

# Marmara Bölgesi Topraklarının Bitki Besin Maddesi Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması

Hasan Taşova<sup>1</sup>, Alper Akın<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gübretaş Yarımcı Tesisleri Müdürlüğü, Kocaeli

## Özet

Marmara Bölgesinde tarım yapılan toprakların tamamını tanımlayacak şekilde; toprakların bitki besin maddesi ve verimlilik durumu kapsamlarının belirlenmesi, belirlenen bu toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında değerlendirilerek güncel toprak veri tabanlarının oluşturularak haritalanması ve bu toprak özelliklerinde sonradan oluşacak değişimlerinin izlenebilmesi amacıyla bu araştırma yapılmıştır. Araştırma alanı Marmara bölgesindeki illeri kapsamaktadır.

Tarım alanlarından toprak örnekleme yapılmış, toprak örnekleri 0–20 cm derinlikten yer koordinatları ölçülerek alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde; toprakların verimlilik analizleri (toprak bünyesi, toprak reaksiyonu, toplam tuz, kireç, organik madde) ve bitkiye yararlı makro ve mikro elementler (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn) analizleri yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları, belli kriterlere göre sınıflandırılarak, besin maddelerinin eksiklik, yeterlilik veya fazlalık seviyeleri belirlenmiştir. Toprak parametrelerinin sınıflandırılmasından sonra Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında veri tabanı oluşturularak toprak verimlilik haritaları üretilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, Marmara bölgesi tarım arazilerinin genel olarak; killi tınlı, hafif alkali karakterli, organik madde bakımından az, tuzsuz ve az kireçli topraklar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca azot bakımından çok fakir ve fakir, yararlı potasyum, kalsiyum ve magnezyum bakımından ise fazla sınıfta bulunmuştur. Bölge topraklarının % 47'sinde fosfor noksanlığı görülürken, % 53'ünde fosfor fazlalığı görülmektedir. Demir ve bakır içerikleri yeterli düzeyde iken, çinko ve mangan içeriklerinin ise az olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak bitki besin maddesi, cbs, Marmara Bölgesi, toprak verimliliği

## Determining, Mapping and Creating a Database of Soil Nutrients in Marmara Region

### Abstract

The purpose of this study was to determine the fertility, current status of soil nutrient content, mapping and also creating an actual soil nutrient database of agricultural lands in Marmara Region using Geographical Information Systems (GIS). This study includes Marmara region provinces.

Soil samples were taken 0–20 cm deep and spatial locations of sampling points were registered as coordinates. In these soil samples, soil fertility (soil texture, pH, total soil salinity, calcium carbonate, organic matter), available micro and macro elements (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn) were analyzed. Analysis results of these samples were classified and evaluated for deficiency, sufficiency or excess in respect of plant nutrients. The following, soil fertility maps and a database for current status of the study area were created using GIS techniques.

Result of the analysis, the soils of the Marmara region in general, clay loam, slightly alkaline, at least in terms of organic matter, saltless, and were found to be less calcareous soils. Also very poor and poor in nitrogen, available potassium, calcium and magnesium, the class was over in terms. Phosphorus deficiency observed in 47% of the territory of the region, is seen in 53% of excess phosphorus. While iron and copper contents sufficiently, the zinc and manganese content was less.

**Key Words:** Soil nutrient, GIS, Marmara Region, soil fertility,

<sup>1</sup> Sorumlu Yazar: Hasan Taşova, E-posta:htasova@gubretas.com.tr

## GİRİŞ

Bitkisel üretimde amaç, bol ve kaliteli ürün elde etmektir. Bu amacı gerçekleştirmenin birinci şartı toprakların verimliliklerinin artırılmasıdır. Toprak verimliliğini artırmada en önemli faktörlerden biri ise bitki besin elementleridir. Bitkilerin ihtiyacı olan besinler sağlanmazsa, dünyadaki tarımsal üretimde verimlilik mevcut potansiyelin yarısı olarak gerçekleşecek bu durumda yeni tarımsal arazilerin üretime açılması için ormanlar yok edilecektir (Stewart ve Roberts, 2012). Ayrıca gelişmekte olan ülkelerde, yeni tarımsal arazilerin üretime açılması muhtemel bir olanak olarak gözükmemekte olup, verimin artırılması artan gıda ihtiyacı için bir alternatif olarak gelişmektedir. Bu sebeple özellikle gelişmekte olan ülkelerde tarımsal arazilerin efektif olarak kullanılması için toprağın beslenmesi gerekir, toprağın beslenmesi ve verimin artırılmasının etkili yolu gübre kullanımınıdır (Bumb ve Baanante, 1996).

Ege Bölgesi Büyük Menderes Deltası topraklarında (Aydın ili Söke ilçesi ile Didim ilçe sınırları içerisinde) 10.000 ha'lık çalışma alanında 1x1 km'lik grid ağı oluşturulmuş ve 59 noktadan toprak örnekleri alarak bu toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiştir. Elde edilen verilerle, coğrafi bilgi sistemi (CBS) ile alanda gelecekte yürütülecek çalışmalar için bir veri tabanı oluşturulmuştur (Atatanır vd., 2010).

Güçdemir vd. (2013) ülke çapında gerçekleştirdikleri bir çalışmada, Türkiye genelinde toplam 7758 noktadan toprak örnekleri almışlar, alınan toprak örneklerinin koordinatları GPS ile belirlenmiş ve alınan bu topraklarda bor analizleri yapmışlardır. Daha sonra elde edilen bor analiz sonuçları, koordinatlarıyla birlikte Excel formatında öznitelik tabloları olarak kaydedilmiş ve bu değerler toprak ve lokasyon veri tabanına entegre edilmiştir. Daha sonra jeostatistiksel modelleme yapılarak bölgesel bor dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Paz ve Ramoz (2004), GIS-GLEAMS sistemi kullanarak Valensiya'nın bir bölgesinde farklı azot oranlarıyla nitrat kayıplarını inceleyen bir araştırma yürütmüş ve farklı azot oranları için nitrat kayıp haritaları çıkartmışlardır. N kayıplarındaki azalma, gübreleme oranlarının daha fazla azaltılmasıyla gözlenmiştir.

Ülkemizde bir toprak veri tabanının olmaması ve mevcut bilgilerin bir standarda sahip olmaması nedeniyle, ülkemiz topraklarının yönetimi açısından önemli sıkıntılar ortaya çıkmaktadır. Toprak yönetimi ile ilgili planlamalar yapılmadan önce ülke kaynaklarının özellikle verimlilik açısından bir

değerlendirmesinin yapılması, potansiyellerinin saptanması ve bu potansiyellere uygun kullanılması sağlanmalıdır. Bu nedenle, Marmara Bölgesinde tarım yapılan toprakların tamamını tanımlayacak şekilde, toprakların bitki besin maddesi ve verimlilik durumu kapsamları belirlenmiş, belirlenen bu toprak özellikleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında değerlendirilerek, güncel toprak veri tabanları oluşturularak haritalanmıştır. Çiftçilerimizi bilinçli ve dengeli gübre kullanımı konularında eğiterek, hem kendi ekonomilerine hem de ülke ekonomisine katkıda bulunmak ve bunun yanında, bu toprak özelliklerinde sonradan oluşacak değişimlerinin izlenebilmesi amacıyla bu araştırma yapılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

#### Araştırma yerinin genel tanımı

Araştırma, Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bursa, Balıkesir, Yalova ve Bilecik illerindeki büyük toprak gruplarında, tarım yapılan alanlarda yürütülmüştür. Marmara bölgesi tarım arazilerinden 4-5 km aralıklarla 1752 farklı noktadan GPS ile koordinatları belirlenerek 0-20 cm derinlikte toprak örneklemeleri alınmış ve alınan toprak örneklerinin yerleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

### Yöntem

Marmara Bölgesinin Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bursa, Balıkesir, Yalova ve Bilecik illerindeki Tarım Kredi Kooperatifi çiftçilerinin tarım alanlarında, büyük toprak grupları itibarıyla toprak örnekleme yapılmıştır. Bölge topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile verimlilik durumlarını belirlemek ve haritalamak amacıyla planlanan bu araştırma, büro, arazi ve laboratuvar çalışmalarını içeren başlıca üç aşamada yürütülmüştür.

Araştırmada toprak örneği almak amacıyla yapılacak büro çalışması ve arazi etütlerinde; İllerin 1/25000 ölçekli topoğrafik ve toprak haritaları ile 1/100.000 ölçekli TOVEP projesi ve Arazi Varlığı haritalarından faydalanılmıştır. Toprak örnekleri genel kurallara uygun olarak, Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde 0-20 cm derinlikten paslanmaz çelik kürek ile alınmış ve bez torbalara konularak analizlerinin yapılması için muhafaza edilmiştir. Toprak örneği alınan yerlerin yer koordinatları ve deniz seviyesinden yüksekliği, Yer Konumlama Cihazı (GPS) ile belirlenmiştir.

