

Muğla İlinde Yetiştirilen Zeytin (*Olea europaea* L.) Ağaçlarının Bor ve Makro Elementler Yönünden Beslenme Durumunun Belirlenmesi, Toprak ve Bitki İlişkileri

Aişe Deliboran¹, Muzaffer Kerem Savran¹, Özgür Dursun¹, Önder Eralp¹, Tülin Pekcan¹, Hatice Sevim Turan¹, Erol Aydoğdu¹, İdris Çılgın¹, Handan Ataol Ölmez¹, Şule Savran¹, Ferište Öztürk Güngör¹, Ayşen Yıldırım¹, Abdullah Suat Nacar²

¹Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir, Türkiye

²GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa, Türkiye.

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

Geliş tarihi (Received) : 03.03.2020

Kabul tarihi (Accepted): 16.07.2020

DOI: 10.21657/topraksu.690834

Öz

Bu çalışma, Muğla ilinde zeytin yetiştiriciliği yapılan toprakların ve zeytin bitkisinin bor ve makro elementler yönünden beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla Muğla ili Datça, Köyceğiz, Milas, Ula, Seydikemer ilçelerinden toplam 125 bahçeden toprak ve yaprak örnekleri eş zamanlı olarak alınmıştır. Toprak örneklerinde; tekstür, pH, EC, kireç, organik madde, ekstrakte edilebilir P, K, Ca, Mg, Na; yaprak örneklerinde ise toplam P, K, Ca ve Mg analizleri yapılmıştır. Araştırma alanı topraklarının büyük çoğunluğu kumlu-tın ve killi-tın bünyeye sahiptir, organik madde içeriği düşüktür. Hafif alkalın, nötr ve orta asit özelliğine sahip topraklar tuzsuz sınıfında yer almıştır ve büyük çoğunluğu yüksek kireç içermektedir. Toprak ve yaprak analiz sonuçlarına göre; Araştırma alanı topraklarında B, P, K açısından ciddi beslenme sorunlarının yaşandığı tespit edilmiştir. Ca ve Mg bakımından da çok ciddi oranda olmasa da beslenme sorunlarının yaşandığı saptanmıştır. Ayrıca toprağın besin maddesi miktarları ile yapraktaki besin maddeleri arasında güvenilir düzeyde korelatif ilişkiler elde edilmiştir. Muğla ilinde gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, etkili gübreleme programı, yöntemi ve zamanının son derece önemli olduğu anlaşılmaktadır. Zeytin tarımında kaliteli ve yüksek verimli üretim; dengeli gübreleme, organik gübre ilavesi ve diğer teknik uygulamalarla ilgilidir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, bor, toprak verimliliği, bitki besleme, Muğla

Determination of Nutritional Status of Olives (*Olea europaea* L.) Grown in Izmir Province in Terms of Boron and Other Elements

Abstract

This study was conducted to determine the nutritional status of olive cultivated land and olive plant in Muğla province in terms of boron and other elements. For this purpose, soil and leaf samples were collected from 125 gardens in Datca, Koycegiz, Milas, Ula, Seydikemer In soil sample were made texture, soil reaction, electrical conductivity, lime, organic matter, extractable boron, phosphorus, potassium,

A. Deliboran 0000-0002-0816-9535

K. Savran 0000-0002-9048-4947

Ö. Dursun 0000-0001-6849-3946

Ö. Eralp 0000-0002-3155-2022

T. Pekcan 0000-0002-5534-2548

H. S. Turan 0000-0003-4266-7420

E. Aydoğdu 0000-0001-8682-4227

İ. Çılgın 0000-0002-3080-4371

H. A. Ölmez 0000-0003-4577-8804

Ş. Savran 0000-0001-6105-2407

F. Ö. Güngör 0000-0002-0678-7305

A. Yıldırım 0000-0002-4122-273x

A. S. Nacar 0000-0002-8372-7381

calcium, magnesium, sodium analyzez. In plants samples were determined total boron, phosphorus, potassium, calcium, magnesium. The vast majority of the research area has sandy-tin and clayey-tin structure and low organic matter content. Lightly alkaline, neutral and medium acidic soils are in the salt-free class and contain about high lime. According to soil and leaf analysis results; Although all of the soil contains sufficient boron, the lack of boron in 93% of the leaves indicates that the plant does not benefit from the existing boron. It was determined that there was serious nutritional problems in terms of B, P, K. At the least, there was nutriotional problems in terms of Ca and Mg. Also, secure correlative relationships between the amounts of nutrient in the soil and the amounts of nutrient in the leaf were obtained. Considering the results of this study conducted in Muğla province, it is understood that effective fertilization program, method and time are extremely important. High quality and high yield production in olive agriculture; balanced fertilization, addition of organic fertilizers and other technical applications

Keywords: Olive, boron, soil fertility, plant nutrition, macro element

GİRİŞ

Dünya ham tane zeytin üretimi 2013 yılında 10.2 milyon ha alanda 20.3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Zeytin üretiminde lider durumda bulunan ülke 7.9 milyon ton üretimiyle İspanya'dır (FAO, 2013). Türkiye Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi'nin 2014 yılı verilerine göre Türkiye'de 1.4 milyon ton ham tane zeytinden, 439 bin ton sofralık zeytin ve 190 bin ton zeytinyağı elde edilmiştir (UZZK, 2014). Türkiye yıldan yıla değişimler göstermekle birlikte ham tane zeytin ve zeytinyağı üretiminde İspanya, İtalya ve Yunanistan'ın ardından 4. sırada, sofralık zeytin üretiminde ise yine İspanya'nın ardından 2. sırada yer almaktadır (IOC, 2014). Türkiye'de 439.000 ton sofralık, 1.330.000 ton yağlık zeytin üretimi yapılmış, ortalama verim sofralık zeytinde 10 kg ağaç⁻¹, yağlık zeytinde ise 14 kg ağaç⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin toplam zeytin üretiminin 1.769.000 ton olduğu düşünüldüğünde 940.034 ton üretimiyle Ege Bölgesi'nin % 53'lük bir paya sahip olduğu, İzmir ve Muğla illerinin Ege Bölgesi zeytin üretimindeki payının ise sırasıyla % 32 ve % 19 olarak gerçekleştiği görülmektedir (TUİK, 2014). Türkiye'de üretilen zeytinin yaklaşık % 65-70'i zeytinyağı üretiminde kullanılmaktadır.

Zeytin ağacında periyodisiteden dolayı zeytin ve zeytinyağı üretimi yıllara göre inişli çıkışlı bir grafik izlemekte ve üretime bağlı olarak bir yıl düşük (yok yılı) bir yıl yüksek (var yılı) ürün alınmaktadır. Ayrıca diğer ürünlerde olduğu gibi zeytin ağaçlarının da gübrelendiği ancak bu uygulamalarda bilimsel esaslara uyulmadığı, genelde tek taraflı ve çoğunlukla da yalnızca azotlu gübreleme yapıldığı izlenmektedir. Bu nedenlerle zeytinliklerde verim ortalamamız yağlık çeşitlerde 11 kg da⁻¹'a kadar

gerilemiş durumdadır. Dünya ortalamalarının altında olan zeytin verimini artırmak, kaliteyi düzeltmek ve periyodisiteden kaynaklanan üretim dalgalanmalarını azaltmak zeytin tarımımızın esas hedefleridir (Doran ve Aydın, 1999; TUİK, 2011; Deliboran vd., 2019b). Ancak son yıllarda iklim koşullarının düzelmesi, yeni zeytin fidanlarının dikimi ve zeytin üretiminin özendirilmesi konusundaki çalışmaların da etkisiyle zeytin üretimi artış göstermiştir. Yine de uygun bakım, hasat ve sulama tekniklerinin tam olarak uygulanamaması gibi sebeplerle var ve yok yılları arasındaki üretim farkı büyük olmaktadır. Zeytin üretimindeki olumlu gelişmelere paralel olarak son yıllarda zeytin sıkma tesislerinin modernleşmesi, kapasitelerinin artması ve modern rafine zeytinyağı işleme tesislerinin devreye girmesiyle birlikte zeytinyağı üretim miktarı ve kalitesinde de ilerleme kaydedilmiştir (Deliboran vd., 2019a). Türkiye ekonomisi için çok önemli bir bitki olan zeytin, araştırmanın yürütüldüğü ilin çiftçileri ve ekonomisi için daha da önemlidir. Türkiye'de yaklaşık 400.000 aile geçimini zeytincilikten sağlamaktadır. Bu bakımdan bölgede yapılacak çalışmalar ile zeytin verimi ve özellikle de kalitesinin (besin değeri) artırılması ülke ve bölge ekonomisine büyük katkılar sağlayacaktır.

