



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi:10.7161/anajas.2016.31.1.136-148



Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları

Mehmet Arif Özyazıcı^{a*}, Orhan Dengiz^b, Mehmet Aydoğan^c, Betül Bayraklı^c,
Emel Kesim^c, Öztekin Urla^d, Hakan Yıldız^d, Ediz Ünal^d

^aSiirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, ^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, ^cKaradeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Samsun, ^dTarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar/corresponding author: arifozyazici@siirt.edu.tr

Geliş/Received 24/10/2015

Kabul/Accepted 29/11/2015

ÖZET

Bu araştırma, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik özelliklerini belirlemek ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak toprak dağılım haritalarını oluşturmak amacıyla yürütülmüştür. Araştırma kapsamında, tarım alanlarını temsil edecek şekilde 2.5 x 2.5 km grid aralıklarla 0-20 cm toprak derinliğinden toplam 3400 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde; bünye, pH, elektriksel iletkenlik, kireç, organik madde, alınabilir fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum analizleri yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları, belli kriterlere göre sınıflandırılarak, besin maddelerinin eksiklik, yeterlilik veya fazlalık seviyeleri belirlenmiştir. Toprak parametrelerinin sınıflandırılmasından sonra Coğrafi Bilgi Sistemleri kapsamında veri tabanı oluşturularak toprak verimlilik haritaları üretilmiştir. Araştırma sonucuna göre, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım arazileri toprakları genel gruplamaya göre büyük çoğunluğu (%75.30'u) tınlı (orta bünyeli) topraklar olup, pH değerleri çok değişkenlik (< 4.5-8.5 arasında) göstermektedir. Toprakların organik madde bakımından büyük bir çoğunluğu orta-iyi-yüksek düzeyde, tuzsuz ve %61.15'i az kireçli olduğu tespit edilmiştir. Bölge topraklarının %58.83'ünde fosfor noksanlığı görülürken, toprakların %42.68'inde ekstrakte edilebilir potasyumun yeterli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Coğrafi bilgi sistemleri
Toprak veri tabanı
Toprak verimliliği

Levels of basic fertility and the spatial distribution of agricultural soils in Central and Eastern Black Sea Region

The aim of this study was to determine basic soil fertility properties of the agricultural lands in Central and Eastern Black Sea Region and generate soil distribution maps using the Geographical Information System (GIS). In this research, a total of 3400 soil samples were taken at depths of 0-20 cm on a grid spacing of 2.5 x 2.5 km representing the agricultural soils of the region. Soil texture, pH, electrical conductivity, lime content, organic matter content, available phosphorus and extractable potassium contents were analyzed in the collected soil samples. Analysis results of these samples were classified into certain criteria, and they were evaluated for deficiency, sufficiency or excess with respect to plant nutrients. Afterwards, soil fertility maps and a database for current status of the study area were created using GIS techniques. According to the results of the study, the vast majority (75.30%) of agricultural soils in the Central and Eastern Black Sea Region contained loamy (medium textured) soils by general groupings, and their pH values were found to be highly variable (between <4.5-8.5). The vast majority of soils were identified as having the levels of medium-good-high in terms of organic matter and no salinity problem, and 61.15% of the soils had low lime content. Of the soils of the territory, 58.83% had phosphorus deficiency while 42.68% had extractable potassium in sufficient levels.

Keywords:
Geographical information systems
Soil database
Soil fertility

1. Giriş

Oluşumu binlerce yıl süren tarım toprakları, üretilmeyen ve yenilenmesi nerdeyse mümkün olmayan tek kaynaktır. Ülkelerin gelişmesi ve insanların hayat seviyelerinin yükseltilmesi için, tarım topraklarının sürdürülebilir biçimde kullanılıp yönetilmesi mecburiyeti vardır. Toprakların sürdürülebilirliği ise, toprak kaynaklarını yeterli şekilde incelemek ve izlemekle, bu alanların özelliklerinin en iyi şekilde tanımlanması ile mümkün olmaktadır.

Hali hazırda ülkemizde toprak kaynakları ile ilgili mevcut veri tabanı, 1966-1971 yılları arasında yapılan yoklama düzeyindeki toprak etütlerine dayanmaktadır. Bu çalışmalara paralel olarak 1980-1991 yılları arasında yürütülen ve Türkiye topraklarının verimlilik envanterlerinin çıkartılmasına yönelik Türkiye Topraklarının Verimlilik Envanteri Projesi (TOVEP) gerçekleştirilmiş, topraklarımızın özellikle üst toprak katının bazı fiziksel ve kimyasal özellikler belirlenerek haritalanmıştır. Ülkesel ölçekte yürütülen ve toplam 243453 adet toprak örneğinin alındığı bu çalışmada (Eyüpoğlu, 1999); bünye bakımından tınlı, killi tınlı, killi, kumlu ve ağır killi toprakların Türkiye genelindeki oransal dağılımı sırası ile %50.49, %41.44, %4.74, %3.27 ve %0.05 olarak bulunmuş; pH açısından en fazla alanı hafif alkalın toprakların oluşturduğu; tarım topraklarının organik madde miktarının genelde az olduğu; kireç miktarı açısından en fazla alanı kireçli topraklar, bunu sırası ile az kireçli, kireçli, çok fazla kireçli ve fazla kireçli alanların izlediği; ülkemiz topraklarının çok büyük bir kısmının potasyum (K) miktarının yüksek olduğu; fosfor (P) miktarı çok az, az, orta, çok yüksek, yüksek olan toprakların oransal dağılımının sırası ile %29.52, %28.52, %16.98, %15.66 ve %9.31 olduğu görülmüştür. Günümüzde bir çok kurum ve kuruluşların hala daha başvurduğu temel kaynak niteliğindeki TOVEP çalışmalarından itibaren bugüne dek, Türkiye topraklarının taranması ve tanımlanması kapsamında, gerek ülkesel ölçekte ve gerekse bölgesel bazda, geniş ölçekli ve yeni teknolojilerin kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır.

Çanakkale'ye bağlı Eceabat ilçesi tarım topraklarında yürütülen bir çalışmada, toprakların değişik miktarlarda kireç içerdiği, hafif alkalın, tuzsuz, düşük organik madde ve yüksek K içerdiği ve toprakların P (%50.86'sı) miktarlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir (Parlak ve ark., 2008). Çanakkale'de yürütülen bir başka çalışmada (Demirer ve ark., 2003) da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Orta Anadolu Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada, genel olarak toprakların pH ve kireç içerikleri yüksek, organik madde kapsamı ise düşük bulunmuştur (Torun ve Çakmak, 2004). Pınar ve ark. (2008), 666 adet toprak

örneğinde yürüttükleri çalışmada; tarım topraklarının %90'ının tın bünyeli, %84'ünün alkali reaksiyonlu olduğunu, incelenen toprakların %98'inde tuzluluk problemi olmadığını, toprakların %66'sının kireç içeriğinin yüksek ve çok yüksek, %52'sinin organik maddece fakir, %76'sının alınabilir P bakımından yüksek ve çok yüksek, %54'ünün ise değişebilir K yönünden noksan olduklarını belirlemişlerdir. Artvin, Rize ve Trabzon illeri çay tarımı yapılan alanlarda yürütülen çalışmada (Müftüoğlu ve ark., 2010), 90 adet çay bahçesinden alınan toprakların analizi sonucunda; toprak bünyesinin büyük çoğunlukla kumlu killi tın ve kumlu tın yapıda olduğu, toprakların %70'inin çay için en iyi pH olarak kabul edilen 4.5-6.0 sınırlarının dışında olduğu, organik maddenin %81'inin fazla ve çok fazla, alınabilir P ve K değerlerinin ise sırasıyla %72 ve %94'ünün orta ve fazla seviyede olduğu, çay topraklarının organik madde, P ve K yönünden yeterli grupta yer aldığı bildirilmektedir. Ülke genelinde yapılan diğer bir çok araştırmalarla (Tarakçıoğlu ve ark., 2003; Adiloğlu ve Adiloğlu, 2004; Çimrin ve Boysan, 2006; Tümsavaş ve Aksoy, 2008; Özkan ve ark., 2009; Tümsavaş ve Aksoy, 2009; Turan ve ark., 2010; Yağmur ve Okur, 2011; Çakıcı ve ark., 2012; Ateş ve Turan, 2015) toprakların bazı bitki besin maddesi seviyeleri, verimlilik durumları ve besin konsantrasyonları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ortaya konulmuş, yerel ve bölgesel bazda sorunların çözümlenmesine çalışılmıştır.

