek değerler aldığı kuzeydoğu ve güneybatı kesimlerinde ise mikroelement faktörünün düşük değerler aldığı görülmektedir. Bu

iki faktöre bileşen olarak atanan değişkenler ve faktörlerin alansal dağılımları dikkate alındığında, sonuçların birbirini destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Toprakların kum ve silt içeriklerinin bileşen olarak atandığı faktör 3, toplam değişkenliğin % 15,98'ini açıklarken, isimlendirmede tekstür adı verilmiştir. Beklenildiği gibi faktör bileşenlerinin ilişkisi negatif bulunurken, faktör bileşeni olarak her iki değişken

birbirine yakın yük değerleri (0,92) almış ve faktör analizinde belirlenen faktörler tarafından açıklanabilen oransal etken varyansları da birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 5). Bu durumda tekstür faktöründe kum ve silt içeriğinin etkilerinin eşit veya benzer olduğu söylenebilir. Tekstür faktörü en yüksek değerini orta kuzey kısımda almış ve bu alanlar kum içeriği yüksek alanlar olarak değerlendirilmiştir. Diğer taraftan faktör en düşük değerini çalışma alanının güneybatı kesimlerinde alırken, bu alanlarda da toprakların kum içeriklerinin düşük olduğu şeklinde bir değerlendirme yapılmaktadır (Şekil 3).

Toplam değişkenliğin % 12,62'sini açıklayan faktör 4'e, bileşen olarak atanan organik madde ve toplam N'un özellikle tekstür bileşenleriyle olan korelasyon ilişkileri dikkate alındığında, faktörün mineralizasyon adıyla tanımlanmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Korelasyon matrisinde toprakların organik madde içeriği hiçbir tekstür bileşeniyle önemli korelasyonlar göstermezken, toplam N'un kum içeriği ($p<0,01$) ile pozitif, silt ($p<0,01$) ve kil içerikleriyle ($p<0,05$) negatif ilişkili olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Yine mineralizasyon faktörünün alansal dağılım haritası da korelasyon ilişkilerine benzer dağılım göstermekte, tekstür faktörünün yüksek değerler aldığı toprakların kum içeriklerinin yüksek, silt ve kil içeriklerinin düşük olduğu bölgelerde, yüksek değerler; toprakların kum içeriklerinin düşük, silt ve kil içeriklerinin yüksek olduğu bölgelerde ise düşük değerler almaktadır (Çizelge 3). Ladd et al. (1981), Ladd et al. (1985), Amato and Ladd (1992), karbon ve azot mineralizasyon oranlarının genelde killi topraklarda kaba bünyeli topraklardan daha düşük olduğunu bildirirken, Kaiser and Guggenberger (2003), bu durumun toprak organik maddesini korumanın temel mekanizması olarak görülen yüzey mineralleri üzerindeki organik moleküllerin sorpsiyonundan kaynaklandığını ifade etmektedir. Çalışma alanında mineralizasyon ve tekstür faktörlerine ait dağılım desenleri bu araştırmacıların bulgularıyla benzerlikler göstermektedir. Ancak literatürde tekstür ile toprak karbonu arasındaki ilişkiye yönelik bu bulgularla benzer sonuçların yanı sıra, farklı bilgilerde verilmektedir. Quiroga et al. (1996), Hassink (1997), topraktaki karbonunun, toprağın kil ve silt bileşenleriyle çoğunlukla pozitif ilişkili olduğunu ifade ederken; Hassink (1994), topraktaki karbon ile tekstür arasındaki ilişkinin zayıf; Franzluebbbers et al. (1996) ve Scott et al. (1996) ise, ilişkinin olmadığını bildirmektedir.

