



Bursa Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde tarla bitkileri üretimi yapılan toprakların verimlilik durumlarının incelenmesi[†]

Akın ERBEK¹, Hakan ÇELİK^{2*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim, Bursa

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa

Öz

Bitkisel üretimde verim ve kalitenin artırılmasına yönelik yapılan kültürel uygulamalar içerisinde gübreleme oldukça önemli bir yere sahiptir. Gübre uygulamalarının ise, toprak ve bitki analizleriyle elde edilecek olan verilerin bilimsel olarak değerlendirilmesi sonucunda bilinçli bir şekilde yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu sayede bol ve kaliteli üretim yanı sıra, gereğinden fazla gübre ve ilaç kullanılmaması sayesinde ekonomik, aynı zamanda çevre ve insan sağlığının korunduğu bir üretim gerçekleşmiş olacaktır. Bu çalışmada; Bursa ili, Uludağ Üniversitesi yerleşkesinde yer alan Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde tarla bitkileri üretimi yapılan toprakların 0-30 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçların referans değerlerle karşılaştırılması sağlanarak toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesine ve bitkilerin olası beslenme sorunlarının tespit edilmesine çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılan toprakların genel olarak kil ve killi tın bünyeli oldukları görülmüştür. Toprakların 6,07-7,79 arasında değişen pH'ya (1:2.5 w/v), 275,0-838,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değişen EC'ye, %0,40-7,81 arasında değişen CaCO_3 'a ve %0,51-3,18 arasında değişen oranlarda organik maddeye sahip oldukları belirlenmiştir. Topraklar arasında besin elementlerinin yetersiz ve fazla sınırlar arasında olduğu araziler tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin toplam azot içerikleri %0,060-0,151 arasında ve yarıyıllı fosfor içerikleri ise 0,780-33,92 mg kg^{-1} arasında belirlenmiştir. Toprakların ekstrakte edilebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum içerikleri ise sırasıyla 60,0-1178,0 mg kg^{-1} , 4378,0-8635,0 mg kg^{-1} , 177,0-1374,0 mg kg^{-1} ve 90,0-211,0 mg kg^{-1} arasında değişim göstermiştir. Mikro elementlerden demirin 2,22-15,32 mg kg^{-1} , bakırın 0,95-22,85 mg kg^{-1} , çinkonun 0,53-2,14 mg kg^{-1} , manganın 1,99-42,97 mg kg^{-1} ve borun 0,29-0,61 mg kg^{-1} değerleri arasında değiştiği görülmüştür. Yapılan çalışmanın sonuçlarından toprakların homojen bir yapıya sahip olmadığı, uygulama farklılıkları nedeniyle bitki besin elementi miktarlarının geniş bir dağılım gösterdiği görülmüştür. Bu durumun elementler arasındaki antagonistik ilişkileri tetikleyerek arazide yer yer makro ve mikro bitki besin elementi noksanlıklarının görülmesine yol açtığı tespit edilmiştir. Arazilerde toprak analizi sonuçlarına dayalı olmayan bilinçsiz bir gübreleme programının izlendiği, organik gübre kullanımına da yeterince önem verilmediği görülmüştür. Arazideki topraklarda homojenliğin sağlanması ve tüm besin elementlerinin de optimum düzeye getirilebilmesi öncelikle ele alınmalıdır. Daha sonrasında ürün bazlı gübreleme programlarının oluşturulmasına gereksinim bulunmaktadır. Kimyasal ve ya organik gübre çeşit ve dozları ile uygulama yöntem ve zamanlarının mutlak surette toprak analiz sonuçlarına göre programlanmasının, gereksiz gübre kullanımının önlenmesinin ve üretim yapanların bu konuya hassasiyet göstermesinin üretimde kalite ve ürün artışı için gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Besin elementleri, interaksiyon, kaliteli üretim, verim.

Examination of soil fertility status for field crop production at Bursa Uludağ University Agricultural Practice and Research Center

Abstract

Fertilization has a very important place among the cultural practices aimed at increasing yield and quality in plant production. It is of great importance that fertilizer applications are made consciously, as a result of scientific evaluation of the data obtained from soil and plant analysis. In this way, in addition to abundant and high-quality production, an economical production will be achieved by not using excessive amounts of fertilizer and pesticide, while at the same time protecting the environment and human health. In this study, some physical and chemical analyses of soil samples taken from 0-30 cm depths of the soil where field crops are produced in the Agricultural Application and Research Center located in Uludağ University campus in Bursa province were

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (543) 760 5410

E-posta : hcelik@uludag.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ** [†](özeti Uluslararası AGBIOL 2024 Kongresinde sunulmuştur)

Geliş Tarihi : 30 Ağustos 2024

Kabul Tarihi : 23 Nisan 2025

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/ tbbdd.1539539

carried out. By comparing the obtained results with reference values, an attempt was made to determine the fertility status of the soils and to identify possible nutritional problems of the plants. According to the findings, it was observed that the soils where field crops were grown generally had clay and clay loam texture. It was determined that the soils had pH values (1:2,5 w/v) ranging from 6,07 to 7,97, electrical conductivity (EC) values ranging from 275,0 to 838,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$, CaCO_3 contents ranging from 0,40% to 7,81%, and organic matter contents ranging from 0,51% to 3,18%. It was found that nutrient elements in the soils ranged between deficient and excessive limits. Total nitrogen contents of the soil samples were determined between 0,060%-0,151% and available phosphorus contents were determined between 0,780 and 33,92 mg kg^{-1} . Extractable potassium, calcium, magnesium and sodium contents of the soils varied between 60,0-1178,0 mg kg^{-1} , 4378,0-8635,0 mg kg^{-1} , 177,0-1374,0 mg kg^{-1} and 90,0-211,0 mg kg^{-1} respectively. It was observed that the values of microelements ranged from 2,22 to 15,32 mg kg^{-1} for iron, 0,95 to 22,85 mg kg^{-1} for copper, 0,53 to 2,14 mg kg^{-1} for zinc, 1,99 to 42,97 mg kg^{-1} for manganese and 0,29 to 0,61 mg kg^{-1} for boron. The results of the study showed that the soils did not have a homogeneous structure and the amounts of plant nutrients showed a wide distribution due to differences in application. It has been determined that this situation triggers antagonistic relationships between elements, leading to macro and micro plant nutrient deficiencies in the field. It has been observed that an unconscious fertilization program, not based on soil analysis results, is followed in the fields and that sufficient importance is not given to the use of organic fertilizers. Ensuring homogeneity in the soil in the field and optimizing all nutritional elements should be addressed first. Afterwards, there is a need to create product-based fertilization programs. It has been concluded that it is necessary to program the types and doses of chemical or organic fertilizers and their application methods and times according to the soil analysis results, to prevent unnecessary fertilizer use and for producers to be sensitive to this issue in order to increase the quality and yield in production.

Keywords: Nutrient elements, interaction, quality production, yield.

© 2025 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Toprak verimliliği, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak ve bitki gelişimini optimize etmek için kritik bir öneme sahiptir. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, bu toprakların en verimli şekilde kullanılması ve sürdürülebilir bir üretim yapılabilmesi için gerekli önlemlerin alınmasına olanak tanır. Bu özellikler, toprak verimliliğinin ve bitki sağlığının değerlendirilmesi için temel bileşenlerdir (Tümsavaş ve Aksoy, 2008; Özden ve ark., 2022; Sökmen ve ark., 2024).

