



Evaluation of agricultural fields in terms of soil productivity and environmental health in the industrial zone

Sanayi bölgesindeki tarım alanlarının toprak verimliliği ve çevre sağlığı açısından değerlendirilmesi

Serdar POLAT¹ , Korkmaz BELLİTÜRK² , Meryem METİNOĞLU³ 

¹Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Tekirdağ, Turkey.

²Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Tekirdağ, Turkey

³Tekirdağ Namık Kemal University, Department of Nursing, School of Health, Tekirdağ, Turkey

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:19.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

Keywords:

Industry, Soil, Organic matter, Macro element, Micro element, Soil pollution

Corresponding author: Korkmaz BELLİTÜRK

✉: kbelliturk@nku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study is to emphasize the effects of environmental pollution caused by heavy industrial factories on agricultural land and its possible effects on living organisms.

Methods and Results: This research was carried out for total 28 soil samples which were taken at 0-20 cm depth from fields (50-250 m) which are next to the some factories from Murtlı-Çerkezköy-Çorlu country side of Tekirdağ province which are thought to be the best for good agriculture. The soil texture, pH, salinity, lime (as CaCO₃), organic matter, N, P, K, Ca, Mg and S elements were analyzed and the statistical analysis was performed. According to analysis, the soil pH values indicated the research soils as low acidic (between 5.66 and 5.92) class. Soil texture mostly was "loamy" and "clay loamy" class. Saltiness (average 0.023 %) was not problem for common agriculture. Lime (CaCO₃) (average 0.21%) was also not a problem and only 6 samples were shown with "low lime" in these soil samples. Organic matter levels were between 0.1% and 1.5%. Total N was as such organic matter and < 0.09 % called "low". The average potassium levels were found in three sides "140-370 mg kg⁻¹" respectively.

Conclusions: This was a known fact that the factories which are mostly heavy industry should not be built near the agricultural areas. However we can show the many heavy industries close to field in the research areas. As a result of such areas, it is possible that many changes will occur in the air, water and the soil, to deteriorate the ecological balance and to have a direct or indirect impact on human health. It is known that they can make toxic effects especially when they exceed the limit values depending on the amount of some elements in the soil and the duration of the interaction.

Significance and Impact of the Study: Because of this reason, it is necessary that such studies should be done frequently and likely to test the accumulation of the heavy metals in agricultural soils and to find a solution by phytoremediation techniques for the healthier and clean agricultural production. This research supports to these suggestions.

Atıf / Citation: Polat S, Bellitürk K, Metinoğlu M (2019) Evaluation of agricultural fields in terms of soil productivity and environmental health in the industrial zone. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24 (Özel Sayı) :222-231

GİRİŞ

Trakya Bölgesi tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bir bölge olmakla birlikte yer yer yoğun olarak lokalize olmuş endüstriyel-sanayi alanları (Tekirdağ Çorlu-Çerkezköy-Muratlı, Kırklareli Lüleburgaz ilçeleri vb.) bulunmaktadır. Tüm bu alanların etrafında tarımsal faaliyetler aktif bir şekilde sürdürülmektedir. Bölgenin tarım ve sanayi bakımından en aktif ili Tekirdağ'da, dönem dönem hava, su ve toprak kirliliği (Ergene havzası, Çorlu deresi vb. yerlerdeki çevre kirliliği) ciddi riskler oluşturabilecek seviyelere çıkmaktadır. Bu dönemlerde üst solunum yolu enfeksiyonları, kadınlarda düşük vakaları, değişik kanser olguları ve cilt sorunları gibi rahatsızlıkların hat safhalara ulaştığı gözlenmektedir. Bunlara ilişkin olarak toprağın, beslenmedeki yeri ve önemine istinaden aktif tarım alanlarının özellikle de sanayi bölgesindeki toprakların analizlerinin sürekliliği önem kazanmaktadır.

Geleneksel tarım yöntemi daha fazla ürün elde etme esasına dayanır. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; bu anlayışla gerek gübrelerin gerekse tarımsal ilaçların bilinçsizce kullanımı, bitkisel üretimde miktar artışının yanında kalitesiz ve insan sağlığını tehdit edecek ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Sanayileşmeden kaynaklanan çevre kirliliğinin de etkisiyle soframıza gelen tarımsal ürünlerin doğallığı ve güvenilirliği neredeyse kalmamıştır. Son yıllarda günümüz tarımında kullanılan kimyasal ilaçların ve gübrelerin neden olduğu çevre kirliliği ve bu kirlenmenin insan sağlığı üzerindeki etkileri yoğun bir biçimde tartışılmaktadır (Bellitürk, 2005; Bellitürk, 2008; Bellitürk ve ark., 2015; Shrestha ve ark., 2019).

Önemli çevresel kirlenici olan ağır metallerin düşük konsantrasyonları bile zehirlidir. Zehirli metallerle birlikte biyosferin kirlenmesi endüstriyel gelişimin başlamasıyla çarpıcı bir şekilde hızlanmıştır (Nriogo, 1979). Ayrıca Jeolojik formasyonlardan ve mangan içeren suni gübrelerden içme suyuna yüksek konsantrasyonlarda bulaş olduğunda Alzheimer hastalığına yol açabilmektedir (Duman, 2006).

