



Mısır Tarımı Yapılan Toprakların Verimlilik Durumu (Yolağzı Bölgesi-Karacabey/ Bursa Örneği)^A

Doğan ORDU¹, Barış Bülent AŞIK^{2*}

Öz: Günümüzde toprak verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilirliğinin devamının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Bursa ili Karacabey ilçesinde yoğun mısır tarımı yapılan toprakların (Yolağzı Bölgesi) verimlilik durumunun belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla mısır tarımı yapılan 40 tarla toprağından 0-30 cm derinlikten örnekler alınmıştır. Örneklerde verimlilik analizleri yapılmış ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; toprak örneklerinin “kumlu tın”, ve “kumlu killi tın” bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir. Toprakların tamamı tuzsuz ve pH değerleri 6.77 ile 8.70 arasında değişim göstermiştir. Topraklar kireçli ve orta kireçli, organik madde içerikleri; çok az, az ve orta sınıfta değerlendirilmiştir. Topraklar azot içeriği bakımından yeterli ve fazla sınıflarında yer almıştır. Alınabilir fosfor içeriği bakımından; toprakların yarısında fosfor az düzeyde bulunmuştur. Çalışma alanı topraklarının mikroelement içerikleri ise; fazla ve çok fazla, sınıfta olarak belirlenmiştir. Bu durum bölge üreticilerinin temel gübreleme yanında mikroelement gübrelemesine de önem verdiklerini göstermektedir. Bölgede mısır tarımının geleceği açısından özellikle toprak organik maddesinin artırılmasına önem verilmesi gerektiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mısır, bitki besin elementleri, toprak analizi, sınır değer.

^A Yüksek lisans tez verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

¹ Doğan ORDU, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, zmh_doganordu, [OrcID 0000-0001-9342-7558](https://orcid.org/0000-0001-9342-7558)

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Barış Bülent AŞIK, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, bbasik@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-8395-6283](https://orcid.org/0000-0001-8395-6283)

Determination of Fertility Status of Corn Cultivated Soil of Yolağzi Region in Karacabey/Bursa Province

Abstract: Nowadays, it is of great importance to increase soil fertility and to maintain its sustainability. In this scope, it is necessary to determine the physical, chemical and biological properties of soils and to improve these properties. This research was carried out to determine the fertility status of the corn cultivated land (Yolağzi Region) Karacabey-Bursa district. For this purpose, samples were taken from 0-30 cm depth from 40 field soil in which corn is cultivated. Soil fertility analyzes were done and the result was compared with the limit values.

According to the results, soil samples were found to have “sandy loam” and “sandy clay loam” textures. All of the soils were salt-free and the pH values varied between 6.77 and 8.70. Soils were calcareous to medium calcareous classes and organic matter contents were evaluated at very low, low and middle. Soils were insufficient and excess classes in terms of nitrogen content. Available phosphorus was found in low levels in half of the soils. The microelement content of the soils of the study area was determined as high and too high class. Results showed that the regional farmers attach importance to microelement fertilization as well as basic fertilization. In terms of the future of corn agriculture in the region, it was considered extremely important to increase soil organic matter.

Keywords: Corn plant, plant nutrients, soil analysis, soil sufficiency value.

Giriş

Sürdürülebilir toprak verimliliğinde besin elementi yönetimi stratejisi büyük önem taşımaktadır. Geçmişten günümüze toprak verimliliğinin değerlendirilmesi için çeşitli teknikler geliştirilmiş ve bu yönde birçok çalışma yapılmaktadır. Bu teknikler arasında dünyada en yaygın olarak kullanılan yöntem toprak verimliliğinin toprak analizleri yapılarak belirlenmesidir. Toprak analizleri ile toprağın mevcut verimlilik durumu değerlendirilmekte; aynı zamanda alınacak ürün verimini en üst düzeye çıkarmak ve toprakların uzun süre verimliliğini koruyabilmek için gübreleme önerilerinin temelini oluşturan bitki besin elementleri hakkında da bilgi sahibi olunmaktadır. Bilindiği gibi tekstür, strüktür, renk ve benzeri özellikler toprakların önemli fiziksel parametreleridir. Benzer şekilde, toprak reaksiyonu (pH), toprak tuzluluğu (EC), organik madde (OM), katyon değişim kapasitesi (KDK), kireç, makro ve mikro besin elementleri ise toprakların önemli kimyasal özellikleri olarak değerlendirilmektedir. Toprağın bu fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi toprakların mineral besin elementleri sağlama kapasitesini göstermektedir (Ganorkar ve Chinchmalatpure, 2013). Toprakların sahip oldukları bu özellikler ve bunların gün geçtikçe değişmesi toprak verimliliğe ve bitki gelişimi üzerine önemli düzeyde etki etmektedir. En yüksek verimi ve kaliteyi sağlayabilmek için bitkilerin ihtiyacı olan besin elementlerinin topraklarda alınabilir formlarda ve yeterli miktarlarda bulunmaları gerekmektedir. Topraklarda bulunan bitki besin elementlerinin noksanlığında olduğu gibi fazlalığında da bitkiler tarafından bu elementlerin

alınımını sınırlandırmakta ve bitkiler üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Turan ve ark., 2010). Topraklarda yanlış gübreleme uygulamaları sonucu besin elementi dengesi bozulmakta ve hatta uygulama yapılan bölgelerde çevresel sorunlara da neden olabilmektedir.

Bursa ilinde tarımın yoğun olarak yapıldığı ilçelerden birisi de Karacabey ilçesi topraklarıdır. Hem erken hasat edilmesi hem de fazla miktarda üretilmesinden dolayı yörede çiftçiler tarafından mısır tarımı önemli bir yer tutmaktadır. Mısır insan gıdası olarak kullanımının yanı sıra hayvan yemi ve endüstride de ham madde olarak çok yönlü kullanılan bir bitki türüdür.

