

İzmir İli Tarım Topraklarının Verimlilik Durumları ile Mikroelement Kapsamlarının Belirlenerek Haritalanması

Nejat ÖZDEN^{1,*} İdris USLU¹ Ömer SÖKMEN¹ Faruk METİNOĞLU¹

¹Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Menemen / İzmir

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): nejat.ozden@tarimorman.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 10.03.2020

Kabul tarihi (Accepted): 02.10.2020

DOI: 10.21657/topraksu.701590

Öz

Araştırma, İzmir ili tarım topraklarının verimlilik ve mikroelement kapsamlarını belirlemek, CBS tekniği kullanılarak veri tabanı ve dağılım haritalarını oluşturmak amacıyla 2014-2017 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma kapsamında, tarım alanlarını temsil edecek şekilde 2.5 km x 2.5 km aralıklarla 0-20 cm toprak derinliğinden 502 toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde; bünye, pH, EC, kireç, organik madde ile ekstrakte edilebilir fosfor, potasyum, demir, bakır, çinko ve mangan analizleri yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları, belli kriterlere göre sınıflandırılarak, besin maddelerinin eksiklik, yeterlilik veya fazlalık seviyeleri belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, İzmir ili tarım topraklarının %55.18'inin kumlu tın-kumlu killi tın bünyede, %49.60'ünün orta alkali, %42.03'ünün çok hafif tuzlu, %57.17'sinin kireçsiz-çok az kireçli, %55.98'inin ise çok az organik maddeye sahip olduğu saptanmıştır. Alınabilir elementler bakımından %28.09'unda fosfor yetersiz, ekstrakte edilebilir elementler bakımından %47.21'sinde potasyum zengin, %90.84'ünde demir, %96.61'inde mangan yüksek, %44.42'sinde çinko, %69.92'sinde bakır orta seviyede bulunmuştur. Toprak parametrelerinin sınıflandırılmasından sonra CBS kapsamında veri tabanı oluşturulmuş ve IDW yöntemi kullanılarak toprak dağılım haritaları üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: IDW, İzmir, mikro bitki besin elementi, toprak verimliliği, veri tabanı

Determining and Mapping the Fertility and Microelement Scopes of the Agricultural Soils of İzmir Province

Abstract

This research was carried out to determine the fertility and microelement scopes of the agricultural soils of İzmir province and to create a database and distribution maps (pin maps) by using geographic information systems technique between 2014-2017. Within the scope of the research, a total of 502 soil samples, representing agricultural areas, were taken from 0-20 cm soil depth with 2.5 km x 2.5 km grid intervals. In soil samples taken; texture, pH, EC, lime, organic matter and extractable phosphorus, potassium, iron, copper, zinc and manganese analyzes were performed. Soil analysis results were classified according to certain criteria and deficiency, adequacy or excess levels of nutrients were determined. After the classification of soil parameters, a database was created within the scope of GIS and soil distribution maps were produced via Inverse Distance Weighted method. According to the results it was found out that, 55.18% agricultural soils of İzmir was sandy-loamy, 49.60% was mildly alkaline, 42.03% was slightly saline, 57.17% was non calcareous-slightly calcareous, 55.98% had minimal organic matter. In terms of available elements, 28.09% did not have enough phosphorus, in terms of extractable elements 47.21% had high potassium, 90.84% had high levels of iron, 96.61% had high levels of manganese, 44.42% had zinc and 69.91% had medium levels of cooper.

Keyword: Database, İzmir, micro plant nutrient element, soil fertility, IDW

Nejat ÖZDEN: 0000-0002-5508-8877

İdris USLU: 0000-0003-4505-8348

Ömer SÖKMEN: 0000-0001-6050-8883

Faruk METİNOĞLU: 0000-0002-9095-9519

GİRİŞ

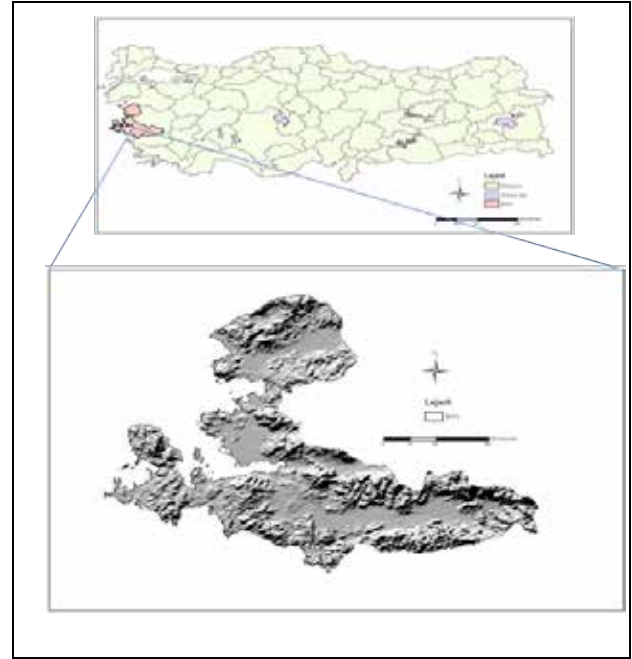
Tarım alanlarımızın verimliliklerinin sürdürülebilmesi için, öncelikle bu alanların özelliklerinin en iyi şekilde tanımlanması, bunun için de toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi gereklidir. Tarım alanlarının özelliklerinin belirlenip güncelleştirilerek bir veri tabanı oluşturulması, toprak kaynaklarının doğru kullanımına yönelik yeni araştırma projeleri için de ön bilgiler sağlayacaktır. Coğrafi koordinatları belli toprak örnekleri üzerinde yapılacak analizler sonucunda, belirlenen özelliklerin zaman içindeki değişimleri de takip edilerek, tarım alanlarındaki olumsuz değişimler kontrol altına alınabilecektir. Bilişim teknolojisinde hızlı gelişmelere tanıklık eden çağımızda, her türlü bilgiyi toplamak, işlenebilir hale getirmek ve bilgiyi toplum yararına paylaşmak en önemli değerler olmuştur. Bu anlamda, tüm bilgilerin %80' ini oluşturan harita bilgilerinin elektronik ortamda yönetilmesinde etkin bir araç haline gelen Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), bugünün ve geleceğin en önemli bilgi teknolojisi sayılmaktadır (Özden, 2006). Farklı niteliklere sahip toprakların en üretken şekilde kullanılması amaçlandığında çeşitli kullanım türlerinin gereksinimleri dikkate alınarak bir planlamaya gidilmesi zorunludur. Bu nedenle çok karmaşık bir yapıya sahip olan toprakların da bitkiler, hayvanlar ve diğer objeler gibi sınıflandırılması zorunluluğu vardır (Roberts, 1979).

