

NKU.BAP.00.24.AR.11.02

**Tekirdağ İlindeki Fabrikaların Yakınındaki Tarım
Alanlarında Oluşturduğu Toprak Kirliliği ve Bu
Kirliliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi**

**Yürütücü: Yrd. Doç. Dr. Serdar POLAT
Araştırmacı: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK
Öğr. Gör. Meryem METİNOĞLU
2016**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ

**Tekirdağ İlindeki Fabrikaların Yakınındaki Tarım Alanlarında Oluşturduğu Toprak Kirliliği
ve Bu Kirliliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi**

Proje Yürütücüsü:
Yrd. Doç. Dr. Serdar POLAT

Proje Araştırmacıları:
Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK
Öğr. Gör. Meryem METİNOĞLU

TEKİRDAĞ / 2016

ÖNSÖZ

Yaşam alanlarının küçük, orta ve büyük ölçekli sanayi ile iç içe olduğu (çarpık kentleşme) günümüzde her türlü kirletici unsurlar ile mücadele zorunlu hale gelmiştir.

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. Bunların haricinde de irili-ufaklı sanayi alanlarında mevcuttur.

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 sanayi bölgesindeki toprakların analizlerinin sürekliliği önem kazanmaktadır. Bu nedenle de Üniversitemiz bünyesindeki sağlık bilimleri, toprak ve bitki besleme ve bitki yetiştiriciliği bölümleri araştırmacılarının birlikteliği ile ilimizin en yoğun sanayi bölgeleri olan Çorlu-Çerkezköy-Muratlı ilçelerinde aktif fabrika alanları yanındaki tarımsal alanlarının BAP projeleri kapsamında NKUBAP.00.24.AR.11.02 no ile desteklenerek yürütülen projeye araştırma alanının toprak analizleri yapılarak mevcut durum ortaya konmuştur.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-----------|
| ÖNSÖZ..... | ii |
| İÇİNDEKİLER..... | iii |
| ÇİZELGELER..... | v |
| ŞEKİLLER..... | vi |
| ÖZET..... | vii |
| ABSTRACT..... | ix |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER..... | 6 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM..... | 23 |
| 3.1. Materyal..... | 23 |
| 3.1.2. Tekirdağ İlinin Coğrafi Özellikleri..... | 23 |
| 3.1.3. Tekirdağ'ın Toprak Yapısı..... | 25 |
| 3.1.3.1. Alüviyal Topraklar..... | 26 |
| 3.1.3.2. Kahverengi Orman Toprakları..... | 26 |
| 3.1.3.3. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları..... | 26 |
| 3.1.3.4. Vertisoller..... | 26 |
| 3.1.4. Tekirdağ'ın İklimi..... | 27 |
| 3.1.5. Tekirdağ Tarımının Ekim Alanları ve Başlıca Bitkisel Üretim Miktarları..... | 27 |
| 3.2. YÖNTEM..... | 29 |
| 3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması..... | 29 |
| 3.2.2. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler..... | 29 |
| 3.2.2.1. pH Tayini..... | 29 |
| 3.2.2.2. Tekstür (Doygunluk) Tayini..... | 29 |
| 3.2.2.3. Kireç Tayini..... | 29 |
| 3.2.2.3. Organik Madde Tayini..... | 29 |
| 3.2.2.4. Tuzluluk Tayini..... | 29 |
| 3.2.2.5. Makro, Mikro Elementler ve Ağır Metaller..... | 30 |
| 4. BULGULAR ve TARTIŞMA..... | 31 |
| 4.1. Toprakların Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri..... | 31 |
| 4.1.1. Tekstür..... | 31 |
| 4.1.2. pH..... | 31 |
| 4.1.3. Tuzluluk..... | 31 |
| 4.1.4. Kireç..... | 32 |
| 4.1.5. Organik Madde..... | 33 |
| 4.2.1. Azot (N)..... | 33 |
| 4.2.2. Fosfor (P)..... | 33 |
| 4.2.3. Potasyum (K)..... | 34 |
| 4.2.4. Kalsiyum (Ca)..... | 34 |
| 4.2.5. Magnezyum (Mg)..... | 34 |
| 4.2.6. Kükürt (S)..... | 34 |
| 4.3. Toprak örneklerinin bazı mikro element ve ağır metal içerikleri..... | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3.1. Demir (Fe) | 36 |
| 4.3.2. Mangan (Mn) | 36 |
| 4.3.3. Çinko (Zn) | 37 |
| 4.3.4. Bakır (Cu)..... | 37 |
| 4.3.5. Bor (B) | 38 |
| 4.3.6. Nikel (Ni)..... | 39 |
| 4.3.7. Kobalt (Co)..... | 40 |
| 4.3.8. Krom (Cr)..... | 41 |
| 4.3.9. Alüminyum (Al) | 41 |
| 4.3.10. Kadmiyum (Cd) | 42 |
| 4.3.11. Kurşun (Pb)..... | 43 |
| 4.3.12. Molibden (Mo) | 43 |
| 4.4. Araştırma Sonuçlarının Çevre ve İnsan Sağlığı İle İlişkisi..... | 44 |
| 5. SONUÇ | 45 |
| 6. KAYNAKLAR..... | 47 |

ÇİZELGELER

| | |
|---|----|
| Çizelge 1.1. Önemli ağır metallerin ekolojik sınıflaması..... | 10 |
| Çizelge 2.1. Temel endüstrilerden atılan metal türleri..... | 21 |
| Çizelge 3.1. Örnek alınan yerlere ait bilgiler ve koordinatları..... | 23 |
| Çizelge 3.2. Arazi Varlığı Dağılımı..... | 25 |
| Çizelge 3.3. Tekirdağ İli 2014 ve 2015 Yılları ile uzun yıllar iklim verileri..... | 27 |
| Çizelge 3.4. Tekirdağ İli 2010 ve 2014 Yılları Arasında Ekilen Alan ve Üretim Miktarları..... | 28 |
| Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri..... | 30 |
| Çizelge 4.1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri..... | 32 |
| Çizelge 4.2. Toprak örneklerinin bazı makro element içerikleri..... | 35 |
| Çizelge 4.3. Toprak örneklerinin bazı mikro element ve ağır metal içerikleri..... | 40 |

ŞEKİLLER

| | |
|---|----|
| Şekil 3.1. Tekirdağ'ın coğrafi konumunu gösteren Tekirdağ il haritası | 24 |
| Şekil 3.2. Arazi Varlığı Dağılımı | 25 |

ÖZET

Tekirdağ İlindeki Fabrikaların Yakınındaki Tarım Alanlarında Oluşturduğu Toprak Kirliliği ve Bu Kirliliğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi

Bu çalışma, Tekirdağ ili, Çorlu, Çerkezköy ve Muratlı ilçelerinde çok sayıda bulunan ve tarım arazilerine de yakınlığı ile bilinen aktif haldeki fabrikaların yakınındaki 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, organik madde analizlerine ilaveten P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, Cd, Ni, Pb, Co, Al ve Cr elementlerinin analizleri yapılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak da değerlendirilmiştir.

Ortalama pH değerleri incelendiğinde araştırma alanı toprakları hafif asit (5,66-5,92) sınıfındadır. Toprak bünye yapısı, “tın” ve “killi tın” sınıfına girmektedir. Tuzluluk (ort. %0,023) açısından analizi yapılan alanlarda sorun bulunmamaktadır. Kireçlilik (ort. %0,21) durumu da sorun olmamakla birlikte 6 örnekte az kireçlilik görülmektedir. Organik madde miktarı araştırma alanı topraklarında da %0,1< - <%1,5 arasında bulunmuştur. Toplam 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 ppm” arasına girip “yeterli” olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu ilçe toprakları Fe içeriği bakımından fazla (44,21 ppm) grubuna girmektedir. Toprakların Cu içerikleri yeterli (< 0,2) bulunmuştur. Deneme örneklerinde (tüm ilçeler) ortalama B, Fe, Mn ve Cu değerleri bakımından yeterli bulunurken Zn yetersizdir. Ağır metal analizlerinde her üç ilçede de Ni kirliliği tespit edilmemiştir.

Pb, Cd ve Mo yapılan analizlerde ölçülebilir düzeylerde ölçülebilir düzeyde edilememiştir.

Tarım alanlarının yakınlarında özellikle ağır sanayi fabrikalarının olması olası sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Ağır metallerin bitki dokularında birikmesi, gıda zinciri içerisinde hayvan yemi ve besin olarak tüketilmesi, dolaylı olarak insan sağlığı üzerine de son derece zararlı etkisi olacaktır. Pek çok hastalığın dolaylı nedeni sayılan toprak kirliliğinin boyutlarını ortaya koyacak bu tip çalışmaların sıklıkla yapılması, tarım topraklarında ağır metal oranlarını ortaya koyacak ve gıda zinciri içerisinde hayvan yemi ve gıdalara geçişin büyüklüğü hakkında veri sağlayacaktır.

Araştırmamızın sonucunda Fitoremediasyon gibi toprak temizleme teknikleri ile çözüm yollarının bulunması insan sağlığına zararlı olmayan sağlıklı ve temiz ürünler yetiştirilmesine olanak sağlayacağından önerilen uygulamalardır. Bu alışma bu tip önerileri de desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Fabrika, besin elementleri, ağır metal, fitoremediasyon, tarım.

ABSTRACT

Soil Pollution in The Agricultural Fields Which is Close to Factories in Tekirdag Province and The Effect of It on The Human Health

This research was carried out totally 28 soil samples which were taken 0-20 cm depth of from field which is next to the some factories from Murtlı-Çerkezköy-Çorlu county of Tekirdag province which will symbolize the regions best where agriculture is made widespreadly. Texture, pH, salt, lime, organic matter, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, Cd, Ni, Pb, Co, Al and Cr elements analysed were made and the results determined as statistically from these soils.

According to the pH values of the research soils low acid (5,66-5,92) class. Soil texture mostly is "loamy" and "clay loamy" class. Saltness (average 0,023 %) is not problem for region agriculture. Lime (average 0,21%) is also not a problem and only 6 samples were include "low lime" in these soil samples. Organic matter levels are between 0,1% and 1,5% were found. Total N is such organic matter and < 0,09 % called "low". The average potassium levels were found in three county "140-370 ppm" respectively. Interm of available Fe are mostly "sufficient" and "44,21 ppm in three county of the research. On the other hand available levels of the soils were found <0,2 and "sufficient" and also B, Fe, Mn and Cu contents of the research soils as called "sufficient" but Zn contents "insufficient". When it comes to heavy metal, there were not found Ni pollution in the soil samples.

When it comes to Pb, Cd and Mo elements, there were not found measurable levels in this research.

This is a known fact that the factories which is mostly heavy industry should not be built near the agricultural areas. However we can show the many heavy industry close to field in the research areas. Because of this reason, it is necessary such studies should be done frequently and likely to accumulate the heavy metals in agricultural soils determined and to find a solution by phytoremediation techniques for the more healthy and clean agricultural production. This research supports to these suggestions.

Key words: Factory, nutrition elements, heavy metal, phytoremediation, agriculture.

1. GİRİŞ

Bitkilerin yaşamaları için gerekli olan elementlere, “bitki besin elementleri” denilmektedir. Her ne kadar bitkilerin besin iyonları alımı seçici ise de, yetiştirme ortamında yaygın formda bulunan besin elementleri oranı arttıkça, bitki bünyesine pasif yollarla geçebilen bazı ağır metaller, bitkilere alınarak besin zincirine dahil olmaktadır. Bunun sonucu olarak bitkilere ve bitkilerle beslenen insan ve hayvanlara toksik etkiler yapabilmektedirler. Çünkü bitkiler yetiştikleri ortamda bulunan elementleri, kendileri için gerekli olsun veya olmasın az da olsa bünyelerine almaktadırlar. Ancak bu elementlerden 16 tanesi (C, H, O, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Cl, ve Mo) bütün bitkiler için mutlak gerekli besin maddeleridir. Diğer 6 element (Co, Al, Na, Si, Ni ve V) ise sadece bazı bitkilere veya proseslere gerekli olduğu kabul edilen yararlı elementlerdir (Yıldız 2003).

Toprakta yetersiz düzeyde bulunan bitki besin elementlerini kültür bitkilerine sağlamak amacıyla gübreleme yapılmaktadır. Besin elementlerinin toprağa ilavesi organik ve inorganik gübrelemeyle olmaktadır. 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).

Doğanın temel fiziksel unsurları olan, hava, su ve toprak üzerinde olumsuz etkilerin oluşması ile ortaya çıkan ve canlı öğelerin hayati aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen cansız çevre öğeleri üzerinde yapısal zararlar meydana getiren ve niteliklerini bozan yabancı maddelerin hava, su ve toprağa yoğun bir şekilde karışması olayına “çevre kirliliği” adı verilmektedir. Hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme, plansız endüstrileşme, doğal kaynakların ölçsüz kullanılması kirliliğin en önemli faktörleridir (Özsavaş 2015).

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 nehirlerle boşaltılması söz konusu tarım topraklarının, akarsu ve göllerinin zararlı ağır metallerle kirlenerek kimyasal kirlenmeye maruz kaldığını gösterir. Özellikle

atık suların nehirlerle, göllere ve denizlere boşaltılması çok dramatik çevre sorunlarına neden olmaktadır. Endüstriyel atık suların içerisinde buldukları toksit maddeler, sudaki canlı yaşamının kısa sürede tükenmesine yol açmakta ve ekosistemi felç etmektedir. Ayrıca içme sularına karışımlarıyla önemli sağlık sorunlarına yol açar (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).

Doğal ortamı oluşturan toprak, hava ve suyun çeşitli mikroorganizmalarla kirlenmesi ve dolayısıyla mikrobiyolojik yapının bozulması mikrobiyal kirlenmeyi, aynı ortamların mikroorganizmalarla kirlenmesi ise "biyolojik kirlenmeyi" tanımlar. Örneğin, tarım alanlarının kanalizasyon suyu ile sulanması veya kanalizasyon sularının akarsu, göl ve denizlere boşaltılması ile kanalizasyon sularında bulunan hastalık yapıcı mikroorganizmaların toprağa, suya ve atmosfere geçmesi mikrobiyolojik kirlenmeye yol açacaktır (Özsavaş 2015).

Atmosferdeki değişik gaz ve parçacıkların fazlalığı, fabrika bacalarından çıkan hava kirleticiler ve atıkları toprak ve bitki verimliliğine olumsuz etkide bulunmaktadır. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında endüstri gelişimine bağlı olarak ortaya çıkan ve artarak devam eden hava ve "ağır metal kirliliği" günümüzde bütün canlıları tehdit eder hale gelmiştir. Bu tehdit ekosistemlerin primer üreticileri konumundaki bitkiler üzerinde çok daha fazladır. Ağır metal kirliliği sadece vejetatif organları değil, aynı zamanda generatif organları da etkilemektedir (Zheljzakov ve Nielsen 1996).

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 karşılaşılabilir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Yüksek verim elde etmek için gübre uygulamaları zorunluluk olarak görülmektedir. Ancak uygulanan gübrelerin miktarları, çeşitleri ve uygulama zamanlarının farklılık göstermesi ve bu alandaki bilgi yetersizliği nedeniyle canlıların sağlığını ve çevre sağlığını olumsuz etkilenmektedir. Yapılan yanlış gübre uygulamalarıyla topraklarda tuzlanma, ağır metal birikimi, besin maddesi dengesizliği, mikroorganizma etkinliğinin bozulması, sularda ötrofikasyon ve nitrat birikimi, havaya azot ve kükürt içeren gazların verilmesi, sera etkisi vb. sorunlar ortaya çıkmaktadır (Sönmez ve ark. 2008).

İnsanlığın var olduğu ilk zamanlardan beri sürdürülen tarım faaliyetleri sonucunda, topraklar bitki besin maddeleri bakımından gittikçe yoksullaşmış ve verim güçleri azalmıştır. Yetiştirilen ürünlerin hasat edilmesi sonucunda topraklardan önemli miktarlarda besin maddesi sömürülmekte ve toprak her yıl biraz daha fakirleşmektedir. Tarım

topraklarının verimli olabilmesi ve verim güçlerinin korunabilmesi ancak çeşitli şekillerde kaybolan besin maddelerinin, gübre uygulamaları sonucunda toprağa geri kazandırılması ile mümkündür (Anonim 2009).

Bugüne kadar yapılmış ve haber nitelikli yayınlanmış olan birçok çalışma sonuçlarında kanser hastalığının genetik faktörlerden çok, çevresel faktörlere bağlı olduğu bildirilmiştir. (Bellitürk 2012).Yapılan kohort araştırmalarında kanserin oluşumunda genetik yatkınlıktan çok çevresel faktörlerin daha etkin olduğunu göstermektedir (Lichtenstein ve ark. 2000). Çevrenin etkisiyle oluştuğu bildirilen kanserler çok çeşitlidir. Bunların başında ise kimyasal maddelerin neden olduğu kanserler gelmektedir. Kanserojen maddelerin havada, besinde, endüstride, suda, toprakta, kimyasal maddelerde ve kısaca kirletilmiş olan her yerde bulunduğu asla unutulmamalıdır (Bellitürk 2012).

Genel bir değerlendirme ile ağır metaller, doğada bulunan partiküllerin % 0.01-3'ünü sağlık yönünden çok toksik etkiler gösteren eser elementler meydana getirir. Bunların sağlık yönünden önemi insan dokularında birikime uğramalarından ve muhtemel sinerjik etkilerinden kaynaklanmaktadır. Havadan solunum yolu ile alınan partiküllere ek olarak, yenilen yiyecekler, içilen su aracılığı ile de önemli miktarda metalik partiküler maddeler vücuda alınmaktadır. Atmosfer kirliliğinin bir bölümünü oluşturan metaller; fosil yakıtların yanması, endüstriyel işlemler, metal içerikli ürünlerin insineratörlerde yakılması sonucunda ortama yayılırlar. İnsan sağlığını geniş çapta olumsuz yönde etkileyen metaller arasında atmosferde yaygın olarak bulunan; Pb, Cd, Ni, Hg metalleri ve Asbest önem taşımaktadır. Diğer metallerin bir kısmı insan yaşamında temel yönden önem taşır, diğer bir kısmının konsantrasyonu ise insan sağlığını tehdit edecek boyutta olmadığından önem göstermez. Belirli limitlerin dışında bulunabilecek her türlü metal, insan sağlığı üzerinde toksik etki yaratmaktadır. Sürdürülebilir toprak verimliliği ve iyi bir tarım için tüm toprak, bitki, iklim koşulları ve insan faktörünün birbirlerine uyumlu olması gerekir. Bu denge ve düzen ne kadar iyi kurulursa, bitki o kadar iyi gelişmekte, verim o ölçüde artmakta, kazanç o kadar fazla olmaktadır. Bu etkenler arasındaki denge ve düzen, birbirlerinin aleyhine bozulduğu anda, toprak verimliliği ve sonuçta ürün verimi olumsuz yönde etkilenir. Sonuç olarak sürdürülebilir toprak verimliliğinin idaresi, öncelikle toprak verimliliğine yön veren koşulların iyi anlaşılmasını gerektirir (Karaman ve ark. 2007).

Bilindiği gibi, 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 karşılaşılabilir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994). Bu da toprakta yüksek konsantrasyonlarda bulunan ağır metallerin toprak

florasını ve kompozisyonunu bozarak bitki yetiştiriciliğinde gıda güvenliğini tehdit eden boyutlarda risk oluşturmaya neden olur (Çağlarımak ve Hepçimen 2010).

Toprak işlemeli tarımsal faaliyetlerde asgari etki, sürülen alanlarda gelişen doğal bitkilerin yok edilmesi ve toprağın doğal yapısının bozulmasıdır. Bu nedenle tarımsal faaliyetlerden doğan çevre kirliliği, uygulanan sistemlere ve seçilen yöntemlere göre değişir. Hatalı sistemlerin uygulanması sonucunda toprak, su ve havaya bileşimlerini bozacak miktarda yabancı maddelerin karışması çevre kirliliğini doğurur. Bu durumda toprak, su ve havanın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde arzu edilmeyen ve canlılara zarar veren değişimler ortaya çıkar. Bu değişim karışan maddelere bağlı olarak geçici veya kalıcı olabilir. Oysa doğal olaylar sonucunda ortaya çıkan kirlitici unsurlar başka bir organizma veya doğal olayla parçalanır ve kirlilik üremez. Maalesef çoğu zaman üretim yapmak bunu sürekli kılmak ve toprağı işlemek için kimyasallarla doğal olmayan uygulamalar gerekir. Sonuçta topraktaki mikroorganizmaların, solucanların yaşamlarını tehdit etmesine ve toprağın biyotik yeteneğininin azalmasına sebep olmaktadır (Anonim 2015, Çağlarımak ve Hepçimen 2010).

Türkiye, 24294000 ha arazi varlığına, Tekirdağ ise 3558712 ha arazi varlığına sahiptir (Anonim 2011). Trakya Bölgesi'nin en kalabalık ili durumunda olan Tekirdağ ilinde yoğun bir şekilde ve özellikle hem yanlış ve hem de aşırı kimyasal gübrelemeye dayalı olarak kirlenen toprakların yanı sıra, yöredeki çeşitli fabrikaların da çevreye olan etkileri neticesinde verimli olan topraklar kirlenebilmekte ve bu topraklar üzerinde yetişen tarımsal ürünler ve bunlardan beslenen bütün canlılar tehlike altında kalmaktadır. Günümüzde insanlar üzerinde ortaya çıkan birçok tehlikeli hastalığın, kirlilikten kaynaklandığı konusunda yapılan çalışmaların yetersiz olup, bu konuda bu ve benzeri çalışmaların gerekliliği giderek daha da önem kazanmaktadır. Toprak kirliliğinin olası diğer boyuta da, bugün için verimli olan tarım topraklarının gelecekte verimliliğini azaltarak, giderek daha da verimsizleşmesi ve artan nüfusunun ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalabileceği ihtimalleridir.