Mısır üretiminin son yıllarda artış göstermesinin nedeni, mısır bitkisinin gerek hayvansal beslenmede gerekse de birçok önemli sanayi için hammadde olarak kullanılması ve buna bağlı olarak mısır pazarının bu bölgede önemli bir sektör haline gelmesidir. Karacabey ilçesinde tanelik ve silajlık mısır alımı yapan büyük firmalar (Sütaş, Matlı, Banvit, Has tavuk, Trakya Birlik, Yağlı Tohumlar, Tarım Kredi Kooperatifleri, Pancar Kooperatifleri vs.) olduğu kadar küçük işletmeler, hayvancılık yapan çiftçiler gibi daha birçok pazarlama alanı bulunmaktadır. Ayrıca mısır bitkisini depolamanın kolay olması istenilen zamanda satılması da büyük bir etkidir. Mısırın birinci ürün olarak ekilmesi yanı sıra ikinci ürün olarak da özellikle son yıllarda ekim alanları daha çok artmıştır (Anonim 2016). Bursa ili ve Karacabey ilçesi tarımsal üretim alanı 662800 da ve bu alanın yaklaşık 1/3 ünde mısır üretimi yapılmaktadır (Anonim 2019). Mısır üretim verileri değerlendirildiğinde; 213582 da alanda silajlık mısır üretimi yapılmakta 1179491 ton verim alınmakta ve ortalama verim 5522 kg da⁻¹ ve 134504 da alanda tanelik mısır üretimi yapılırken 138093 ton verim alınmakta ve ortalama verim 1027 ton da⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Bu derece fazla alanda yapılan mısır üretiminde gübreleme konusunda yeterli bilgi ve uygulama çalışması yönünden eksiklikler bulunmaktadır. Genel olarak, bölgede standart taban gübreleri ve damla sulama ile verilen azotlu gübreler dışında bir gübreleme neredeyse hiç yapılmamaktadır. Bölgede toprak analizlerine bağlı gübrelemelere neredeyse hiç rastlanmamaktadır. İlçenin diğer bölgelerine göre örneklenen bölgenin ürün verimlerinin ciddi düşüşleri, genel bölge ortalamalarının sürekli altında kalması, toprak çeşitliliği fazla olmasına rağmen her türlü toprağa aynı gübrelemenin uygulanması yıllardır ısrarla uygulanmaktadır.

Bu durum bölge topraklarının giderek çoraklaşma potansiyelini artırmış olmasına rağmen bu bölgede yaşayan üreticilerin halen konuya kayıtsız kalması, bilimsel olarak bu konuya yaklaşmanın gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu çalışmayla, Karacabey ilçesi Yolağzı Bölgesi'nde en fazla tarımı yapılan mısır yetiştirilen toprakların temel özelliklerini ve bitki besin elementleri durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Çalışma Bursa İli Karacabey ilçesinde yoğun olarak mısır tarımı yapılan Yolağzı Bölgesi'nde yürütülmüştür. Çalışma kapsamında mısır üretimi yapılan bölgeyi temsilen seçilen 40 parselden ve 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır (Kacar, 2016). Bu bölgenin çalışma alanı seçiminde etkili olan faktörler; bölgede sözleşmeli

mısır üretiminin yapıyor olması, parsellerin göreceli olarak daha büyük olması (10 hektar ve daha fazla) ve yoğun üretim sayılabilir.

Toprak Analizleri

Toprak örneklerinin kil, silt ve kum miktarları hidrometre yöntemine göre, bünyeleri (tekstür) sınıfları ise “Soil Survey Manual’e” göre belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951). Toprak örneklerinin pH değerleri saf su ile 1:1 oranında sulandırılarak WTW model cam elektrotlu pH metre ile, EC değerleri ise WTW LF 92 model EC-metre ile belirlenmiştir (Mclean, 1982; Rhoades, 1982). Toprakların kireç (CaCO_3) içerikleri Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Nelson, 1982) Alınan toprak örneklerinin organik madde içerikleri modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemi ile belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982). Toplam N içeriği Kjeldahl yöntemi ile Gerhardt Buchi K-437 yakma blokunda yakılan örneklerin Buchi K-350 model buharlı damıtma cihazında damıtılmasıyla belirlenmiştir (Bremmer, 1965). Topraklarda amonyum (NH_4) ve nitrat (NO_3) içerikleri: KCI (2 M) çözeltisi ile ekstraksiyon sonucu elde olunan çözeltide amonyum, indofenol mavisi yöntemi ile; nitrat ise salisilik asitin sülfürik asit varlığında nitrasyonu esasına dayanılarak ile kolorimetrik olarak PG T60 model spektrofotometre ile belirlenmiştir (Robarge ve ark. 1983; Solorzano 1969). Bitkiye yararlı P içeriği 0.5 M sodyum bikarbonat (NaHCO_3 , pH=8.5) çözeltisi ile ekstrakte edilmesi sonucu elde edilen süzükte askorbik asit yöntemi ile PG T60 model spektrofotometre ile belirlenmiştir (Watanabe ve Olsen 1965). Toprakların değişebilir K içerikleri 1 N amonyum asetat (pH=7.0) çözeltisi ile ekstraksiyon sonucu elde edilen süzükte Eppendorf Elex 6361 fleymfotometresi ile belirlenmiştir (Thomas 1982). Toprakların ekstrakte edilebilir Fe, Mn, Cu ve Zn miktarları 1:2 oranındaki Toprak:DTPA çözeltisi (0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl_2 , + 0.10 M TEA) ile ekstrakte edilmesi ile elde edilen süzükte Perkin Elmer OPTIMA 2100DV model ICP ile belirlenmiştir (Jones, 2001). Toprak analizleri sonucu elde olunan değerler Çizelge 1’de verilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Toprak analiz sonuçları ve sınır değerler

Özellik	Yeterlilik sınıfı						Kaynak
	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuvvetli alkali	
pH	<4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	>8.5	Ülgen ve Yurtsever, 1995
Tuzluluk, $\mu\text{S cm}^{-1}$	Tuzsuz 0-2000	Hafif tuzlu 2000-4000	Orta tuzlu 4000-8000	Orta tuzlu 4000-8000	Çok tuzlu 8000-16000	Çok tuzlu 8000-16000	USDA, 2002
Kireç, %	Az kireçli <1.0	Kireçli 1.0-5.0	Orta kireçli 5.0-15.0	Fazla kireçli 15.0-25.0	Çok fazla kireçli >25	Çok fazla kireçli >25	Ülgen ve Yurtsever, 1995
Organik madde, %	Çok az 1.0	Az 1.0-2.0	Orta 2.0-3.0	İyi 3.0-4.0	Yüksek 4.0	Yüksek 4.0	Ülgen ve Yurtsever, 1995
Toplam N, %	Çok az <0.045	Az 0.045-0.09	Yeterli 0.09-0.17	Fazla 0.17-0.32	Çok fazla >0.32	Çok fazla >0.32	Anonim, 1990
Alınabilir P, mg kg^{-1}	Çok az <2.5	Az 2.5-8.0	Yeterli 8.0-25.0	Fazla 25.0-80.0	Çok fazla >80.0	Çok fazla >80.0	Anonim, 1990
Alınabilir K, mg kg^{-1}	Çok az <50.0	Az 50-110	Yeterli 110-290	Fazla 290-1000	Çok fazla >1000	Çok fazla >1000	Anonim, 1990
Mikroelementler	Çok az	Az	Orta	Fazla	Çok fazla	Çok fazla	
DTPA-Fe, mg kg^{-1}	< 2.0	2.0-4.0	4.0-6.0	6.0-10.0	>10.0	>10.0	
DTPA-Zn, mg kg^{-1}	< 0.5	0.5-1.0	1.0-3.0	3.0-5.0	>5.0	>5.0	Mostara ve Poy, 2008
DTPA-Cu, mg kg^{-1}	<0.1	0.1-0.3	0.3-0.8	0.8-3.0	>3.0	>3.0	
DTPA-Mn, mg kg^{-1}	<0.5	0.5-1.2	1.2-3.5	3.5-6.0	>6.0	>6.0	