İzmir ilinde yürütülen bu araştırma ile tarım yapılan toprakların verimlilik ve mikroelement kapsamalarının belirlenmesi, belirlenen bu toprak özelliklerinde sonradan oluşacak değişimlerin izlenebilmesini sağlayacak güncel toprak veri tabanlarının oluşturulması ve haritalanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma örnek alanı olarak İzmir ili tarım toprakları seçilmiştir. Yüzölçümü 12086 km² olan İzmir ili batıda Ege Denizi, kuzeyde Balıkesir, doğuda Manisa, güneyde de Aydın illeriyle sınırlıdır (Şekil 1). Araştırmanın ana materyalini oluşturan İzmir ili topraklarının % 28.5'ini tarım alanları oluşturmaktadır. Toplam 3.450 km² tarım arazilerinin; %41.4'ü tarla, %28.2'si zeytin, %10.9'u sebze, %9.8'i meyve ve %3.7'si bağ alanıdır.

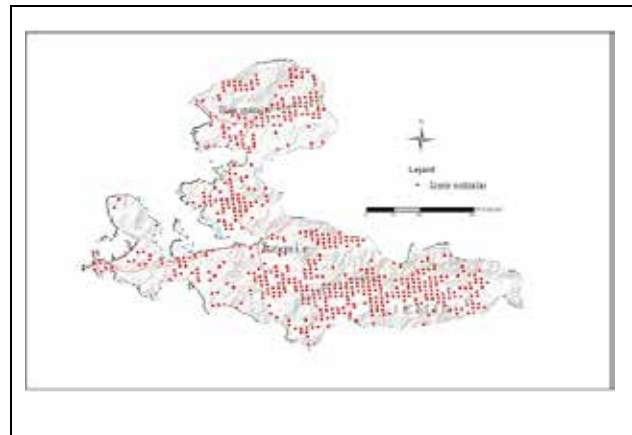


Şekil 1. Araştırma alanı
Figure 1. Research area

Yöntem

Toprak örnekleme alanlarının belirlenerek örneklerin alınması

Araştırmada alınacak toprak örneği sayısını tespit etmek için, Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından sayısal ortama aktarılan 1/25000 ölçekteki toprak haritalarından; sulu tarım, kuru tarım, bağ, bahçe, zeytin, turuncgiller vb. tarım yapılan alanlar dikkate alınarak çalışma alanı belirlenmiştir. Türkiye haritası üzerinde 2.5 km x 2.5 km'lik gridler oluşturulmuş ve tarım alanlarına düşen noktalar seçilerek, İzmir ili için 502 örnek sayısı tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 2.5 km x 2.5 km grid sistemine göre toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar
Figure 2. Locations of the soil samples taken according to 2.5 km x 2.5 km grid system

Koordinatları önceden belirlenmiş olan noktalara GPS ile gidilerek, toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten paslanmaz çelik kürek ile alınmış ve polietilen torbalara konularak örnek numarası yazılmak suretiyle etiketlenmiştir.

Toprak örneklerinde laboratuvar analizleri

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri, temiz ambalaj kağıtlarına serilerek, taş ve bitki parçacıkları ayıklanacak ve havada kurumaya bırakılacaktır. Kuruyan topraklar tahta tokmaklarla dövülerek 2 mm'lik çelik elekten geçirilmiş, analizler için gerekli miktarlar polietilen kutulara konularak etiketlenmiş, kalan toprak örnekleri usulüne uygun olarak arşivlenmiştir. Araştırma alanından alınan 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) tayin edilmiştir. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, saturasyon çamurundan çıkartılan ekstrakta kondaktivite cihazı ile ölçülmesiyle (Richards, 1954); kireç (CaCO₃) içerikleri, Scheibler kalsimetresi ile volümetrik metotla (Çağlar, 1949); organik madde, modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1982) saptanmıştır. Alkalın ve nötr karakterli toprakların alınabilir P içerikleri, Olsen yöntemine göre (Olsen vd., 1954), ekstrakte edilebilir K, Fe, Cu, Zn ve Mn değerleri, toprak örneklerinin 1 N amonyum asetat (pH=7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilmesiyle (Soil Survey Staff, 1992) belirlenmiştir.

