

**T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RİZE İLİNDEKİ BAZI ÇAY BAHÇELERİNİN TOPRAK VE
YAPRAK ANALİZİ İLE BESİN ELEMENT DÜZEYLERİNİN
BELİRLENMESİ**

ÖMER HAKAN AKKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2015

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Ömer Hakan AKKAYA tarafından hazırlanan ve Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU danışmanlığında yürütülen “Rize İlindeki Bazı Çay Bahçelerinin Toprak ve Yaprak Analizi ile Besin Element Düzeylerinin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 16. / 01. / 2015 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU

Danışman

Başkan : Prof. Dr. Süleyman TABAN
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Ankara Üniversitesi

İmza: 

Üye : Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Ordu Üniversitesi

İmza: 

Üye : Doç. Dr. Kürşat KORKMAZ
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Ordu Üniversitesi

İmza: 

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 09/02/2015 tarih ve 2015-69 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Enstitü Müdürü

(Prof. Dr. Mehmet Fikret BALTA)

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Ömer Hakan AKKAYA

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

RİZE İLİNDEKİ BAZI ÇAY BAHÇELERİNİN TOPRAK VE YAPRAK ANALİZİ İLE BESİN ELEMENT DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Ömer Hakan AKKAYA

Ordu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2015

Yüksek Lisans Tezi, 72s

Danışman: Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU

Bu araştırmada, Rize ili merkezinde bulunan bazı çay (*Camellia sinensis*) bahçelerinin bitki besin elementi düzeylerinin toprak ve yaprak analizleri ile belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Rize ilinde merkeze bağlı köy ve mahallerindeki 50 bahçeye ait Mayıs ortası – Haziran başı (1. Sürgün), Temmuz ortası – Ağustos başı (2. Sürgün), Ağustos sonu – Eylül başı (3. Sürgün) olmak üzere üç ayrı dönemde yaprak örnekleri ve aynı bahçelerden 0 – 30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Yaprak ve toprak örneklerinin analiz sonuçları, optimum ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Araştırma bulgularına göre bahçelere ait toprakların % 66'sı “kumlu tınlı”, % 18'i “kumlu killi tın”, % 6 “tınlı kum”, % 6 “tınlı” ve % 4'ü “killi” bünyeye sahiptir. Toprak pH'ları 3.49 ile 5.01 arasında değişmektedir. Toprakların tamamı tuzsuzdur. Toprak örneklerinin % 50'sinde K, % 54'ünde Mg, % 54'ünde Ca, % 76'sında Mn, % 66'sında Zn, % 36'sı Cu ve % 98'i B bakımından düşük seviyede bulunmuştur. Toprakların % 66'sı P ve % 72'si Fe bakımından optimum seviyenin üzerindedir. Yapraklar bakımından üç sürgün ortalamasına göre incelendiğinde yaprak örneği alınan bahçelerin % 100'ü, P, Mg ve Al bakımından yeterli, % 82'si Ca bakımından yeterlidir. Ancak Fe, Zn, B bakımından % 100'ü, K, Cu bakımından % 96'sı, % 72'si S ve % 80'i Mn bakımından noksan olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında bölgede toprak ve yaprak analizlerinin değerleri karşılaştırıldığında K, Fe, Cu, Zn, Mn, B bakımından noksanlıklar olduğu görülmüştür. Gübreleme uygulamalarında geleneksel metotlar yerine modern teknikler kullanılarak analize dayalı gübrelemenin yapılması çay tarımının geleceği açısından son derece önemli olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çay, *Camellia sinensis*, Bitki Besin Elementleri, Yaprak Analizi, Toprak Analizi, Rize

ABSTRACT

DETERMINATION OF MINERAL NUTRIENT CONTENTS OF SOME TEA GARDENS IN RİZE PROVINCE USING SOIL AND LEAF ANALYSIS

Ömer Hakan AKKAYA

Ordu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition, 2015

Master Thesis, 72p

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU

The aim of the study was to determine the plant nutrient levels of some tea (*Camelia Sinensis*) gardens in Rize with the soil and leaf analyses. For this purpose, leaf and soil samples were taken from 50 gardens in Rize city's villages and districts. The leaf samples were taken in three separate period as middle of May to beginning of June (1st shoot), middle of July to beginning of August (2nd shoot), at the end of August to at the beginning of September (3rd shoot), respectively. The soil samples were taken from 0 to 30 cm depth. The results of leaf and soil samples were compared with the optimum and boundary values.

According to research findings, the garden soils have texture as “sandy-loamy” 66 %, “sandy-clayey-loam” 18 %, “loamy sand” 6 % and “clayey” 4 %. The pH's of soil vary between 3.49 to 5.01. All of the soils are saltness. The P contents of soil is detected in 66 % and enough levels as a result of comparison of the nutrient concentrations of soil samples with beneficial nutrients critical boundary values in soil. Although, 50 %, 54 % and 54 % of beneficial K, Mg, Ca concentrations of soils were identified as low in terms of K, Mg and Ca, respectively. In addition, 76 %, 66 %, 36 % and 98 % microelements of soils were founded at low levels in terms of Mn, Zn, Cu and B, respectively. According to leaf analyse results, the samples as the three shoot average were determined enough in the ratio of 100 % in terms of Al, Mg and P while being it was enough in the ratio of 82 % as compared with the critical boundary values. However, leaf samples was not enough 100 % in terms of B, Fe, and Zn, although in terms of K, Cu and Mn were sited in low class with the ratios as 96 %, 96 % and 80 %, respectively. According to these results, mineral nutrition problem was detected. The overriding importance of modern techniques using and analyse basis fertilization application was observed instead of conventional methods at fertilizer applications for the purposes of tea agriculture future.

Key Words: tea, *Camellia sinensis*, plant nutrients, Analysis of leaf, Soil Analysis, Rize.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimine başlangıcımdayken eğitim sürecimde bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak kendimi geliştirme olanağı veren, eğitim hayatımla ilgili ufku yükselten, karşıma çıkan her türlü zorlukta sonsuz ilgi ve anlayış göstererek destek olan, gerek bilimsel anlamda gerekse hayata dair öğrettikleriyle her zaman yolumu aydınlatarak tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında başta danışman hocam sayın Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU'ya gösterdiği sabır ve anlayışından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Araştırmamın istatistiksel karşılaştırmalarında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. İdris Ercan EKBİÇ'e, değerli tavsiyeleri ve bilgileriyle bana ışık tutan Sayın Doç. Dr. Kürşat KORKMAZ'a, bu konuma gelmemde büyük emekleri olan bütün bölüm hocalarıma, çalışmamın çeşitli aşamalarında bilgilerini bizimle paylaşıp çalışmamıza katkı sağlayan sayın hocalarımdan her birine teşekkür ederim.

Laboratuvar kullanımından analizlerin yapılması konularında desteklerini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim üyesi Prof. Dr. Süleyman TABAN'a ve analizlerin takibi aşamasında özveri gösteren Ziraat Yüksek Mühendisi Özge ŞAHİN'e, teşekkür ederim.