Yıllık nüfus artış oranı %1,5'ler civarında olan ve gelişmekte olan ülkeler arasında kabul edilen ülkemizde imkânların daha sınırlı olduğu, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bazen güvenlik ve çevre kirliliği gibi, etkileri uzun süre sonra ortaya çıkabilecek konular daha az dikkate alınmakta ve bunun sonucu olarak tarımsal alanlarda kontrolsüz (bazen aşırı, bazen de yanlış) gübre ve ilaç kullanımı gündeme gelebilmektedir. Basında S kirliliğinin en fazla olduğu il olarak sık sık gündeme gelen Tekirdağ, çok sayıda fabrikaların yakınlarındaki tarım topraklarının ağır metal içeriklerinin oluşturduğu sorunlar nedeniyle insan sağlığını tehlikeye atmaktadır (Anonim 2011). Ancak gelecekte Ziraatçılar

ile Halk Sağlıkçılar tarafından bu tehlikenin boyutunu ortaya koyacak retrospektif çalışmaların çoklu disiplin anlayışıyla ortaya konması gerekliliği açıkça ortadadır.

Sonuç olarak, ülkemizin bütün bölgelerinde hem iklim ve toprak özellikleri farklı olmasından ve hem de binlerce fabrikaların yakınında tarım alanları bulunmasından dolayı, bu tip çalışmaların her bölgede ayrı ayrı yapılması, giderek fiziksel bakımdan azalan toprakların sürdürülebilirliğini korumak, insan sağlığındaki tarımsal kaynaklı hastalıkları ortaya çıkarmak ve çözüm üretebilmek için oldukça yararlı etkileri olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Sanayileşme ile birlikte ağır metal içeren yakıtların kullanıldığı endüstri bölgelerinde ve her geçen gün artan trafik yoğunluğuna maruz kalan dünyamız ve ülkemizde birçok kirleticiyle beraber ağır metallerin de çevredeki miktarlarının artması sonucunda ağır metal kirliliği aşırı boyutlara ulaşmıştır. Bu maddeler, sadece organizmalarda birikmekle kalmayıp, aynı zamanda gıda zincirlerini dolaşarak ekosistemlerde tehlikeli yoğunluklarda uzun süre kalabilirler. Ağır metallerin doğada yayınımları göz önüne alındığında, metallerin yayılmasına ve ekosistemde zarar vermesine daha çok insanın neden olduğu görüşü hakimdir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenme, çevrede oldukça fazla ağır metal içeriğine ve yoğunluğuna neden olmaktadır. Bu yoğunluk neticesinde doğada bulunan bitkiler olumsuz yönde etkilenmekte ve elde edilen ürünler sağlık açısından son derece tehlike arz etmektedir (Okçu ve ark. 2009).

Endüstrileşme ve kentleşmenin doğada meydana getirdiği en önemli sorunlardan birisi çevre kirliliği olarak kabul edilmektedir (Bayçu 1997). Son dönemlerde madenlerin, metal ve kimya fabrikalarının çok yaygın olarak kullandıkları metal içeren mantar ilaçları ile ahşap koruyucuları, büyük sanayi komplekslerinin yaydığı gaz ve tozların toprak ve bitkileri kirlettiği belirtilmektedir (Peterson 1993). Özellikle ağır metal kirliliği bu tip topraklar üzerinde yaşayan bitkiler için büyük bir potansiyel tehlikedir. Bu yüzden de bu tür ağır metal kirliliği görülen topraklar üzerinde farklı ıslah işlemleri uygulayarak verimliliğin artırılmasına yönelik yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Gieger ve ark. 1993).

İnşaat materyali, sentetik malzemeler içeren mefruşat ve çeşitli tüketim ürünlerinin (boya kalemleri, incelticiler, cila, vernik, vb.) içerdikleri bileşiklerde mekanın havasını kirleterek sağlık açısından zararlar oluşturabilmektedir. Asbest ve kurşun içeren boyalar bilhassa sağlık açısından tehlikeli olmaktadır. Asbest liflerin uzun süre kullanımı çalışanlarda kanser oluşumuna neden olmuştur. Zararsız zannedilmiş olan analjezik ilaçların fazla kullanımı sonucu bu ilaçların böbrek yetmezliğine yol açtıkları görülmüştür. Geçmişte thalidomide adlı ilacın kullanılması kolsuz, bacaksız bebeklerin doğmasına neden olmuştur. Tarımda çok fazla tabii ve suni gübre kullanımı zemin sularının kimyasal kirlenmesine neden olmaktadır (Özsavaş 2015).

Ağır metalin tanımı daha çok çevresel problemler olduğunda ortaya çıkmakta ve nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olan metal olarak tarif edilmektedir. Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu grubun içine Pb, Cd, Cr, Fe, Co, Cu, Ni, Hg ve Zn olmak üzere 60'tan fazla metal girmektedir. Bu elementler

doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde bağlı olarak bulunurlar (Kahvecioğlu ve ark. 2003).

Zabunoğlu (1973), asit reaksiyonlu topraklara kireçleme yapılmadan uygulanacak gübrelemenin herhangi bir yarar sağlamayacağını, ancak kireçleme yapıldıktan sonra pH yükselmesine bağlı olarak gübrelemeden açık yararlar sağlanabileceğini belirtmiştir.

Aşırı kireç içeren ve pH değeri yüksek olan tarım topraklarında, fosfor ve çinko gibi bazı besin elementlerinin alınmasını zaman zaman sınırlandırmakta olup, bu tip topraklarda pH düşürücü etkisi olan organik gübreler ile jips gibi bazı kimyasal ıslah maddelerinin kullanılması gerekmektedir.

Günümüzde tarımsal üretim önemini korumakla birlikte, doğal yapısından kaynaklanan asit karakterli topraklara ilaveten, gerek tarımsal girdilerin (gübre, ilaç vs.) yanlış kullanımı ve gerekse artan nüfustan dolayı toprağın yoğun olarak kullanılması neticesinde toprakların pH değerlerinde zaman zaman düşmeler görülmektedir. Bu tip durumlarda bitki besleme uzmanlarına danışarak, asitleşmeye maruz kalan topraklarda kireç ihtiyacı analizleri yaptırılmalı ve analiz sonuçlarında ortaya çıkan ihtiyaç kadar tarım kireci uygulamasına başvurulmalıdır (Bellitürk 2010).

Azotlu gübrelerin, kimyasal özellikleri nedeni ile toprakta tutulması veya gelecek yıllarda kullanılmak üzere depolanması mümkün değildir. Azot, her yıl toprağa uygulanması gereken bir besin maddesidir. Azotlu gübrelerin toprağa uygulanmaması durumunda, topraktaki mevcut doğal organik azot 40-50 yıl içerisinde tamamen tükenmektedir (Bayraklı ve Balkaya 2000).

Ülkemiz topraklarının organik maddece fakir olduğu, yapılan birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (Bellitürk 2008). Tarım topraklarında yetersiz düzeyde bulunan bitki besin elementlerini kültür bitkilerine sağlamak amacıyla gübreleme yapılmaktadır. Besin elementlerinin toprağa ilavesi organik ve inorganik gübrelemeyle olmaktadır (Bellitürk 2005, 2008). Toprak kalitesi toprakların ekosistem içerisinde biyolojik üretim sürdürme, çevresel kalite etmenlerinin devamlılığını sağlama, insan ve hayvan sağlığını koruma kapasitesidir (Doran ve Parkin 1994).

Yüksek konsantrasyonlardaki bazı ağır metaller, bitkileri ve bitkilerle beslenen insan ve hayvanları olumsuz yönde etkileyebilmektedirler. Cr, Ni ve Pb topraklarda 10-100 mg/kg arasında, Cd ise 1 mg/kg ın altında bulunuyorsa bu miktarlar normal seviyeler olarak kabul edilmektedir. Cd ve Zn çevresel kirleticiler olarak insanlar ve hayvanlarda ciddi sağlık sorunları yaratmaktadırlar. Cr esansiyel bir mikroelementtir ve yüksek konsantrasyonlarda memeliler ve diğer hayvanlar için toksik bir element iken, Ni ise aynı grup canlılar için olası kanserojen bir elementtir. Bununla beraber, Ni yüksek bitkiler için

esansiyel besin elementi olarak kabul edilmiştir. Topraklarda ekstrakte edilebilir ağır metal konsantrasyonları: Cd için 1 mg/kg, Co için 10 mg/kg, Cu için 0,1 mg/kg, Se için 10 mg/kg, Vn için 0,5-1 mg/kg, Ni için 100 mg/kg in üzerinde olduğu durumlarda toksik etkiler ortaya çıkabilmektedir (Yıldız 2001). Ağır metaller içinde en şiddetli zehir etkisi olanların Cd, Pb ve Hg olduğu ifade edilmektedir (Çepel 1997). Metaller doğal olarak meydana gelir ve bazıları küresel ekosistemlerin gerçek parçalarıdır. Cu ve Zn gibi metaller yaşam için gereklidir. Bitkide çinko, metabolizma olaylarını düzenleyen enzim sistemi için gereklidir. Ancak Pb ve Hg gibi diğer metallerin faydalı bir biyokimyasal fonksiyon yerine getirdiği bilinmemektedir (Allan 1997). Yüksek yoğunluklarda zehirli olmalarına rağmen, Cu ve Zn, zehirli fakat gerekli olmayan elementlerden olan Hg ve Pb ayrı olarak fotosentetik elektron naklinde anahtar rol oynayan molekülün parçası ve çoğu enzim aktivitesi için gerekli mikro besin elementleridir (Raven ve ark. 1999).

Ağır metal kirliliği dünya üzerinde pek çok yerde biyosferi etkiler (Cunnigham ve ark. 1997, Raskin ve Ensley 2000, Meagher 2000). Topraktaki metal konsantrasyonları ya insan aktivitelerinin bir sonucu olarak ya da toprağın jeolojik orjinine bağlı olarak 1 mg/kg dan 100.000 mg/kg'a kadar değişen oranlardadır (Blaylock ve Huang 2000). Cd, Cr, Cu, Ni ve Zn gibi topraklardaki bazı ağır metallerin fazla konsantrasyonları doğal su ve karasal ekosistemlerinin bozulmasına sebep olur (Gardea-Torresday ve ark. 1996, Meagher 2000). Bazı ağır metaller düşük dozlarda bitkiler için önemli mikro-elementlerdir; fakat yüksek dozlar bitki türlerinin çoğunun büyümesini engeller ve metabolik düzensizliğe sebep olabilir (Fernandes ve Henriques 1991, Claire ve ark. 1991).

Bazı bitki türlerinin metal ağırlıklı topraklarda endemik olduğunu ve ağır metallerin ve diğer toksik bileşenlerin alışılmış miktarından daha fazlasını tolere edebileceğini bildirmişlerdir (Banuelos ve ark. 1997, Blaylock ve Huang 2000, Raskin ve Ensley 2000, Dahmani-Muller ve ark. 2000).

Doğada metal kirliliği çeşitli kaynaklardan dolayı olmaktadır (Li 1981, Goyer ve ark. 1989). Birçok metal, hava, su ve besinler ile organizmaya alınmaktadır (Lauwerys ve ark. 1993). Organizmaya alınan metaller, metabolizma üzerindeki toksik etkilerini değişik yollarla yapabilmektedir. Örneğin, proteinlerle etkileşerek onların enzimatik ve yapısal fonksiyonlarını değiştirip inhibe edebilir, temel elementlerin yerini alarak toksik etki gösterebilir (Bremner 1974) ya da bazı toksik metaller, proteinlerle birleşerek intraselüler birikimlere neden olabilirler (Yoshikawa 1982).

Şehir merkezlerine yakın alanlarda kirlilik, kanalizasyon çıkışlarıyla birleşir (Wickfors ve Ukeles 1982, Rebhun ve Amotz 1984) fakat seviyeleri endüstri alanlarının yakınlarında yükselir (Cotté-Krief ve ark. 2000, Bu-Olayan ve ark. 2001, Eser ve Volpe 2002).

Toprak-su-hava ve gıdanın kirlenmesine neden olan ağır metal kaynakları; depremler, volkanik patlamalar, seller vs gibi doğal kaynaklar (jeolojik kökeninden) ve endüstriyel, kentsel, tarımsal ve ulaşım gibi antropojenik (insan) etmenler diye ikiye ayrılabilir (Yıldız 2004).

Toksik madde içeren ağır metaller, özellikle Cu, Zn, Ni ve Pb toprak yüzeyine yüksek konsantrasyonlarda lağım suyu içeren sulu çamur bırakırlar (Schmidt 1997), bunlar gıda zinciri içerisine taşınabilir, yüksek toksik madde içermelerinden dolayı, insan ve hayvan sağlığı ve ürün üretimi üzerinde bir tehdit unsuru olabilirler (Korentajar 1991). Ağır metaller su ve tarımsal ekosistemlerden gıda zincirine girebilir ve insan sağlığını doğrudan tehdit edebilirler (Chen ve ark. 2001). Ağır metaller bitki dokularında aşırı biriktiği zaman canlılıkla ilgili çeşitli büyüme proseslerinin değişmesine sebep olur (Phalsson,1989). Bunlara örnek olarak mineral beslenme (Costa ve ark. 1994), transpirasyon (Lidon ve ark. 1993), fotosentez (Nussbaum ve ark. 1988), enzim aktivitesi (Doncheva ve ark. 1996), nükleik asit yapısı (Somashekaraiah ve ark. 1992) klorofil biyosentezi (Munzuroğlu ve Geçkil 2002) ve çimlenme (Ouzounidou ve ark. 1992) gibi bitkinin canlılık olaylarının (Ouzounidou ve ark. 1992) değişmesine sebep olur. Bunlara ek olarak membranlarda hasar (Kennedy and Gonsalves 1987), hormon dengesinin bozulması, su ilişkisinin değişmesi gibi fizyolojik olaylar da eklenebilir.

Özgül ağırlıkları 5 gr/cm^3 den, atom numarası 20 den fazla olan elementler periyodik cetvelin geçiş elementleri olarak tanınan geniş bir gruba aittirler. Aslında ağır metal terimi, literatüre çevre kirliliği ile girmiştir. Kirlenme ve toksisite bakımından bir yan anlam olarak kullanılmaktadır. Bu grubun içine 70 kadar element girmekle birlikte ekolojik bakımdan önemli 20 element dikkati çekmektedir (Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Tl, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al) Bunların bir kısmı, bitki ve hayvanlar için mikrobesein (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Ni) maddesi olabilmekte, izin verilebilir sınırı aşmadığı sürece toksik olmamaktadırlar (Çizelge 1.1) (Yıldız 2004).

Organik madde %2'nin altında olan topraklar fakir organik maddeli topraklar olarak değerlendirilmektedir. Organik madde ve hacim ağırlığın arazi kullanılmadan en çok etkilenen dinamik toprak kalite parametreleri olarak belirlenmiştir. Bu parametreler arazi kullanımına veya uygulanan amenajman pratiklerinin toprak kalitesine etkilerinin izlenmesi açısından son derece önemlidir. Özellikle organik madde kapsamının su tutma, havalanma, agregasyon, tamponlama, bitki besin maddesi gibi birincil toprak özelliklerine etkileri düşünüldüğünde bu değerlerin düşük gözlendiği tarım alanlarında organik maddeyi arttırıcı önlemlerin mutlaka alınması gerekmektedir (Başkan ve Dengiz 2010)

Çizelge 1.1. Önemli ağır metallerin ekolojik sınıflaması

| Element | özgül ağırlık (g/cm ³) | Bitki ve hayvan için gereklilik | Kirletici olup olmadığı |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Ag Gümüş | 10,5 | - | K |
| Cd Kadmiyum | 8,5 | - | K |
| Cr Krom | 7,2 | G | K |
| Co Kobalt | 8,9 | G | K |
| Cu Bakır | 8,9 | G | K |
| Fe Demir | 7,9 | G | K |
| Hg Civa | 13,6 | - | K |
| Mn Mangan | 7,4 | G | - |
| Pb Kurşun | 11,3 | - | K |
| Mo Molibden | 10,2 | G | K |
| Ni Nikel | 8,9 | G | K |
| Pt Platin | 21,5 | - | - |
| Tl Talyum | 11,9 | - | K |
| Sn Kalay | 7,3 | - | K |
| U Uranyum | 19,1 | G | K |
| V Vanadyum | 6,1 | G | K |
| W Tungstem | 19,3 | G | K |
| Zn Çinko | 7,1 | G | K |
| Zr Zirkon | 6,5 | - | - |

Çoğu topraklarda N'un büyük bir bölümü organik şekildedir ve yüzey topraklarda bu miktar daha fazladır. İnorganik azot bileşiklerinden çözünebilir haldeki nitrat bitkiler tarafından kolay alınır ve topraktan kolay yıkanır. Nitrit ise amonyumun nitrata dönüşüm aşamalarında oluşur. Amonyum kolay değişebilir iyon şeklinde bulunabildiği gibi daha fazla miktarlarda da tutulmuş şekillerde bulunur. Az miktarlarda da olsa N, NO, N₂O ve N₂ gibi gaz halinde de bulunabilmektedir (Kacar 2009).

Üst topraklara göre alt toprakların toplam N kapsamları daha azdır. Çoğunluk tarım topraklarında, üst topraklarda toplam N %0.06 ile %0,5 arasında değişirken alt topraklarda %0.02'den daha azdır. Organik topraklarda toplam N miktarı %2,5'ten daha fazladır (Kacar 2009).

- Topraklarımız azotça fakir olduğu için çoğu tarım alanlarımızda azotlu gübre uygulanır. Aşırı dozlu, zamansız azotlu gübrelemede nitrat (NO₃) birikimi ortaya çıkar. Topraktaki bazı iz elementlerin (molibden gibi) noksanlığında da bitkide nitrat birikebilir. Ortamdaki azot fazlalığı bu elementin lüks tüketimine de neden olabilir (Anonim 2015). Bunlara ilave olarak,
- Kimi bitkilerde azot alımı ile alınan azotun proteine dönüştürülmesi arasında dengesizlik görülebilir.
- Gübre azotu içme sularında nitrat iyonunun birikmesine sebep olabilir.
- Yeterli yağış ve aşırı sulama suyuyla nitrat iyonu yıkanarak toprağın derinliklerine oradan da taban suyuna ulaşarak kirlenmelere yol açabilir.

- İnsan gıdalarında ve hayvan yemlerinde ne kadar nitrat bulunursa, kanda ve sütte de o oranda nitrat birikmektedir.
- İlgili gıda maddeleri yönetmenliğine göre nitratın içme suyundaki üst sınırın 45 mg/l, kaynak sularında ise 25 mg/l düzeyindedir.
- Avrupa topluluğunda taban suyu ortamında 50 mg/l nitrat üst sınırı olup nitratın zararlı olmaya başladığı sınır değeridir.

Topraklarımız fosforca da fakir olduğu için çoğu tarım alanlarımızda fosforlu gübre uygulanır. 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).

Potasyum da mutlak gerekli makro besin elementlerindedir. 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 (Anonim 2015).

Topraklarda toplam K %0,5 ile %2,5 arasında değişir ve ortalama miktar %1,2 civarındadır. K miktarı kum taşlarından ya da kuvarstan oluşmuş kaba tekstürlü topraklara göre K içeren minerallerce zengin kayalardan oluşmuş ince tekstürlü topraklarda daha yüksektir. Tropikal topraklarda toplam K, toprak oluşumunda görev yapan kayaların K'ca yoksul olması, yağışın fazlalığı ve sürekli yüksek sıcaklık nedeniyle genelde çok düşüktür (Kacar 2009).

Bitkiler K'u temelde K⁺ iyonu şeklinde toprak çözeltisinden alır. Toprak çözeltisinde optimum K miktarı bitkinin çeşidine, toprağın tekstürü ile genel verimlilik durumuna ve su kapsamına bağlı olarak 20-60 µg/g arasında değişir (Tisdale ve ark 1985). Yağışlı yöre topraklarında ise suda çözünebilir K düzeyi 1-80 µg/g arasında değişmektedir. Toprak saturasyon ekstraktında K çoğunlukla 3-156 µg/g arasında değişmekte ve kurak ya da tuzlu topraklarda bu miktar daha fazla olmaktadır. Suda çözünebilir K, K'ca yoksul topraklarda 8 µg/g kadardır. Toprak çözeltisindeki K⁺'un bitkiler tarafından alımı öteki

katyonların ve özellikle Ca ve Mg etkisi altındadır. Asit tepkimeli topraklarda Al^{+3} iyonlarının ve tuzlu topraklarda da Na^{+} iyonlarının etkisi belirgindir (Kacar 2009).

Bitkilerde K miktarı çeşitli etmenlere bağlı olarak değişir. Bunlar; toprakta yararlanılabilir halde bulunan K miktarı, toprakta bulunan katyonların cins ve miktarları, bitkilerin yaşı, bitkilerin cinsi vb gibi etmenlerdir (Kacar 2009).

Aşırı düzeyde dağılıp parçalanmaya uğramış yağışlı tropik topraklar %0,1 ile %0,3 arasında değişen miktarlarda Ca içerir. Kireçli topraklarda Ca miktarları <%1 - >%25 arasında değişir. Genel olarak, Ca kapsayan minerallerden yoksul kayalardan oluşmuş kaba tekstürlü yağışlı yöre topraklarında Ca miktarı düşüktür. İnce tekstürlü olan ve Ca kapsayan minerallerce zengin topraklarda Ca miktarı yüksektir (Kacar 2009).

Topraklarda bitkiye yararlı Ca miktarı üzerine; toplam Ca miktarı, toprak pH'sı, katyon değişim kapasitesi, toprak kolloidlerinin Ca ile yüzde saturasyon miktarı, toprak kolloidlerinin çeşidi ve toprak çözeltisinde Ca 'un öteki katyonlara oranı etki yapar. Bitkiler tarafından Ca, Ca^{+2} şeklinde absorbe edilir. Bitkiler Ca'ü öncelikle toprak çözeltisinde çözünmüş halde bulunan Ca ile değişebilir şekildeki Ca'dan olmak üzere, az da olsa öteki şekillerde bulunan Ca'dan alır (Kacar 2009).

Toplam Mg miktarları yağışlı yörelerin kaba, kumlu topraklarında %0,1'e, kurak ya da yarı kurak yörelerdeki Mg kapsamı yüksek ana materyalden oluşmuş ince tekstürlü topraklarda %4'e değin değişiklik gösterir. Toprak çözeltilerinde bulunan Mg^{+2} miktarlarında büyük farklılıklar görülür. Besin çözeltilerinin Mg^{+2} kapsamı 30-100 $\mu g/ml$ arasında değişir. Ancak çoğu kültür bitkilerinin ihtiyaç gösterdiği Mg^{+2} miktarı 24 $\mu g/ml$ kadardır. Yağışlı yörelerin kaba tekstürlü topraklarında Mg noksanlığına genelde daha sık rastlanır (Kacar 2009).