Sofralık zeytin ve zeytinyağının yüksek oranda tüketildiği ülkelerde kalp ve damar rahatsızlıkları nedeniyle gerçekleşen ölümlerin daha az rastlandığı bildirilmiştir. Fransa'da yapılan bir araştırmada Akdeniz diyetiyle beslenen insanlarda yaşam süresinin ve konforunun daha yüksek olduğu rapor edilmektedir (Tripoli vd., 2005). Sağlık konusundaki olumlu etkisinden dolayı zeytine olan ilgi gittikçe artmaktadır. Bu bağlamda özellikle

antioksidanlar, lifli besinler ve mikro besin maddeleri bakımından zengin bitkisel gıdaların üretimi önem kazanmaktadır (Deliboran ve Savran, 2017; Deliboran vd., 2019a). Mevcut üretim miktarıyla bile zeytin ve zeytinyağının ülke ekonomisine katkısı küçümsenmeyecek düzeydedir. Ancak Türkiye birim alandan elde edilen ürün, kalite ve dışsatım açısından bazı ülkelerden geridedir. Bu da zeytin ve zeytinyağı üretiminin henüz istenilen düzeye ulaşamadığının bir göstergesidir. Yeni tarım alanları açılmasının sınırlı olması nedeniyle tarımsal üretimin artırılmasında en uygun çözüm, birim alandan alınan ürün miktarının artırılması olarak görülmektedir. Bunun için de verimi artırıcı her türlü teknik ve kültürel bakım işleri önem kazanmaktadır. Örneğin bitki besleme alanında farklı ülkelerde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar gübre uygulamalarının verim üzerine % 50 olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Ancak bu uygulamanın bilinçli ve dengeli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Dengeli gübreleme, toprak analizine göre toprakta yeterli ve uygun oranlarda bulunmayan bütün besin elementlerinin uygun zamanda, uygun formda, uygun miktarda ve uygun şekilde bitkilere verilmesidir (Deliboran ve Savran, 2017). Dengeli bir gübreleme araştırmanın yürütüleceği bölge topraklarında daha büyük önem taşımaktadır. Bölgedeki zeytinliklerin genellikle meyilli arazilerde yer alması ve bakım tedbirlerinin tam olarak uygulanmaması gibi nedenlerle beslenme problemlerine sık rastlanmaktadır. Zeytin ağaçları diğer meyve türlerine oranla olumsuz koşullara daha dayanıklı olmakla beraber beslenme yetersizliğinden verim ve kalite düşmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Nitekim son yıllarda yapılan çalışmalarda söz konusu bölge topraklarında mikro besin elementleriyle ilgili beslenme problemlerinin yaygınlık gösterdiği ortaya konulmuştur. Türkiye zeytinliklerinin beslenme durumlarını belirleme konusunda yapılan sörvey çalışmalarında, önem sırasına göre en çok B, Zn, K ve N noksanlıklarının bulunduğu belirlenmiştir (Dikmelik, 1989; Genç vd., 1991; Aksalman vd., 1993; Tekin vd., 1990; Doran ve Aydın, 1999). Mikro besin elementleri bitkiler tarafından çok az miktarlarda alınmasına rağmen bitki metabolizmasında önemli işlevlere sahiptir. Bu elementlerden biri de bor'dur. Bor, bitkilerin gelişebilmesi için mutlak gerekli olan mikro besin elementlerinden birisidir. Bu nedenle mutlak gerekli mikro besin elementleri arasında bulunan bor, noksanlık ve toksisite belirtileri ile en yaygın

olarak görülmektedir. Böyle olunca da borun bitki beslemede ki rolü oldukça dikkat gerektiren bir konum kazanmaktadır (Deliboran vd., 2019a).

Bor hücre bölünmesinde anahtar rol oynamaktadır. Bu nedenle borun meyve gelişiminin ilk haftasında meyve dokusunda yeterince yer alması meyvelerin iri olmasını etkilemektedir (Dugger, 1973). Bor noksanlığı, ürün artışında iklim koşullarına da bağlı olarak diğer mikro besin maddelerinden daha fazla etki göstermektedir. Bu nedenle ürünün çok olduğu yıl diğer mikro element gübrelemelerinden çok daha önemli bir yere sahiptir (Reisenauer vd., 1973). Zeytin bor eksikliği görülen bitkiler arasında yer almaktadır (Demirtaş, 2005; Deliboran vd., 2019a). Yapılan son araştırmalar borun genaratif organlarda yeterli düzeyde bulunmasının verimlilik açısından gerekli olduğunu ve hatta bor noksanlığı belirtisi görülmeyen meyve ağaçlarında bile dışsal bor takviyesinin antepfıstığı, badem, zeytin, elma, vişne gibi çeşitli meyve türlerinde verimi arttırdığını göstermektedir (Hanson, 1991a; Nymora vd., 1997; Stover vd., 1999; Perica vd., 2001b).

Sonuç olarak zeytin/zeytinyağı verim ve kalitesinin artırılması bölge çiftçisi ve sonuçta ülke ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu da ancak mevcut üretim alanlarının beslenme sorunlarının tespit edilmesi ve elde edilecek sonuçlara göre yapılacak gübreleme çalışmaları ile mümkün olabilecektir. Bu çalışma ile Muğla ilindeki zeytin bahçelerinin bor ve makro elementler yönünden beslenme durumunu toprak-yaprak analizleri ile incelemek, elde edilen sonuçları referans değerlerle karşılaştırmak, çeşitli nedenlerle ortaya çıkan sorunları ve toprak bitki ilişkilerini saptamak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyalini oluşturan toprak ve yaprak örnekleri Muğla ilinin Datça, Köyceğiz, Milas, Ula, Seydikemer ilçelerinde zeytin üretimi yapılan bahçelerden eş zamanlı olarak alınmıştır. Alınan örnek sayıları ile üretim alanları Çizelge 1'de yer almaktadır.

Örnekleme metodu, örnek alınan yerlerin seçimi ve toprak örneklerinin alınması

Yaprak ve toprak analizlerine dayalı tarama (sörvey) çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 125 farklı zeytin bahçesinden toprak ve yaprak örneği eş zamanlı olarak Kasım-Aralık aylarında alınmıştır.

Çizelge 1. Toprak ve bitki örnekleri sayısı ve ilçelere göre dağılımı
Table 1. Number and distribution of soil and plant samples by district

İlçeler	Toprak Örneği Sayısı (adet)	Toprak Örneklerin Dağılımı (%)	Yaprak Örneği Sayısı (adet)	Yaprak Örneklerinin Dağılımı (%)
Datça	2	1.60	2	1.60
Köyceğiz	4	3.20	4	3.20
Milas	80	64.00	80	64.00
Ula	9	7.20	9	7.20
Seydikemer	30	24.00	30	24.00
Toplam	125	100.00	125	100.00

Yaprak örnekleri bahçeyi temsil edecek şekilde farklı ağaçlardan Doğu, Güney, Batı ve Kuzey yönleri olmak üzere ağaçların 4 farklı yönünden, ağaç tacının orta kısmına gelen bir yıllık dallardan karşılıklı yaprak çiftinin alınması şeklinde, toplamda 50 adet olmak üzere sapsarı ile birlikte kopararak (Doren ve Aydın, 1999), toprak örnekleri de 0-30 cm derinliğinden alınmıştır. Örnek alma işlemi GPS ile koordinatlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Alınan örneklerin laboratuvar analizlerine hazırlanması

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri, taş ve bitki parçacıkları ayıklanarak temiz ambalaj kâğıtları üzerine serilerek havada kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan topraklar tahta tokmaklarla dövülerek 2 mm'lik çelik elekten geçirilmiş, cam kavanozlara konularak etiketlenmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Laboratuvara getirilen yaprak örnekleri ise önce çeşme suyu, sonra sırası ile 0.1 N HCl ve 2 defa deiyonize su ile yıkandıktan sonra fazla suları kurutma kağıdı ile alınarak hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 °C de 48 saat (sabit ağırlığa gelinceye kadar) kurutularak ve tungsten kaplı değirmende öğütülerek analize hazır duruma getirilmiştir.

Toprak analiz metotları

Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları hidrometre yöntemine göre, toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile, elektriksel iletkenlik ($EC \times 10^6 \mu\text{mhos cm}^{-1}$) yine saturasyon çamurunda elektriki geçirgenlik aleti ile, kireç ($\text{CaCO}_3\%$) Scheibler Kalsimetresiyle volümetrik olarak, organik madde (%) Walkey-Black metoduyla, alınabilir kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve potasyum (K) 1 N amonyum asetat (pH=7.0) ile ekstrakte edilerek süzektteki

Ca, Mg, Na ve K miktarının ICP-OES ile ölçülmesi sonucunda Tüzüner (1990) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Alınabilir fosfor (P) Olsen (1972)'nin NaHCO_3 metoduyla, alınabilir B miktarı ise Gupta (1967) ile Gestring ve Soltanpour (1981) tarafından önerilen sıcak su ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiş ve ölçümler ICP-OES ile yapılmıştır (Kacar, 1982).