Veri tabanı oluşturma ve haritalama

Projenin üçüncü aşamasında; birinci ve ikinci aşama sonuçlarında elde edilen veriler CBS kapsamında değerlendirilmiş, analiz edilmiş, veri tabanı oluşturulmuş ve haritalanması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Toprak analizleri sonucunda elde edilen bilgiler, arazi çalışmaları sırasında elde edilen konumsal bilgilerle ilişkilendirilmek suretiyle her gözlem noktasına ait analiz sonuçlarını içeren dosyalar elde edilmiştir. Öznitelik tablolarında bulunan ve her bir gözlem noktasına ait toprak analiz sonuçlarını içeren veriler ayrı ayrı ele alınarak CBS' nin analiz fonksiyonlarından yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Noktasal özellikte olan toprak analiz sonuçları, ölçülmüş değerlerden yola çıkarak ölçülmemiş noktaların tahmin edilmesi için kullanılan "InversDistanceWeighting (IDW)" doğrusal

olmayan enterpolasyon teknikleri kullanılarak haritalandırılmıştır. IDW; bilinen örnek noktalara ait değerlerin yardımıyla örneklenmeyen noktalara ait hücre değerlerinin belirlenmesi için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. İlgili hücreden uzaklaşan çeşitli noktalar gözetilerek ve mesafedeki artışa bağlı olarak hücre değeri hesap edilir. Tahmin edilen değerler, komşu civardaki noktaların uzaklığı ve büyüklüğünün bir fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak hücre üzerindeki önem ve etki azalır. Bu yöntemde verilen genel dağılımı, eğilimi, anizotropi ve kümelenmesi gibi özellikler incelenmektedir. Verilerin sadece yerel olarak değerlendirilip, karşılaştırılması yapılmaktadır. IDW, deterministik bir yöntemdir (Korkmaz vd., 2008; Doğan vd., 2013). Ağırlıklı hareketli ortalama enterpolasyon için yaygın kullanılan bir yaklaşımdır. Farklı ağırlıklı fonksiyonların çeşitleri kullanılmış fakat IDW, CBS sistemlerindeki en ortak form olmuştur. IDW tam bir ara değer üreticisidir. Öyle ki verilerin değerlerini pekiştirir. IDW tahmincisi aşağıdaki gibidir (Loyd, 2007; Demircan vd., 2011);

Tahminlerin yapıldığı X_0 lokasyonu, komşu

$$z(X_0) = \frac{\sum_{i=1}^n z(X_i) \cdot d_{i0}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-r}}$$

ölçümleri n 'nin bir fonksiyonudur ($z(X_{0i})$ ve $i=1,2,\dots,n$); r gözlemlerin her birinin atanmış aralığını belirleyen üstür ve d gözlem lokasyonu X_i ile tahmin lokasyonu X_0 'ı ayıran mesafedir. Üs büyüdükçe, tahmin lokasyonundan uzak mesafedeki gözlemlerin atanmış ağırlığı küçülür. Üssün artması, tahminlerin en yakınındaki gözlemlere çok benzediğini gösterir (Demircan vd., 2011). Matematiksel formüller yukarıda açıklandığı şekilde olup, CBS yazılımı olan ArcGIS ortamında hesaplanmış ve haritalar üretilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İzmir ili tarım topraklarından alınan toprak örneklerinin verimlilik ve mikroelement analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Çarpıklık normal dağılım simetrikliğin bozulma derecesi olarak bilinmektedir. Çizelge 1 ve 2'de verilen çarpıklık katsayıları incelendiğinde; kum, silt, kil pH, organik madde dışındaki özelliklerin normal dağılımdan uzak pozitif dağılımlar gösterdiği saptanmıştır. Pozitif çarpıklık katsayıları, incelenen toprak özelliklerinin sola doğru bir asimetrik yapı ile normal dağılımdan uzaklaştığını göstermektedir. Bu durum, birçok

Çizelge 1. İzmir ili tarım topraklarının verimlilik yönünden tanımlayıcı istatistikleri**Table 1.** Descriptive statistics of İzmir agricultural lands in terms of fertility

| | Kum (%) | Silt (%) | Kil (%) | pH | EC (dSm ⁻¹) | CaCO ₃ (%) | Org. Madde (%) | Alın. P (mgkg ⁻¹) | Alın. K (mgkg ⁻¹) |
|------------|---------|----------|---------|-------|-------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| En Düşük | 14.40 | 4.00 | 1.28 | 4.08 | 0.18 | 0.01 | 0.66 | 1.04 | 30.10 |
| En Yüksek | 94.20 | 54.00 | 57.04 | 8.62 | 12.33 | 41.96 | 4.81 | 167.39 | 2666.20 |
| Ortalama | 57.89 | 24.16 | 17.95 | 7.20 | 1.51 | 5.26 | 1.94 | 21.67 | 299.10 |
| Basıklık | -0.34 | 0.45 | 0.91 | -1.05 | 3.14 | 2.28 | 1.01 | 2.46 | 3.91 |
| Çarpıklık | -0.54 | 0.18 | 0.31 | 1.30 | 13.33 | 5.03 | 1.01 | 8.74 | 25.28 |
| Ortanca | 60.40 | 24.00 | 15.18 | 7.41 | 0.95 | 1.17 | 1.82 | 14.23 | 227.25 |
| Std. Sapma | 16.35 | 8.52 | 11.46 | 0.77 | 1.55 | 8.51 | 0.75 | 2.22 | 2.69 |
| Varyans | 267.17 | 72.54 | 131.38 | 0.60 | 2.39 | 72.43 | 0.56 | 494.32 | 269.15 |
| Var. Kat. | 28.24 | 35.26 | 63.84 | 10.69 | 102.65 | 161.79 | 38.66 | 10.24 | 0.90 |

