Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2015, Cilt: 16, Sayı:2, Sayfa: 187-202

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2015, Vol: 16, Issue: 2, Pages: 187-202

http://edergi.artvin.edu.tr

Araştırma makalesi

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının bazı makro ve mikro bitki besin maddesi konsantrasyonları ve ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması

Concentrations of some macro and micro plant nutrient of cultivated soils in Central and Eastern Blacksea Region and their mapping by inverse distance weighted (IDW) method

Mehmet Arif ÖZYAZICI[1], Orhan DENGİZ[2], Mehmet AYDOĞAN[3], Betül BAYRAKLI[3], Emel KESİM[3], Öztekin URLA[4], Hakan YILDIZ[4], Ediz ÜNAL[4]

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

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

[3]Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü

[4]Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Bölümü

Özet

Bu araştırma, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının bazı bitki besin maddesi kapsamlarını belirlemek, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak ele alınan toprak değişkenleri yönünden veri tabanı ve 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; toplam azot (N), ekstrakte edilebilir kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), bor (B), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) analizleri yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları, belli kriterlere göre sınıflandırılarak, besin maddelerinin eksiklik, yeterlilik veya fazlalık seviyeleri belirlenmiştir. Toprak parametrelerinin sınıflandırılmasından sonra CBS kapsamında veri tabanı oluşturulmuş ve ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW, Inverse Distance Weighted) kullanılarak toprak dağılım haritaları üretilmiştir. Araştırma sonucuna göre, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının büyük çoğunluğunun toplam N, ekstrakte edilebilir Fe, Cu ve Mn yönünden yeterli durumda olduğu; analiz edilen toprak örneklerinin % 66.88'inde ekstrakte edilebilir Ca ve % 81.44'ünde ekstrakte edilebilir Mg'un iyi, % 64.56'sında ekstrakte edilebilir Na'un ise orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Bölge topraklarının % 34.35'inde B ve % 51.36'sında Zn noksanlığı görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Makro element, mikro element, toprak veri tabanı, CBS

Abstract

The aim of this study was to determine plant nutrients content and to in terms of soil variables their soil database and generate maps of their distribution on agricultural land in Central and Eastern Black Sea Region using geographical information system (GIS). In this research, total 3400 soil samples (0-20 cm depth) were taken at 2.5 x 2.5 km grid points representing agricultural soils. Total nitrogen, extractable calcium, magnesium, sodium, boron, iron, copper, zinc and manganese contents were analysed in collected soil samples. Analysis results of these samples were classified and evaluated for deficiency, sufficiency or excess with respect to plant nutrients. Afterwards, in terms of GIS, a soil database and maps for current status of the study area were created by using inverse distance weighted (IDW) interpolation method. According to this research results, it was determined sufficient plant nutrient elements in terms of total nitrogen, extractable iron, copper and manganese in arable soils of Central and Eastern Blacksea Region while, extractable calcium, magnesium, sodium were found good and moderate level in 66.88%, 81.44% and 64.56% of total soil samples, respectively. In addition, insufficient boron and zinc concentration were found in 34.35% and 51.36% of soil samples, respectively.

Keywords: Macro elements, micro elements, soil database, GIS

Sorumlu yazar: Mehmet Arif ÖZYAZICI, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt-Türkiye
e-mail: arifozyazici@siirt.edu.tr
DOI: 10.17474/acuofd.91635

GİRİŞ

Tarım alanlarında sürdürülebilir yönetim ve kullanım faaliyetlerinin planlanıp uygulanabilmesi her geçen gün daha da artan bir önem kazanmaktadır. Çünkü hızlı nüfus artışı ve insan ihtiyaçlarının zaman içinde çeşitlenip artmasına bağlı olarak, tarım ürünlerine duyulan ihtiyacın artması sonucunda, tarım alanları üzerindeki baskılar her gün şekil değiştirerek artmaktadır. Bu durum, toprak kaynaklarına ait bilgilerin sürekli değişmesine neden olmakta ve izleme çalışmalarının sürekli olmasını gerekli kılmaktadır.

Gerçek anlamda bir tarımsal arazi planlamasının hayata geçirilebilmesi için bölgeye ait ekolojik ve sosyo-ekonomik bilgilerin yanı sıra, öncelikle sağlıklı toprak verilerine gereksinim duyulmaktadır. Böylece arazinin en rasyonel ve ekonomik kullanım altında değerlendirilebilmesi için, yetiştirilecek bitkinin ekolojik uygunlukları ile toprak istekleri belirlenmekte ve bunlar eşleştirilerek, üreticinin ekonomik koşulları da dikkate alınmak suretiyle en uygun arazi değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

"Türkiye Toprak Veritabanı" çerçevesinde günümüzde hala daha kullanılan, coğrafi koordinatlara sahip eldeki en kaliteli ve sağlıklı veri seti niteliğindeki ilk toprak verileri, (Mülga) TOPRAKSU Genel Müdürlüğü tarafından 1966-1971 yılları arasında tüm ülke toprakları ve arazilerini kapsayan yoklama düzeyindeki toprak etütleri ve 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılarak oluşturulan haritalardır. Daha sonra, 1:25000 ölçekli haritalardan yapılan genelleştirme ile 67 ilin her biri için 1:100000 ölçekli Toprak Kaynağı Envanter Haritası ve Raporu yayınlanmıştır. 1982-1984 yılları arasında "Türkiye Toprak Potansiyeli Etütleri ve Tarım Dışı Amaçlı Arazi Kullanımı Planlamaları" projesi ile bu çalışma il bazında arazi gözlemleri ile yeniden revize edilmiş ve 1:100000 ölçekli "İl Arazi Varlığı" olarak yayınlanmıştır. Daha sonra, 1:25000 ölçekli toprak haritaları kullanılarak ülkedeki 26 Büyük Su Toplama Havzası'ndan 17'si için 1:200000 ölçekli Havza Toprak Haritası ve Raporu yayınlanmıştır. Türkiye topraklarının verimlilik envanterlerinin çıkartılmasına yönelik olarak gerçekleştirilen "Türkiye Topraklarının Verimlilik Envanteri Projesi (TOVEP)" ile ülke topraklarının özellikle üst toprak katının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (bünye, pH, tuz, kireç, organik madde, alınabilir fosfor ve alınabilir potasyum) belirlenerek haritalanmıştır. Günümüzde bir çok kurum ve kuruluşların hala daha başvurduğu temel kaynak niteliğindeki yukarıda belirtilen çalışmalardan bugüne dek, ülkesel ve bölgesel bazda, geniş ölçekli ve yeni teknolojilerin kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu anlamda, bölgesel ölçekte yürütülen bu araştırma sonuçları büyük önem taşımaktadır.