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri, temiz kâğıt üzerine serilerek, taş ve bitki parçacıkları ayıklanarak, havada kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan topraklar dövülerek 2 mm'lik plastik elekten geçirilmiştir. Elenen toprak örnekleri makro ve mikro element verimlilik analizleri yapmak üzere temiz kese kâğıtlarına konularak ve naylon poşet geçirilmek suretiyle analizleri yapmak üzere laboratuvarında muhafaza altına alınmıştır.

#### Toprakların Verimlilik Analiz Yöntemleri ve Değerlendirme:

**Suyla Doymunluk (%):** Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde toprağa doymuncaya kadar saf su ilave edilmek suretiyle bulunmuş ve % olarak ifade edilmiştir.

**Toprak Reaksiyonu (pH):** Hazırlanan saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954). Ölçülen pH değerleri Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre sınıflandırılmıştır.

**Toplam Tuz (%):** Toprakların toplam tuz içerikleri, kondaktivite cihazı ile suyla doymun toprakta elektriksel geçirgenliğin ölçülmesi suretiyle tayin edilerek (Richards, 1954), belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

**Kireç (CaCO<sub>3</sub> %):** Toprak örneklerinin CaCO<sub>3</sub> içerikleri Çağlar (1949) tarafından tarif edildiği şekilde Scheibler kalsimetresinde işleme tabi tutulması ile belirlenerek ve % olarak ifade edilmiştir.

**Organik Madde (%):** Toprakların organik madde içerikleri, Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemiyle belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

**Toplan Azot (%):** Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

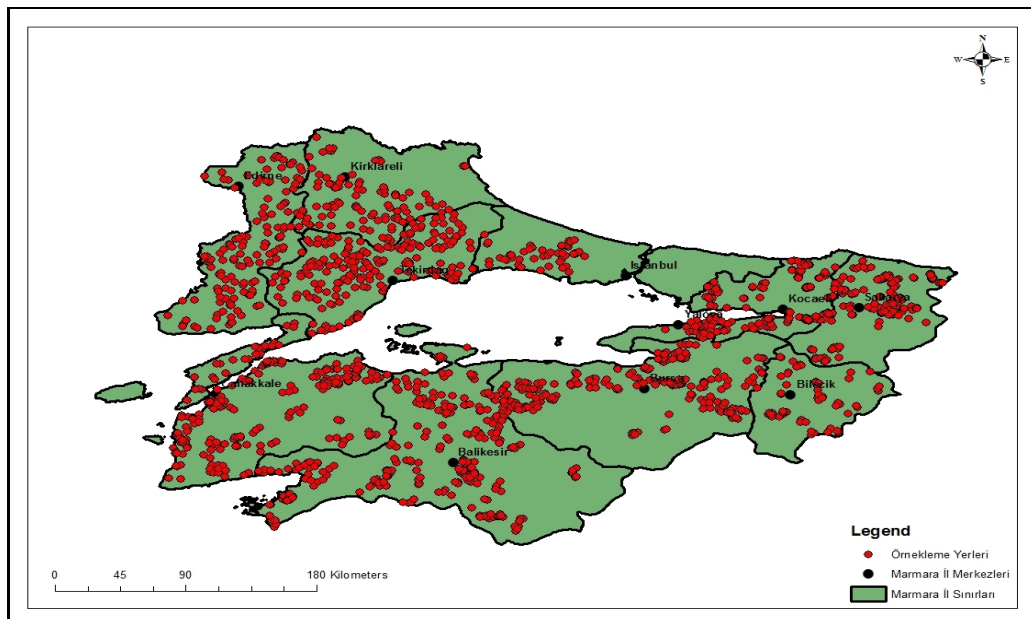
**Alınabilir Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg da<sup>-1</sup>):** Toprak örneklerinin fosfor içerikleri Olsen ve ark. (1954) tarafından geliştirilen 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> (pH=8,50) metoduna göre belirlenmiştir.

**Alınabilir Potasyum (K<sub>2</sub>O kg da<sup>-1</sup>):** Toprak örneklerinin bitkiye yararlı potasyum içerikleri, 1 N Amonyum Asetat (pH=7,0) kullanılarak hazırlanmış ekstrakt eriyiğine geçebilen potasyum miktarı ICP ile ölçülmek suretiyle tespit edilmiştir (Richards, 1954).

**Alınabilir Kalsiyum (Ca mg kg<sup>-1</sup>):** Toprak örneklerinin bitkiye yararlı kalsiyum içerikleri, 1 N Amonyum Asetat (pH=7,0) kullanılarak hazırlanmış ekstrakt eriyiğine geçebilen kalsiyum miktarı ICP ile ölçülmek suretiyle tespit edilmiştir.

**Alınabilir Magnezyum (Mg mg kg<sup>-1</sup>):** Toprak örneklerinin bitkiye yararlı magnezyum içerikleri, 1 N Amonyum Asetat (pH=7,0) kullanılarak hazırlanmış ekstrakt eriyiğine geçebilen magnezyum miktarı ICP ile ölçülmek suretiyle tespit edilmiştir.

**Mikro Bitki Besin Maddeleri (Fe, Zn, Cu, Mn mg kg<sup>-1</sup>):** Araştırma topraklarının bitkiye yararlı mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn ) içerikleri; Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde, analize hazırlanan toprak örnekleri DTPA + TEA ile ekstrakte edildikten sonra, elde edilen süzüklerdeki Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları ICP' de okunarak tayin edilmiştir.



Şekil 1 Marmara bölgesi tarım alanlarında toprak örnekleme noktaları

Bu aşama sonucunda, makro element toprak analiz sonuçları, Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü veri kriterlerine göre, mikro element toprak analiz sonuçları ise Lindsay ve Norvell (1978) tarafından belirlenen kriterlere göre sınıflandırılarak, besin maddelerinin eksiklik, yeterlilik veya fazlalık seviyeleri belirlenmiştir. Bölge ve yöreler bazında yapılacak bu değerlendirmeler grafiklendirilerek her yörenin toprak özelliği ortaya konmuştur.

Projenin üçüncü aşamasında; birinci ve ikinci aşama sonuçlarında elde edilen verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında değerlendirilmesi, analiz edilmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda değişik toprak özelliklerine ait analiz sonuçları değerlendirilerek, ArcMap 10.0 programında kriging metodu ile dağılım haritaları oluşturulmuştur. (Aranoff, 1989; Yomralıoğlu, 2000).

### ARAŞTIRMA BULGULARI

Alınan bu toprak örnekleri Gübretaş Yarımca Toprak-Bitki Laboratuvarında makro ve mikro element düzeyinde analiz edilmiş, analiz sonuçları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında değerlendirilerek güncel toprak veri tabanlarının

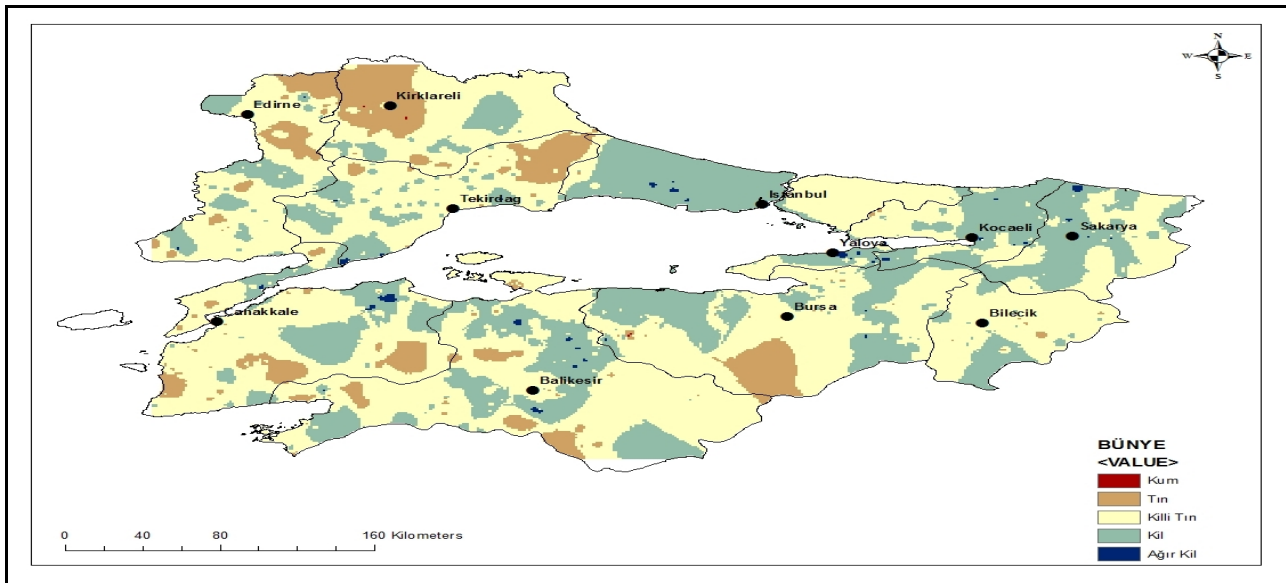
oluşturulmuş ve her bitki besin maddesine ait toprak verimlilik haritaları yapılmıştır.