Bu eserin yazım aşamasında sabrı ve anlayışı için Arş. Gör. Özlem ETE'ye tez yazım aşamasında desteklerini veren Arş. Görevlileri Sayın Mehmet AKGÜN'e, Selahattin AYGÜN'e, Sezen KULAÇ'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Yasin ÖZTÜRK ve Esra KUTLU'ya teşekkür ederim.

Bu çalışmamın materyalinin alınması aşamasında bana yardımcı olan kuzenim Sayın Tekin UZMAN'a, çalışmalarımdayken ve konaklamada yardımlarını benden esirgemeyen Ziraat Mühendisi Turgay BİRLİKBAŞ'a, lisans öğrencilerinden Yakup Alparslan ERGÜN, Coşkun YÜCESOY, Oda Başkanım Şevki GÜNGÖR, Personel şefim Bayram ACUN, Annem, Babama ve ayrıca maddi, manevi desteklerini hiç esirgemeyen oğlum Kuzey AKKAYA, değerli eşim Burcu M. AKKAYA'a, teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (BAP) TF – 1235 proje numaralı projeye verilmiş olan desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa		
	TEZ BİLDİRİMİ	I
	ÖZET	II
	ABSTRACT	III
	TEŞEKKÜR	IV
	İÇİNDEKİLER	V
	ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
	ÇİZELGELER LİSTESİ	VIII
	SİMGELER ve KISALTMALAR	IX
1.	GİRİŞ	1
2.	ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1.	Çay Hakkında Genel Bilgiler	4
2.1.1.	Çay Bitkisinin Kökeni ve Yayılışı	4
2.1.2.	Çay Bitkisinin Botanikteki Yeri	4
2.1.3.	Çay Bitkisinin Bitkisel Özellikleri	5
2.1.3.1	Kök	5
2.1.3.2.	Gövde.....	5
2.1.3.3.	Yaprak	5
2.1.3.4.	Sürgün	5
2.1.4.	Çayın İklim İsteği.....	6
2.1.5.	Çayın Toprak İsteği.....	6
2.1.6.	Çayın Sağlık Açısından Önemi	7
2.2.	Çay Hakkında Yapılan Çalışmalar	8
3.	MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1.	Materyal.....	22
3.1.1.	Araştırma Alanı.....	22
3.1.2.	Toprak Örneklerinin Alınması.....	26
3.1.2.1.	Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	26
3.1.3.	Yaprak Örneklerinin Alınması.....	26
3.1.3.1.	Yaprak Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	26
3.2.	Yöntem.....	27
3.2.1.	Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler.....	27
3.2.1.1.	Toprakta Bünye (Tekstür) Tayini	27
3.2.1.2.	Toprakta pH Tayini	27

3.2.1.3.	Toprakta EC Belirlenmesi	27
3.2.1.4.	Toprakta Organik Madde Tayini	27
3.2.1.5.	Toprakta Alınabilir P Tayini	27
3.2.1.6.	Toprakta Alınabilir K, Ca ve Mg Tayini	28
3.2.1.7.	Toprakta Alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn Tayini	28
3.2.1.8.	Toprakta Alınabilir B Tayini	28
3.2.2.	Yaprak Örneklerinde Yapılan Analizler.....	28
3.2.2.1.	Bitki Örneklerinde Kuru Yakma	28
3.2.2.2.	Bitkide Toplam Azot Miktarının Belirlenmesi	28
3.2.2.3.	Bitkide Makro Element Miktarlarının Belirlenmesi	29
3.2.2.4.	Bitkide Mikro Element Miktarlarının Belirlenmesi	29
3.2.2.5.	Bitkide Al Miktarının Belirlenmesi	29
3.2.3.	İstatistiksel Analizler	29
3.3.	Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	29
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA	31
4.1.	Bulgular	31
4.1.1.	Toprakların Kimyasal Özellikleri	31
4.1.1.1.	Toprakların Tekstür (Bünye), pH, EC ve Organik Madde İçerikleri	31
4.1.1.2.	Toprakların Alınabilir P, K, Ca ve Mg Konsantrasyonları	35
4.1.1.3.	Toprakların Alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn Konsantrasyonları	37
4.1.1.4.	Toprakların Alınabilir B Konsantrasyonları	38
4.1.2.	Yaprakların Toplam Makro Ve Mikro Besin Element Konsantrasyonları	39
4.1.2.1.	Yaprakların Total N, P, K, Ca, Mg ve S Konsantrasyonu	39
4.1.2.2.	Yaprakların Total Fe, Cu, Zn, Mn, B, Al Konsantrasyonu	45
4.1.3.	Toprak Örnekleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler	51
4.1.4.	Toprak Örnekleri İle Yaprak Örnekleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler	53
4.2.	Tartışma	56
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER	60
6.	KAYNAKLAR	62
	ÖZGEÇMİŞ	72

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Çin Çayı	4
Şekil 2.2. Assam Çayı	4
Şekil 2.3. Çay Bitkisinde Yaprak	5
Şekil 2.4. Çay Bitkisinde Sürgün	5
Şekil 3.1. Rize İlindeki Araştırma Noktalarının Haritada Görünüşü	22
Şekil 3.2. Yaprak Numunesinin Alınma şekli	27
Şekil 4.1. Toprakların pH, EC ve Organik Madde İçerikleri	34
Şekil 4.2. Toprakların Alınabilir Makro Element (P, K, Ca ve Mg) Konsantrasyonu	36
Şekil 4.3. Toprakların Alınabilir Mikro Element (Fe, Cu, Zn ve Mn) Konsantrasyonları	38
Şekil 4.4. Toprakların Alınabilir B Konsantrasyonu	38
Şekil 4.5. Yaprakların 3 Sürgün Ortalamasının Makro Element (N, P, K, Ca, Mg ve S) Konsantrasyonu..	44
Şekil 4.6. Yaprakların 3 Sürgün Ortalamasının Mikro Element (Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Al) Konsantrasyonu...	50

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1.	Demlenmiş İçime Hazır Çay Besin Değer Tablosu	7
Çizelge 3.1.	Rize İli 2012 Yılına Ait Meteorolojik Verileri	23
Çizelge 3.2.	Rize İli 1954-2013 Yılları Arası Aylara Göre Meteoroloji Verileri Ortalaması	24
Çizelge 3.3.	Toprak ve Yaprak Örneklerinin Alındığı Bahçeler	25
Çizelge 3.4.	Toprakların Kimyasal Özelliklerinin Sınır Değerleri	30
Çizelge 3.5.	Yaprakların Makro ve Mikro Besin Element Sınır Değerleri	30
Çizelge 4.1.	Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları	32
Çizelge 4.2.	Çay Yapraklarının Makro Element [P, K, Ca, Mg, S (%)] Konsantrasyonları	40
Çizelge 4.3.	Çay Yapraklarının Mikro Element [B, Zn, Fe, Cu, Mn, Al (mg kg ⁻¹)] Konsantrasyonları	46
Çizelge 4.4.	Toprakların Kimyasal Özellikleri Arasındaki İstatistik İlişkiler.....	52
Çizelge 4.5.	Topraklardaki ve Yapraklardaki Besin Elementi Konsantrasyonları Arasındaki İstatistik İlişkiler.....	55