Bitkilerin yaşamaları için mutlak gerekli olan bitki besin maddelerini kapsayan elementler, makro ve mikro besin maddeleri olarak ikiye ayrılırlar. Makro besin maddelerinin bitki gelişimi ve verimi üzerine görünür etkilerine bağlı olarak bu maddelerin tarımda kullanımı giderek artmış, bunun sonucunda da özellikle yoğun tarım sistemlerinin uygulandığı alanlarda kirlilik boyutunda birikimler ortaya çıkmıştır. Mikro besin maddeleri ise ülkemiz tarımında yaygın olarak kullanılan ticari gübrelerin yapısında genellikle bulunmadığından, makro besin maddeleri

gibi toprağa düzenli bir şekilde verilememektedir. Ayrıca, verim artışına dayalı tarım sistemlerinin uygulanması, topraktan yıkanma ile oluşan kayıplar, tek yönlü gübre uygulamaları gibi faktörler de toprakta mikro besin maddelerinin yarayışlı miktarlarının azalmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak toprakta makro besin maddeleri ile mikro besin maddeleri arasındaki denge giderek bozulmakta ve bitkilerin mikro besin elementlerinden yararlanması azalmaktadır. Bu durum yakın gelecekte mikro besin maddesi noksanlıklarının çok daha ciddi boyutlarda karşımıza çıkacağının bir göstergesi olup, tarım topraklarının mikro element kapsamlarının belirlenmesi de ayrı bir önem taşımaktadır. Türkiye topraklarının mikro element durumu ile ilgili en kapsamlı çalışmaların başında Sungur ve Özuygur (1986) ile Eyüpoğlu ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmalar gelmektedir. Bu araştırmalarda ülke topraklarında en belirgin mikro besin maddesi düzensizlikleri Zn eksikliğinden ileri geldiği, bunu Fe ve Mn eksikliğinin takip ettiği, B'un genelde normal seviyede olduğu, topraklarda Cu eksikliği veya fazlalığından ileri gelen bir problemin bulunmadığı belirlenmiştir. Ülke genelinde bölgesel ve lokal bazda yürütülen diğer bazı araştırmalarla (Demirer ve ark. 2003; Adiloğlu ve Adiloğlu 2004; Erdal 2005; Parlak ve ark. 2008; Özkan ve ark. 2009; Müftüoğlu ve ark. 2010; Turan ve ark. 2010; Çakıcı ve ark. 2012) tarım topraklarının bazı makro ve mikro bitki besin maddesi içerikleri ve potansiyel beslenme problemleri hakkında bilgiler edinilmiştir. Ancak, yapılan birçok çalışmalarda; başta toprak örneklerinin koordinatlarının belirlenmemiş olmasının yanı sıra, var olan verilere de düzenli bir şekilde ulaşılamaması önemli sorun teşkil etmekte ve günümüz teknikleri dikkate alındığında elde edilen sonuçlar yetersiz kalmaktadır. Bu bakımdan, tarım topraklarının bitki besin maddesi kapsamlarının belirlenmesine ve buna yönelik olarak CBS gibi teknikler de kullanılarak güncellenebilir toprak veri tabanının oluşturulması büyük önem taşımaktadır.

Bir alan hakkındaki verileri toplamaya, depolamaya, analiz etmeye, işlemeye, yaygınlaştırmaya ve sunmaya yarayan yazılım ve donanım sistemlerinden ibaret olan CBS (Lillesand ve Kiefer 2000)'de, giriş verisinin kaynağını haritalar, hava fotoğrafları, uydu verileri, manyetik ölçümler, küresel konum bulma sistemlerine ait veriler, arazi ölçümleri ve diğer sayısal bilgiler oluşturmaktadır. Değişken parametrelerin CBS'de değerlendirilmesinde ve yüzeysel dağılımlarının belirlenmesinde enterpolasyon yöntemleri kullanılmakta, elde edilen coğrafi veriler bu teknikler ile tüm alana yayılmakta ve alana ait dağılım haritaları elde edilmektedir (Heuvelink 2006). Meyve yetiştirilen alanların verimlilik haritalarının oluşturulduğu, Başayiğit ve ark. (2008), Kılıç ve ark. (2008), Başayiğit ve Şenol (2009), Delibaş ve ark. (2015)'nın yaptıkları çalışmalar ile; havza bazında yürütülen ve toprak özelliklerinin haritalandığı ve yorumlandığı, Dengiz ve ark. (2007), Dindaroğlu ve Canbolat (2011), Mustafa ve ark. (2011), Dengiz ve ark. (2012), Doğan ve ark. (2013), Saygın ve Dengiz (2013), Reis ve ark. (2014)'nın yaptığı çalışmalar buna en iyi örneklerdir.

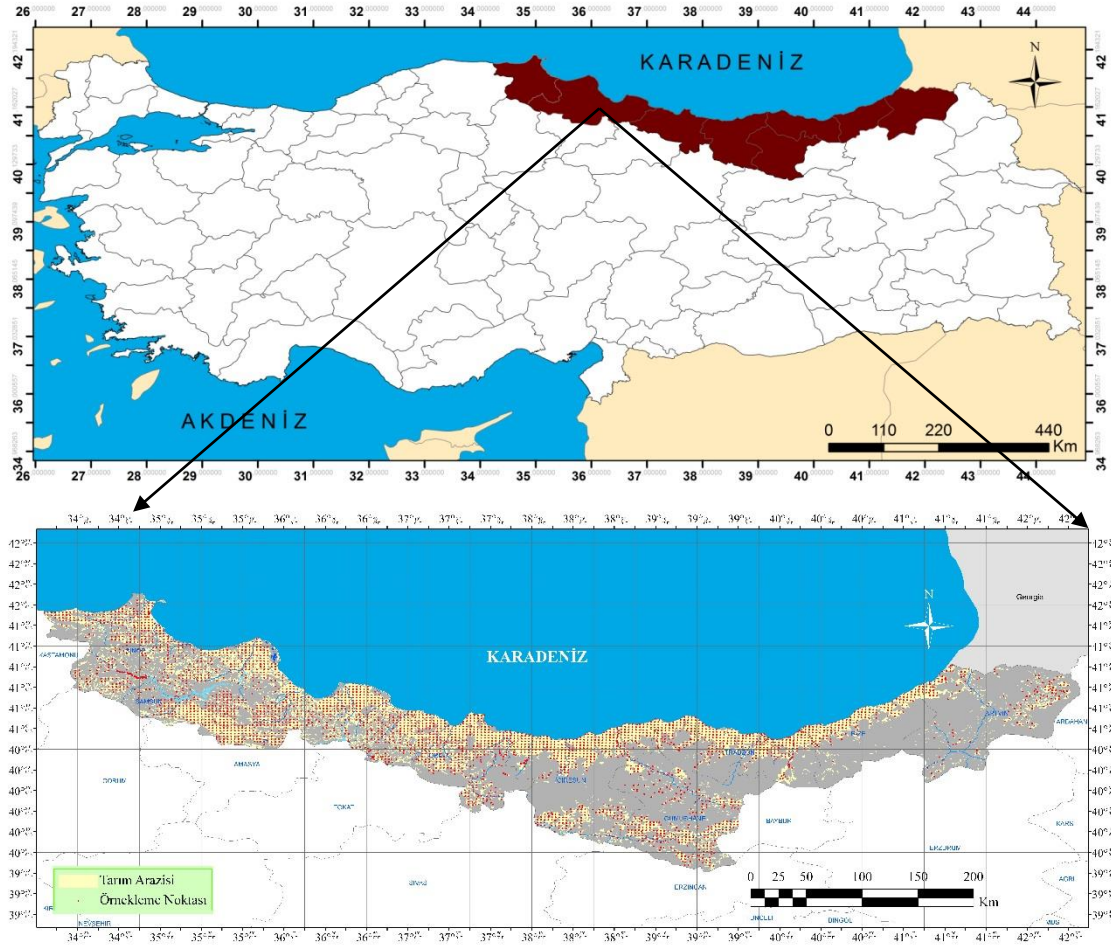
Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından yürütülmekte olan