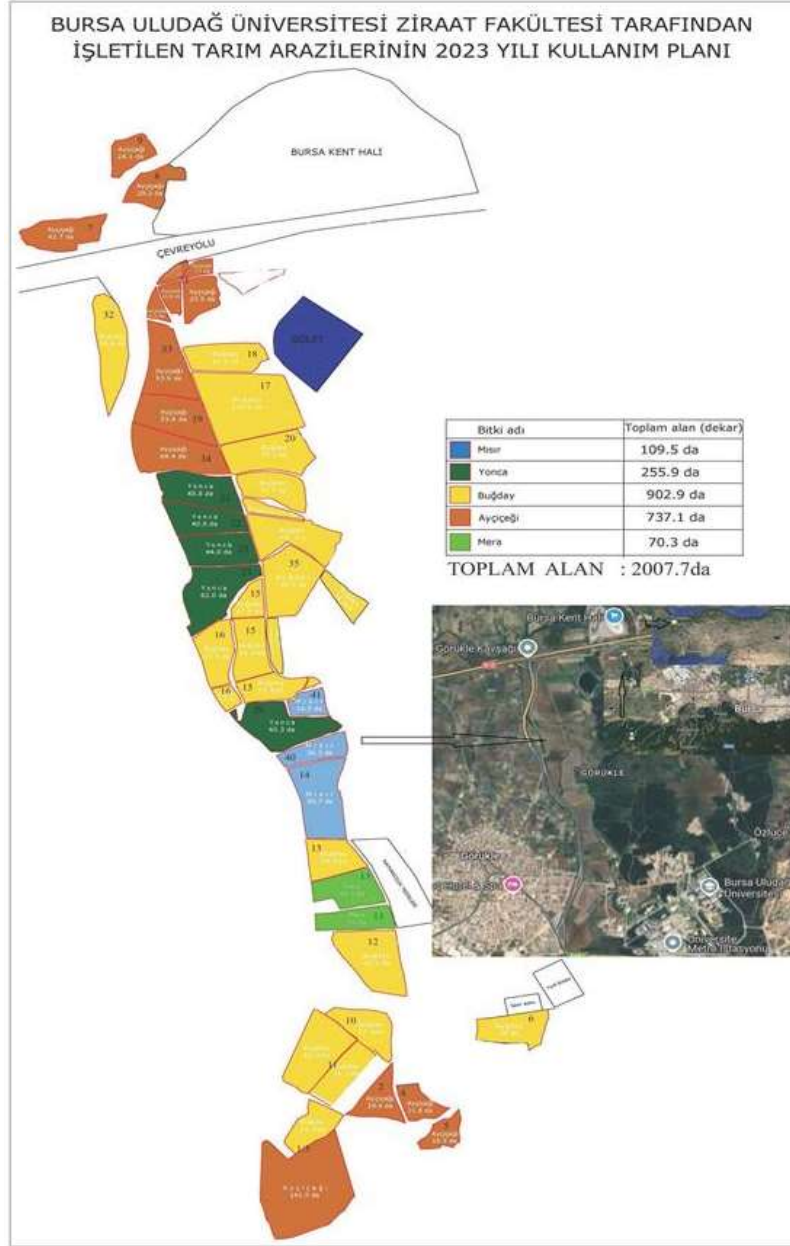
Günümüzde, sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve kentselleşmeye bağlı olarak tarım alanlarında ve tarımsal üretimdeki daralma nedeniyle yeterince beslenemeyen ve açlık çeken toplumlar hala varlığını sürdürmektedir. Bu durum, tarımsal üretimin artırılmasının önemini ve zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Tarımsal üretimin artırılmasında en etkili yol, birim alandan alınan ürün miktarını artırmaktır. Verim gücü yüksek tohum çeşitlerinin kullanımı, uygun gübreleme stratejileri ve sulama yöntemleri, tarımsal verimliliği artırmanın temel yollarıdır. Ancak, bu yöntemlerin etkin olabilmesi için, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir (Özden ve ark., 2022; Kalkancı ve ark., 2024; Sökmen ve ark., 2024).

Türkiye’de tarım yapılan toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri büyük farklılıklar göstermektedir. Bursa ili toprakları; daha önce yapılmış olan çalışmalarda genel olarak orta bünyeli, tuzluluk sorunu olmayan, hafif alkali reaksiyona ve farklı miktarlarda kireç içeriklerine sahip, organik madde içerikleri çoğunlukla düşük olan, azot, fosfor ve potasyum gibi makro besin elementlerinin yetersizliğinin yaygın olarak görüldüğü topraklar şeklinde ifade edilmiştir (Çelik ve Katkat, 2005; Çelik ve Katkat, 2010; Turan ve ark., 2010; Akça ve ark., 2015; Taşkın ve ark., 2018; Çelik ve Urhan, 2020). Çalışmalarda Bursa ili topraklarının yüksek tarım potansiyeline sahip olmasına rağmen; toprakların yüksek pH ve kireç ile düşük organik madde içerikleri nedeniyle bitkilerde mikro besin elementlerinden demir, çinko ve mangan eksikliklerine sıkça rastlandığı ve bu elementlerin yetersizliğinin bitki gelişimini olumsuz yönde etkiledikleri bildirilmiştir. Bunun yanı sıra çoğunlukla toprak tahlili olmadan bilinçsizce yapılan gübreleme toprakta ve bitkide element dengesinin bozulmasına ve bitkilerde kimi hastalıkların ortaya çıkışında artışa, verim ve kalitenin ise azalmasına yol açabilmektedir (Çelik ve Katkat, 2005; Çelik ve Katkat, 2010; Turan ve ark., 2010; Çelik ve Urhan, 2020; Gül, 2021; Karaca ve ark., 2021; Seçkin, 2021; Öztürk, 2022; Öztürk ve Çelik, 2022; Sökmen ve ark., 2024; Sargın ve ark., 2025).

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Kampüs sınırları içerisinde yer alan Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (ZF-TUAM) tarla bitkileri tarımı yapılan topraklarının besin elementi düzeylerinin belirlenmesi ve olası beslenme sorunlarının ortaya konularak daha kaliteli ve bol ürün elde edilebilmesine yol göstermesi amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda toprak verimliliğinin ve kalitenin artırılması, özellikle tarıma elverişli arazilerin korunmaları ve kullanılmalarında gereken özenin gösterilmesi, toprak analizlerine dayalı olmayan gereğinden az veya fazla gübrelemenin yapılmaması, çevre ve insan sağlığının korunması hususlarında dikkatlerin çekilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (ZF-TUAM) bünyesinde yer alan, tarla tarımı yapılan arazileri kapsamaktadır. Örnekleme yapılan alanların arazi kullanımlarına ait dağılım Şekil 1’de yer alan lokasyon haritasında sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanı arazi kullanım dağılımı

Arazi; Bursa-Merkez Nilüfer ilçesi Görükle semti ile Yolçatı (Göbelye) köyü arasında yer almaktadır. Bursa-Balıkesir karayolundan başlayan arazi; kuzeye doğru, yaklaşık 750-1000 metre genişlikte bir şerit halinde, arazinin kuzey sınırını oluşturan Nilüfer çayına kadar uzanmaktadır (Katkat ve ark., 1984; Özgüven ve Katkat, 1997; Aksoy ve Özsoy, 2004). Arazinin güney ve doğusu orta eğimli olup, güneydeki araziler kuzeye, doğu kesimindeki araziler ise batıya doğru eğimlidir. Çiftlik arazisinin güney kesiminde yer alan topraklar hafif eğimli olup ortalama %3 civarındadır. Bu bölümün güney sınırında %5-6 olan eğim, kuzeye doğru giderek azalmakta ve Nilüfer Çayı civarında %0,5-1,0'e düşmektedir. Arazide küçük çöküntü ve kabartıların olduğu mikrorölyef gözlenmektedir. Orta eğimli kısımlarda erozyon nedeniyle yuvarlaklaşmalar, kuru derelerle kesilmeler nedeniyle oluşan engebeler göze çarpmaktadır. Arazi üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda büyük çoğunluğu Vertisol ve Rendzina olmak üzere, Kahverengi Orman Toprakları ve az miktarda Alüvyial topraklardan oluşan dört büyük toprak grubu belirlenmiştir (Katkat ve ark., 1984; Aksoy ve Özsoy, 2004; Karaata, 2014). ZF-TUAM'a ait güncel arazi örtüsü/arazi kullanım haritası, toprak serileri