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
ppm	: Part Per Million (Milyonda Bir Kısım)
M	: Molar
mM	: Milimolar
Da	: Dekar
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
ml	: Mililitre
ICP	: Inductively Coupled Plasma
DTPA	: Diethylene Triamine Pentaacetic Acid
GPS	: Global Position System
UTM	: Universal Transversal Merkator
pH	: Ortamda bulunan H ⁺ konsantrasyonunun negatif logaritması
CaCO₃	: Kalsiyum Karbonat
HCl	: Hidroklorik Asit
CO₂	: Karbondioksit
P	: Fosfor
NaHCO₃	: Sodyum Bikorbonat
NH₄OAc	: Amonyum Asetat
EC	: Elektriksel İletkenlik
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
S	: Kükürt
Fe	: Demir
Zn	: Çinko
Cu	: Bakır
Mn	: Mangan
B	: Bor
Al	: Alüminyum
µmol	: Mikromol

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde çay bitkisi, kuzey yarım kürede yaklaşık olarak 42 enlem derecesinden, güney yarım kürede 27 enlem derecesine kadar olan kuşak üzerinde yetiştirilmektedir. Yağışın bol, iklimin sıcak olduğu bölgelerde yetiştirilmesine rağmen dünyada üretiminin ekonomik olarak yapıldığı yerler sınırlıdır. Hindistan, Çin, Sri Lanka, Endonezya, Kenya ve Japonya çay bitkisinin yaygın olarak yetiştirildiği ve çay üretiminin yoğun olarak yapıldığı ülkelerdir (Kacar, 2010). FAO'nun 2013 yılı rakamlarına göre dünyadaki toplam çay alanı 3.521.220 hektardır. Çay alanlarının % 89'u Asya kıtasındadır. Afrika'daki çay alanları dünyadaki toplam çay alanının % 10'u G.Amerika ve Okyanusya'dakiler ise kalan % 1'i oluşturur. Çin, Hindistan ve Sri Lanka'dan oluşan üç büyükler dünya çay alanlarının % 72'sine sahiptir (Anonim, 2015). Türkiye'deki toplam çaylık alan miktarı 764 bin dekadır. Dünya çay alanlarının % 2'sini oluşturan, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki çay bahçeleri ile dünya sıralamasında 8. Büyük konumdayız. Söz konusu çay bahçelerinin % 65'i Rize, % 20'u Trabzon, % 11'i Artvin, % 7'si Ordu ve % 3'ü Giresun illerinde bulunmaktadır (Anonim, 2015a). Son yıllarda çay alanlarında mineral beslenme problemlerinden sıklıkla bahsedilmekte olup toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde sürekli bir bozulmanın olduğu tartışılmaktadır. Söz konusu Rize ili topraklarının pH düzeyleri genellikle kuvvetli asit olmasına rağmen gübrelemede asit karakterli gübrelerin kullanılmasıyla toprak pH'ının daha da düşmesi bitkilerin yetiştirilmesini olumsuz etkilemiştir. Çay yetiştirilen alanlarda, yaklaşık olarak 30 – 40 yıldır, çoğunlukla toprak analizleri yapılmaksızın azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübrelerle gübreleme yapılmaktadır. Bu durum, bölge topraklarında özellikle, fosfor yönünden bazı birikmelere yol açabilmektedir. Ayrıca, topraklardan bitki besin maddelerinin sömürülmesi ile besin maddelerince fakirleşmiş topraklar oluştuğu görülmektedir (Lavkor, 2006). Çay yetiştirilen alanlarda özellikle K'lu gübrelemeye yer verilmemesi ve Doğu Karadeniz Bölgesinde yıllık yağış miktarının genel olarak yüksek olması Rize ilinde 2053.5 mm (Çizelge 3.1) ile en fazla yağış alan il olması nedeniyle bazı elementlerin yıkanmasıyla topraklarda mineral besin elementlerinde eksiklikler görülmeye başlamıştır. Çay topraklarının asitlik düzeyi, makro ve mikro element kapsamının düzenli olarak izlenmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak yeterli sayıda

toprak analiz laboratuvarlarının bulunmaması üreticilerin bilinçsizce gübre kullanımını artırmaktadır. Bu durum toprak yapısında bozulma ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Toprak ve bitki analizlerinin, çay yetiştirilen tüm bölgeye hizmet verecek şekilde yapılamamış olması, beraberinde çok yönlü ciddi sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Doğu Karadeniz Bölgesi çay üreticilerinin gündeminden hiç düşmeyen ve sürekli tartışılan konu; çayda hangi gübre formunun, ne zaman, ne miktarda uygulanacağı sorunudur. Bu sorun, beraberinde çok yönlü problemleri getirmiş ve getirmeye de devam etmektedir. Örneğin, bilinçsiz şekilde yapılan gübrelemeler ile çayda yüksek verim beklenirken aksine verimin düşmesine ve birim üretim maliyetinin oldukça yüksek olmasına neden olmaktadır. Tarım yapılan topraklarda alansal bir artışın olmaması, mevcut alanlardan daha iyi yararlanmayı ve daha fazla üretimi zorunlu hale getirmektedir. Tarımsal kullanımlara açılacak alanların sonuna gelinmiş olduğundan, üretim artışı ancak var olan toprak kaynaklarının en akılcı ve yararlı bir şekilde kullanımları ile mümkün olacaktır (Altınbaş ve ark., 1999). Bitkiler yetiştikleri ortamdan besin elementlerinin yarayışlı olma durumlarına göre faydalanırlar. Hatta bitkiler aynı toprak ve çevre koşullarında büyümelerine ve aynı kültürel uygulamalara maruz kalsalar bile yetiştirildikleri topraktan ya da uygulanan gübreden değişik oranlarda yararlanabilirler. Bu farklılıkları etkileyen faktörlerin başında bitki yaşı, gelişme durumu, bitki türü, çeşidi, kök sisteminin yapısı gibi özellikler sayılabilir. Bunların dışında toprakta yarayışlılığı eksik olan besin elementlerinin gübrelerle verildiği durumlarda da toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri bitkilerin topraktan kaldırmış olduğu besin elementi miktarlarını farklı derecelerde etkileyebilir (Erdal ve ark., 2008; Bulduk, 2008). Bitki analizleri, gelişme için mutlak gerekli olan elementlerin bitkide bulunacağı ve bunun normal bitki gelişmesini sağlamaya yetecek miktarlarda olacağı kuramına dayanmaktadır. Bitkiler gereksinme duyulan elementlere yeterince sahip olmadıkları zaman gelişme azalmakta ve en sonunda gelişme durmaktadır. O nedenle gelişme için mutlak gerekliliği belirlenmiş elementlerin bitkide yeterli düzeyde bulunması zorunludur. Bitkide bulunan elementlerin konsantrasyonu ise, bitkinin gelişme gücü besin ve toprağın yarayışlı mineral madde konsantrasyonu ile yakından ilgilidir. Çay bitkisinin besin elementi kapsamı da bu genel kurallarla ilgilidir. Öte yandan bitki analiz sonuçları usulüne uygun olarak saptanmış “yeterlik