ülkesel projenin alt projesi kapsamında sonuçlandırılan bu çalışma ile; Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım yapılan toprakların tamamını tanımlayacak şekilde, toprakların bazı makro ve mikro bitki besin elementi durumunun ortaya konması ve elde edilen verilerin CBS kapsamında IDW yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi ve haritalanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Yerinin Tanımı ve Genel Özellikleri

Çalışma alanını, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nin; Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Rize ve Artvin illeri kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı ve örnekleme noktaları

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde; kırmızı-sarı podzolik, gri-kahverengi podzolik, kireçsiz kahverengi orman, kahverengi orman, kestanerengi, kahverengi, kireçsiz kahverengi, yüksek dağ çayır, vertisoller, alüvyal, sierozemler, hidromorfik alüvyal, kolüvyal, çıplak kaya ve molozlar, ırmak taşkın yatakları, sahil kumulları olmak üzere 16 farklı büyük toprak grubu yer almaktadır. Bölgenin ağırlıklı toprak yapısını 1.309.927 hektarlık alan ile kahverengi orman toprakları oluşturmakta, bunu sırasıyla gri-kahverengi podzolik (1.067.875 ha) ve kırmızı-sarı podzolik (780.494 ha) topraklar takip

etmektedir (Anonim 1984, 1987, 1990, 1993a, 1993b, 1996a, 1996b ve 1996c).

Toprak Örneklemesi ve Veri Seti Teşkili

Araştırmada arazi çalışmaları öncesinde; toprak örnekleme noktalarını belirlemek üzere, sayısal ortamda veri tabanında var olan 1/25000 ölçekteki toprak haritaları ile arazi kullanım bilgileri 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, fındık, 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. 2008-2012 yılları arasında yürütülen bu çalışma sonucunda, toplam 3400 farklı noktada coğrafik referanslı arazi örneklemesi yapılmıştır (Şekil 1).

Coğrafik referanslara esas teşkil eden arazi gözlemleri ve örnekleme noktası bilgileri (örnek numarası, tarih, il, ilçe, köy, mevki adları, mevcut arazi kullanma şekli, meyil, taşlılık durumu, tarım havzaları, yüzey şekilleri, ormanlık alan, maden ocağı vs gibi ek bilgiler, örnekleme noktasına ait ürün deseni, örnekleme noktası çevresi ürün deseni ve örnekleme noktasını görsel olarak tanımlayan kuzey-batı-güney-doğu yönlerinden çekilen fotoğraf numarası bilgileri) arazi çalışmaları boyunca arazi bilgi formuna kaydedilmiş, elde edilen arazi verileri daha sonra Microsoft-Excel'e girilmiştir. Böylece koordinat değerleri ve bu koordinatlardaki ek bilgileri içeren veri tabanı Microsoft-Excel'de oluşturulmuştur. Aynı veri tabanına toprak örneklerinin laboratuvar analiz değerleri de işlenerek CBS ortamında her türlü değerlendirmeye hazır toprak değişkenlerine ait veri seti teşkil edilmiştir. Oluşturulan veri tabanına ait kısa bir kesit Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Oluşturulan veri tabanına ait bir kesit

L. no	Örnek no	Koordinatlar (UTM)	İl	İlçe	Azot	EK	EB	EMn
1053	19296	37T 704468N, 4498591E	Artvin	Yusufeli	0.174	333	0.83	10.66
1428	19323	37T 467247N, 4508737E	Giresun	Yağlıdere	0.202	232	0.76	28.63
850	17764	37T 532134N, 4424252E	Gümüşhane	Kelkit	0.228	382	0.91	10.36
775	19599	37T 412795N, 4525546E	Ordu	Merkez	0.322	352	1.23	20.58
2061	19789	37T 625227N, 4523567E	Rize	İkizdere	0.182	65	1.19	72.34
1244	7501	37T 728327N, 4532823E	Samsun	Ladik	0.102	327	1.68	22.82
2106	8676	37T 699055N, 4584328E	Sinop	Durağan	0.235	252	0.63	11.16
966	19511	37T 607413N, 4514141E	Trabzon	Dernekpazarı	0.137	117	1.08	155.98

EK: Ekstrakte edilebilir potasyum, EB: Ekstrakte edilebilir bor, EMn: Ekstrakte edilebilir mangan

Toprak Örneklerinin Laboratuvar Analizleri

Alınan toprak örnekleri laboratuvar koşullarında temiz ambalaj kâğıtlarına serilerek, taş ve bitki parçacıkları ayıklanmış ve havada kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan toprakların tamamı tahta tokmaklarla dövülmüş, 2 mm'lik çelik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinin, toplam N analizi, Modifiye Kjeldahl yöntemine göre (Jackson 1958); ekstrakte edilebilir Ca, Mg ve Na, toprak örneklerinin 1 N amonyum asetat (pH=7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilmesiyle (Soil Survey Staff 1992); ekstrakte edilebilir B, topraktan sıcak su ile ekstrakte edilen B miktarı azometin-H ile oluşturulan kompleksin renk yoğunluğuna dayanılarak (Wolf 1971); toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları ise, Lindsay ve Norvell (1978)'e göre belirlenmiştir.

İstatistik Analiz, Veri Tabanının Oluşturulması, Dağılım Haritalarının Üretilmesi

Araştırma alanından toplanan 3400 toprak örneklerine ait sonuçlarda temel tanımlayıcı istatistik analizler uygulanmıştır. Kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde; toplam N, ekstrakte edilebilir Zn ve Mn için FAO (1990); ekstrakte edilebilir Ca, Mg ve Na için Loue (1968); ekstrakte edilebilir B için Wolf (1971); ekstrakte edilebilir Fe için Lindsay ve Norvell (1969); ekstrakte edilebilir Cu için Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen sınır değerler (Şekil 2-10 lejantlarında belirtilen) kullanılmış olup, sınır değerlerine göre toprak örneklerinin dağılımı ve oranları hesaplanarak veriler yorumlanmıştır.

Verilerin CBS ortamında analiz edilebilmesi ve değerlendirilebilmesi için "ArcGIS Geostatistical Analyst" modülü kullanılmış olup, excel formatında oluşturulan veri tabanı ArcGIS 9.1 yazılım programına aktarılmıştır. Veriler ArcMap'te eklendikten sonra koordinat bilgisi yardımıyla haritaya dönüştürülmüştür. Nokta özelliğindeki bu veri, analiz sonuçlarını ilişkisel tabloda tutmaktadır. İlişkisel tablodaki her sütün ayrı ayrı haritalanabilecek analiz sonuçlarıdır. Böylece, CBS'de her türlü sorgulamaya açık veri tabanı oluşturulmuştur.

Besin elementi dağılım durumlarının belirlenmesinde 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 arasından 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 jeoistatistiksel çözümde kullanılan yöntemler karşılaştırılmıştır. En düşük RMSE değerini veren yöntem, en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. RMSE'nin hesaplanmasında Eşitlik 1 kullanılmıştır.

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

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.