Gelişen teknoloji ile birlikte beslenmemizi sağladığımız toprakların gün geçtikçe doğal yapılarının bozulması ve toprak kirliliğinin artması sonucu meyve, sebze ve tarımsal ürünlerin yetiştirildiği alanlarının her geçen gün azalması da söz konusudur. Bu çevresel kirlenici toprağın flora ve faunasını etkileyen kimyasal, fiziksel ve biyolojik süreçlerdir. Bu kirlilik kaynakları kirlenici unsurların oluşumu, birikimi ve taşınması açısından başta toprağın kirlenmesine ve buna bağlı olarak ağır metal kirliliğine, yer altı suyu kirliliğine, sediment kirliliğine, akarsu, nehir, göl kirliliğine ve sonuçta deniz kirliliğine sebep olurlar (Algan ve Bilen, 2005). Su ve toprak

kirliliğinden kaynaklanan etmenler başta gıda güvenliği üzerindeki olumsuz etkileri büyütmede, daha sonrasında ise insanlar üzerindeki kanserojen hastalık riskini ciddi boyutlarda artırmaktadır (Lu ve ark., 2015). Hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme, plansız endüstrileşme, doğal kaynakların ölçsüz kullanılması kirliliğin en önemli faktörleridir. Doğal çevreyi oluşturan toprak, su ve havanın kimyasal özelliklerinin canlıların hayati faaliyetlerini ve aktivitelerini olumsuz yönde etkileyecek biçimde bozulması "kimyasal kirlenme"dir. Çevremizde ne kadar çok kimyasal madde varsa sağlığımız o ölçüde tehlikeye girmektedir. Çeşitli fabrika katı ve sıvı atıklarının verimli tarım arazilerine veya akarsu ve nehirlere boşaltılması söz konusu tarım topraklarının, akarsu ve göllerinin zararlı ağır metallere kirlenerek kimyasal kirlenmeye maruz kaldığını gösterir (Özsavaş, 2015). İnsan sağlığını etkileyen tüm ekosistem düşünüldüğünde çevre kirliliğinin hava, toprak ve su kirliliği olarak üçlü bir kombinasyonda ele alınarak yapılacak çalışmaların bu doğrultuda ele alınması gerekir (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010).

Piyasalarda ağır metal içeren gübreler bulunmaktadır. Geleneksel gübreleme ile de bu tür ağır metaller toprağa katılabilmekte, özellikle yoğun gübreleme uygulamalarında bu tür istenmeyen ağır metal artışı ile karşılaşabilmektedir (Hatipoğlu ve Alpaslan, 1994). Denemede seçilen Tekirdağ ili, zaman zaman aşırı ve yanlış kimyasal gübre ve tarım ilaçlarının kullanılmasına yönelik toprak ve çevre kirliliği baskısını yaşarken, söz konusu kirlenmiş tarım alanlarının bazılarının fabrika yakınlarında olmasının olası dezavantajları da araştırma konusu ve bu yörenin seçimindeki gerekçemizi ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada çok sayıda fabrikanın bulunduğu Tekirdağ ilinin Çorlu, Çerkezköy ve Muratlı ilçelerindeki bazı fabrika bitişindeki aktif olarak tarımsal üretim yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde bazı kimyasal ve fiziksel analizler yapılmış ve sonuçları hem önceki çalışmalar ile kıyaslanmış, hem de insan ve çevre sağlığına olan olası etkileri bakımından değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Denemenin planlanması ve toprak örneğinin alınması Bu çalışma, Tekirdağ ili, Çorlu, Çerkezköy ve Muratlı ilçelerinde çok sayıda bulunan ve tarım arazilerine de yakınlığı ile bilinen aktif haldeki büyük ölçekli olduğu bilinen bazı fabrikalara 50-250 metre uzaklıktaki mesafeye sahip alanlardan toplamda 28 tane 0-20 cm derinlikten bölgeyi en iyi temsil edecek şekilde toprak örnekleri alınarak yürütülmüştür. Toprak örneklerinin

alınması esnasında, örnek alınan noktalarda GPS (Global Positioning System) cihazı yardımı ile koordinatları belirlenerek kayıt edilmiştir. Söz konusu fabrikaların bitişiği sayılabilecek mesafedeki alanda örneklemenin yapıldığı zamanda aktif olarak tarımsal üretim (buğday,

ayçiçeği, kanola vb yetiştiriciliği) yapılmaktadır. Örnek alınan yerler, fabrika isimleri ifşa edilmeden, bilinenlerin sanayi tipleri de olacak şekilde koordinatlarına göre Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Örnek alınan yerlere ait bilgiler ve koordinatları

İlçeler	Örnek No	Kuzey Boylam	Doğu Enlem	Özellik/Yöney (Fabrikaya Göre)
Muratlı	1	41°12.258'	27°31.341'	Aluminyum sanayi / Kuzey Batı
	2	41°12.338'	27°31.346'	
	3	41°11.203'	27°30.874'	Yağ ve Boya Sanayi /Güney Doğu
	4	41°11.171'	27°30.942'	Baskı Boya Tesisleri /
	5	41°14.653'	27°32.709'	/ Kuzey
	6	41°14.704'	27°32.731'	
	7	41°15.053'	27°32.357'	/ Güney
	8	41°14.989'	27°32.322'	/ Güney
Çerkezköy	1	41°16.259'	27°56.094'	Kesif Koku Mevcut / Kuzey Batı
	2	41°16.292'	27°56.172'	Kesif Koku Mevcut / Güney Batı
	3	41°17.041'	27°57.512'	Mensucat / Batı
	4	41°17.017'	27°57.541'	Batı
	5	41°18.601'	27°59.249'	Erimiş Plastik Kokusu / Batı
	6	41°18.542'	27°59.287'	
	7	41°19.910'	27°57.833'	Küçük Organize Sanayi / Doğu
	8	41°19.933'	27°57.859'	
	9	41°23.780'	27°55.509'	Beton Sanayi / Güney
	10	41°23.784'	27°55.551'	/ Güney
Çorlu	1	41°16.456'	27°58.745'	/ Güney
	2	41°16.428'	27°58.724'	
	3	41°16.426'	27°57.834'	Testil Sanayi / Güney Batı
	4	41°16.449'	27°57.853'	Pen Sanayi / Kuzey Batı
	5	41°15.540'	27°54.360'	İzolasyon Sanayi /Kuzey Doğu
	6	41°15.539'	27°54.318'	
	7	41°15.337'	27°54.088'	Koku ve Göz Yanması Mevcut
	8	41°15.350'	27°54.044'	Jeans Sanayi
	9	41°14.454'	27°52.157'	ASB Serbest Bölge Girişi
	10	41°14.500'	27°52.180'	

Toprak analizleri

Alınan toprak örneklerinde pH, EC (tuzluluk), kireç, organik madde, tekstür, N, P, K, Ca, Mg, S analizleri yapılmıştır.