grupları” ya da “kritik konsantrasyona” göre değerlendirilmelidir (Kacar ve Kovancı, 1982). Bitkilerin besin elementi içerikleri çeşitli faktörlerin kontrolü altındadır. Genel anlamda bitkisel ve çevresel faktörler olarak sınıflandırılabilen bu faktörlerden bitkisel etmenler, bitkilerin topraktan besin elementi alım yeteneklerine yön veren önemli bir olgudur. Bitkiler aynı toprak ve çevre koşullarında yetişmelerine ve aynı kültürel uygulamalara maruz kalmalarına rağmen yetiştirildikleri topraktan ya da uygulanan gübreden değişik oranlarda yararlanabilirler. Bazı bitkiler, olumsuz ortam koşullarına rağmen, herhangi bir besin elementinden kolaylıkla yararlanabilirken, bir diğer bitkilerin yararlanamadığı görülebilmektedir (Wrona, 2006). Olgun yaprakların besin konsantrasyonlarının tespiti bitkinin besin durumu hakkında bilgi vermektedir. Bitki besin durumu ise çevre, toprak ve mineral besin durumu gibi birçok faktörün etkisi altındadır. Bitkilerin besin durumunu belirlemek için toprak ve yaprak analizleri sıklıkla başvurulan metotlardır. Bu yöntemlerle belirlenen besin konsantrasyonlarının yeterlilik düzeyi karşılaştırılır ve değerlendirilir (Erdal, 2005). Bitkiler yaşamlarını devam ettirebilmek, gelişmek ve ürün verebilmek için kökleri ve yapraklarının yardımı ile bir takım besin elementlerini kullanırlar (Lambers ve Peter, 2008). Bitki besin maddelerinin yarıyışlılığı pH ile ilişkilidir. Bir başka deyişle toprak pH’sı bitki besin maddelerinin alınabilirliğini önemli ölçüde etkileyen bir toprak özelliğidir. Aşırı yağışlara bağlı yıkanmalar, fizyolojik asit gübrelerin kullanımı ve yoğun tarımsal uğraşlar topraklarda asitleşmeye neden olmaktadır. Toprağın pH değerini yükseltmek için kullanılan kireç, toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini etkilemektedir. Buna bağlı olarak topraktaki bazı bitki besin elementleri ve özellikle N, P, Ca ve Mg’ un bitkiler tarafından alınabilirliği artmaktadır. Düşük pH değerlerinde toksik etki yapabilecek düzeyde çözünürlüğü artan Al ve Mn gibi bazı bitki besin elementlerinin toksik etkileri, kireç ilavesi ile azalmaktadır (Kant ve ark., 2006; Barik ve ark., 2013).

Yukarıda özetlenen bilgiler doğrultusunda Türkiye çay üretiminde yaklaşık % 65’lik bir paya sahip olan Rize ilinde yer alan çay bahçelerinden alınan toprak ve yaprak örneklerinin analiz değerlerinin irdelenmesiyle çaylık alanların mineral besin elementlerinin mevcut durumunun belirlenmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Çay Hakkında Genel Bilgiler

2.1.1. Çay Bitkisinin Kökeni ve yayılışı

Çayın anavatanı üzerinde farklı görüşler bildiren araştırmacılara göre Çin'in Güneybatı bölgeleri, kimilerine göre ise Hindistan'ın Kuzeybatı bölgeleridir.

Dünyada en yaygın olarak tüketilen içeceklerden birisi olan ve ayrıca tıbbi özelliklerinin olduğu bilinen çay bitkisi, dünyada 40 kadar ülkede yetiştirilmektedir (Demir, 2002; Mello ve ark., 2005; Vyas ve Kumar, 2005; Zhu ve ark., 2006).

Ancak üretimin önemli bölümü Çin, Sri Lanka, Endonezya, Japonya, Hindistan, Tayvan ve merkez Afrika ülkelerinde yapılmaktadır (Lin ve ark., 2003; Kuo ve ark., 2005). Ülkemizde ise Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Gürcistan hududundan başlayan ve batıda Fatsa'ya kadar uzanan alan içerisinde yetiştirilmektedir. Sahilden yer yer 30 km içerilere kadar giren, ortalama 8 km olan Araklı – Karadere sınırına kadar uzanan alan, birinci sınıf çay bölgesi olarak kabul edilmektedir (Kacar, 2010).

2.1.2. Çay Bitkisinin Botanikteki Yeri

Çay bitkisi *Theacea* familyasının *Camellia* cinsine ait her mevsim yeşil olan, çok yıllık bir bitkidir. *Camellia sinensis*'in 2 varyetesi olup bunlar Çin çayı (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) Şekil 2.1'de, Assam çayı (*Camellia sinensis* var. *Assamica*) Şekil 2.2'de görülmektedir (Chan ve ark., 2007).



Şekil 2.1. Çin Çayı (*C. s.var. sinensis*)



Şekil 2.2. Assam Çayı (*C. s. var. assamica*)

2.1.3. Çay Bitkisinin Bitkisel Özellikleri

2.1.3.1. Kök

Çay bitkisinde güçlü bir ana kök (kazık kök) ile bu ana kökten çıkan yan köklere sahiptir. Bu yan kökler üzerinde gelişmenin üçüncü yılından başlayarak oluşmuş saçak kökler bulunur (Kacar, 1992).



Şekil 2.3. Çay Bitkisinde Yaprak



Şekil 2.4. Çay Bitkisinde Sürgün

2.1.3.2. Gövde

Çay bitkisinin gövdesi esmer ya da koyu esmer renktedir. Dallanma özelliği yüksek olan gövde ve dallar üzerinde çok sayıda belirsiz tomurcuk gözleri bulunur. İlk sürgünler yeşildir. Odunlaşmanın başlamasıyla alttan başlayarak yıllık sürgünler kahverengine dönüşür (Kacar, 1992).

2.1.3.3. Yaprak

Çay bitkisinde yaprak (Şekil 2.3) genel olarak geniş elips şeklindedir. Yaşlı yapraklar periyodik olarak dökülür. Bu dökülme gövde oluştuğça alttan yukarı doğru oluşur. Yapraklar kısa saplı, kenarları dişli ve dişler küttür. Yaprak rengi tiplere göre değişim göstermekte olup, mat ya da parlaktır (Kacar, 1992).

2.1.3.4. Sürgün

Çay bitkisinde sürgünler (Şekil 2.4) olgunlaşmamış yaprakların koltuklarında bulunan odun gözlerinden oluşur. Bir çay bitkisi sürgünü üzerinde değişik şekillerde yapraklar görülür (Kacar, 1992).

2.1.4. Çayın İklim İsteği

Hava sıcaklığının sık sık 0 °C'nin altına düşmesi çay bitkisi için istenen bir durum değildir. Sıcaklık – 15 °C'nin altına düşerse çay bitkisi donar. Böyle durumlarda bitkinin rengi koyulaşır ve bitkide ölümler gerçekleşir.