BULGULAR ve TARTIŞMA

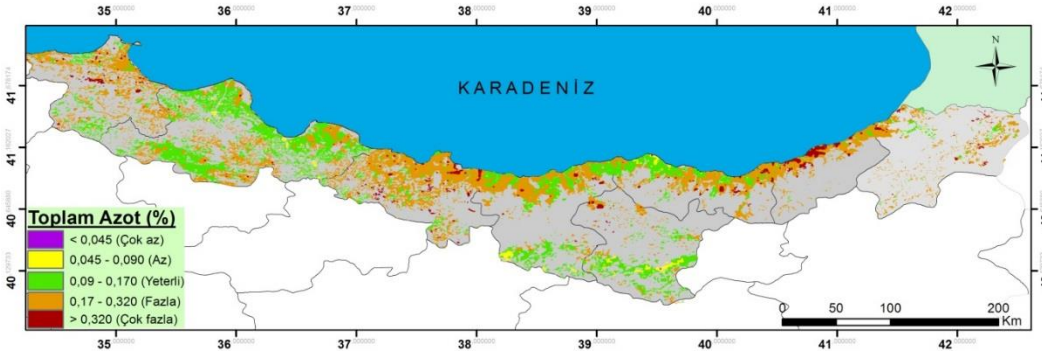
Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım alanlarından alınan toprak örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de verilen çarpıklık katsayıları incelendiğinde; ekstrakte edilebilir Ca dışındaki kimyasal özelliklerinin normal dağılımdan uzak pozitif dağılımlar gösterdiği görülmektedir. Bununla birlikte, incelenen toprak özelliklerinden toplam N, ekstrakte edilebilir B ve Fe'in kabul edilebilir (±2) çarpıklık katsayısı gösterdiği belirlenmiştir. Pozitif çarpıklık katsayıları, incelenen kimyasal toprak özelliklerinin ortalamanın üzerinde aşırı uç değerlere sahip olduğunu açıklamaktadır. 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, incelenen bütün kimyasal toprak özelliklerinin yüksek değişkenliğe sahip olduğu, en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin ekstrakte edilebilir Zn (%156.74) olduğu görülmektedir (Çizelge 2). 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.

Çizelge 2. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının makro ve mikro elementler yönünden tanımlayıcı istatistikleri

	Toplam N (%)	Ekstrakte edilebilir elementler (mg kg^{-1})							
		Ca	Mg	Na	B	Fe	Cu	Zn	Mn
En düşük	0.011	29	20	11	0.05	0.75	0.03	0.03	0.10
En yüksek	0.880	18170	2696	1785	8.87	278.32	29.31	25.98	227.98
Ortalama	0.195	4344	350	131	1.59	36.56	2.55	1.26	31.12
Basıklık	3.77	0.42	9.63	25.45	5.73	5.43	17.29	36.42	7.24
Çarpıklık	1.45	0.68	2.67	4.09	2.00	1.96	2.89	5.05	2.36
Ortanca	0.18	4175.00	242.31	88.69	1.30	24.71	1.98	0.67	21.38
StdS	0.09	2820.18	342.97	136.57	1.14	35.16	2.20	1.98	29.47
Varyans	0.01	7953390	117630.69	18650.62	1.30	1236.39	4.82	3.92	868.52
DK	47.81	64.92	97.94	104.12	71.52	96.19	86.05	156.74	94.70

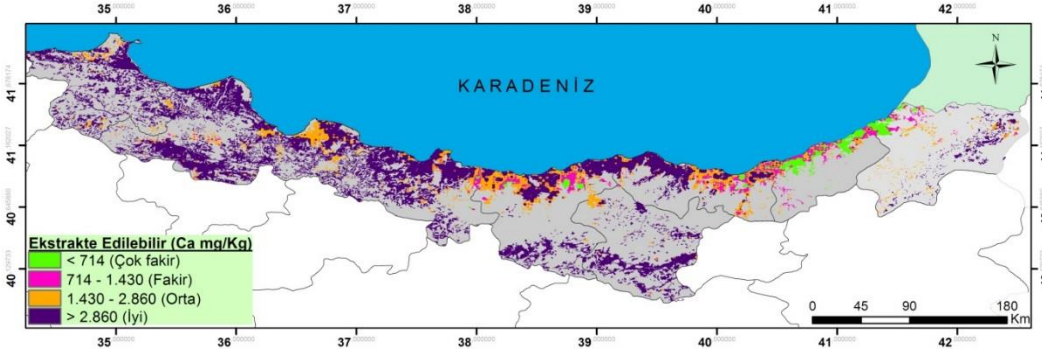
StdS: Standart sapma, DK: Varyasyon katsayısı

Araştırma topraklarının toplam N içerikleri %0.011-0.880 arasında değişmektedir (Çizelge 2). Bölge topraklarının; %7.41'inin çok az ve az, %39.12'sinin yeterli ve %53.47'sinin ise fazla ve çok fazla düzeyde toplam N içerdiği belirlenmiştir (Şekil 2). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının toplam N kapsamlarının gerek iller bazında, gerekse bölge geneli itibariyle büyük çoğunluğunun, FAO (1990)'a göre yapılan sınıflandırmada, yeterli-fazla-çok fazla grupta yer aldığı anlaşılmıştır. Bölgede yapılan bir çalışmada (Sarımehmet ve Müftüoğlu 1993), toplam azot yönünden toprak örneklerinin büyük çoğunluğunun orta, fazla ve çok fazla grupta yer aldığı belirtilmektedir.



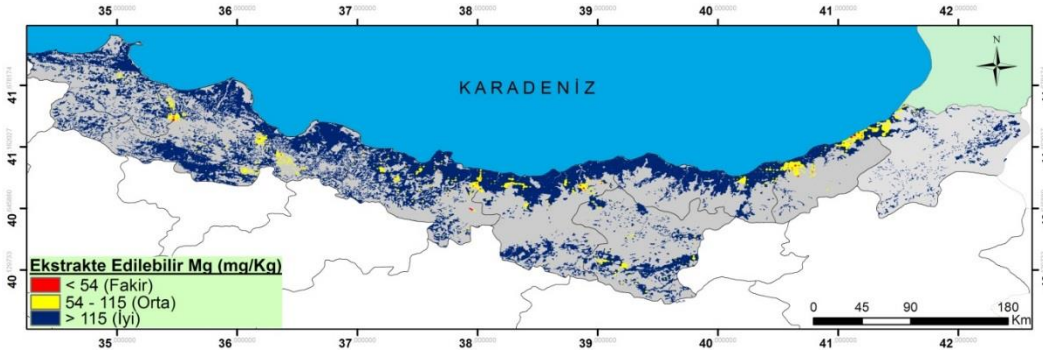
Şekil 2. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının toplam N kapsamı

İncelenen topraklarda ekstrakte edilebilir Ca 29-18170 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup (Çizelge 2); analizi yapılan toprak örneklerinin, Loue (1968)'ya göre yapılan sınıflandırmaya göre, %66.88'inin iyi, %15.38'inin orta ve %17.74'unun fakir ve çok fakir seviyede ekstrakte edilebilir Ca içerdiği saptanmıştır. Bu durumda, adı geçen tarım topraklarında ekstrakte edilebilir Ca miktarları ile ilgili bir olumsuzluğun bulunmadığı söylenebilir. Ancak, Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun illerinde ise ekstrakte edilebilir kalsiyumun %25.32 ile %72.32 arasında değişen oranlarda çok fakir ve fakir grupta yer aldığı saptanmıştır (Şekil 3). Bitkiler için ana besin maddelerinden biri olan Ca, kirecin yapısında yer almaktadır. Nitekim, adı geçen bu dört ilde %1'den az kireç içeren toprakların oranının sırasıyla %70.83, %100.00, %90.30 ve %78.54 olması Ca yönünden elde edilen bulguları desteklemektedir.