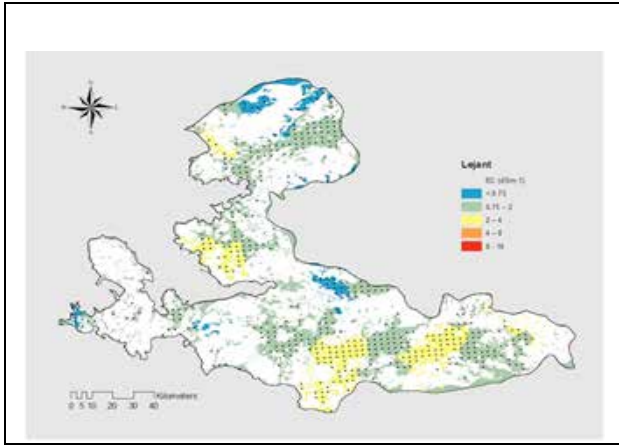
Çizelge 2. İzmir ili tarım topraklarının mikroelement yönünden tanımlayıcı istatistikleri**Table 2.** Descriptive statistics of İzmir agricultural lands in terms of microelements

| | Ekstrakte Edilebilir Elementler (mgkg ⁻¹) | | | | |
|------------|-------------------------------------------------------|--------|--------|---------|-------|
| | Fe | Cu | Zn | Mn | B |
| En Düşük | 2.04 | 0.01 | 0.07 | 2.20 | 0.02 |
| En Yüksek | 269.70 | 30.20 | 19.14 | 299.60 | 4.30 |
| Ortalama | 29.95 | 2.35 | 1.44 | 28.98 | 0.55 |
| Basıklık | 2.93 | 3.85 | 4.25 | 3.48 | 3.80 |
| Çarpıklık | 10.64 | 19.80 | 25.97 | 15.56 | 22.31 |
| Ortanca | 16.35 | 1.31 | 0.86 | 16.29 | 0.45 |
| Std. Sapma | 37.69 | 3.31 | 1.85 | 35.75 | 0.44 |
| Varyans | 1420.00 | 10.94 | 3.44 | 1278.00 | 0.20 |
| Değ. Kat. | 125.84 | 140.85 | 128.47 | 123.36 | 80.00 |

toprak özelliklerine ait değişkenlik katsayılarının yüksek bulunmasıyla da desteklenmektedir. Wilding (1985) ile Mulla and 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 araştırmada, incelenen toprak özelliklerinde pH, alınabilir fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyumun düşük, kum bünyenin orta, diğer toprak özelliklerinin ise yüksek değişkenliğe sahip olduğu, en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin ekstrakte edilebilir Cu (%140.85) olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Literatürde birçok araştırmacı toprak özelliklerinin değişkenlik katsayısına göre düşük, orta ve yüksek değişkenlikler gösterdiğini (Erşahin 1999; Sağlam 2008; Özyazıcı vd. 2011; Sağlam 2013; Dengiz vd. 2015) bildirmektedir.

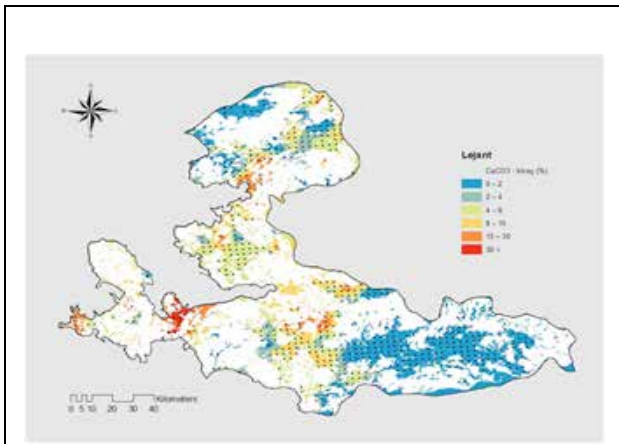
Toprağın fiziksel özellikleri, toprağın görülebilen veya hissedilebilen özellikleri olarak tanımlanabilir. Toprakta bulunankum, kilvetıngibi parçacıkların oranı toprağın bünyesini oluşturur. Verimlilikte toprağın bünyesinin etkisi büyüktür. Toprak bünyesinin incelenmesiyle bitkiler için gerekli olan besin maddeleri, ana materyalin yapısı göz önüne alındığında daha yüksek düzeyde olduğu bilinmektedir. Araştırma alanı topraklarının kum içeriği %14.40-94.20, silt içeriği %4.00-54.00 ve kil içeriği ise %1.28-57.04 arasında değişmekte olup %55.18'inin kumlu tın-kumlu killi tın bünyede olduğu belirlenmiştir (Şekil 3, 4 ve 5). Kaba bünyeli topraklarda hem azot eksikliği hem de ürün miktarı düşük çıkabilir. Araştırma topraklarının genel olarak yarısı hafif kaba bünyeli olduğu göz önüne alındığında, toprakların organik madde miktarının artırılması gerekir. Topraksu (1983)'e göre saturasyon yüzdesine göre yapılan sınıflandırmada İzmir ili tarım topraklarının %52.9'u tınlı, %40.8'i killi tınlı, %5.8'i killi ve %0.5'i kumlu bünyeye sahiptir.