Bitkiler tarafından topraktan absorbedilen Mg miktarı çeşitli etmenler altında değişir. Bunlar; yararlanılabilir şekildeki Mg miktarı, değişim komplekslerinin Mg doygunluk derecesi, öteki değişebilir şekilde bulunan iyonların cins ve miktarları, toprakta bulunan kilin cins ve miktarıdır. Bol yağışlı yörelerde bulunan kaba tekstürlü topraklarda genellikle Mg noksanlığı görülür. Yine bol yağış alan yörelerde asit tepkimeli kaba tekstürlü toprakların sürekli olarak kireçlenmeleri de Mg noksanlığına yol açmaktadır. Bunun nedeni ortamda uygun olmayan Ca:Mg oranıdır. Fazla bulunan Ca, Mg'nin yararlılığı üzerine olumsuz etki yapmakta ve dolayısıyla Mg noksanlığı ortaya çıkmaktadır. Mg noksanlığı ince tekstürlü topraklarla kurak yöre topraklarında daha az görülür (Kacar 2009).

Topraktaki bitkilere yararlı kükürt miktarı için kritik değerler, Murgan ekstraksiyon çözeltisi için 9 mgkg^{-1} , fosfatlı çözeltiler için 10 mgkg^{-1} ve $0,5 \text{ N NH}_4\text{OAc} + 0,25 \text{ N NaHOAc}$ ile %0,5'lik $CaCl_2$ çözeltileri için ise 14 mgkg^{-1} olarak belirlenmiştir (Bansel ve ark. 1993).

Toprak çözültisinde ya da kil kolloidleri yüzeyinde adsorbe durumunda bulunan sülfat yaygın yağışlar nedeni ile yıkanarak da toprağın alt katmanlarında sülfat birikimine neden olurlar (Kadalkal 2013).

Topraktaki toplam Fe miktarı, genelde %1-5 arasında değişir. Topraklarda Fe'nin yararlılığı üzerine; yüksek pH, toprak çözültisinde ve sulama suyunda fazla miktarda bulunan bikarbonat iyonları, ortamda fazlaca bulunan Ca ve Mg karbonatlar, ortamda fosfat iyonlarının fazla miktarda bulunması, ortamda fazla miktarda Mn, Mo, Vd ve Zn'nin bulunması ve ortamda yeterinden fazla P ve Ca 'un bulunmaması gibi etmenler etki yapar. Fe noksanlığı, genelde yararlı Fe kapsamı az olan kireçli alkalın topraklarda görülür (Kacar 2009).

Toprak çözültisinde veya adsorbe edilmiş halde bulunan bitki tarafından kolaylıkla alınabilen 2 değerli mangan (Mn^{+2}) dır (Kacar 2009). Dion ve Mann'a (1946) göre bitki tarafından kolaylıkla alınabilen Mn^{+2} toprakta mikroorganizmalar tarafından 3 değerli mangana Mn_2O_3 veya çok daha az çözünebilir haldeki 4 değerli mangana (MnO_2) yükseltgenmektedir. Bu arada pH'nın yüksek olması ve yükseltgenme koşullarının uygunluğu Mn^{+2} 'nin MnO_2 ve Mn_2O_3 'e dönüşümünü artırmakta ve böylece bitkilerin mangandan yararlanması önemli ölçüde azalmaktadır (Kacar 2009).

Mn topraklarda çözünebilir, değişebilir, indirgenebilir, organik bağlı ve kalıntı (residual) olmak üzere değişik kimyasal şekillerde bulunmaktadır. Yukarıda da değinildiği gibi toprak çözültisinde çözülmüş halde bulunan 2 değerli Mn (Mn^{+2}) bitkilere en yararlı olanıdır. Çözünebilir Mn ile denge halinde olan değişebilir Mn'dan da bitkiler kolay yararlanırlar. Çok azda olsa Mn mineralleri kristaller çitleri arasında da bulunur. Bu şekildeki Mn'dan bitkiler yararlanamazlar. Mn'in bir bölümü de toprakta organik madde ile kompleks oluşturmuş durumdadır. Organik maddeye bağlı Mn'in önemi organik topraklar dışında öteki topraklarda çok azdır (Kacar 2009).

Zn, Zn^{+2} , $ZnOH^+$ ve $ZnCl^+$ şeklinde toprağın kil mineralleri ile organik öğeleri tarafından sıkıca adsorbe edilir ve alkalın topraklarda hidroksit, fosfat, karbonat ve silikatlar halinde çöker. Topraklarda Zn suda çözünebilir şekilde, değişebilir şekilde ve bitkiler tarafından yararlanılamaz halde bulunur. Zn noksanlığı kireçli topraklarda, organik topraklarda ve sulama için düzleştirilmiş topraklarda çok sık ve yaygın şekilde görülür. Kirecin ve P'un yüksek olması, organik maddenin yeterli düzeyde bulunmaması, sıkışma, sıcaklık ve toprak pH'sı topraklarda görülen Zn eksikliği ile yakından ilişkilidir. Genellikle meyveler Zn yönünden yoksul, baklagil bitkileri ise zengindir (Kacar 2009).

Alkali tepkimeli topraklarda Zn yararlılığının az olması, kesin olmamakla birlikte, çinko hidroksit halinde Zn'nin çökmesi şeklinde açıklanmıştır. Udo ve ark. (1970) kireçli

alkalin topraklarda Zn'nin, toprak kompleksleri ve karbonatlarla güç çözünen bileşikleri oluşturduğunu ve böylece yarayırlılığının azaldığını ileri sürmüşlerdir. Öte yandan fazlaca kireçleme yapılan asit tepkimeli topraklarda Zn'nin yarayırlılığının azalması tepkimeye girmemiş CaCO_3 parçacıklarının yüzeyinde Zn'nin tutulmuş olması ile açıklanmıştır.

Toprağın P kapsamı ile Zn yarayırlılığı arasında da yakın bir ilişki bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar genellikle fosforca zengin topraklarda yetiştirilen bitkilerin Zn noksanlığı gösterdiklerini ortaya koymuştur (Kacar 2009).

Yapılan araştırmalar öteki bitki besin maddelerinin de Zn yarayırlılığını sınırlandırdığını göstermiştir. Champ ve Fudge (1945) toprağa artan miktarlarda verilen N'un Zn noksanlığına yol açtığını rapor etmiştir. Seatz (1960) MgCO_3 'ca zengin kireçleme materyali ile kireçlenen topraklarda Zn noksanlığı belirtilerinin daha hafif ortaya çıktığını saptamıştır. Öte yandan Gilbey ve ark. (1970) yaptıkları birçok araştırma sonunda toprağa gereğinden fazla verilen Zn 'nin Cu noksanlığına neden olduğunu saptamışlardır. Aynı ilişki Zn ile Fe arasında da saptanmıştır.

Bitkilerde, Zn eksikliğinden bahsetmek yerine Fe-Zn oranından bahsetmek gerekir. Bu iki elementten birinin konsantrasyonunun artması diğerininkini azaltır. Bu muhtemelen, her iki elementin, bitki bünyesine alınımı sırasındaki rekabetten kaynaklanır. Zn-Fe arasındaki ilişkinin benzeri Zn-Cu arasında da görülür (Çıngı 2007).

Bazı bitki türlerinin Zn fazlalığına karşı büyük bir toleransı vardır. Ayrıca bitkiler, topraktaki Zn değişimlerine çok çabuk tepki verirler. Yapraklarda oluşan klorosis ve yavaşlamış bitki gelişimi, Zn eksikliğinin ilk belirtilerindendir. Zn zehirlenmelerinin etkisi diğer ağır metallerinkine benzemesine karşın Zn, diğer metaller kadar zehirli değildir (Çıngı 2007).

Gelişme ortamında fazla miktarda bulunan N (Fleming ve Delaney 1961), P (Bingham ve ark. 1958) ve Zn (Gilbey ve ark. 1970) bitkilerin Cu alımına olumsuz yönde etki yapmakta ve bitkilerde Cu noksanlığı ortaya çıkmaktadır. Aynı sonuçlar Mo (MacKay ve ark. 1966) ve Fe (Cheshire ve ark.1967) ile Cu arasında da saptanmıştır.

Bakırın bitki içindeki görevi bitki fizyolojisindeki rolü şöyle özetlenebilir:

- Cu, çoğunlukla, molekül ağırlığı düşük olan organik maddelerle ve vitaminlerle bileşik yapar.
- Cu'a, hem işlevi daha tam olarak çözülememiş bileşiklerde hem de hayati önem taşıyan enzimlerin yapısında rastlanmıştır.
- Cu, fotosentez, solunum, karbonhidrat parçalanması, azot kullanımı ve depolanması, hücre duvarı metabolizması gibi fizyolojik olaylarda önemli rol oynar.

- Cu, ksilem damarlarının geçirimsizliğini düzenler.
- Cu, DNA ve RNA'nın üretimini kontrol eder. Eksikliği durumunda bitki üremesi durur.
- Cu'nun, hastalıklara karşı, direnç mekanizmasında rolü vardır.

Cu'nun proseslerde veya paketlemelerde kullanılması ürünleri kirletebilir ve çevreye zarar verebilir (Nuhoğlu ve ark. 2002). Cu'nun düşük konsantrasyonları dahi tarımsal ürünlere, sudaki organizmalara ve insan hayatı için zehirlilik etkisi oluşturmaktadır. Cu ve Zn gibi ağır metallerin proteinlerin ve enzimlerin katalitik ve yapısal bileşenleri olarak, normal bitki büyüme ve gelişmesi için kofaktör olarak gerekli olduğu bilinmektedir. Ancak bu mikro besinler ile Cd, Ni ve Pb gibi ağır metallerin fazlalığı bitkilerde toksik etki yapmaktadır (Vural 1993).

Topraktaki kirlilik unsurları olarak radyoaktif elementler, ağır metaller, toksik element ve bileşikler, bitkiler tarafından topraktan önemli oranlarda alınarak bir kısmı bitki bünyesinde sentez ya da analiz işlemleriyle zararsız hale gelebilmekte, diğer bir kısmı ise bitkilerin toprak üstü aksamında birikerek hasatla alandan uzaklaştırılabilmektedir. Böylece endüstriyel, kentsel, konutsal, tarımsal kaynaklı kirlenmeler, doğal ya da antropojen kökenli radyoaktivite sulara ortaya çıkan arsenik, bor gibi doğal kontaminantlar topraktan uzaklaştırılabilmektedir. Bu yöntemler uygulama kolaylığı, arıtma tesis ve işletim giderlerinin düşüklüğü, nihai ürünün çok daha güvenilir oluşu, özel donanım gerektirmemesi ve ekolojik olması nedenleriyle tercih edilebilmektedir (Güney ve ark. 2010).

Toprak pH'ı ile yarışlı B miktarı arasında yakın ilişki bulunmaktadır. Yapılan birçok çalışma B noksanlığının genellikle yüksek pH'a sahip topraklarda görüldüğünü ve yüksek pH'a sahip topraklarda B'un yarışlılığının azaldığını ortaya koymuştur (Kacar 2009). Ortamdaki fazla Ca'un olumsuz etkileri Ca:B oranının yüksek olmasına dayandırılarak açıklanmıştır. Toprakların fazlaca kireçlenmesi ile B noksanlığının ortaya çıkması bunun kanıtı olarak gösterilmiştir. Genellikle organik madde kapsamı yüksek olan topraklarda B noksanlığı pek az görülmekte ve bu toprakların yarışlı B kapsamı da yüksek bulunmaktadır (Berger ve Truog 1946).

Topraklarda değişebilir Ni miktarının 3-5 mgkg⁻¹'den fazla olması durumunda, bitkilerde büyümenin olumsuz şekilde etkilendiği görülmüştür. Diğer ağır metallerde olduğu gibi nikelin alımını da toprakların pH'sı ile kil ve humus içerikleri tarafından etkilenmektedir (Güneş ve ark. 2007).

Sinbiyotik koşullarda yetiştirilen soya fasulyesine Co'nun etkisine bakıldığında eksikliğinde bitki gelişiminin gerilediğini ve azot noksanlığına benzer kloroz meydana

geldiği benzer sonuçların yoncada da görüldüğü bildirilmiştir (Ahmed ve Evans 1960, 1961, Reisenauer 1960, Delwiche ve ark. 1961, Holm-Hansen ve ark. 1954, Kinne-Diettrich 1955).

Yetiştirme ortamında gereksiniminden fazla Co'nun bulunması bitkilerde zehir etkisi göstermektedir (Haselhoff 1895). Mısır ve fasulyede 1 µg/mg Co zehir etkisi yapmaktadır (Vergnano ve Hunter 1952, Ahmed ve Twyman 1953). Co fazlalığında çoğunlukla Fe noksanlığını andıran kloroz görülmekte, klorofil azalmakta ve gelişme olumsuz şekilde etkilenmektedir.

Krom doğada yaygın şekilde ve çok değişik miktarlarda bulunur. Topraklarda bulunan kromun ve özellikle krom yönünden varıl toprakların kaynağı kromit adı verilen mineraldir. Topraklarda bulunan Cr ve kromit minerali kimyasal yönden tamamıyla etkisiz (inert) durumdadır. Topraklarda toplam Cr'un yalnızca ufak bir bölümü ekstrakte edilebilmektedir. Bu ekstrakte edilebilen Cr ise katyonik şekildeki organik bağlı ya da sequioksidlerle oklude olmuş şekildeki kromdur (Barlett ve Kimble 1976a, Shewry ve Peterson 1976). Toprağa karıştırılmaları durumunda Cr bileşikleri hızlı şekilde çöker. Örneğin Cr (III) adsorbe olur, hidrolize edilir ya da kilyetleşme tepkimelerine uğrar. Cr (VI) ise anyon adsorbsiyonuna, indirgenmeye ve Cr (III)'un tepkimelerine uğrar (Barlett ve Kimble 1976a, 1976b, Griffin ve ark. 1977). Anılan tepkimeler topraklarda bulunan yarayırlı Cr'un ana kaynağını oluşturmaktadır (Soane ve Saunder 1959, Barlett ve James 1979).

Cr'un endüstride; örneğin çeliğin sertleştirilmesinde ve paslanmaya karşı korunması için elektro kaplamada, boyacılıkta, fungusitlerde, dericilikte ve başka alanlarda yaygın şekilde kullanılması nedeniyle katı atıklarda, lağım ve atık sularda fazla miktarda bulunan Cr çevre kirlenmesinde önemli etkiye sahip önemli bir element durumundadır.

Bitki gelişmesi için Cr'un mutlak gerekli olduğu henüz saptanamamıştır (Huffman ve Allaway 1973). Çoğu bitkilerde Cr eseri miktarlarda bulunur (Pratt 1966, Welch ve Cary 1975). Krom biriktiren kimi bitkilerde ise Cr miktarı oldukça yüksektir. Örneğin Cr zehirlenmesi belirtilerinin görüldüğü bitki yapraklarında Cr miktarının >1 µg/g ile 4 µg/g arasında değiştiği, bitki köklerinde ise bu miktarın 20 katının ya da daha fazlasının bulunduğu saptanmıştır (Anderson ve ark 1973; Proctor ve Woodell 1975; Wallace ve ark. 1976). Bitki kökleinin yüzeyinde yüzeyinde adsorbe edilmiş şekildeki Cr'un çok az bir bölümü, genellikle %1'den azı, bitki tarafından alınmakta ve tepe organlarına taşınmaktadır.

Toprakların yarayırlı Cr kapsamaları hayvan beslenmesi yönünden ilgi görmekte ve önem taşımaktadır. Çünkü hayvanlar yedikleri bitkiler aracılığıyla ve özellikle Cr biriktiren

bitkiler aracılığıyla önemli miktarlarda Cr alabilmektedir. Topraklarda ekstrakte edilebilir Cr miktarı ile çeşitli bitkilerin özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik çalışmalardan ise somut sonuçlar henüz alınamamıştır (Pratt 1966, Mortvedt ve Giordano 1975, Shewry ve Peterson 1976).

Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu ve fosil yakıtların, ağaç ve kağıt ürünlerin yanması sonucunda doğada (hexavalent) altı değerlikli Cr oluşmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2003).

Topraklarda alüminyum, $Al(OH)^{+2}$ ya da $Al(OH)_2^+$ şeklinde adsorbe edilir (Jenny 1961). Toprak pH'sı asitten alkali yöne doğru değiştikçe anılan adsorbsiyon çok güçlü olur. Özellikle pH 6,5-7,0'de toprakta çözünebilir Al yok denecek miktarda azalır. Buna karşın toprak pH'sı 5,5 den aşağıya doğru değiştikçe çözünebilir Al miktarı çok hızlı ve doğrusal olarak artar ve toprakta değişim yörelerinin yarından fazlası Al ile doldurulur (Evans ve Kamprath 1970).

Topraklarda Al toprak pH'sı ile ortamın minerolojik yapısına bağlı olarak değişik şekillerde bulunur. Örneğin negatif yüke sahip kil yüzeylerinde elektrostatik güçle tutulmuş olan Al, Ca^{+2} , Mg^{+2} ya da K^+ gibi katyonlarla kolayca yer değiştirebilir. Eğer toprak pH'sı belli bir düzeye değin yükselirse Al önce nötr $Al(OH)_3$ şeklinde çöker ve pH'nın daha fazla yükselmesi ile alüminat iyonu $Al(OH)^{-4}$ oluşur (Kacar 2009).

Kacar ve ark. (1980) Doğu Karadeniz yöresi çay topraklarında çözünebilir Al miktarının 172-2464 ppm arasında değiştiğini ve ortalama 1008 ppm olduğunu belirlemişlerdir. Toprak pH'sı ile Al kapsamları arasında güvenilir düzeyde önemli doğrusal bir korelasyon bulmuşlardır. Bu durum kuramsal bilgilere uymakla birlikte toprakta pH yükseldikçe çözünebilir Al miktarının azalmakta olduğunu göstermektedir. Toprakların kil kapsamları ile Al kapsamları arasındaki ilişkiyi de özdeş şekilde önemli bulunması da kuramsal bilgilerle uyuşmakla birlikte çay topraklarının kil kapsamları arttıkça adsorpsiyon nedeniyle çözünebilir Al miktarının azaldığını göstermektedir (Kacar 2009).

Topraklarda çözünebilir şekilde Al miktarı arttıkça yarayışlı P miktarı azalmaktadır. Al topraklarda P'u çözünebilir organik ve inorganik fosfatlar haline dönüştürerek bitkiye yarayışsız şekle sokmaktadır (Kacar 2009).

Asit tepkimeli topraklarda Al konsantrasyonu çoğu bitkiler için zehir etkisi yapabilecek düzeye ulaşabilir. Bu durum kireçleme yapılarak bir ölçüde ya da tamamen giderilebileceği gibi Al'a dayanıklı bitki çeşitlerinin yetiştirilmesiyle de sorun bir ölçüde azaltılabilir. Al bitkilerde özellikle kök gelişmesi üzerine etkili olur ve bitki köklerinde biriken Al, P'un taşınmasını önler. Bu nedenle Al'ca varsıl topraklarda P noksanlığı çok sık ve yaygın şekilde görülür (Kacar 2009).

Çay gibi bazı bitkiler Al'a gereksinim gösterir ve Al'u biriktirirler ve Al çay bitkisi için mutlak gerekli bir element olduğu (Chenery 1955) ve de bitki gelişimi üzerine sucul bitkilerde (Stoklasa 1922), bezelye ve darıda (Sommer 1926), mısırdaki (Lipman 1938) dikkate değer olumlu etki yaptığı bildirilmiştir.

Asit ortamda serbest kalan demir ve alüminyum ile demir fosfat ve alüminyum fosfat bileşikler oluşmaktadır. Demir ve alüminyum fosfat bileşikler asit ortamda çözünmedikleri için bitkiler bunlardan yararlanamamaktadır. Bu nedenle şiddetli asit toprakların kireçlenmesi demir ve alüminyum fosfatların çözünür kalsiyum fosfatlara dönüşmesini sağlamaktadır.

Ancak kalsiyum fazlalığı ise fosfatların çözünürlüğünü önemli oranda azaltmaktadır (Scheffer-Schachtschabel 1970).

Besin değeri yüksek olan buğday, mısır, çeltik, yulaf ve darı gibi çoğu bitki kökleri tarafından kadmiyum kolaylıkla alınır (Schroeder ve Balasa 1961). Kadmiyum bezelye, pancar ve marul gibi çapa bitkileri tarafından da alınmaktadır (Schroeder ve Balasa 1963). Kireçleme sonucu pH'sı yükseltile topraklarda öteki ağır metaller gibi Cd alımı da azalmaktadır. (Lagenwerff 1971). Atmosferde Cd bulaşmasının olduğu yörelerde bitkilerde biriken Cd topraktan lduğu kadar atmosferden de kaynaklanmaktadır.

Sommers ve ark (1980) lağım suyu ile sulanan ve katyon değışim kapasiteleri farklı topraklarda Cd miktarlarını belirlemiştir. Araştırma sonuçlarına göre KDK <5 me/100 g olan topraklarda Cd 4,4 kg/ha, 5-15 me/100 g olan topraklarda 8,8 kg/ha ve >15 me/100 g olan topraklarda da 17,6 kg/ha olarak belirlenmiştir.

Ağır metallerden biri olan kadmiyum, günümüzde çeşitli kullanım alanlarıyla ve çevre kirliliğindeki önemli rolü ile gündeme gelmiş oldukça toksik bir metaldir. Cd nispeten nadir bir elementtir ve doğada saf olarak bulunmaz. Önemli bir kirlenici olmasının nedeni çok düşük dozlarda bile toksik olması ve biyolojik yarı ömrünün uzun olmasıdır (Goyer 1991, Lyons ve ark. 1996). Cd bitki yaşamında daha çok toksik etkileri ile bilinen bir elementtir (Jiang and Li 1989, Çatak ve ark. 2000). Cd, Zn üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir.