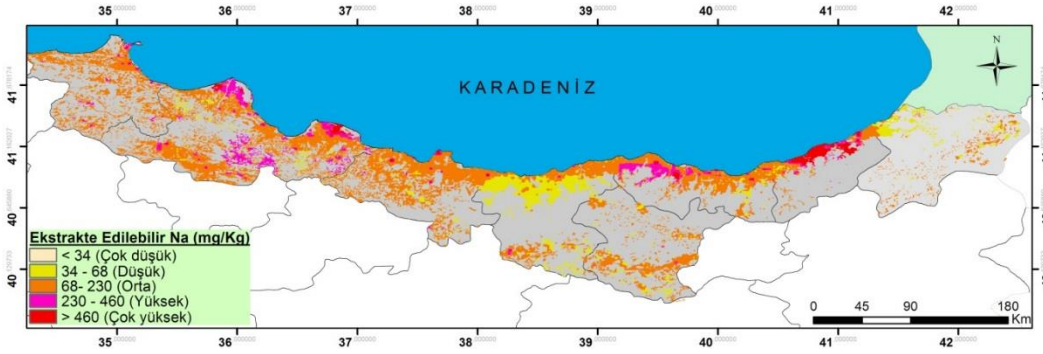
Şekil 3. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Ca kapsamı

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Mg içerikleri 20-2696 mgkg^{-1} arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 2). Toprakların ekstrakte edilebilir Mg içerikleri Rize ili tarım toprakları hariç, diğer illerde bölge geneli ile oransal bakımdan birbirine paralellik gösterdiği ve toprakların büyük çoğunluğunun (bölge genelinin %81.44'ü) iyi düzeyde Mg içerdiği belirlenmiştir (Şekil 4). Rize ili tarım topraklarında ise ekstrakte edilebilir magnezyumun Loue (1968)'ya göre yapılan sınıflandırmada %54.72 oranında fakir ve orta sınıfta yer alması toprak asitliğinin çok kuvvetli oluşu (pH<4.5) ile açıklanabilir.



Şekil 4. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Mg kapsamı

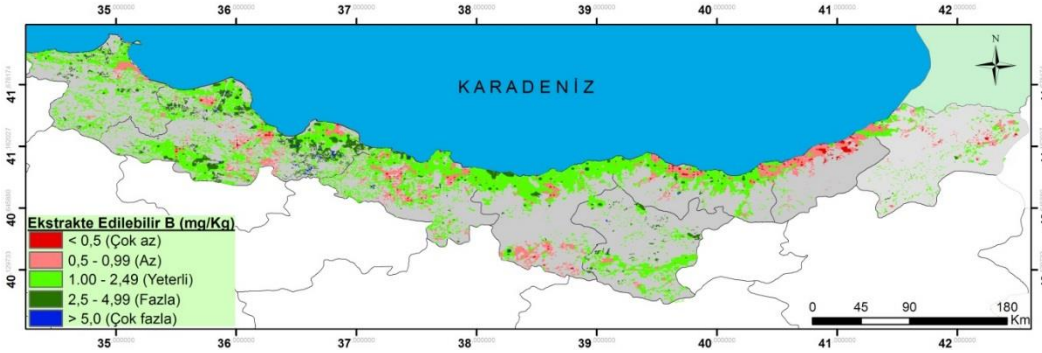
Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Na içerikleri 11-1785 mg kg^{-1} arasında değişmiştir (Çizelge 2). Analizi yapılan toprak örneklerinin %64.56'sı orta seviyede Na içerirken, %23.24'ü düşük, %0.88'i çok düşük, %6.88'i yüksek ve %4.44'ü ise çok yüksek seviyede Na içerdiği belirlenmiştir. İller ve bazı lokasyonlar bazında değerlendirme yapıldığında, Na yönünden; Sinop ili tarım topraklarında orta-yüksek-çok yüksek sınıf aralığındaki toplam oranın %94.68 olduğu; Rize ili Merkez ilçesi ile Fındıklı ilçesi arasındaki bölgede %45.28 oranında, Samsun'un Bafra ve Çarşamba ovalarının kıyı kesimine yakın alanlarında -ki özellikle çeltik tarımının yoğun ve taban suyu seviyesinin yüksek olduğu alanlarda- ve Kavak, Asarcık ve Salıpazarı ilçeleri tarım topraklarında ekstrakte edilebilir Na miktarının yüksek ve çok yüksek seviyelerde dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Na kapsamı

Toprakların ekstrakte edilebilir B kapsamı 0.05-8.87 mg kg^{-1} arasında bulunmuştur (Çizelge 2). Bor yönünden toprak analiz sonuçlarının Wolf (1971) tarafından bildirilen sınır değerlerine

göre sınıflandırılması sonucunda; örneklerin %50.12'si yeterli düzeyde ekstrakte edilebilir B içerirken, %34.35'i yetersiz, %15.53'ünün ise fazla ve çok fazla düzeyde B içerdiği belirlenmiştir. Trabzon, Gümüşhane, Giresun, Ordu, Samsun ve Sinop illeri topraklarında belirlenen bor oranları bölge geneline benzerlik göstermektedir. Rize ili ve kısmen de Artvin ili tarım topraklarında (sırasıyla %77.90 ve %45.24) ise bor noksanlığı görüldüğü saptanmıştır (Şekil 6). Kacar ve Fox (1967), Türkiye topraklarının alınabilir B kapsamlarını 0.74-4.55 mg kg^{-1} aralığında belirlemişlerdir. Sillanpaa (1982), Türkiye topraklarının bor kapsamının, ortalaması 1.16 mg kg^{-1} olmak üzere, 0.06-9.99 mg kg^{-1} arasında değiştiğini bildirmektedir. Kacar (1994) ise tarım yapılan toprakların bitkilerce alınabilir B içeriklerinin 0.1-6.0 mg kg^{-1} arasında değiştiğini belirtmiştir.

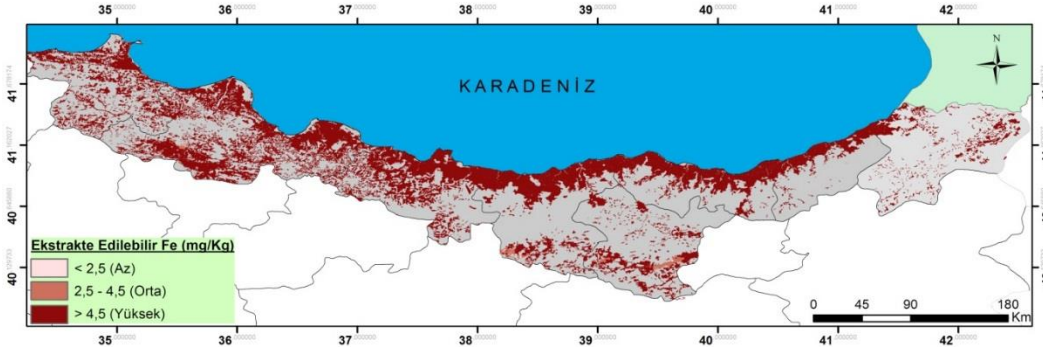


Şekil 6. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir B kapsamı

Araştırma topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları sırasıyla; 0.75-278.32, 0.03-29.31, 0.03-25.98 ve 0.10-227.98 mg kg^{-1} arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 2).