Marmara bölgesi topraklarının bünyelerine göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir. Oransal olarak en fazla alanı killi tınlı topraklar (% 43,7) kapsamaktadır. Bunu sırası ile killi topraklar (% 34,5), tınlı topraklar (% 16,5), ağır killi topraklar (% 4,8) ve kumlu topraklar (% 0,5) izlemektedir. İstanbul, Sakarya, Kocaeli ve Yalova illerinde ağırlıklı olarak killi ve killi tınlı topraklar göze çarparken özellikle Kırklareli ilinde daha kaba bünyeli topraklar gözlenmektedir (Şekil 2).

Marmara bölgesi topraklarının pH'ya göre dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir. Oransal olarak en fazla alanı hafif alkali topraklar (% 50,6) kapsamaktadır. Bunu sırası ile nötr topraklar (% 30), hafif asit topraklar (% 13,8), orta derece asit topraklar (% 5,1), kuvvetli asit topraklar (% 0,3) ve kuvvetli alkali topraklar (% 0,2) izlemektedir. Özellikle Kırklareli ve Tekirdağ illerinin kuzeyinde Edirne ilinin ise kuzey ve kuzey-batı bölümünde ve Kocaeli ile Sakarya illerinin kuzey kısımlarında geniş alanlar kaplayan asit karakterli topraklar göze çarpmaktadır (Şekil 3).

Çizelge 1. Bünye dağılımı

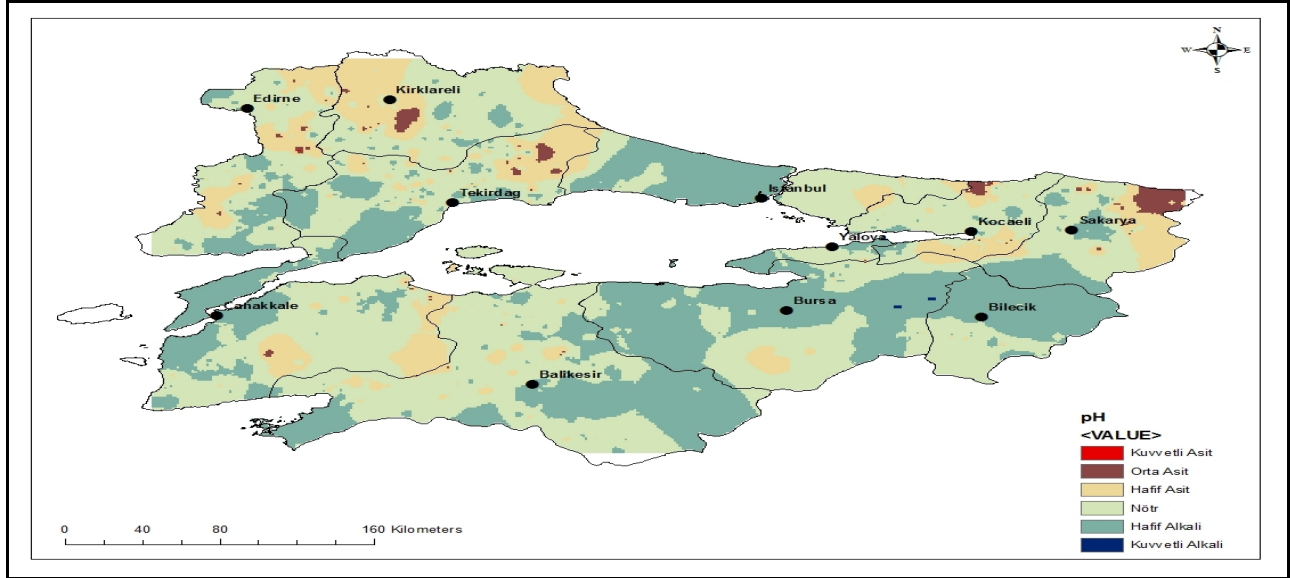
Sınır Değerler (%)	Açıklama	Adet	%
< 30	Kum	8	0,5
30-50	Tın	289	16,5
50-70	Killi Tın	766	43,7
70-110	Kil	605	34,5
> 110	Ağır Kil	84	4,8



Şekil 2 Marmara bölgesi topraklarının bünye haritası

Çizelge 2. pH dağılımı

Sınır Değerler	Açıklama	Adet	%
< 4,5	Kuvvetli Asit	6	0,3
4,5-5,5	Orta Asit	89	5,1
5,5-6,5	Hafif Asit	242	13,8
6,5-7,5	Nötr	526	30,0
7,5-8,5	Hafif Alkali	886	50,6
> 8,5	Kuvvetli Alkali	3	0,2



Şekil 3 Marmara bölgesi topraklarının pH haritası

Marmara bölgesi topraklarının organik madde durumuna göre dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere Marmara bölgesi topraklarının % 67,7'si organik maddece çok az ve az sınıfındadır. % 25,1'i orta, % 7,2'si ise iyi ve çok iyi düzeydedir. Özellikle Kocaeli ve Sakarya illerinde yani asit karakterli bölge topraklarında, organik madde içeriklerinin ağırlıklı olarak orta ve iyi sınıfında olduğu gözlenmektedir (Şekil 4).

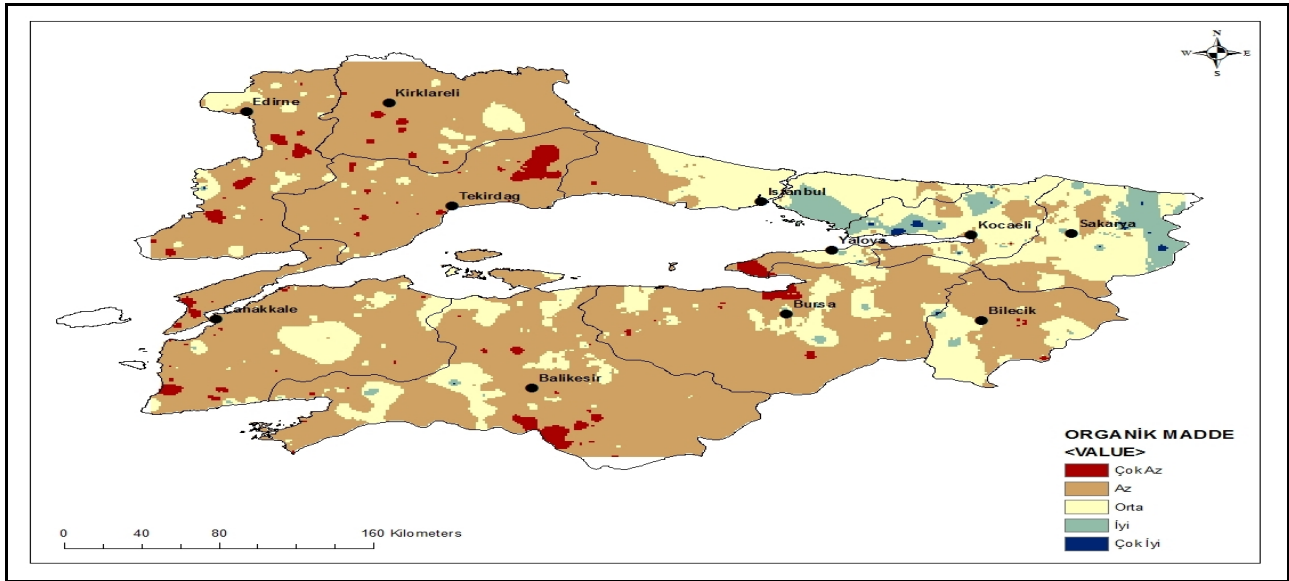
Marmara Bölgesi topraklarının toplam tuzluluk miktarına göre dağılımı Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelgeye göre % 98,4'ü tuzsuz, % 1,4'ü hafif tuzlu, % 0,1'i orta tuzlu ve % 0,1'i ise çok tuzludur. Hafif ve orta tuzlu topraklar Marmara bölgesinin çok küçük bir kısmını kapsamakla birlikte daha çok çeltik tarımı yapılan su altında kalan bölgelerde gözlenmektedir (Şekil 5).