Pb mikroorganizmalar tarafından immobil şekle dönüştürüldüğü gibi (Tornabene ve Edward 1972), toprağın değışim kompleksleri tarafından adsorbe ya da fiske edilmek ve organik bileşikler şeklinde tutulmak suretiyle immobil şekle de dönüştürülür. Zimdahl ve Skogerboe (1977) tarafından yapılan birçok araştırma sonucunda toprakların kurşunu immobil şekle dönüştürmek için büyük bir kapasiteye sahip oldukları belirlenmiştir. John (1972) toprakların yarayışlı Pb kapsamlarının toprak pH'sı ile ekstrakte edilebilir Al ve toplam Ni miktarları ile yakından ilişkili olduğunu belirlemiştir. Kurşunun toprakta

yarayışlılığı üzerine toprak pH'sı, toprak tekstürü, kil minerallerinin cins ve miktarları, organik madde miktarı, kation ve anyonların cins ve miktarları ile toprak drenajı etkilidir.

Kurşun doğada organik ve inorganik halde bulunmaktadır. İnorganik Pb atmosferde partiküller halinde bulunurken, organik kurşun uçucu olup çoğunlukla gıda maddeleri ve içme suyuna karışmaktadır. Bu sebeple organik Pb inorganik kurşuna göre canlı yaşamı üzerinde daha fazla öneme sahiptir (Karademir ve Toker 1995, De Jonghe ve Adams 1982). Pb'lu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da Pb kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde Pb bulundurur. Kozmetik malzemelerde bulunan birçok pigment ve diğer ana maddelerde Pb bulundurulur. Diğer taraftan sigara ve böcek ilaçları da Pb kaynakları arasında sayılabilirler (Kahvecioğlu ve ark. 2003).

Kurşunun toprağa ve atmosfere geçişi çeşitli yollarla olmaktadır. Bu yollar arasında, endüstri kuruluşlarının bacalarından ve taşıtların egzozlarında çıkan dumanlar, lehim, akü, boya, elektrik ve petrol sanayine ait atıklar ile pestisitler sayılabilir (Saygıdeğer 1995, Kalinowska 1984, Mark ve Hendershot 1997, Aksoy 1995). Yapılan çalışmalarda çevre kirliliğine sebep olan kurşunun %98'nin egzoz gazlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir (De Jonghe ve Adams 1982, Servant 1982). Kirlilik sonucunda oluşan Pb, Cu, Zn, vb. ağır metaller toprağa ve atmosfere geçerek bitki, hayvan ve insanlar için tehlike oluşturmaktadırlar.

pH'sı 5,0 olan toprakta yetiştirilen bir bitkinin Mo kapsamı toprak pH'sı kireçleme ile 6,0'a getirildiği zaman 2 kat ve toprak pH'sı 7,0'ye getirildiği zaman ise 6 kat artmıştır. Asit tepkimeli topraklarda diğer mikro elementlerden farklı olarak Fe ve daha az etkili olarak da Al Mo'ü bitkiye yarayışsız ya da daha az yarayışlı hale getirmektedir. Topraklarda artan sülfat konantrasyonu bitkilerde Mo adsorpsiyonunu olumsuz yönde etkilerken artan P konantrasyonu Mo adsorpsiyonunu olumlu yönde etkilemekte ve bitkilerin Mo absorpsiyonları önemli düzeyde artmaktadır (Stout ve ark 1951). P'un Mo absorpsiyonunu olumsuz etkilemesi, P'un Mo ile bitkiler tarafından kolay alınabilir haldeki fosfo-molibdat kompleks anyonunu oluşturması şeklinde açıklamıştır. Öte yandan Mo ile Cu, Mn, Zn ve Fe arasında da yakın bir etkileşimin bulunduğunu ve bu elementlerin bitkilerin Mo gereksinimini artırdığını göstermiştir.

Mo kapsamları 10-20 µg/g arasında değişen ya da daha yüksek olan çayır-mera bitkileriyle beslene sığırlarda Mo zehirlenmesi saptanmıştır (Kubota ve ark 1967).

Bitkilerde ağır metallerin birikmesi

Önemli çevresel kirlenici olan ağır metallerin düşük konsantrasyonları bile zehirlidir. Zehirli metallerle birlikte biyosferin kirlenmesi endüstriyel gelişimin başlamasıyla çarpıcı bir şekilde hızlanmıştır (Nriogo 1979).

Ağır metallerin bitkiler tarafından alınma miktarı değişiktir. Bütün bitkiler toprak ve sudan kendi büyüme ve gelişimleri için şart olan ağır metalleri toplama kabiliyetine sahiptirler. Bu metaller Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo ve Ni içermektedirler (Langille ve MacLean 1976). Bazı bitkiler de biyolojik fonksiyonları bilinmeyen ağır metalleri biriktirme kabiliyetine sahiptirler. Bunlar Cd, Cr, Pb, Co, Ag, Se ve Hg içermektedirler (Hana ve Grant 1962, Baker ve Brooks 1989). Yüksek konsantrasyonlardaki ağır metallerin hem tolere edilebilir hem de biriktirebilir üst sınırları farklı bitki türlerine göre değişmektedir (Ernst ve ark. 1992).

Bitkilerin ağır metallere tepkileri

Bitkiler metallerle kirlenmiş topraklarda büyümeleri için üç temel strateji geliştirirler (Baker ve Walker 1990):

- Metal dışlayıcılar; Topraktaki metal konsantrasyonu üzerindeki konsantrasyonların hava yolu ile girişini engelleyen ve köklerinde metallerin geniş oranını kontrol altında tutan bitkiler.
- Metal indikatörler; Kendi dokuları üzerinde metalleri biriktiren ve topraktaki metal seviyeleri genellikle dokularındaki metal seviyelerini gösteren bitkiler.
- Toplayıcılar; Topraktaki hazır halde bulunan metalleri kendi dokularında yoğun şekilde bulunduran bitkiler.

Ağır metallerin çevreye yayılımı

Ağır metaller yağış durumuna göre, doğrudan doğruya toprağa gelip, oradan bitkilere, hatta bazı koşullarda taban sularına ulaşır. Kısmen de yüzeysel akışla uzak çevreye yayılır (Yıldız 2004).

Ağır metallerin ekolojik sistemde yayınımları dikkate alındığında doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayılımı ve çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Bitki, hayvan ve insanlar üzerinde etkin olurlar. Temel endüstrilerden atılan metal türleri Çizelge 2.1'de (Rether 2002) verilmiştir.

Çizelge 2.1. Temel endüstrilerden atılan metal türleri

| Endüstri | Cd | Cr | Cu | Hg | Pb | Ni | Sn | Zn |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Kağıt Endüstrisi | - | + | + | + | + | + | - | - |
| Petrokimya | + | + | - | + | + | - | + | + |
| Klor-alkali Üretimi | + | + | - | + | + | - | + | + |
| Gübre Sanayi | + | + | + | + | + | + | - | + |
| Demir-Çelik San | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Enerji Üretimi (Termik) | + | + | + | + | + | + | + | + |

Ağır metallerin doğaya yayınımları dikkate alındığında çok çeşitli sektörlerden farklı işlem kademelerinden biyosfere ağır metal atılımı gerçekleştiği bilinmektedir. Bunlar ağır Metal Kullanan İşletmeler, Gübre Sanayi, Termik Santraller, Çöp ve Atık Çamur Yakma Tesisleri, Ulaşım Araçları, Demir-Çelik, Çimento, Cam Üreten İşletmeler ise üretimleri sonucu ortaya çıkardıkları ürünün atıklarını, hava yoluyla bitkilere, hayvanlara ve insanlara ulaştırmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2003).

Çevre kirliliği ve insan sağlığı arasındaki ilişkisi

Çevre, insan sağlığı açısından oldukça önemli olmakla birlikte sağlığı doğrudan veya dolaylı etkileyebilecek birçok etkeni de içinde barındırmaktadır (Onuk ve ark. 2007). Doğal döngü içerisinde canlıların yaşayabilmesi ve türlerinin devamı için ekolojik dengenin bozulmadan çalışması gerekir. Aksi takdirde çevrede bozulma meydana geldiğinde direkt ya da dolaylı bir şekilde insan sağlığının etkilenmesi söz konusudur. Fiziksel çevre, hastalıkların oluşumundan sorumlu olsa da toplumun ruhsal sorunlarının kaynağı çoğu zaman çevrenin sosyal, ekonomik ve biyolojik niteliklerinden kaynaklanmaktadır (Dirican 1990).

Günümüzde kanserlerin %80-90 oranında çevre faktörlü olduğu düşünüldüğünde çevresel kirlenmelerin araştırılması ve tespitinin halk sağlığı açısından çok önemli olduğu açıkça ortadadır (Aksoy 2002, Onuk ve ark. 2007).

Gelişen ve değişen dünyada çevrenin insanlara sunduğu kaynakların bilinçsizce kullanılması ve tahrip edilmesi geriye dönüşü güç çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu noktada çevre kirliliğinden bahsedecek olursak; insanoğlunun her türlü faaliyeti sonucunda havada, suda ve toprakta oluşan değişimlerle ekolojik dengenin bozulması ve çevrede istenmeyen sonuçların meydana gelmesi olarak tanımlanabilir (Anaonim 1983).

Daha fazla gıda, daha fazla et ve daha fazla ürün elde etmek için doğal tarım yöntemleri 20.yüzyılda değiştirilmiş, melez tohumlar 1920'lerde; traktör 1930'larda; böcekleri ve istenmeyen bitkileri öldüren kimyasal maddeler yani pestisit, herbisit ve fungusitile suni gübreler 1940'larda; yer altı suyundan beslenen sulama sistemleri 1950'lerde uygulamaya başlamıştır. Bu yenilikler veya müdahaleler de doğal çevre üzerinde bazıları tabi denge

açısından olumsuz etkiler meydana getirmiştir (Öztürk 2007).

Doğadaki kirliliğin en önemli basamağını toprak kirliliği oluşturmaktadır. Öyle ki kirlilik söz konusu olduğunda doğada giderilmesi ve dönüşümü neredeyse imkansız derecede zor olmaktadır. Çevre kirliliği söz konusu olduğunda özellikle ağır metallerin sebep olduğunu ve bunlarında su, hava ve doğrudan toprak kirliliğine yol açan madencilik çalışmaları, gübre ve pestisitler, sanayi atıkları ve hidrokarbon yanma ürünleri ile toprağa ulaşabildiğini söyleyebiliriz. Neticede kirlenmiş topraklarda yetişen bitkisel ürünlerin besin zincirindeki yeri düşünüldüğünde tüm canlı organizmalarını olduğu gibi insan sağlığını da olumsuz olarak etkileyecektir (Çağlarımak ve Hepçimen 2010, Zurera ve ark. 1989, Türkoğlu 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 kirleticiler 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).

Ağır metaller toksik etkileri ve birikim özellikleriyle çevre için önemli ölçüde kirlilik oluşturmaktadır (Erdoğrul ve ark. 2005). Ağır metallerin insan ve hayvanlar tarafından düşük seviyelerde de olsa sürekli olarak yiyecek maddeleri ile alınması, vücuttan atılma zorluklarından dolayı bir takım zararlı etkilere neden olmaktadır. Aynı zamanda ağır metaller vücutta birikim özelliği göstermektedir. Bitkiler ağır metalleri topraktan ve kirliliği havayla maruz kalan yapraklarından almaktadırlar (Zurera ve ark.1989).

Bitkiler atmosferden, gübrelerden, atık su ve çamurlardan veya tarımda kullanılan inorganik pestisitlerden toprağa bulaşmış olan ağır metalleri derişimlerine bağlı olarak biriktirme eğilimindedir. Bitkiler, özellikle Cd gibi bazı elementlere çok geniş sınırlar tolerans göstermektedirler. Bundan dolayı tarım ürünlerinde, insan ve hayvan beslenmesinde olumsuzluk oluşturacak düzeyde metal birikimi söz konusudur. Bu düzeye ulaşılmassa bile, bu tür metaller artan dozlarda solunum veya başka kaynaklardan da bünyeye alındığında gıdalardaki düşük dozlar bile risk faktörü olarak ele alınmalıdır (Haktanır 1992).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak Tekirdağ ili Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçelerindeki aktif konumdaki çaişir fabrika yakınlarında ve yine aktif olarak tarımı yapılan tarım arazilerinden fabrikalara 50-250 m arasındaki uzaklıktaki mesafelerden 0-20 cm derinlikten alınan koordinatları Çizelge 3.1 de verilen toprak örnekleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Örnek alınan yerlere ait bilgiler ve koordinatları

| İlçeler | Örnek No | Kuzey Boylam | Doğu Enlem | Özellik / Yön (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' | |
| 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' | |

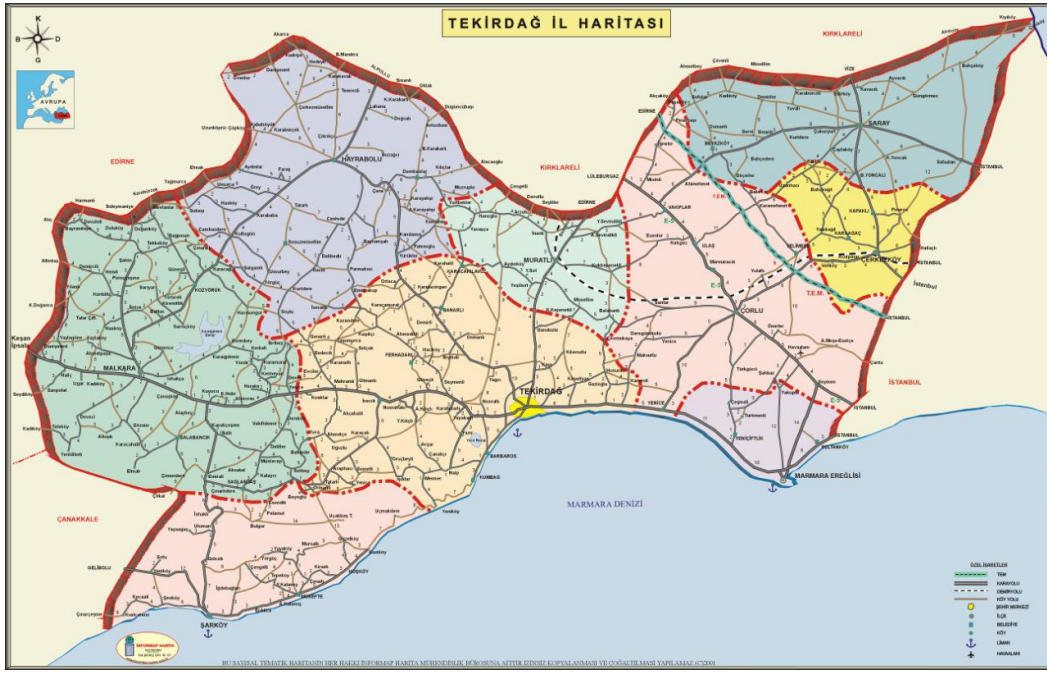
3.1.2. Tekirdağ İlinin Coğrafi Özellikleri

Tekirdağ ili Türkiye'nin kuzey-batısında, Marmara Denizinin kuzeyinde, Trakya Bölgesinde, 40°36' ve 41°31' kuzey enlemleriyle 26°43' ve 28°08' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Tekirdağ ili, Marmara Denizi'nin kuzeyinde, İstanbul ve Çanakkale illeri arasında yer alan doğusunda İstanbul, kuzeyinde Kırklareli, batısında Edirne, güneyinde Marmara Denizi ile çevrilidir (Anonim 2013).

Nüfus yoğunluğu Hayrabolu ilçesinde km^2 'de 35 kişi iken, Çerkezköy ilçesinde bu sayı 473 değerine ulaşmaktadır. İilde biri merkez olmak üzere toplam 9 ilçe, 257 köy ve 33 belediye mevcuttur. Toplam nüfusun %13,1'i köylerde, %86,9'u da şehirlerde yaşamaktadır. Şehir nüfusunun en yüksek olduğu ilçe Çorlu ilçesidir. Yine 9 ilçeden Çorlu 243285 nüfusu ile en fazla nüfusa, Marmara Ereğlisi ilçesi ise 21.787 nüfusu ile en az nüfusa sahip olan ilçelerdir. İilde nüfusun %51,4'ünü (402789) erkek, %48,6'sını (380521) ise kadın nüfus oluşturmaktadır (Anonim 2010).

Yüzölçümü 6313 km^2 olan Tekirdağ yüzölçümü itibariyle Marmara Bölgesi'nde 4.sırada yer alır. Tekirdağ, bölgenin % 8,60'ını, Türkiye topraklarının ise yaklaşık % 0,8'ini kaplamaktadır. Trakya Bölgesi'nin güneyinde yer alan Tekirdağ'ın Marmara Denizi'ne 133 km, Karadeniz'e ise 2,5 km uzunluğunda kıyısı bulunmaktadır (Anonim 2013).

Tekirdağ ili haritası Şekil 3.1 (Anonim 2010) olarak aşağıda verilmiştir.

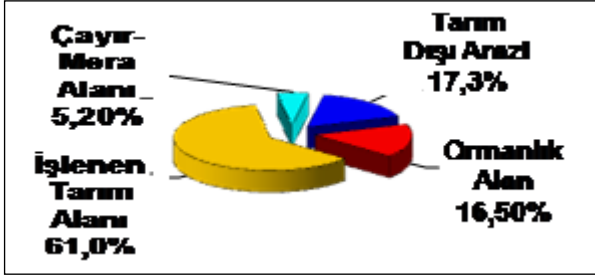


Şekil 3.1. Tekirdağ'ın coğrafi konumunu gösteren Tekirdağ il haritası

2009 yılı verilerine göre Tekirdağ ili arazi varlığı ve kullanımına göre dağılımı Çizelge 3.2 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir. İlimizde işlenen tarım alanları, 3854536 dekar ile (% 61) çok yüksek bir düzeydedir (Anonim 2010).

Çizelge 3.2. Arazi Varlığı Dağılımı

| Kullanılış Biçimi | Alan (da) | Oranı (%) |
|---------------------|--------------|-----------|
| İşlenen Tarım Alanı | 3.854.536,00 | 61,00 |
| Çayır-Mera Alanı | 325.784,60 | 5,20 |
| Ormanlık Alan | 1.040.860,00 | 16,50 |
| Tarım Dışı Arazi | 1.091.819,40 | 17,30 |
| Toplam | 6.313.000,00 | 100,00 |



Şekil 3.2. Arazi Varlığı Dağılımı

3.1.3. Tekirdağ'ın Toprak Yapısı

Araştırma alanının kuzeyinde bulunan Istranca masifini metamorfik kütleler oluşturmaktadır. Bunların içerisinde genellikle gnayslar, ayrışmaya uğramış mikaşistler ve yer yer kuvarsitler mevcuttur. Istranca masifinin güney eteklerini ince bir şerit halinde, genellikle orta eosen yaşlı sert kalkerler ile kömürlü denizel oligosen tortul kütleleri çevrelemektedir (Anonim 2013).

Trakya Bölgesi illerinden Tekirdağ iline ait arazi yetenek sınıflandırmasını gösteren harita, Şekil 3.4 olarak aşağıda verilmiştir. Topraklar iklim, bitki örtüsü, ana materyal ve topografyaya bağlı olarak farklılık göstermektedir. Tekirdağ ili arazisinde 4 büyük toprak grubu bulunmaktadır (Anonim 2013).

Trakya Bölgesi topraklarında uzun yıllardan beri uygulanan bilimsel olmayan yanlış tarımsal işlemler nedeni ile toprağın organik madde düzeyleri giderek azalmaktadır. Bölge topraklarının kabaca yarısına yakın kısmında ilk 0-20 cm'lik katmanda organik madde miktarları %1 ve daha alt düzeylerde seyretmektedir. Bu oldukça düşük bir seviyedir. Her ne kadar 0-20 cm'lik katmanlardaki organik madde miktarlarının %5'ler düzeyinde seyretmesinin normal olacağı ifade ediliyor ise de, Trakya Bölgesi'nin hafif dalgalı ve düz arazi yapısına sahip olması, topraklarının genellikle kil içeriklerinin yüksek olması gibi temel özellikler göz önüne alındığında, organik maddenin %3'ler düzeyinde bulunması yeterliliği sağlayabiliyor. O halde toprakların sürdürülebilir verimlilik düzeyinde işlenmesi için bu değerlerin kontrollü bir şekilde artırılması gerekmektedir. Aksi durumda, toprağa daha fazla yapay gübre verilmesi gibi çevre kirliliğini ve ekonomiyi tehdit eden önemli bir sorunla

karşı karşıya kalınabilir. Sürdürülebilir tarım ve gübrelemeden en yüksek verimin alınmasında, doğru cins ve miktardaki gübrenin, doğru zamanda kullanımının hayati önemi bulunmaktadır. Trakya ve Marmara Bölgelerinden alınan 14426 adet toprak örneğinde Walkley-Black yöntemine göre yapılan organik madde analizleri sonucunda toprakların %55,5'inde organik madde düzeyi %2'den düşük olarak bulunmuştur (Ülgen ve Yurtsever 1995). Tarla alanlarının %37,1' inde tarımı yapılan ayçiçeği üretimin de Tekirdağ, ülke üretiminde önemli bir paya sahip bulunmaktadır. Türkiye yağlık ayçiçeği üretiminin yaklaşık olarak tahmini %35'i Tekirdağ'da üretilmektedir (Anonim 2010).

3.1.3.1. Alüviyal Topraklar

Tarımsal etkinlikler açısından çok önemli olan alüviyal topraklar, taşınmış verimli topraklardır. Akarsuların getirdiği ince malzeme, vadi tabanlarının genişlediği alanlarda alüviyal toprakları oluşturmaktadır. Bu topraklar, bitki besin maddeleri yönünden oldukça zengindir. Genellikle kum ve milden oluştuğu için kolay işlenebilen topraklardır. Tekirdağ Hayrabolu yöresinde görülmektedir (Anonim 2013).

3.1.3.2. Kahverengi Orman Toprakları

Kahverengi orman toprakları kireççe zengin ana madde üzerinde oluşur. Gözenekli veya granüler bir yapıya sahiptir. Bu toprak grubu genellikle geniş yapraklı orman örtüsü altında oluşur. Drenajları iyi olan bu topraklar çoğunlukla orman veya otlak olarak kullanılırlar. Tarıma alınmış alanların verimleri iyidir. Bu arazilerin %38,3'ü işlemeli tarıma uygun II., III., ve IV. Sınıf arazilerde oluşmaktadır (Anonim 2013).