Ekstrakte edilebilir K, ve yarayıslı P değişkenlerinin bileşen olarak atandığı faktör 5, toplam değişkenliğin % 10,90'nını açıklarken, daha yüksek yük değeri alan ekstrakte edilebilir K faktörün daha etkili olan bileşeni olmuştur. Faktör yüksek değerlerini çalışma alanının orta kuzey ve batı kesimlerinde özellikle Karadeniz sahiline yakın düz alanlarda almaktadır (Şekil 3). Van der Perk (2006), fosfor, potasyum gibi besin elementlerinin topraktaki varlığının kimyasal gübre, ahır gübresi ve atık çamur gibi gübrelerin kullanımıyla değişebildiği bildirirken; Kadereit et al. (2010), artan fosfor içeriklerinin topraklar üzerindeki insan etkilerini gösterdiği ifade etmektedir. Zadorova et al. (2013)'da topraklardaki fosfor ve potasyum varlığının insan etkisinin yanında geçmişteki veya şimdiki erozyonu gösterdiğini ifade etmektedir. Çalışmanın bulguları incelendiğinde faktör bileşenlerinin tekstür bileşenleriyle önemsiz korelasyon ilişkilerinin bulunması, çalışma alanındaki ekstrakte edilebilir K ve yarayıslı P'un kaynağının insan kaynaklı bir etki olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle faktöre, insan kaynaklı bir uygulama olan gübreleme adının verilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Çalışma alanı olarak seçilen Rize ili ülkemizdeki çay üretiminin önemli kısmının yapıldığı bir bölgedir. İl, iklim ve toprak özellikleri itibarıyla çay bitkisinin gelişimine uygun ortam sağlarken, yapılan bu çalışma ile çay üretim alanlarında toprak özelliklerinin bireysel değerlendirilmesi yerine toprak özelliklerinin birbirinden bağımsız ortak etkileşimlerini yansıtan daha az sayıda değişkenin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan faktör analizi sonrasında incelenen toprak özelliklerine ait toplam varyansın % 75,63'ünü açıklayan 5 faktör belirlenirken, bazik kanyonlar adı verilen faktör değişkenlikleri en fazla açıklayan faktör olmuştur. Özyazıcı ve ark. (2013), ülkemizin çay plantasyonlarının yer aldığı Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki tarım topraklarının 1958–2011 yılları arasındaki toprak asitliğindeki değişimi incelendiğinde; geçen yaklaşık 53 yıllık zaman sürecinde anılan toprakların pH değerlerinde iyileşmenin olmadığı, aksine toprakların büyük çoğunluğunun kritik sınır değerinin ($pH=4,00$) altına düştüğünü bildirmektedir. Yine araştırmacılar, çay bitkisinin en iyi gelişme gösterdiği 4,50–6,00 pH aralığının altında yer alan ($pH<4,50$) toprakların oranı 1960'lı yıllarda % 6,11 iken, günümüze gelindiğinde bu oranın % 80'lerin üzerine çıktığını, buna karşılık çay bitkisinin uygun gelişme gösterdiği $pH=4,50$ –

6,00 aralığındaki toprak örneklerinin oranının 1960'lı yıllarda % 88,80 iken, 2011 yılına gelindiğinde bu oranın % 13,74'lere kadar gerilediğini rapor etmişlerdir. Bu veriler bölgede çay üretimi yapılan alanlar için toprak asitleşmesinin önemli bir sorun olduğunu ortaya koyarken, bu çalışmada da benzer bulgular ortaya konularak toprak reaksiyonundaki değişimleri doğrudan yansıtan bazik katyonlar, çay üretimi yapılan topraklar için en önemli faktör olmuştur. Toprak pH'sı <5,00 veya >9,00 olduğunda Ca ve Mg'un çözünürlüğü ve bitkiler için yararlılığı önemli bir şekilde etkilenmektedir. Bu nedenle buradaki sonuçlar çalışma alanındaki topraklarda bazik katyonların miktarının artırılması ve toprak pH'sının yükseltilmesine yönelik için yönetim uygulamalarının planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çalışma alanı toprakları için ikinci önemli faktör olarak belirlenen mikroelement faktörünün, bazik katyonların yüksek değerler aldığı alanlarda düşük değerler alarak mikroelement yararlılığının azaldığını açıkladığı görülmektedir. Bu alanlarda yapılacak mikroelement gübrelemelerinde, uygulama yönteminin seçiminde bazik katyonların ve toprak reaksiyonunun dikkate alınmasının gübreleme başarısını mutlaka artıracığı düşünülmektedir. Diğer taraftan tekstür faktörünün en yüksek pozitif ve negatif değerlerini aldığı bölgelerin çalışma alanı içerisinde geniş alanlar kaplamaması nedeniyle, faktörün sonuçlarına ilişkin, faktör bileşenleri dikkate alınarak, çalışma alanında yüksek kum ve silt içeriğine bağlı tekstürel sorunlara sahip alanların fazla olmadığı şeklinde bir değerlendirme yapılabilir.