Sonuç olarak çayın yetiştirilebileceği en uygun iklim tipi günlük sıcaklık farklarının küçük olduğu, kışları ılıman, yazları nemli ve yıllık sıcaklık ortalaması 18 °C olan subtropik iklimin hakim olduğu ortamlardır.

Çayın suya gereksinimi yüksektir. Bu nedenle çay bitkisinin normal gelişebilmesi için yıllık toplam yağışın 2000 mm'nin altına düşmemesi ve aylara göre yağış dağılımının düzenli olması gerekmektedir. ay bitkisi için sağanak şeklindeki yağış yerine ağır ağır ve sürekli yağan yağmur daha uygundur (Kacar, 1992).

Rize'de yazları serin, kışları ılıman ve her mevsimi yağışlı bir iklim görülür. Elli yıllık rasat sonuçlarına göre Rize'nin yıllık sıcaklık ortalaması 14 °C, en düşük sıcaklık -7 °C, en yüksek sıcaklık ise 38.2 °C olmuştur. En soğuk ay olan Ocak ayının sıcaklık ortalaması 6.7 °C; en sıcak ay olan Temmuz ayının sıcaklık ortalaması ise 22.2 °C'dir. Yıllık sıcaklık amplitüdü (salınımı) 25.8 °C ve Rize bu haliyle denizsel iklimlerin karakteristik özelliğini taşımaktadır. Bu verilerden hareketle Rize'nin oldukça istikrarlı bir sıcaklık rejimine sahiptir. Türkiye'nin en çok yağış alan ili olan Rize'de yıllık toplam yağış miktarı 2.300 mm'nin üzerindedir. Yağışlar her mevsime dengeli olarak dağılmıştır. Bu nedenle Rize'de kurak mevsim yoktur. En az yağış ilkbaharda görölmektedir. Mevsimlere göre değişmekle birlikte Rize'de nem oranı % 75'in üzerindedir. Yılın 150 günü kapalı, 163 günü bulutlu geçmektedir. Karın ortalama 14 gün yerde kaldığı Rize'de donlu gün sayısı ortalama 10'dur (Anonim,2015b)

2.1.5. Çayın Toprak isteği

Dünyadaki ay toprakları kökeni ve oluşumları açısından oldukça farklı toprak tipleridir. ay bitkisi çoğunluk volkanik kökenli veya granit, liparit, az lateritik veya çok lateritik yönde ayrışmış kayalardan oluşan topraklarda yetişir. Türkiye'de çay tarımı Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki toprakların % 64'ünü kaplayan gri-kahverengi ve özellikle sarı-kırmızı podzolik topraklar üzerinde gerçekleştirilmektedir (Mahmutoğlu, 1994).

Çay bitkisi kalsiyum sevmeyen bir bitkidir. Genellikle aktif kirecin iz miktarda bulunduğu topraklarda iyi gelişir (Sharma ve Ranhanathan, 1985).

Çayın optimum gelişme göstereceği pH sınırlarıyla ilgili farklı araştırmacıların sonuçlarına göre, Gökhale, (1952) 4.5-5.8, Bhattacharyya ve Dey, (1983) 3.6-5.7, Sharma ve Ranganathan, (1985)'dir. Karadeniz çay topraklarının pH'sı ile ilgili olarak Ülgen (1961)'de, (Sarımehmet, 1983, 1989)'da araştırmışlardır.

Bu süreç içerisinde pH' nın önemli derecede düştüğü ve toprakların % 84'ünün pH'sının 4'den daha aşağıda olduğu bildirilmektedir. Çay bitkisi asit toprakları sevmesine karşın, aşırı pH düşüşünden olumsuz etkilenmiştir. Çay topraklarının genellikle asitli olduğu görülmüştür. Özellikle 1980'li yıllardan sonra asit derecesinin 4'den küçük olduğu tartışmaları bu çalışma ile de ispatlanmıştır (Özyazıcı ve ark., 2010).

Genelde çay bitkisi için en ideal pH 4.50-6.00 arasında optimum gelişme gösterir. Asit toprakları sevmesine karşın aşırı pH düşüşünden ve alkali yöne doğru değıştikçe çay bitkisinin gelişimi olumsuz yönde etkilenir (Eden, 1976; Kacar, 1984).

2.1.6. Çayın Sağlık Açısından Önemi

Çay Türkiye'de her düzeyde insanın günlük yaşantısının bir parçası, örf ve adetlerinin bir sembolü, aile ve misafir sofralarından hiç eksik olmayan bir içecek ve gıda maddesidir. Bitkinin taze sürgün yapraklarının işlenmesi sonucunda elde edilen günümüzde soğuk ve sıcak olarak tüketilen bir içecektir. Bu içeceğin içime hazır halinin besin değerleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Demlenmiş İçime Hazır Çay Besin Değer Tablosu (Anonim, 2014)

Besin Ögesi	Miktar	Besin Ögesi	Miktar
Su	99,70 g	K	37 mg
Enerji	1Kcal	Na	3 mg
B2 Vitamini	0,014 mg	Zn	0,02 mg
Fe	0,02 mg	Cu	0,010 mg
Mg	3 mg	Mn	0,219 mg
P	1 mg	F	372,9 µg

Çay bitkisinin içecek olarak tüketilmesinin yanında sağlık açısından da faydaları olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Hem yeşil hem de siyah çayın her yaş

grubu için başta koroner kalp hastalıkları (KKH), inme, kalp damar hastalıkları (KDH), hipertansiyon, mide ve kolorektal gibi çeşitli kanser türleri olmak üzere, artirit, antiviral ve antiinflamatuvar hastalıklara karşı koruyucu ve kemik yoğunluğunu düzenleyici, etkileri olduğu yapılan araştırmalarla gösterilmiştir. Hem yeşil hem de siyah çayın içeriğinde bulunan polifenolik bileşikler dolayısıyla antioksidan bir içecek olduğu ve kronik hastalıklardan koruyucu etkisini bu yolla yaptığı belirtilmektedir (Weisburger ve ark., 2002; Henning ve ark., 2003; Cooper ve ark., 2005; Gardner ve ark., 2007). Gerek yeşil çay, gerekse siyah çaydaki kateşinlerin ve theaflavinlerin normal hücre büyümesini engellemeden kanser hücrelerinin çoğalmasını engellediği belirlenmiştir (Weisburger ve ark., 2002, Can-Lan ve ark., 2006). Ancak, epidemiyolojik çalışmalar ve laboratuvar yaklaşımları çayda bulunan polifenollerin kronik hastalıklara karşı koruyucu etkisini göstermesi için günde 4 fincan veya daha az çayın yeterli olmadığı yönündedir. Sağlıklı beslenme programı ile toplam yağı, tuzu azaltılmış, yeterli sebze ve meyve içeren, kepekli tahılların kullanımı ile çözünür-çözünmez posa içeriği daha uygun hale getirilmiş besinlerle birlikte tüketilecek günde 5-6 fincan çayın kronik hastalık risklerinin azaltılmasına yardımcı olacağı belirtilmiştir (Füsunoğlu ve Besler, 2008).