Bulgular ve Tartışma

Toprakların bünye, pH, EC, kireç ve organik madde içerikleri

Bursa ili Karacabey ilçesi Yolağzı Bölgesi'nde mısır tarımı yapılan toprak örneklerinin bünyelerine göre sınıflandırılması Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'nin incelenmesinden de görüleceği gibi, toprakların % 42.5 (17 adet)'i kumlu tın (SL), %52.5 (21 adet)'i kumlu kili tın (SCL) ve %5 (2 adet)'i tınlı topraklardan oluştuğu tespit edilmiştir. Genel olarak çalışma alanı toprakları, "orta bünyeli" topraklar olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 2. Toprak örneklerinin bünyelerine göre dağılımı

SL		SCL		SL		SCL		CL		L	
Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
17	42.5	21	52.5	-	-	-	-	-	-	2	5.0

Bölge toprakları ile ilgili olarak 2014-2015 yılı Bandırma Ticaret Borsası toprak analiz laboratuvarı faaliyet raporuna göre; Karacabey ilçesinin 10 farklı bölgesinde toprakların bünyelerinin % 54.6-80.4 oranında “killi tın” ve “kil” bünyeli olarak değiştiği bildirilmiştir (Anonim, 2016). Bursa ili toprakları ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, il toprakları bünyelerinin geniş dağılım gösterdiği görülmektedir. Başar (2001) toprakların % 63’ünün “killi-tın”, %20’sinin “tın” ve % 17’sinin “kil” bünyeye sahip olduğunu, Turan ve ark. (2010) ise; ilde bulunan bu toprakların %76.67’sinin “orta bünyeli” topraklar olduğunu ve bunların %46.66’sının “killi-tın”, %16.67’sinin “kumlu-tın” ve %6.67’sininde “kumlu-killi-tın” ve “tın” bünyeye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çelik ve Urhan (2020), Keles ilçesinde yaptıkları çalışmada toprak bünyelerini “kumlu-killi-tın”, “killi-tın” ve “kil” olarak nitelemişlerdir. Yavuz ve ark. (2020) ise Gürsu ilçesinde yaptıkları çalışmada armut bahçeleri topraklarının genellikle “kumlu-tın”, “siltli-tın”, “killi-tın”, “kumlu-killi-tın” ve “kil” bünyeli topraklar olduğunu bildirmişlerdir. Toprak bünyesinin bilinmesi, toprakların katyon değişim kapasiteleri (KDK), su geçirgenlikleri (permeabilite), yarayışlı su kapasiteleri ve infiltrasyon hızları ile doğrudan ilişkili olması nedeniyle önem taşımaktadır.

Çalışma alanı parsellerinden alınan toprak örneklerinin pH değerlerine göre yüzde dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Alınan toprak örneklerinin pH değerleri ve sınıfları

Kuvvetli asit		Orta asit		Hafif asit		Nötr		Hafif alkali		Kuvvetli alkali		Aşırı alkali	
Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
-	-	-	-	1	2.5	-	-	35	87.5	4	10.0	-	-

Çizelge 3 incelendiğinde; toprakların pH değerlerinin %2.5’inin hafif asidik (6.77), % 10’unun kuvvetli alkalın (8.05-8.70) olduğu, geriye kalan % 87.5’inin hafif alkalın (7.34-7.97) topraklar sınıfına girdiği görülmektedir. Toprak pH’larının 6.77- 8.70 arasında olduğu göz önüne alındığında, mısır bitkisi yetiştiriciliği için birkaç toprak dışında uygun olduğu görülmektedir. Mısır bitkisi hafif asidik ve nötr reaksiyonlu topraklarda (pH:6.5-7.5) en iyi gelişimi göstermektedir (Zengin ve Özbahçe, 2013).

Toprakta bitki besin elementlerinin alınımını sınırlandıran faktörlerden birisi de toprak pH’sıdır. Yüksek pH değerine sahip topraklarda fosfor ve özellikle de demir ve çinko gibi mikro besin elementlerinin alınımı azalmaktadır. Nötr toprak reaksiyonuna sahip topraklarda yaklaşık tüm besin elementlerinin yarayışlılığı yeterli düzeydedir. Ancak pH değerinin 8.5’ten büyük olması toprakta fazla miktarda değişebilir sodyum iyonunun varlığını göstermektedir. Bu durumda toprak kolloidleri disperse olmakta ve bu şekilde toprak fiziksel özelliklerinin bozulması sonucu bitki gelişimini olumsuz etkilenmektedir. Aynı zamanda Förstner (1995), toprak pH değerinin bitkilerdeki translokasyonlarını belirleyen mikro elementlerin çözünürlüğünü, hareketliliğini ve alınabilirliğini etkilediğini bildirmiştir.

Alkalin reaksiyon gösteren topraklara kontrollü olarak sonbahar aylarında ahır gübresi ile birlikte toz kükürt uygulaması ile veya fizyolojik olarak asit karakter gösteren gübrelerin uygulanması ile pH değerlerinin düzenlenmesinin mümkün olabileceği bildirilmiştir (Zengin ve Özbahçe, 2011; Bayram ve Elmacı, 2014).

Toprakların tuzluluk sınıfına göre dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 4’te verilmiştir. Toprak EC değerleri 448-2080 $\mu\text{S cm}^{-1}$ değerleri arasında değişim göstermiştir. Toprakların tamamının tuzsuz sınıfına girdiği bunlardan sadece birinin 2000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ’nin üzerinde olduğu ve tuza çok duyarlı bitkilerin verimini sınırlayabileceği belirlenmiştir.

Çizelge 4. Toprakların elektriksel iletkenlik değerlerine göre dağılımları

Tuzsuz		Hafif Tuzlu		Orta Tuzlu		Çok Tuzlu	
Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
40	100	-	-	-	-	-	-

Mısır bitkisi tuzluluğa ($> 1.7 \text{ mmhos cm}^{-1}$) ve yüksek taban suyuna hassas olduğundan dolayı bu alanlarda mısır tarımı yapılmasından kaçınılması gerektiği bildirilmiştir (Ekmekçi ve ark., 2005). Bu durumda incelenen toprakların sadece bir adedinin mısır bitkisi yetiştiriciliği için uygun olmadığı belirlenmiştir.