Bölgenin sıcaklık değerleri dikkate alındığında mineralizasyon faktörünün en yüksek değerlerini, tekstür faktörünün yüksek pozitif değerler aldığı yüksek kum içeriğine sahip sahil düzlüklerinde almış olması nedeniyle, mineralizasyon sürecinin toprak tekstür koşullarıyla yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu değerlendirmeye ilişkili olarak toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkileri incelendiğinde, özellikle mineralizasyon faktörünün toplam N bileşeninin, tekstür faktörünün pozitif bileşeni olan kum içeriği ile $p < 0,01$ düzeyinde pozitif, negatif bileşeni silt içeriği ile de $p < 0,01$ düzeyinde negatif ilişkiler sergilediği görülmektedir. Çalışma bulguları arasında yer alan toplam N ile kum içeriği arasındaki pozitif ilişki nedeniyle, özellikle yüksek kum içeriği sayesinde iyi havalanma koşullarına sahip alanlarda topraktaki mineralizasyon sürecinin hızlandığı düşünülmektedir. Yine gübreleme faktörü

olarak tanımlanan son faktörün, mineralizasyon faktörünün yüksek değerlere sahip olduğu alanlara yakın bölgelerde en yüksek değerlerini almış olması nedeniyle, bu alanlardaki topraklar üzerinde insan kaynaklı etkilerin çalışma alanının diğer bölgelerine daha fazla olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Amato M, Ladd J N (1992). Decomposition of ¹⁴C-labelled glucose and legume material in soils: properties influencing the accumulation of organic residue C and microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 24: 455-464.
- Anonim (2011). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- Anonim (2012). <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m>. (Erişim Tarihi: 19 Kasım 2012).
- Anonim (2013). Doğu karadeniz turizm master planı (Giresun - Gümüşhane - Ordu - Rize - Trabzon) http://www.dokap.gov.tr/wpcontent/dosya/rapor/Dogu_Karadeniz_Rapor.pdf (Erişim Tarihi: 16 Nisan 2013).
- Anonim (2012). Rize Ticaret Borsası Stratejik Plan 2012-2017. 56 sayfa.
- Anonymous (1990). Analytical for atomic absorption spectro photometry. Perkin Elmer, Norwalk, Connecticut, USA.
- Bray R H, Kurtz L T (1945). Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59: 39-45.
- Bremner J M, Mulvaney C S (1982). Nitrogen-total. Chemical and microbiological properties. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, ASA Agronomy Monograph No 9* (2nd ed), Madison. pp. 595-625.
- Camberdella C A, Moormann T B, Novak J M, Parkin T B, Karlen D L, Turco R F, Konopka A E (1994). Field-scale variability soil properties in central iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 1501-1511.
- Cengiz D, Kılınç B (2007). Faktör analizi ile 2006 Dünya Kupası'na katılan takımların sıralamasının belirlenmesi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt XXIII, Sayı 2, 351-370.
- Daniels R B, Hammer R D (1992). *Soil geomorphology*. John Wiley and Sons Inc., Toronto.
- Eden T (1976). Tea thirt edition tropical agriculture series longman group limited. London.
- Franzluebbers A J, Haney R L, Hons F M, Zuberer D A (1996). Active fractions of organic matter in soils with different texture. *Soil Biology and Biochemistry*, 28: 1367-1372.
- Gee G W, Bauder J W (1986). Particle-size analysis. In: A Klute (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part I, Agronomy No9*, 388-409.
- Gökhale N G (1952). Soil and climatic condations for tea. *Capital, Assam*, 17, 13.
- Hair J F, Anderson R E, Tatham R L, Black W C (1998). *Multivariate data analysis* (5th ed). Macmillan Publishing

Company, New York.