Bitki analiz metotları

Öğütülen bitki kısımlarından 0.3 g alınıp kapalı sistem mikrodalga cihazında (Cem MarsXpress) 5 ml % 65'lik HNO_3 ve 3 ml dH_2O ile çözündürüldükten sonra son hacimleri ultra deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanmış ve mavi bantlı filtre kağıdından süzülmüş, elde edilen süzüklerdeki B ve diğer besin elementlerinin konsantrasyonu ICP-OES (Varian, Vista) ile belirlenmiştir (Zarcinas vd., 1987). Mineral konsantrasyonlarının ölçümleri Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST, Gaithersburg, MD, USA)'nden temin edilen referans bitki materyallerindeki ilgili minerallerin sertifikalı değerleri ile kontrol edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür: Deliboran vd. (2019b)'a göre toprakların kum, kil, silt içerikleri sırasıyla % 19.52-78.40; % 6.88-58.88; % 6.72-49.44 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çizelge 4'de görüldüğü üzere, Anonymus (1951)'e göre toprakların % 51.16'sı kumlu-tın, % 17.05'si killi-tın, % 15.50'si kumlu-killi-tın, % 8.53'ü killi, % 3.88'i tınlı, % 3.10'u kumlu killi ve geriye kalanı ise tınlı kumlu bünyeye sahiptir (Deliboran vd., 2019b). İyi havalanan, taban suyu düşük, tınlı, killi-tınlı, kumlu-tınlı bünyeli (Kacar ve Katkat, 1999), genellikle % 34-65 kum, % 24-28 kil içeren hafif bünyeli toprak (Özbek, 1981; Mengel ve Kirkby, 1987) zeytin gelişimi için uygundur. Zeytin ağacının kumlu-tınlıdan killi-tına kadar farklı bünyeye sahip topraklarda yetişebildiği (Çolakoğlu, 1985) ve çalışmadaki tekstür sınıfları bir bütün olarak dikkate alındığında araştırmacılara göre araştırma alanının büyük çoğunluğunun hafif bünyeli olduğu ve zeytin tarımına uygun oldukları anlaşılmıştır (Deliboran vd., 2019b). Zeytinin beslenme durumunun saptanması amacıyla yapılan bazı çalışmalarda toprakların İzmir ilinde killi-tın (Aydoğdu, 2011); Gemlik bölgesinde tınlı ve killi-tın (Uysal vd., 2011), Armutlu yarımadasında killi-tın, tınlı ve kumlu (Uysal vd., 2016); Kapıdağ yarımadasında tınlı ve killi-tınlı (Sağlam vd., 2008);

Çizelge 2. Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir P, K, Ca, Mg ve Na, konsantrasyonları değerleri en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 2. The lowest, highest and average values of the extractable P, K, Ca, Mg ve Na concentration of soil samples

Değerler	Bünye			pH	EC	Kireç	OM	B
	Kum	Kil	Silt					
	(%)				(dS m ⁻¹)	(%)	(%)	(mg kg ⁻¹)
En düşük	19.52	6.88	6.72	5.12	0.05	1.36	0.86	0.68
En yüksek	78.40	58.88	49.44	8.36	1.16	74.50	5.74	4.40
Ortalama	48.71	24.33	26.94	7.19	0.34	17.27	2.49	1.43
Basıklık	-0.7211653	-0.1055252	-0.308883	0.4838778	2.4207673	0.8635454	0.7589452	2.0749436
Çarpıklık	0.090115	0.598046	0.1030398	-1.2920353	1.4623825	1.5509029	0.8135895	1.40744
Ortanca	46.96	22.16	26.72	7.53	0.27	4.87	2.39	1.24
StdS	13.35221	10.291737	8.5590901	0.7783566	0.2043582	23.471269	0.936655	0.59180138
Varyans	178.28151	105.91984	73.258023	0.6058389	0.0417623	550.90047	0.8773226	0.35022888
DK	27.416399	42.546276	31.793765	10.814473	61.331981	138.57101	37.76591	42.0480719

Derik bölgesinde ise tınlı ve killi-tınlı (Doran vd., 2008) bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir (Deliboran vd., 2019b).

pH: Deliboran vd. (2019b)'a göre toprakların pH değeri 5.12 ile 8.36 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Toplam alan içinde toprakların % 50.39'i hafif alkali, % 22.83'ü nötr, ve % 22.44'ü orta asit, % 3.94'ü alkali karakterdedir (Çizelge 4). Araştırmacılara göre zeytin ağacının geniş bir toprak reaksiyonunda yetişebildiği (Hartmann ve Lilleland, 1966; Özbek, 1981; Llamas, 1984); hafif asidik (pH 6.5) ve hafif alkali (pH 7.8) topraklarda iyi gelişim gösterdiği ve araştırma alanı topraklarının % 50.39'nun hafif alkali ve % 22.83'nün nötr karakterde olduğu dikkate alındığında bölge topraklarının bu açıdan zeytin tarımına uygun olduğu anlaşılmıştır. Araştırmacılar ayrıca alkali reaksiyon gösteren topraklarda (% 1.55) pH'yı düşürmek amacıyla kontrollü olarak sonbaharda tercihen çiftlik gübresi ile birlikte toz kükürt uygulanması gerektiğini veya fizyolojik asit karakterli gübrelerin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Zeytinin beslenme durumunun saptanması amacıyla yapılan bazı çalışmalarda toprakların Batı Anadolu Bölgesi'nde nötr ile orta alkali; Gemlik bölgesinde nötr ve hafif alkalın karakterli, (Uysal vd., 2011), Armutlu yarımadasında asit karakterde (Uysal vd., 2016); Kapıdağ yarımadasında büyük çoğunluğunun hafif ve orta asit (Sağlam vd., 2008); İzmir (Aydoğdu, 2011), Derik (Doran vd., 2008) ve Urfa (Söylemez vd., 2017) illerinde hafif alkali olduğu belirlenmiştir (Deliboran vd., 2019b).

EC: Deliboran vd. (2019b)'a göre EC değerleri 0.05 ile 1.16 dS m⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 2). Anonymus (1951)'a göre toprakların % 100'ü tuzsuz sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Araştırmacılar zeytin ağaçlarının tuza orta derecede mukavim bitkiler (Özbek, 1981; Llamas, 1984) olduğu göz önüne aldıklarında, araştırma alanı topraklarının tuzluluk açısından zeytin yetiştiriciliğine sorun teşkil etmeyeceğini, herhangi bir tuzluluk sorununun şimdilik yaşanmadığını ifade etmişlerdir (Deliboran vd., 2019b). Kasırga (2009), Gemlik çeşidi için Na kaynaklı tuzluluk zararının başladığı noktanın 4.0 dS m⁻¹ ile 8.0 dS m⁻¹ arasında bulunduğunu, NaCl tuzunun diğer önemli bileşeni olan Cl elementi ele alındığında ise bitki analiz sonuçları Cl kaynaklı olası tuzluluk zararının başladığı noktanın köklerde kontrol uygulaması ile 4.0 dS m⁻¹ arasında, yapraklarda ise 4.0 dS m⁻¹ ile 8.0 dS m⁻¹ arasında olduğunu ifade etmektedir. Zeytinin beslenme durumunun saptanması amacıyla yapılan bazı çalışmalarda toprakların tamamının tuzsuz sınıfta yer aldığı (Sağlam vd., 2008; Aydoğdu, 2011; Turan vd., 2013; Söylemez vd., 2017) bildirmişlerdir. Armutlu yarımadasında ise zeytinliklerin % 96'sı tuzsuz sınıfta (Uysal vd., 2016); Derik bölgesinde ise çoğunlukla az tuzlu (Doran vd., 2008) sınıfta belirlenmiştir (Deliboran vd. 2019b).