Çizelge 3. Organik madde dağılımı

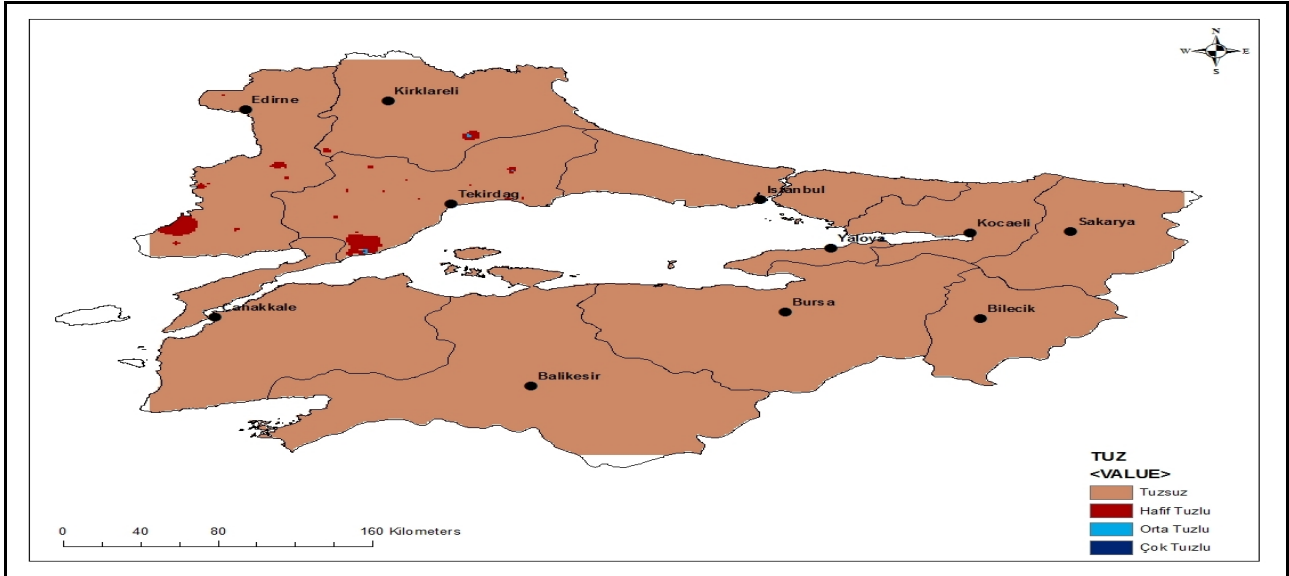
Sınır Değerler (%)	Açıklama	Adet	%
< 1	Çok Az	193	11,0
1-2	Az	994	56,7
2-3	Orta	439	25,1
3-4	İyi	91	5,2
> 4	Çok İyi	35	2,0

Çizelge 4. Tuzluluk dağılımı

Sınır Değerler (%)	Açıklama	Adet	%
< 0,15	Tuzsuz	1724	98,4
0,15-0,35	Hafif Tuzlu	25	1,4
0,35-0,65	Orta Tuzlu	2	0,1
> 0,65	Çok Tuzlu	1	0,1



Şekil 4 Marmara bölgesi topraklarının organik madde haritası



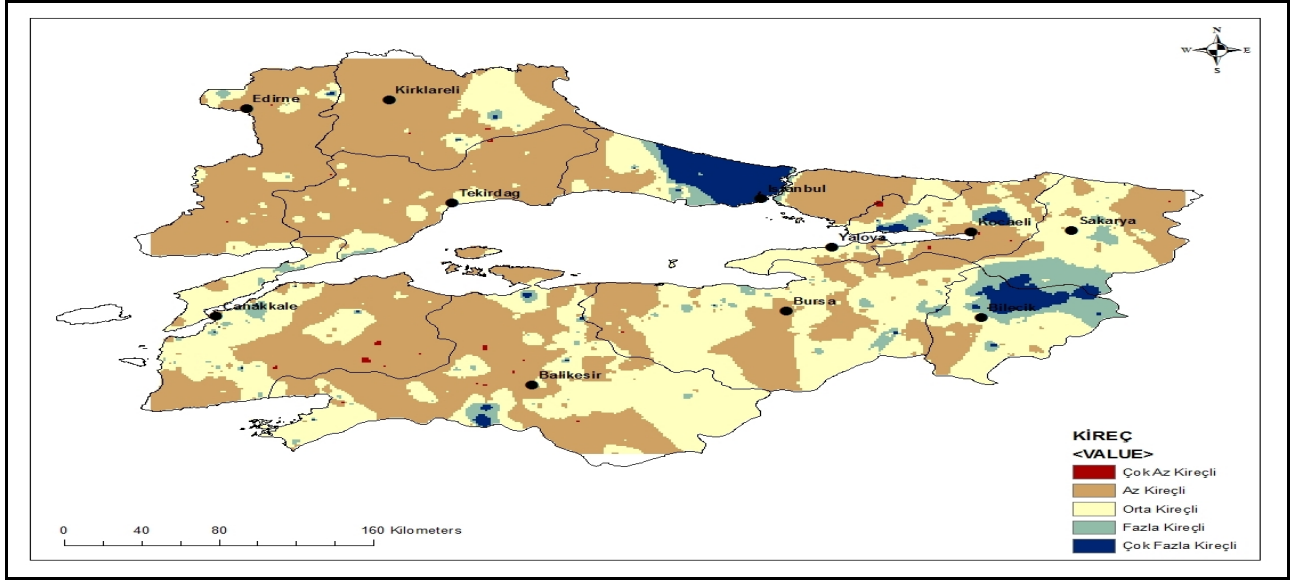
Şekil 5 Marmara bölgesi topraklarının tuzluluk haritası

Marmara Bölgesi topraklarının kireç miktarına göre dağılımı Çizelge 5’de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere Marmara bölgesi topraklarının % 65,8’i kireç bakımından çok az ve az sınıfındadır. % 20,9’u orta kireçli ve % 13,3’ü ise fazla ve çok fazla kireçlidir. Özellikle Bilecik ve İstanbul illerinde fazla ve çok fazla kireçli topraklar göze çarpmaktadır (Şekil 6).

Çizelge 5. Kireç dağılımı

Sınır Değerler (%)	Açıklama	Adet	%
< 1	Çok Az Kireçli	72	4,1
1-5	Az Kireçli	1081	61,7
5-15	Orta Kireçli	366	20,9
15-25	Fazla Kireçli	152	8,7
> 25	Çok Fazla Kireçli	81	4,6

Marmara Bölgesi topraklarının toplam azot miktarına göre dağılımı Çizelge 6’da verilmiştir. Buna göre azot bakımından Marmara bölgesi topraklarının % 57,1’i fakir ve çok fakir, % 20,7’si orta, % 10,2’si iyi ve % 12,1’i çok iyidir. Organik madde içeriklerine paralel olarak, İstanbul, Kocaeli ve Sakarya illeri azot bakımından da iyi durumdadır (Şekil 7).



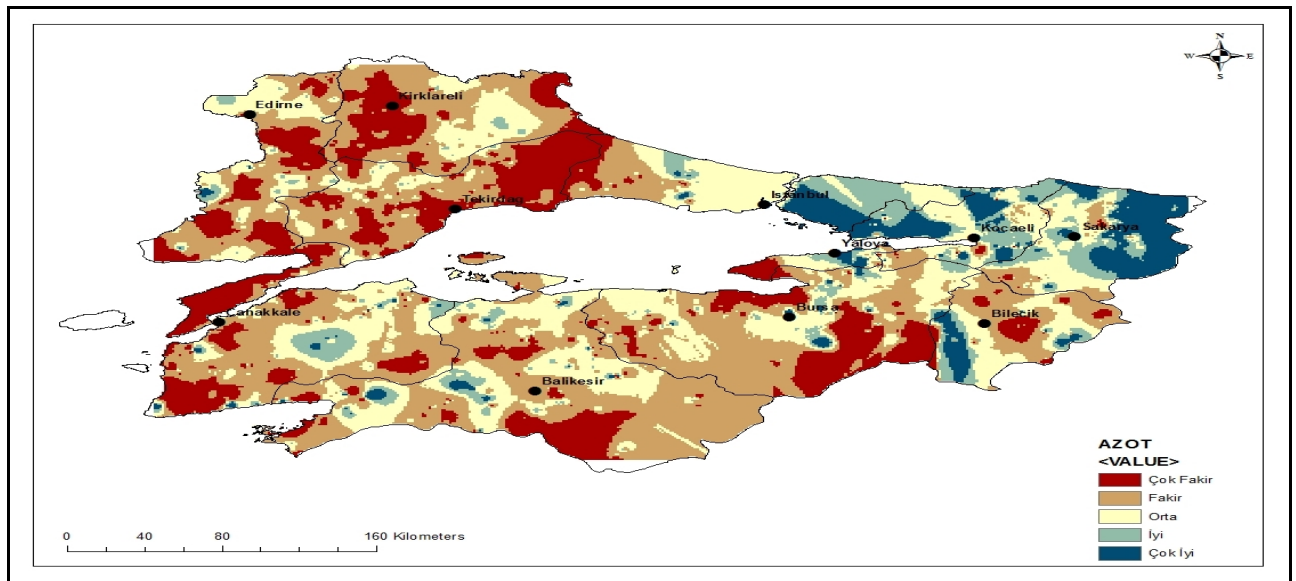
Şekil 6 Marmara bölgesi topraklarının kireç haritası

Marmara Bölgesi topraklarının yarıyıllı fosfor kapsamları ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>) Çizelge 7'de verilmiştir. Buna göre Marmara bölgesi topraklarının % 11,2'si çok az, % 19,5'i az, % 16'sı orta ve % 53,3'ü fazla ve

çok fazla düzeyinde fosfor içerir. Özellikle İstanbul, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale illerinde ve Edirne ilinin güneyinde yarıyıllı fosfor noksanlıkları gözlenmektedir (Şekil 8).