Hassink J (1994). Effects of soil texture and grassland managements on soil organic C and N and rates of C and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 1221–1231.

Hassink J (1997). The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. *Plant and Soil*, 191: 77–87.

Hendershot W H, Lalonde H, Duquette M (1993). Soil reaction and exchangeable acidity. In: MR Carter (Eds.), *Soil Sampling and Methods of Analysis*, Canadian Society of Soil Science.

Kacar B (1984). Çayın gübrelenmesi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay–Kur Yayını No: 4, Ankara, p. 356.

Kadereit A, Kühn P, Wagner G A (2010). Holocene relief and soil changes in loesscovered areas of south-western Germany: the pedosedimentary archives of Bretten-Bauerbach (Kraichgau). *Quaternary International* 222, 96–119.

Kaiser K, Guggenberger G (2003). Mineral surfaces and soil organic matter. *European Journal of Soil Science*, 54: 219–236.

Kalaycı Ş (2010). Faktör analizi. In: Ş Kalaycı (Eds.), *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Asil Yayın Dağıtım Limited Şirketi, Ankara. pp. 321–331.

Ladd J N, Oades J M, Amato M (1981). Microbial biomass formed from ¹⁴C and ¹⁵N-labelled plant material decomposing in soil in the field. *Soil Biology and Biochemistry*, 13: 119–126.

Ladd J N, Amato M, Oades J M (1985). Decomposition of plant material in Australian soil III: residual organic and microbial biomass C and N from isotopelabeled legume material and soil organic matter, decomposing under field condition. *Australian Journal of Soil Research*, 23: 603–611.

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, Agronomy No 9*, (2nd ed.), Madison, pp. 539–579.

Nelson R E (1982). Carbonate and gypsum. *Chemical and Microbiological Properties*. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, Agronomy No 9*, (2nd ed.), Madison, pp. 181–197.

Özyazıcı M A, Dengiz O, Aydoğan M (2013). Çay yetiştirilen tarım topraklarının reaksiyon değişimleri ve alansal dağılımları. *Topraksu Dergisi*, 2(1): 23–29.

Quiroga A R, Buschiazzi D E, Peinemann N (1996). Soil organic matter particle size fractions in soils of the semiarid Argentinean Pampas. *Soil Science*, 16: 104–108.

Rhoades J D (1986). Cation exchange capacity. *Chemical*

and Microbiological Properties. In: *Methods of Soil Analysis, Part II.*, ASA and SSSA Agronomy Monograph No 9 (2nd ed), Madison, pp. 149–157.

Scott N, Cole C, Elliott E T, Huffman S (1996). Soil textural control on decomposition and soil organic matter dynamics. *Soil Science Society of America Journal*, 60: 1102–1109.

Sharma V S, Ranhanathan V (1985). The world of tea today. *Outlook an Agriculture*, 14(1): 35–36.

Shukla M K, Lal R, Ebinger M (2006). Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil and Tillage Research*, 87: 194–204.

Soil Survey Staff (1992). Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. *Soil Survey Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C.*

Tatlıdil H (2002). Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz. *Akademi Matbaası, Ankara*

Tekeli S T (1962). Çay teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 190, Ders Kitapları 64, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Tekeli S T (1976). Çay yetiştirme, işleme, pazarlama. *Dönüm Yayınları 5*, Ankara Basım ve Ciltevi, Ankara.

Ünlükaptan Y (2008). Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin peyzaj ekolojisi araştırmalarında kullanımı. *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.*

Van der Perk M (2006). Soil and water contamination from molecular to catchment scale. *Taylor and Francis, Leiden.*

Webster R (2001). Statistics to support soil research and their presentation. *European Journal of Soil Sciences* 52: 331–340.

Wilding L P (1985). Spatial variability: It's documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: DR Nielsen and J Bouma (Eds.), *Soil Spatial Variability*, Pudoc, Wageningen, pp: 166–194.

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.

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.