Ülkesel ve yerel düzeyde yapılan birçok çalışmada, başta toprak örneklerinin koordinatlarının belirlenmemiş olması, bu çalışmalardan elde edilen sonuçları günümüz teknikleri ile değerlendirilmesini yetersiz kılmaktadır. Bu nedenle tarım alanlarının toprak verimliliği yönünden önem arzeden bazı özelliklerinin belirlenip güncelleştirilerek bir veri tabanı oluşturulması, toprak kaynaklarının var olan sorunlarının tanımlanarak çözüm önerilerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinin de kullanılmasıyla; tarım alanlarının yönetim ve kullanım faaliyetlerinin planlanmasında, çabuk, doğru ve objektif karar verilmesi de sağlanabilecektir.

CBS ile birlikte, veri toplama aşamasında zaman kaybı olmadan büyük alanlardan elde edilen verilerin değişkenlikleri hakkında hızlı ve etkili bir şekilde sonuç alınabilmektedir. Değişken parametrelerin yüzeysel dağılımlarının belirlenmesi ve bunlarla ilgili daha iyi karar verilebilmesi için CBS ve CBS yazılımlarına entegre edilen jeostatistik yöntemler birlikte kullanılabilir. Taban suyu tuzluluğu, derinliği ve toprak tuzluluğunun değişimi gibi birçok çalışmalar buna en iyi örneklerdir (Halliday ve Wolfe,

1990; Wylie ve ark., 1994; Diker ve ark., 1999; Çetin ve Diker, 2003; Cemek ve ark., 2006). Bilgisayar ortamına aktarılan ve belirli kriterlere göre sınıflandırılan verilerin CBS’nde değerlendirilmesinde enterpolasyon yöntemleri uygulanmakta ve ölçülen coğrafik veriler, konumsal enterpolasyon teknikleri ile tüm alana yayılmakta ve alana ait dağılım haritaları elde edilmektedir (Heuvelink, 2006). Deterministik enterpolasyon tekniği olan Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği (Inverse Distance Weighting, IDW), toprak özelliklerinin haritalanması ve yorumlanması çalışmalarında (Başayığıt ve ark., 2008; Başayığıt ve Şenol, 2009; Dindaroğlu ve Canbolat, 2011; Mustafa ve ark., 2011; Doğan ve ark., 2013; Duran, 2013; Reis ve ark., 2014) kullanılmış ve istenilen değişkenlere ait haritalar üretilebileceği belirlenmiştir.

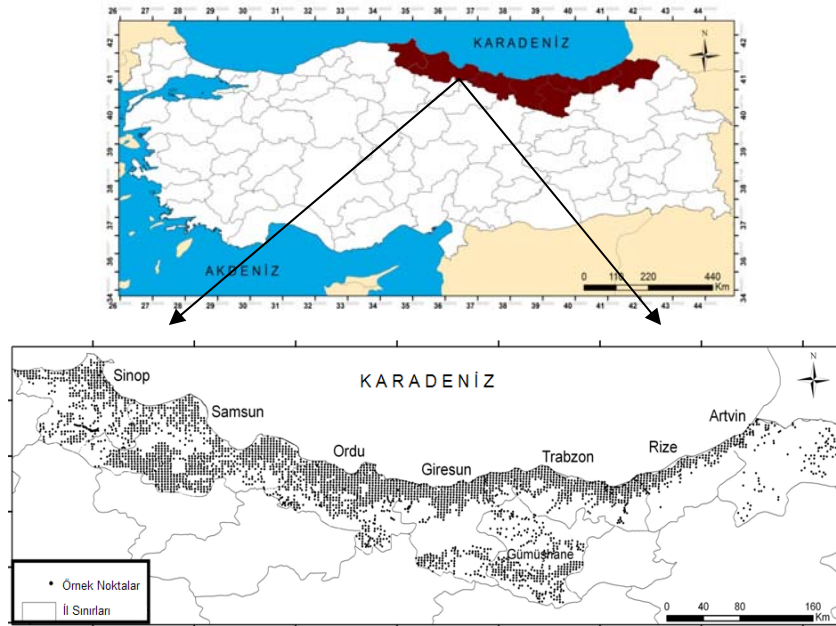
Gereksinim duyulan sayısal bilgilerin etkinliği, güncellikleri ile doğru orantılıdır. Bu güne kadar yapılan tarımsal planlama çalışmalarında en önemli sorun, ülkesel bazı toprak verilerinin olmaması, güncellenebilir özelliğinin bulunmaması ya da var olan verilere düzenli bir şekilde ulaşılamaması olmuştur. Avrupa Birliği uyum sürecinde olan Türkiye’nin başta toprak olmak üzere doğal kaynakları ile ilgili uluslararası bilgi sistemlerine entegre olacak güncel veri

tabanlarını hazırlamak durumundadır. Bu amaçla toprak kaynaklarımız ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde bilgi alışverişini sağlayacak, değişik ölçeklerdeki altlıkların ve veri tabanlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler, bu konudaki stratejilere de ışık tutacak önemli bilgileri içermektedir.

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yürütülen bu araştırma ile; tarım yapılan toprakların tamamını tanımlayacak şekilde, toprakların temel verimlilik özelliklerinin belirlenmesi, belirlenen toprak özelliklerinin sayısallaştırılarak sonradan oluşacak değişimlerin izlenebilmesini sağlayacak güncel toprak veri tabanının oluşturulması ve incelenen toprak özellikleri yönünden dağılım haritalarının elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2008-2012 yılları arasında yürütülmüş olup, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi’nin Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Rize ve Artvin illerinin tarım topraklarını kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yeri ve örnekleme noktaları

2.1. Toprak örnekleme

Araştırmada, toprak örnekleme noktalarını belirlemek üzere; sayısal ortamda veri tabanında var olan 1/25000 ölçekteki toprak haritaları ve arazi kullanım bilgileri sayesinde, ArcGIS yazılımı

kullanılarak Structured Query Language (SQL) sorgulama ile tarım alanları katmanı elde edilmiştir. Çalışma alanını kapsayacak şekilde ArcGIS eklentisi olan Fishnet yardımı ile 2.5 km x 2.5 km aralıklarla grid noktaları üretilmiştir. Daha sonra üretilen bu noktalardan; sulu tarım, kuru tarım, bağ-bahçe, çay,

findık, turunçgil vb. tarım yapılan alanlar dikkate alınarak tarım alanları içerisine düşen noktalar, lokasyona göre seçme fonksiyonu kullanılarak toprak örnekleme noktaları belirlenmiş ve bu noktalar coğrafi koordinatları ile birlikte Yer Konumlama Cihazı (Global Positioning System, GPS)'na yüklenmiştir. Çayır-mer'a alanları araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Buna göre toprak örnekleri 2.5 km x 2.5 km aralıklarla alınmıştır.

Koordinatları önceden belirlenmiş olan bu noktalara GPS ile gidilerek, genel kurallara uygun olarak (Jackson, 1958), 0-20 cm derinlikten paslanmaz çelik kürek ile toprak örnekleri alınmıştır. Örnek alındıktan sonra GPS ile koordinat okuması yapılmış ve Evrensel Çapraz Merkator (Universal Transverse Mercator, UTM) cinsinden okunan koordinatlar kayıt altına alınmıştır. Buna göre araştırma kapsamında; Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Rize ve Artvin illerinden sırasıyla 432, 889, 596, 466, 319, 371, 159 ve 168 adet olmak üzere toplamda alınan 3400 adet toprak örneği (Şekil 1) bu araştırmanın materyalini oluşturmuştur.