Kireç: Deliboran vd. (2019b)'a göre toprakların kireç içerikleri % 1.36 ile % 74.50 arasında değişmiştir (Çizelge 2) ve Evliya (1964)'e göre toprakların % 34.40'ı düşük, % 16.00'i kireçli, % 16.00'i yüksek, % 9.60'ı çok yüksek ve % 24.00'i aşırı sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Zeytin genellikle

yoksul toprakların varsıl bitkisi olarak bilinir, kireçli topraklarda gayet iyi gelişir (Kaçar ve Katkat, 1999). Zeytinin kireç bakımından geniş bir sınıra tolerans gösterdiği ve verimliliğinden bir şey kaybetmediği bilinmektedir (Çolakoğlu, 1985). Bununla beraber en iyi gelişmeyi % 9-19 oranında yani orta derecede kireç içeren topraklarda gösterir (Hartmann ve Lilleland, 1966; Llamas, 1984; Mengel ve Kirkby, 1987). Araştırmacılara göre çalışma sonucunda zeytinliklerin % 34.40'nın düşük kireç içerdiği görülmüştür. Zeytin gerçekte geniş toprak reaksiyonunda yetişebilen, kirece tolerans gösteren ve kuraklığa dayanıklı bir bitki olduğu, kaliteli ve bol ürün için özel şartların karşılanmasını gerektiği (Özbek, 1981; Llamas, 1984), bu nedenle de bölgede kireci düşük alanlarda toprak özelliklerini belirlemek koşuluyla ve kireçleme materyalinin özelliklerini de dikkate alarak, uygun miktarda kireçleme yapılmasının yararlı olacağı ifade edilmiştir. Araştırma alanı topraklarının yaklaşık % 60'ının yüksek kireç içerdiği (Çizelge 4), bu alanlarda kimyasal gübrelemede kireç oranı düşük gübrelerin seçilmesi ve organik gübre uygulamalarına önem verilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Zeytinin beslenme durumunun saptanması amacıyla yapılan bazı çalışmalarda Batı Anadolu Bölgesinde toprakların % 32.84'ü kireç bakımından düşük, % 29.35'i kireçli, % 19.90'ı yüksek ve % 17.91'i de kireç bakımından çok yüksek (Turan vd., 2013); İzmir ilinde % 50'si kireççe zengin (Aydoğdu, 2011); Kapıdağ yarımadasında büyük çoğunluğunun az kireçli seviyesinde olduğu (Sağlam vd., 2008); Derik bölgesinde ise CaCO₃ seviyelerinin % 5.03-13.41 arasında değişim gösterdiği ve kireççe zengin topraklar sınıfında yer aldığı (Doran vd., 2008) ve Urfa bölgesinde % 47.06'sinin fazla kireçli, % 32.35'inin ise çok fazla kireçli (Söylemez vd., 2017) olduğu, Armutlu yarımadasında ise zeytinliklerin kireç içermediği (Uysal vd., 2016) belirlenmiştir (Deliboran vd., 2019b).

Organik madde: Deliboran vd. (2019b)'a göre organik madde içerikleri % 0.86 ile % 5.74 arasında değişmiş (Çizelge 2) ve Thun vd. (1955)'e göre % 68.00'ü az humuslu, % 31.20'si humusça fakir sınıfında yer almıştır (Çizelge 4). Çalışmaya göre zeytinliklerin organik madde kapsamalarının düşük olduğu, oransal olarak da büyük çoğunluğunun az ve çok az sınıfına girdiği görülmektedir. Zeytinin, iyi havalandırılan ve yeterli miktarda nem bulunan toprakları sevmesi

nedeniyle araştırmacılara göre bu ortamı yaratan ve ticari gübrelerinin etkinlik derecesini yükselten ahır gübresinin topraklara yeterince ve doğru olarak uygulanması gerektiği, toprağın organik ve inorganik gübreleme ile kombine edilerek ideal bir yetiştirme ortamı oluşturulması gerektiği (Özbek, 1981; Çakır ve Çavuşoğlu, 1988), toprak organik madde düzeyinin iyileştirilmesi için sürüm tekniklerine, ahır gübresinin yaygın kullanımına ve yeşil gübrelemeye özel önem verilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Toprakların organik madde içerikleri Batı Anadolu Bölgesinde % 26.37'si çok düşük, % 58.21'i düşük, % 12.44'ü yeterli ve % 2.98'i yüksek (Turan vd., 2013); İzmir ili (Aydoğdu, 2011) ve Kapıdağ yarımadasında (Sağlam vd., 2008) tamamı düşük; Gemlik bölgesinde % 22.7'i az ve çok az, % 47.7'i orta ve % 29.7'i yüksek ve çok yüksek düzeyde (Uysal vd., 2011), Armutlu yarımadasında % 28.9'u düşük, % 30.9'u orta ve % 40.2'i yüksek ve çok yüksek düzeyde (Uysal vd., 2016) belirlenmiştir. Derik bölgesinde % 1.29-1.98 arasında değişim gösterirken (Doran vd., 2008), Şanlıurfa ilinde % 0.37-2.32 arasında değişmiştir (Söylemez vd., 2017) ve her ikisinde de yetersiz olduğu ifade edilmiştir (Deliboran vd., 2019b).

Eksrakte edilebilir P, K, Ca, Mg ve Na

Toprakların ekstrakte edilebilir P içerikleri 0.07 ile 42.56 mg kg⁻¹ arasında değişmiş, Ülgen ve Yurtsever (1974)'e göre % 12.00'ü çok yüksek, % 5.60'ı yüksek, % 7.20'si orta, % 16.00'ü az ve % 59.20'si çok az sınıfında yer almıştır. Ekstrakte edilebilir K içerikleri 19.93 ile 710.37 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve FAO (1990)'a göre % 11.20'si çok az, % 27.20'i az, % 44.00'u orta, % 16.80'i iyi, % 0.80'ni fazla sınıfında yer almıştır. Ekstrakte edilebilir Ca içerikleri 392 ile 7013 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve % 18.40'ı az, % 31.20'si yeterli, % 50.40'ı fazla sınıfında yer almıştır. Ekstrakte edilebilir Mg içerikleri 32.18 ile 1069.37 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve % 7.20'si çok az, % 36.80'isi az, % 43.20'si yeterli, % 12.80'ü fazla sınıfında yer almıştır. Toprakların ekstrakte edilebilir Na içerikleri ise 1.13 ile 200.22 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve Loue (1968)'e göre toprakların % 100.00'ü çok düşük seviyede yer almıştır (Çizelge 3; 5). Araştırma sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde P ve K bakımından toprakların yaklaşık % 82.40'ı; Ca açısından % 18.40'ı; Mg açısından % 44.00'ü beslenme sorunları yaşamaktadır. Zeytinde fosfor gereksinimi azot ve potasyum kadar yüksek olmasa da bu ihtiyacın gübreleme ile karşılanması

Çizelge 3. Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir P, K, Ca, Mg ve Na, konsantrasyonları değerleri en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 3. The lowest, highest and average values of extractable P, K, Ca, Mg and Na concentrations of soil samples

Değerler	P	K	Ca	Mg	Na
	(mg kg ⁻¹)				
En düşük	0.07	19.93	392	32.18	1.13
En yüksek	42.56	710.37	7013	1069.37	200.22
Ortalama	7.98	176.78	3492	236.44	18.90
Basıklık	2.02808318	2.86223778	2.16534471	1.94763936	0.00821472
Çarpıklık	15.9112	1.568	1.10064	12.48392	3488.48
Ortanca	8.39	1.25	0.72	12.21	3523
StdS	16.7789348	1.20540851	1.04915768	7.91152415	1958.7456
Varyans	281.532654	1.45300968	1.10073185	62.5922143	3836684.33
DK	105.45361	76.8755428	95.3225109	63.3737171	56.1489704

önemlidir (Kacar ve Katkat, 1999). Zeytin ağaçları için toprak reaksiyonundan çok toprağın Ca içeriğinin gelişmeye daha etkili olduğu ve değişebilir kalsiyumun 2000 mg kg⁻¹'dan, fosforun 20 mg kg⁻¹'dan çok, potasyumun ise 100-120 mg kg⁻¹ olması gerektiği bildirilmektedir (Hartmann ve Lilleland, 1966; Llamas, 1984; Mengel ve Kirkby, 1987; Deliboran vd., 2019b). Bu bağlamda araştırma alanında söz konusu beslenme sorunlarının giderilmesi için P, K, Ca ve Mg gübrelemesine önem verilmesi gerektiği söylenebilir. Zeytinin beslenme durumunun saptanması amacıyla Batı Anadolu Bölgesinde yapılan bir çalışmada P, K, Ca, Mg içerikleri bakımından toprakların sırasıyla yaklaşık % 84; % 46; % 73; % 87'si yeterli ve yüksek sınıfta belirlenmiştir (Turan vd., 2013). Bir diğer çalışmada İzmir ilinde Uslu ve Domat zeytin çeşitlerine ait topraklarda P, K, Ca, Mg içeriklerinin sırasıyla 33.37-75.90 mg kg⁻¹ / 33.71-82.12 mg kg⁻¹; 171.61-316.67 mg kg⁻¹ / 214.15-471.52 mg kg⁻¹; 2457.75-4453.63 mg kg⁻¹ / 2484.40-5564.6 mg kg⁻¹ ve 104.39-215.72 mg kg⁻¹ / 112.76-268.89 mg kg⁻¹ arasında değiştiği Mg haricinde hepsinin yeterli ve yüksek sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir (Aydoğdu, 2011). Derik bölgesinde zeytinliklerin alınabilir P, K, Ca ve Mg içerikleri sırasıyla 13.7-26.6 mg kg⁻¹; 260-460 mg kg⁻¹; 2200-3000 mg kg⁻¹ ve 695-1223 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve hepsi yeterli sınıfta belirlenmiştir (Doran vd., 2008). Şanlıurfa ilinde ise alınabilir P, K, Ca ve Mg içerikleri sırasıyla 1.68-22.48 mg kg⁻¹; 228-678 mg kg⁻¹ ve 1242-8516 mg kg⁻¹; 127 mg kg⁻¹ ile 951 mg kg⁻¹ arasında değişmiş, P bakımından yaklaşık % 82.35'i az, Ca ve Mg bakımından ise büyük çoğunluğu yeterli ve fazla sınıfta belirlenmiştir (Söylemez vd., 2017).