haritası, sayısal yükseklik modeli, eğim haritaları ve öznetelik tabloları ile veri tabanları oluşturulmasına ait yürütülen çalışmada 3145 da'lık alanda tarım arazilerinin 2279 da alan kapladığı, arazilerin 895,5 da'nının Çiftlik serisi topraklardan oluştuğu ve bunun da 449,5 da Açma 377,7 da Taşköprü serilerinin takip ettiği bildirilmiştir. Arazi deniz seviyesinden 54,6 m-143,9 m yükseklikler arasında uzanmakta olup düz, düze yakın eğimli arazilerin 1925,9 da alan kapladığı ifade edilmiştir (Karaata, 2014). Arazi Akdeniz iklimine benzeyen Marmara ikliminin etkisi altındadır. İklimin genel karakteri yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 14,4°C, yıllık ortalama yağış 710 mm'dir (Katkat ve ark., 1984; Aksoy ve Özsoy, 2004; Karaata, 2014). Arazinin büyük bir bölümünde kuru tarla tarımı yapılmakta olup en fazla hububat, ayçiçeği mısır vb. kültür bitkileri yetiştirilmektedir. Bunların yanı sıra yonca ve mer'a alanları da mevcuttur. Çalışma alanı; üzerinde yetiştirilen bitki bazında gruplandırılmış ve her araziden farklı noktalardan 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinden karma toprak örnekleri oluşturularak verimlilik esasına dayalı toprak analizleri yapılmıştır. Alınan karma toprak örnekleri en kısa sürede laboratuvara getirilerek toprakların hava kurusu hale gelmeleri sağlanmıştır. Kuruyan toprak örnekleri, tahta tokmaklarla dövüldükten sonra 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinde kum, kil ve silt fraksiyonları hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos, 1962), pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ise 1:2,5 toprak-su süspansiyonunda belirlenmiştir (Rhoades, 1982). Toprakların kireç (CaCO_3) içerikleri, Scheibler kalsimetresiyle (Nelson, 1982); organik madde içerikleri, modifiye Walkley-Black yöntemine göre (Nelson ve Sommers, 1982); toplam N içerikleri ise Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir (Bremner, 1965). Toprakların yarıyışlı fosfor içerikleri Olsen metoduna göre spektrofotometrik olarak (Watanabe ve Olsen, 1965); 1 N amonyum asetatla (pH 7,0) ekstrakte edilebilir Na, K, Ca ve Mg, süzüklerin Eppendorf Elex 6361 (Eppendorf, Hamburg, Almanya) model alev fotometresinde okunması ile belirlenmiştir (Horneck ve Hanson, 1998). Toprakların DTPA (0,005 M DTPA + 0,01 M CaCl_2 + 0,1 M TEA pH 7,3) ile ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri ise süzüklerin ICP-OES cihazında (Perkin Elmer Optima 2100DV, ABD) okunması ile belirlenmiştir (Hansen ve ark., 2013). Toprakların sodyum asetat (NaCH_3COO) (pH:4,8) ile 1:2 (w/v) oranında ekstraksiyonu sonucunda elde edilen bor miktarı, 420 nm dalga boyunda azomethine-H ile renklendirilerek spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Wolf, 1971).

Analiz sonucunda lokasyonlardan elde edilen verilerin sonuçları Çizelge 1'de sunulan sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Analizlerden elde edilen ortalamalar, minimum ve maksimum değerleri bitki bazında gruplandırılarak Çizelge 2, 3 ve 4'te sunulmuştur.

Çizelge 1. Toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerler.

Parametre	Yeterlilik sınıfı					Kaynak
pH (1:2,5 w/v)	Orta Asit 4,5-5,5	Hafif Asit 5,5-6,5	Nötr 6,5-7,5	Hafif Alkali 7,5-8,5	Alkali >8,5	(Richards, 1954)
EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$	Tuzsuz <200	Hafif Tuzlu 200-400	Orta Tuzlu 400-1000	Çok Tuzlu >1000		(Uyanöz ve ark., 2012)
Kireç, %	Az kireçli <1	Kireçli 1-5	Orta Kireçli 5-15	Fazla Kireçli 15-25	Çok Fazla Kireçli >25	(Eyüpoğlu, 1999)
Organik Madde, %	Çok az <1	Az 1-2	Orta 2-3	İyi 3-4	Yüksek >4	(Eyüpoğlu, 1999)
N, mg kg^{-1}	Çok Az < 0,045	Az 0,045-0,090	Yeterli 0,090-0,170	Fazla 0,170-0,320	Çok Fazla >0,320	(FAO, 1990)
P, mg kg^{-1}	Çok Az <2,5	Az 2,5-8,0	Yeterli 8,0-25	Fazla 25-80	Çok Fazla >80	(FAO, 1990)
K, mg kg^{-1}	Çok Az <50	Az 50- 110	Yeterli 110-290	Fazla 290-1000	Çok Fazla >1000	(Sillanpaa, 1990)
Ca, mg kg^{-1}	Çok Az < 238	Az 238-1150	Yeterli 1150-3500	Fazla 3500-10000	Çok Fazla >10000	(Sillanpaa, 1990)
Mg, mg kg^{-1}	Çok Az <50	Az 50-160	Yeterli 160-480	Fazla 480-1500	Çok Fazla >1500	(Sillanpaa, 1990)
Na, mg kg^{-1}	Yeterli* < 46	Duyarlı Bitkiler için sınır değer** 430-2300				(Sönmez, 2003)
Fe, mg kg^{-1}	Az < 2,5	Orta 2,5-4,5	Yüksek > 4,5			(FAO, 1990)
Cu, mg kg^{-1}	Yetersiz < 0,2	Yeterli > 0,2				(FAO, 1990)
Zn, mg kg^{-1}	Çok Az < 0,2	Az 0,2-0,7	Yeterli 0,7-2,4	Fazla 2,4-8,0		(FAO, 1990)
Mn, mg kg^{-1}	Çok Az <4	Az 4-14	Yeterli 14-50	Fazla 50-170		(FAO, 1990)
B, mg kg^{-1}	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla		(Miller, 1998; Eyüpoğlu ve

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanı topraklarının özellikleri

Yöntem kısmında belirtilen toprak özelliklerine ait sonuçlar ile bu sonuçlara ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerler Çizelge 2’de sunulmuştur. Toprakların pH değerleri 6,07 ile 7,97 arasında değişmekte olup, ortalama pH 7,32 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Richards (1954) tarafından bildirilen sınır değerlere göre toprakların hafif asitten hafif alkali reaksiyona kadar değişen bir pH’ya sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 1). Bursa ili topraklarında yapılan daha önceki çalışmalarda da toprakların pH değerleri 5,94-8,72 arasında bulunmuş, çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlarla literatürün genel olarak benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır (Özgüven ve Katkat, 1997; Başar, 2001; Tümsavaş ve Aksoy, 2008; Turan ve ark., 2010; Çelik ve Urhan, 2020).