Toprak örneklerinin tekstür analizleri, saturasyon yöntemine göre yapılmış ve tekstür sınıfları tespit edilmiştir (Tüzüner, 1990). Toprak örneklerinin pH analizleri (1:2.5 toprak:su) cam elektrotlu pH metre yöntemi ile belirlenmiştir (Sağlam, 2012). Toprak örneklerinin toplam N, Kjealdahl buhar damıtma yöntemine göre, bitkiye yararlı fosfor ise “Olsen” yöntemine göre, organik madde ise Walkley-Black yöntemine göre analiz edilmiştir (Sağlam, 2012). Değişebilir katyonlar (Ca, Mg ve K) flame fotometre yöntemine göre, toprakta (1:2.5 toprak:su) tuzluluk ise EC-metre ile ölçülmüştür (Greweling ve Peech, 1960).

Toprakların içerdiği kireç (CaCO₃) miktarları ise Scheibler Kalsimetre yöntemine göre belirlenmiştir (Allison ve Moodie, 1965). Topraklardaki toplam S ise, nitrik asit ve perklorik asit ile yaş yakılan toprak örneğinde bulunan toplam S oksitlenerek sülfata dönüştürüldükten sonra Kacar (2019) yöntemiyle belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen değerler MSTAT paket programına göre varyans analizine tabi tutularak, ortamlar arasındaki farklılıkların önemliliği LSD ile test edilmiştir (Akdemir ve ark., 1994).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Alınan toprak örneklerinde pH, EC (tuzluluk), kireç, organik madde ve tekstür analizleri yapılmış ve elde

edilen sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. İncelenen toprak numunelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerden sadece Çorlu lokasyonundaki toprak pH değerleri istatistikî

olarak önemli bulunmuş, diğer parametrelere ait farklar istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

İlçeler	Örnek No	Tekstür Sınıfı	Tekstür (Doğunluk)	pH (1/2.5)	Tuz (%)	CaCO ₃ (%)	Org. Mad. (%)
Muratlı	1	Tın	38.50	4.67	0.01	0.00	0.67
	2	Tın	38.50	4.58	0.00	0.00	0.35
	3	Killi Tın	57.20	7.38	0.03	0.00	0.92
	4	Killi Tın	59.40	7.41	0.03	1.22	0.28
	5	Killi Tın	51.70	4.45	0.01	0.00	1.40
	6	Killi Tın	50.60	5.30	0.02	0.00	0.83
	7	Killi Tın	56.10	7.32	0.04	0.81	1.25
	8	Tın	37.40	4.73	0.06	0.00	0.46
	Ortalama		48.67	5.73	0.02	0.03	0.77
LSD _{0.05}		öd	öd	öd	öd	öd	
Çerkezköy	1	Killi Tın	53.35	4.99	0.05	0.00	1.34
	2	Killi Tın	57.75	5.84	0.02	0.61	0.81
	3	Tın	41.25	6.12	0.05	0.00	0.92
	4	Tın	42.35	4.71	0.01	0.00	0.87
	5	Tın	39.05	5.52	0.01	0.00	1.16
	6	Tın	48.40	6.76	0.02	0.00	1.05
	7	Tın	44.00	5.46	0.01	0.00	1.15
	8	Killi Tın	56.10	6.36	0.03	0.00	1.30
	9	Tın	40.70	5.31	0.05	0.00	1.16
	10	Tın	47.30	5.54	0.01	0.00	0.97
Ortalama		47.02	5.66	0.03	0.06	1.07	
LSD _{0.05}		öd	öd	öd	öd	öd	
Çorlu	1	Killi Tın	56.10	5.35 a	0.02	0.00	1.12
	2	Killi Tın	51.70	5.02 a	0.01	0.00	0.97
	3	Tın	39.60	5.66 a	0.00	0.00	1.08
	4	Killi Tın	51.15	5.08 a	0.01	0.00	0.94
	5	Tın	36.85	5.96 ab	0.00	0.00	1.01
	6	Killi Tın	56.10	7.44 b	0.03	0.52	0.61
	7	Killi Tın	50.60	5.47 a	0.02	0.00	1.52
	8	Killi Tın	50.60	6.72 ab	0.02	1.99	1.48
	9	Tın	49.50	7.55 b	0.02	0.73	1.14
	10	Tın	45.10	5.00 a	0.01	0.00	1.21
Ortalama		48.73	5.92	0.02	0.32	1.11	
LSD _{0.05}		öd	1.78	öd	öd	öd	

Toprak örneklerinin genellikle tın ve killi tın tekstür sınıflarına girdiği belirlenmiştir. Yörede daha önce yapılan çalışmalar elde edilen sonuçları destekler niteliktedir (Bellitürk, 2005; Bellitürk, 2011). Toprakların pH değerleri çoğunlukla nötr ve asit sınıfına girdiği için yüksek oranda kireç içermeleri beklenmez. pH değerleri açısından sadece Çorlu ilçesi topraklarında 6 örnek (çoğunlukla) asidik sınıfına girerken 2’şer numune hafif asidik ve hafif bazik bulunmuştur. Çerkezköy ilçesindeki tarım topraklarının büyük çoğunluğunun asit sınıfında

olduğu bilinmektedir. Fakat bu araştırmada örnekleme yeri olarak seçilen toprakların Muratlı ve Çorlu’dakilerin de çoğunlukla asit karakterli toprak sınıfına girmesine sebep olarak bu toprakların fabrikalara yakın alandan alınmasında fabrika bacalarından çıkan SO₂ gazından kaynaklandığı düşülmesinin yanında toprağa uygulanan kimyasal gübrelerin cins ve miktarları ile yağmur ve sulama sularının sülfat kapsamlarının da ekili olduğu bilinmektedir (Tabatabai ve Laflen, 1976). Dolayısıyla 28 toprak örneğinin 6’sında kireç (CaCO₃) tespit edilmiş olup