Tuzluluk ile ilgili elde edilen sonuçlar diğer çalışmalar ile birlikte değerlendirildiğinde; Bursa ili topraklarının tuzluluk sorunu olmadığı, hemen hemen her bitkinin yetiştirilmesi için herhangi bir tuzluluk sınırlamasının olmadığı görülmektedir (Anonim 1983; Anonim1995; Başar ve ark., 1997; Başar, 2001; Turan ve ark., 2010; Çelik ve Urhan, 2020; Yavuz ve ark., 2020).

Çalışma bölgesi parsellerinden alınan toprak örneklerinin kireç içeriklerinin yüzde olarak dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 5’de verilmiştir. Toprakların kireç içerikleri %2.0 ile %15.99 değerleri arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlara göre toprakların % 97.5’i “kireçli” ve “orta kireçli” toprak olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 5. Toprakların kireç içeriklerine göre dağılımları

Az kireçli		Kireçli		Orta kireçli		Fazla kireçli		Çok fazla kireçli	
Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
-	-	23	57.5	16	40	1	2.5	-	-

Bursa topraklarının verimlilik durumlarının araştırılması üzerine yapılan çalışmalar incelendiğine, toprakların orta kireçli sınıfta yer alması bitki besin elementlerinin yarıyışlılığı bakımından üzerinde durulması gereken bir sorun olduğu belirtilmiştir. Özellikle fosforun ve mikro elementlerin yarıyışlılıklarının azalması dikkat edilmesi gereken noktalar olarak göze çarpmaktadır (Çelik ve Katkat, 2005; Yavuz ve ark., 2020). Verimlilikte ilgili sorunların başında kireç gelmesine rağmen, aynı zamanda topraklarda kirecin belirli miktarda bulunması

toprağın fiziksel ve kimyasal özellerine olumlu yönde etki etmektedir. Yapılan birçok çalışmada belirli miktarda bünyelerinde kireç bulunduran topraklarda bitkilerin iyi bir gelişme gösterdikleri bilinmektedir (Anonim, 2008).

Çalışma kapsamında belirlenen parsellerden alınan topraklar organik madde içeriklerine göre yüzde olarak dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 6’da verilmiştir. Çizelge 6 incelendiğinde toprakların %10’unun “çok az” düzeyde (% 0.760-% 0.903), %72.5’inin “az” düzeyde (%1.041-%1.874), %15’inin de “orta” düzeyde (%2.013-%2.702) ve bir adedinin ise “iyi” düzeyde organik madde içerdiği belirlenmiştir. Bir başka ifade ile, Bursa ili Karacabey ilçesi Yolağzı Bölgesi topraklarının çoğunlukla organik madde içeriklerinin sınır düzeyinin altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 6. Toprakların organik madde içeriklerine göre dağılımları

Çok az		Az		Orta		İyi		Yüksek	
Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
4	10	29	72.5	6	15	1	2.5	-	-

Türkiye topraklarının organik madde içeriklerini düşük olduğu ve %65’inin “az” ve “çok az” sınıfa girdiğini bildirilmiştir (Eyüpoğlu, 1999). Yapılan birçok çalışmanın sonucuna göre; Bursa ili topraklarının organik madde içerikleri düşük olduğu ve toprakların organik madde içeriğinin artırılması amacıyla önlemlerin alınmasının gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Topraklarımızın önemli bir kısmının organik madde içeriğinin düşük olması toprak yapısında hızla bozulmalara neden olmaktadır. Bu durum özellikle ülkemizde toprakların organik madde içeriğinin artırılması ve toprak özelliklerinin geliştirilmesini önemli araştırma konularının başında gelmektedir. Su tutma ve havalanma kapasitesinin yetersizliği toprak agregasyonu ve agregat stabilitesinin düşüklüğü, biyolojik aktivitenin azlığı, bitki besin elementlerinin miktar ve yarıyışlılıklarının azalması toprak özelliklerinin önemli bozukluk göstergeleri arasında yer almaktadır. Ülkemizin birçok yerinde toprağa verilen organik madde kaynağını ahır gübresi oluşturmaktadır (Sönmez ve ark., 2018). Yöredeki çiftçilerin, topraklardaki organik madde yetersizliği nedeniyle oluşan azot noksanlığını gidermek için aşırı kimyasal azotlu gübreler kullanması yerine nadiren kullanmış olduğu ahır gübrelerine, hatta yeşil gübrelemeye, vermikompost, çöp kompostu ve atıksu arıtma çamuru gibi organik kaynaklı uygulamalara önem vererek topraklardaki organik madde kapsamının artırılmasının sağlanması gerekmektedir (Aşık ve Katkat, 2018). Tarımda başarılı olmanın en önemli koşullarından bir tanesi toprakların organik madde içeriklerinin artırılmasıdır. Bunu sağlamak için ortaya çıkan organik kökenli iyi özellikler taşıyan tüm atıkların dönüşümü sağlanmalı, organik gübre olarak tarımsal amaçlı kullanılması gerekmektedir (Çaycı ve ark., 2011).

Toprakların N, P ve K içerikleri

Çalışma bölgesinde belirlenen parsellerden alınan toprakların toplam N, alınabilir P ve değişebilir K içerikleri yüzde dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 7’de verilmiştir. Toprakların toplam N içeriklerinin % 0.14 ile % 0.38 değerleri arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 7. Toprakların toplam N, alınabilir P ve değişebilir K içeriklerine göre dağılımları

Besin elementi	Yeterlilik sınıfları									
	Çok az		Az		Yeterli		Fazla		Çok fazla	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Azot	-	-	-	-	9	22.5	30	75.0	1	2.5
Fosfor	-	-	18	45.0	21	52.5	1	2.5	-	-
Potasyum	-	-	3	7.5	20	50.0	17	42.7	-	-

Çizelge 7 incelendiğinde, toprakların %22.5'nin azotça yeterli ve %77.5'nin ise "fazla" ve "çok fazla" azot içerdikleri görülmektedir. Bu durum azot elementinin mısır yetiştiriciliği için önemli parametrelerden biri olduğunun ve önem verildiğinin göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu da Karacabey ilçesinde örnek alınan alanlarda azotlu gübre uygulamasının yeterli şekilde yapıldığını ortaya koymaktadır. Ancak bitkiler uygulanan azotun toprakta birikim yapabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Zaman zaman fazlalıklara neden olduğu için azotlu gübre uygulaması yapılırken dikkatli olunmalı ve ekilecek bitkilerin ihtiyacından çok azotun toprağa verilmemesi için toprak analizlerine de önem verilmelidir.