2.2. Toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler

Toprak örneklerinin, kum, kil ve silt yüzdeleri, Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1951); toprak reaksiyonu (pH), hazırlanan saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülerek (Richards, 1954), asit karakterli topraklardan alınan örneklerin pH analizi ise, 1:2.5'lük toprak su çözeltisi kullanılarak (Sağlam, 1978) tayin edilmiştir. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, saturasyon çamurundan çıkartılan ekstrakta kondaktivite cihazı ile ölçülmesiyle (Richards, 1954); kireç (CaCO₃) içerikleri, Scheibler kalsimetresi ile volumetrik metotla (Çağlar, 1949); organik madde, modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1982) tespit edilmiştir. Alkalın ve nötr karakterli toprakların alınabilir P içerikleri, Olsen yöntemine göre (Olsen ve ark., 1954), asit karakterli toprakların P içerikleri ise Bray ve Kurtz (1945) yöntemine göre; ekstrakta edilebilir K, toprak örneklerinin 1 N amonyum asetat (pH=7.0) çözeltisi ile ekstrakta edilmesiyle (Soil Survey Staff, 1992) belirlenmiştir.

2.3. İstatistik analiz, veri tabanının oluşturulması, dağılım haritalarının üretilmesi

Araştırma alanından toplanan 3400 toprak örneklerine ait sonuçlarda temel tanımlayıcı istatistik analizleri uygulanmıştır. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde sınır değerler kullanılmış olup, sınır değerlerine göre

toprak örneklerinin dağılımı ve oranları hesaplanarak değerlendirmeler yapılmıştır. Verilerin CBS ortamında analiz edilebilmesi ve değerlendirilebilmesi için "ArcGIS Geostatistical Analyst" modülü kullanılmıştır. Bu modül içerisinde IDW enterpolasyon tekniği ile sınır değerler esas alınarak [toprakların bünye dağılım haritasının oluşturulmasında saturasyon yüzdesi sınır değerleri (Ülgen ve Yurtsever, 1995) kullanılmıştır] toprak özelliklerine ait dağılım haritaları yapılmıştır. Bu amaçla en çok kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden IDW; RBF (Spline) deterministik yöntemler ile stokastik yöntemlerden de (temelde Kriging olarak da bilinmektedir) doğal (ordinary), evrensel (universal), basit (simple) kriging yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerin karşılaştırılmalarında ölçülen değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi sorgulayabilmek, ölçülen değerlere en yakın sonucu veren, başka bir ifade ile yöntemler arasında en uygun olanını seçebilmek için literatürde farklı karşılaştırma yöntemlerinin dikkate alındığı görülmektedir. Genel anlamda en yaygın kullanılan yöntemler; karesel ortalama hata (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), yöntemleridir. Bu çalışma için RMSE seçilmiş ve jeostatistiksel çözümde kullanılan yöntemler karşılaştırılmıştır. En düşük RMSE değerini veren yöntem, en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. RMSE'nin hesaplanmasında Eşitlik 1 kullanılmıştır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(z_i - z_i^*)^2}{n}} \quad (1)$$

Eşitlikte; Z_i : tahmin edilen değer, Z_i^* ölçülen değer ve n örnek sayısını ifade etmektedir.

En düşük RMSE değeri IDW enterpolasyon tekniği ile elde edilmesi nedeniyle dağılımlar bu teknik ile belirlenmiştir. IDW enterpolasyon tekniği, enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalardan daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayanır (Güler ve Kara, 2007). Bu teknik, enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azaltan ve örnek noktaların ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapar (Arslanoğlu ve Özçelik, 2005). Oluşturulan nihai haritalar 500 x 500 m'lik raster formatına dönüştürüldükten sonra, tarım arazi sınırları boyunca bu raster katmanı kesilip lejantlar eklenerek dağılım haritaları elde edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım alanlarından alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de, incelenen toprak özelliklerinin sınır değerlerine göre sınıflandırılması Çizelge 2'de, oluşturulan toprak

dağılım haritaları ise Şekil 2-8'de sunulmuştur. Çizelge 1'de verilen çarpıklık katsayıları incelendiğinde; kum, kil, silt ve pH dışındaki fiziko-kimyasal özelliklerin normal dağılımdan uzak pozitif dağılımlar gösterdiği, buna karşın pH'nın incelenen tüm özellikler içerisinde negatif çarpıklığa sahip tek toprak özelliği olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, incelenen toprak özelliklerinden organik maddenin kabul edilebilir (± 2) çarpıklık katsayısı gösterdiği belirlenmiştir. Pozitif çarpıklık katsayıları, incelenen fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin ortalamasının üzerinde aşırı uç değerlere sahip olduğunu açıklarken, negatif çarpıklık katsayısı gösteren pH'nın ise bazı alanlarda ortalamasının aşırı altında değerler aldığı ortaya koymaktadır. Toprak özelliklerinin büyük çoğunluğunda ortaya çıkan bu uç değerlerin varlığı, bir çok toprak özelliklerine ait değişkenlik katsayılarının yüksek bulunmasıyla da desteklenmektedir. Wilding (1985) ve Mulla ve Mc Bratney (2000) toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilen değişkenlik katsayısını, aldığı değerlere göre düşük (<% 15), orta (% 15-35) ve yüksek (>% 35) olarak sınıflandırmaktadırlar. Bu çalışmada, pH (% 21.24) ve silt (% 28.03) dışındaki incelenen bütün fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin yüksek değişkenliğe sahip olduğu, en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin kireç (%173.21) olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Literatürde birçok araştırmacı toprak özelliklerinin değişkenlik katsayısına göre düşük, orta ve yüksek değişkenlikler gösterdiğini (Erşahin, 1999; Sağlam, 2008; Özyazıcı ve ark., 2011; Sağlam, 2013; Dengiz ve ark., 2015) bildirmektedir. Diğer kimyasal toprak özelliklerinin değişkenlikleriyle karşılaştırıldığında, bu araştırma bulgularında olduğu gibi pH'nın değişkenliğinin düşük olduğu birçok araştırma sonuçlarında (Tsegaye ve Hill, 1998; Aimrun ve ark., 2007; Özyazıcı ve ark., 2011; Sağlam ve ark., 2014; Dengiz ve ark., 2015) da rapor edilmektedir.

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının kum, kil ve silt içerikleri sırasıyla %1.61-91.98, %2.49-79.23 ve %1.10-65.78 arasında değişmektedir (Çizelge 1). Toprak örnekleri kil (C), killi tın (CL), tın (L), tınlı kum (LS), kum (S), kumlu kil (SC), kumlu killi tın (SCL), siltli kil (SiC), siltli killi tın (SiCL), siltli tın (SiL) ve kumlu tın (SL) olmak üzere 11 farklı bünye sınıflarında analiz edilmiştir. Bölge topraklarının bünye sınıfları bir bütün olarak dikkate alındığında, Soil Survey Division Staff (1993)'a göre yapılan sınıflandırmada; toprakların % 23.91'i (C, SC, SiC) ağır, %75.30'u (CL, L, SCL, SiCL, SiL, SL) orta ve %0.79'u (LS, S) ise hafif bünyeli oldukları anlaşılmaktadır (Çizelge 2, Şekil 2).