Çizelge 6. Azot dağılımı

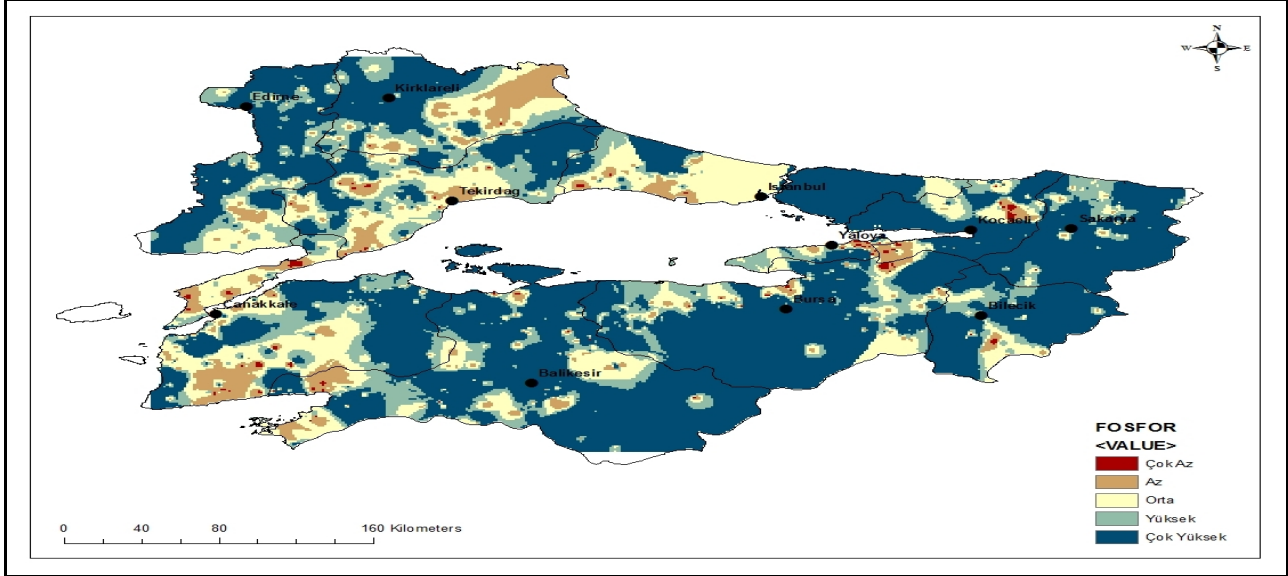
Sınır Değerler (%)	Açıklama	Adet	%
< 0,07	Çok Fakir	537	30,7
0,07-0,09	Fakir	462	26,4
0,09-0,11	Orta	363	20,7
0,11-0,13	İyi	178	10,2
> 0,13	Çok iyi	212	12,1



Şekil 7 Marmara bölgesi topraklarının azot haritası

Sınır Değerler (kg da-1)	Açıklama	Adet	%
< 3	Çok Az	196	11,2
3-6	Az	342	19,5
6-9	Orta	280	16,0
9-12	Yüksek	210	12,0
> 12	Çok Yüksek	724	41,3

Çizelge 7. Fosfor dağılımı



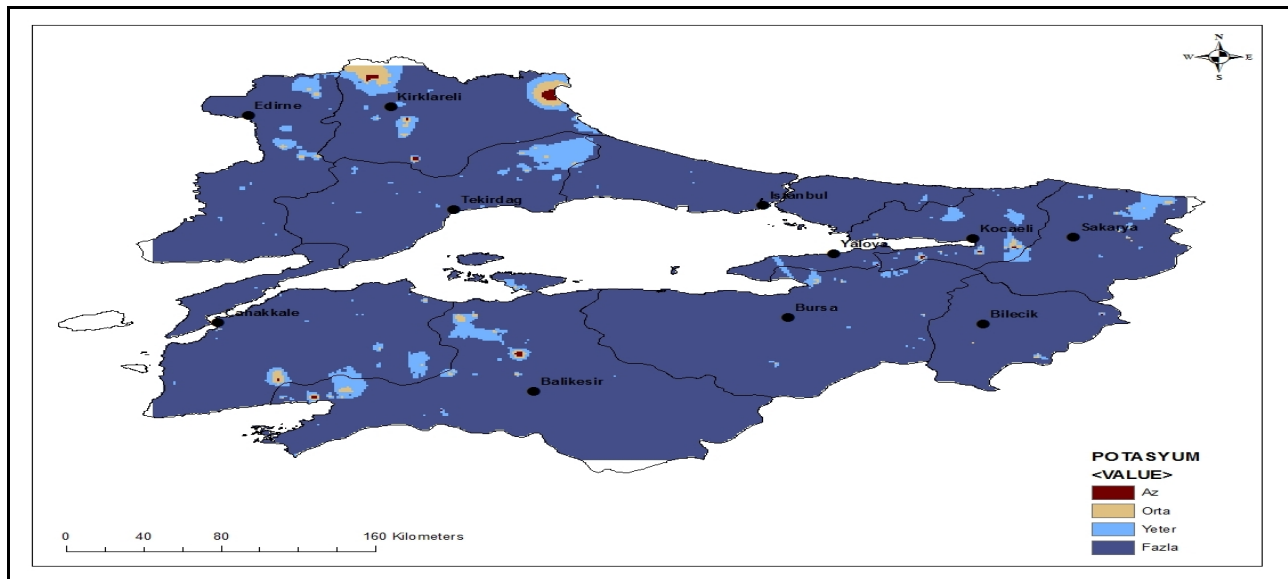
Şekil 8 Marmara bölgesi topraklarının fosfor haritası

Marmara Bölgesi topraklarının yarıyıllık potasyum kapsamı ( $K_2O$  kg da<sup>-1</sup>) Çizelge 8'de verilmiştir. Potasyum bakımından Marmara bölgesi topraklarının

% 2,4'ü az, % 5,9'u orta, % 10,6'sı yeter ve % 81,1'i fazla düzeydedir (Şekil 9).

Çizelge 8. Potasyum dağılımı

Sınır Değerler (kg da-1)	Açıklama	Adet	%
< 20	Az	42	2,4
20-30	Orta	103	5,9
30-40	Yeter	186	10,6
> 40	Fazla	1421	81,1



Şekil 9 Marmara bölgesi topraklarının potasyum haritası



Marmara bölgesi topraklarının yarayışlı kalsiyum kapsamları ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Çizelge 9'da verilmiştir. Buna göre Marmara bölgesi topraklarının % 6,4'ü az ve çok az, % 21,2'si yeterli ve % 72,4'ü fazla ve çok fazla düzeyinde kalsiyum içermektedir. Toprak pH sınır asit karakterli olduğu Kırklareli, Sakarya ve Kocaeli illerinde nispeten kalsiyum noksanlıkları görülmektedir (Şekil 10).