Şekil 7. İzmir ili tarım topraklarının EC değerlerine ait değişim haritası

Figure 7. Change map of the EC levels of İzmir agricultural lands

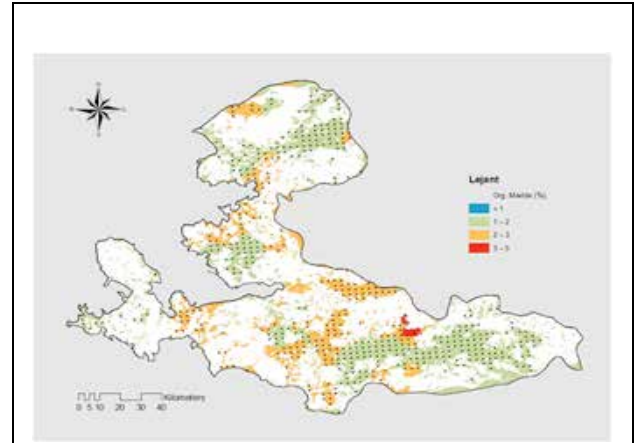
Kireç kil, kum ve humus toprağın katı kısmını oluşturan dört ana unsurdur. Temel unsurlardan olan kireç, humus ve killerin birlikteliğini sağlar. Topraklarda kireç genellikle kalsiyum karbonat veya dolomit kireci halinde bulunur. Topraktaki kireç yağışlar ve sulama suyunun eritme etkisi ile çözünerek kalsiyum ve karbonat veya bikarbonat şeklinde iyonlara ayrılır. Bu iyonların toprak ortamında veya sulama suyunda fazla bulunması bitki beslenmesi bakımından (özellikle demir, çinko ve fosfor elverişliliği) büyük problemler meydana getirmektedir. Araştırma alanı topraklarında kireç %0.01-41.96 arasında değişmekte olup, toprakların yarısından fazlasının (%57.17) kireçsiz, çok az kireçli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8). Topraksu (1983)'e göre İzmir ili tarım topraklarının %59.4'ü az kireçli, %17.7'si kireçli, %13.7'si orta kireçli, %4.9'u fazla kireçli ve %4.3'i ise çok fazla kireçli olarak saptanmıştır.



Şekil 8. İzmir ili tarım topraklarının kireç ($CaCO_3$) değerlerine ait değişim haritası

Figure 8. Change map of the lime levels ($CaCO_3$) of İzmir agricultural lands

Organik madde bitkiler için önemli bir besin maddesi kaynağıdır. Topraktaki azotun %90'dan fazlasının toprak organik maddesinde bulunması nedeniyle, organik maddenin besin kaynağı işlevi ile azot açısından ayrı bir önem taşımaktadır (Altınbaş vd., 2004). Araştırma alanı topraklarında organik madde %0.66-4.81 arasında değişmekte olup, toprakların %55.98'inde az seviyede organik madde içerdiği saptanmıştır. (Şekil 9). Organik madde toprak verimliliğini, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Azaltılmış toprak işleme, zamanında ve yeterli azotlu gübreleme, yeşil gübreleme ya da yanmış ahır gübresi uygulamalarıyla toprağın organik madde miktarı artırılabilir. Topraksu (1983)'e göre İzmir ili tarım topraklarının %15.9'unda organik madde çok az, %50.0'sında az, %25.5'inde orta, %6.4'ünde iyi ve %2.2'sinde ise yüksek olarak bulunmuştur.

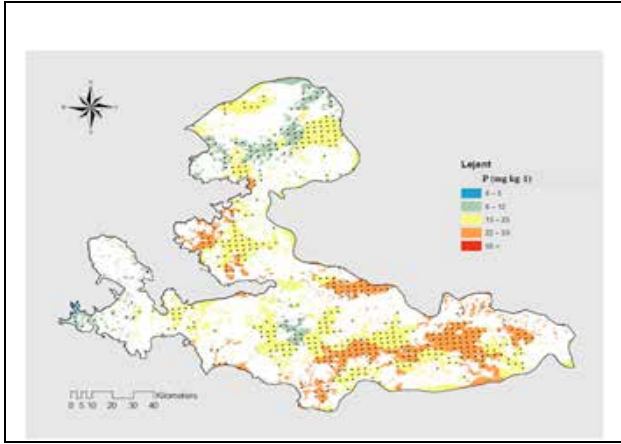


Şekil 9. İzmir ili tarım topraklarının organik madde değerlerine ait değişim haritası

Figure 9. Change map of the organic matter levels of İzmir agricultural lands

Toprak fosforunun en önemli kaynağı primer minerallerdir. Primer minerallerin aşınma ve parçalanması ile serbest hale geçen fosforun bitkiler tarafından alınması ve asimilasyonu ile fosfor organik maddeye bağlanır. Organik materyalin çeşitli dönüşümler sonundan toprağa geçmesi ile toprakta organik fosfor fraksiyonu oluşur. Bu formdaki fosforun bitkiye yararlı hale geçmesi ancak organik maddenin parçalanması ile olasıdır. Ancak, organik fosfor bileşikleri yavaş parçalanmış bileşiklerdir. Sıcaklık ve pH toprak organik fosforunun parçalanmasında önemli iki etmendir. Yapılan çalışmalarda toprak pH'sı arttıkça organik fosforun azaldığı belirlenmiştir (Thompson,

1950). Bitki açısından fosfor kök gelişimi, bitki olgunlaşması, erken tohum teşekkülü, döllenme ile hastalık ve zararlılara karşı direnci arttırdığından büyük önem arz eden bir besin elementidir (Bilen ve Sezen, 1993). İncelenen topraklarda bitkiler tarafından alınabilir P 1.04-167.39 mgkg⁻¹ arasında değişmekte olup, toprakların %28.09'unda P'nin yetersiz olduğu belirlenmiştir (Şekil 10). Topraksu (1983)'e göre İzmir ili tarım topraklarının %25.1'inde P₂O₅ çok az, %25.6'sında az, %17.7'sinde orta, %10.9'unda yüksek, %20.7'sinde ise çok yüksek P₂O₅ varlığı saptanmıştır.