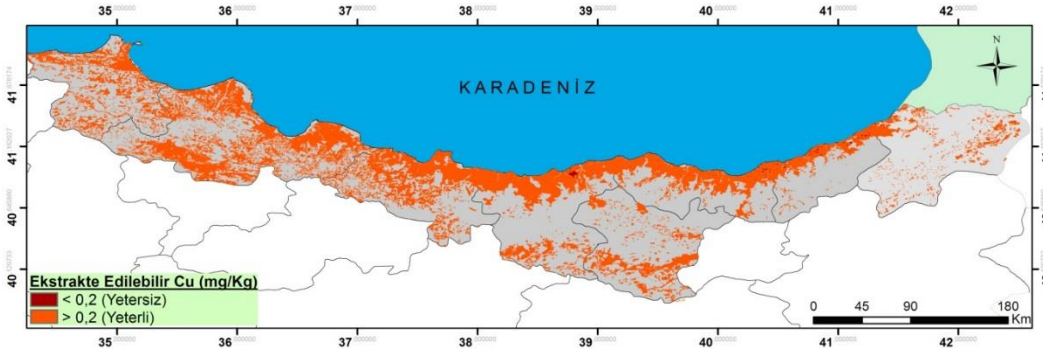
Lindsay ve Norvell (1969) tarafından bildirilen kriterlere göre, ekstrakte edilebilir Fe miktarı; iller bazında %84.33-100.00 arasında değişen oranlarda olmak üzere, bölge geneli olarak %95.00 oranında toprakta iyi (yüksek) düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7). Bu durumda bölge tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Fe yönünden bir sorunu olmadığını söylemek mümkündür. Rize ve Artvin yöresinde yapılan bir çalışmada (Özyazıcı ve ark. 2011), ekstrakte edilebilir Fe miktarı analiz edilen örneklerin %98.6'sında 4.5 mg kg^{-1} değerinin üzerinde saptanmıştır. Türkiye topraklarının %26.87'sinin yarayışlı demir kapsamının 4.5 ppm'in altında olduğu rapor edilmiştir (Eyüpoğlu ve ark. 1996). Tarakçıoğlu ve ark. (2003), Ordu yöresinde yaptıkları araştırma sonucuna göre fındık bahçesi topraklarının alınabilir Fe bakımından yeterli olduğunu rapor etmişlerdir. Bununla birlikte, özellikle Gümüşhane ili tarım topraklarında Fe için kritik seviye olan 4.5 mg kg^{-1} değerinin altında yer alan toprak örneklerinin oranı %15.67 olarak saptanmış olup, kısmen de olsa adı geçen bu arazilerde Fe yönünden toprakların noksanlık gösterebilir durumdadır. Bu durum, hafif alkalin tepkimeli toprakların oranı %51.10 olan Gümüşhane topraklarının, pH'sının nötr ile hafif alkalin karakterli olması ile açıklanabilir. Nitekim, Eyüpoğlu ve ark. (1996) alınabilir demir kapsamı 4.5 ppm'in altında kalan örneklerin yüzde miktarına göre potansiyel demir eksikliği en fazla pH'sı 7.0-8.0 arasında değişen topraklarda saptandığını bildirmektedirler. Ryan ve ark. (1967), demir

eksikliğinin sorunlarının en çok kalkerli ana materyalden meydana gelmiş topraklarda görüldüğünü, demir eksikliğinin en yaygın olarak İngiltere'de Galler bölgesinde tebeşir kayaçları üzerine oluşmuş kireçli topraklarda, Kıbrıs'daki Xeroredzina topraklarda, Fransa'daki Rendzina ve Kireçli Kahverengi topraklarda, Yunanistan'daki Rendzina ve Kahverengi Orman topraklarında, İsrail'de çok yoğun sulama uygulanan kalkerli topraklarda, Hollanda'daki killi topraklarda, Polanya'daki kumlu podzolik ve peat topraklarda, Portekiz'deki Kırmızı Kahverengi ve Allüviyal topraklarda, İspanya'daki Sierozem, Kırmızı Kahverengi ve Allüviyal topraklarda, İsveç'teki Kahverengi Orman ve Gri Kahverengi Podzolik topraklarda görüldüğünü bildirmişlerdir.



Şekil 7. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Fe kapsamı

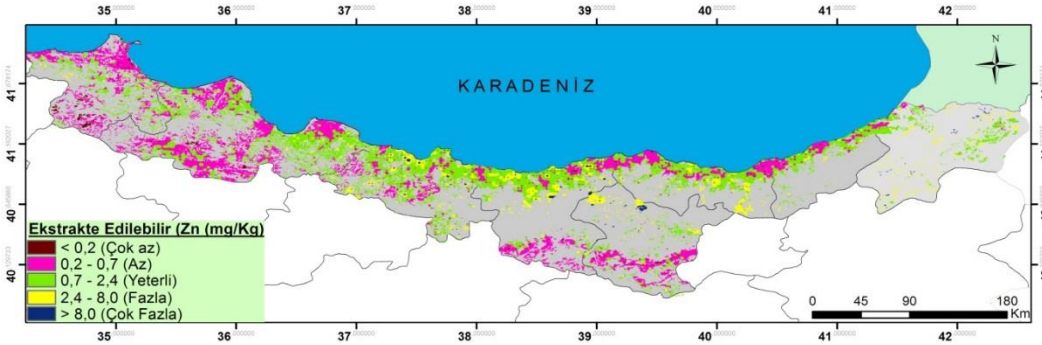
Yöre toprakları ekstrakte edilebilir Cu yönünden bir sorun teşkil etmemektedir. Diğer bir ifade ile toprakların Cu içerikleri bölge topraklarının büyük çoğunluğunda, Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen sınır değerinin üzerinde (>0.2 mg kg^{-1}) olduğu belirlenmiştir (Şekil 8). Eyüpoğlu ve ark. (1996), bakır eksikliğinin Türkiye toprakları için yaygın potansiyel sorun oluşturmadığını bildirmektedir. Tarakçıoğlu ve ark. (2003), Ordu yöresi tarım topraklarının alınabilir Cu yönünden beslenme probleminin bulunmadığını bildirmektedirler. Bununla birlikte, araştırmamızda Rize ili tarım topraklarında, örneklerin %23.90'ında Cu yetersiz bulunmuştur. Townsend (1939), ABD'de Cu eksikliğinin genellikle asit- histosol topraklarda görüldüğünü belirtmektedir. Rize ve Artvin yöresinde yapılan bir çalışmada (Özyazıcı ve ark., 2011), Cu için kritik değer olarak kabul edilen 0.2 mg kg^{-1} değerinden düşük toprakların oranının %35.9 olduğu bildirilmektedir.



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

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarında analiz edilen örneklerin %51.36'sında ekstrakte edilebilir Zn çok az ve az düzeyde (FAO 1990) bulunmuştur. Artvin ili tarım toprakları hariç diğer illerde de bölge geneline yakın oranlarda Zn eksikliği saptanmıştır (Şekil 9).