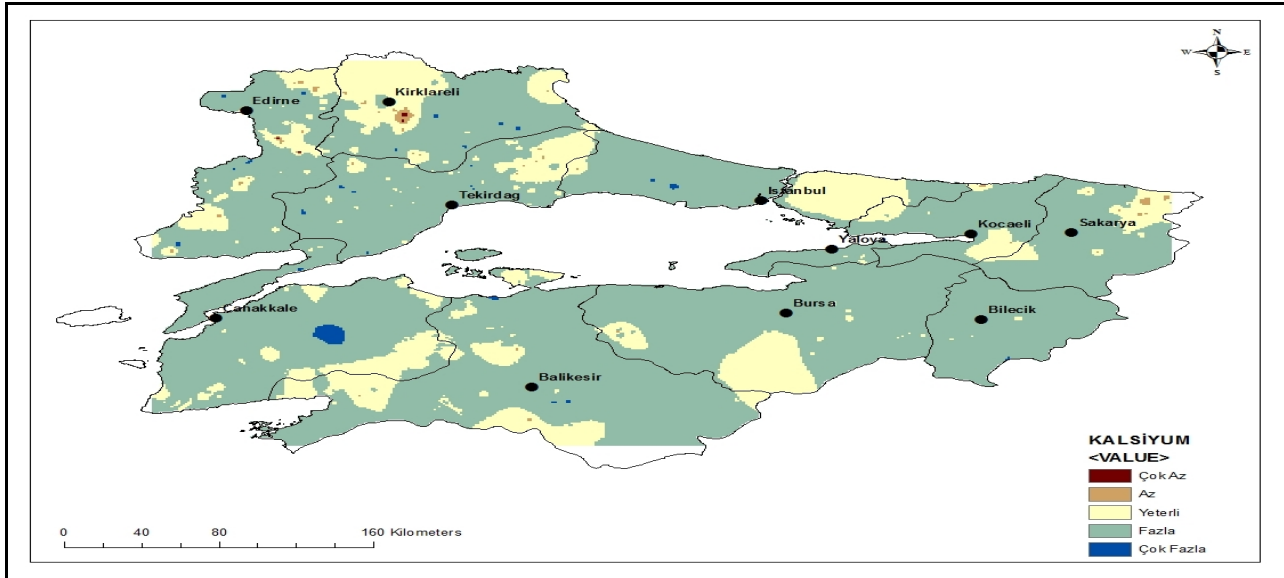
Marmara Bölgesi topraklarının yarayışlı magnezyum kapsamları ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Çizelge 10'da verilmiştir. Yarayışlı magnezyum bakımından Marmara bölgesi topraklarının % 14,6'sı az ve çok az, % 46,4'ü yeterli ve % 39,1'i fazla ve çok fazla düzeydedir. Noksanlığın olduğu alanlar Edirne, Kırklareli, Kocaeli ve Sakarya illerinin küçük kısımları ile İstanbul ilinin Avrupa yakasının kuzey kısımlarıdır (Şekil 11).

Çizelge 9. Kalsiyum dağılımı

Sınır Değerler (ppm)	Açıklama	Adet	%
<380	Çok Az	7	0,5
380-1150	Az	80	5,9
1150-3500	Yeterli	285	21,2
3500-10000	Fazla	923	68,5
>10000	Çok Fazla	52	3,9

Marmara Bölgesi topraklarının yarayışlı demir kapsamları ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Çizelge 11'de verilmiştir. Çizelge 11'e göre Marmara bölgesi topraklarının % 13,3'ü az ve orta, % 86,7'si ise yeterli düzeyde demir içermektedir. Bölge topraklarının çok az bir kısmını içermekle birlikte, demir noksanlığı Bilecik ilinin geneli ile Bursa, Balıkesir illeri ile Çanakkale ilinin Gelibolu ilçesinde göze çarpmaktadır (Şekil 12).

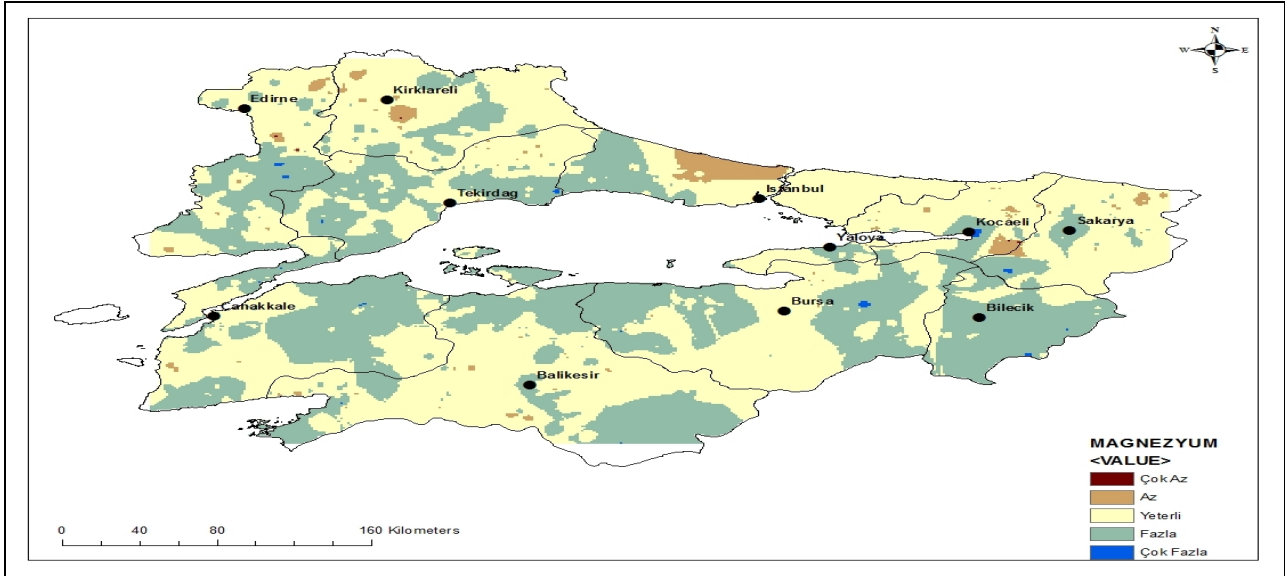
Marmara Bölgesi topraklarının yarayışlı çinko kapsamları ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Çizelge 12'de verilmiştir. Çizelge 12'ye göre Marmara bölgesi topraklarının çinko içerikleri % 54,4'ü az ve çok az, % 34,4'ü yeterli ve % 11,2'si ise fazla ve çok fazla düzeydedir. Özellikle Marmara bölgesinin Trakya kısmında, çok geniş alanlarda çinko noksanlığı izlenmektedir (Şekil 13).



Şekil 10 Marmara bölgesi topraklarının kalsiyum haritası

Çizelge 10. Magnezyum dağılımı

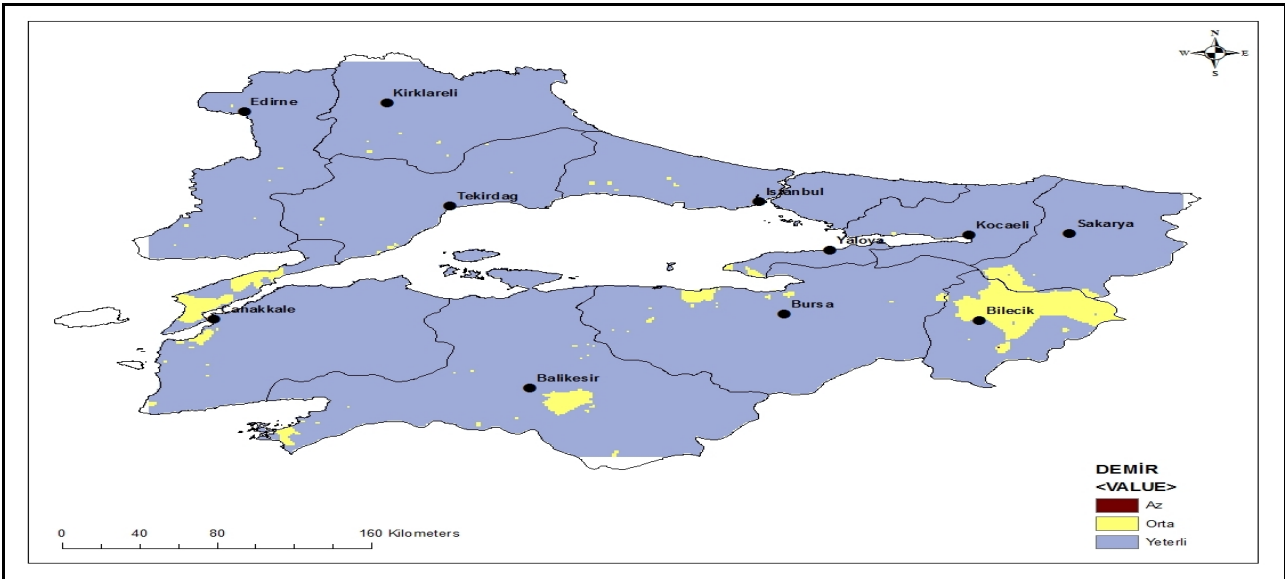
Sınır Değerler (ppm)	Açıklama	Adet	%
<50	Çok Az	16	1,2
50-160	Az	180	13,4
160-480	Yeterli	625	46,4
480-1500	Fazla	501	37,2
>1500	Çok Fazla	25	1,9



Şekil 11 Marmara bölgesi topraklarının magnezyum haritası

Çizelge 11. Demir dağılımı

Sınır Değerler (ppm)	Açıklama	Adet	%
< 0,2	Az	4	0,2
0,2-4,5	Orta	229	13,1
> 4,5	Yeterli	1519	86,7