bunlarda kireç düzeyi %1 civarında olup az kireçli topraklar olduğunun da göstergesidir (Bellitürk, 2005; Bellitürk, 2008; Bellitürk, 2011). Bilinçsiz gübreleme/gübre (özellikle amonyum sülfat) kullanımı pH'yı düşürmektedir. Araştırma topraklarının tuz içerikleri Çizelge 3'ten incelendiğinde %0.0-0.15 arasında olduğu için "tuzsuz" toprak sınıfına girmektedir (Anonim, 1990; Anonim, 1991; Güneş ve ark., 1996; Güneş ve ark., 2010). Toprak tuzluluğu, bitkilerin su ve besin maddelerinin alımını olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla bu durum dengeli beslenme için uygun olmayan koşulları da beraberinde getirir (Eruz, 1979). Gıdalarla birlikte alınan mineral maddeler vücutta değişik fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlara neden olmaktadır. Hastalıklardan korunmak, sağlıklı ve dengeli bir yaşam sürdürmek için vitamin ve mineral değeri yeterli olan besinlerin tüketilmesi vücut sağlığı için gereklidir. Son yıllarda bazı besinlerin doğal yollardan alınmasıyla hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki etkinliğinin bilimsel olarak ortaya konulması, sağlığımızın korunmasında beslenme desteğinin önemini daha da arttırmıştır (Coşkun, 2005).

Kireçli topraklar elementel S'ün oksidasyonunun organik madde oluşumunun uyarılmasına ilişkin yapılan bir araştırmada; 0.24'ten 0.16'ya kadar düşüş gösteren pH değerinin tarla ve laboratuvar şartlarında topraktaki S miktarını 246 mg kg⁻¹'den 1455 mg kg⁻¹'e topraklardaki EC değerini ise 0,42 dS m⁻¹'den 0,48 dS m⁻¹'e çıkardığı belirlenmiştir (Cifuentes ve Lindemann, 1993). Bitkilerin arzulanığı düzeydeki toprak reaksiyonunun sağlanması, verimi arttıran bir durumdur. Asit toprakların kireçlenmesi önemli bir ıslah çalışmasıdır. Özellikle ağır metaller söz konusu olduğunda, toprak pH'sının bilinmesi çok önemlidir. Toprak pH'sının yükseltilmesiyle, bitkilerin ağır metal alımı arasındaki ilişkiler detaylı olarak ele alınmalı, bu konuda tarla ve sera denemeleri yapılmamalıdır.

Toprakların bazı makro element analiz sonuçları

Alınan toprak örneklerinde N, P, K, Ca, Mg ve S analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Yapılan istatistik değerlendirmede Çerkezköy ve Çorlu ilçelerinde fosfor değerlerindeki farklılık önemli bulunurken diğer kriterler istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık göstermemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toprak örneklerinin bazı makro element içerikleri

İlçeler	Örnek No	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	S (ppm)
Muratlı	1	0.03	11.94	148.74	902.75	350.35	62.00
	2	0.02	11.75	124.74	547.70	205.09	44.70
	3	0.05	5.58	181.01	5394.40	1107.50	99.90
	4	0.01	3.66	207.30	9291.80	1248.00	101.80
	5	0.07	7.70	137.02	2509.90	1542.70	84.00
	6	0.04	9.36	183.03	3542.40	1768.10	96.10
	7	0.06	13.43	391.60	9129.30	1039.00	143.60
	8	0.02	9.86	159.36	759.18	213.66	52.10
	Ortalama	0.04	9.15	191.60	4009.67	934.30	85.52
LSD _{0.05}	öd	öd	öd	öd	öd	öd	
Çerkezköy	1	0.07	9.57 bc	212.71	2912.62	1059.60	75.60
	2	0.04	7.98 c	244.71	6511.17	2370.03	85.85
	3	0.05	20.24 abc	96.89	1728.87	265.15	117.85
	4	0.04	13.85 bc	151.96	1362.20	434.71	45.40
	5	0.06	34.98 a	226.22	1436.16	391.30	33.95
	6	0.05	8.52 ab	274.02	4477.39	942.54	81.80
	7	0.06	9.29 bc	119.01	2322.38	894.70	97.70
	8	0.07	4.15 ab	264.26	6575.62	996.62	45.95
	9	0.06	13.36 d	200.16	2520.76	652.64	109.90
	10	0.05	7.73 abc	147.98	2520.86	921.86	46.25
Ortalama	0.05	12.97	193.79	3236.80	792.91	77.02	
LSD _{0.05}	öd	5.54	öd	öd	öd	öd	
Çorlu	1	0.06	6.37 ab	250.35	4398.37	1638.37	113.75
	2	0.05	11.91 ab	178.82	3583.27	1351.91	87.95
	3	0.05	15.54 a	95.66	1401.48	298.55	64.90
	4	0.05	9.27 a	204.04	2859.84	1010.04	81.00
	5	0.05	36.22 a	304.82	1004.50	268.03	111.00

	6	0.03	2.65 b	189.21	6738.93	887.36	160.95
Çizelge 3. (devamı)							
	7	0.08	9.90 a	135.17	2020.82	673.04	89.65
	8	0.07	5.69 a	221.77	5677.66	1725.66	65.85
	9	0.06	10.44 a	170.55	5128.21	1063.26	73.85
	10	0.06	32.33 a	161.26	2581.47	988.57	85.40
	Ortalama	0.06	14.03	191.17	3539.45	990.51	93.44
	LSD _{0.05}	öd	3.26	öd	öd	öd	öd

Ülkemiz tarım toprakları toplam N bakımından incelendiğinde genellikle % 80-90 civarında yetersiz durumdadır (Bellitürk, 2011). Bunun yegâne sebeplerinden ilki topraklardaki düşük organik madde olduğu bilinen bir gerçektir (Bellitürk, 2005). Ancak, yöredeki üreticileri bu durumu telafi etmek için organik gübre kullanmak yerine, genellikle daha fazla kimyasal azotlu gübre kullanmakta, bu durum da toprak ve taban sularında kirliliğe sebep olabilmektedir. Wilkinson ve ark. (2000), toprağa artan miktarda uygulanan azotun; P, K, Ca, Mg ve S'ün alınımını artırdığını ifade etmiştir.