3.1.3.3. Kirecsiz Kahverengi Orman Toprakları

Kirecsiz kahverengi orman toprakları genellikle yaprağını döken orman örtüsü altında oluşur. Bu toprakların %41,8'i işlemeli tarıma uygun I., II., III., ve IV. sınıf arazilerden oluşmaktadır (Anonim 2013).

3.1.3.4. Vertisoller

Bu topraklar kurak mevsiminde büzülen, yağışlı mevsimlerde genişleyen koyu renkli ve çok killi topraklardır. Vertisollerin işlenme periyotları çok kısadır. Geçirgenlikleri düşüktür. Çatlamalar sırasında ince kökler kırılır ve ürün zarar görür. Sulama yapılırsa bile yetiştirilen ürünlerin sayısı sınırlıdır. Eğimli arazilerde erozyon tehlikesi her zaman mevcuttur. Arazi drenajı hemen hemen imkânsızdır. Üzerlerindeki doğal bitki örtüsü çoğunlukla kısa otlar ve az olarak ta karışık orman fundalıktır. Yetiştirilen ürünler daha çok

buğday ve ayçiçeğidir. Bu topraklar üzerinde az miktarda bağ ve bahçede bulunmaktadır. Vertisoller Tekirdağ Süleymanpaşa ilçesine bağlı birçok köyde yaygındır (Anonim 2013).

3.1.4. Tekirdağ'ın İklimi

Sıcaklık ortalamaları ve genel nemlilik indisleri göz önüne alınırsa, Tekirdağ ili iklimi ılıman yarı nemli olarak nitelenir. Kıyı kesiminden iç kesimlere girildikçe denizden uzaklığın ve yükseltinin etkisiyle sıcaklık ve yağış değerlerinde küçük farklılaşmalar görülür. Marmara Denizi kıyısı boyunca, yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin özellikleri görülür. Ancak, Karadeniz ikliminin etkisiyle yaz kuraklığı hafiflemiştir. Kış mevsiminde kar yağışları olağandır. İç kesimlere girildikçe yaz mevsimi daha kurak, kış mevsimi daha soğuk geçen yarı karasal iklim özellikleri belirginleşir. Tekirdağ'ın Marmara kıyılarında yağış bakımından Akdeniz iklimi egemendir. Kıyı şeridinde yazlar sıcak, kışlar ılık geçer (Anonim 2013).

Çizelge 3.3. Tekirdağ İli 2014 ve 2015 Yılları ile uzun yıllar iklim verileri

| Aylar | 1975 - 2014 | | 2014 Yılı | | | 2015 Yılı | | |
|---------|------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| | Ortalama Sıcaklık (°C) | Toplam Yağış (kg m ⁻²) | Ortalama Sıcaklık (°C) | Aylık Yağış (kg m ⁻²) | Ortalama Nispi Nem (%) | Ortalama Sıcaklık (°C) | Aylık Yağış (kg m ⁻²) | Ortalama Nispi Nem (%) |
| Ocak | 4,9 | 63,0 | 8,0 | 44,4 | 85,0 | 5,8 | 49,4 | 81,9 |
| Şubat | 5,3 | 53,1 | 8,7 | 6,0 | 83,2 | 6,5 | 90,3 | 84,8 |
| Mart | 7,3 | 53,2 | 9,9 | 73,6 | 81,6 | 8,5 | 29,4 | 81,9 |
| Nisan | 11,8 | 43,8 | 13,4 | 46,8 | 83,3 | 11,0 | 58,6 | 76,2 |
| Mayıs | 16,8 | 38,8 | 17,5 | 72,1 | 80,3 | 18,3 | 32,0 | 75,2 |
| Haziran | 21,3 | 37,2 | 21,8 | 69,6 | 76,2 | 20,7 | 58,4 | 73,3 |
| Temmuz | 23,8 | 25,7 | 24,8 | 72,1 | 73,0 | 24,9 | 0,5 | 70,6 |
| Ağustos | 23,7 | 16,8 | 25,3 | 80,5 | 74,5 | 26,1 | - | 68,9 |
| Eylül | 19,9 | 39,2 | 20,6 | 98,5 | 77,9 | 22,7 | 34,9 | 77,2 |
| Ekim | 15,4 | 70,9 | 15,9 | 136,1 | 79,8 | 16,4 | 83,7 | 80,1 |
| Kasım | 10,9 | 67,5 | 11,2 | 35,2 | 85,2 | - | - | - |
| Aralık | 7,2 | 80,3 | 9,3 | 80,3 | 89,3 | - | - | - |

Tekirdağ Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden (2014) alınan veriler doğrultusunda ilin iklimi hakkında bilgi sahibi olmaktayız. Tekirdağ'ın yıllık sıcaklık ortalaması 15,4 °C ve ortalama yıllık yağış miktarı da 603,8 mm civarındadır. Yılda ortalama olarak 5 gün karla örtülü olup 17 gün kadar don olayına rastlanır. İlin yıllık ortalama nisbi nem miktarı %77,1'dir (Anonim 2014). Yağış ve sıcaklık bilgileri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

3.1.5. Tekirdağ Tarımının Ekim Alanları ve Başlıca Bitkisel Üretim Miktarları

Türkiye İstatistik Kurumu'nda (TÜİK 2014) yapılan araştırmalara göre Tekirdağ ilinde yetiştirilen başlıca ürünler olan buğday, ayçiçeği ve pirince ait ekilen alanların dekar

olarak miktarlarının yanı sıra yıllara göre bu alanlarda üretimin karşılığı sayısal olarak Çizelge 3.4'te (TUİK 2014) ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 3.4. Tekirdağ İli 2010 ve 2014 Yılları Arasında Ekilen Alan ve Üretim Miktarları

| Yıl | Ayçiçeği | | | Buğday | | | Çeltik | | |
|------|------------------|------------|---------------|------------------|------------|---------------|------------------|------------|---------------|
| | Ekilen Alan (da) | Ürün (Ton) | Verim (kg/da) | Ekilen Alan (da) | Ürün (Ton) | Verim (kg/da) | Ekilen Alan (da) | Ürün (Ton) | Verim (kg/da) |
| 2010 | 1367073 | 370489 | 271 | 1794576 | 824624 | 460 | 34950 | 31455 | 900 |
| 2011 | 1342285 | 318396 | 237 | 1806036 | 906892 | 502 | 31161 | 24939 | 800 |
| 2012 | 1008908 | 177837 | 176 | 1593275 | 779347 | 489 | 37800 | 31007 | 820 |
| 2013 | 1385238 | 315767 | 228 | 1773912 | 856272 | 487 | 31000 | 29300 | 945 |
| 2014 | 1375973 | 345786 | 251 | 1724267 | 946938 | 552 | 35575 | 28617 | 804 |

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Örnekler Tekirdağ'ın Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçerinden alınmıştır. Toprak örneklerinin alınması esnasında, örnek alınan noktalarda GPS (Global Positioning System) cihazı yardımı ile koordinatları belirlenerek kayıt edilmiştir.

Örnekler araziden alınarak uygun bir ortamda hava kurusu hale gelene kadar beklemiş daha sonra ise içerisindeki iri taneli taş ve çakıllardan temizlenmiştir. Bundan sonra ahşap tokmakla dövülerek kesekler parçalanmış ve 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır şekilde ½ kg'lık plastik kavanozlarda muhafaza altına alınmıştır.

3.2.2. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.2.1. pH Tayini

Toprak reaksiyonu, Uluslararası Toprak İlimi Derneğinin önerdiği üzere 1:2.5 (toprak:su) oranında toprağın sulandırılarak, cam elektrotlu pH metre (Çizelge 3.5) ile ölçülmüştür (Sağlam 2012).

3.2.2.2. Tekstür (Doygunluk) Tayini

Toprak kum, kil ve silt fraksiyonlarının yüzdeleri Bouyoucos Hidrometre Yöntemi (Çizelge 3.5) ile tespit edilmiş ve bünye sınıfları belirlenmiştir (Tüzüner 1990).

3.2.2.3. Kireç Tayini

Kireç miktarlarının belirlenmesi Scheibler Kalsimetresi (Çizelge 3.5) ile volümetrik olarak yapılmıştır (Gedikoğlu, 1990).

3.2.2.3. Organik Madde Tayini

Toprakların organik maddeleri Walkey-Black yöntemi (Çizelge 3.5) ile belirlenmiştir (Greweling ve Peech 1960).

3.2.2.4. Tuzluluk Tayini

Toprak örneklerinin tuzluluk (%) değerleri (Çizelge 3.5), elektriksel iletkenlik aleti ile ölçülmüştür (Sağlam 2012).

3.2.2.5. Makro, Mikro Elementler ve Ağır Metaller

Toprakların yarayışlı fosfor içerikleri asit florürde çözünebilir fosfor yöntemi ile, toplam azot miktarı buhar damıtma (Kjeldahl) metodu (Çizelge 3.5) ile (Sağlam 2012), yarayışlı K, Ca ve Mg, Fe, Mn, Cu ve Zn içerikleri ise ICP-OES yöntemi (Çizelge 3.5) ile yapılmıştır (Kacar 2009).

Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Parametre | Birim | Metod |
|-----------------|-------|------------------|
| pH | | Saturasyon |
| Tekstür | | Saturasyon |
| Tuz | % | Saturasyon |
| Organik Madde | % | Walkey-Black |
| Kireç | % | Kalsimetrik |
| Toplam Azot (N) | % | Kjeldahl |
| Fosfor (P) | ppm | Spektrofotometre |
| Potasyum (K) | ppm | A. Asetat - ICP |
| Kalsiyum (Ca) | ppm | A. Asetat - ICP |
| Magnezyum (Mg) | ppm | A. Asetat - ICP |
| Demir (Fe) | ppm | DTPA - ICP |
| Bakır (Cu) | ppm | DTPA - ICP |
| Çinko (Zn) | ppm | DTPA - ICP |
| Mangan (Mn) | ppm | DTPA - ICP |

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Toprakların Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri

4.1.1. Tekstür

Araştırma kapsamında Tekirdağ'ın Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçelerindeki aktif bacalı fabrika yakınlarındaki (50-250 m arası mesafelerden) kullanımdaki tarım alanlarından alınan 28 adet toprağın tekstür özelliği incelendiğinde örneklerin yarısının "tın", diğer yarısının ise "killi tın" sınıfına girdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Elde edilen bulgular yapılan pek çok çalışmayla desteklenmektedir (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996).

4.1.2. pH

Muratlı ilçesi toprakları kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Araştırma kapsamında alınan 8 farklı toprak analizinin en düşük pH değeri 4.45 bulunmuş (Çizelge 4.1) olup "kuvvetli asit" sınıfına girmektedir. Aynı analizde en yüksek pH değeri 7.41 bulunmuş olup "nötr" olarak değerlendirilmiştir. Çerkezköy ilçesi topraklarındaki durum incelendiğinde, Araştırma kapsamında alınan (10 toprak için) en düşük pH değeri 4.71 olup "orta asit", en yüksek pH değeri ise 6.76 olup "nötr" olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.1). Son olarak Çorlu ilçesi tarım topraklarının pH değeri (10 toprak için) en düşük değer 5 olup "orta asit", en yüksek değer 7.55 olup "hafif alkalin" sınıfına girmektedir (Çizelge 4.1) (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996). Üç ilçenin toprak pH değerleri incelendiğinde, heterojen bir dağılımın olduğu dikkati çekmektedir. Konuya ilişkin yörede yapılan pek çok araştırma sonucu elde edilen bu sonuçları desteklemektedir (Bellitürk 2008, 2011, Bellitürk ve ark. 2009).

Toprakların pH değerleri nötr ve asit sınıfına girdiği için yüksek oranda kireç içermeleri beklenmez. Dolayısıyla 28 toprak örneğinin 6'sında kireç (CaCO_3) tespit edilmiş olup bunlarda kireç %1 civarında olup kireçli topraklar olduğunun göstergesidir (Bellitürk 2008).

4.1.3. Tuzluluk

Bilinçsiz gübreleme/gübre (özellikle amonyum sülfat) kullanımı pH'yı düşürmektedir. Araştırma topraklarının tuz içerikleri (%) incelendiğinde %0.0-0.15 arasında görüldüğü için "Ttuzsuz" toprak sınıfına girmektedir (Çizelge 4.1) (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996). Benzer çalışmaların çoğunluğu araştırma sonuçlarını desteklemektedir (Bellitürk 2008, Bellitürk ve ark. 2009).

Çizelge 4.1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

| İlçeler | Örnek No | Tekstür Sınıfı | Tekstür (Doygunluk) | pH (1/2,5) | Tuz (%) | Kireç (CaCO ₃) (%) | Organik Madde (%) |
|-----------|-----------|----------------|---------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------------|
| 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 |
| | En Düşük | | 37,40 | 4,45 | 0,00 | 0,00 | 0,28 |
| | En Yüksek | | 59,40 | 7,41 | 0,06 | 1,21 | 1,40 |
| Ortalama | | 48,67 | 5,73 | 0,02 | 0,03 | 0,77 | |
| 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 |
| | En Düşük | | 39,05 | 4,71 | 0,01 | 0,00 | 0,81 |
| | En Yüksek | | 57,75 | 6,76 | 0,05 | 0,61 | 1,34 |
| Ortalama | | 47,02 | 5,66 | 0,03 | 0,06 | 1,07 | |
| 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 |
| | En Düşük | | 36,85 | 5,00 | 0,00 | 0,00 | 0,61 |
| | En Yüksek | | 56,10 | 7,55 | 0,03 | 1,99 | 1,52 |
| Ortalama | | 48,73 | 5,92 | 0,02 | 0,32 | 1,11 | |

4.1.4. Kireç

İncelenen toprakların analiz sonuna bakıldığında “az kireçli” sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1) (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996).

Özellikle Çerkezköy’de 1. örnekte %0,61 düzeyinde kireç bulunmuştur (Çizelge 4.1). Çerkezköy ve Saray’ın toprak yapısı asit sınıfında olduğu bilinmektedir. Fakat burada araştırma alanlarından Muratlı ve Çorlu’nun da aynı sınıfa 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 kapsamalarının da ekili olduğu bilinmektedir (Tabatabai ve Laflen 1976a, 1976b).

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 mgkg⁻¹ den 1455 mgkg⁻¹'e topraklardaki EC değerini ise 0,42 dSm⁻¹ den 0,48 dSm⁻¹'e çıkardığı belirlenmiştir (Cifuentes ve Lindemann 1993).

4.1.5. Organik Madde

Organik madde bütün topraklarda en düşük <%1, en yüksek <%1.5 olup hatta %0.28 olan organik madde içeren toprak bile araştırma alanı içerisinde yer almıştır (Çizelge 4.1). Buradan çıkan sonuç doğrultusunda toprakların acilen organik madde bakımından zenginleştirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymuştur. Organik maddesi %2'nin altında olan topraklar "fakir organik maddeli" topraklar sınıfında değerlendirilmektedir (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996).

4.2.1. Azot (N)

Toplam azot (N) değerleri Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçeleri için sırasıyla en düşük %0.008, %0.040 ve %0.030 olup; en yüksek % 0.07, % 0.067 ve % 0.076 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde organik maddede olduğu gibi toprakların toplam N değeri "Düşük" <%0.09 olduğu için "az" sınıfına girmiştir (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996). Yörede yapılan pek çok çalışma elde edilen sonuçları destekler niteliktedir (Sağlam ve ark. 2000, Bellitürk 2008).

4.2.2. Fosfor (P)

İlçelerden elde edilen toprak örnekleri P açısından incelendiğinde Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçelerinden en düşük değer sırasıyla 3.66 ppm, 4.15 ppm ve 2.65 ppm olup (Çizelge 4.2) "az" sınıfına girmektedir. En yüksek değerler sırasıyla Muratlı için; 13.43 ppm, Çerkezköy için; 34.98 ppm ve Çorlu için; 36.22 ppm olup (Çizelge 4.2) "yeterli" ve "fazla" sınıfına girmektedir (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996).

4.2.3. Potasyum (K)

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 4.2) “yeterli” sınıfına girmektedir (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996).

Potasyum birçok bitki besin elementleri ve bitki bünyesinde önemli olan N arasında önemli rol oynamaktadır ve bitkilerdeki birçok kalite faktörleri arasında en etkili olanıdır (Bellitürk ve Karakaş 2010).

Türkiye topraklarının değişebilir K içeriklerinin incelendiği bir araştırmada Trakya Bölgesindeki toprakların ortalama K içerikleri 440,7 ppm olarak bulunmuştur (Kacar 2009).

Yörede yapılan benzer nitelikte çalışmalar incelendiğinde genellikle torakların K bakımından zengin olduğu görülmektedir (Bellitürk 1998, 2004, Bellitürk ve Karakaş 2010).

4.2.4. Kalsiyum (Ca)

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 (Çizelge 4.2) (Lindsay ve Norvell 1969, 1978, FAO 1990, TOVEP 1991, Güneş ve ark. 1996).

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda hem ilçeler arası hem de ilçe içi Ca örnekleri arasında istatistiksel bakımından fark ($P < 0.05$) bulunamamıştır (Çizelge 4.2).

4.2.5. Magnezyum (Mg)

Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçelerinden alınan 28 adet toprağın magnezyum (Mg) içerikleri genellikle “yeterli”, “yüksek” ve “çok yüksek” sınıflarında ölçülmüş (Çizelge 4.2) 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).

4.2.6. Kükürt (S)

Toprak örneklerinin ortalama kükürt (S) içerikleri 77.02 ppm ile 93.44 ppm arasında bulunmuş olup (Çizelge 4.2) >10 ppm olduğundan “zengin” sınıfına girmiştir (Ülgen ve ark. 1989).

Türkiye topraklarında bitkiye yarayışlı kükürt durumu belirlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada, topraktaki yarayışlı kükürtün (SO_4^{-2}) sınır değeri olarak 10 mgkg^{-1} kabul edilmiştir. Türkiye’de farklı iklim bölgelerinde yarayışlı kükürt için kritik değer olarak 10

mgkg⁻¹ kabul edilmiş olmasına karşın 15 ve 20 mgkg⁻¹ in altında kükürt içeren topraklarda da artan kükürt dozları ile birlikte verimde önemli artışlar sağlanmıştır. Bu sonuç ülkemiz koşullarında değişik iklim bölgelerinde farklı ekstraksiyon yöntemlerinin kullanılabileceğini göstermektedir (Ülgen ve ark. 1989).

Çizelge 4.2. 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 |
| | En Düşük | 0,01 | 13,43 | 124,71 | 547,70 | 205,09 | 44,70 |
| | En Yüksek | 0,07 | 3,66 | 391,60 | 9291,80 | 1768,10 | 143,60 |
| | Ortalama | 0,04 | 9,15 | 191,60 | 4009,67 | 934,30 | 85,52 |
| 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 |
| | En Düşük | 0,04 | 4,15 | 96,89 | 1362,20 | 265,15 | 33,95 |
| | En Yüksek | 0,07 | 34,98 | 274,02 | 6575,62 | 2370,03 | 117,85 |
| | Ortalama | 0,05 | 12,97 | 193,79 | 3236,80 | 792,91 | 77,02 |
| | LSD 0,05 | öd | 5,536 | 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 |
| | 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 |
| | En Düşük | 0,03 | 2,65 | 95,66 | 1004,50 | 268,03 | 64,90 |
| | En Yüksek | 0,08 | 36,22 | 304,82 | 6738,93 | 1725,66 | 160,95 |
| | Ortalama | 0,06 | 14,03 | 191,17 | 3539,45 | 990,51 | 93,44 |
| | LSD 0,05 | öd | 3,261 | öd | öd | öd | öd |

öd: önemli geçil

4.3. Toprak örneklerinin bazı mikro element ve ağır metal içerikleri

Ağır metallerin insan ve hayvanlar tarafından düşük seviyelerde de olsa sürekli olarak yiyecek maddeleri ile alınması, vücuttan atılma zorluklarından dolayı bir takım zararlı etkilere neden olmaktadır. Aynı zamanda ağır metaller vücutta birikim özelliği göstermektedir. Bitkiler ağır metalleri topraktan ve kirli havayla maruz kalan yapraklarından almaktadırlar (Zurera ve ark.1989).

4.3.1. Demir (Fe)

Demir vücut için gerekli olan metallerdir. Eksikliğinde hipokromik ve mikrositik anemi oluşurken, fazlalığında sideroz, kalıtsal hemokromatosis oluşumu gözlenmektedir (Erdoğan ve ark. 2005).

Üç ilçenin toprak içerikleri incelendiğinde ortalama Fe oranları sırasıyla Muartlı'da 38.84 ppm, Çerkezköy'de 44.21 ppm, Çorlu'da 41.90 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Fe içerikleri bakımından "yeterli" olarak değerlendirilebilir. Yörede yapılan benzer bir çalışmada 53 adet toprağın ortalama Fe içerikleri 19.14 ppm bulunmuş olup araştırma sonuçlarımız ile benzer özellik göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1978).

Genel bir değerlendirme ile heterojen bir dağılımın olduğu dikkati çekmektedir (Çizelge 4.2). Yapılan pek çok araştırma sonucu elde edilen veriyi desteklemektedir (Bellitürk 2008, 2011, Bellitürk ve ark. 2009).

4.3.2. Mangan (Mn)

Alınan toprak örneklerinin mangan değerlerine bakıldığında aralarında en yüksek 84.68 ppm ile Muratlı, daha sonra 66.21 ppm ile Çerkezköy son olarakta 59.07 ppm değeriyle Çorlu olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Elde edilen sonuçlar "yeterli" düzey olarak adlandırılabilir (Lindsay ve Norvell 1978). Benzer sonuçlar (Kadikal 2013, Sağlam ve ark. 1997), çalışma bulgularını desteklemektedir.

Toprakların toplam Mn kapsamı öteki bitki besin maddelerine göre olağanüstü geniş sınırlar arasında değişiklik gösterir. Toplam Mn topraklarda <20->3000 µg/g arasında değişiklik göstermektedir (Krauskopf 1972). Bitkiye yararlı Mn miktarı ise göreceli olarak daha düşüktür. Topraklarda toplam Mn ile bitkiye yararlı Mn miktarları arasında genelde bir ilişki bulunmamaktadır (Kacar 2009).