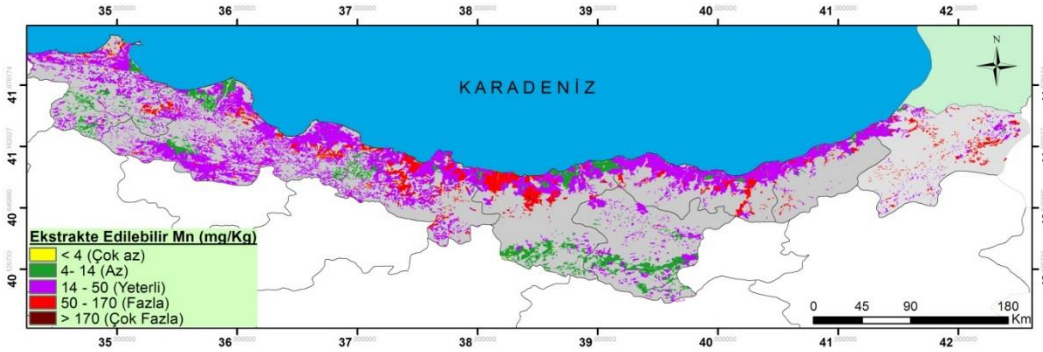
Yapılan araştırmada (Eyüpoğlu ve ark. 1996), Türkiye'nin tüm illerinde çeşitli seviyelerde potansiyel çinko eksikliği sorunu olduğu, ülke topraklarının %49.83'ünün yarayışlı çinko kapsamının kritik değer olarak kabul edilen 0.5 ppm'den düşük olduğu bildirilmektedir. Zabunoğlu (1972), Çarşamba Ovası topraklarının alınabilir Zn kapsamını belirlemek için 8 toprak örneği kullanarak yaptığı çalışmada (2 N $MgCl_2$ ekstraksiyon çözeltisi kullanarak), toprakların çinko kapsamının 0.50 ve 0.86 ppm arasında değişim gösterdiğini ve yöre topraklarının Zn bakımından zengin olduğunu belirtmiştir. Ordu yöresi fındık tarımı yapılan toprakların analiz sonuçlarına göre (Tarakçıoğlu ve ark. 2003), toprak örneklerinin %75.4'ünde Zn noksanlığı belirlenmiştir. Özyazıcı ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, Rize ve Artvin yöresi asit topraklarında çok az ve az sınıfındaki ekstrakte edilebilir Zn içeren toprak örneklerinin oranı %56.3 olarak belirlenmiştir. Thome ve ark. (1951), çinkonun yarayışlığının asit topraklarda alkali topraklara kıyasla daha fazla olduğunu, toprak pH'sının 5.0'den 7.0'ye yükselmesi sonucu yarayışlı çinkonun yarı yarıya azaldığını, yüksek toprak pH'larında yarayışlılığı çok yüksek olan kalsiyum zinkatların oluşumunun arttığını belirtmişlerdir. Van Moren (1964), çinko eksikliğinin sıcak ve kuru iklim koşullarına kıyasla soğuk ve yağışlı iklim koşullarında daha yoğun olarak görüldüğünü, Kaliforniya da yazlık olarak yetiştirilen mısırda herhangi bir şekilde çinko eksikliği belirtilerine rastlanmazken, aynı yörelerde kışlık olarak yetiştirilen mısırda çok yoğun çinko eksikliği belirtileri görüldüğünü bildirmektedir. Ryan ve ark. (1967), birçok Avrupa ülkesinde yaygın olarak çinko noksanlığının görüldüğünü, çinko eksikliğinin en fazla Kırmızı Akdeniz ve Kırmızı Kahverengi topraklarda ve alüviyal topraklardan oluşan lös topraklarda meydana geldiğini belirlemişlerdir.



Şekil 9. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Zn kapsamı

Toprakların ekstrakte edilebilir Mn kapsamları; bölge geneli olarak analiz edilen örneklerin %70.03'ünde, Gümüşhane ili tarım toprakları hariç diğer illerde %56.22-%80.32 arasında değişen oranlarda, FAO (1990) tarafından bildirilen kriterlere göre, yeter-

fazla-çok fazla düzeyde oldukları görülmüştür. Gümüşhane ilinde ise toprak örneklerinin %54.54'ünde Mn eksikliği görülmektedir (Şekil 10). Eyüpoğlu ve ark. (1996), Türkiye topraklarının %0.70'inde yarayışlı mangan eksikliği görüldüğünü, en düşük yarayışlı mangan değerlerinin belirlendiği iller içerisinde Gümüşhane ili 2.45 ppm ile dördüncü sırada olduğunu bildirmişlerdir. Özyazıcı ve ark. (2011), Rize ve Artvin yöresi topraklarında yeter-fazla-çok fazla sınıflarındaki ekstrakte edilebilir Mn içeren toprak örneklerinin oranını %76.4 olarak belirlemişlerdir. Tarakçıoğlu ve ark. (2003), Ordu yöresi fındık tarımı yapılan toprakların Mn içeriklerinin yeterli seviyede değişim gösterdiğini bildirmektedirler. Beeson (1945), ABD'de Mn eksikliğinin en fazla yağışlı bölgelerde görüldüğünü, uzun süre su altında kaldıktan sonra drene edilen ve tarıma açılan alanlarda Mn eksikliğinin çok yoğun olarak görüldüğünü bildirmektedir.



Şekil 10. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Mn kapsamı

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre, bölge genelinde toplam azotun incelenen toprak örneklerinin büyük çoğunluğunda yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ancak, organik maddenin yapısında yer alan azotun çok fazla değişkenlik gösterdiği ve aynı zamanda bölgede ova benzeri alanlarda poli kültür tarımının yaygın olduğu dikkate alındığında; özellikle azot, fosfor ve potasyum gibi makro bitki besin maddeleri yönünden farklı özellikler gösteren topraklarda, gübre terkipleri gözden geçirilmeli ve mutlak suretle toprak analiz sonuçlarına göre gübre önerilerine gidilmelidir. Araştırma topraklarının ekstrakte edilebilir Ca, Mg ve Na bakımından genelde yeterli düzeyde olduğu, adı geçen besin maddeleri yönünden toprakların sorunlu olmadığı söylenebilir.

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarında incelenen örneklerin %34.35'inde ekstrakte edilebilir B, %51.36'sında Zn ve %29.97'sinde ise Mn noksanlığı görülmektedir. Bu besin elementlerinin noksanlığının görüldüğü tarım alanlarında adı geçen elementlerce katkılı gübrelere yer verilmesi ve bitkideki durumun da yaprak analizleri ile ortaya konulması gereklidir. Araştırma topraklarının ekstrakte edilebilir Fe ve Cu yönünden büyük çoğunluğu yeterli ve iyi durumdadır.

Toprakların incelenen besin elementleri açısından yeterlilik durumlarının saptanması; noksan ve problemli sahalar 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.