Özetle topraklardaki besin dengesinin bozulmasına yanlış gübreleme ile neden olmak, faydadan çok zarar getirebilmektedir.

İncelenen toprak örnekleri yarıyıllık P açısından incelendiğinde Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçelerinden en düşük değer sırasıyla 3.66 ppm, 4.15 ppm ve 2.65 ppm olup (Çizelge 3) "az" sınıfına girmektedir. Toprak örneklerinin P içeriği farklılıklarının Çerkezköy ve Çorlu ilçesinde istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenirken; Çorlu ilçesindeki topraklara ait P içeriği farklılıklarının diğer ilçelere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). En yüksek değerler sırasıyla Muratlı için; 13.43 ppm, Çerkezköy için; 34.98 ppm ve Çorlu için; 36.22 ppm olup (Çizelge 3) "yeterli" ve "fazla" sınıfına girmektedir. Toprak örneklerinin K değerleri incelendiğinde Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçeleri için ortalama değerler sırasıyla 191.60 ppm, 193.79 ppm ve 191.17 ppm olup (Çizelge 3) "yeterli" sınıfına girmektedir. Ortalama Ca miktarı araştırmanın sürdürüldüğü yerlerde Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu'da sırasıyla en düşük 547.70 ppm, 1367.20 ppm ve 1004.50 ppm arasında değiştiği görülmektedir (Anonim, 1990; Anonim, 1991; Güneş ve ark., 1996; Güneş ve ark., 2010). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda hem ilçeler arası hem de ilçe içi Ca örnekleri arasında istatistiksel bakımından fark ($P < 0.05$) bulunamamıştır (Çizelge 3). Yörede yapılan benzer nitelikte çalışmalar incelendiğinde genellikle toprakların K bakımından zengin olduğu görülmektedir (Bellitürk, 2004; Bellitürk ve Karakaş, 2010). Topraklarımız potasyumca zengin olarak bilinir ve tarımı yapılan bazı bitkiler dışında kullanımı pek yaygın değildir. Toprakta kolayca yıkanarak kaybolabilir ve

ortamdaki aşırılığında bitkiler tarafından lüks tüketimi de söz konusu olabilir. Bu durumlarda da "çevre kirliliği" oluşur. Üründeki miktarı topraktan alınabilme kolaylığına bağlıdır. Gıda ve yemlerdeki potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum gibi mineraller arasındaki denge önemlidir. Gübreleme bu elementin topraktaki eksikliğini giderecek miktarda olmalı ve yıllık dozu birkaç parça halinde uygulanmalıdır. Fosfor topraklarda az hareketli bitki besin maddelerindedir. Gereğinden fazla fosforlu gübre kullanılması ve gübrelerin aşırı yağış sularıyla yıkanması veya toprak erozyonuyla su kaynaklarına taşınması fosfor kirliliği yapar. Fosforlu gübrelerde bulunan kadmiyum gibi ağır metaller de önce toprakta, sonra da o ortamda yetişen bitkide birikerek insanlara gıda ile taşınabilir ve tüketicilerde kirlilik yaratabilir (Anonim, 2015). Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçelerinden alınan 28 adet toprağın magnezyum (Mg) içerikleri genellikle "yeterli", "yüksek" ve "çok yüksek" sınıflarında ölçülmüş (Çizelge 3) olup bu topraklarda yapılacak olan gübreleme programlarında Mg-K antagonistik ilişkisi için de geçerlidir. Yörede yapılan benzer çalışmada elde edilen sonuçlar çalışmamızla benzer özellik göstermektedir (Bellitürk, 2008). Toprak örneklerinin ortalama kükürt (S) içerikleri 77.02 ppm ile 93.44 ppm arasında bulunmuş olup (Çizelge 3) rakamsal analiz değeri >10 ppm olduğundan "zengin" sınıfına girmiştir (Ülgen ve ark., 1989). İncelenen kriterlerin geneline bakıldığında (Çizelge 2 ve Çizelge 3) farklılıkların (istatistiksel önemde olanlar dahil pH ve P gibi) değişkenlik gösterdiği ilçe Çorlu olmuştur. Bu da sanayi yoğunluğu, ağır sanayi çeşitliliği ve tarımsal açıdan gerekli diğer önlemlerin alınmamasına bağlanabilir.

Topraktaki bazı makro elementlerin sağlık açısından değerlendirilmesi

Bitkisel ve hayvansal üretim yanında yeryüzündeki tüm canlıları risk altında bırakan ağır metaller özellikle insan sağlığını da tehdit etmektedir. Her geçen gün artan sanayileşmeden dolayı çoğalan endüstriyel atıklar, motorlu taşıtların üretiminde yaşanan ivme, çevremizi ağır metaller yönünden önemli ölçüde kirliletmekte, tarım alanları da bu kirlilikten nasibini almaktadır. Özellikle

çevre konusunda çok duyarlı davranışlar sergileyen Avrupa ülkeleri çevre ile ilgili ciddi yasalar ve kanunlar çıkarmış ve ülkelerinde bulunan, tarımın gözbebeği olan toprak ve su kaynaklarını garanti altına almışlardır. Endüstriyel atıkların kontrol altına alınması yeterli görülmemektedir. En kısa zamanda toprak ve su kaynaklarımızın ağır metal atıklarının tehdidi altından kurtarılması için ciddi yasa ve kanunların bir an önce çıkarılması yüksek önem arz etmektedir (Okçu ve ark., 2009).