Toprağın kum, kil ve silt gibi parçacıkların oranından oluşan toprak bünyesi, toprağın verimlilik düzeyini belirleyen önemli fiziksel özelliklerinden olup, gübreleme yönünden büyük önem taşır. Sinop ve Samsun illeri tarım arazileri toprakları oransal olarak büyük çoğunluğu kil (C), Trabzon ve Artvin illeri killi tın (CL), Gümüşhane ili kumlu killi tın (SCL), Ordu, Giresun ve Rize illeri ise kumlu tın (SL) bünyeli olmakla beraber, Sinop ili (ağır bünyeli) hariç diğer illerin tarım arazilerinin genelde orta bünyeli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu çalışmada, toprak bünyesinin kil, kum ve silt fraksiyonlarına ayrılarak analiz edilmesi, birçok alanda kullanılabilir en son veriler olması bakımından da büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de halihazırda mevcut ve geniş kapsamlı en son envanter çalışması olan TOVEP sonuçlarına göre (Eyüpoğlu, 1999), suyla doyumluk yüzdesi yönünden tınlı ve killi tınlı toprakların Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Trabzon ve Artvin illerindeki oranının sırasıyla; %50.1-42.7, %77.1-20.1, %12.1-58.6, %25.7-69.7, %27.0-66.5, %40.7-49.5, %63.6-34.1 ve %58.2-40.3 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik parametrelerine ait bazı tanımlayıcı istatistikleri (n= 3400)

	Bünye (%)			pH	EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	Organik Madde (%)	AP (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	E.K (mg kg ⁻¹)
	Kum	Kil	Silt						
En düşük	1.61	2.49	1.10	3.14	0.003	0.1	0.30	0.1	6
En yüksek	91.98	79.23	65.78	8.50	3.081	58.8	12.91	129.7	1814
Ortalama	41.62	29.98	28.39	6.28	0.468	4.5	3.35	10.9	224
Basıklık	-0.71	-0.49	0.97	-0.98	14.71	7.83	2.86	12.06	12.05
Çarpıklık	0.08	0.33	0.38	-0.60	2.86	2.59	1.41	3.12	2.60
Ortanca	41.59	28.96	27.77	6.75	0.42	0.60	2.98	4.53	177.0
StdS	16.66	13.67	7.96	1.33	0.29	7.76	1.74	16.33	176.5
Varyans	277.66	186.98	63.36	1.78	0.09	60.18	3.03	266.60	31134.9
DK	40.04	45.60	28.03	21.24	62.67	173.21	52.02	149.91	78.91

StdS: Standart sapma, DK: Varyasyon katsayısı, dS m⁻¹: desisimens/metre, CaCO₃: Kalsiyum karbonat, P₂O₅: Difosfor pentoksit, mg kg⁻¹: Miligram/kilogram, AP: Alınabilir fosfor, EK: Ektratkte edilebilir potasyum

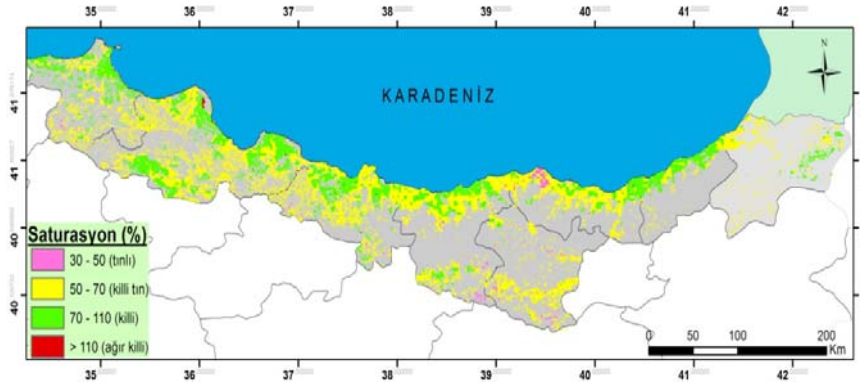
Çizelge 2. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik parametreleri yönünden sınıflandırılması

Toprak özellikleri	Sınır değeri	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
Bünye sınıfları (%) (Soil Survey Division Staff, 1993)		Kil (C)	764	22.47
		Killi tın (CL)	890	26.18
		Tın (L)	364	10.71
		Tınlı kum (LS)	26	0.76
		Kum (S)	1	0.03
		Kumlu kil (SC)	10	0.29
		Kumlu killi tın (SCL)	551	16.21
		Siltli kil (SiC)	39	1.15
		Siltli killi tın (SiCL)	54	1.59
		Siltli tın (SiL)	17	0.50
	Kumlu tın (SL)	684	20.11	
pH (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	<4.5	Kuvvetli asit	481	14.15
	4.5-5.5	Orta asit	543	15.97
	5.5-6.5	Hafif asit	527	15.50
	6.5-7.5	Nötr	1045	30.73
	7.5-8.5	Hafif alkali	803	23.62
	>8.5	Kuvvetli alkali	1	0.03
Elektriksel iletkenlik (dS m ⁻¹) (Richards, 1954)	0-4	Tuzsuz	3400	100.00
	4-8	Hafif tuzlu	-	-
	8-15	Orta derecede tuzlu	-	-
	>15	Çok fazla tuzlu	-	-
CaCO ₃ (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	<1.0	Az kireçli	2079	61.15
	1.0-5.0	Kireçli	438	12.88
	5.0-15.0	Orta kireçli	544	16.00
	15.0-25.0	Fazla kireçli	219	6.44
	>25.0	Çok fazla kireçli	120	3.53
Organik Madde (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	<1.0	Çok az	81	2.38
	1.0-2.0	Az	610	17.94
	2.0-3.0	Orta	1029	30.27
	3.0-4.0	İyi	760	22.35
	>4.0	Yüksek	920	27.06
Alınabilir P (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	0-3	Çok az	1214	35.71
	3-6	Az	786	23.12
	6-9	Orta/yeterli	345	10.14
	9-12	Yüksek/fazla	188	5.53
	>12	Çok yüksek/çok fazla	867	25.50
Ekstrakte edilebilir K (mg kg ⁻¹) (Pizer, 1967)	<100	Çok düşük	734	21.59
	100-150	Düşük	670	19.70
	150-200	Orta	545	16.03
	200-250	İyi	377	11.09
	250-320	Yüksek	407	11.97
	>320	Çok yüksek	667	19.62

Bölge topraklarının pH'ları 3.14-8.50 arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 1). İncelenen toprak örneklerinin analiz sonuçlarının Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında; bölge tarım toprakları pH'larının kuvvetli asit ile kuvvetli alkalın arasında değiştiği, toprakların %45.62'si asidik, %30.73'ü nötr ve %23.65'i ise alkalın pH'da oldukları belirlenmiştir. Sinop, Samsun ve Gümüşhane illeri tarım toprakları pH'larının büyük çoğunluğu nötr ile hafif alkalın,

Ordu, Giresun, Trabzon ve Artvin illerinin ise orta asit ile nötr arasında yer almaktadır. Araştırmada Rize ili tarım topraklarının pH'sının 3.14-6.05 arasında değiştiği, alınan örneklerin %94.34'ünde pH'nın 4.5'in altında olduğu saptanmıştır (Çizelge 2, Şekil 3).