Çizelge 2. Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Arazisinden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Analiz Sonuçları

Ürün	Örnek sayısı		pH (1:2,5)	EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$	CaCO ₃ , %	Organik Madde, %	Kum, %	Kil, %	Silt, %	Bünye sınıfı
Buğday	12	Min.	6,49	275,00	0,40	0,51	26,40	41,20	16,20	
		Max.	7,82	743,00	4,48	3,06	39,30	52,50	22,50	
		Ort.	7,28	428,00	1,24	1,45	34,92	45,21	19,91	Kil
Ayçiçeği	11	Min.	6,07	314,00	0,40	0,49	20,08	42,56	17,55	
		Max.	7,95	838,00	7,81	2,39	39,23	57,03	23,79	
		Ort.	6,93	495,00	2,10	1,46	28,12	50,85	21,13	Kil
Mısır	4	Min.	6,35	402,00	0,40	2,22	12,82	36,72	20,31	
		Max.	7,97	711,00	3,40	2,95	42,76	60,51	26,28	
		Ort.	7,46	511,17	1,32	2,73	33,24	43,96	22,76	Kil
Yonca	3	Min.	7,04	410,00	0,56	1,20	26,32	42,68	20,28	
		Max.	7,73	768,00	1,85	2,19	36,91	51,49	22,60	
		Ort.	7,45	592,66	1,16	1,73	32,93	45,94	21,39	Kil
Mera	1	Min.	7,69	285,00	1,68	2,39	40,33	41,56	17,67	
		Max.	7,78	331,00	1,76	2,52	40,49	42,40	18,00	
		Ort.	7,73	307,00	1,73	2,43	40,42	42,00	17,83	Kil
		Minimum	6,07	275,00	0,40	0,51	12,82	36,72	16,20	
		Maximum	7,97	838,00	7,81	3,18	42,76	60,51	26,28	
		Ortalama	7,32	494,06	2,02	1,78	32,95	46,44	20,55	Kil

Toprakların kireç (CaCO₃) içeriklerinin ise %0,40 - %7,81 arasında değiştiği ve ortalama kireç içeriklerinin %2,02 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Çizelge 1’de Eyüpoğlu (1999) tarafından bildirilen sınır değerlere göre, çalışma alanı topraklarının az kireçli ile orta kireçli arasında değişen kireç içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 2).

Ordu (2020), Bursa ili Karacabey ilçesi mısır tarımı yapılan toprakların verimlilik durumunu belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada; toprakların %47,50’sinin az düzeyde, %52,50’sinin ise orta düzeyde kireç içerdiğini bildirmiştir. Sönmez ve ark. (2018), genel olarak ülkemiz topraklarının kireç içeriklerinin yüksek olduğunu ancak Marmara ve Karadeniz Bölgesi’nin ise genel olarak az kireçli sınıfa girdiğini belirtmişlerdir. Çelik (2006), Bursa ili topraklarının CaCO₃ içeriklerinin %0,11 ile %20,13 arasında değiştiğini bildirilmiştir. Çalışmamız ile daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarının uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Mısır yetiştiriciliği için ideal pH aralığının 6,00-7,00 civarında olduğu bildirilmiştir (Zengin ve Özbahçe, 2011). Topraklar üzerinde yetiştirilen ürünler ve bitki besin elementlerinin alınabilirlikleri dikkate alındığında genel olarak toprakların pH değerlerinin üretim için uygun olduğu ve kireç içerikleri ile de uyumlu oldukları görülmektedir. Ancak pH’nın ve kireç içeriğinin yüksek olduğu alanlarda mikro element (Fe, Mn, Zn, B) noksanlıklarının görülebilmesi nedeniyle yüksek toprak pH’sının düşürülmesine yönelik olarak kükürt uygulaması yanı sıra mikro element katkılı fizyolojik asit karakterli gübrelerin tercih edilmesi ve mümkünse yaprakdan mikro element gübresi uygulamalarının yapılması gerekmektedir.

Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 275,00 – 838,00 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değişmekte olup, ortalama EC değeri 494,06 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Uyanöz ve ark. (2012) tarafından bildirilen sınır değerlere göre, çalışma alanı topraklarının hafif tuzlu ile orta tuzlu sınıfında yer aldıkları ve tuzluluk yönünden her hangi bir sorununun olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 1). Bursa ili toprakları üzerine yapılan diğer çalışmalar da, toprakların tuzluluk problemi taşımadığını ortaya koymuştur (Katkat ve ark., 1994; Öztürk ve ark., 1996; Özgüven ve Katkat, 1997; Çelik, 2006; Turan ve ark., 2010; Uysal ve ark., 2017; Çelik ve Urhan, 2020; Seçkin, 2021). Toprakların tuzlulukla ilgili sorununun bulunmaması; arazilere çok fazla gübre dozu uygulaması yapılmadığını göstermesi yanı sıra bundan sonra yapılacak gübreleme programlarında uygulanabilecek gübre doz ve çeşidinin seçiminde üreticilere alternatif sağlaması açısından da önemli görülmektedir.

Toprakların organik madde içerikleri %0,51- %3,18 arasında değişmekte olup, ortalama organik madde içeriği %1,78 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Toprakların organik madde içerikleri Çizelge 1’de Eyüpoğlu (1999) tarafından bildirilen sınır değerlere göre değerlendirildiğinde, toprakların çok az (<% 1) ile iyi düzey (<% 3-4) arasında çok geniş bir aralıkta değişen organik madde içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 2). Marmara bölgesi ve Bursa ilinde yapılan daha önceki çalışmalarda da toprakların yaklaşık %70-80’inde organik madde içeriklerinin az düzeyde oldukları ifade edilmiştir (Özgüven ve Katkat, 1997; Tümsavaş, 2002; Çelik, 2006; Turan ve ark., 2010; Taşova ve Akın, 2013; Akça ve ark., 2015; Taşkın ve ark., 2018; Ordu, 2020).

Çalışma alanı topraklarının genel olarak kil bünyeye sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 2). Gürel (2013), Bursa ilinde yaptığı çalışmaya ait toprakların %25’inin tın, %22’sinin kumlu tın, %16’sının kumlu killi tın ve %14’ünün de kil bünyeye sahip olduğunu bildirmiştir. Tümsavaş (2002), Bursa ilinde yaptığı bir çalışmaya ait toprak örneklerinin %72’sinin kumlu killi tın bünyeli olduğunu, diğer toprakların killi tın ve tın bünye sınıfına girdiğini ifade etmiştir. Tümsavaş (2003), yaptığı diğer bir çalışmada ise toprakların %88’inin kil bünyeye sahip olduğunu bildirilmiştir. Turan ve ark. (2010), Bursa ili alüvyal tarım topraklarının %76,67’sinin orta bünyeli (%46,66 killi tın, %16,67 kumlu tın, %6,67 killi tın, %6,67 tın) ve %23,33’ünün ince tekstürlü (%20 kil ve %3,33 kumlu kil) olduklarını belirlemişlerdir. Toprakların bünye sınıfı ile toprakların düşük organik madde içerikleri birlikte değerlendirildiğinde kil bünyeli toprakların sağlıklı kök gelişimi ve bitki vejetasyonu için çok uygun olmadığı görülmektedir. Bursa ili tarım topraklarının önemli bir kısmının orta ve ağır bünyeli topraklardan oluştuğu yapılan diğer çalışmalarda da bildirilmiştir (Uysal ve Katkat, 2005; Çelik, 2006; Çelik ve Katkat, 2010). Genel olarak iyi havalanabilen, yeterli drenaja sahip olan, zengin organik madde içeriğine sahip topraklarda bitkisel üretimin çok daha az sorunlu olarak yapılabilmesi mümkün görülmektedir. Toprağın geçirgen yapıya sahip olması kılcal kök gelişimi açısından oldukça önem arz ettiğinden aşırı su tutan ağır killi topraklarda iklim şartları ne kadar uygun olsa da bol ve kaliteli ürün için arazide yeterli drenajın sağlanabilmesi, bunun için arazi ıslahının yapılması, uygun bitki seçimi ve bol organik madde ilavesinin yapılması gerekmektedir. Mısır gibi kültüre alınan birçok bitki, yılda yaklaşık %2 seviyesinde organik madde kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle sürekli tarım yapılan ve sulama uygulanan bölgelerde toprak organik maddesinin sürdürülebilirliğini sağlamak için dekara yaklaşık 1250 kg sap veya eşdeğer miktarda başka organik materyallerin eklenmesi gerektiği bildirilmiştir (Karaman ve ark., 2012).