Doğanın temel fiziksel unsurları olan, hava, su ve toprak üzerinde olumsuz etkilerin oluşması ile ortaya çıkan ve canlı öğelerin hayati aktivitelerini olumsuz yönde etkileyerek cansız çevre öğeleri üzerinde yapısal zararlar meydana getiren ve niteliklerini bozan yabancı bileşiklerin hava, su ve toprağa yoğun bir şekilde karışmasıyla çevre kirliliği sorunlarının oluşturduğu bilinmektedir (Özsavaş, 2015). Bu bağlamda toprak, aynı zamanda bu bileşiklerin büyük miktarlarının son depolama noktalarını oluşturmaları ve kirlilik durumunda da besin zinciri yoluyla insan sağlığını dolaylı olarak etkilemeleri nedeniyle ayrıca önem arz etmektedir. Kirli suya ve toprağa uzun süre maruz kalmak çevresel sonuçlara maruz kalabileceği gibi, ishal, düşük, hepatit A ve tifo gibi sağlık tehlikelerinin de nedeni olabilir. Dahası pek çok kirletici unsurun bir araya gelmesi ve besin zinciriyle insan vücuduna alınmasıyla beraber başta kanserlerin, özellikle sindirim kanserlerinin morbidite ve mortalitesini artırabildiği bile bildirilmektedir (Lu ve ark., 2015).

İnsan vücudunun sağlığının korunması ve sürdürülmesi için besin çeşitliliği kadar vitamin ve mineral bakımından oldukça zengin olan taze sebze ve meyvelerin tüketilmesi son derece önemlidir. İnsan vücudunun yaklaşık %4 ile 5'i minerallerden oluşmuştur. Bunun yarıya yakını kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) dur. Magnezyum (Mg), klor (Cl), sodyum (Na) ve kükürt (S) diğer makro elementlerdir (Özata, 2004; Baysal, 2002). Mineraller vücudun çeşitli organları içinde yer alırlar ve eksiklikleri ve fazlalıklarında ise ciddi sağlık sorunlarına yol açar.

Ca: İnsan vücut ağırlığının %1.5'tan fazlasını oluşturduğu için en bol bulunan mineraldir. Ca ile D vitamini kemik sağlığı için birlikte hareket ederler. Ca, kemik ve dişlerin oluşumuna ve sağlıklı kalmalarına, kalp atımının düzenlenmesine ve kanın pıhtılaşmasına yardım eder. Kas gücü ve sinir iletimi için gerekli olan Ca, eksikliğinde kol ve bacaklarda kramp, eklem ağrıları, tırnaklarda kırılma, tansiyonda artma, el ve bacaklarda uyuşma, kolesterolde artış ve depresyon görülebilir. Kan Ca seviyesi düşünce vücut bunu normal seviyeye getirebilmek için kemiklerden Ca çeker ve kemik erimesi (osteoporoz) gelişir (Özata, 2004; Baysal, 2002).

Mg: Yetişkin bir insan vücudunda ortalama 25 g kadar Mg vardır. Bunun yaklaşık %60'ı kemik ve dişlerde, %26'sı kaslarda, kalanı yumuşak dokularda ve vücut sıvılarında bulunur. Kas ve sinir sisteminde etkindir ve enzim çalışmasında gereklidir. Eksikliğinde iştah kaybı, depresyon, kaslarda kramp, bacaklarda uyuşma, his kaybı, Kalp atışlarında bozukluk, kalp kroner damarlarında kasılma, bayılma görülür. Ayrıca gebeliğe bağlı hipertansiyonda besinlerle düşük oranlarda alınırsa protosiklinin tromboksona oranını düşürerek kan pıhtılaşmasını arttırdığı belirtilmiştir. Mg alımı, osteoporoz tedavisi için de çok faydalıdır. Fazla alındığında ise ishal ve böbrek yetmezliği yapabilir (Özata, 2004; Baysal, 2002).

S: Bitkiler, inorganik kükürtü alarak organik kükürt bileşiklerini yaparlar. Hayvanlar ve insanlar bu bileşiklerden faydalanırlar. İnsan diyetindeki kükürdün çoğu sistein, metionin, tiamin, ve biotinden sağlanır. Alınan kükürdün çoğu kükürt bulunan mukopolisakkaritlerin sentezinde kullanılır. İnorganik kükürdün ince bağırsaklardan emilme oranı düşüktür. Kükürt ün bileşiği moleküler kükürt buluna mukopolisakkaritlerin sentezi için gereklidir (Özata, 2004; Baysal, 2002).

P: Besinlerde yaygın olarak bulunmasından dolayı eksikliğine sık rastlanmasa da fosfor alımı yetersiz olduğunda kemiklerde, sinir-kas sisteminde, kan hücrelerinde ve böbreklerde bozukluklar görülür (Özata, 2004; Baysal, 2002).

K: Vücut sıvılarının ozmotik basıncı ve asit-baz dengesi için gereklidir. Potasyum iyonlarının vücut sıvılarındaki yoğunluklarının uygun şekilde olması, sinirlerin uyarımı ve kas dokusunun çalışması için gereklidir. Vücut iyon dengesizliğinden dolayı bir şekilde kan potasyum seviyesi artarsa Adison hastalığı görülür. Genel olarak K yetersizliğinde, glikojen deposunun azalması ile kas yorgunluğu, kalp atışında bozulma, adrenal hipertrofisi ve solunum yetersizliği görülür (Özata, 2004; Baysal, 2002).

Toprak-su fiziği, kimyası, ekoloji, bitki sistematiği ve bitkisel üretim-yetiştirme konularında bilgi ve deneyim birikimine sahip meslek disiplinlerinin; özellikle tarımsal kirlenme ve kırsal yerleşimlerde atık arıtma konularında hem araştırma hem uygulama sürecinde yapılabileceği ve yapması gereken çok görevler olduğu açıktır (Güney ve ark., 2010).

Çevre sağlığı konularının başında gelen toprak kirliliği, birçok sektörün bir araya gelerek karşılıklı veri akışıyla çözümü olabilecek bir konudur. İnsan ve çevre sağlığını tehdit edebilecek uygulamaların önüne geçebilmek için kalıcı alt yapı hizmetlerinin öncelikli uygulanması, gereken yasal düzenlemelerin yapılması, toplumun

konuya gereken önemi vererek sektörler arası işbirliği yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde başta kanser olmak üzere birçok hastalık ve ölümlerin kaynağı olan çevre kirliliği, 21.yy da dünyanın en önemli sorunu olmaya devam edecektir. Bu konuda iyileştirici ve uzan vadeli ümit verici girişimlerden çok koruyucu önlemlere önem ve öncelik verilmesi kalıcı çözümler için gerekli adım olacaktır.