Bitki besin maddeleri yönünden toprak özelliklerinin belirlenmesi, yeterlilik ve eksiklik seviyelerinin ortaya konması aynı zamanda sürdürülebilir toprak yönetimi açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanılması; elde edilen verilerin düzenli ve sistemli olarak bir veri tabanında toplanmasına, yeni verilerle toprak değişkenlerinin izlenmesine ve yeniden yorumlanmasına, üretilen tematik haritalar ile noktasal verilerin alansal verilere dönüştürülmesine kolaylıklar sağlayacaktır. Bu çalışmada elde edilen haritalar incelenen parametreler yönünden bölgenin genel özellikleri hakkında bilgi niteliğinde olup, yapılacak diğer araştırmalara önemli ön bilgi sağlayacak, model oluşturacak ve kalıcı eylem planlarının yaşama geçirilmesine temel teşkil 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 kapsamlarının 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 DEMİRBAŞ’a ve Harun OFLAZ’a; laboratuvar analizlerinde katkısı olan Ziraat Mühendisleri Sevinç ALPAY, Güler Yasemin ÜSTÜN, Serkan İÇ, Aslıhan ATIŞ, Gülnur TÜRKEL, Özgür ÖZÇELİK, 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 ÖZDEMİR ve personeline; araştırmanın son iki yılında her türlü yardımlarını esirgemeyen Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdür Yardımıcısı Şahin GİZLENCİ’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

Anonim (1984) Samsun ili arazi varlığı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 55, Genel Yayın No: 748, Ankara

Anonim (1987) Giresun ili arazi varlığı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 28, Ankara

Anonim (1990) Artvin ili arazi varlığı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 08, Ankara

Anonim (1993a) Ordu ili arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 52, Ankara

Anonim (1993b) Rize ili arazi varlığı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 53, Ankara

Anonim (1996a) Sinop ili arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara

Anonim (1996b) Gümüşhane ili arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara

Anonim (1996c) Trabzon ili arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara

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

Başayiğit L, Şenol H (2009) The production of fertility maps of potential land for orchards using geographical ınformation systems. Journal of Plant & Environmental Sciences 1: 36-45

Başayiğit L, Şenol H, Müjdeci 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

Beeson KC (1945) The occurence of mineral nutritional diseasses of plants and animals in the United States. Soil Sci. 60 : 9-13

Çakıcı H, Çiçekli M, Arslan H (2012) Bağyurdu-İzmir yöresi kiraz plantasyonlarının beslenme durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 49(1): 7-15

Delibaş L, Bağdatlı MC, Danışman A (2015) Topoğrafya ve bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında analiz edilerek ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesi: Tekirdağ ili merkez köyleri örneği. GÜFBED 5(1): 50-59

Demirer T, Kaleli Ş, Öztokat Kuzucu DC (2003) A study to determine fertility status in the Çanakkale-Lapseki agricultural areas, Turkey. Journal of Arid Environments 54: 485-493

Dengiz O, Göl C, Başkan O (2007) Büyükçay Havzası (Çankırı) toprak özellikleri ve haritalanması. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 8(1): 46-58

Dengiz O, Erel A, Erkoçak A, Durmuş M (2012) Kuşkonağı Havzası temel toprak özellikleri, sınıflandırılması ve haritalanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 49(1): 71-82

Dengiz O, Özyazıcı MA, 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

Dindaroğlu T, Canbolat MY (2011) Kuzgun baraj gölü su üretim havzasının toprak kalitesi bakımından değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 42(2): 145-151

Doğan HM, Yılmaz DS, Kılıç OM (2013) Orta Kelkit Havzası'nın bazıtoprak özelliklerinin ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması ve yorumlanması. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi 6: 46-54

Erdal I (2005) Leaf Nutrient Concentrations of Apple Orchards in Isparta Province. Tarım Bilimleri Dergisi 11 (4) 411-416

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, Kurucu N, Talaz S (1996) Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Mn, Zn) bakımından genel durumu. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı-1995. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müd., Yayın No: 98, 338-350, Ankara

FAO (1990) Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO, Soils Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome

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

Heuvelink GBM (2006) Incorporating Process Knowledge in Spatial Interpolation of Enviromental Variables. Lisbon, Portugal: 7th Inernational Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Enviromental Sciences

Jackson ML (1958) Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall. Inc.

Kacar B (1994) Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Anakara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayını No: 3 Ankara

Kacar B, Fox RL (1967) Boron status of some Turkish soils. University of Ankara Yerarbook of the Faculty of Agriculture, 1966: 99-111

Kılıç CC, Ongun AR, Okur B, Anaç D (2008) Gümüldür Büyük Alan mevkiindeki turunçgil bahçelerinin mikrobesin elementlerince beslenme durumunun jeoistatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Bildiriler Kitabı, 143-152

Lillesand TM, Kiefer RW (2000) Remote Sensing and Image Interpretation 4 th ed., ISBN 0-471-25515-7 John Wiley & Sons, Inc.,New York, USA

Lindsay WL, Norvell WA (1969) Development of a DTPA Micronutrient Soil Test. Soil Sci. Am. Proc. 35: 600-602

Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42(3): 421-428

Loue AT (1968) Diagnostic petiolaire des prospectian etudes sur la nutrition at la fertilization potassiques

de la vigne. Societe Commerciale des Potasses d'Alsace. Services Agronomiques, 31-41

Mulla DJ, Mc Bratney AB (2000) Soil Spatial Variability. Handbook of Soil Science CRS Pres., pp. 321-352

Mustafa AA, Singh M, Sahoo RN, Ahmed N, Khanna M, Sarangi A, Mishra AK (2011) Land Suitability Analysis for Different Crops: A Multi Criteria Decision Making Approach using Remote Sensing and GIS. Researcher, 3(12)

Müftüoğlu NM, Yüce E, Turna T, Kabaoğlu A, Özer SP, Tanyel G (2010) Çay tarımı yapılan alanların bazı toprak ve bitki özelliklerinin değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayı s. 309-316

Özkan CF, Arpacıoğlu AE, Arı N, Demirtaş EI, Asri FÖ (2009) Antalya bölgesinde elma yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının incelenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 2(2): 95-99

Özyazıcı MA, 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

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

Ryan P, Lee J, Peebles TF (1967) Trace elements in releation to soil units in Europe. F. A. O. Rome Worid Soil Resources Report 31

Sağlam M (2008) Gökhöyük tarım işletmesinde yaygın toprak serilerinde bazı kalite göstergelerinin uzaysal değişkenliğinin jeoistatistiksel 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

Sarımehmet M, Müftüoğlu NM (1993) Doğu Karadeniz Bölgesi çay tarım topraklarının azot durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 30(3): 57-64

Saygın F, Dengiz O (2013) Bafra Ovası sol sahilinde yer alan fener köyü ve yakın çevresinde dağılım gösteren farklı toprakların sınıflandırılması ve dağılım alanlarının belirlenmesi. Topraksu Dergisi 2(2): 63-72

Sillanpaa M (1982) Micronutrients and The Nutrient Status of Soils. A Global Study. FAO Soils Bulletin No: 48 Rome

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.

Sungur M, Özuygur M (1986) Türkiye topraklarının mikro element durumu hakkında bir araştırma. Toprak İlmi Derneği 9. Bilimsel Toplantı Tebliğleri, Yayın No: 4, 29-1

Tarakçıoğlu C, Yalçın SR, 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

Thome DW, Wann FB, Robinson W (1951) Hypolesis conceming lime induceed chlorosis. Soil Science Society Amer. Pro. 15: 254-258

Townsend GR (1939) Diseas of Beans in Southern Florida. Florida Agr. Exp. Sta. Bull. 336

Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S (2010) Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24(1): 115-130

Van Moren AF (1964) Unpublished data. Uni. Of Calofirnia, Agri Ext. Ser. Riverside

Wilding LP (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

Wolf B (1971) The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Soil Science and Plant Analysis 2(5): 363-374

Zabunoğlu S (1972) Çarşamba ovası topraklarının alınabilir çinko durumu üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı 22, 3-4: 326-339