Toprakların makro bitki besin elementi içerikleri

Toprakların toplam azot içerikleri %0,060- %0,151 arasında değişmekte olup ortalama %0,099 azot içerdikleri belirlenmiştir (Çizelge 3). Toprakların Çizelge 1’de FAO (1990) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre az (%0,045-%0,090 N) ile yeterli (< %0,09- %0,170 N) seviye arasında toplam azot içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 3). Özgüven ve Katkat (1997) tarafından yapılan daha önceki çalışmada da bulgularımızla uyumlu olarak çiftlik topraklarının azot içeriklerini %0,051-%0,120 arasında belirlemiş, toprakların önemli bir bölümünün azotça fakir olduklarını ve bu durumun uzun yıllar tarım yapılmasından ve organik gübrelemeye yeteri kadar önem verilmemesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Toprakların yarıyışlı fosfor içerikleri 0,78 mg kg^{-1} – 33,92 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup, ortalama değer 9,09 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Çizelge 1’de FAO (1990) tarafından bildirilen sınır değerlere göre, çalışma alanı topraklarının az (<2,5 mg kg^{-1}) ile fazla (80 mg kg^{-1}) arasında çok geniş aralıkta değişen fosfor içeriklerine sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 3). Yapılan önceki çalışmalarda da il genelinde fosfor; az, orta ve yüksek değerlerde bulunmuş, bu durum toprak özellikleri yanı sıra üreticilerin toprak analizlerine dayalı olmayan bilinçsiz bir fosforlu gübreleme programı izlediklerine bağlanmıştır (Özgüven ve Katkat, 1997; Öztürk, 2022).

Toprakların ekstrakte edilebilir potasyum içerikleri 60,00 – 1178,02 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama 231,39 mg kg⁻¹ potasyum içerdikleri belirlenmiştir (Çizelge 3). Çizelge 1’de FAO (1990) tarafından bildirilen sınır değerlere göre toprakların potasyum içeriklerinin az (50-110 mg kg⁻¹) ile çok fazla (> 1000 mg kg⁻¹) arasında çok geniş bir aralıkta değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 3). Bursa yöresinde yetiştirilen şeftali bahçelerinin yeterli ve yeterli seviyenin üzerinde potasyum içerdiği bildirilmiştir (Çelik ve Katkat, 2005). Bursa yöresi ile ilgili bir başka çalışmada Tümsavaş (2002), toprakların %64’ünde yüksek, geri kalanında ise düşük düzeyde değişebilir potasyum bulunduğunu belirtmiştir. Turan ve ark. (2010), Bursa ili topraklarının %6,67’sinin az, %70’inin yeterli ve %23,33’ünün fazla miktarda değişebilir potasyum içerdiğini, Özden ve ark. (2022), potasyumun azottan sonra bitkiler tarafından bünyelerine en fazla alınan ikinci element olduğunu ve toprakta en fazla yer alan bitki besin elementlerinden biri olduğunu bildirmişlerdir. Uysal ve ark. (2017), Bursa yöresinde yürüttükleri çalışmada, toprakların %81,6’sının düşük ve çok düşük, %16,9’unun orta ve iyi, bunun yanında yalnızca %1,5’inin yüksek düzeyde potasyum içeriğine sahip olduğunu belirlemiştir. Çelik ve Batmaz (2020), Bursa ili Orhangazi yöresi kivi bahçelerinin %71’inde ekstrakte edilebilir potasyum içeriklerinin yeter seviyenin altında olduğunu bildirmiştir. Bursa yöresinde armut yetiştirilen toprakların değişebilir potasyum içeriklerinin genel anlamda düşük ve yetersiz seviyede olduğu Gürel (2013) tarafından da ifade edilmiştir. Bu sonuçlardan yöre topraklarının potasyum içeriklerinin değişkenlik gösterdiği ve mutlaka toprak analizine dayalı gübreleme yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Analiz ettiğimiz toprakların da azot, fosfor ve potasyum değerlerinin çok geniş sınırlar arasında değişim göstermesi arazilerde genel olarak gübre uygulamalarının toprak analizlerine dayalı olmadan bilinçsiz şekilde aşırı ya da eksik yapıldığı izlenimini ortaya çıkarmıştır.

Çizelge 3. Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Arazisinden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Makro Besin Element Analiz Sonuçları

Ürün	Örnek sayısı		N, %	P, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹	Ca, mg kg ⁻¹	Mg, mg kg ⁻¹	Na, mg kg ⁻¹
Buğday	12	Min.	0,060	0,78	60,00	4389,0	177,0	98,00
		Max.	0,140	12,91	212,00	7645,0	1374,0	142,00
		Ortalama	0,100	5,63	112,87	6079,0	578,62	115,62
Ayçiçeği	11	Min.	0,062	1,48	91,00	5346,0	233,0	109,00
		Max.	0,132	19,40	367,00	7601,0	1163,0	211,00
		Ortalama	0,090	7,84	178,77	6686,5	644,14	131,36
Mısır	4	Min.	0,060	7,55	117,00	4378,0	228,22	90,00
		Max.	0,151	33,92	1178,0	6237,0	1203,0	151,00
		Ortalama	0,117	20,46	245,54	6079,0	610,43	118,25
Yonca	3	Min.	0,084	3,31	95,00	5478,0	266,0	96,00
		Max.	0,110	7,69	228,00	8635,0	621,0	171,00
		Ortalama	0,091	5,90	140,17	7040,0	460,0	127,50
Mera	1	Min.	0,092	3,03	146,00	5709,0	357,0	111,00
		Max.	0,094	3,31	151,00	6457,0	369,0	113,00
		Ortalama	0,093	3,17	148,50	6083,0	363,0	112,00
		Minimum	0,060	0,78	60,00	4378,0	177,0	90,00
		Maximum	0,151	33,92	1178,02	8635,0	1374,0	211,00
		Ortalama	0,099	9,09	231,39	6256,0	576,49	126,45

Toprakların ekstrakte edilebilir kalsiyum değerlerinin 4378 ile 8635 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, ortalama kalsiyum değerinin 6256 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Toprakların tümünün sınır değerinin üzerinde (> 3500 mg kg⁻¹ Ca) kalsiyum içerdiği görülmüştür (Çizelge 1). Toprakların ekstrakte edilebilir magnezyum değerlerinin 177 ile 1374 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, ortalama değerinin 576,46 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Çizelge 1’e göre çalışma alanı topraklarının yeterli (160 - 480 mg kg⁻¹ Mg) ve fazla düzeyde (480 – 1500 mg kg⁻¹ Mg) magnezyum içerdikleri görülmüştür. Yöre topraklarının kireçli ve hafif alkali özellikte olduğu göz önünde bulundurulduğunda, toprakların kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin fazla seviyede çıkması beklenen bir durum ve daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olarak görülmektedir (Tümsavaş, 2003; Tümsavaş ve Aksoy, 2008; Turan ve ark., 2010; Gürel, 2013; Uysal ve ark., 2017; Çelik ve Urhan, 2020; Çelik ve Batmaz, 2020; Karaca ve ark, 2021; Seçkin, 2021; Öztürk, 2022; Sargın ve Karaca 2023).

Toprakların sodyum içerikleri 90,00 – 211 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama 126,45 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Çalışma alanı topraklarının, Çizelge 1’de Sönmez (2003) tarafından bildirilen duyarlı bitkiler için belirlenen sınır değerinin altında (430-2300 mg kg⁻¹) sodyum içerdikleri görülmüştür (Çizelge 3). Elde edilen sodyum değerlerinin, Çizelge 2’de sunulan elektriksel iletkenlik değerleriyle de uyumlu olduğu görülmüştür.