Araştırma sonucuna göre Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun illeri tarım arazilerindeki toprakların asidik özelliği, büyük çoğunluğu çay plantasyonlarının oluşturduğu alanlarda belirlenmiştir. 1980-1991 yılları arasında yürütülen TOVEP çalışması raporlarına göre



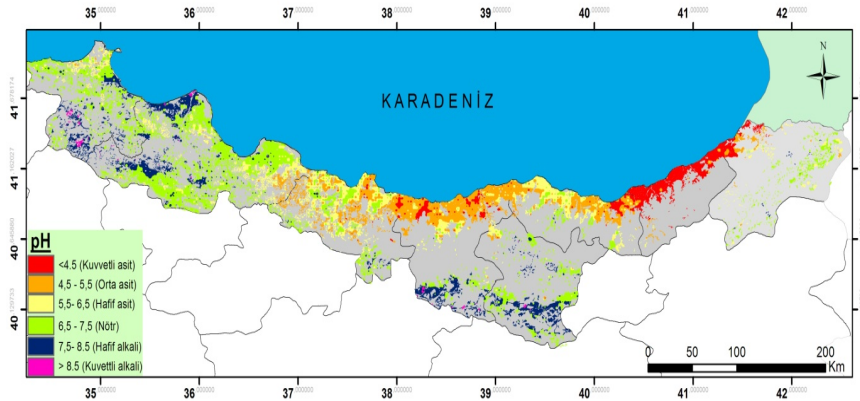
Şekil 2. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının bünye sınıfı haritası

(Eyüpoğlu, 1999); Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerinde kuvvetli asit ile hafif asit arasında değişen toprakların toplam oranı sırasıyla %63, %77, %93 ve %45 iken; bu araştırma sonuçlarında adı geçen pH aralığındaki toprak örneklerinin oranı sırasıyla %70, %76, %100 ve %54 olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, Eyüpoğlu (1999)'na göre Rize ili tarım topraklarının pH=4.5'in altındaki toprakların oranı %4.4 iken, çalışmamızda bu oranın %94.34 olarak gerçekleşmesi toprak verimliliği açısından çok önemli bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaklaşık 25 yıllık bir periyot içerisinde ortaya çıkan bu pH değişimi; özellikle çay tarımının yoğun olduğu Rize, Artvin ve Trabzon illeri için daha kapsamlı bir şekilde ortaya konulmuş (Özyazıcı ve ark., 2013) ve yörede amonyum sülfat gübresi kullanımının devam ettiği, toprak asitliğini çay için ideal olarak kabul edilen değerlere çıkarılması yönünde tedbirlerin alınması gerektiği hususları vurgulanmıştır.

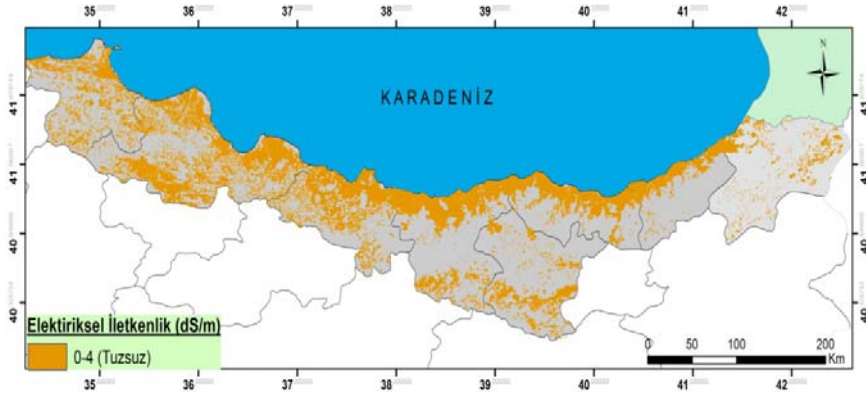
Öte yandan; fındık yetiştiriciliğinin yoğun olduğu Giresun ve Ordu illeri tarım topraklarından alınan örneklerin toprak reaksiyonunun, sırasıyla %70.17 ve

%65.26 oranlarında asidik karakterli olduğu; fındık tarımı için ideal olarak kabul edilen hafif asit (pH=6.00) (Genç ve Sarıhan, 1976; Özbek, 1981) reaksiyonlu toprakların oranının Giresun ve Ordu illeri için sırasıyla %11.37 ve 23.32 olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Ordu yöresinde fındık alanlarında yapılan bir çalışmada (Tarakçıoğlu ve ark., 2003), hafif asit karakterli toprakların oranının %40.0 olduğu belirlenmiştir. Fındığın kuvvetli asit ve alkalın reaksiyonlu toprakları tercih etmediği dikkate alındığında, gerektiğinde pH'yı istenilen seviyeye çıkarmak için kireçlemenin yapılması gerekmektedir. Nitekim, adı geçen bu illerin tarım topraklarının kireç içeriklerinin araştırmamız bulgularında %78.54 ve %80.20 oranlarında az kireçli (<1.0) sınıfta yer aldığı da dikkate alındığında, özellikle fındık tarımında kireçleme büyük önem taşımaktadır.

Araştırma topraklarının EC değerleri 0.003-3.081 dSm⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 1). Bölge topraklarının EC değerleri 4 dS m⁻¹'den küçük olup, toprakların tuzluluk yönünden genel anlamda herhangi bir sorunu olmadığı söylenebilir (Çizelge 2, Şekil 4).



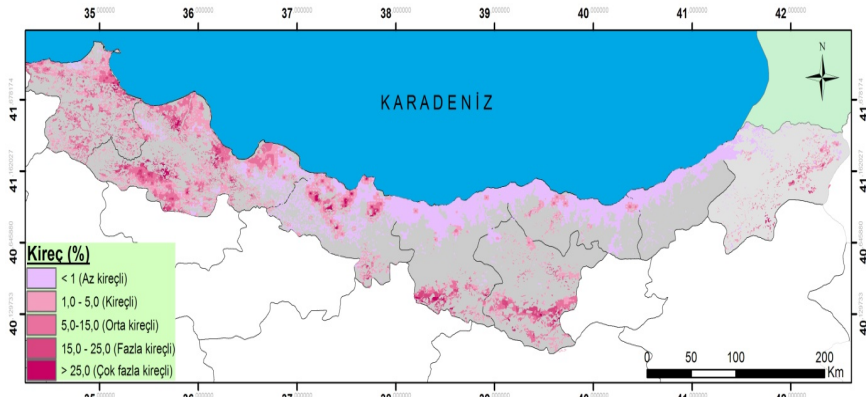
Şekil 3. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının pH haritası



Şekil 4. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının tuzluluk dağılım haritası

Araştırmada incelenen toprak örneklerinin kireç kapsamaları %0.1-58.8 arasında değişmektedir (Çizelge 1). Kireç içerikleri yönünden toprakların %61.15'i az kireçli, %12.88'i kireçli, %16.00'ü orta kireçli, %6.44'ü fazla kireçli ve %3.53'ü ise çok fazla kireçli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2, Şekil 5). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının kireç içeriğinin genelde düşük olması, toprakların kireçsiz ana materyale sahip olması ve yüksek yağışa bağlı

olarak karbonatların yıkanması şeklinde açıklanabilir. Nitekim, toprak pH'sının birçok alanda oldukça düşük değerler göstermesi de bu durumun bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Yıllık toplam yağışın oldukça fazla olduğu Rize ve Artvin yöresinde yapılan bir çalışmada (Özyazıcı ve ark., 2010) da benzer bulgular elde edilmiştir. Eyüpoğlu (1999) az kireçli toprakların, kapladığı alan bakımından en fazla Karadeniz Bölgesi'nde yer aldığını bildirmektedir.



Şekil 5. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının kireç içeriği

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarının organik madde kapsamaları %0.30-12.91 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 1). Ülgen ve Yurtsever (1995)'e göre yapılan sınıflandırma sonucunda toprakların %20.32'sinin çok az ve az, %30.27'sinin orta ve %49.41'inin ise iyi ve yüksek düzeyde organik madde içerdiği görülmüştür (Çizelge 2, Şekil 6).