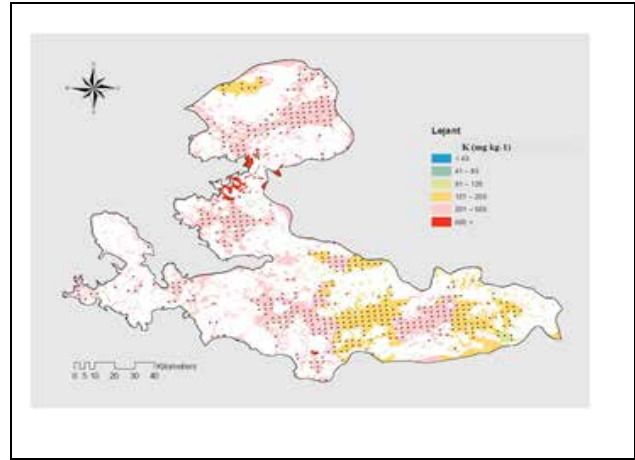


Şekil 10. İzmir ili tarım topraklarının alınabilir fosfor değerlerine ait değişim haritası

Figure 10. Change map of the available phosphorus levels of İzmir agricultural lands

Bitkiler tarafından en çok alınan elementler arasında ikinci sırada yer alan potasyum, toprakta da en fazla bulunan bitki besin elementleri arasında yer alır ve yer kabuğunun yaklaşık %2.5'ini oluşturur. Toprakların potasyum kapsamı, bünyelerine bağlı olarak geniş sınırlar arasında değişim göstermektedir. Kumtaşı ve kuvarsit üzerinde oluşan kaba bünyeli topraklarda yaklaşık 20-25 kgda⁻¹ K₂O bulunmasına karşın, yüksek potasyum içeren kayalar üzerinde oluşmuş ince bünyeli topraklarda 5000-6000 kgda⁻¹ K₂O bulunabilmektedir. Potasyum, bitki büyümesi ve çoğalmasını sürdürmek için ihtiyaç duyulan hemen hemen tüm süreçlerde gereklidir. Ayrıca, büyüyen bitkilerin genel sağlığını iyileştirdiğinden ve hastalıklara karşı savaşmalarına yardımcı olduğundan, "kaliteli" besin maddesi olarak bilinir. Araştırma alanı topraklarında bitkiler tarafından alınabilir K 30.10-2666.20 mgkg⁻¹ arasında değişmekte olup, toprakların %47.21'inde K'nin olduğu bulunmuştur (Şekil 11). Topraksu (1983)'e göre İzmir ili tarım topraklarının %31.8'inde K₂O az,

%16.5'inde orta, %8.1'inde yeter, %43.6'sında ise yüksek K₂O varlığı saptanmıştır.



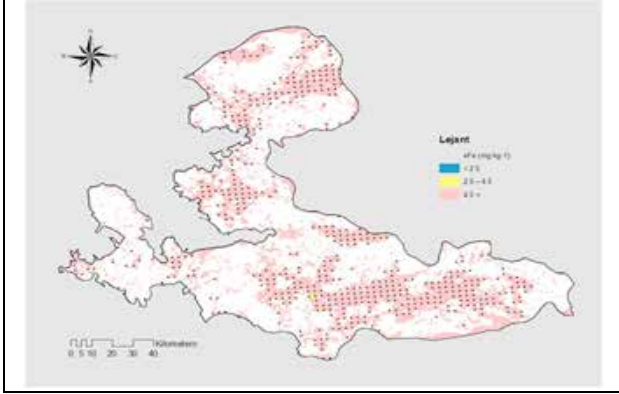
Şekil 11. İzmir ili tarım topraklarının alınabilir potasyum değerlerine ait değişim haritası

Figure 11. Change map of the available potassium levels of İzmir agricultural lands

Mikro elementler, gerek topraklarda gerekse bitkilerde çok küçük miktarlarda bulunurlar, varlıkları ancak milyonda kısım olarak (ppm) ifade edilebilir. Topraktaki yararlı ve bitkideki miktarları çok düşük olmalarına rağmen eksiklikleri söz konusu ise tarımsal üretimin düşmesine yol açarlar. Bitkisel üretimle, topraktan bir yılda sömürülen mikro element miktarı, topraktaki toplam mikro element miktarının çok küçük bir kısmını oluşturur. Bu oran %1'den daha azdır. Bitkilerde çok yoğun olarak mikro element eksiklik belirtileri görüldüğü durumlarda bile topraktaki toplam mikro element miktarları oldukça yüksek ve bitki gereksiniminin üzerindedir. Tarım topraklarında, toplam mikroelement eksikliğinden kaynaklanan ve temel eksiklik diye tanımlanan eksikliğe pek rastlanmaz, ancak, yıkanmanın çok ciddi boyutlarda görüldüğü kumlu topraklarda ve bazı peat topraklarda bu durum görülebilir (Eyüpoğlu vd., 1996).