Toprakların mikro bitki besin elementi içerikleri

Toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir demir içerikleri 2,22 mg kg⁻¹ – 15,32 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama değer 7,07 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Çizelge 1’de FAO (1990) tarafından bildirilen sınır değerlere göre toprakların az (<2,5 mg kg⁻¹) ile yüksek (>4,5 mg kg⁻¹) arasında çok geniş aralıkta değişen demir içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4). Batmaz (2019) da, Bursa yöresinde yaptığı çalışmada, analiz ettiği toprakların ektrakte edilebilir demir içeriklerinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Ordu (2020) ise, Bursa yöresi mısır tarımı yapılan toprakların %85’inin alınabilir demir içeriklerinin yeterli seviyede olduğunu bildirmiştir. Taşova ve Akın (2013), Marmara Bölgesi topraklarının %13,30’unun az ve orta düzeyde, %86,70’inin ise yeterli düzeyde demir içerdiklerini bildirmişlerdir. Sönmez ve ark. (2018), Türkiye topraklarının % 76,84’ünün demir içeriklerinin DTPA yöntemine göre bildirilen sınır değere göre iyi seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen toprak analiz sonuçlarının diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla paralellik gösterdiği anlaşılmıştır.

Toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir bakır içerikleri 0,95 – 22,85 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama 3,20 mg kg⁻¹ bakır içerdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4). Çizelge 1’de FAO (1990) tarafından bildirilen sınır değerlere göre toprakların bakır içeriklerinin yeterli (> 0.2 mg kg⁻¹) olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Bursa yöresinde yapılan bir çalışmada toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir bakır içeriklerinin yüksek seviyede olduğu (Batzmaz 2019), yörede yapılan başka bir çalışmada ise toprakların % 97,5’inin bakır içeriklerinin yeterli seviyede olduğu tespit edilmiştir (Ordu, 2020). Topraklara bakır sülfat ihtiva eden bordo bulamacı uygulamasının yörede bilinçsizce ve fazla miktarda yapılması bakır miktarının yüksek bulunmasına neden olabilmektedir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, Turan ve ark., (2010) tarafından yapılmış olan çalışmayla benzer sonuçlar göstermiştir.

Çizelge 4. Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Arazisinden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Mikro Besin Elementi Analiz Sonuçları

Ürün	Örnek sayısı		Fe mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	B mg kg ⁻¹
Buğday	12	Min.	3,62	0,95	0,53	2,94	0,29
		Max.	14,53	3,58	1,69	42,97	0,50
		Ortalama	6,21	1,41	0,98	10,60	0,37
Ayçiçeği	11	Min.	2,22	0,95	0,94	1,99	0,29
		Max.	13,48	1,69	1,69	36,41	0,61
		Ortalama	7,37	1,30	0,95	17,24	0,39
Mısır	4	Min.	4,27	1,09	1,35	4,43	0,38
		Max.	15,32	22,85	1,79	17,02	0,56
		Ortalama	8,56	6,60	1,51	10,53	0,45
Yonca	3	Min.	5,24	1,16	0,69	4,80	0,29
		Max.	10,50	1,42	2,14	25,23	0,46
		Ortalama	7,68	1,26	1,41	13,29	0,38
Mera	1	Min.	2,30	1,24	0,67	5,69	0,35
		Max.	2,44	1,25	0,70	5,74	0,32
		Ortalama	2,37	1,24	0,69	5,71	0,34
		Minimum	2,22	0,95	0,53	1,99	0,29
		Maximum	15,32	22,85	2,14	42,97	0,61
		Ortalama	7,07	3,20	1,18	13,64	0,40

Toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir çinko değerlerinin 0,53-2,14 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, ortalama çinko değerinin 1,18 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Çizelge 1’de FAO (1990) tarafından bildirilen çinko sınır değerlerine göre, toprakların çinko içeriklerinin az (0,2-0,7 mg kg⁻¹) ile yeterli (0,7-2,4 mg kg⁻¹)

düzeyle sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4). Turan ve ark (2010), Bursa yöresi alüviyal tarım topraklarının %43,34'ünün az seviyede yarıyışlı çinko içerdiklerini, Özgüven ve Katkat (2002) ise Bursa ili topraklarının %37,50'sinin çinko bakımından yoksul olduğunu bildirmişlerdir. Taşova ve Akın (2013), Marmara bölgesi topraklarının %54,40'ının çinko içeriklerinin az ve çok az seviyede olduğunu, Eyüpoğlu ve ark. (1996) Türkiye tarım topraklarının %49,83'ünün çinko bakımından yoksul olduğunu, Sönmez ve ark. (2018) ise Türkiye topraklarının %62,69'unun çok az ve az seviyelerde çinko içerdiğini bildirmişlerdir. Yapılmış olan çalışmalardan elde edilen sonuçların çalışmamızla benzer oldukları gözlenmiş, çinko yönünden yetersiz görülen alanlarda durumun toprak özellikleri yanı sıra toprak analizlerine dayalı olmayan bilinçsiz ve hatalı gübrelemeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bursa ili topraklarında tarımın yoğun bir şekilde yapıldığı göz önünde bulundurularak, çinko noksanlığının giderilmesi ve ürün miktarının artırılabilmesi için çinkolu gübrelemenin gübreleme programlarına dahil edilmesi gerekmektedir.

Toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir mangan değerlerinin 1,99 ile 42,97 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, ortalama değerin 13,64 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Çizelge 1'de FAO (1990) tarafından bildirilen mangan sınır değerlerine göre, toprakların çok az (< 4 mg kg⁻¹) ve yeterli düzeyde (14 – 50 mg kg⁻¹) değişen mangan içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4). Bursa ili vertisol ve kolüvyol büyük toprak grubu topraklarının mangan içerikleri yönünden zengin olduğu bildirilmiştir (Tümsavaş 2002, 2003). Bursa yöresinde yapılan başka bir çalışmada da toprakların mangan içerikleri yönünden zengin olduğu, analiz edilen toprakların tamamının yeterli düzeyde mangan içerdiği belirtilmiştir (Tümsavaş ve Aksoy, 2008). Türkiye topraklarının ise yaklaşık %44,86'sının mangan içeriğinin yeter ve fazla seviyede olduğu bildirilmiştir (Sönmez ve ark. 2018).

Toprakların ekstrakte edilebilir bor değerlerinin 0,29 ile 0,61 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, ortalama değerin 0,40 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiş olup (Çizelge 4), toprakların çok az (< 0,5 mg kg⁻¹) ve yeterli sınırlarında (0,5 – 2,0 mg kg⁻¹) değişen bor içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 1).

Topraklarda Cu yönünden noksanlık bulunmazken, diğer mikro elementlerin noksan ve fazla olduğu alanların olduğu belirlenmiştir. Toprakların özellikle demir, mangan, çinko ve bor değerlerinin çok geniş aralıklarda değiştiği görülmüştür. Bu durum arazi üzerinde gübrelemenin toprak analiz sonuçlarına göre yapılmadığını göstermiştir. Bursa ilinde daha önce yapılmış olan çalışmalarda da benzer durum bildirilmiştir (Uysal ve Katkat, 2005; Uysal ve Katkat 2007; Çelik ve Urhan, 2020). Mikro elementlerin toprakta yeterli seviyenin altında bulunmasının yanı sıra, bazı bölgelerde toprak pH'sı ve kireç içeriğinin de yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Bu durum, sözkonusu bölgelerde yetişen ürünlerde mikro element eksiklikleri ve ya dengesizliklerine bağlı olarak noksanlık belirtilerinin ortaya çıkmasına ve buna bağlı olarak ürün kayıplarının yaşanmasına neden olabilir.