Mısır beslenmesinde özellikle azotlu gübreleme önemli bir yer tutmaktadır. Kacar ve Katkat (2007), azot noksanlığı olan mısır bitkisinin gelişimde gerileme, gövdede bodurlaşma, yaprakların normalden daha küçük boyda kalması ve daha açık yeşil renge sahip olması gibi belirtiler ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Tümsavaş (2002), Bursa ili Vertisol büyük toprak grubunun verimlilik durumunu belirlemek için yapmış olduğu çalışmada, toprakların toplam azot yönünden yeterli olduğunu bildirmiştir. Ancak genel olarak bitkinin ihtiyaç duyduğundan daha fazla azotun toprağa ilave edilmesi yıkanmaya neden olmaktadır (Russelle ve ark., 1981, Ahmadi ve ark., 1993, Gözübenli, 1997; Ülger ve ark., 1997; Lambert ve ark., 1998). Gübre kaynaklı kirliliklerin en önemlilerinden birinin sulardaki nitrat kirliliği olduğu bilinmektedir. Verimde artışı sağlamak amacıyla bilinçsiz bir şekilde uygulanan azotlu gübreler sonucunda azot taban suyuna karışmakta ve insan sağlığını tehdit etmektedir (Andraski ve ark., 2000; Byre ve ark., 2001; Mahvi ve ark., 2005; Karnez, 2010). Bu nedenle azotlu gübreler toprağa uygulanmadan önce mutlaka toprak analizlerinin yapılması gereklidir.

Çalışma kapsamındaki toprak örneklerinde amonyum ve nitrat azotu miktarları da belirlenmiştir. Toprakların amonyum içeriklerinin 20.92-243.9 mg kg⁻¹ ve nitrat içeriklerinin ise 0.79-17.57 mg kg⁻¹ arasında olduğunu görülmüştür. Kacar ve Katkat (2007)'a göre, herhangi bir toprakta mineralizasyon oranının bilinmesi için, toprakta bulunan NH₄-N ve NO₃-N'nin bilinmesi gerekmektedir. Özellikle NO₃-N'nun belirlenmesi ile oluşan mineralizasyon hakkında yeterli bilgi sahibi olunabilir. Aynı zamanda amonyum fiksasyonunun fazla olduğu topraklara fazla miktarda amonyumlu gübrelerin kullanılması amonyum fiksasyonunu artırarak bitkilerin amonyumdan yararlanamamasına neden olmaktadır. Yapılan analizlerde özellikle amonyum azotu değişiminin yüksek çıkması, topraklardaki mineralizasyondan ve gübreleme programında üreticilerin azotlu gübrelere fazla yer vermesinden kaynaklanmış olabilir. Gübre materyalleri ile toprağa kazandırılan azotun miktarı ve mineralizasyon hızı toprağın tekstür, strüktür, gözeneklilik, havalanma, pH, tuz ve besin elementleri içeriği gibi toprak özelliklerine, iklim özelliklerine ve uygulanan gübre özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir

(Kacar ve Katkat, 2007). Gübreleme amacıyla toprak analizlerinde özellikle $\text{NH}_4\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$ formundaki azotunda göz önünde bulundurulmasında yarar bulunmaktadır.

Toprakların alınabilir P içeriklerinin 2.51 mg kg^{-1} ile 38.44 mg kg^{-1} değerleri arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 7). Çizelge incelendiğinde toprakların %45'inin "az", %55'inin ise "yeterli" ve "fazla" düzeyde alınabilir fosfor içerdiği görülmektedir. Başar (2001) tarafından yapılan çalışmada, Bursa ili topraklarının %26.03'ünün; yüksek, %52.16'sının; orta ve %21.81'inin ise çok düşük düzeyde fosfor içerdiği, Turan ve ark. (2010)'nın yapmış oldukları çalışmada, yine Bursa ili topraklarının %6.67'sinin "az", %43.33'ünün "yeterli", %46.67'sinin "fazla" ve %3.33'ünün ise "çok fazla" miktarda P içerdikleri belirtilmektedir. Ayrıca Taşova ve Akın (2013)'in Marmara Bölgesi'nde yapmış oldukları çalışmada, bölge topraklarının %11.2'si "çok az", %19.5'i "az", %16'sı "orta" ve %53.3'ü "fazla" ve "çok fazla" düzeyinde P içerdiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlara baktığımızda, Bursa ili ve ilçelerinde fosforlu gübre kullanımı ile ilgili olarak üreticiler tarafından toprak analizlerine dayalı olmadan gübre kullanılması ile açıklanabilir (Aksoy ve ark. 2012; Aşık ve ark., 2013). Elde olunan bu P sonuçları bölge topraklarının kireç içeriğinin yüksek olması ve farklı düzeylerde değişim göstermesi ile de ilgili olabilir. Lourence (1984), fosforun 8 kg da^{-1} uygulanması ile mısırdan en iyi verime ulaşıldığını bildirmiştir. Ancak fosfor gübresi uygulamalarının gübrenin etkinliğine, mısır bitkisi çeşidine ve topraktaki mevcut P durumuna bağlı olarak değişim gösterdiği de ifade edilmektedir (İdikut ve Yıldız 2018).

Çalışma kapsamında alınan toprakların alınabilir potasyum içeriklerine göre dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 7'de verilmiştir. Toprakların alınabilir K içeriği 66 mg kg^{-1} ile 616 mg kg^{-1} değerleri arasında değişim göstermiştir. Değerlendirilen toprakların %7.5'inde "az" düzeyde iken % 92.5'inde "yeterli" ve "fazla" düzeyde alınabilir potasyum bulunduğu görülmektedir. İnce bünyeli kilce zengin olan topraklar genelde potasyumca zengin topraklardır. Sıcak ve kuru iklim koşulları sonucu oluşan yüksek kil içeren topraklar sayesinde ülkemiz toprakları potasyum bakımından genelde zengindir (Sönmez ve ark., 2018). Marmara Bölgesi topraklarının yarayırlı potasyum kapsamı ile ilgili olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde; Taşova ve Akın (2013)'in yapmış oldukları çalışmada, toprakların %2.4'ü "az", %5.9'u "orta", %10.6'sı "yeterli" ve %81.1'i "fazla" düzeyde alınabilir potasyum içerdiğini bildirmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızı destekler biçimdedir. Turan ve ark. (2010), yapmış oldukları çalışmada, Bursa ili topraklarının %6.67'si "az", %70'i "yeterli" ve %23.33'ü "fazla" miktarda K içerdiğini belirlemişlerdir. Genel olarak topraklarda K miktarı yeterli düzeyde bulunmakta ancak son yıllarda yapılan analizlerde K noksanlığı gösteren topraklara rastlanmaktadır. Bu durum bize özellikle potasyum bakımından noksan ve düşük değerlere sahip olan toprakların potasyumlu gübrelerce desteklenmesi ile ekonomik verimin sağlanabilmesi açısından büyük önem taşıdığını göstermektedir.