Bitkiler atmosferden, topraktan, kimyasal gübrelerden, atık su ve çamurlardan veya tarımda kullanılan inorganik pestisitlerden toprağa bulaşmış olan ağır metalleri derişimlerine bağlı olarak biriktirme eğilimindedir. Tarım söz konusu olduğunda toprak-bitki-su ilişkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuç olarak tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması ve geleceğe yönelik planlamaların doğru yapılabilmesi için ilk önce toprağın çok iyi tanınması gerekmektedir. Günümüzde toprak verimliliğinin artırılmasının yanı sıra, sürekliliğinin sağlanması ve korunması da önemli bir durumdur. Tüm bunlar yerine getirilerken, tarımsal faaliyetlerin yerine getirilmesinde, tarımsal üretim yapılacak alanların seçiminde çevresel faktörler de göz önüne alınarak doğru planlamalar yapılmalı, sağlığa olumsuz etki eden her türlü uygulamalardan kaçınılmalı ve parasal kazançlar kadar bütün canlıların sağlığının da önemli olduğu unutulmamalıdır. Aktif fabrika yakınlardaki araziler fabrikaların faaliyet alanlarına göre etkilenmektedir ve ilgili alanlardan alınan toprak numunelerinde toprak tekstürüne, iklim faktörlerine (rüzgar, yağış, vb.) ve uygulanan kültürel işlemlere (toprak işleme, sulama, ilaçlama, gübreleme vb) bağlı olarak toprak pH'sı, tuzluluğu, kireç (CaCO_3 olarak), organik madde ve mineral maddeler (N, P, K, Ca, Mg ve S) içerikleri etkilenmektedir ki bunlara bağlı olarak ta yetiştiriciliği yapılacak bitkide ve bunlardan beslenen canlılarında sağlık açısından olumlu-olumsuz etkilenmeleri kaçınılmaz olacaktır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma ile tarım alanlarının yakınında bulunan ve aktif konumdaki özellikle de ağır sanayi fabrikalarının sebep olduğu çevre kirliliğinin tarım topraklarını ne oranda etkilendiği ve bunun canlılar üzerine olası etkilerinin vurgulanması amacıyla yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Araştırma, Tekirdağ'ın Çorlu, Çerkezköy ve Muratlı ilçelerinde çok sayıda bulunan ve tarım arazilerine de yakınlığı ile bilinen aktif haldeki fabrikaların yakınındaki (50-250 m) alanlardan toplamda 28 tane olacak şekilde 0-20 cm derinlikten bölgeyi en iyi temsil edecek şekilde toprak örnekleri alınarak

yürütülmüştür. Alınan toprak örneklerinde tekstür, pH, tuzluluk, kireç (CaCO_3 olarak), organik madde analizlerine ilaveten N, P, K, Ca, Mg ve S elementlerinin analizleri yapılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak da değerlendirilmiştir. Ortalama pH değerleri incelendiğinde araştırma alanı toprakları "hafif asit" (5.66 ve 5.92 arasında) sınıfındadır. Toprak bünye yapısı, "tın" ve "killi tın" sınıfına girmektedir. Tuzluluk (ort. %0.023) açısından analizi yapılan alanlarda sorun bulunmamaktadır. Kireç (CaCO_3) içerikleri (ort. %0.21) durumu da sorun olmamakla birlikte 6 örnekte az kireç olduğu görülmektedir. Organik madde miktarı araştırma alanı topraklarında da % 0.1-1.5 arasında bulunmuştur. Toplam azot (N) değerleri organik maddeyle benzer olduğu gibi araştırma alanında <%0.09 olup az azotlu sınıfına girmiştir. Toprak özellikleri ortalama potasyum içerikleri bakımından üç ilçede de "140-370 mg kg^{-1} " arasına girip "yeterli" olarak değerlendirilmektedir.

Genel Yorum: Tarım alanlarının yakınında özellikle ağır sanayi fabrikalarının olmaması gerektiği bilinen bir gerçek olmakla beraber bu çalışmada da olduğu gibi maalesef birçok tarım alanlarının yakınında çeşitli fabrikaların olduğunu görmekteyiz. Bu tür alanların sonucunda havada, suda ve toprakta oluşan değişimlerle, ekolojik dengenin bozulması ve insan sağlığını doğrudan veya dolaylı etkileyebilecek pek çok kirliliğin oluşması olasıdır. Özellikle toprak içinde bulunan bazı elementlerin miktarına ve etkileşim süresine bağlı olarak sınır değerleri aştığında zehirli etki yapabildikleri bilinmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu nedenlerle bu tip çalışmaların sıklıkla yapılması ile zaman zaman tarım topraklarında birikmesi muhtemel olan özellikle ağır metallerin ortaya konulması ve fitoremediasyon gibi toprak temizleme teknikleri ile çözüm yolları bulunarak, daha sağlıklı ve temiz ürünler yetiştirilmesine olanak sağlanmalıdır. Bu çalışma bu tip önerileri de desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Sanayi, toprak, organik madde, makro element, mikro element, toprak kirliliği