Topraklarda bitkiye yararlı Mn miktarı çeşitli etmenlerin etkisi altında değişir. Toprak asitliği Mn'in yararlılığını önemli derecede etkilemektedir. Asit tepkimeli topraklarda (pH 4,5-5,5) fazla miktarda yararlı Mn bulunmakta ve çoğu kez bitkiye zehir etkisi göstermektedir. Organik maddece var olan düşük pH'a sahip topraklarda organik

maddece yoksun topraklara göre Mn noksanlığına daha fazla karşılaşılmaktadır. Bu durum kimi organik maddelerin bitkiye yararlı 2 değerli Mn ile çözünemez bileşikler oluşturmasına ve bunun sonucu olarak Mn'in yararlılığının azalmasına dayandırılarak açıklanmıştır. Toprakların uzun süre su ile kaplı kalması yararlı Mn miktarının artmasına yol açmaktadır. Kimi durumlarda yararlı Mn miktarı zehir etkisi görülebilecek düzeye kadar çıkmaktadır (Kacar 2009).

Mangan vücutta bazı enzimlerin yapısında kofaktör olarak kullanılmaktadır ancak insan için faydaları net olarak bilinmemektedir. Fazlalığında ise Parkinson benzeri hastalıklara ve psikotik belirtilere yol açmaktadır (Erdoğan ve ark. 2005). Ayrıca Jeolojik formasyonlardan ve mangan içeren suni gübrelerden içme suyuna yüksek konsantrasyonlarda bulaş olduğunda Alzheimer hastalığına yol açabilmektedir (Duman 2006).

4.3.3. Çinko (Zn)

Araştırma kapsamında incelenen Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu bölgesi çinko oranları sırasıyla 0.26 ppm, 0.45 ppm ve 0.50 ppm olarak bulunmuş (Çizelge 4.2) olup "yetersiz" sınıfına girmektedir (Lindsay WL ve Norvell WA 1978). Yörede Zn ile ilgili olarak yapılmış olan önceki çalışmaların birçoğunda çıkan sonuç (Sağlam ve ark. 1997, Bellitürk ve Sağlam 2005, Bellitürk 2011, Kadakal 2013) araştırma sonuçları ile uyum içerisindedir.

Normal tarım topraklarında toplam Zn miktarı 10-300 µg/g arasında değişir. Gereksinimden fazla Zn bitkilerde zehir etkisi gösterir (Kacar 2009).

Çinkonun, suda çözünen formları bitkiler için uygundur ve çinko alınışı, maddenin topraktaki konsantrasyonu arttıkça artar. Zn alınımı, bitkinin türüne olduğu kadar bulunduğu ortama da bağlıdır. Özellikle ortamdaki Ca miktarı Zn alınımını etkiler. Zn, genellikle bitki köklerinde bulunur. Zn, bitki metabolizması için çok gerekli bir elementtir. İçinde yer aldığı enzimlere bakarak, karbonhidrat, protein, fosfat, RNA oluşumunda görev aldığı söylenebilir. Membranların geçirimsizliğinde rolü olduğu bulunmuştur. Ayrıca bakteri ve mantarların yol açtığı hastalıklara karşı koruyucu etkisi olduğu da bilinir (Çingir 2007).

4.3.4. Bakır (Cu)

Araştırmadaki her üç ilçe topraklarındaki ortalama Cu miktarı sırasıyla Muratlı, Çerkezköy ve Çorluda 1.27 ppm, 1.22 ppm ve 1.27 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Toprakların Cu içerikleri incelendiğinde "yeterli" düzeyde olduğu görülmektedir (Lindsay WL ve Norvell WA 1978).

Yörede yapılan konuyla ilgili destekleyici çalışmalar (Sağlam ve ark. 1997, Bellitürk 2008, Kadakal 2013) mevcuttur.

Normal tarım topraklarında toplam Cu 2-100 µg/g arasında değişir. Genellikle aşırı derecede parçalanıp dağılmış, yıkanmış asit tepkimeli toprakların toplam Cu kapsamı düşüktür. Çoğunluk topraklarda suda çözünür şeklindeki yarayışlı Cu 1 µg/g'dan daha azdır. Yapılan birçok çalışma sonucunda bakıra karşı tepkimesi yüksek olan bitkilerin normal gelişebilmeleri için mineral topraklarda toplam Cu miktarı 4-6 µg/g ve organik topraklarda da 20-30 µg/g'dan daha fazla olmalıdır (Kacar 2009).

Yapılan araştırmalar toprak pH'sı asitten alkali yöne doğru değıştikçe toprakta yarayışlı Cu miktarının azaldığını göstermiştir (Peech 1941). Nötr ve alkali tepkimeli topraklarda bakır hidroksitlerin, bakır oksitlerin ve bazik bakır karbonatların oluşması sonucu Cu'ın yarayışlılığının azaldığı ileri sürülmüştür. Toprakta bulunan organik madde miktarı da yarayışlı Cu miktarı üzerine olumsuz yönde etki etmektedir. Bu durum organik maddenin Cu'ı yarayışsız şekilde tutması ile açıklanmıştır (Lucas 1948). Yapılan birçok çalışma, organik toprakların Cu'lı gübrelerle gübrenmesinin ürünün nitelik ve niceliği üzerine olumlu etki yaptığını göstermiştir (Kacar 2009).

Cu'ın, eksikliğinde olduğu gibi fazlalığında da bitki zarar görür. Bitki türlerinin farklı miktarlarda ihtiyaç göstermelerine karşın Cu, oldukça zehirli bir metaldir (Okçu ve ark. 2009).

Ağır metaller toksik etkileri ve birikim özellikleriyle çevre için önemli ölçüde bir kirlilik oluşturmaktadır. Bakır vücut için gerekli olan metallere olmasına rağmen eksikliğinde anemi, ikincil beslenme bozuklukları oluşurken fazlalığında Wilson hastalığı oluşmaktadır (Erdoğrul ve ark. 2005).

4.3.5. Bor (B)

Ortalama B oranlarında Muratlı 8.15 ppm, Çerkezköy 6.04 ppm ve Çorlu 7.64 ppm değerlerine sahiptir. Toprakların içerdiği B miktarları >5 ppm olduğu için "yeterli" düzeyde olduğu söylenebilir. Topraklarda B'un büyük bölümü minerallerin kristal yapıları içerisinde bulunur. Bu nedenle toprağın B kapsamı ana materyalin B kapsamına uygunluk gösterir. Krauskopf (1972)'a göre toprakların toplam B kapsamı 7-80 µg/g arasında değişmektedir.

Toprakların toplam B kapsamı ile bitkiye yarayışlı B kapsamı arasında önemli bir ilişki yoktur. Yarayışlı B miktarı genelde 0,1-6,0 µg/g arasında değişir. Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı B kapsamı üzerine yapılan çalışmada B miktarının 0,74-4,55 ppm arasında dağıldığı bildirilmektedir (Kacar ve Fox 1967).

Topraklarda bitkiye yararlı şekilde bulunan B miktarı üzerine çeşitli etmenler etki yapmaktadır. Genel olarak toprak tekstürü topraklarda bitkiye yararlı bor miktarını etkileyen bir özelliktir. Toprak tekstürü ile B arasında yakın bir ilişki vardır. Kaba tekstürlü (kumlu) iyi drene olan topraklar yararlı bor yönünden fakirdir (Kubota ve ark. 1949).

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri ağır yapılı ve killi olması ile bor miktarının yeterli çıkması literatürlerce (Kubota ve ark. 1949) desteklenmektedir.

4.3.6. Nikel (Ni)

Araştırma topraklarının ortalama Ni içerikleri Muratlı, Çerkezköy ve Çorlu ilçelerinde sırasıyla 26,63 ppm, 13,23 ppm ve 29,40 ppm olarak tespit edilmiştir.

Bitki gelişmesi için mutlak gerekli olmamakla beraber bitkiler Nikeli kolaylıkla alır. Çok düşük miktarları hariç nikel bitkilerde zehir etkisi yapar (Kacar 2009).

İncelenen araştırma alanı toprak örneklerinin ağır metal analizlerinde Muratlı ilçesinden alınan toprak örneklerinin Ni içerikleri en düşük 13,62 ppm, 42,04 ppm ve ortalama 26,63 ppm olarak bulunmuştur.

Araştırma konusu toprakların nikel içerikleri 0,498 ppm ile 1,578 ppm arasında değişmektedir. En düşük nikel içeriğine 7 nolu toprakta, en yüksek nikel içeriğine 1 nolu toprakta rastlanmıştır. Ni, Cd gibi oldukça yüksek fitotoksik etkiye sahip bir elementtir (Scheffer ve Schachtschabel 1989). Kloke (1980)'in topraklarda Ni kirliliği yönünden bildirmiş olduğu 50 ppm Ni kriter verileri dikkate alındığında, araştırma konusu olan topraklarda Ni kirliliği tespit edilememiştir.

Nikel, az ya da çok tüm topraklarda bulunur. Ancak nikel miktarı killi ve mineral topraklarda fazla iken, peat ve organik topraklarda azdır. Toprağın ince fraksiyonlarında göreceli olarak nikel miktarı daha fazladır. Bitki gelişmesi için mutlak gerekli olmamakla beraber, bitkiler nikeli kolaylıkla alır. Çok düşük miktarları hariç, nikel bitkilerde zehir etkisi yapar (Kacar, 2009).

Topraklarımızda tespit edilmiş olan ortalama 20 ppm Ni çıkmış olması bu konuda önlem alınmasını gerektirecek düzeydedir. Mümkün olduğu kadar tarım alanlarına yakın olan sanayi kuruluşlarının da konuya ilişkin bilgilendirilmesi gereklidir.

Tarımcılar açısından ise fitoremediasyon, biyoremediasyon gibi yöntemlerle kirlenmiş olan tarım topraklarının temizlenmesine yönelik çalışılmalıdır. Neticede Ni de bir ağır metal olarak kabul edilebilmektedir.

Nikelin pankreas ve karaciğeri etkilediği bilinmektedir ancak fayda yarar ilişkisi bilinmemektedir (Erdoğrul ve ark. 2005). Nikelin astım, burun ve gırtlak kanseri ile alerjik deri reaksiyonlarına sebep olduğu bildirilmektedir (Duman 2006).

Çizelge 4.3. Toprak örneklerinin bazı mikro element ve ağır metal içerikleri (ppm)

| İlçeler | Örnek No | Fe | Mn | Zn | Cu | B | Ni | Co | Cr | Al |
|-----------|-----------|-------|--------|--------|------|----------|----------|----------|-----------|--------------|
| Muratlı | 1 | 95,84 | 120,49 | 0,48 | 1,70 | 5,43 | 15,55 | 6,23 | 23,03 | 0,90939 |
| | 2 | 75,54 | 132,92 | 0,32 | 1,54 | 3,61 | 13,62 | 13,13 | 15,41 | 0,71884 |
| | 3 | 6,04 | 12,34 | 0,20 | 0,86 | 11,44 | 41,14 | 13,29 | 50,04 | 1,55247 |
| | 4 | 6,50 | 10,75 | 0,07 | 0,76 | 11,56 | 42,04 | 13,38 | 52,84 | 1,48442 |
| | 5 | 51,03 | 127,6 | 0,19 | 2,13 | 7,91 | 23,16 | 9,73 | 37,02 | 1,38507 |
| | 6 | 36,21 | 104,75 | 0,36 | 1,66 | 8,91 | 27,90 | 13,02 | 40,99 | 1,49246 |
| | 7 | 6,58 | 16,52 | 0,26 | 1,08 | 11,77 | 31,58 | 9,94 | 44,77 | 1,51232 |
| | 8 | 33,04 | 152,10 | 0,25 | 1,59 | 4,56 | 18,06 | 8,21 | 18,86 | 0,84435 |
| | En Düşük | 6,04 | 10,75 | 0,07 | 0,76 | 3,61 | 13,62 | 6,23 | 15,41 | 0,718840 |
| | En Yüksek | 95,84 | 152,10 | 0,48 | 2,13 | 11,77 | 42,04 | 13,38 | 52,84 | 1,552470 |
| | Ortalama | 38,74 | 84,68 | 0,26 | 1,41 | 8,15 | 26,63 | 10,87 | 35,37 | 1,237415 |
| Çerkezköy | 1 | 71,19 | 61,95 | 0,50 a | 1,13 | 6,41 b-e | 10,60 ab | 4,89 ab | 23,26 bcd | 1,151325 abc |
| | 2 | 42,43 | 28,88 | 0,25 a | 1,33 | 8,13 cde | 23,18 c | 8,08 cde | 42,29 e | 1,625995 c |
| | 3 | 46,30 | 72,77 | 0,49 a | 0,41 | 8,85 d-e | 17,51 bc | 9,05 e | 32,51 dc | 1,469040 bc |
| | 4 | 52,11 | 88,85 | 0,38 a | 1,13 | 9,04 d-e | 19,34 c | 8,19 de | 35,26 dc | 1,472560 bc |
| | 5 | 51,09 | 75,67 | 1,13 b | 1,12 | 1,87 a | 5,78 a | 3,61 a | 6,04 a | 4,680500 a |
| | 6 | 14,68 | 44,45 | 0,26 a | 1,08 | 4,88 a-d | 11,22 ab | 6,74 bc | 17,63 abc | 1,004120 abc |
| | 7 | 34,46 | 67,69 | 0,43 a | 1,32 | 9,82 e | 19,97 c | 8,49 dc | 30,78 cde | 1,455495 bc |
| | 8 | 15,66 | 47,85 | 0,18 a | 1,08 | 3,76 abc | 8,80 a | 5,10 abc | 13,35 ab | 0,879975 abc |
| | 9 | 61,28 | 99,00 | 0,25 a | 1,83 | 5,17 a-d | 8,91 a | 3,89 ab | 11,50 ab | 0,786420 ab |
| | 10 | 52,97 | 75,04 | 0,65 a | 1,73 | 2,50 ab | 7,06 a | 5,93 a-d | 7,94 a | 0,531540 a |
| | En Düşük | 14,68 | 28,88 | 0,18 | 0,41 | 1,87 | 5,78 | 3,61 | 6,04 | 0,46805 |
| | En Yüksek | 71,19 | 99,00 | 1,13 | 1,83 | 9,82 | 23,17 | 9,05 | 42,29 | 1,625995 |
| | Ortalama | 44,21 | 66,22 | 0,45 | 1,22 | 6,04 | 13,23 | 6,39 | 22,05 | 1,084452 |
| | LSD: 0,05 | öd | öd | 3,69 | öd | 9,316 | 6,30 | 4,95 | 8,43 | 8,021 |
| Çorlu | 1 | 48,50 | 53,49 | 0,46 | 1,46 | 9,71 cd | 50,12 | 11,67 | 49,99 | 1,33078 |
| | 2 | 83,18 | 67,59 | 0,49 | 1,28 | 9,85 cd | 51,67 | 11,34 | 50,89 | 1,28021 |
| | 3 | 53,31 | 84,52 | 0,60 | 0,98 | 4,91 ab | 23,10 | 7,96 | 23,16 | 0,93413 |
| | 4 | 55,87 | 91,37 | 0,31 | 1,45 | 7,02 abc | 14,11 | 11,25 | 27,11 | 1,36628 |
| | 5 | 29,42 | 68,35 | 1,40 | 0,92 | 8,01 bcd | 19,41 | 7,10 | 25,76 | 1,26069 |
| | 6 | 5,93 | 12,14 | 0,06 | 0,86 | 11,50 d | 65,42 | 13,35 | 62,35 | 1,50628 |
| | 7 | 44,44 | 92,49 | 0,42 | 1,36 | 9,31 cd | 22,79 | 7,775 | 33,78 | 1,45203 |
| | 8 | 20,93 | 55,19 | 0,31 | 1,82 | 4,13 a | 16,05 | 6,00 | 18,96 | 0,83562 |
| | 9 | 9,41 | 11,69 | 0,58 | 1,15 | 5,29 ab | 13,24 | 9,23 | 20,76 | 1,17035 |
| | 10 | 68,01 | 53,85 | 0,35 | 1,41 | 6,70 abc | 18,17 | 11,29 | 28,01 | 1,42223 |
| | En Düşük | 5,93 | 11,69 | 0,06 | 0,86 | 4,13 | 13,23 | 6,00 | 18,96 | 0,83562 |
| | En Yüksek | 83,18 | 92,49 | 1,40 | 1,82 | 11,50 | 65,41 | 13,34 | 62,35 | 1,50628 |
| | Ortalama | 41,90 | 59,07 | 0,50 | 1,27 | 7,64 | 29,40 | 9,69 | 37,07 | 1,25590 |
| | LSD: 0,05 | öd | öd | öd | öd | 4,23 | öd | öd | öd | öd |

öd: önemli değil

4.3.7. Kobalt (Co)

Tekirdağ ilinin araştırma konusu üç ilçesinde ortalama Co miktarı sırasıyla Muratlı, Çerkezköy ve Çorluda 10,87 ppm, 6,39 ppm ve 9,69 ppm olarak bulunmuştur(Çizelge 4.3).

Kültür bitkileri için mutlak gerekli besin elementi olmamakla beraber çoğunlukla kumlu topraklarda toplam Co miktarı 0,2-3,0 µg/mg arasında değişmektedir (Kubota 1958, Kubota ve Lazar 1960, Kubota 1964). Topraklarda 5 µg/mg Co sınır değeri olarak ele alınıp değerlendirilmektedir.(Walsh ve ark. 1956, Kubota 1964). Swaine (1955) göre

toprakların toplam Co kapsamaları 1-40 µg/mg arasında değişmekte ve hatta daha yüksek (156 µg/mg) olan topraklarda mevcuttur (Fujimoto ve Sheerman 1950). Rigg (1936) Co noksanlığı gösteren çayır-mera bitkilerinin yetiştiği topraklarda kobaltın 0,4-2 µg/mg arasında değiştiğini ya da 0,3-3 µg/mg den daha az olduğu, iyi gelişme gösteren bitkilerin yetiştiği toprakların Co içeriği 9-22 µg/mg yada 4-40 µg/mg arasında değiştiği farklı kaynaklarca bildirilmiştir (Harvey 1937, Young 1949, Carrigan ve Ervin 1951, Hart ve Deijs 1952).

4.3.8. Krom (Cr)

İncelemeye alınan toprakların ortalama Cr oranlarına bakıldığında en az Çerkezköy'de 22,05 ppm, en çok Çorlu'da 37,07 ppm ve Muratlı'da 35,37 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Topraklarda Cr miktarları en az 5 µg/g dan başlayarak bitkilere zehir etkisi yapabilecek düzeylere, %5-6'lara değin, çıkabilmektedir (Pratt 1966, Baker ve Chesnin 197, Shewry ve Peterson 1976). Az miktardaki Cr'un insanların beslenmesi için esas olduğu ve yararlı bulunduğu saptanmıştır (Pratt 1966, Mertz 1969).

Düşük seviyelerde kroma maruz kalındığında, deride iritasyon ve ülser meydana gelir. Maruziyet uzun olursa özellikle böbreklerde ve karaciğerde hasara yol açabildiği gibi kan dolaşım sistemini ve sinir dokularını tahrip edebilir. Krom daha çok sulu ortamlarda birikerek çoğalır. Dolayısıyla yüksek seviyelerde kroma maruz kalmış balık yemek oldukça tehlikelidir (Kahvecioğlu ve ark. 2003).

4.3.9. Alüminyum (Al)

Toprak analizinden elde edilen bulgular ışığında ortalama alüminyum oranları Muratlı'da 1,237415 ppm, Çerkezköy'de 1,084452 ppm ve Çorlu'da 1,255900 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Alüminyum toprağın önemli bir yapı taşıdır. Silisyum ile birlikte alüminyum primer ve sekonder kil mineralleri çitlerinin ana elementlerini oluşturur. Asit tepkimeli topraklarda çözünebilir şekildeki Al miktarının fazla olmasına karşın toprak pH'sı herhangi bir nedenle yükseldikçe çözünebilir Al miktarı da olağanüstü azalır (Lathwell ve Peech 1964).

Edirne ili asit topraklarında yapılan bir çalışmada toprakların ortalama Al içeriği 3.34 ppm çıkmıştır. Bu çalışmada toprakların Al içeriğinin 1 ppm'i aşması durumunda bitkilere toksik etki yaptığı belirtilmiştir (Bellitürk ve ark. 2014).

4.3.10. Kadmiyum (Cd)

Araştırma konusu toprakların Cd içerikleri incelendiğinde, toprakların Cd içermediği tespit edilmiştir. Kloke (1980), toprakta izin verilebilir Cd konsantrasyonu sınırını 3 ppm olarak açıklamıştır. Bu ölçüt veri temel alındığında, topraklarda herhangi bir Cd kirliliği ve probleminin söz konusu olmadığı anlaşılmaktadır.

Kacar'ın (2009) bildirdiğine göre, çok az miktarlarda da olsa Cd tarım topraklarının hepsinde bulunur. Cd toprağa değişik yollardan karışır. Okyanusların altındaki çökeltelerde yer alan Cd ham fosfatlardan ve dolayısıyla P'lu gübrelerden toprağa ulaşır. Ancak bu yolla toprağa ulaşan Cd miktarı kesin olarak bilinmemektedir. Tarım ilaçlarından fungusitlerde bulunan Cd, ilaçlama yoluyla da toprağa karışmaktadır (Ross ve Stewart 1969).

Günümüzde Cd'da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır. Günümüzde Cd endüstriyel olarak Ni/Cd pillerde, korozyona karşı özellikle deniz koşullarına dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılır. Cd empürüte olarak fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda Cd kirliliği ortaya çıkar. Bitki yaşamını etkileyen en önemli Cd kaynakları; su boruları, kömür yakılması, tohum aşamasında ve endüstriyel üretim aşamasında kullanılan gübreler ve endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazlarıdır (Kahvecioğlu ve ark. 2003).