2.2. Çay Hakkında Yapılan Çalışmalar

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde majör bitki olarak fındık ve çay tarımı büyük ölçekte yapılmaktadır. Samsun, Ordu, Giresun ve Trabzon illerinde yaygın olarak fındık tarımı yapılmasına karşın bölgenin daha doğusunda Rize ve Artvin illerinde ise çay tarımı başat olan bitkidir. Bölgede çay tarımı üzerine yapılan araştırmaların son yıllarda artış gösterdiği dikkati çekmektedir. Özellikle çay tarımında çoğaltma yöntemleri ile bitki besleme konusundaki çalışmaların hızla artış gösterdiği göze çarpmaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin majör ürünlerinden birisi olan çay bitkisi üzerine yapılan araştırmalar, Tokalıoğlu ve Kartal (2004), üç farklı çay bahçesinden toprak ve yaprak örnekleri alarak ağır metal içeriklerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırma sonuçlarına göre yaprakta Mn ve Cd' un kolaylıkla biriktiğini bildirmiştir. Aynı araştırmada ağır bünyeli topraklarda ağır metal alımının düşük olduğu da tespit edilmiştir.

Adiloğlu ve ark., (2006), Karadeniz Bölgesi'ndeki çay bitkisinin beslenme durumunu belirlemek için bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında 0-40 cm derinlikten 35 farklı toprak örneği ve farklı çay alanlarından 35 çay yaprağı örneği almışlardır. Sonuçlara göre topraklar genelde killi ve killi tınlı, kuvvetli ve orta asitli, organik madde içeriği yüksek olarak belirlenmiştir. Taban ve ark., (2006), Çay tarımı yapılan toprakların potansiyel beslenme problemleri ve çayda gübre kullanımı, gübre verim-kalite ilişkileri üzerine yapılmış olan çalışmalarında 1974-2005 yılları arasında çay tarımında kullanılan gübreler ve toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimler kıyaslanmıştır. Sonuç olarak ülkemizde çay tarımı yapılan alanlarda öncelikli sorun toprakların aşırı asitleşmesidir. Yöre çay üreticilerine çaylıklar için 25-5-10 gübresinin kullanılması önerilmiş olsa da, bu gübrenin kullanılmaya başladığı 1991 yılından günümüze değin toprak pH'sında önemli bir iyileşmenin olduğu saptanamamıştır. Abanuz (2007), ülkemizde çay tarımı yapılan Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarının çay bitkisinin ve üretimi yapılan siyah çayın ağır metal içeriklerini belirleyerek Türk çayının ağır metaller yönünden gerçek durumunu ortaya çıkarmak ve elementlerin çay bitkisindeki dağılımını kontrol eden faktörleri araştırmıştır. Çalışma alanı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğun olarak çay bitkileri ile örtülü ve jeolojik olarak farklı olan altı bölgeyi kapsamaktadır. Doğu Karadeniz çayları dünya çayları ile kıyaslandığı vakit eser element kapsamı bakımından farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Kacar ve Katkat, (2009b), yaptığı çalışmayla 1,3 ton kuru çay ile bir hektar çay toprağından 60 kg N, 11 kg P₂O₅ ve 36 kg K₂O' nun topraktan kaldırıldığını belirlemişlerdir. Müftüoğlu ve ark., (2010), çay topraklarının ve çay bitkisinin bazı elementlerce ne durumda olduğu, aralarında nasıl bir etkileşim olduğunun belirlenmesi amacı ile bu çalışmayı yapmıştır. Söz konusu araştırma sonuçlarına göre, toprakların %70'i çay için en iyi pH kabul edilen 4.50 – 6.00 sınırlarının dışında, tümü organik madde, azot, fosfor ve potasyum bakımından yeterli grupta yer almaktadır. Bitkide azot, fosfor ve potasyum sınır değerlerle karşılaştırıldığında noksan bulunmuştur. Toprakta bulunan besin maddelerinin bitkide yansımalarının olmadığı, özellikle fosforun alınmadan toprakta biriktiği saptanmıştır. Özyazıcı ve ark., (2010), Türkiye genelinden birçok özellikleri ile ayrıcalık gösteren çay tarımı yapılan toprakların verimliğinin ortaya konması için araştırma yapmışlardır. Bu amaca uygun olarak 220 adet toprak örneği alınmış ve

analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Rize ve Artvin yöresi çay topraklarının genel olarak “killi tınlı” ve “killi” bünyeli olduğu ve toprak reaksiyonu bakımından alınan örneklerin % 90’ının çay için ideal kabul edilen pH değerlerinin altında yer aldığı tespit edilmiştir. Bunun dışındaki bulgular ise; Çay topraklarının kireç içermediği, organik madde bakımından oldukça iyi durumda olduğu, yüksek oranda yarayışlı P ve K içerdiğini saptamışlardır. Özyazıcı ve ark., (2011), Doğu Karadeniz bölgesindeki çay bahçelerinin mikro elementlerin durumunun belirlenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bölgedeki 36 çay fabrikasına ait 220 çay bahçesinden 2. Sürgün döneminde Toprak ve yaprak örnekleri alınmıştır. Sonuçlara göre toprakların Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri sırasıyla 2.1-168.9, 0.02-14.69, 0.01-8.45 ve 0.4-101.4 mg kg⁻¹, yaprak örneklerinin Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri sırasıyla 86-959, 4.5-73.9, 5.6-46.3 ve 141-2767 mg kg⁻¹, olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, Rize ve Artvin Bölgesi çay bahçelerinin bazılarında mikro element durumunun yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Müftüoğlu ve ark., (2013), Doğu Karadeniz bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların bazı özellikler bakımından değerlendirilmesi konulu araştırmayı yapmışlardır. Çay tarım topraklarından 13 fabrika alanında bulunan çay bahçelerinden 199 toprak örneği 13.03.2006-16.04.2006 tarihleri arasında alınmıştır. İncelenen özelliklerde Fe ve Cu değerlerinde önceki yıla göre artış, pH değerlerinde düşüş tespit etmişlerdir.