Alınabilir mikro element (Fe, Mn, Zn ve Cu) içerikleri

Çalışma kapsamında alınan toprakların alınabilir mikroelement (Fe, Cu, Zn ve Mn) içeriklerine göre yüzde olarak dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 8'de verilmiştir. Toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe içerikleri 4.68 mg kg^{-1} ile 59.9 mg kg^{-1} değerleri arasında değişim göstermiştir. Çizelge 8 incelendiğinde,

toprakların %2.5'inde "orta", %10'inde "fazla" ve %87.5'inde ise "çok fazla" miktarda alınabilir demir bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 8. Toprakların alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerine göre dağılımları

Besin elementi	Yeterlilik sınıfları									
	Çok Az		Az		Orta		Fazla		Çok Fazla	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Demir	-	-	-	-	1	2.5	4	10.0	25	87.5
Mangan	-	-	-	-	1	2.5	4	10.0	25	87.5
Çinko	-	-	-	-	1	2.5	4	10.0	25	87.5
Bakır	-	-	-	-	-	-	7	17.5	33	82.5

Taşova ve Akın (2013), yapmış oldukları çalışmada, Marmara Bölgesi topraklarının yarayıslı demir kapsamalarını %13.3'ünün "az" ve "orta", %86.7'sinin ise "yeterli" düzeyde demir içerdiklerini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda Turan ve ark. (2010)'nın yapmış olduğu çalışmada, Bursa ili alüviyal tarım topraklarında Fe noksanlığından dolayı ortaya çıkan herhangi bir problemin olmadığını ve toprakların alınabilir demir içerikleri ile toprak reaksiyonu, topraklarda bulunan potasyum miktarı ile azot, çinko ile mangan içerikleri arasında ilişki olduğunu tespit ederek aktif demir analizlerinin yapılmasının gerekli olabileceğini öne sürmüşlerdir. Farklı topraklarda yapılan çalışmalarda demirin alınabilirliği ile ilgili benzer ilişkiler olduğu ifade edilmiştir (Çimrin ve Boysan, 2006; Parlak ve ark., 2008). Çelik ve Katkat (2005) ise demir klorozunun; toprakların sıcaklık, su içeriği, kireç, pH gibi fiziksel özelliklerindeki olumsuzluklar ile bitki bünyesindeki demirin fizyolojik olarak etkinliğinin azalması ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırma kapsamında değerlendirilen parsellerden alınan toprakların alınabilir mangan içeriklerine göre dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 8'de verilmiştir. Toprakların alınabilir Mn içerikleri 38.20 mg kg^{-1} ile 58.68 mg kg^{-1} arasında değişim göstermiştir. Çizelge 8 incelendiğinde, toprakların tamamına yakınının "fazla" ve "çok fazla" düzeyde alınabilir mangan içerdikleri görülmektedir.

Topraklarda bulunan mangan miktarları mısır bitkisi yetiştiriciliği için oldukça yeterli olduğu görülmektedir. Tümsavaş ve Aksoy (2008)'un Bursa yöresi topraklarında yaptıkları çalışmalarında toprakların mangan içeriklerinin $5.72-56.15 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında olduğunu ve alınan toprak örneklerinin tamamının bitkiye yarayıslı Mn miktarları bakımından Follet ve Lindsay (1970) göre yeterli düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Bursa bölgesinde yapılan diğer çalışmalarda toprakların Mn içerikleri ile ilgili olarak "çok az", "az" ve "yeterli" sınıfına girdiği şeklinde sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma ile literatürdeki diğer yapılan çalışmalar arasındaki farklılıkların sonuçların karşılaştırılmasında kullanılan sınır değerlerle ilgili olmasından kaynaklanmaktadır. Önceki çalışmalarda Mn sınır değerleri Anonim (1990) tarafından bildirilen sınır değerleri kullanılmışken bu çalışmada elde edilen sonuçlar Mostara ve Poy (2008) tarafından bildirilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Araştırma kapsamında alınan toprakların alınabilir çinko içeriklerine göre dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 8’de verilmiştir. Ele alınan parsel topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn içerikleri 0.40 mg kg^{-1} ile 3.05 mg kg^{-1} değerleri arasında değişmiştir. Çizelge incelendiğinde, toprakların %2.5’nin “çok az”, %10’nun “az”, %82.5’nin “orta” ve %2.5’nin “fazla” ve % 2.5’nin ise çok fazla düzeyde alınabilir çinko içerdikleri görülmektedir.

Özguven ve Katkat (2002), bitkiye yararlı Zn içeriğinin 0.5 mg kg^{-1} den az olan yerlerin potansiyel olarak Zn noksanlığının olabileceği yerler olduğunu ve Bursa ili topraklarının %37.50’sinde çinko eksikliğinin görüldüğünü bildirmişlerdir. Buna rağmen incelediğimiz Karacabey ilçesinin bir bölümünü oluşturan toprakların çinko içeriklerinin “fazla” ve “çok fazla” düzeyde çinko içerdikleri belirlenmiştir. Ülkemiz ve Dünya’da Fe’in yanı sıra en çok görülen bitki besin maddesinin Zn eksikliği olduğu kabul edilmektedir (Sönmez ve ark., 2018).

Bitkilerde çinko noksanlığı topraklarda bulunan çinko miktarının yetersiz olmasından değil, çeşitli nedenlerden dolayı bitki kökleri tarafından alınamamasından kaynaklanmaktadır. Toprakta Zn besin elementinin bitkilere yararlılığını etkileyen etmenlerin başında; toprak pH’sı, toprak organik maddesi, toprağın P içeriği, kil minerallerince adsorpsiyon, sıcaklık ve ışık etmenleri gelmektedir. Çalışma alanı olarak belirlenen bölgede Zn içerikleri bakımından her hangi bir soruna rastlanmaması bölgede sözleşmeli üretim yapılması ve ziraat mühendisleri danışmanlığında yapılan gübrelemelerle Zn içeren mikro element katkılı gübrelere de yer verilmesinden kaynaklanıyor olabilir.

Araştırma kapsamında alınan toprakların bakır içeriklerine göre dağılımları ve sınıflandırılması Çizelge 8’te verilmiştir. Toprakların alınabilir Cu içerikleri 2.14 mg kg^{-1} ile 38.03 mg kg^{-1} arasında değişim göstermiştir. Çizelge 8 incelendiğinde toprakların tümünün bakır içeriği bakımından “fazla” ve “çok fazla” sınıfına girdiği görülmüştür.