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından "Araştırma Projesi" olarak desteklenmiştir. Proje No: NKUBAP.00.24.AR.11.02. Yazarlar olarak teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akdemir B, Kayışoğlu B, Kavdır İ (1994) MSTAT İstatistik Paket Programı Kullanım Kitabı. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fak Yayın No: 203, Yardımcı Ders Kitabı No: 7, s: 1-189.
- Algan TK, Bilen, S (2005) Toprak Kirlenmesi ve Biyoloji Çevre. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı: 36,1: 83-88, Erzurum.
- Allison LE, Moodie CD (1965) Carbonate. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, (methodsofsoilnb), 1379-1396.
- Anonim (1990) FAO. Micronutrient Assessment at the Country Level: An International Study, FAO Soils Bulletin 63, Rome, Italy.
- Anonim (1991) TOVEP. Productivity inventory of Turkey soils. Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock Publications, General Directorate of Rural Services.
- Anonim (2015) Çevre Kirliliği <http://www.yesilaski.com/tarima-bagli-cevre-kirliligi.html> (Erişim Tarihi: 21.11.2016).
- Baysal A (2002) Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara. 105-148.
- Bellitürk K (2004) Tekirdağ İli Topraklarında Üre Hidroliz Oranı ve Mineralize Olan Azot Miktarları Üzerinde Bir Araştırma. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tekirdağ.
- Bellitürk K (2005) Tekirdağ Koşullarında Buğday Yetiştirilen Toprakların Mikro Besin Elementleri ve Ağır Metal İçeriklerinin Saptanması. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi (Uluslar arası Katılımlı), 5-9 Eylül, Cilt 2, s: 1211-1215, Antalya.
- Bellitürk K (2008) Trakya Bölgesi Topraklarının Azot-Fosfor-Potasyum Bakımından İncelenmesi (Hakem Onaylı). Hasad (Bitkisel Üretim) Aylık Tarım Dergisi, Haziran, İstanbul, Yıl: 24 (277): 102-106.
- Bellitürk K, Karakaş Ö (2010) The Assesment of Potassium Contents of Tekirdag Province Soils That Differ in pH Levels. International Symposium on Soil Management and Potash Fertilizer Uses in West Asia and North Africa Region, 22-25 November 2010, 389-392, Antalya.
- Bellitürk K (2011) Determination of Nutrient Status of Agricultural Soils in Uzunkopru County of Edirne Province. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 8(3): 8-15, Tekirdag, Turkey.
- Bellitürk K, Shrestha P, Görres JH (2015) The Importance of Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soil Using Vermicompost for Sustainable Agriculture. Rice Journal 3:2, 6: e114.
- Cifuentes FR, Lindemann WC (1993) Organic Matter Stimulation of Elemental Sulfur Oxidation in a Calcereous Soil Division. 5-3 Soil Microbiology & Biochemistry Published in Soil Sci. Soc. Am. J. 57:727-731.
- Coşkun T (2005) Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 48(1): 61-84.
- Çağlarırnak N, Hepçimen Z (2010) Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi. Akademik Gıda. 8 (2):31-35.
- Duman H (2006) Hatay Bölgesindeki Filtre Fabrikalarının Çevre Kirliliğine Olan Etkisinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Eruz E (1979) Toprak Tuzluluğu ve Bitkiler Üzerindeki Genel Etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 112-120.
- Greweling T, Peech M (1960) Chemical Soil Tests. Cornell Univ. Agric. Exp. Stnd. Bull. No: 960, USA.
- Güneş M, Aktaş A, İnal A, Alpaslan M (1996) Chemical and Physical Properties Konya Closed Basin Soils. Ankara University Agricultural Faculty Publication No: 1453, Ankara, Turkey.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A (2010) Plant Nutrition and Fertilization (5th Edition), Ankara University Faculty of Agriculture Publication No. 1581, Textbook No: 533, Ankara, Turkey, 576 p.
- Güney MA, Çelen AE, Aktaş E (2010) Çevre Kirlenmesinin Giderilmesinde Bitkiler. I. Ulusal Toprak Su Kaynakları Kongresi. 1-4 Haziran 2010. Eskişehir, 447-449.
- Hatipoğlu F, Alpaslan M (1994) Gübre Kullanımı ve Çevre. TÜGSAŞ'ın 40. Yılında Gübre Sempozyumu.
- Kacar B (2009) Soil Analysis (Second Press). Nobel Press Company, 467 s.
- Nriogo JO (1979) Global Inventory of Natural and Anthropogenic Emissions of Trace Metals to The Atmosphere. Nature 279: 409-411
- Lu Y, Song S, Wang R, Liu Z, Meng J, Sweetman AJ, Wang T (2015) Impacts of Soil and Water Pollution on Food Safety and Health Risks in China. Environment international, 77, 5-15.
- Okçu M, Tozlu E, Kumlay AM, Pehlivan M (2009) Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. Alinteri. 17(B):14-26.
- Özata M (2004) Doğru Beslen Formda Kal. Epsilon Yayınevi, İstanbul. 183-198.

- Özsavaş G (2015) Çevre Kirliliği ve Kimyasal Madde İlişkisi. <https://prezi.com/qzg8ojmhy1nh/cevre-kirliligi-ve-kimyasal-madde-iliskisi/> (Erişim Tarihi: 21.11.2016).
- Sağlam MT (2012) Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri (5. Baskı). N.K.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 2, Ders Kitabı No: 2, Tekirdağ.
- Shrestha P, Bellitürk K, Görres JH (2019) Phytoremediation of Heavy Metal-Contaminated Soil by Switchgrass: A Comparative Study Utilizing Different Composts and Coir Fiber on Pollution Remediation, Plant Productivity, and Nutrient Leaching. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (7): 1261 (1-16).
- Tabatabai MA, Laflen JM (1976) Nitrogen and Sulfur Content and pH of Precipitation in Iowa. *J. Environ. Quand.* 5:108-112.
- Tüzüner A (1990) Handbook of Soil and Water Analysis Laboratory. Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock Publications, General Directorate of Rural Services, Ankara, Turkey. 61-73.
- Ülgen N, Eyüpoğlu F, Kurucu N, Yolaz S (1989) Türkiye Topraklarının Bitkilere Yarayışlı Kükürt Durumu. Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Genel Yayın No:162 Ankara..
- Wilkinson SR, Grunes DL, Sumner ME (2000) Nutrient Interaction in Soil and Plant Nutrition. In: *Handbook of Soil Science*, M.E. Sumner, Ed., 89-112. Boca Raton, FL: CRC Press.