Eksrakte edilebilir B

Deliboran vd. (2019b)'a göre Muğla ilinde zeytin tarımı yapılan bahçelere ait toprakların ekstrakte edilebilir B içerikleri 0.68 ile 4.40 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 2). Araştırmaya göre incelenen toprakların ekstrakte edilebilir B kapsamı Wolf (1971)'a göre değerlendirildiğinde toprakların % 87.20'si yeterli, % 12.80'i fazla yer almıştır (Çizelge 4). Toprakların total B kapsamı 20-200 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir B fraksiyonu ise 0.4-5 mg kg⁻¹ arasındadır (Gupta, 1979; Deliboran ve Savran, 2017). Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor miktarı 0.5 mg kg⁻¹'dan düşük ise bitkiye elverişli bor miktarının yetersiz, 0.5-5 mg kg⁻¹ arasında ise yeterli düzeyde olduğu belirtilmektedir (Sillanpaa, 1982; Deliboran ve Savran, 2017). Araştırma sonuçlarına göre bu bağlamda araştırma alanı topraklarının B içeriği bakımından yeterli olduğu görülmektedir. Zeytinin beslenme durumunun saptanması amacıyla yapılan bazı çalışmalarda toprakların bor içerikleri Batı Anadolu Bölgesinde % 32.84'ünün düşük, % 63.18'inin yeterli ve % 3.98'inin yüksek (Turan vd., 2013); İzmir ilinde bor içerikleri 1.47-5.34 mg kg⁻¹; 1.15-3.87 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve yeterli olduğu (Aydoğdu, 2011); Derik bölgesinde zeytinliklerin alınabilir B içerikleri ise 0.37-0.53 mg kg⁻¹ değerleri arasında değiştiği ve yetersiz olduğu (Doran vd., 2008), Şanlıurfa ilinde ise % 100'ünde yetersiz (Söylemez vd., 2017) olduğu belirlenmiştir (Deliboran vd., 2019b).

Bitki analiz sonuçları

Toplam P, K, Ca, Mg: Zeytin yapraklarının toplam P, K, Ca ve Mg içerikleri sırasıyla; % 0.04-0.28; % 0.40-1.54; % 0.35-2.41; % 0.04-0.31 arasında

Çizelge 4. Topraklarının bünye, pH, EC, kireç, OM ve ekstrakte edilebilir B yönünden durumu ve dağılımı (Deliboran vd., 2019)
Table 4. Condition and distribution of soils in terms of texture, pH, EC, lime, OM and extractable B

Besin Elementi	Sınır Değer	Değerlendirme	Toplam Örnek Sayısı (adet)	Dağılımı (%)
Bünye (Anonymous, 1951)		Kumlu Tın	35	28.00
		Tınlı	33	26.40
		Kımlu Killi Tın	20	16.00
		Killi	12	9.60
		Kumlu Killi	2	1.60
		Killi Tın	23	18.40
		Tınlı Kumlu	0	0.00
pH	<5.1	Kuvvetli asit	1	0.80
	5.1-6.6	Orta asit	26	20.80
	6.6-7.3	Nötr	22	17.60
	7.4-7.9	Hafif alkali	68	54.40
	7.9-8.5	Alkali	8	6.40
	>8.5	Kuvvetli alkali	0	0.00
EC (dS m ⁻¹) (Anonymus, 1951)	<2.5	Tuzsuz	125	100.0
	2.6-4.5	Hafif tuzlu	0	0.0
	4.6-6.9	Orta tuzlu	0	0.0
	7.0-10	Yüksek tuzlu	0	0.0
	>10	Aşırı tuzlu	0	0.0
Kireç (%) (Evliya, 1964)	<2.5	Düşük	43	34.40
	2.6-5.1	Kireçli	20	16.00
	5.1-10.1	Yüksek	20	16.00
	10.1-20.0	Çok yüksek	12	9.60
	>20.0	Aşırı	30	24.00
OM (%) (Thun vd., 1955)	0-2	Humusca fakir	39	31.20
	2-5	Az humuslu	85	68.00
	>5	Humuslu	1	0.80
B (mg kg ⁻¹)	<0.5	Az	0	0.00
	0.5-2.00	Yeterli	109	87.20
	2.00-5.00	Fazla	16	12.80
	>5.00	Çok fazla	0	0.00

değişmiştir (Çizelge 7). Reuners ve Robinson (1997)'e göre zeytin yapraklarındaki mineral elementlerin sınır değerleri P için % 0.10-0.30; K için % 1.5-2.0; Ca için % 1.0-1.4; Mg için ise % 0.10-0.20 arasındadır. Jones vd. 1991'e göre ise P için % 0.10-0.30; K için % 0.90-1.20; Ca için >% 1.0; Mg için ise >% 0.20 yeterli sınır değerleridir. Araştırma alanı yapraklarının P içerikleri bakımından dağılımı % 13.60'ı az, % 86.40'ı yeterli; K içerikleri bakımından % 55.20'si az, % 40.00'ü yeterli ve % 4.80'i fazla; Ca içerikleri bakımından % 25.60'ı az, % 38.40'ı yeterli, % 36.00'ü fazla; Mg içerikleri bakımından ise % 20.80'i az, % 76.80'i yeterli,

% 2.40'ı fazla seviyededir (Çizelge 8). Toprak örneklerinin % 75.60'nın çok az ve az seviyede (Çizelge 5) ve yaprak örneklerinin % 13.60'nın az düzeyde (Çizelge 8) P içerdiği dikkate alındığında P bakımından beslenme sorunun yaşandığı görülmektedir. K bakımından toprakların yaklaşık % 82.40'nın çok az, az ve orta düzeyde (Çizelge 5), yaprakların % 55.20'nin az düzeyde (Çizelge 8) K içerdiği dikkate alındığında araştırma alanının % 55.20'sinde K bakımından beslenme sorunlarının yaşandığı söylenebilir. Toprak örneklerinin % 18.40'nın (Çizelge 5) ve yaprakların % 25.60'nın az düzeyde (Çizelge 8) Ca içerdiği düşünüldüğünde

Çizelge 5. Muğla ili topraklarının ekstrakte edilebilir P, K, Ca, Mg ve Na yönünden durumu ve dağılımı
Table 5. The status and distribution of extractable P, K, Ca, Mg and Na of soils in Muğla province

Besin Elementi	Sınır Değer (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme	Toplam Örnek Sayısı (adet)	Dağılımı (%)
P (Yurtsever, 1974)	0-5	Çok az	74	59.20
	5-10	Az	20	16.00
	10-15	Orta	9	7.20
	15-20	Yüksek	7	5.60
	>20	Çok yüksek	15	12.00
K (FAO, 1990)	<50	Çok az	14	11.20
	50-100	Az	34	27.20
	100-300	Orta	55	44.00
	300-1000	İyi	21	16.80
	>1000	Fazla	1	0.80
Ca (NH ₄ -Asetat)	<380	Çok az	0	0.00
	380-1150	Az	23	18.40
	1150-3500	Yeterli	39	31.20
	3500-10000	Fazla	63	50.40
	>10000	Çok fazla	0	0.00
Mg (NH ₄ -Asetat)	<50	Çok az	9	7.20
	50-160	Az	46	36.80
	160-480	Yeterli	54	43.20
	480-1500	Fazla	16	12.80
	>1500	Çok fazla	0	0.00
Na (Loue, 1968)	<34	Çok Düşük	125	100.00
	34-68	Düşük	0	0.00
	68-230	Orta	0	0.00
	230-460	Yüksek	0	0.00
	>460	Çok Yüksek	0	0.00

bahçelerin yaklaşık % 26.00'sında Ca beslenme sorunlarının yaşandığı; Mg bakımından ise toprakların % 44.00'nün çok az ve az (Çizelge 5), yaprakların ise % 20.80'nin az düzeyde (Çizelge 8) Mg içerdiği ve söz konusu alanlarda Mg beslenme sorununun yaşandığı anlaşılmaktadır.