Çok sık toksik etkisi görülmeyen kadmiyum elementi ekosistemde en tehlikeli ağır metal kirleticilerinden biri olup, canlı organizmalar için toksiktir (Erdoğrul ve ark. 2005). Kadmiyum ve bileşenleri yüksek dozlarda böbrek fonksiyonlarında bozulma meydana getirmektedir. Ayrıca karaciğerde birikerek yüksek tansiyona yol açarken kemik erimesi ve kansızlık gibi önemli rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Kanseri konusunda ise akciğer ve prostat kanseri en çok neden olduğu iki türdür (Asri ve ark. 2007, Duman 2006).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) bildirdiğine göre haftalık 0.4-0.5 mg (60 kg'lık insan için) Cd alımı tolere edilebilir olarak kabul edilmektedir (Almanya'da 70 kg insan için 0.53 mg). Vücuda alınan kadmiyumun % 3-8'i özellikle ciğer ve böbreklerde birikim gösterir. Bu miktar Cd tüm vücutta bulunan miktarın yaklaşık %50'si kadardır. Kadmiyumun biyolojik yarılanma ömrünün insanlarda uzun olması sonucunda (19-38 yıl), ciğer ve böbreklerdeki kadmiyum miktarı yaşlılığa bağlı olarak artmaktadır. Bu nedenle yüksek kadmiyumun neden olduğu böbrek rahatsızlıkları genellikle elli yaşın üzerindeki insanlarda görülmektedir (Merian 1984). Japonya'da yapılan araştırmalarda çoğunlukla

bitkisel yiyecek maddelerindeki ve topraklardaki Cd miktarı proteinuri arasında ilişki olduğu ortaya koyulmuştur (Özbek ve ark. 1993).

4.3.11. Kurşun (Pb)

Araştırma konusu topraklarda Pb elementi tespit edilememiştir. Kloke (1980)'in topraklarda Pb kirliliği yönünden bildirmiş olduğu 100 ppm Pb kriter verileri dikkate alındığında, araştırma konusu olan topraklarda Pb kirliliğinin olmadığı görülmüştür.

Tekirdağ'da farklı pH'lara sahip 20 değişik yerden alınan benzer bir çalışmada toprak örneklerinin ortalama Pb kapsamı 0,70 ppm, Ni kapsamı 1,07 ppm ve Cd kapsamı ise 0,04 ppm olarak tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, toprak örneklerinde Pb, Ni ve Cd içeriği bakımından bir kirlilik söz konusu olmadığı tespit edilmiştir (Bellitürk 2005).

Pb'nin topraklarda bulunma miktarı 1-200 µg/g arasında değişir ve ortalama miktar 15 µg'dır (Swaine 1955). Aubert ve Pinte (1977) Pb miktarının yer kabuğunda 16 µg/g olduğunu tarım topraklarında da genelde 15-25 µg/g arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Topraklarda Pb kirlenmesi çok çeşitli yollardan oluşmaktadır. Pb'un bitki ve hayvanlara zehir etkisi yaptığı bilinmektedir. Pb, bitkiler tarafından alınmakta ve bu yolla besin zincirine girebilmektedir. Bitkilerin doğrudan ya da dolaylı şekilde insan ve hayvanların besin maddeleri olmaları nedeniyle bitki ve toprakların Pb kapsamının bilinmesi büyük önem taşır (Kacar 2009).

Pb'un bitki ve hayvanlara zehir etkisi yaptığı bilinmektedir.

Pb insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Pb atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. Pb birkaç bin yıldan beri insanlar için önemli bir metaldir (Saygıdeğer 1995, Karademir ve Toker 1995).

Pb kana karıştıktan sonra önce sırasıyla kemiklere, diğer dokulara ya da dışkı ve böbrekler yoluyla vücuttan atılmaktadır. Kemiklerde biriken kurşun zamanla (yarılanma ömrü yaklaşık 20 yıl) çözünerek böbreklerde tahribata neden olur. Bir nevi nörotoksin olan kurşun, anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına dahası nörotoksik özelliğinden dolayı sinir sisteminde iletimin azalmasına da sebep olmaktadır. Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalarda kanda kurşun miktarı arttıkça IQ seviyesinin düştüğü tespit edilmiştir. (Kahvecioğlu ve ark. 2003).

4.3.12. Molibden (Mo)

Araştırma topraklarında Mo tespit edilememiştir. Toprakların toplam Mo kapsamı genellikle 0,5-5,0 µg/g arasında değişir. Kubota (1976), topraklarda Mo miktarının 0,1-4,0

$\mu\text{g/g}$ arasında değiştiğini, ortalama miktarın ise $1,2 \mu\text{g/g}$ olduğunu saptamıştır. Verimli topraklarda yarayışlı Mo miktarı $0,1 \mu\text{g/g}$ civarındadır. Yarayışlı Mo miktarının alkali tepkimeli, organik maddece zengin, volkanik kayalardan oluşmuş genç topraklarda “fazla” olmasına rağmen, aşırı derece parçalanıp dağılmış kireç taşlarından oluşmuş topraklarda “yüksek” düzeyde Fe ve Mg kapsayan topraklarda, podzolik ve kumlu topraklarda azdır.

Kacar ve ark. (1980), Doğu Karadeniz Bölgesi’nden aldıkları asit tepkimeli toprak örneklerinde yarayışlı Mo miktarının $0.001-0.002 \mu\text{g/g}$ olarak belirlemişlerdir. Asit tepkimeli topraklarda Mo genelde yarayışsız haldedir. Bu toprakların kireçlenmesi, topraklarda yarayışlı Mo miktarının artmasına yol açar (Robinson ve ark. 1951, Anonim 1958). Bu duruma göre, araştırmadaki asit tepkimeli olan topraklar için yarayışlı Mo miktarının artırılması amacıyla (toksik olmayacak düzeye kadar artırılması) amacıyla kireçleme yapılması önerilebilir.

Toprağı tarım dışına atan şey organik maddedir. Organik maddesi düşük olan topraklarda genellikle ağır metal oranları yüksek çıkmaktadır (Kacar 2010). Son yıllarda ağır metalleri fazla içeren toprakların ıslahı için vermikompost gibi organik solucan gübresi uygulamaları ile toprağın organik maddece zenginleşmesi sağlanmalı akabinde fitoremediasyon teknikleri uygulanmakta ve topraklar ağır metallere arındırmaya çalışılmaktadır (Bellitürk ve ark. 2015).

4.4. Araştırma Sonuçlarının Çevre ve İnsan Sağlığı İle İlişkisi

Değişik nedenlerle kirlenmiş topraklarda yetişen bitkisel ürünlerin besin zincirindeki yeri düşünöldüğünde tüm canlı organizmalarını olduğu gibi insan sağlığını da olumsuz olarak etkileyecektir.

Artan nüfusu besleme zorunluluğu, çevrenin taşıma gücünü artırma zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. Bu durumda tartışılması gereken konu, ekolojik felakete neden olmadan ekosferin yeni bir taşıma gücünde nasıl dengeye geleceğidir. Dünya nüfusunun 2025 yılında 8-10 milyara ulaşması durumunda tarımsal alanlar üzerindeki baskı daha da artacak, bu da gübrelerin aşırı kullanımına yol açaacaktır (Ekmekyapar 2008)

5. SONUÇ

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).

Bugün dünyanın % 12'si ürün yetiştiriciliği amacıyla kullanılmaktadır. Bu alanın % 26'sı gıda ürünlerinin ekimi için kullanılmakta ve 2020 yılında bu alanın % 15'i gıda ürünleri yetiştirmek için uygun olacaktır. Ancak Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) açıklamalarına göre, dünyada her 5 saniyede 1 çocuk açlıktan ölmekte ve her yıl 1 milyon kişi bu felaketle karşı karşıya kalmaktadır. Açlık felaketine yol açan en önemli faktörlerin başında topraktaki yanlış kültürel işlemlere ve amaç dışı kullanıma bağlı verim kaybı, kötü çevre koşulları ve rafta kalma ömrünün uzun olmaması gelmektedir (Bellitürk 2012).

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 kirletmekte, 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).

Topraktaki ağır metallerin bitkilerin yapısına girmeleri, hareketli hale geçtiklerinde (serbest iyon haline) taban suyuna karışarak suyun niteliğini bozmaları, mikroorganizmalara zarar vermeleri, besin zincirine girerek, diğer canlılara dolaylı yoldan zararlı olmaları, hücrelerde plazmanın sertleşmesine, şişme-büzülmeye, proteinlerin çökmesine, solunum intensitesinin ve dolayısıyla O₂ tüketiminin azalmasına neden olmaları en tehlikeli yanlarıdır. Ağır metallerin toksisite derecesi; metalin konsantrasyonuna, bulunuş formuna (metal, iyon, organik bileşik, vs), fertlere, türlere, etki süresine, bulunduğu yere vb. gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Toprakta ağır metal yayılgılığı; pH modifikasyonları, organik madde ve gübre amenajmanı, uygun bitki seçimi, fiziksel stabilizasyon, güçlü asitle yıkama, kireçleme,

fosforlu gübre uygulaması, ağır metal Őelatrleriyle yıkama ve fitoremediasyon teknikleri gibi agronomikal uygulamalarla minimize edilebilir.

Bitkilerin arzuladığı düzeydeki toprak reaksiyonunun sağlanması, verimi arttıran bir durumdur. Asit toprakların kirećlenmesi önemli bir ıslah ćalıŐmasıdır. Özellikle ağır metaller söz konusu olduğunda, toprak pH'sının bilinmesi ćok önemlidir. Toprak pH'sının yükseltilmesiyle, bitkilerin ağır metal alımı arasındaki iliŐkiler detaylı olarak ele alınmalı, bu konuda tarla ve sera denemeleri yapılmamıŐtır.

ćevre sađlıđı konularının baŐında gelen toprak kirliliđi, birćok sektörün bir araya gelerek karŐılıklı veri akıŐıyla ćzm olabilecek bir konudur. İnsan ve ćevre sađlıđını tehdit edebilecek uygulamaların önüne gećebilmek ićin kalıcı alt yapı hizmetlerinin öncelikli uygulanması, gereken yasal düzenlemelerin yapılması, toplumun konuya gereken önemi vererek sektörler arası iŐbirliđi yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde baŐta kanser olmak üzere birćok hastalık ve ölümlerin kaynađı olan ćevre kirliliđi, 21.yy da dünyanın en önemli sorunu olmaya devam edecektir. Bu konuda iyileŐtirici ve esenlendirici giriŐimlerden ćok koruyucu önlemlere önem ve öncelik verilmesi kalıcı ćzmler ićin gerekli adım olacaktır.

Sonuç olarak tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması ve geleceğe yönelik planlamaların doğru yapılabilmesi ićin ilk önce toprağın ćok iyi tanınması gerekmektedir. Günümüzde toprak verimliliğinin arttırılmasının yanı sıra, sürekliliğinin sağlanması ve korunması da önemli bir durumdur.

6. KAYNAKLAR

- Ahmed MB, Twyman ES 1953. The Relative Toxicity of Manganese and Cobalt to The Tomato Plant. Jour. Expt. Botany (London), 4:164-172
- Ahmed S, Evans HJ 1960. Cobalt A Micronutrient Element for The Growth of Soybean Plants Under Symbiotic Conditions. Soil Sci. 90:205-210
- Ahmed S, Evans HJ 1961. The Essentiality of Cobalt for Soybean Plants Growth Under Symbiotic Conditions. Proc. Nall. Acad. Sci. USA 47:24-36
- Aksoy A 1995. Kayseri-Kırşehir Karayolu Kenarında Yetişen Bitkilerde Ağır Metal Kirlenmesi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Programı, Kayseri.
- Algan TK, Bilen S 2005. Toprak Kirlenmesi ve Biyoloji Çevre. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı: 36,1: 83-88 Erzurum
- Allan R 1997. Introduction: Mining and Metals in The Environment. J. Geochem. Expl. 58:95-100
- Anderson AJ, Meyer DR, Mayer FK 1973. Heavy Metal Toxicities. Levels of Nickel, Cobalt and Chromium in The Soil and Plants as Suggested with Visual Symptoms and Variation in Growth of an Oat Crop. Aust. J. Agric. Res. 24: 557-571
- Anonim 1958. The Mollibdenium Problem in Oregon. Oregon Agri. Exp. State. Misc. p. 64.
- Anonim 1983. Çevre Kanunu. <http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18132.pdf>. Erişim Tarihi:24.06.2011)
- Anonim 2009. http://www.tarim.gov.tr/E_kutuphane/Gezici_Laboratuvarlar.html (Erişim Tarihi: 24.06.2011)
- Anonim 2010. Havası En Kirlili İller http://www.sabah.com.tr/galeri/ekonomi/havasi_en_kirli_iller/4 (Erişim Tarihi:24.06.2011)
- Anonim 2011. Kanser ve Jeoloji. http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/34fdbf83b74c193_ek.pdf (Erişim Tarihi: 17.06.2011)
- Anonim 2013. Tekirdağ Tarım İl Müdürlüğü 2013 Yılı Tarım Raporu
- Anonim 2014. Tekirdağ Meteoroloji İl Müdürlüğü Veri Sistemi.
- Anonim 2015. Çevre Kirliliği <http://www.yesilaski.com/tarima-bagli-cevre-kirliligi.html> (Erişim Tarihi: 21.11.2016)
- Asri Öktüren F, Sönmez S, Çıtak S 2007. Kadmiyumun Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Derim 24(1): 32-39
- Aubert H, Pinte M 1977. Trace Elements in Soils. Elsevier North Holland, Inc. New York, p.39-42.
- Baker AJM, Brooks RR 1989. Terrestrial Higher Plants Which Hyperaccumulate Metallic Elements- A Review of Their Distribution, Ecology and Phytochemistry. Biorecovery. 1:81-126.
- Baker AJM, Walker PL 1990. Ecophysiology of Metal Uptake by Tolerant Plants, Heavy Metal Tolerance in Plants. In: Shaw A.J. Evolutionary Aspects. CRC Pres, Boca Raton. 155-177.
- Baker DE, Chesnin L 1975. Chemical Monitoring of soils for Environmental Quality and Animal and Human Health. Adv. Agron. 27:305-374
- Bansel KN, Motianami DF, Pal AP 1993. Studies of Sulphur in Vertisols. Plant & Soil. 70:133-140
- Banuelos GS, Ajwa HA, Mackey B, Wu L, Cook C, Akohoue S, Zambrzuski S 1997. Selenium Induced Growth Reduction in Brassica Land Races Considered for Phytoremediation. Ecotoxicol. Environ. Saf., 36, 282-287 pp.
- Barlett RJ, James B 1979. Behavior of Chromium in Soils: TIII. Oxidation. J. Environ. Qual. 8:31-35
- Barlett RJ, Kimble JM 1976 a. Behavior of Chromium in Soils: I. Trivalent Forms. J. Environ. Qual. 5:379-383
- Barlett RJ, Kimble JM 1976 b. Behavior of Chromium in Soils: II. Hexavalent Forms. J. Environ. Qual. 5:383-386
- Başkan O, Dengiz O 2010. Farklı Arazi Kullanımının Toprak Kalite Parametrelerinin Etkilerinin Faktör Analizi ile Değerlendirilmesi. I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. 1-4 Haziran 2010 Eskişehir, 410-417
- Bayçu G 1997. *Picea abies*'te Kadmiyum Toksikitesi ve Köklerde Kadmiyum Birikimi, XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi 17-20 Eylül 1996, İstanbul. Kongre Kitapçığı, Cilt: III, s:433-442
- Bayraklı F, Balkaya N 2000. Fosforlu ve Azotlu Gübre Kullanımı ve Gübre-Çevre Etkileşimi. Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara
- Bellitürk K, Karakaş O 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 1998. Tekirdağ Merkez ve Şarköy İlçeleri Bağlarının Bazı Makro ve Mikro Besin Elementleri Düzeylerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Tekirdağ
- 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 (Uluslararası Katılımlı), 5-9 Eylül, Cilt 2, s: 1211-1215, Antalya
- Bellitürk K 2008. Trakya Bölgesi Topraklarının Azot-Fosfor-Potasyum Bakımından İncelenmesi. Hasad Bitkisel Üretim Aylık Tarım Dergisi, Haziran, İstanbul, Yıl: 24 (277): 102-106
- Bellitürk K 2010. Asit Topraklarda Kireçlemenin Önemi. Hasad (Bitkisel Üretim) Aylık Tarım Dergisi, Nisan Sayısı. Yıl: 25 (300): 82-84, İstanbul
- Bellitürk K 2011. Edirne İli Uzunköprü İlçesi Tarım Topraklarının Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (JOTAF), Tekirdağ, 8 (3): 8-15
- Bellitürk K 2012. Tarım Toprakları İçin Toprak Analizleri ve Gübrelemenin Önemi. N.K.Ü. Ziraat Fakültesi, El Kitabı, 20 sayfa, Tekirdağ
- Bellitürk K, Danışman F, Sözübek B 2009. Tekirdağ Yöresindeki Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Mineralizasyon Kapasiteleri Arasındaki İlişkiler. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Antalya, 22 (2): 141-147
- Bellitürk K, Sağlam MT 2005. Tekirdağ İli Topraklarının Mineralize Olan Azot Miktarları ile Mineralizasyon Kapasiteleri Üzerinde Bir Araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 2, S: 101, Tekirdağ
- 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, doi: [10.4172/2375-4338.1000e114](https://doi.org/10.4172/2375-4338.1000e114)
- Bellitürk K, Şinik E, Görres JH, Karakaş Ö 2014. Evaluation of the Aluminium Content of Acidic Topsoil in the Province of Edirne/Turkey. EC Agriculture (ECAG) 1 (1): 1-6
- Berger KC, Truog E 1946. Boron Availability in Relation to Soil Reaction and Organic Matter Content. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10:113-114
- Blaylock MJ, Huang JW 2000. Phytoextraction of Metals, In: I Raskin and BD Ensley (Ed.) Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean Up The Environment, John Wiley and Sons, Inc, Toronto, Canada, p 303
- Bremner I 1974. Heavy metal toxicities quart. J. Biophys., 7: 74-124.
- Bu-Olayan AH, Al-Hassan R, Thomas BV, Subrahmanyam MNV 2001. Impact of Trace Metals and Nutrient Levels on Phytoplankton from the Kuwait Coast. Environ. Int.26: 199-203.
- Carrigan RA, Ervin TC 1951. Cobalt Determination in Soils by Spectrographic Analysis Allowing Chemical Preconcentration. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 15:145-149
- Chen ZS, Lin HT, Hseu ZY 2001. Transfer of cadmium into the food chain from aquatic and agricultural ecosystems. In 'Environmental Cadmium in Food Chain: Sources, Pathways and Risks, 110-115 pp.
- Chenery EM 1955. A Preliminary Study of Aluminium and The Teabush. Plant and Soil. 6(2):174-200
- Cheshire MV, DeKock PC, Inkson RHE 1967. Factors Affecting The Copper Content of Oats Grown in Peat. Jour. Sci. Food Agr. 18:156-160
- 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
- Claire LC, Adriano DC, Sajwan KS, Abel SL, Thoma DP, Driver JT, 1991. Effects of Selected Trace Metals on Germinating Seeds of Six Plant Species. Water, Air and Soil Pollution, 59,231-240 pp
- Costa G, Michaut JC, Morel JL 1994. Influence of Cadmium on Water Relations and Gas Exchanges in Phosphorus Deficient *Lupinus alba*, Plant Physiol. and Biochem. 32: 105
- Cotté-Krief MC, Guieu C, Thomas AJ, Martin JM 2000. Sources of Cd, Cu, Ni and Zn in Portuguese Coastal Waters. Mar. Chem. 71: 199-214
- Cunningham SD, Shann JR, Crowley DE, Anderson TA 1997. Phytoremediation of Contaminated Water and Soil. Phytoremediation of Soil and Water Contaminants, American Chemical Society, Washington, DC, 2-17 pp
- Çağlarırnak N, Hepçimen Z 2010. Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi. Akademik Gıda. 8 (2):31-35
- Çatak E, Güler Ç, Süleyman T, Orhan B 2000. Bazı Domates ve Tütün Genotiplerinde Kadmiyum Etkilerini İnceleyen İstatistiksel Bir Çalışma. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2 (1)
- Çepel N 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. TEMA Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları No:14 İstanbul
- Çingir F 2007. Eser elementler. (erişim adresi: www.firochromis.com, erişim tarihi: 12.04.2007)
- Dahmani-Muller H, Oort F, Gelie B, Blabene M 2000. Strategies of Heavy Metal Uptake by Three Plants Species Growing Near a Metal Smelter, Environ. Pollut., 109, 231-238 pp
- De Jonghe WRA, Adams FC 1982. Biochemical cycling of organic lead compounds. Ecotoxicology. 561-593.
- Delwiche CC, Johnson CM, Rehenauer HM 1961. Influence of Cobalt on Nitrogen Fixation by Medicago. Plant Physiol. 36:73-78
- Dion HG, Mann PJN 1946. Three-valent Manganese in Soils. Jour. Agri. Sci. 36:239-245
- Dirican R 1990. Toplum Hekimliği (Halk Sağlığı) Dersleri, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara

- Doncheva S, Nicolov B, Ogneva V 1996. 'Effect of Copper Excess on The Morphology of The Nucleus in Maize Root Meristem Cells, *Physiol. Plantarum*, 96: 118-122
- Doran JW, Parkin TB 1994. Defining and Assesing Soil Quality. p. 3-21. In JW Doran et al. (cd). Defining Assess Soil Organic Matter Quality in Agricultural Soils. *Can. J. Soil. Sci.* 74:367-385
- 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
- Ekmekyapar F 2008. Atmosferik Sera Gazı Olarak Denitrifikasyondan Kaynaklanan Azot Oksitler. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, 13-14 Mart: 113-120, Ankara
- Erdoğan Ö, Tosyalı C, Erbilir F. 2005. Kahramanmaraş'ta Yetişen Bazı Sebzelerde Demir, Bakır, Mangan, Kadmiyum ve Nikel Düzeyleri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 8(2) :27-29
- Ernst WHO, Verkleji JAC, Schat H 1992. Metal Tolerance in Plants. *Acta Bot Neerl* 41: 229-248
- Eser BK, Volpe A 2002. At-sea high resolution trace element mapping: San Diego bay and its plume in the adjacent coastal ocean. *Environ. Sci. Technol.* 36: 2826-32
- Evans CE, Kamprath EJ 1970. Lime Response as Related to Percent Aluminium Saturation, Solution Aluminium and Organic Matter Content. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:893-986
- FAO 1990. Micronutrient, Assesment at The Country Level: An İnternational Study, FAO Soils Bulletin 63. Rome
- Fernandes JC, Henriques FS 1991. Biocehmical, Physiological and Structural Effects of Excess Copper in Plants. *The Botanical Rewiev*, 57, 246-273 pp
- Fujimoto G, Sherman GD 1950. Cobalt Content of Typical Soil and Plants of The Hawaian Island. *Agron. Jour.* 42:577-581
- Gardea-Torresdey JL, Polette L, Artega S, Tiemann KJ, Bibb J, Gonzales JH 1996. Determination of The Content of Hazardous Heavy Metals on *Larrea tridentata* Grown Arouns A Contaminated Area. Proceedings of The Elevent Annual EPA Conf. On Hazardous Waste Research, Edited by LR Erickson, DL Tillison, SC Grant, JP Mc Donald, Albuquerque NM 660 p
- Gedikoğlu İ 1990. Toprak Verimliliğinin Tayininde Kullanılan Laboratuvar Analiz Yöntemleri. KHGM, Şanlıurfa Araş. Enst. Müd. Yay. Genel Yayın No: 55, Teknik Yayın No: 11, 75s, Şanlıurfa
- Geiger G, Federer P, Sticher H 1993. Reclamation of Heavy Metal Contaminated Soils: Field Studies and Germination Experiments, *Journal of Enviromental Quality*, 22:(1) 201-207
- Gilbey DJ, Greathead KD, Gartrell JW 1970. Copper Requirements for Southeastern Wheat Belt. *Jour. Agr. West. Aust.* 11:70-72
- Goyer R A 1991. Toxic effects of metals. In: Caserett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons (Eds. Amdur MO, Doull J, Klaassen CD) Pergamon Press, New York, 1032
- Goyer RA, Miller CR, Zhu SY, Victory W 1989. Non-metallothionein Bound Cadmium in The Pathogenesis of Cadmium Nephropathy in The Rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 101: 232-244
- Greweling T, Peech M 1960. Chemical Soil Tests. *Cornell Univ. Agric. Exp. Stn. Bull.* No: 960, USA
- Griffin RA, Au AK, Frost RR 1977. Effect of pH on Adsorption of Chromium from Landfillleachate by Clay Minerals. *J. Environ. Sci. Health Part AA* 12:431-449
- Güler Ç, Çobanoğlu Z, 1997. Kimyasallar ve Çevre. Sağlık Bakanlığı, Ankara.
- Güneş A, Aktaş M, İnal A, Alpaslan M 1996. Konya Kapalı Havzası Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1453, Ankara
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A 2007. Bitki Besleme ve Gübreleme (IV. Baskı). Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1551, Ders Kitabı No: 504, Ankara
- Güney MA, Çelen AE, Aktaş E 2010. Çevre Kirlenmesinin Giderilmesinde Bitkiler. I. Ulusal Toprak Su Kaynakları Kongresi. 1-4 Haziran 2010. Eskişehir, 447-449
- Haktanır K 1992. Gıdalara Toprak Aracılığı ile Bulaşan Kirlilikler. Tarım ve Mühendislik, TMMOB Zir. Müh. Odası Yayın Organı, 43:42-46
- Hana WJ, Grant CL 1962. Spectrochemical Analysis of The Foliage of Certain Trees and Ornamentals for 23 Elements. *Bull Torrey Bot Club.* 89: 293-302
- Hart ML, Deijs WB 1952. Investigations on The Cobalt Content of Grasslands. *Phosphorusaure* 12:370-379
- Harvey RJ 1937. The Denmark Wasting Disease Cobalt Status of Some West Australian Soils. *Jour. Dept. Agr. W.Australia* 14:386-393
- Haselhoff E 1895. Versuche Über die Schadhliche Wirkund von Kobalthaltingen Wasser auf Pflanzen *Landw. Jahrb.* 24:959-961
- Hatipoğlu F, Alpaslan M 1994. Gübre Kullanımı ve Çevre. TÜGSAŞ'ın 40. Yılında Gübre Sempozyumu
- Holm-Hansen O, Gerloff GG, Skoog F 1954. Cobalt as an Essential Element for Blue Green Algae. *Physiol. Plantarum* 7:665-675
- Huffman EWD Jr, Allaway WH 1973. Growth of Plants in Solution Culture Containing low levels of Chromium. *Plant Physiol.* 52:72-75
- Jenny H 1961. Reflection un The Soil Acidy. *Merry Go Round. Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25:428-432
- Jiang WZ, Li JL 1989. Effects of Cadmium on Photosynthetic Characteristics of Tobacco, *Plant Physiology Communications*, 6: 27-31

- John MK 1972. Lead Availability Related to Soil Properties and Extractable Lead. J. Environ. Quality 1(3):295-298
- Kacar B 2009. Toprak Analizleri. Genişletilmiş 2. Baskı Nobel Yayınları No:1387, Fen Bilimleri:90, Ankara
- Kacar B 2010. Soil Analysis (Enlarged 2. Edition). Nobel Publication No:1387, No:44, ISBN, 978-605-395-184-1. Nobel Printing Office, 467 p. Ankara
- Kacar B, Fox R 1967. Boron Status of Some Turkish Soils. University of Ankara, Yearbook of the Faculty of Agriculture 1966, 9-11
- Kacar B, Przemek E, Özgümüş A, Toran C, Katkat AV, Kayıkçıoğlu İ 1980. Türkiye'de Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Mikroelement Gereksinimleri Üzerinde Bir Araştırma. s. 1-67. TÜBİTAK, Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu, Proje No: 321 Ankara
- Kadalkal S 2013. Trakya Bölgesinde Kanola (*Brassica napus oleifera* sp.) Yetiştirilen Toprakların Yarıyışlı S Miktarlarının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Yöntemlerin Araştırılması. N.K.Ü. Fen Bil. Enst. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, (Doktora Tezi), Tekirdağ
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S 2003. Metallerin Çevresel Etkileri-I. Metalurji Dergisi 136:47-53
- Kalinowska A 1984. Lead Concentration in The Slug *Arion Rufus* from Sites at The Different Distances from A Tourist Road. Ecological Bulletin., 36:46.
- Karademir M, Toker MC 1995. Ankara'nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim ve Bitkilerde Egzoz Gazlarından Gelen Kurşun Birikimi. II.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi., 699-711. Ankara.
- Karagül S 2013. Trakya Bölgesinde Kanola (*Brassica napus oleifera* sp) Yetiştirilen Toprakların Yarıyışlı Kükürt Miktarının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Yöntemlerin Araştırılması (Doktora Tezi)
- Karaman MR, Brohi AR, Müftüoğlu NM, Öztaş T, Zengin M 2007. Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları No: 1, Ankara
- Kennedy CD, Gonsalves FAN 1987. The Action of Divalent Zinc, Cadmium, Mercury, Copper and Lead On The Transroot Potential and Efflux of Excised Roots, J.Exp. Bot., 38:800-817.
- Kinne-Dietrich EM 1955. The Nutritive Requirement of Marina blue Algae. Kiel. Meeresforsch 11:34-37
- Kloke A 1980. Orientierungsdaten für Tolerierbare Gesamtgehalte Einiger Elemente in Kulturboden Mitt. VDLUFA, H.1-3, 9-11
- Korentajar L 1991. A Review of The Agricultural Use of Sewage Sludge. Benefits and Potential Hazards. Water SA. 17 (3) 189-196.
- Krauskopf KB 1972. Geochemistry of Micronutrient. p. 7-40. In: J.J. Mortvedt (Ed) Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. of Am. Madison, Wisconsin, USA
- Kubota J 1958. Cobalt Status of Soils of Southwestern United States: I. Cobalt, Its Distribution and Relationship to Iron and Clay in Five Selected Soil. Soil Sci. 85:130-140
- Kubota J 1964. Cobalt Content of New England Soils in Relation to Cobalt Levels in Forages for Ruminant Animals. Soil Sci. Am. Proc. 28:246-251
- Kubota J 1976. Molybdenum Status of United States Soils and Plants. P 555-581: In: W. Chapel and K. Peterson (Ed.). The Geochemistry Cycling and Industrial Uses of Molybdenum. Vol. 2, Marcel Dekker. Inc. New York
- Kubota J, Berger KC, Truog E 1949. Boron Movement in Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13:130-134
- Kubota J, Lazar VA 1960. Cobalt-Iron Relationship in Sandy Soils. Int. Congr. Soil Sci. Trans. 7th (Madison, Wisconsin) 11:134-141
- Kubota J, Lazar VA, Simonson GH, Hill WW 1967. The Relationship of Soils to Molybdenum Toxicity in Grazing Animals in Oregon. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31:667-671
- Lagerwerff JV 1971. Uptake of Cadmium, Lead and Zinc by Radish from Soil and Air. Soil Sci. 111: 129-133
- Langille WM, MacLean KS 1976. Some Essential Nutrient Elements in Forest Plants As Related to Species, Plant Part, Season and Location. Plant Soil. 45: 17-26
- Lathwell DJ, Peech M 1964. Interpretation of Chemical Soil Test. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta., New York State College of Agriculture, Ithaca, New York, Bulletin 995
- Lauwerys RP, Bernad AM, Buchnet JR, Raels HH 1993. Assessment of The Health Impact of Environmental Exposure to Cadmium: Contribution of Epidemiologic Studies Carried Out in Belgium. Environ. Res., 62: 200-206
- Li LH 1981. Geochemical Cycles of Elements and Human Perturbation. Geochim Cosmochim Acta., 45: 2073-2084
- Lidon FC, Ramalho J, Henriques FS 1993. Copper Inhibition of Rice Photosynthesis, J. Plant Physiol., 142:12-17
- Lindsay WL, Norwell WA 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428
- Lindsay WL, Norwell WA 1969. Development of a DTPA Micronutrient Soil Test Sci. Am. Proc. 35:600-602
- Lipman CB 1938. Importance of Silicon, Aluminium and Chlorine for Higher Plants. Soil Sci. 5:189-193
- Lucas RE 1948. Chemical and Physical Behaviour of Copper in Organic Soils. Soil Sci. 66:1 19-129
- Lyons-Alcantara M, Tarazona JV, Mothersill C 1996. The Differential Effect of Cadmium Exposure on The Growth and Survival of Primary and Established Cells From Fish and Mammals. Cell Biol. and Toxicol. 12: 29-38

- Mackay DC, Chipman EW, Gubta UC 1966. Copper and Molybdenum Nutrition of Crops Grown on Acid Sphagnum Peat Soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30:755-759
- Mark KF, Hendershot H 1997. Trace Metals in Montreal Urban Soils and the Leaves of *Taraxacum officinale*. Can. J. Soil. Sci. 79:385-387
- Meagher RB 2000. Phytoremediation of Toxic Elemental and Organic Pollutants. C. Op. in Plant Biol. 3, 153-162 pp
- Merian E 1984. Metalle in der Umwelt. Verlag Chemie, Weinheim. 722 s
- Mertz W 1969. Chromium Occurrence and Function in Biological Systems. Physiol. Rev. 49:163-239
- Mortvedt JJ, Giordano PM 1975. Response of Corn to Zinc and Chromium in Municipal Wastes Applied to Soil. J. Environ. Qual. 4:170-174
- Munzuroğlu Ö, Geçkil H 2002. Effects of Metals on Seed Germination, Root Elongation and Coleoptile and Hypocotyl Growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*, Environ. Cont. and Toxi., 43: 203-213.
- Munzuroğlu Ö, Nazmi G 2000. Ağır Metallerin Elma (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden)'da Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Gelişimi Üzerine Etkileri. Turk J.Biol. (24) 677-684. TÜBİTAK
- Nriogo JO 1979. Global Inventory of Natural and Anthropogenic Emissions of Trace Metals to The Atmosphere. Nature 279: 409-411
- Nuhoğlu Y, Malkoç E, Gürses A, Canpolat N 2002. Removal of Cu(II) from Aqueous Solution by *Ulothrix zonata*. Bioresource Technology 85:3, 331-333
- Nussbaum, S., Shetmutz D. and Brunold C., 1988. 'Regulation of Assimilatory Sulfate Reduction by Cadmium *Zea mays* L. Plant Physiology, 88:1407
- Okçu M, Tozlu E, Kumlay AM, Pehlivan M 2009. Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. Alinteri. 17(B):14-26 ISSN: 1307-3311
- Onuk B, Taşkın H, Cerit Ç 2007. Kırklareli İlinin Fon Radyasyonunun Belirlenmesi ve Haritalandırılması. Tuncer M (Ed) Türkiye'de Kanser Kontrolü, Sağlık Bakanlığı, Ankara
- Ouzounidou G, Eleftheriou EP, Karataglis S 1992. Ecophysical and Ultra Structural Effects of Copper in *Thlaspi ochroleucum*, Can. J. of Bot. 70:947-957
- Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H 1995. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No:73 Ders Kitapları Yayın No:16
- Özsavaş G 2015. Çevre Kirliliği ve Kimyasal Madde İlişkisi. <https://prezi.com/qzg8ojmhy1nh/cevre-kirliligi-ve-kimyasal-madde-iliskisi/> (Erişim Tarihi: 21.11.2016)
- Öztürk M 2008. İçme Suyunda Arsenik Miktarı ve Sağlık Üzerine Etkileri
- Öztürk S 2007. Çevre, İnsan ve Tarih (Cilt I). İstanbul Büyük Şehir Belediyesi, FSF Printing House, 406-407
- Peech M 1941. Availability of Ions in Light Sand Soils as Affected by Soil Reaction. Soil Sci. 51:473-486
- Peterson PJ 1993. Plant Adaptation to Environmental Stress: Metal Pollution Tolerance, Fowden L, Mansfield T, Stoddart J, Chapman & Hall, p:171-188
- Phalsson AMB 1989. Toxicity of Heavy Metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to Vascular Plants' Water, Air, Soil Pollution, 47:287-319.
- Pratt PF 1966. Chromium. p. 136-141. In HD Chapman (ed.) Diagnostic Criteria for Plants and Soils. Univ. Of California Division of Agric. Sci. Berkeley USA
- Proctor J, Woodell SRJ 1975. The Ecology of Serpentine Soils. Adv. Ecol. Res. 9:255-366
- Raskin I, Ensley ?? (Ed) 2000. Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean up to Environment, John Wiley and Sons, N. York, 303 pp
- Raven JA, Evans MCW, Korb RE 1999. The Role of Trace Metals in Photosynthetic Electron Transport in O₂- Evolving Organisms. Photosynth. Res. 60:111-49
- Rebhun S, Amotz AB 1984. The Distribution of Cadmium Between The Marine Algae *Chlorella Stigmatophora* and Sea Water Medium. Water Res. 18: 173-8
- Reisenauer HM 1960. Cobalt in Nitrogen Fixation by a Legume. Nature 186:375-378
- Rether A 2002. Entwicklung und Charakterisierung Wasserlöslicher Benzoylthioharnstoff-funktionalisierter Polymere zur Selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen. Doktora Tezi. Münih Teknik Üniversitesi
- Rigg T 1936. Eighth Annual Report of The Mineral Content of Pasture Investigation at The Cawthron Institute, Period 1935-36. New Zealand Dept. Sci. Ind. Res. Annual Rept. 11:30-32
- Robinson WO, Edgington G, Armiger WH, Breen AW 1951. Evaluability of Molybdenum as Influenced by Liming. Soil Sci. 72: 267-274
- Ross RG, Stewart DKR 1969. Cadmium Residues in Apple Fruit and Foliage Following a Cover Spray of Cadmium Chloride. Can. J. Plant Sci. 49: 49-52
- Sağlam MT 2008. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Metotları. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 2, Ders Kitabı No: 2, Tekirdağ
- Sağlam MT 2012. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 2, Ders Kitabı No: 2, Tekirdağ.
- Sağlam MT, Tok HH, Adiloğlu A, Albut S, Bellitürk K, Öner N, Kaya G 2000. An Investigation on the Determination of Tendency. of Differences in pH Value, Phosphorus, Potassium and Organic Matter

- Content of Soils Taken From Thrace Region Between 1985 and 1998. 2nd. International Symposium on New Technologies for Environmental and Agro-Applications. 18-20 October, 415-420, Tekirdağ
- Sağlam MT, Tok HH, Adiloğlu A, Demirkıran AR, Bellitürk K 1997. Trakya Bölgesi'nden Alınan Bazı Toprak Örneklerinin Elverişli Fe, Cu, Zn ve Mn Kapsamları Üzerinde Bir Araştırma. I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu Tebliği, 20-22 Ekim, s: 248-252, Tekirdağ
- Saygıdeğer S 1995. *Lycopersicum esculentum* L. Bitkisinin Çimlenmesi ve Gelişimi Üzerine Kurşunun Etkileri. 2. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Ankara. 588-597.
- Scheffer F, Schachtschabel P 1970. Lehrbuch Der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart 448 p
- Schmidt JP 1997. Understanding Phytotoxicity Threshold for Trace Elements in Land Applied Sewage Sludge. J. Environmental Qual. 26. 4-10
- Schroeder HA, Balasa JJ 1961. Abnormal Trace Metals in Man:Cadmium. J.Chronic Dis. 14:236-258.
- Schroeder HA, Stewart DKR 1969. Cadmium Residues in Apple Fruit and Foliage Following A Cover Spray of Cadmium Chloride. Can. J. Plant Sci. 49:49-52
- Servant J 1982. Airbone Lead in The Enviromental in France, 595-619, France
- Shewry PR, Peterson PJ 1976. The Uptake and Transport of Chromium by Barley Seedlings (*Hordeum vidgare* L), J. Exp. Bot. 25:785-797
- Soane BD, Saunder DH 1959. Nichel and Chromium Toxicity of Serpentine Soil in Southern Rhodesia. Soil Sci. 88:322-330
- Somashekaraiah BV, Padmaja K, Prasad ARK 1992. Phytotoxicity of Cadmiumions on Germinating Seedlings of Mung Bean (*Phsalis vulgaris*) Involvement of Lipid Peroxides in Chlolophyll Degradation, Physiol. Plantarum, 85:85-89
- Sommer AL 1926. Studies Concerning The Essential Natura of Aluminium and Silicon for Plant Growth. Univ. Calif. Publs. Agr. Sci. 5:57-60
- Sommers LE, Nelson DW, Spies CD 1980. Use of Sewage Sludge in Crop Production. Purdue Univ. AY-240
- Stoklasa J 1922. Über die Verbreitung des Aluminiums der Natur. Jena G. Fisher
- Stout PR, Meagher WR, Pearson GA, Johnson CM 1951. Molybdenum Nutrition of Crops Plants. I. The Influnce of Phosphate and Sulfate on The Absorption of Molybdenum From Soils Ans Solution Cultures. Plant and Soil 3:51-87
- Swaine DJ 1955. The Trace Element Content of Soils. Commonwealth Bur. Soil Sci. Tech. Conim. No:48. Herald Printing Works Coney St., York England
- Tabatabai MA, Laflen JM 1976 a. Nitrogen and Sulfur Content and pH of Precipitacion in Lowa. J. Environ. Quand. 5:108-112
- Tabatabai MA, Laflen JM 1976 b. Nitrogen and Sulfur Content and pH of Precipitacion over Lowa. Water Air Soil Pollut. 6:361-373
- Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th Ed. p.1-754. Macmillan Publishing Company, New York
- Tornabene TG, Edward HW 1972. Microbial Uptake of Lead. Science 176:1334-1335
- TOVEP 1991. Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- TUİK 2014. Türkiye İstatistik Kurumu, 2014 Verileri
http://www.tuik.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=0&KITAP_ID=5 (Erişim Tarihi: 24.06.2011).
- Tüzüner A 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, s: 61-73, Ankara
- Udo EJ, Bohn HL, Tucker TC 1970. Zinc Absorption by Calcareoussoils. Soil Sci. Amer. Proc. 34:405-407
- Ülgen N, Eyüpoğlu F, Kurucu N, Yolaz S 1989. Türkiye Topraklarının Bitkilere Yararışlı Kükürt Durumu. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Genel Yayın No:162 Ankara
- Vergnano Q, Hunter JG 1952. Nicel and Cobalt Toxicities in Oats Plants. Ann. Botany London 17:317-328
- Vural H 1993. Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler. Ekoloji 8, 3-8
- Wallace A, Soufi SM, Chu JW, Romney EM 1976. Some Effects of Chromium Toxicity on Bush Bean Plants Grown in Soil. Plant Soil 44:471-473
- Walsh T, Pierce R, Fleming GA 1956. Cobalt Deficiency in Relation to Weathering Processes in Siols. Int. Congr. Soil Sci. Trans 6th Paris, France 11:771-779
- Welch RM, Cary EE 1975. Concentration of Chromium, Nickel and Vanadium in Plant Materials. J. Agric. Food Chem. 23:479-482
- Wickfors GH, Ukeles R 1982. Growth and Adaption of Estuarine Unicellular Algae in Media With Excess Copper, Cadmium or Zinc. Mar. Ecol. Progr. Ser. 7:191-206
- Yıldız N 2001. Toprak Kirlenici Bazı Ağır Metallerin (Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni) Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 32 (2): 207-213 Erzurum
- Yıldız N 2003. Toprak Kirlenici Ağır Metaller ve Toprak Bitki İlişkileri. I. Ulusal Çevre Sempozyumu. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü Erzurum
- Yıldız N 2004. Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum
- Yoshikawa HS 1982. Interaction of Metals and Metallothionein. Elsevier/North-Holland, New York Amsterdam Oxford 11-23 pp

- Young RA 1949. Some Factors Affecting The Solubility of Cobalt. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13:122-126
- Zabunoğlu S 1973. Kireçlemenin Rize Asit Topraklarında Bitki Besin Maddelerinden Yararlanma Üzerine Etkisi. Toprak İlimi Derneği IV. Bilim Kongresi Tebliğleri, Ankara
- Zheljazkov VD, Nielsen NE 1996. Effect of Heavy Metals on Peppermint and Commint. Plant and Soil. 178 (1): 59-66
- Zimdahl R, Skogerboe RK 1977. Behaviour of Lead in Soils. Environmental Science and Techonology. 11:1202-1207
- Zurera G, Moreno R, Salmeron J, Pozo R 1989. Heavy Metal Uptake From Greenhouse Border Soils for Edible Vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture, 49: 307-314