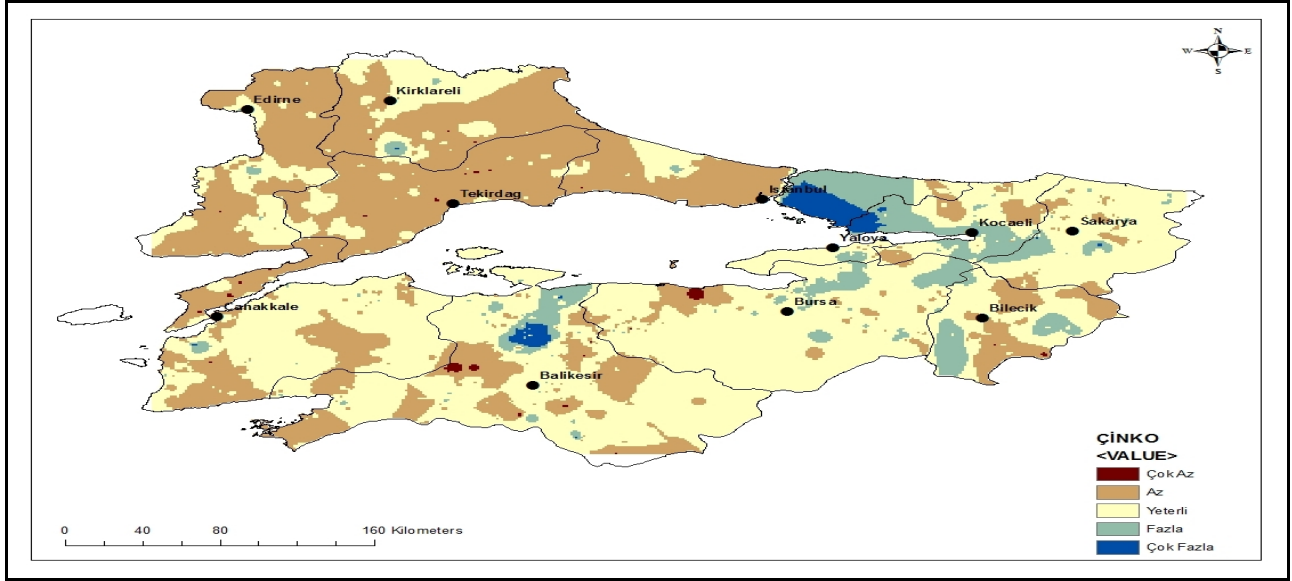
Şekil 12 Marmara bölgesi topraklarının demir haritası

Marmara Bölgesi topraklarının yararışlı mangan kapsamaları ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Çizelge 13'de verilmiştir. Çizelge 13'e göre Marmara bölgesi topraklarının % 60,1'i az ve çok az, % 31'i yeterli ve % 8,9'u ise fazla ve çok fazla

düzeyinde mangan içerir. Marmara bölgesinin güneyindeki illerde çok geniş alanlarda Mangan noksanlıkları göze çarpmaktadır (Şekil 14).

Çizelge 12. Çinko dağılımı

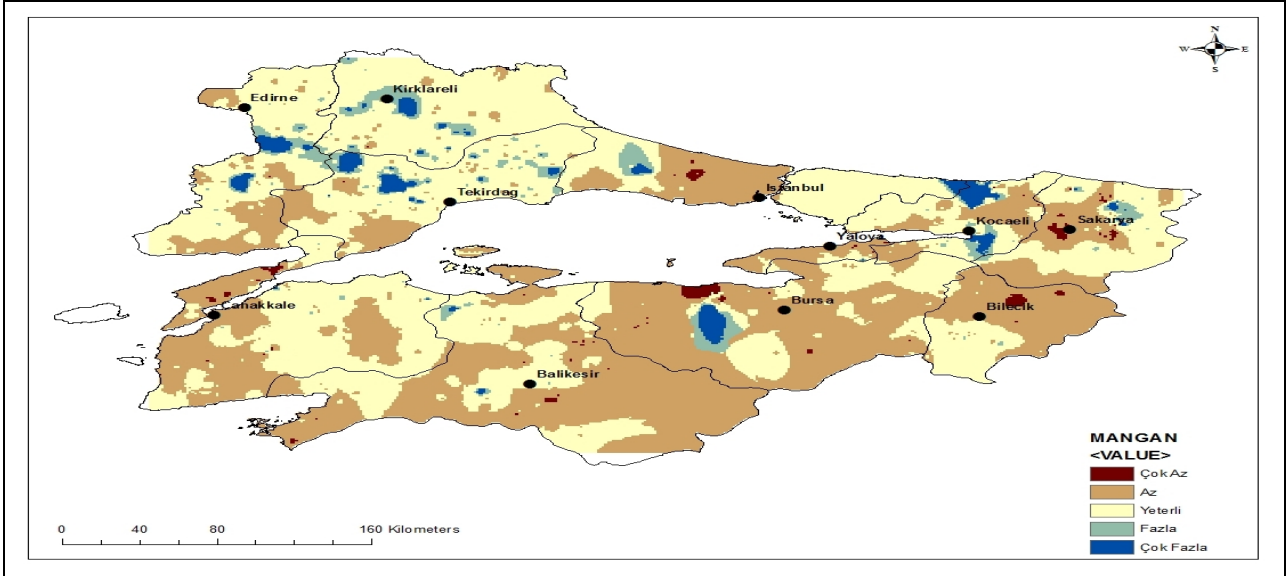
Sınır Değerler (ppm)	Açıklama	Adet	%
< 0,2	Çok Az	81	4,6
0,2-0,7	Az	872	49,8
0,7-2,4	Yeterli	603	34,4
2,4-8	Fazla	166	9,5
> 8	Çok Fazla	30	1,7



Şekil 13 Marmara bölgesi topraklarının çinko haritası

Çizelge 13. Mangane dağılımı

Sınır Değerler (ppm)	Açıklama	Adet	%
< 4	Çok Az	187	10,7
4-14	Az	866	49,4
14-50	Yeterli	543	31,0
50-170	Fazla	145	8,3
> 170	Çok Fazla	11	0,6

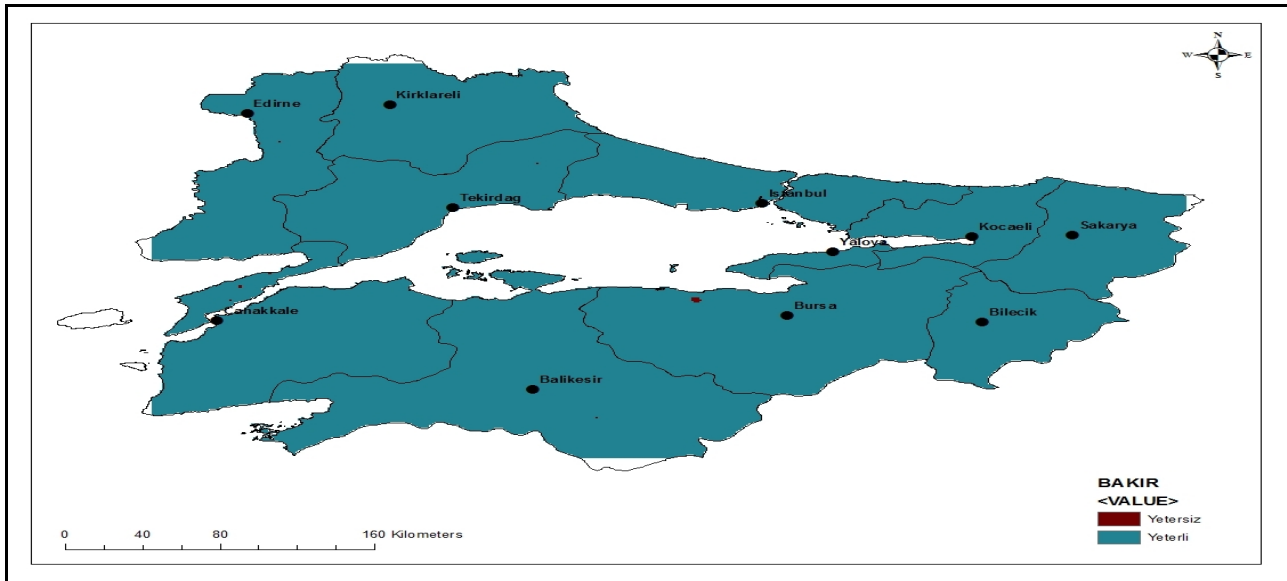


Şekil 14 Marmara bölgesi topraklarının mangane haritası

Marmara Bölgesi topraklarının yarıyıllık bakır yetersiz, % 99,4'i ise yeterli düzeyde bakır içermektedir kapsamları ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Çizelge 14'de verilmiştir. Çizelge (Şekil 15).  
14'e göre Marmara bölgesi topraklarının % 0,6'sı

Çizelge 14. Bakır dağılımı

Sınır Değerler (ppm)	Açıklama	Adet	%
< 0,2	Yetersiz	10	0,6
> 0,2	Yeterli	1742	99,4



Şekil 15 Marmara bölgesi topraklarının bakır haritası

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Marmara bölgesi topraklarının % 39,3'ünü kapsayan ağır veya ince bünyeli olarak tanımlanan killi topraklarda tavın yakalanması ve dolayısıyla işlenmesi sorun oluşturmaktadır. Bu sorunu çözmek için alınacak en iyi yöntem toprakların organik madde miktarını artırmak ve pulluk tabanını derin sürüm aletleriyle kırmaktır.