B: Deliboran vd., (2019b)'a göre zeytin yapraklarının toplam B içerikleri 8.66-24.23 mg kg⁻¹ arasında değişmiş (Çizelge 6) ve zeytin yapraklarının bor içerikleri bakımından dağılımı % 92.80'i az,

% 7.20'si yeterli düzeyde saptanmıştır (Çizelge 6). Reunters ve Robinson (1997)'e göre zeytin yapraklarındaki B sınır değerleri 20-150 mg kg⁻¹, Jones vd. (1991)'e göre de 20-75 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Araştırmacılara göre araştırma alanı toprakların % 100.00'nün yeterli ve fazla seviyede bor içerdiği (Çizelge 4) ve yaprakların % 92.80'sinin az düzeyde B içerdiği (Çizelge 8) dikkate alındığında Muğla ilinde zeytin yetiştirilen alanların yaklaşık % 93'ünde ciddi bor beslenme sorunlarının yaşandığı

Çizelge 6. Yaprak örneklerinin en düşük, en yüksek, ortalama toplam B konsantrasyonları ve dağılımı (Deliboran vd., 2019)
Table 6. The lowest, highest, and average B concentrations of leaf samples

B (mg kg ⁻¹)	Sınır Değer	Değerlendirme	Toplam Örnek Sayısı (adet)	Dağılımı (%)	
En düşük	8.66	<20	Az	116	92.80
En Yüksek	24.23	20-150	Yeterli	9	7.20
Ortalama	15.60	150<	Fazla	0	0.00

Çizelge 7. Yaprak örneklerinin toplam P, K, Ca ve Mg konsantrasyonları değerleri en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 7. The lowest, highest and average values of total P, K, Ca and Mg concentrations of leaf samples

Değerler	P	K	Ca	Mg
En düşük	0.04	0.40	0.35	0.04
En yüksek	0.28	1.54	2.41	0.31
Ortalama	0.13	0.80	1.23	0.13

anlaşılmaktadır (Çizelge 7). Toprakların yaklaşık tamamında yeterli bor olmasına rağmen yaprakların % 93'ünde bor noksanlığının görülmesinin toprakta var olan bordan bitkinin faydalanmadığını gösterdiği, ülkemiz zeytinliklerinin beslenme durumlarını belirleme konusunda yapılan sörvey çalışmalarında, önem sırasına göre en çok B, Zn, K, ve N noksanlıklarının bulunduğu vurgulanmıştır (Canözer, 1978; Dikmelik, 1984; Genç vd., 1991; Aksalman vd., 1993; Tekin vd., 1994; Doran ve Aydın, 1999; Deliboran vd., 2019b). Özbek (1981), bor noksanlığı görülen meyve ağaçlarına, bu elementin noksanlık sınırı ile zehir etkisi gösterdiği sınırın birbirine çok yakın olması sebebiyle topraktan uygulanmasının sakıncalı olabileceğini, bu nedenle borun yaprakta püskürtülerek verilmesi ile meyve ve yapraklarda istenilen bor düzeylerinin daha kolay sağlanabileceğini bildirmiştir. Boraks veya borik asit çözeltisi halinde yapraklara % 0.15-0.24' lük konsantrasyonlarda püskürtülmesiyle birçok meyve türünde ortaya çıkan bor noksanlığının giderilebileceğini bildirmiştir. Perica vd. (2001a), çalışmada verim çağındaki Manzanillo zeytin çeşidinin değişik organlarındaki bor hareketi, manitol ve glukoz konsantrasyonları ve B uygulamasının çözünabilir karbonhidratlar üzerindeki değişim etkilerini etiketli Bkullanarak incelemişlerdir. 10B uygulaması ile muamele edilmiş çeşitli yaşlardaki yapraklardan uygulamayı takiben önemli oranda 10B çıkışı olduğunu ve çiçek salkımları ile meyvelerinde içinde bulunduğu uygulama yapılmayan komşu organlarda önemli oranda 10B artışının gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Sonuçlar, B' un değişik yaşta yapraklardan taşınabildiğini ve zeytinde yaprakta uygulanan B'un floem içerisinde taşınabilir olduğunu ispatlamıştır. Çözünabilir karbonhidrat analizi, analiz edilen tüm organlarda manitol ve glikozun baskın şekerler olduğunu ve yapraklardaki mannitol konsantrasyonunun tüm B taşınımını hesaplamak için yeterli olduğunu saptamıştır.

Toprak ve yaprak besin elementleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 9'da görüldüğü gibi toprağın organik madde içeriği ile toprağın bor içeriği arasında pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Topraklarda bitkiye yararlı borun önemli bir kısmı organik maddeye bağlanmış durumdadır, organik madde içerikleri yüksek toprakların genellikle bor içerikleri de yüksektir (Deliboran ve Savran, 2017). Organik madde içeriği ile sırasıyla toprak pH'sı ve sodyum içeriği arasında 0.01 önem seviyesinde negatif ilişki belirlenmiştir. Toprağın kireç içeriği ile pH; kireç içeriği ile EC; kireç içeriği ile toprağın kalsiyum içeriği; toprağın EC değeri ile toprağın kalsiyum içeriği arasında pozitif ilişki belirlenmiştir. Toprağın EC düzeyi ile toprağın bor, magnezyum, sodyum ve potasyum içeriği arasında 0.01 önem düzeyinde, fosfor içeriği ile ise 0.05 önem seviyesinde pozitif ilişki gözlenmiştir. EC ve pH değerlerinin topraktaki kalsiyum miktarını etkilediği, kireçli toprakların pH değerlerinin yüksek olduğu bilinmektedir (Aktaş, 1979; 1995). Ayrıca kurak bölgelerde tuzlu topraklarda % 5'in üzerinde Ca bulunmaktadır (Aktaş, 1995). Toprağın kalsiyum içeriği ile toprağın potasyum içeriği arasında pozitif ilişki belirlenmiştir. Jacobson vd. (1960) arpa bitkisinde düşük pH'da kalsiyumun potasyum alımını arttırdığını bildirmiştir. Toprağın kalsiyum içeriği ile toprağın bor içeriği, toprağın magnezyum içeriği ile toprağın bor ve magnezyum içeriği arasında da

Çizelge 8. Yaprak örneklerinin toplam P, K, Ca ve Mg bakımından durumu ve dağılımı

Table 8. Total amount and distribution of P, K, Ca and Mg of leaf samples

Besin Elementi	Sınır Değer	Değerlendirme	Toplam Örnek Sayısı (adet)	Dağılımı (%)
P (%)	<0.10	Az	17	13.60
	0.10-0.30	Yeterli	108	86.40
	0.30<	Fazla	0	0.00
K (%)	<0.8	Az	69	55.20
	0.8-1.2	Yeterli	50	40.00
	1.2<	Fazla	6	4.80
CA (%)	<1.00	Az	32	25.60
	1.00-1.40	Yeterli	48	38.40
	1.40<	Fazla	45	36.00
Mg (%)	<0.10	Az	26	20.80
	0.10-0.20	Yeterli	96	76.80
	0.20<	Fazla	3	2.40

Çizelge 9. Toprak ve yaprak bor ve makro element içerikleri arasındaki ilişkiler**Table 9.** Relationships between soil and leaf boron and macro element contents

İlişkiler			İlişkiler		
		r			r
pH	Top. Ca	0.456**	Top. Mg	Top. Na	0.4603**
	Top. B	0.3103**		Top. P	0.1901*
EC	Top. Ca	0.6065**	Yap. P	Yap. B	0.2464**
	Top. Mg	0.3305**	Yap. K	Yap. B	0.1739**
	Top. Na	0.2712**	Yap. P	Yap. P	0.3167**
	Top. P	0.1541*	Yap. Ca	Yap. B	-0.072*
	Top. K	0.6466**	Yap. Ca	Yap. P	0.5954*
	Top. Ca	0.5732**	Yap. Mg	Yap. P	0.2206**
Kireç	pH	0.3655**	Yap. Mg	Yap. P	0.2078*
	EC	0.357**	Yap. Ca	Yap. Ca	-0.0069**
	Top. B	0.4054**	Yap. P	Top. B	0.0715**
OM	Top. Na	-0.301**	Yap. P	pH	-0.351**
	pH	-0.2763**	Yap. P	OM	0.2716**
Top. Ca	Top. B	0.3243**	Yap. Ca	Top. B	-0.0426**
	Top. Mg	0.2451**	Yap. Ca	Top. Ca	0.0506*
Top. Mg	Top. Ca	0.2557**	Yap. Ca	Top. Mg	0.0567**
	Top. B	0.0708**	Yap. Ca	pH	-0.0502**
	Top. Na	0.3558**	Yap. Ca	Kireç	0.0729**
Top. Na	Top. Ca	0.2731**	Yap. Ca	OM	-0.0611**
	Top. Mg	0.229**	Yap. Mg	Top. B	-0.2072**
Top. P	Top. B	0.5292**	Yap. Mg	Top. K	-0.0532**
	Top. K	0.6094**			

*p<0.05, **p<0.01

0.01 önem düzeyinde pozitif ilişki saptanmıştır. Yine toprağın sodyum içeriği ile toprağın sırasıyla bor, kalsiyum ve magnezyum içeriği arasında; toprağın fosfor içeriği ile toprağın bor içeriği arasında 0.01 önem seviyesinde pozitif ilişki belirlenmiştir. Çizelge 8'de görüldüğü gibi toprağın potasyum içeriği ile toprağın sırasıyla bor, kalsiyum, magnezyum ve fosfor içeriği arasında 0.01 önem seviyesinde, sodyum içeriği arasında ise 0.05 önem seviyesinde ilişki gözlenmiştir.