Özellikle bölgenin en önemli ovalarından olan ve çok çeşitli kültür bitkisinin yetiştirildiği Çarşamba ve Bafra ovaları ile yoğun tarımın yapıldığı Samsun, Sinop, Gümüşhane ve Trabzon illerinin ova benzeri geniş düzlüklere sahip tarım alanlarında toprak organik maddesinin düşüklüğü dikkati çekmektedir. Örneğin, Samsun ilinde çok az-az-orta düzeydeki toprak

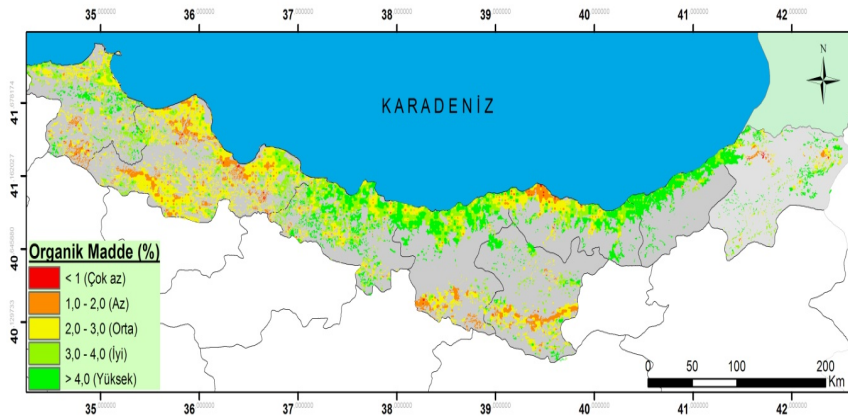
örneklerinin oranı %72.22 olarak saptanmıştır (Şekil 6). Horuz (1996), Terme-Ünye yöresi fındık bahçesi topraklarının organik madde içeriklerinin oransal olarak %56.9'unda az düzeyde olduğunu saptamıştır. TOVEP çalışması sonuçlarında (Eyüpoğlu, 1999) da benzer bulgular elde edilmiştir. Anılan bu yörelerde toprakların organik madde seviyesinin iyileştirilmesi yönünde gerekli önlemlerin alınması; hem toprak verimliliği ve toprakların sürdürülebilirliği, hem de yetiştirilen ürünlerin verim ve kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ordu ili fındık tarımı yapılan alanlarda yürütülen bir çalışmada (Tarakçıoğlu ve ark., 2003), yöre topraklarının organik madde içeriklerinin %1.63 ile 6.49 arasında değişim gösterdiği ve oransal

olarak %16.9'unun az, %36.9'unun orta, %35.4'ünün iyi ve %10.8'inin yüksek miktarlarda organik madde içerdiği tespit edilmiştir.

Rize ili tarım topraklarında iyi ve yüksek seviyede organik madde içeren toprak örneklerinin oranı % 83.02 olarak belirlenmiştir (Şekil 6). Yörede yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar tespit edilmiştir (Sarimehmet ve Müftüoğlu, 1993; Eyüpoğlu, 1999; Müftüoğlu ve ark., 2010; Özyazıcı ve ark., 2010). Yöre tarım topraklarında organik maddenin yüksek oluşu; yağışın fazla, sıcaklığın ise az olması nedeni ile

organizma faaliyetlerinin yavaşlaması, dolayısıyla parçalanma ve ayrışmanın az olmasının neden olduğu organik madde birikimi ile açıklanabilir.

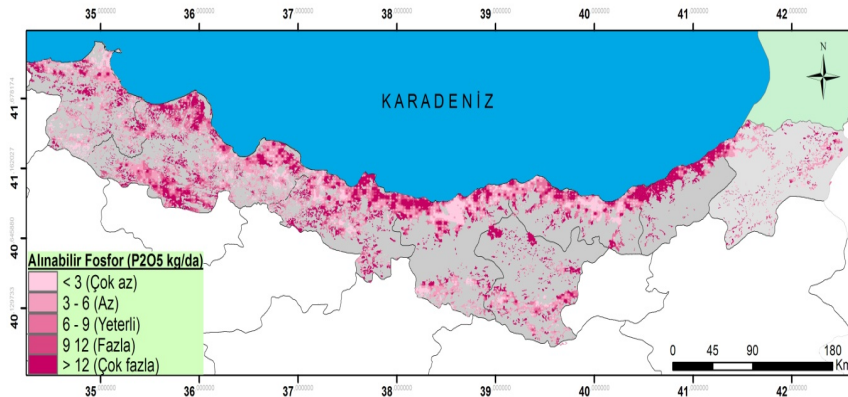
Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının alınabilir P içeriklerinin 0.1-129.7 kg P₂O₅ da⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Bölge geneli itibariyle; toprakların %35.71'inin çok az, %23.12'sinin az, %10.14'ünün orta, %5.53'ünün yüksek ve %25.50'sinin ise çok yüksek düzeyde fosfor içerdiği anlaşılmıştır.



Şekil 6. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının organik madde dağılım haritası

Araştırma topraklarının alınabilir P içerikleri incelendiğinde; Rize ili tarım toprakları hariç diğer illerde ve bölge genelinde oransal olarak yarıdan fazlasında (bölge geneli olarak %58.83'ünde) fosforun çok az ve az düzeyde olduğu; fındık tarımının yoğun olduğu Giresun ili sınırları içerisinde alınan toprak örneklerinin çok az ve az gruptaki alınabilir P içeriğinin %67.39 ile diğer illere göre en yüksek oranı gösterdiği belirlenmiştir. Fındık yetiştiriciliğinin yoğun olduğu diğer yörelerde de toprakların alınabilir P içerikleri genelde düşük bulunmuştur (Çizelge 2,

Şekil 7). Bu durum, her ne kadar fosforlu gübre uygulaması yapılsa bile, büyük çoğunluğunu eğimli arazilerin oluşturduğu fındık bahçelerinde; eğim ve buna bağlı olarak toprak derinliğinin az oluşu nedeniyle uygulanan gübrenin toprak altına verilememesi, toprağa karıştırılmadan yüzeye verilen fosforlu gübrelerin de yüzeyden kolayca akıp gitmesinin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Eyüpoğlu (1999), toprakların çok az ve az sınıfındaki alınabilir P içerikleri oranının bölgede %48.9-84.1 arasında değiştiğini bildirmektedir.



Şekil 7. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının alınabilir P kapsamı

Araştırmada Rize ili tarım alanlarında ise, alınabilir P yönünden analiz edilen toprak örneklerinin %59.75'inin yüksek ve çok yüksek grupta yer aldığı belirlenmiştir. Benzer bulgular Müftüoğlu ve ark. (2010) ve Özyazıcı ve ark. (2010) tarafından da elde edilmiştir.

Toprakların ekstrakte edilebilir K içerikleri 6-1814 mg kg⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 1). Çizelge 2 ve Şekil 8'den de görüleceği üzere; toprakların %41.29'u çok düşük ve düşük, % 16.03'ü orta, %11.09'u iyi, %31.59'u ise yüksek ve çok yüksek düzeyde ekstrakte edilebilir K içermektedir. Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerinde incelenen örneklerin %50.00 ile %57.87 arasında değişen oranlarda ekstrakte edilebilir potasyumun çok düşük ile düşük sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Toprakların ekstrakte edilebilir potasyum miktarlarının düşüklüğü, toprak bünyesi ve pH'sı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bayraklı (1998), özellikle hafif tekstürlü ve ileri derecede ayrılmış parçalanmış asit topraklarda katyon tutma kapasitesi çok düşük olduğundan, potasyumun yıkanarak kaybolma tehlikesinin fazla olduğunu bildirmektedir. Nitekim bu araştırma bulguları incelendiğinde, özellikle Giresun ve Rize illeri tarım topraklarının, sırasıyla %53 ve 79 oranlarında hafif ve orta bünyeli oldukları görülmüştür. Buna karşılık incelenen toprak örneklerinin pH değerlerinin ise Giresun ilinde %59 oranında orta asit ve kuvvetli asit, Rize ilinde ise büyük çoğunluğunun kuvvetli asit sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