Toprak reaksiyonu bakımından Marmara bölgesinin % 19,2'sini asit karakterli toprakları kapsamaktadır. Özellikle Kırklareli ve Tekirdağ illerinin kuzeyinde, Edirne ilinin kuzey ve kuzey-batı bölümünde, Kocaeli ve Sakarya illerinin genelinde geniş alanlar kaplayan asit karakterli topraklar bulunmaktadır. Asit karakterli toprakların verimini artırmada başvurulacak ilk teknik tedbir şüphesiz verimi büyük ölçüde azaltan asitliğin uygun bir kireçleme ile giderilerek toprak pH'sını bitki besin elementlerinin alınabileceği en uygun (pH 6,5) pH aralığına getirmektir.

Marmara bölgesi topraklarının büyük bir kısmını (% 67,8) organik madde kapsamı tarımsal üretimden en yüksek verimin alınmasını engelleyecek düzeyde az ve çok az olan topraklar oluşturmaktadır. Bu nedenle bölge topraklarının organik madde seviyesinin yükseltilmesi gerekmektedir. Toprak organik madde düzeyinin iyileştirilmesi için ekim nöbetlerinde (münavebe) kullanılacak bitki çeşitlerine, sürüm tekniklerine ve ekim tekniklerine dikkat etmenin yanında organik gübrelerin yaygın kullanımına ve yeşil gübrelemeye özel önem verilmelidir.

Marmara bölgesi topraklarının büyük bir kısmı (% 65,8) kireç kapsamı bakımından az ve çok az

sınıfındadır. % 20,9'u orta düzeyde ve % 13,3'ü ise fazla ve çok fazla kireçlidir. Kireç kapsamayan topraklarda genellikle toprak asitliğinden kaynaklanan sorunlar vardır ve bu topraklarda kireçleme yapılması gerekir. Bölge topraklarının kireç fazlalığının olduğu alanlarda ise bu tip topraklarda yetişecek uygun anaç ve bitki çeşitlerinin seçilmesi veya ıslah edilmesi gerekir.

Marmara bölgesi topraklarının % 53,3'ünün yarıyışlı fosfor kapsamı yeterli veya yüksektir ve tarımsal üretim için fosforlu gübrelemeye gereksinim göstermezler. Diğer yandan ise % 46,7'sinin fosfor kapsamı orta, az veya çok azdır. Bu alanların ise şiddetli olarak fosforlu gübrelemeye ihtiyaçları vardır. Görüldüğü gibi gübrelemeye gereksinim duyan ve duymayan alanlar oldukça fazla yer kaplamaktadır. Bu nedenle bitkilerin ana besin maddesinden olan fosforu tam ve gereğince uygulayabilmek için toprak analizleri sonucuna ihtiyaç vardır.

Marmara Bölgesi topraklarının çok büyük bir kısmının (% 81,1) potasyum kapsamı yüksektir. Bunun nedeni bölge topraklarının büyük çoğunluğunun ince bünyeli yani kilce zengin topraklar olmasındandır. Kilce zengin topraklar aynı zamanda potasyum bakımından da zengindir. Bölge toprakların % 2,4'ü az, % 5,9'u orta ve % 10,6'sı yeter düzeyde potasyum içermektedir.

Marmara bölgesi topraklarının değişebilir kalsiyum miktarların % 93,5'i ve magnezyum miktarların % 85,4'ü yeterli ve fazla düzeyindedir.

Bitki besin elementlerinin dengesi açısından Ca / Mg = 6, Ca / K = 12, Mg / K = 2 olması gerekmektedir. Marmara Bölgesi topraklarının sadece Ca / Mg oranının % 13,06'sı, Ca / K oranının % 10,69'u ve Mg / K oranının % 27,69 'u bu oranlara uymaktadır. Buradaki besin elementleri arasındaki dengenin bozulmasının nedeni toprak analizlerine dayanmayan tek taraflı ve dengesiz gübrelemedir.

Marmara bölgesi topraklarının büyük bir kısmı (% 86,7), mikro elementlerden demir kapsamı yönünden yeterli düzeydedir. Topraklar genellikle demir açısından zengin olmasına karşılık ortamda kalsiyumun fazla olması nedeniyle ve havalanması uygun olmayan toprak şartlarında bitkiler demirden faydalanamazlar. Yine mikro elementlerden bakır kapsamı yönünden de bölge toprakları (% 99,4) yeterli düzeydedir. Marmara bölgesi topraklarının yarayışlı bakır kapsamı kritik değer kabul edilen 0,2 mg kg<sup>-1</sup>'in üstündedir ve bakır noksanlığı mevcut değildir.

Marmara bölgesi topraklarının büyük bir kısmı (% 54,4) çinko kapsamı yönünden az ve çok az sınıfındadır. Bu nedenle çinkolu ve çinko katkı gübrelemeye gereksinimleri vardır.

Marmara bölgesi topraklarının mangan kapsamı ise % 60,1'i az ve çok az düzeyinde, % 39,9'u ise yeterli, fazla ve çok fazla düzeydedir. Toprak analiz raporlarında mangan düzeyi az ve çok az olan bölgelere mangan içerikli gübreler verilmelidir.

## KAYNAKLAR

Anonim (1983-1984-1985). Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bursa, Balıkesir, Yalova ve Bilecik İlleri Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Toprak su Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Aronoff S (1989). Geographical Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, Ottawa

Atatanır L, Aydın G, Yorulmaz A, Turgut C, Yeşilirmak E (2010). Büyük Menderes Deltası Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Veritabanının Oluşturulması, I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Sözlü, 01.06.2010

Bumb B L, Baanante C A (1996). The Role of Fertilizer in Sustaining Food Security and Protecting the Environment to 2020, Food Agriculture and Environment Discussion Paper 17, International Food Policy Research Institute., USA

Cangir C, Boyraz D (1999). Trakya Arazilerinin İşletmeciliğine Yönelik Sorunlar ve Bölgesel Master Planlarının Oluşturulması Aşamasında Toprak Haritalarının Önemi, 11-13 Kasım 1999, Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu III. Bildiri Kitabı, MMOYayın No: 240.

Çağlar K (1949). Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 985, Ankara.

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.

Eyüpoğlu F (1999). Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müd. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 220, Teknik yayın No: T-67.

Güçdemir İ H, Usul M (2004). Toprak Analiz Sonuçlarına Göre Gübre Tavsiyeleri. 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, Bildiri Kitabı 2. Cilt, 11-13 Ekim 2004, s. 1349-1426, Tokat.

Güçdemir İ H, ve ark. (2013). Türkiye Topraklarının Bor Statüsünün Belirlenmesi ve Haritalanması. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongre kitabı S.198-202.

Jackson M L (1958). Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.

Kacar B (2009). Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Genişletilmiş 2.Baskı

Lindsay W L, Norwell W A (1978). Development of a DTPA Soil Test For Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Amer. Jour., 42(3):421-428.

Olsen S R, Cole V, Watanabe F S, Dean LA (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate, U.S.D.A

Paz J M, Ramoz C (2004). Simulation of nitrate leaching for different nitrogen fertilization rates in a Region of Valencia (Spain) using a GIS-GLEAMS Systems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 103:59-73.

Richards L A (1954). Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr. Handbook 60.

Stewart W M, Roberts T L (2012). Food Security and the Role of Fertilizer in supporting it, Procedia Engineering 46 (2012) 76-82.

Sungur M, Özüyüğü M, (1986). Türkiye Topraklarının Mikro Element Durumu Hakkında Bir Araştırma. Toprak İlmi Derneği 9. Bilimsel Toplantı Tebliğleri, Yayın No: 4, 29-1.

Taşova H, Durak A (1997). Kazova Tarım İşletmesi Arazisinin Toprak Etüdü, haritalanması ve Sınıflandırılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Doktora Tezi.

Taşova H, Akın A (2011). Trakya Bölgesi Topraklarının Bitki Besin Maddesi Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması. 2. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Ankara.

Tovep (1991). Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri. T.C. Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd.

Tüzüner A (1990). Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hiz. Genel Müd. Ankara, 375 s.

Yomralıoğlu T (2000). Geographical Information Systems. Academic Press, Trabzon, Turkey. Yayın No:111, Rehber No: 17, Ankara.