Sürücü ve ark., (2013), Asit toprakların alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn miktarlarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun ekstraksiyon yöntem veya yöntemlerini seçmek amacıyla araştırmayı yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, ekstraksiyon yöntemlerin biyolojik yöntemlerle olan doğrusal korelasyonları asit topraklarda mikro elementlerin alınabilirliğinin belirlenmesinde kullanılacak en uygun ekstraksiyon yöntemlerinin; Fe için “0.05 N HCl + 0.025 N H₂SO₄”, Cu ve Zn için “0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M tea (pH=7.3)” ve Mn için ise “0.01 M CaCl₂” olduğunu belirlemişlerdir. Özyazıcı ve ark., (2014), Bu çalışmalarında bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin faktör analiziyle değerlendirildiği, Rize ilinde çay tarımı yapılan alanlarda fiziksel ve kimyasal toprak özellikleriyle ilişkili 5 adet faktör belirlenmiş ve bu faktörler toprak özelliklerinin alan içerisindeki değişkenliğinin % 75.63’ünü açıklamışlardır. Belirlenen yeni değişkenler bazik kationlar, Mikroelement, tekstür, mineralizasyon ve gübreleme isimleriyle

tanımlanmıştır. Bazik katyonlar toplam değişkenliğin % 18.31'ini açıklayarak yeni değişkenler içerisindeki en önemli değişken olurken, gübreleme değişkeni toplam değişkenliği en az açıklayan değişken olmuştur. Uzun (2013), Bu çalışmada; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğun bir şekilde tarımı yapılan ve ülke için ekonomik öneme sahip *Camelia sinensis var. sinensis*'in P, N, C ve S element düzeyleri ve besin içerikleri, spesifik yaprak alanı (SLA) ve yaprak ağırlığının yaprak alanına (LMA) oranının değişimi ve N ve P rezorbsiyonu araştırılmıştır. Araştırma Rize sınırları içerisinde yer alan ve *Camelia sinensis var. sinensis*'in yayılış gösterdiği 0 m'den başlayarak 933 m'ye kadar farklı yüksekliğe sahip altı farklı lokalitede yürütülmüştür. N kullanım yeterliliği yüksekliğe bağlı olarak arttığı halde P kullanım yeterliliği ise yüksekliğe bağlı olarak azalma gösterdiği belirlenmiştir. N kullanım yeterliliğinin ise lokaliteler arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek SLA değerine Mayıs ayında ve en yüksek LMA değerine ise Nisan ayında ulaşılmıştır.

Dünyada çay tarımı yapılan ülkelerde çay bahçelerinin besin element durumlarıyla ilgili yapılan araştırmalar, Minh ve ark, (2002) Vietnam'da yaptıkları araştırmada ormanlık arazilerin tahrip edilip çay tarımına dönüştürülmesi sonucu çay plantasyonunun yaşı arttıkça toprakların kimyasal özelliklerinden olan yarayışlı fosfor ve potasyum değerlerinin azaldığı, demir ve alüminyum oksit değerlerinin arttığını belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada toprakların hacim ağırlığı ve sıkışma değerleri artarken; gözeneklilik, faydalı su ve solucan miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Carr ve ark., (2003), asit topraklarda yetişen çay bitkilerinin genç ve yaşlı yapraklarını toplayarak mineral besin elementlerini belirlemiştir. Söz konusu araştırma sonuçlarına göre, genç ve yaşlı çay yapraklarının Al konsantrasyonlarının sırasıyla 380 ve 6866 mg kg⁻¹ olduğunu saptamıştır. Araştırmada genç ve yaşlı çay yapraklarındaki Al'un üst epidermiste yoğunlaştığını ve özellikle Al'un hücre duvarlarında biriktiğini bildirmiştir. Kumar ve ark., (2005) Hindistan ve Amerika'da farklı çeşitlerde çay yaprakları toplayarak, yapraklarda Na, K, Mn, Cu ve Br içeriğini belirlemek amacıyla analiz yapmışlardır. Bu amaçla Hindistan'dan 15 farklı çeşit ve Amerika'dan da 7 farklı çeşit olmak üzere toplam 22 tane bitkiler toplanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarında Hindistan'da toplanan çay çeşitlerinde Mn içeriği 371-758 mg kg⁻¹, konsantrasyon olarak 575±96 mg kg⁻¹denk gelirken, Amerika'da Mn

içeriği 79-768 mg kg⁻¹, konsantrasyon olarak da 329±231 mg kg⁻¹'dir. Na ve Cu içerikleri her iki bölgeden toplanan bitkiler arasında geniş farklılık gösterirken K içeriği benzerlik göstermiştir. Amerika'da ki çay yapraklarında Br'a rastlanmamıştır. Bekhit (2006), Etiyopya da beş farklı çay türü yetiştirerek çay yapraklarında ve toprakta bazı besin elementleri ve ağır metal içeriklerini araştırmıştır. Yapılan çalışma sonunda çay yapraklarında ve toprakta en fazla bulunan makro besin elementinin potasyum olduğu görülmüştür. Çay yapraklarında ve toprakta makro besin elementlerinin birikimi aynıdır. Çay yapraklarında en fazla bulunan mikro besin elementi Mn ondan sonra Fe gelmektedir. Cu ve Co konsantrasyonları hem toprak hem de yaprak örneklerinde daha düşüktür. Pb ve Cd gibi toksik etkisi olan ağır metaller yaprak dokularında az miktarlarda bulunmuştur. Bu çalışmada belirlenen elementlerin çoğu dünyanın diğer yerlerinde çay tarımı yapılan yerlerdeki besin elementleri ile kıyaslandığında daha iyi sonuçların olduğu saptanmıştır. Street ve ark., (2006), Çek Cumhuriyetinde Farklı orjinli 30 çay örneği alınarak toplam Cu, Fe, Mn ve Zn içeriğini ve infüzyon süresini belirlemek için analiz yapılmıştır. Çay yapraklarındaki toplam metal içerikleri çayın tipine göre farklılıklar göstermiştir. Elementler içerisinde toplam Mn içeriği daha yüksek bulunmuştur. Elementlerin ekstrakt edilebilme sırasına göre sıralanışı ise Cu>Zn>Mn>Fe şeklindedir. Çay infüzyonunda Mn önemli bir besin elementidir. Anitha ve ark., (2013), Çay bahçelerinde makro ve mikro element durumunun belirlenmesinde yaprak gübresinin verime olan etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak, yaprak gübresi mikro element alımını artırmış ve verime direk katkısı olduğu belirlenmiştir. Nath (2013), Hindistan' ın Dibrugarh bölgesindeki çay bahçelerinde mikro element düzeyinin belirlemek için bir çalışma yapmıştır. 2007-2009 yılları arasında her yıl kasım ayında çay tarımı yapılan 10 çay bahçesinden toprak ve yaprak örneği alınmıştır. Araştırma sonucunda çay yapraklarındaki mikro element düzeyinin topraktaki mikro element düzeyinden daha fazla bulunmuştur. Çalışmanın numunelerinin alındığı bahçelerde herhangi bir mikro element eksikliği olmadığı tespit edilmiştir.

Birçok araştırmacı toprak ve bitki analizlerini, verimlilik ve kalitenin artırılması amacıyla, birlikte değerlendirerek, sorunlara çözüm bulmaya çalışmaktadırlar (Canözer ve ark., 1984; Köseoğlu ve Acar, 1994; Köseoğlu, 1995; Güteryüz ve ark., 1996; Bozkurt ve ark., 2000).