Turan ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada, Bursa ili toprakların alınabilir Cu içeriklerini $1.32-43.56 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Bakır besin elementinin toprakta fazla olması durumunda bitki kök büyümesinin gerilediği, duyarlı bitkilerde kök hücrelerinin plazma membranlarının zarar gördüğü ve bitkilerin köklerinden dışarıya daha fazla K salgılandığı ve Cu fazlalığından daha fazla zarar gördüğü ifade edilmektedir (Baker ve Walker, 1989; De Vos ve ark., 1991). Mengel ve Kirkby (1987) topraktaki alınabilir bakır içeriğinin sıcaklık ve toprak nemi gibi çevresel faktörler, ana materyal, toprak pH’sı, organik madde ve kireç içeriğine göre değiştiğini belirtmişlerdir. Marmara Bölgesi topraklarının büyük bir kısmının mikro besin element içerikleri (%54) az ve çok az sınıfında yer almaktadır (Taşova ve Akın, 2013). Ancak bu çalışmada incelenen toprakların genelinde mikro besin elementlerinin sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum yörede mikro besin elementi içeren gübrelemenin çoğunlukta uygulandığını ortaya çıkarmaktadır.

Sonuç

Karacabey ilçesi Yolağzı bölgesinde yapmış olduğumuz çalışmada topraklarda organik madde içeriklerinin düşük olmasının yanı sıra bazı alınabilir besin elementleri ile ilgili olarak beslenme problemlerinin olduğu

görülmektedir. Özellikle toprakların tümünde organik madde içeriğinin düşük olması, bu durumun giderilmesi amacıyla özellikle ahır gübresi, yeşil gübreleme, vermikompost gibi organik kökenli gübrelerin uygulanması gerekmektedir.

Mısır yetiştiriciliğinde en uygun pH aralığının hafif asidik ve nötr olması istenmektedir. Araştırmaya konu olan toprak örneklerinin toprak reaksiyonlarının kuvvetli alkali olduğu ve tuzluluk probleminin olmadığı belirlenmiştir. Toprakların kireç içeriğinin kireçli ve orta kireçli arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Organik maddeyi arttırmak amacıyla uygulanacak organik gübreler ile mısır yetiştiriciliğinde kirecin olası olumsuz etkisinin önüne geçebilir. Topraklar azot içeriği yönünden “yeterli” ve “fazla” olarak değerlendirilmiştir. Ancak fosfor toprakların yarısına yakınında “az” olarak belirlenmiştir. Potasyum içeriği ise “yeterli” ve “fazla” düzeyde değerlendirilmiştir.

Araştırmaya konu olan topraklarda mikro element noksanlığı belirlenmemiştir. Bu sonuçlar bölge üreticilerinin temel gübreleme yanında mikroelement gübrelemesine de önem verdiklerini göstermektedir. Bölge üreticilerinin genelde sözleşmeli üretim yapmaları ve ziraat mühendislerinden danışmanlık hizmeti almalarının bir sonucu olarak görülmektedir.

Toprak verimliliğinin sürdürülebilir olarak devamının sağlanması noktasında gübrelemenin sadece toprak analizleri ile değil aynı zamanda bitki analizlerine bağlı olarak yapılması da önerilmelidir. Tarımsal üretim için geleneksel metotlar yerine modern teknikler kullanılarak analizlere dayalı yapılan yetiştiricilik mısır yetiştiriciliği için de oldukça önemlidir. Gübreleme programları hazırlanırken bitki besin elementi yarıyışlılığına en çok etki eden faktörlerden biri olan toprak özellikleri dikkate alınmalı ve bu doğrultuda gübrelemenin gerçekleştirilmelidir. Bu tür çalışmaların hem çalışmanın yapıldığı bölgedeki çiftçilerimize yol gösterici olacağı hem de toprak analizlerin yapılması açısından özendirici olabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Ahmadi, M., Wiebold, W.J. and Beuerlein, J.E. 1993. Grain yield and mineral composition of corn as influenced by endosperm type and nitrogen. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24(17-18): 2409-2426.

- Aksoy, E., Katkat, A.V., Gürlük, S., Özsoy, G. ve Aşık, B.B. 2012. Bursa 1/100.000 Çevre Düzeni Planı 1/100.000 Ölçekli İl Çevre Düzeni Planı Analitik Etüdüleri. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa Büyükşehir Belediyesi, Bursa.
- Andraski, W., Bundy, G. and Brye, R. 2000. Crop management and corn nitrogen rate effects on nitrate leaching. *Journal of Environmental Quality*, 29: 1095-1103.
- Anonim, 1983. Bursa İli verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları. TOVEP Yayın No: 06. Genel Yayın No: 734.
- Anonim, 1990. FAO. Micronutrient, assessment at the country level: an International Study. FAO Soils Bulletin 63. Rome.
- Anonim, 1995. Bursa İli arazi varlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. İl Rapor No: 16, Ankara.
- Anonim, 2008. Toprak ve arazi sınıflaması teknik talimat, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara. 150 s.
- Anonim, 2016. 2014-2015 yılı Bandırma Ticaret Borsası toprak analiz laboratuvarı faaliyet raporu, <https://www.bantb.org.tr/dosyalar/2014-2015faaliyettoprakraporu.pdf>. Erişim 2016.
- Anonim, 2016. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Mısır Raporu. 10.08.2016
- Anonim, 2019. TC Tarım ve Orman Bakanlığı Bursa İl Müdürlüğü 2019 yılı Faliyet Raporu, Bursa.
- Aşık, B.B., Özsoy, G., Aksoy, E. ve Katkat, A.V. 2013. Bursa ili gübre kullanım durumu. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 3-7 Haziran 2013, Kapadokya s:117-120.
- Aşık, B.B. ve Katkat A.V., 2018. Topraklarda organik madde kaynağı olarak atıksu arıtma çamurlarının kullanım olanakları. Organomineral Gübre Çalıştayı, 29.09.2017, İstanbul s:37-52.
- Baker, A.J.M. and Walker, P.L.1989. Physiological responses of plants to heavy metals and the quantification of tolerance and toxicity. *Chemical Speciation & Bioavailability*, 1(1): 7-17.
- Başar, H. Özgümüş, A. ve Katkat, A.V. 1997. Bursa yöresinde yetiştirilen şeftali ağaçlarının azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum ile beslenme durumlarının yaprak analizleri ile incelenmesi. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 21: 257-266.
- Başar, H. 2001. Bursa İli topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15: 69-83.
- Bayram, S.E. ve Elmacı, Ö. 2014. Ege Bölgesi Tire İlçesi mısır plantasyonlarının beslenme durumlarının incelenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2):26-32.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recabliration of the hidrometer for marking mechanical analysis of soil, *Agronomy Journal*, 43:434-437.
- Bremmer, J.M. 1965. Total Nitrogen. Methods of Soil Analysis, Part 2. ed. C.A. Black, American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp 1149-1178.
- Byre, K.R., Norman, J.M., Bundy, L.G. and Gower, S.T. 2001. Nitrogen and carbon leaching in agroecosystems and their role in denitrification potential. *Journal of Environmental Quality*, 30: 58-70.
- Çaycı, G., Kütük, C. ve Soba, M.R. 2011. Etlik piliç gübrelerinin türkiye tarımındaki önemi ve kullanım uygulamaları. 1. Uluslararası Beyaz Et Kongresi. 11-15 Mayıs 2011, s: 82- 90. Antalya-Türkiye.