Topraklarda Fe, genelde yüzeyde oksit ve hidrooksitleri şeklinde bulunur. Fakat toprağın organik madde bölümünde genelde şelatları şeklinde bulunur. Hem mineral ve hemde Fe'nin organik bileşikler toprakta kolayca dönüşür ve organik madde Fe oksitlerin oluşumu üzerine etkileyici rolü vardır. Araştırma alanı topraklarının analiz sonuçlarına göre ekstrakte edilebilir Fe miktarı 2.04-269.70 mgkg⁻¹ arasında değişmekte olup, toprakların %90.84'ünde Fe'nin yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 12). Eyüpoğlu vd. (1996), Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro

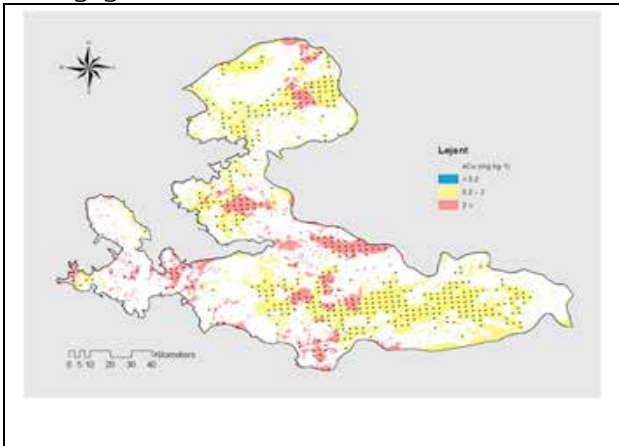
elementler bakımından genel durumunu belirlemek üzere yaptıkları çalışmada İzmir ili topraklarının %20.51'inde <4.5 mgkg^{-1} , %30.77'sini $4.5-9$ mgkg^{-1} , %48.72'sini ise >9 mgkg^{-1} değerlerinde bulmuşlardır.



Şekil 12. İzmir ili tarım topraklarının ekstrakte edilebilir demir değerlerine ait değişim haritası

Figure 12. Change map of the extractable iron levels of İzmir agricultural lands

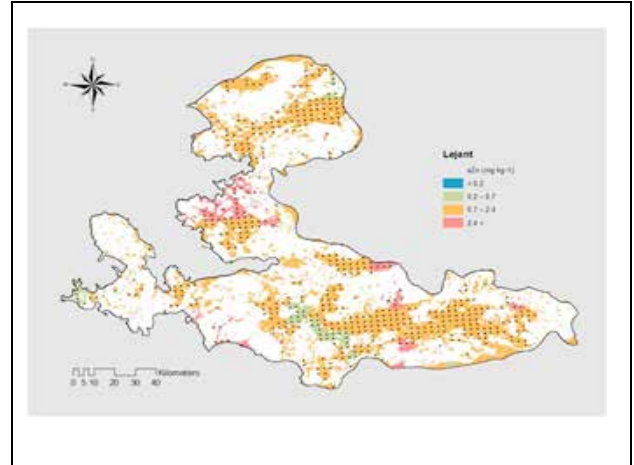
Bakır toprakta en az mobil ağır metal olmasına rağmen, bu metal toprağın tüm tip çözeltilerinde, kompleksleşmiş iyonlar şeklinde ve serbest olarak çok bulunan bir metaldir. Araştırma alanı topraklarının analiz sonuçlarına göre ekstrakte edilebilir Cu miktarı $0.01-30.20$ mgkg^{-1} arasında değişmekte olup, toprakların %69.92'sinde Cu'nun orta düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 13). Eyüpoğlu vd. (1996), Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler bakımından genel durumunu belirlemek üzere yaptıkları çalışmada İzmir ili topraklarının %20.51'inde $0.8-1.0$ mgkg^{-1} , %35.90'ında $1.0-1.6$ mgkg^{-1} , %17.95'inde ise $1.6-2.2$ mgkg^{-1} arasında belirlenmiştir.



Şekil 13. İzmir ili tarım topraklarının ekstrakte edilebilir bakır değerlerine ait değişim haritası

Figure 13. Change map of the extractable copper levels of İzmir agricultural lands

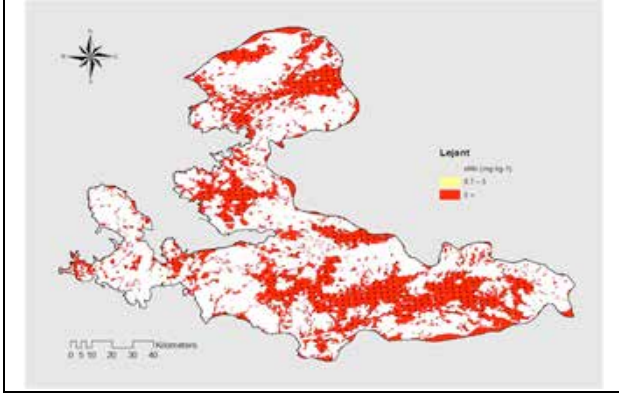
Çinko ZnS şeklindedir. Fakat silikatlarda Mg^{2+} ile yer değiştirdiği bilinir. Havalanma işlemleri sırasında özellikle asit oksitleyici çevrelerde Zn mineralinin çözünmesiyle mobil Zn^{2+} oluşur. Fakat Zn mineral ve organik maddelerce kolayca adsorbe olur ve böylece tüm toprak çeşitlerinde yüzeyde Zn birikimi gözlenir (Bakırcıoğlu 2009). Araştırma alanı topraklarının analiz sonuçlarına göre ekstrakte edilebilir Zn miktarı $0.07-19.14$ mgkg^{-1} arasında değişmekte olup, toprakların %44.42'sinde Zn'nin orta düzeyde olduğu saptanmıştır (Şekil 14). Eyüpoğlu vd. (1996), Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler bakımından genel durumunu belirlemek üzere yaptıkları çalışmada İzmir ili topraklarının %61.54'ünde <0.5 mgkg^{-1} , %30.77'sinde ise $0.5-1.0$ mgkg^{-1} arasında bulunmuştur.