Sonuç

Bursa Uludağ Üniversitesi Kampüs sınırları içerisinde yer alan Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi tarla bitkileri tarımı yapılan topraklarının besin elementi düzeylerinin belirlenmesi ve olası beslenme sorunlarının ortaya konularak daha kaliteli ve bol ürün elde edilebilmesine yol göstermesi amacıyla yürütülmüş olan çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde çalışma alanı topraklarının genel olarak üretim için uygun olduğu söylenebilir. Yapılan toprak analiz sonuçlarına göre toprakların kil bünyeli olduğu, organik madde içeriklerinin genel olarak çok düşük bulunduğu, kireç içeriklerinin yer yer artış gösterdiği ve buna bağlı olarak pH'larının yüksek olduğu, toprakların ve tuzluluk yönünden her hangi bir sorununun olmadığı görülmüştür. Çalışma alanı topraklarının az ile fazla arasında çok geniş aralıkta değişen azot, fosfor ve potasyum içeriklerine sahip oldukları, kalsiyum değerlerinin sınırın üzerinde, magnezyum'un ise yeterli ve fazla düzeyde olduğu görülmüştür. Toprakların sodyum içeriklerinin ise duyarlı bitkiler için belirlenen sınır değerin altında bulunduğu tespit edilmiştir. Topraklarda bakır yönünden noksanlık bulunmazken, diğer mikro elementlerden özellikle demir, mangan, çinko ve bor değerlerinin noksan ve fazla arasında çok geniş aralıklarda değiştiği görülmüştür. Topraklara usulüne uygun olarak olgunlaştırılmış organik gübre uygulamalarının her sene düzenli olarak yapılması ve gübrelerin toprakla karıştırılması, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesi açısından fayda sağlayacaktır. Bunun yanı sıra yapılacak organik gübre ilavesi; kireç ve yüksek pH'dan kaynaklı bitki besleme sorunlarının giderilebilmesi açısından da yarar sağlayacaktır. Organik gübre uygulamaları yanı sıra, pH'nın düşürülmesine yönelik kükürt uygulamaları yapılması, fizyolojik asit karakterli ve tercihen mikroelement katkılı gübre kullanılması da yüksek pH'ya bağlı mikro element noksanlıklarının görülmemesi için son derece önemli görülmektedir. Uygulamalardan maksimum etkinin elde edilebilmesi açısından uygulanacak materyalin mutlak surette

toprak altına karıştırılması gerekmektedir. Gübreleme programının toprak ve yaprak analiz sonuçlarına göre alanında uzman bir danışman gözetiminde programlanması yararlı olacaktır. Programın oluşturulmasında tüm bitki besin elementlerinin toprakta optimum sınırlar içerisinde yer almasının sağlanması öncelikli olarak ele alınmalıdır. Daha sonra yetiştirilecek olan bitkinin özelliklerine göre bitki besin elementlerinin topraktan ürünle kaldırılma potansiyeli gözetilerek bitki besin elementlerinin toprağa kazandırılmasına yönelik bir planlama yapılması gerekmektedir. Bu şekilde planlanacak uygulamalarla besin elementleri arasında denge gözetilerek, verimliliğin de devamlılığı sağlanmış olacaktır. Kontrollü gübre uygulamaları ile toprağa aşırı gübreleme yapılmasının önüne geçilerek, ekonomiye katkı sağlanacak, aynı zamanda tarım topraklarının ve yeraltı sularının kirlenmesinin de önüne geçilecektir. Elde edilen bulgulara göre bitki besin elementi değerlerinin çok geniş aralıklar içinde değişimi gübre uygulamalarının analiz sonuçlarına göre programlanmadığının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Uygulanacak gübre çeşit ve dozunun, uygulama yöntem ve zamanının doğru seçilmesinin ancak toprak analizleri ile mümkün olabileceği; gereksiz gübre kullanımının önlenmesi, üretimin daha ekonomik olması yanı sıra kalitenin ve ürün artışının sağlanması için mutlak surette toprak analizi yaptırılmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Makale Yayın Etik kurallarına uygun olarak Yüksek Lisans tez verileri kullanılarak hazırlanmıştır. Çalışma; T.C. Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar (BAP) Koordinatörlüğü tarafından FYL-2023-1539 Proje numarası ile Yüksek Lisans Tez Projesi olarak desteklenmiştir. Destekleri için Bursa Uludağ Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkürlerimizi sunarız. Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olup her hangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Kaynaklar

- Akça MO, Türkmen F, Taşkın MB, Soba MR, Öztürk HS. 2015. Ankara Üniversitesi Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*.3(2):54-63.
- Akça H, Taban N, Turan MA, Taban S, Ouedraogo AR. 2017. Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5(2), 93-100.
- Aksoy E, Özsoy G. 2004. Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak Uludağ Üniversitesi yerleşkesi arazilerinde arazi kullanım haritalaması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 57-68.
- Başar H. 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. *Uludağ. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 5:69-83.
- Batmaz O. 2019. Orhangazi yöresi kivi bahçelerinin beslenme durumlarının toprak yaprak ve meyve analizleri ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Besleme Anabilim Dalı, 75.
- Bouyoucos G. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464-465.
- Bremner JM. 1965. Total nitrogen. *Methods of Soil Analysis*, Part 2. ed.: Black, C.A., American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA, 1149-1178 pp.
- Çelik H. 2006. Bursa İli Topraklarının Alınabilir Demir Durumu ve Bu Topraklarda Alınabilir Demir Miktarının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Yöntemler. UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim dalı. Doktora tezi. Bursa. 102 s.
- Çelik H, Asik BB, Gurel S, Katkat AV. 2010. Effects of potassium and iron on macro element up take of maize. *Zemdirbyste Agriculture*, 97(1): 11-22.
- Çelik H., Batmaz, O. 2020. Orhangazi Yöresi Kivi Bahçelerinin Beslenme Durumlarının Toprak, Yaprak ve Meyve Analizleri ile Değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (2): 219-228.
- Çelik, H., Katkat, A.V. 2005. Bursa İli Şeftali Yetiştiriciliği Yapılan Tarım Topraklarının Potasyum Durumu ve Demir Klorozu ile İlişkisi Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı.
- Çelik H, Katkat AV. 2010. Comparison of various chemical extraction methods used for determination of the available iron amounts of calcareous soils. *Communications in soil science and plant analysis*, 41(3), 290-300.
- Çelik H, Urhan G. 2020. Keles Yöresi Kiraz Bahçelerinin Beslenme Durumlarının Toprak, Yaprak ve Meyve Analizleri ile Değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 34 (1): 185-200.
- Eyüpoğlu F. 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Ankara.
- Eyüpoğlu F, Güçdemir İH, Kurucu N, Talas S. 2000. Orta Anadolu topraklarının bitkiye yarayışlı bor bakımından genel durumu. *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını*, Ankara s. 1-47.

- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S. 1996. Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Ankara.
- Food and Agricultural Organization. (FAO) 1990. Micronutrient assesment at the country level. An International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Silanpaa, Rome.
- Grewelling T, Peech M. 1960. Chemical soil test. Cornel Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. Handbook, 60. U. S. Dept.of Agriculture.
- Gül T. 2021. Mustafakemalpaşa yöresi kimi sebze bahçelerinin beslenme durumlarının toprak, bitki ve meyve analizleri ile belirlenmesi (Master's thesis, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- Gürel S. 2013. Bursa Yöresinde Armut Plantasyonlarında Görülen Mikro Besin Elemntleri (Fe, Zn ve B) Noksanlıkların Giderilmesi ve Teşhisi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 154.
- Hansen, T.H., De Bang, T.C., Laursen, K.H., Pedas, P., Husted, S., Schjørring, J.K. 2013. Multielement Plant Tissue Analysis Using ICP Spectrometry: Plant mineral nutrients methods and protocols, Ed.: Maathuis, F.J.M., Humana Press, Totowa, NJ. pp: 121-141.
- Horneck DA, Hanson D. 1998. Determination of potassium and sodium by flame emission spectrophotometry: Handbook of reference methods for plant analysis, Ed.: Karla, Y.P., CRC Pres, Washington, D.C. pp: 157-164.
- Kalkancı N, Şimşek Semercioğlu T, Aslan N, Büyük G. 2024. Kilis yöresi yağlık zeytinliklerinin beslenme durumunun belirlenmesi. ADYUTAYAM Dergisi, 12(1), 23-31.
- Karaata EU. 2014. Uludağ üniversitesi ziraat fakültesi tarımsal uygulama ve araştırma merkezi arazi bilgi sisteminin oluşturulması (zftuam-abs) (Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi (Türkiye)).
- Karaca S, Dengiz O, Turan İD, Özkan B, Dedeoğlu M, Gülser F, Sargin B, Demirkaya S, Ay A. 2021. An assessment of pasture soils quality based on multi-indicator weighting approaches in semi-arid ecosystem. Ecological Indicators, 121, 107001.
- Karaman MR, Brohi AR, Müftüoğlu NM, Öztaş T, Zengin M. 2012. Sürdürülebilir toprak verimliliği. Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları No:1, Bursa, 390s.
- Katkat AV, Ayla F, Güzel İ. 1984. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği arazisinin toprak etüdü ve verimlilik durumu. 3, 71-78.
- Katkat AV, Özgümüş A, Başar H, Altinel B. 1994. Bursa yöresindeki şeftali ağaçlarının demir, çinko, bakır ve mangan ile beslenme durumları. Tübitak Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 18:447-456.
- Miller RW, Gardiner DT. 1998. Soils in our environment. 8. Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 736 pp.
- Nelson DW, Sommers L. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter: Methods of soil analysis, Part 2. chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph No.9 (2 nd Ed.) ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp 539-579.
- Nelson RE. 1982. Carbonate and Gypsum: Methods of soil analysis, Part 2. chemical and microbiological properties, Ed.: Page, A.L., American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA, pp 181-196.
- Ordu D. 2020. Bursa ili Karacabey ilçesi mısır tarımı yapılan toprakların (Yolağzı Bölgesi) verimlilik durumunun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, BUÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bursa.
- Özden N, Sökmen Ö, Uslu İ, Aras S. 2022. Manisa ili tarım topraklarının verimlilik durumları ile mikro element kapsamalarının belirlenerek haritalanması. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 32(2), 228-241.
- Özgüven NÇ, Katkat AV. 1997. Uludağ Üniversitesi araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının verimlilik durumunun belirlenmesi. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg. 13: 43-54.
- Özgüven N, Katkat AV. 2002. Bursa ili topraklarının bitkiye yarayışlı çinko yönünden genel durumu. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg. 16: 235-244.
- Öztürk E. 2022. Bursa ilinde deveci armudu bahçelerinin toprak verimliliği ve bitki besleme durumları (Master's thesis, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- Öztürk E, Çelik H. 2022. Bursa İlinde Deveci Armudu Bahçelerinin Toprak Verimliliği ve Bitki Besleme Durumları, IV-International Conference of Food, Agriculture, and Veterinary Sciences on the occasion of the 40th Anniversary of Van Yüzüncü Yıl University (pp.433-434). Van, Turkey.
- Öztürk O, Başar A, Özgümüş A, Katkat A, Altinel B. 1996. Bursa yöresinde şeftali ağaçlarında görülen mikro besin maddeleri noksanlıklarının teşhisi ve tedavisi. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müd. Eskişehir Araştırma Ens. Müd. Yayınları Genel Yayın No:239, Rapor Seri No:187, Eskişehir.

- Richards LA. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture Handbook 60: 94.
- Rhoades JD. 1982. Soluble Salts. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed. A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA, pp: 167-178.
- Sarğın B, Alaboz P, Karaca S, Dengiz O. 2024. Pythagorean fuzzy SWARA weighting technique for soil quality modeling of cultivated land in semi-arid terrestrial ecosystems. Computers and Electronics in Agriculture, 227, 109466.
- Sarğın B, Karaca S. 2023. Land suitability assessment for wheat-barley cultivation in a semi-arid region of Eastern Anatolia in Turkey. Peer J, 11, e16396.
- Seçkin S. 2021. Mustafakemalpaşa ilçesinde armut yetiştiriciliği yapılan bazı bahçelerin beslenme durumlarının toprak, bitki ve meyve analizleri ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Besleme Anabilim Dalı.
- Sillanpaa M. 1990. Micronutrient assessment at the country level: An international study. FAO Soils Bulletin. N. 63. Rome.
- Sökmen Ö, Özden N, Göçmez S, Doyuran N. 2024. Manisa İli Demirci ve Selendi İlçeleri Tarım Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi ve Haritalanması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2), 517-532. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1317296>
- Sönmez B. 2003. Türkiye çoraklık kontrol rehberi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No: 33. Ankara.
- Sönmez B, Özbahçe A, Akgül S, Keçeci M. 2018. Türkiye topraklarının bazı verimlilik ve organik karbon (TOK) içeriğinin coğrafi veri tabanının oluşturulması, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, TAGEM/TSKAD/11/A13/P03 Ankara.
- Taşkın MB, Türkmen F, Akça MO, Soba MR, Öztürk HS. 2018. Ankara Üniversitesi Ayaş araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 6 (2), 122-133.
- Taşova H, Akın A. 2013. Marmara Bölgesi Topraklarının Bitki Besin Maddesi Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması. Toprak Su Dergisi Cilt 2 Sayı 2 (83-95).
- Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S. 2010. Bursa İli Alüviyal Tarım Topraklarının Verimlilik Durumları ve Potansiyel Beslenme Sorunlarının Belirlenmesi. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 24, Sayı 1, 115-130.
- Tümsavaş Z. 2002. Bursa ili kolüvyal büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumunun belirlenmesi. ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12 (1):131-144.
- Tümsavaş Z. 2003. Bursa ili vertisol büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., 17(2): 9-21.
- Tümsavaş Z, Aksoy E. 2008. Bursa Yöresi Rendzina Büyük Toprak Grubu Topraklarının Bazı Özellikleri ve Besin Maddesi İçerikleri. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 1, 95-106.
- Uyanöz R, Karaca Ü, Zengin M. 2012. Konya ili Taşkent ve Hadim ilçeleri kiraz bahçelerinin beslenme durumları. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 26(2):40-45.
- Uysal E, Daş Kılıç ÖB, Albayrak B, Üglü G, Bıyıklı M, Rahmanoğlu N, Şen OF. 2017. Bursa yöresinde yetiştirilen sanayi domateslerinin beslenme durumlarının belirlenmesi. Bahçe, 46 (1):9-20.
- Uysal E, Katkat AV. 2005. Bursa ve Çevresinde Yetiştirilen Kiraz Ağaçlarının Demir, Çinko, Mangan ve Bakır ile Beslenme Durumları. Uludag. Üniv. Zir. Fak. Derg., 19 (2): 47-59.
- Uysal E, Katkat AV. 2007. Bursa yöresinde yetiştirilen kiraz ağaçlarının azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum ile beslenme durumları. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 17 (1); 71 – 84.
- Watanabe FS, Olsen SR. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soil. Soil Science Society of America Journal 29:677-78.
- Wolf B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Soil Science and Plant Analysis, 2(5): 363-374.
- Zengin M, Özbahçe A. 2011. Bitkilerin iklim ve toprak istekleri. Atlas Akademi Yayınları No:04, Konya, 167.