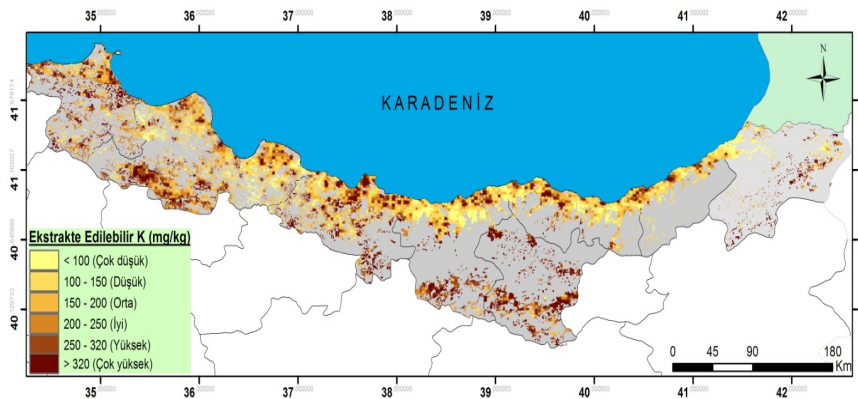
Fındık tarımının ağırlıklı olduğu Ordu ili ile tarla tarımının yoğun olduğu Samsun ve Sinop ili tarım topraklarının ekstrakte edilebilir K miktarının incelenen örneklerin sırasıyla %58.05, %59.73 ve %47.91'inde çok düşük-düşük-orta düzeyde, Gümüşhane ili tarım topraklarında ise aynı sınıf aralığındaki toprak örneklerinin oranı %29.47 olarak bulunmuştur (Şekil 8). Elde edilen bulgular Tarakçıoğlu ve ark. (2003) ve Horuz (1996)'un bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bölgede adı

geçen iller itibarıyla toprakların büyük çoğunluğunun potasyum içeriklerinin düşük düzeyde olması söz konusu topraklarda yetiştiriciliği yapılan bitkilerin potasyumla yetersiz beslenme olasılığını güçlendirmektedir. Bu nedenle, yetersiz seviyede potasyum bulunan tarla topraklarında, yüksek verim ve kaliteli ürün almak için potasyumlu gübrelemeye önem verilmelidir.

4. Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre; Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının genellikle orta bünyeli, tuzluluk sorunu olmayan, kuvvetli asit ile hafif alkalin arasında değişen pH'da ve değişken oranlarda kireç içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. İncelenen toprakların, %49.41'inde organik madde iyi ve yüksek düzeyde, %58.83'ünde alınabilir fosforun yetersiz olduğu saptanmıştır. Toprakların ekstrakte edilebilir potasyum değerlerinin ise çok düşük ile çok yüksek düzeyler arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Ülkeler, gelişim düzeyleri arttıkça kendi öz kaynakları hakkında daha geniş bilgileri kapsayan yeni teknolojik girdilere gereksinim duymaktadırlar. Doğal çevre içerisinde ilişkilerin önemli bir bölümünün dinamik nitelikte olması ve bunların davranışlarını gözlemleyebilmek amacıyla sürekli olarak yeni verilerin elde edilmesi ve mevcutların yenilenmesi gerekmektedir. Bu araştırma sonucunda elde edilen veriler, bölgede yetiştirilen bitki gruplarına göre üretim sistemlerinin düzenlenmesine ve dolayısıyla tarımsal sistemlerin planlanmasına katkı sağlayacaktır. Toprakların incelenen özellikler açısından yeterlilik durumlarının saptanması; noksan ve problemlı sahalara ile yeterli ve uygun alanların belirlenmesine imkan verecek, gübre üretim planlaması ve gübre tüketim politikalarının geliştirilmesinde, yöreye göre ihtiyacı duyulan gübrelerin çeşit ve miktarının hazırlanmasına önemli bilgi kaynağı oluşturacaktır.



Şekil 8. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir K kapsamı

Bu çalışma, tarımda verimlilik ve kalite konularında yapılacak başka çalışmalara model oluşturacak ve kalıcı eylem planlarının yaşama geçirilmesine temel teşkil edecektir. Bu güne kadar yapılan planlama çalışmalarında en önemli sorun, ülkesel yada bölgesel verilerin olmaması ya da var olanlara düzenli bir şekilde ulaşılamaması olmuştur. Bu bağlamda, bu araştırma sonuçları mevcut bilgilerin geliştirilmesine katkı sağlayacak önemli bir AR-GE niteliği taşımaktadır. Bu çalışma, ülkemiz genelinde tarım bilgi sisteminin gerçekleştirilmesi için temel değer olan toprak kaynaklarının verimlilik ve kalite unsurlarının uygulanan teknoloji sayesinde sürekli izlenmesi ile gereken güncelleştirmeleri hızlı ve doğru bir şekilde yapılmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Ülkemizde gittikçe artan hassas tarım uygulamaları ve organik tarım faaliyetleri için en önemli faktör toprağın beslenmesi ve yetiştirme tekniğinde temiz su kaynaklarının kullanılmasıdır. Elde edilen sonuçlar tarım yapılan alanlarda organik tarım ve alternatif tarıma uygun yetiştirme alanlarının tespitine olanak sağlayacak ve bu havzalara ait temel bilgi kaynağı oluşturacaktır. Ayrıca, çalışma sonucunda elde edilen toprak dağılım haritaları konuyla ilgilenen tarım kuruluşları, araştırma enstitüleri ve üniversite tarafından yapılan birçok bilimsel çalışmalara da hizmet edecektir.

Teşekkür

Bu araştırma; Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen “Türkiye tarım topraklarının bitki besin maddesi ve toksik element kapsamının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması” isimli ülkesel proje kapsamında yürütülen ve tamamlanan alt proje sonuçlarının bir bölümü olup, desteklerinden dolayı TAGEM’e teşekkür ederiz. Araştırmanın arazi çalışmalarında büyük özveri ile çalışan Ziraat Teknikeri Mehmet Demirbaş’a ve Harun Oflaz’a; laboratuvar analizlerinde katkısı olan Ziraat Mühendisleri Sevinç Alpay, Güler Yasemin Üstün, Aslıhan Atış, Gülnur Türkel, Özgür Özçelik, Elif Öztürk, Aylin Erkoçak ve Yusuf Koç’a; laboratuvar analizlerinde tüm zamanlarda görev alan Ziraat Teknikeri Fazilet Şeker ve Harun Oflaz’a; arazi ve laboratuvar çalışmalarında görev alan (Mülga) Samsun Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Osman Özdemir ve personeline; araştırmanın son iki yılında her türlü yardımlarını esirgemeyen Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdür Yardımcısı Şahin Gizlenci’ye teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

Adiloğlu, A., Adiloğlu, S., 2004. An investigation on

- nutritional problems of hazelnut (*Corylus avellana*) grown in acid soils of Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(8): 1433-1437.
- Aimrun, W., Amin, M.S.M., Ahmad, D., Hanafi, M.M., Chan, C.S., 2007. Spatial variability of bulk soil electrical conductivity in a Malaysian paddy field: Key to soil management. Paddy Water Environment, 5: 113-121.
- Arslanoğlu, M., Özçelik, M., 2005. Sayısal arazi yükseklik verilerinin iyileştirilmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan, Ankara.
- Ateş, K., Turan, V., 2015. Bingöl ili Merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeyleri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2(2): 108-113.
- Başayığıt, L., Şenol, H., 2009. The production of fertility maps of potential land for orchards using geographical information systems. Journal of Plant & Environmental Sciences, 1: 36-45.
- Başayığıt, L., Şenol, H., Müjdecı, M., 2008. Isparta ili meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2): 1-10.
- Bayraklı, F., 1998. Toprak Kimyası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No. 26, 1. Baskı, Samsun.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Bray, R.H., Kurtz, L.T., 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci., 59: 39-45.
- Cemek, B., Güler, M., Arslan, H., 2006. Bafra Ovası sağı sahil sulama alanındaki tuzluluk dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(1): 63-72.
- Çağlar, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara: Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 10.
- Çakıcı, H., Çiçekli, M., Arslan, H., 2012. Bağyurdu-İzmir yöresi kiraz plantasyonlarının beslenme durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1): 7-15.
- Çetin, M., Diker, K., 2003. Assessing Drainage Problem Areas By GIS: A Case Study in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. Irrig. and Drain., 52: 343-353.
- Çimrin, K.M., Boysan, S., 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 16(2): 105-111.
- Demir, T., Kaleli, Ş., Öztokat Kuzucu, D.C., 2003. A study to determine fertility status in the Çanakkale-Lapseki agricultural areas, Turkey. Journal of Arid Environments, 54: 485-493.
- Dengiz, O., Özyazıcı, M.A., Sağlam, M., 2015. Multi-criteria assessment and geostatistical approach for determination of rice growing suitability sites in Gokirmak catchment. Paddy and Water Environment, 13(1): 1-10.
- Diker, K., Çetin, M., Özcan, H., 1999. Determining the effects of takeover activity of irrigation systems to water-user associations on groundwater depth and salinity by using Geographic Information Systems (GIS).