Şekil 14. İzmir ili tarım topraklarının ekstrakte edilebilir çinko değerlerine ait değişim haritası

Figure 14. Change map of the extractable zinc levels of İzmir agricultural lands

Mangan, toprak çözeltilerinde çok sayıda basit ve kompleks iyonları şeklinde olabilir. Bütün Mn bileşikleri toprak için önemlidir. Araştırma alanı topraklarının analiz sonuçlarına göre ekstrakte edilebilir Mn miktarı $2.20-299.60$ mgkg^{-1} arasında değişmekte olup, toprakların %96.61'inde Mn'nin yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 15). Eyüpoğlu vd. (1996), Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler bakımından genel durumunu belirlemek üzere yaptıkları çalışmada İzmir ili topraklarının %15.37'sinde $5-10$ mgkg^{-1} , %53.81'inde $10-20$ mgkg^{-1} , %30.82'sinde ise >20.0 mgkg^{-1} değerlerinde belirlenmiştir.



Şekil 15. İzmir ili tarım topraklarının ekstrakte edilebilir mangan değerlerine ait değişim haritası

Figure 15. Change map of the extractable manganese levels of İzmir agricultural lands

SONUÇLAR

Toprak, insanoğlunun sahip olduğu en önemli varlıkların başında gelmektedir. Tarımsal üretimin temeli topraktır. Hayvansal ve bitkisel üretimi oluşturan tüm maddeler topraktan sağlanır. Tarımda istenilen miktar ve kalitede ürünün elde edilmesinin birinci şartı, toprak verimliliğinin artırılmasıdır. Toprak verimliliğini arttırmada en önemli faktörlerden biri ise bitki besin elementleridir. Gübreleme amacıyla tarım alanlarına uygulanan bitki besin maddeleri, doğru yöntemlerle ve yeterli miktarlarda uygulandıkları takdirde toprak kirliliğine neden olmazlar. Ancak, bitki ihtiyacının çok üzerinde uygulanan ve topraktan kolayca uzaklaştırılmayan bazı besin maddeleri, diğer besin maddelerinin alınmasını engelledikleri için kirlenici unsur olabilirler. Ülkemiz genelinde, ekonomik anlamda tarımsal üretimin yapıldığı yörelerde aşırı ve bilinçsiz gübreleme uygulaması yanında, N, P ve K gübrelemesine dayalı tek yönlü gübreleme, toprakta ve bitkide mikro besin maddesi açlıklarının yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle toprakların özelliklerini saptamadan yapılan tarımdan büyük fayda sağlanamaz. Tarımın ve sanayiinin başarılı olması veya geleceğe yönelik planlamaların doğru yapılabilmesi için ilk önce eldeki materyalin çok iyi tanınması gerekmektedir. Sonuçta bu araştırma, İzmir ili tarım topraklarının özelliklerinin iyi tanınması, tarımın ve gerektirdiği girdilerin planlanmasında büyük fayda sağlayacaktır. Ayrıca, elde edilen haritalar incelenen parametreler yönünden bölgenin genel özellikleri hakkında bilgi niteliğinde olup, yapılacak diğer araştırmalara önemli ön bilgi sağlayacak ve model oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

- Altınbaş Ü, Çengel M, Uysal H, Okur B, Okur B, Kurucu Y, Delibacak S (2004). Toprak bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557, İzmir.
- Bakırcıoğlu D (2009). Toprakta makro ve mikro element tayini. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 134 sayfa.
- Bouyoucos GJ (1951). A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Çağlar KÖ (1949). Toprak bilgisi. Ankara: Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 10.
- Çengel M (2006). Toprak mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 558, İzmir.
- 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.
- Demircan M, Alan İ, Şensoy S (2011). Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak sıcaklık haritalarının çözünürlüğünün artırılması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Doğan HM, Yılmaz DS ve Kılıç OM (2013). Orta Kelkit Havzası'nın bazı toprak özelliklerinin ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması ve yorumlanması, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, Tokat.
- 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 yararlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 72 s., Ankara.
- Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. KHGM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını Teknik Yayın No: T-67, Genel Yayın No: 220 Ankara.
- Korkmaz Başel ED, Çakın K, Satman A (2008). Türkiye'nin yeraltı sıcaklık haritası ve tahmini ısı içeriği, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul.
- Lloyd CD (2007). Local models for spatial analysis, CRC Press, 21-22p.
- Mulla DJ, AB McBratney (2001). Soil spatial variability, pp. 343-374. In A.W. Warrick (ed.). *Soil Physics Companion*. CRC Press. USA.
- Nelson DW, Sommers LE (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 SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circular Nr 939*, US Gov. Print. Office, Washington, D.C.

Özden AF (2006). Dünya CBS günü, Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumu Yıldız-Beşiktaş/İstanbul.

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.

Richards LA (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S.A: U.S. Department of Agriculture, Handbook 60.

Roberts JC (1979). Principles of land use planning ame, Soc. Agr., No: 21. (47)s.

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.

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.

Thompson, LM (1950). The mineralisation of organic phosphorus, nitrogen and carbon in virgin and cultivated soils. Ph.D. Thesis Iowa State College.

Topraksu (1983). İzmir ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu. Topraksu Genel Müdürlüğü yayınları. TOVEP yayın no: 09. Genel yayın no: 737.

Wilding LP (1985). Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys, pp. 166-194. In D.R. Nielsen and J. Bouma (eds.). Soil Spatial Variability: Pudoc, Wageningen, Netherlands.