- Çelik, H. ve Katkat, A.V. 2005. Bursa İli şeftali yetiştiriciliği yapılan tarım topraklarının potasyum durumu ve demir klorozu ile ilişkisi. *Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı*, 3-4 Ekim 2005, s.74-84, Eskişehir.
- Çelik, H. ve Urhan, G. 2020. Keles yöresi kiraz bahçelerinin beslenme durumlarının toprak, yaprak ve meyve analizleri ile değerlendirilmesi. *Bursa Uludag Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (1): 185-200.
- Çimrin, K.M. ve Boysan, S. 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16: 105-111.
- De Vos, C.H.R., Schat, H., De Wall, M.A.M., Vooijs, R. and Ernst, W.H.O. 1991. increased resistance to copper-induced damage of root cell plasmalemma in copper tolerant *Silene-Cucubalus*. *Physiol. Plant.*, 82: 525-528.
- Ekmekçi, E., Apan, M. ve Kara, T. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 118-125.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. *Toprak ve Gübre Arş. Ens. Yayınları*. No: 220, Ankara.
- Follet, R.H. and Lindsay, W.L. 1970. Profil distribution of zinc, iron, manganese, and copper in Colorado Soils. *Colo. State. Univ. Exp. Sta. Bull.*, 110 p.
- Förstner, U. 1995. "Land contamination by metals—global scope and magnitude of problem," in *Metal Speciation and Contamination of Soil*, H. E. Allen, C. P. Huang, G. W. Bailey, and A. R. Bowers, Eds., CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, pp. 1-33.
- Ganorkar, R.P. and Chinchmalatpure, P.G. 2013. Physicochemical assessment of soil in Rajura Bazar in Amravati district of Maharashtra (India). *International Journal of Chemical, Environmental and Pharmaceutical Research*, 4(2-3): 46-49.
- Gözübenli, H. 1997. Değişik azot uygulamalarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı mısır genotiplerinin azot kullanım etkinliğinin saptanması. *Doktora Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana.
- İdikut, L. ve Yıldız, Ş. 2018. Birinci ürün mısırdaki farklı dozlarda fosfor uygulamasının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisinin karamanmaraş koşullarında araştırılması, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(2): 211-221.
- Jones, J.B. 2001. *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*, CRC Pres, Washington, D.C. 384 p.
- Kacar, B. 2016. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri 3, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V. 2007. Bitki Besleme. Nobel Yayın, No: 849, Fen ve Biyoloji Yayınları No: 29, Ankara.
- Karnez, E. 2010. Aşağı Seyhan ovasında buğday ve mısır üretim alanlarında azot bütçesine ilişkin girdi ve çıktılarının irdelenmesi. *Doktora Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Lambert, R.J., Hoef, R.G., Gonzini, L.C. and Warren, L.L. 1998. Monitoring nitrogen use of corn hybrids using grain protein concentration. (R.G. HOEFT editors) *Illinois Fertilizer Conference Proceedings*, p: 97-104.

- Lourence, R.S. 1984. Yield of maize phoenix and residual phosphorus in a heavy yellow latosol in Rondonia, ComunicadoTecnio, UEPAE de Porto Velho, No:28, Brazil.
- Mahvi, A.H., Nouri, J., Babaei, A.A. and Nabizadeh, R. 2005. Agricultural Activities impact on groundwater nitrate pollution. *International Journal of Environmental Science Technology*, 2(1): 41-47.
- Mclean, E.O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed. A.L. Page. *American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series*, No.9, ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp: 199-223.
- Mengel, K. and Kirkby, E.D. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern. Switzerland.
- Mostara, M.R. and Poy, R.N. 2008. Guide to Laboratory Establishment for Plant Nutrient Analysis, FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No:19, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Nelson, R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed.A.L. Page. *American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series*, No.9, ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp: 181-196.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Methods of Soil Analysis, Part 2. *Chemical and Migrobiological Properties. Agronomy Monograph No.9 (2 nd Ed.) ASA-SSSA*, Madison, Wisconsin, USA, pp: 539-579.
- Özgüven, N. ve Katkat, A.V. 2002. Bursa ili topraklarının bitkiye yararışlı çinko yönünden genel durumu. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16: 235-244.
- Parlak, M., Fidan, A., Kızılcık, İ. ve Koparan, H. 2008. Eceabat İlçesi Tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(4): 394-400.
- Rhoades, J.D. 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.
- Russelle, M.P., Deibert, B.J., Hauck, R.D., Stevanovic, M. and Olson, R.A. 1981. Effects of water and nitrogen management on yield and 15n-depleted fertilizer use efficiency of irrigated corn. *American Society of Agronomy*, 45(3): 553-558.
- Sönmez B., Özbahçe, A., Akgül, S. ve 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.
- Taşova, H. ve Akın, A. 2013. Marmara Bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamalarının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması. *Toprak Su Dergisi*, 2 (2): 83-95.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable Cations. 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: 159-164.

- Turan, M.A., Katkat, A.V., Özsoy, G. ve Taban, S. 2010. Bursa İli alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1): 115-130.
- Tümsavaş, Z. 2002. Bursa İli kolüvyal büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumunun belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 12 (1): 131-144.
- Tümsavaş, Z. ve Aksoy, E. 2008. Kahverengi orman büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 43-54.
- Ülger, A.C., Ibriki, H., Cakır, B. and Guzel, N. 1997. Influence of nitrogen rates and row spacing on corn yield, protein content and other plant parameters. *Journal of Plant Nutrition*, 20(12): 1697-1709.
- USDA, 2002. Soil Electrical Conductivity Classification: A Basis For Site-Specific Management In Semiarid Cropping Systems. Agricultural Research Center, Lincoln, Nebraska.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müd. Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No:66, 4. Baskı, Ankara.
- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by phenol hypochlorite method. *Limnology Oceanography*, 14: 799-801.
- Robarge, W.P., Edwards, A. and Johnson, B. 1983. Water and waste water analysis for nitrate via nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 14(12): 1207-1215.
- Watanabe, F.S. and Olsen, S.R. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soil. *Soil science Soc. Am. Porc.*, 29: 677-678.
- Yavuz, H., Cansız, S. ve Turan, M.A. 2020. Bursa İli Gürsu İlçesi armut bahçelerinin potansiyel mikro bitki besin elementi eksiklikleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 34(1): 107-118.
- Zengin, M. ve Özbahçe, A. 2013. Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri. *Atlas Akademi Yayınları*, Konya.