Yaprağın fosfor içeriği ile toprağın pH değeri arasında negatif, toprağın OM ile bor içeriği arasında ise pozitif bir ilişki saptanmıştır. Turan vd. (2013) zeytinde; Hendrix (1967) fasulye bitkisinde yaptığı çalışmada da negatif ilişki saptamıştır. Yaprağın magnezyum içeriği ile toprağın potasyum ve bor içeriği arasında 0.01 önem seviyesinde negatif bir ilişki belirlenmiştir. Turan vd. (2013) Muğla ilindeki zeytin bahçelerine ait örneklerde, Schimansky (1981) arpa bitkisinde yaptığı çalışmada negatif ilişki belirlediklerini bildirmişlerdir. Aşırı K gübrelemesi

bitki yapraklarında Mg noksanlığına neden olmaktadır (Aktaş, 1995; Turan vd., 2013; Kacar ve Katkat, 2007). Yaprağın kalsiyum içeriği ile sırasıyla toprağın magnezyum, kireç ve kalsiyum içeriği arasında pozitif ilişki, toprağın bor, pH ve OM içeriği arasında ise negatif bir ilişki belirlenmiştir. Turan vd. (2013) Bursa ve Çanakkale illeri zeytinliklerinde; Scharrer ve Jung (1955) ise ayçiçeğinde negatif ilişki belirlediklerini bildirmişlerdir.

Ayrıca Çizelge 9'da görüldüğü gibi yaprağın fosfor içeriği ile yaprağın bor içeriği, potasyum içeriği ile bor içeriği, kalsiyum içeriği ile bor ve fosfor içeriği, magnezyum içeriği ile bor ve kalsiyum içeriği arasında pozitif ilişki belirlenirken, yaprağın potasyum içeriği ile fosfor içeriği arasında ve yaprağın magnezyum içeriği ile fosfor içeriği arasında negatif ilişki belirlenmiştir.

SONUÇLAR

Muğla ilinde zeytin tarımı yapılan alanların bor beslenme durumu ve toprakların bazı

özellikleri incelenmiş, elde edilen sonuçların zeytin tarımına olan etkileri değerlendirilmeye alınmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre; araştırma alanı topraklarının büyük çoğunluğu kumlu-tın ve killi-tın bünyeye sahiptir, organik madde içeriği düşüktür. Hafif alkalın, nötr ve orta asit özelliğine sahip topraklar tuzsuz sınıfta yer almıştır. Zeytin ağacının geniş bir toprak reaksiyonunda yetişebildiği, hafif asidik ve hafif alkali topraklarda iyi gelişim gösterdiği dikkate alındığında bölge topraklarının bu açıdan zeytin tarımına uygun olduğu görülmektedir. Araştırma alanı topraklarının büyük çoğunluğu yüksek kireç içerdiğinden kimyasal gübrelemede özellikle kireç oranı düşük gübrelerin seçilmesine özen gösterilmelidir. Zeytinin, iyi havalandırılan ve yeterli miktarda nem bulunan toprakları sevdiği dikkate alındığında bu ortamı yaratan ve ticari gübrelerinin etkinlik derecesini yükselten ahır gübresi topraklara yeterince ve doğru olarak uygulanmalı, ayrıca, toprak organik ve inorganik gübreleme ile kombine edilerek ideal bir yetiştirme ortamı oluşturulmalı, toprak organik madde düzeyinin iyileştirilmesi için sürüm tekniklerine, ahır gübresinin yaygın kullanımına ve yeşil gübrelemeye özel önem verilmelidir. Araştırma sonuçları fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum bakımından bir bütün olarak değerlendirildiğinde sırasıyla toprakların yaklaşık % 82.40'ı; % 82.40'ı; % 18.40'ı ve % 44.00'ünde beslenme sorunları yaşandığı dikkati çekmektedir. Zeytinde fosfor gereksinimi azot ve potasyum kadar yüksek olmasa da bu ihtiyacın gübreleme ile karşılanması önemlidir. Zeytin ağaçları için toprak reaksiyonundan çok toprağın Ca içeriğinin gelişmeye daha etkili olduğu ve değişebilir kalsiyumun 2000 mg kg⁻¹'den, fosforun 20 mg kg⁻¹'den çok, potasyumun ise 100-120 mg kg⁻¹ olması gerektiği bilinmektedir. Bu bağlamda araştırma alanında söz konusu beslenme sorunlarının giderilmesi için fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gübrelemesine önem verilmesi gerektiği söylenebilir. Araştırma sonuçları bor, bakımından değerlendirildiğinde B ciddi beslenme sorunlarının yaşandığı dikkati çekmektedir. Toprakların tamamının yeterli bor içermesine rağmen yaprakların yaklaşık % 93'ünde bor noksanlığının görülmesi toprakta var olan bordan bitkinin faydalanmadığını göstermektedir. Bu bağlamda araştırma alanında söz konusu beslenme sorunlarının giderilmesi için özellikle bor gübrelemesine önem verilmesi

gerekmektedir. Bor noksanlığı görülen meyve ağaçlarına, bu elementin noksanlık sınırı ile zehir etkisi gösterdiği sınırın birbirine çok yakın olması sebebiyle topraktan uygulamanın hassasiyetle yapılması gerektiği, zeytinde yapraktan uygulanan borun floem içerisinde kolaylıkla taşınabilmesi nedeniyle borun yapraktan püskürtülerek verilmesi ile meyve ve yapraklarda istenilen bor düzeylerinin daha kolay sağlanabileceğini düşünülmektedir. Muğla ilinde gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, etkili gübreleme programı, yöntemi ve zamanının son derece önemli olduğu anlaşılmaktadır. Zeytin tarımında kaliteli ve yüksek verimli üretimin dengeli gübreleme, organik gübre ilavesi ve diğer teknik uygulamaların titizlikle yapılması ile mümkün olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktaş M (1979). Doğu Karadeniz topraklarının potasyum durumu ve bu topraklardan alınabilir potasyum miktarının tayininde kullanılacak metodlar üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 727.
- Aktaş M (1995). Bitki besleme ve toprak verimliliği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1429, Ders Kitabı: 416.
- Aksalman A, Dikmelik Ü, Püskülcü G, Özgen N (1993). Aydın yöresi zeytinlerinin beslenme durumunun tespiti (Sonuç Raporu). Zeytincilik Araştırma İstasyonu, İzmir.
- Anonymous, Soil Survey Staff (1951). Soil Survey Manual, Agricultural Research Administration, Department of Agriculture Handbook, No:18, Gount Point Office Washington, USA, 340-377.
- Aydoğdu E (2011). Domat ve Uslu zeytin çeşitlerinde yaprakların besin element içerikleri ve bunların mevsimsel değişimlerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Adana.
- Canözer Ö (1978). Ege Bölgesi önemli zeytin çeşitlerinin besin element statüleri ve toprak-bitki ilişkileri. (Uzmanlık Tezi), Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Çakır M, Çavuşoğlu A (1988). Modern zeytincilik (Çeviri). T.O.K.B. Yayın No: 1, Ankara.
- Çolakoğlu H (1985). Gübre ve gübreleme. Ege Üniv. Zir. Fak. Teksir, 17: 1. Bornova, İzmir.
- Deliboran A, Savran Ş (2017). Bor, bitki fizyolojisindeki önemi ve meyve ağaçlarında kullanımı. 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Kırklareli, Türkiye.
- Deliboran A, Savran K, Dursun O, Eralp O, Pekcan T, Turan HS, Aydoğdu E, Cilgin I, Ata Olmez H, Savran S, Ozturk Gungor F, Yildirim A, Nacar AS (2019a). Determination of Nutritional Status in Terms of Boron and the Other Elements of Olives (*Olea europaea* L.) Grown in Izmir Province. International Sempodium on Boron, 17-19 April, Nevsehir, Turkey.

Deliboran A, Savran K, Dursun Ö, Eralp Ö, Pekcan T, Turan HS, Aydoğdu E, Çılgin İ, Ata Ölmez H, Savran S, Nacar AS (2019b). Muğla ilinde yetiştirilen zeytin (*Olea europaea* L.) ağaçlarının bor ve mikro elementler yönünden beslenme durumunun belirlenmesi, yaprak ve toprak ilişkileri. UAZİMDER Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 2019 (Özel Sayı 1): 126-140, ISSN: 2667-7571.

Demirtaş A (2005). Bitkide bor ve etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 36 (2): 217-225, ISSN: 1300-9036.