- Proceedings of The 7 th Irrigation Conference, November 11-14, Cappadocia, Turkey, pp. 206-214 (in Turkish with English Abstract).
- Dindaroğlu, T., Canbolat, M.Y., 2011. Kuzgun baraj gölü su üretim havzasının toprak kalitesi bakımından değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2): 145-151.
- Doğan, H.M., Yılmaz, D.S., Kılıç, O.M., 2013. Orta Kelkit Havzası'nın bazı toprak özelliklerinin ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması ve yorumlanması. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6: 46-54.
- Duran, C., 2013. Mapping and texture properties of the forest soils which make up from three different parent materials (Northern Mersin City, Turkey). 3rd International Geography Symposium-GEOMED 2013, Editors: Recep Efe, İbrahim Atalay, İsa Cürebil, June 10-13, Kemer-Antalya, Turkey, pp. 371-380.
- Erşahin, S., 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (spatial) değişkenliğinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(19): 34-41.
- Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araş. Ens. Yayınları, Genel Yayın No: 220, Teknik Yayın No: T-67, Ankara, s.122.
- Genç, Ç., Sarıhan, S., 1976. Fındıkta dikimden önce bir defada verilen normal ve aşırı miktarlardaki kireç ve şlam'ın fındığın verim ve kalitesine etkileri üzerinde bir araştırma. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü, Proje No: 111-035-I-280, Giresun.
- Güler, M., Kara, T., 2007. Alansal dağılım özelliği gösteren iklim parametrelerinin coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi ve kullanım alanları, genel bir bakış. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(3): 322-328.
- Halliday, S.L., Wolfe, M.L. 1990. Assessing Groundwater Pollution Potential From Agricultural Chemicals Using a GIS. Paper presented at the 1990 ASAE Summer Meeting, Columbus-Ohio, June 24-27.
- Heuvelink, G.B.M., 2006. Incorporating Process Knowledge in Spatial Interpolation of Environmental Variables. Lisbon, Portugal: 7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences.
- Horuz, A., 1996. Terme-Ünye fındık bahçesi topraklarının besin element durumu ve bunların bazı toprak özellikleriyle olan ilişkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s.119, Samsun.
- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Mulla, D.J., Mc Bratney, A.B., 2000. Soil Spatial Variability. Handbook of Soil Science CRS Pres., pp. 321-352.
- Mustafa, A.A., Singh, M., Sahoo, R.N., Ahmed, N., Khanna, M., Sarangi, A., Mishra, A.K., 2011. Land Suitability Analysis for Different Crops: A Multi Criteria Decision Making Approach using Remote Sensing and GIS. Researcher, 3(12).
- Müftüoğlu, N.M., Yüce, E., Turna, T., Kabaoğlu, A., Özer, S.P., Tanyel, G., 2010. Çay tarımı yapılan alanların bazı toprak ve bitki özelliklerinin değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, 309-316.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon, Organic Matter. In: AL Madison, Editor. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Wisconsin, USA: American Society of Agronomy Inc. pp. 539-579.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular Nr 939, US Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- Özbek, N. 1981. Meyve Ağaçlarının Gübrenilmesi. Tarım Bakanlığı Yayınları, 244-254, Ankara.
- Özkan, C.F., Arpacıoğlu, A.E., Arı, N., Demirtaş, E.I., Asri, F.Ö., 2009. Antalya bölgesinde elma yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının incelenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(2): 95-99.
- Özyazıcı, G., Özyazıcı, M.A., Özdemir, O., Sürücü, A., 2010. Some physical and chemical properties of tea grown soils in Rize And Artvin provinces. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 25(2): 94-99.
- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., Aydoğan, M., 2013. Çay yetiştirilen tarım topraklarının reaksiyon değişimleri ve alansal dağılımları. Toprak Su Dergisi, 2(1): 23-29.
- Özyazıcı, M.A., Özyazıcı, G., Dengiz, O., 2011. Determination of micronutrients in tea plantations in The Eastern Black Sea Region, Turkey. African Journal of Agricultural Research, 6(22): 5174-5180.
- Parlak, M., Fidan, A., Kızılcık, İ., Koparan, H., 2008. Eceabat ilçesi (Çanakkale) tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14(4): 394-400.
- Pınar, H., Arslan, R., Bircan, M., Ata, A., 2008. Mersin ilindeki elma, kayısı, erik, kiraz ve şeftali bahçelerinin bazı toprak özellikleri bakımından verimlilik durumları. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim, Konya, s. 542-547.
- Pizer, N.H., 1967. Some Advisory Aspect. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No.14:184.
- Reis, M., Abız, B., Dindaroğlu, T., 2014. Kahramanmaraş ili Halfalı Deresi yağış havzasında bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması. I. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu (Uygulamalar, Politikalar ve Yeni Yaklaşımlar), Bildiri Özetleri, 10-12 Eylül, Çankırı, s. 51.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. U.S.A: U.S. Department of Agriculture, Handbook 60.
- Sağlam, M., 2008. Gökhöyük tarım işletmesinde yaygın toprak serilerinde bazı kalite göstergelerinin uzaysal değişkenliğinin jeostatistiksel yöntemlerle incelenmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sağlam, M., 2013. Çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile toprak özelliklerinin gruplandırılması. Toprak Su Dergisi, 2(1): 7-14.
- Sağlam, M., Dengiz, O., Özyazıcı, M.A., Erkoçak, A., Türkmen, F., 2014. Faktör analizi ile minimum veri setinin oluşturulması ve haritalanması: Samsun ili örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(2): 133-144.
- Sağlam, M.T., 1978. Toprak Kimyası Tatbikat Notları.

- Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.
- Sarımehtem, M., Müftüoğlu, N.M., 1993. Doğu Karadeniz Bölgesi çay tarım topraklarının organik madde durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(3): 49-56.
- Soil Survey Division Staff, 1993. "Soil survey manual." Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- 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.
- Tarakçıoğlu, C., Yalçın, S.R., Bayrak, A., Küçük, M., Karabacak, H., 2003. Ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin (*Corylus avellana* L.) beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 9(1): 13-22.
- Torun, B., Çakmak, İ., 2004. Orta Anadolu Bölgesinde çinko noksanlığı. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi (Tarım-Sanayi-Çevre), 11-13 Ekim, Tokat.
- Tsegaye, T., Hill, R.L., 1998. Intensive tillage effects on spatial variability of soil test, plant growth and nutrient uptake measurement. Soil Science, 163: 155-165.
- Turan, M.A., Katkat, A.V., Özsoy, G., Taban, S., 2010. Bursa ili alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1): 115-130.
- Tümsavaş, Z., Aksoy, E., 2008. Bursa yöresi rendzina büyük toprak grubu topraklarının bazı özellikleri ve besin maddesi içerikleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1): 95-106.
- Tümsavaş, Z., Aksoy, E., 2009. Kahverengi orman büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(1): 93-104.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Wilding, L.P., 1985. Spatial Variability: It's documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: Soil Spatial Variability, (Eds: Nielsen, D.R. and J. Bouma) Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp: 166-194.
- Wylie, B.K., Shaffer, M.J., Brodahl, M.K., Dubois, D., Wagner, D.G., 1994. Predicting spatial distributions of nitrate leaching in Northeastern Colorado. Journal of Soil and Water Conservation, 49: 288-293.
- Yağmur, B., Okur, B., 2011. İzmir Kemalpaşa ilçesi kiraz bahçelerinin verimlilik durumları ve ağır metal içerikleri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 28(2): 1-13.