Dikmelik Ü (1984). Farklı yaşlardaki memecik zeytin ağaçlarında dane ve budama artıkları ile topraktan kaldırılan azot, fosfor, potasyum miktarlarının saptanması konusunda bir araştırma. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Yayın No:31, Bornova, İzmir.

Doran İ, Koca YK, Pekkolay B, Mungan M (2008). Derik yöresi zeytinliklerinin beslenme durumunun tespiti. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (1): 131-138.

Doran İ, Aydın R (1999). İcel yöresi zeytinliklerinin beslenme durumunun tespiti. Anadolu, J. of AARI, 9 (1): 105-130.

Dugger WM (1973). Functional aspects of boron in plants. Advanced Chemistry, 123: 112-129.

Evlia H (1964). Kültür bitkilerinin beslenmesi. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları. Sayı 36.

FAO (2013). <http://faostat.fao.org/erişim> tarihi: 29.03.2015.

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

Genç Ç, Moltay İ, Soyergin S, Fidan AE, Sütçü A (1991). Marmara bölgesi sofralık zeytinlerinin beslenme durumu. Bahçe, Yalova, 20: 1-2.

Gestring WD, Soltanpour PN (1981). Evaluation of wet and dry digestion methods for boron determination in plant samples by ICP-AES. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 12: 743-753.

Gupta UC (1979). Boron nutrition of crops, Adv. Agronomy, 31: 2373-307.

Gupta UC, Jame YW, Campbell CA, Leyshon AJ, Misholaichuk W (1985). Boron toxicity and deficiency, a review can. Journal of Soil Science., 65: 381-409.

Gupta UC (1967). A simplified method for determining hot water-soluble boron in soils. Soil Science, 103: 424-428.

Hanson (1991a). Sour cherry respond to foliar leaves. HortScience, 26 (9): 1142-1145.

Hartmann HT, Lilleland O (1966). Olive nutrition temperate to tropical fruit nutrition (Ed: N. F. Childers) Hort. Pub. Rutgers, Chapter X. The State Uni. New Jersey.

Hendrix, JE (1967). The effect of pH on the uptake and accumulation of phosphate and sulphate ions by bean plants. American Journal of Botany, 54: 560.

IOC (2014). <http://www.internationaloliveoil.org>.

Jacobson L, Moore DP, Hannapel RJ (1960). Role of calcium in absorption of monovalent cations. Plant Physiology, 35: 352-358.

Jones JR, Wolf B, Mills HA (1991). Plant analysis handbook: A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Athens, GA. Micro-Macro Publishing.

Kacar B (1982). Gübreler ve gübreleme tekniği. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları. Ankara.

Kacar B, Katkat AV (1999). Gübreler ve gübreleme tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No. 144, VİPAŞ Y. No: 20.

Kacar B, Katkat AV (2007). Bitki besleme. Nobel Yayın No: 849, Nobel Basımevi, Ankara, Türkiye, 302.

Kasırga E (2009). Tuzluluğun Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidine etkilerinin incelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. ZTO-YL-2009-0003.

Lindsay WL, Norwell WA (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal, 42: 421-428.

Llamas JF (1984). Basis of fertilization in olive cultivation and the olive trees vegetative cycle and nutritional needs. International Course on Fertilization and Intensification of Olive Cultivation. UNDP-FAO, Cordoba-Spain.

Loue A (1968). Diagnostic pétiolaire de prospection. etudes sur la nutrition et la fertilisation potassiques de la vigne. Société Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agronomiques, pp. 31-41.

Mengel K, Kirkby A (1987). Principles of plant nutrition. I.P.I. CH. 3048. Worblaufen-Bern.

Nyomura AMS, Brown PH, Freeman M (1997). Fall foliar-applied boron increase tissue boron concentration and nut set of almond Journal of the American Society for Horticultural Science ISSN0003-1062 Vol. No v. 122 (3): 405-410.

Olsen (1972). Micronutrient Interactions. Micronutrients in Agriculture. Soil Science Society of America, İne Madison, Wisconsin USA, pp. 243-264.

Özbek N (1981). Meyve ağaçlarının gübrenmesi. T.O.K.B. Ankara. p.280.

Perica S, Bellaloui N, Greve C, Hu H, Brown PH (2001a). Boron transport and soluble carbohydrate concentrations in olive. J.Amer. Soc.Sci. 126 (3): 291-296.

Perica S, Brown PH, Connell JH, Nyomora AMS, Dordas C, Hu H (2001b) Foliar boron application improves flower fertility and fruit set in olive. HortScience 36 (4): 714-716.

Reisenauer HM, Walsh LM, Hoefl RG (1973). Testing soils for sulphur, boron, molybdenum and chlorine, In: LM Walsh and JD Beaton: Soil. pp. 173-200.

Reuter DJ, Robinson JB (1997). Plant analysis and interpretation manual. CSIRO Publishing. ISBN: 643059385, Collingwood, VIC, Australia.

Sağlam MT, Bellitürk K, Hazinedar N, Danışman F (2008). Kapıdağ yarımadası zeytinliklerinin beslenme durumu. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, ISSN: 1300-577422, (44): 118-123.

Scharrer K, Jung J (1955). The influence of nutrition on the cation/anion ratio in plants. Z. Pflanzenernähr. Dung. Bodenk. 7: 76-94.

Schimansky C (1981). Der einflussreicher versuchsparameter auf das fluxverhalten von 28Mg bei gerstenkeimpflanzen in hydrokulturversuchen. Landwirtsch. Forsch. 34: 154-165.

Sillanpaa M (1982). Micronutrients and the nutrient status of soils. A Global Study. FAO Soils Bulletin No:48, Rome.

Stover E, Fargione M, Risio R (1999). Problem foliar boron, zinc and urea applications enhance cropping of some "Empire and McIntosh" apple orchards in New York. HortScience, ISSN:192-6, Volume: 34 (2): 210-214.

Söylemez S, Öktem G, Kara H, Almaca ND, Ak BE, Sahar E (2017). Şanlıurfa yöresi zeytinliklerinin beslenme durumunun belirlenmesi. Harran Tarım ve Çevre Bilimleri Dergisi, 21(1): 1-5.

Tekin H, Çağlar G, Kuru C, Akkök F (1990). Antepfıstığı besin kapsamının belirlenmesi ve en uygun yaprak örneği alım zamanının tespiti. Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu Bildiriler. 11-12 Eylül, pp. 120-138.

Thun R, Hermann R, Knickman E (1955). Die Untersuchung Von Boden Neuman Verlag, Radelbeul und Berlin, pp. 48-48.

Tripoli E, Giammanco M, Tabacchi G (2005). The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects of human health. Journals of Nutrition Research Reviews, 18: 98-112.

TUIK (2014). <http://www.tuik.gov.tr/erişim> tarihi. 14.04.2015-29.03.2015.

TUIK (2011). <http://www.tuik.gov.tr/erişim> tarihi. 29.03.2015.

Turan HS, Aydoğdu E, Pekcan T, Çolakoğlu H, (2013). Relationships of olive groves in WestAnatolia region of Turkey. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Copyright © Taylor & Francis Group, LLC ISSN: 0010-3624 print / 1532-2416 online DOI: 10.1080/00103624.2012.734133, 44: 80-88.

Turan HS, Aydoğdu E, Pekcan T, Çolakoğlu H (2013). Soil and plant relationships olive groves in West Anatolia region of Turkey. Soil, Plant and Food Interactions, 473-481.

Tüzüner A (1990). Toprak ve su analiz laboratuvarı el kitabı. Ankara.

Thun R, Hermann R, Knickman E (1955). Die Untersuchung Von BodenNeuman Verlag, Radelbeul und Berlin, pp. 48-48.

Ulgen N, Yutrsever N (1974). Türkiye gübreler ve gübreleme rehberi. Köy İşleri ve Kooperatifleri Bakanlığı. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları Serisi. No: 28 Ankara.

UZZK (2014). [Hhttp://uzzk.org](http://uzzk.org)

Uysal E, Albayrak B, Soyergin S (2011). Gemlik yöresinde yetiştirilen zeytinlerin beslenme durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. 2. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 22-25 Kasım, s:887-895, Ankara, Türkiye.

Uysal E, Albayrak B, Kayalı F, Karakoç A (2016). Armutlu yöresinde yetiştirilen zeytinliklerde verim ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİİD Özel Sayı 19-31 DOI: 10.17100/nevbittek.210955 URL:<http://dx.doi.org/10.17100/nevbittek.210955>.

Wolf B (1971). The Determination of boron in soil extracts, plant materials, komposts manures, water and nutrient solutions. Commun. Soil Sci. Plant Anal, 2: 363-374.

Zarcinas BA, Cartwright B, Spauncer LP 1987. Nitric acid digestion and multielement analysis of plant material by inductively coupled plasma spectrometry. commun. Soil Sci. Plant Anal., 18:131-147.

Zeytinyağı Sektör Raporu, ISBN: 978-605-9175-57-9.