Çay tarımı yapılan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay bitkisi topraklarına uygulanan gübrelerin etkileri üzerine yapılan çalışmalar, Taban ve ark., (2000), tarafından, çay bitkisine sadece NPK gübrelemesi ve NPK gübresine ilaveten farklı dönemlerde ve miktarlarda yaprak gübresi uygulanmıştır. Gübrelerin yaprağın ekstrakt, toplam polifenol, kül, N, P, K, Ca, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada yaprak gübresi a) Nisan başı, b) I. hasat sonu, c) II. hasat sonu olmak üzere 3 dönemde ve % 0, 1.5 ve 3.0 konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Araştırma sonucuna göre, farklı dönem ve dozlarda sadece NPK gübrelemesinin ve NPK ile birlikte uygulanan yaprak gübresinin çay yaprağının ekstrakt, toplam polifenol, kül, N, P, K, Ca, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri üzerine olan etkileri artış-azalış yönünden önemli bulunmuştur. Genel olarak, hasat döneminin sonunda yaprakların Ca içerikleri hariç diğer besin elementleri içeriklerinde azalmanın olduğunu saptamıştır. Horuz ve Korkmaz, (2006), Çay bitkisi üzerine yaptıkları bir çalışmada, I. Sürgünden III. Sürgün dönemine doğru verimin azaldığını belirlemişlerdir. Yine aynı çalışma kapsamında birinci sürgün dönemi ile mukayese edildiğinde; yeşil çay yapraklarının N, P ve Fe kapsamı II. hasatta azalma, III. hasatta artma eğilimi gösterirken; K, Ca, Mg, Zn ve Cu kapsamı II. hasatta artma, III. hasatta ise azalma eğilimi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Soylak ve ark., (2007), 10 farklı çay'da Cu, Zn ve Ni elementlerini belirlemiştir. Bu çalışmada söz konusu elementler sırasıyla 6.4-13.1, 7.0-16.5 ve 3.1-5.7 mg kg⁻¹ olduğunu tespit etmiştir. Yüksek, (2009), malçlama, ahır gübresi ve yapay gübre uygulamalarının çay toprak özellikleri, erozyon eğilimi ve çay verimine olan etkisini çalışmıştır. Çalışmasında malçlama ve malçlama + ahır gübresi uygulanan parsellere kıyasla sadece yapay gübrenin uygulandığı alandaki toprakların faydalı su, suya dayanıklı ıslak agregatlar, geçirgenlik, toplam gözeneklilik, infiltrasyon, organik madde, organik karbon ve total azot değerleri istatistiksel olarak önemli seviyede azaldığını bulmuştur. Hacim ağırlığı, solma noktasındaki nem, toprak penetrasyon direnci, dispersiyon oranı ve erozyon oranı değerlerinin istatistiksel olarak önemli seviyede arttığını belirlemiştir. Yine aynı çalışmada birim alandan elde edilen çay veriminin yıllara göre istatistiksel olarak önemli seviyede azaldığı ancak yüksek seviyede azalmanın sadece yapay gübre uygulanan çaylıklarda meydana geldiği tespit edilmiştir. Yüksek ve ark., (2009), Yılında yaptıkları bir çalışmada

kızılağaç baltalık büklerinin çay tarımına dönüştürülmesi sonucu toprak asitliği ve toprak sıkışması istatistiksel olarak önemli seviyede artarken; organik madde, azot, geçirgenlik değerlerinin önemli seviyede azaldığını belirlemişlerdir. Yüksek ve ark., (2013), Bu çalışmanın amacı çay tarımında gübreleme sorunlarının belirlenmesi ve sürdürülebilir çay tarımı için yeni Stratejilerin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla çay tarımında gübreleme şekli ve kullanılan gübre çeşitleri ile ilgili bilgiler araştırılmış, çay üreticilerine çayın gübrenmesi ile ilgili soruların bulunduğu anketler uygulanmış ve elde edilen veriler analiz edilerek değerlendirilmiştir. Sürdürülebilir çay tarımının devamı, çayın kalitesinin korunması ve veriminin artırılması ve üretilen çayın daha kolay ihraç edilebilmesi için çay tarımında gelişi güzel yapılan gübrelemeye son verilmelidir. Özyazıcı ve ark., (2014a), yaptıkları çalışmada farklı dozlarda şeker pancarı sanayi atığı (şlam'ın) ve kireci asit topraklara uygulayarak verim, kalite ve toprak özellikleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Birinci dozda uygulamada dekar başına 175 kg CaCO₃ ve Şlam uygulaması olarak da 125, 250 ve 375 kg uygulamıştır. İkinci doz uygulamasında dekar başına 275 kg CaCO₃ ve 195 kg, 390 ve 585 kg şlam dozlarını uygulamıştır. Üçüncü doz olarak da dekar başına 300 kg CaCO₃ ve Şlam uygulaması olarak da 214, 428 ve 642 kg şlam uygulaması yapmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; kireç ve şlam uygulamaları, yaş çay yaprağı verimini önemli düzeylerde ($p < 0.01$; $p < 0.05$) artırmış olup en yüksek verim, kireç ihtiyacının tamamı kadar şlam uygulamasından elde edilmiştir. Çaykur Araştırma Enstitüsü lokasyonunda yaş çay yaprağı verimini şlam uygulaması % 22.9, İyidere-1 lokasyonunda % 13.4, İyidere-2 lokasyonunda ise % 18.6 oranında artırmıştır. Araştırmada hasat sonrasında toprak örnekleri alınarak analiz edilmiştir. Çaykur Araştırma Enstitüsü lokasyonunda toprak pH'sı ile değişebilir Ca ($r = 0.53^*$) arasında pozitif, çinko ($r = - 0.55^*$) ile negatif önemli ilişki belirlenmiştir. İyidere – 1 lokasyonunda toprak pH'sı ile değişebilir Ca ($r = 0.74^{**}$) arasında pozitif, demir ($r = - 0.65^{**}$) ve alüminyum ($r = 0.62^*$) ile negatif önemli ilişki bulunmuştur. İyidere – 2 lokasyonunda ise toprak pH'sı ile demir ($r = - 0.65^{**}$) ve çinko ($r = - 0.55^{**}$) arasında negatif önemli ilişki tespit edilmiştir.

Dünya çay üretim alanlarında yapılan gübre uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalar, Dang, (2002), çay bahçelerinin yaşı arttıkça toprak organik C, total N, yarıyıllık P ve K, ortalama agregat çap ağırlıkları, su tutma kapasitesindeki

azalmalardan dolayı toprak verimliliğinin düştüğünü bildirmiştir. Çay yetiştiriciliğinde artan kültüvasyon ile total P ve mekaniksel direncin arttığını ve toprakta kasyon değişim kapasitesi gibi özelliklerinin değişime karşı daha az duyarlı olduğunu açıklamıştır. Uzun süre çay yetişen alanlarda verimde düşüşlerin olmasının nedeni olarak da toprak verimliliğinin düşmesi olduğunu belirlemiştir. Senapati ve ark., (2002), Hindistan’da toprak restorasyonu çalışmalarının çay topraklarının kalitesine ve çay verimine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada; % 50 organik+ % 50 inorganik karışık gübrenin kullanılması sonucu, 1992 – 1994 yılları arasında yeşil haldeki çay verimi % 38, 32 ve 31 oranında arttığı tespit edilmiştir. Sadece organik gübre ile gübrelenen çaylıklardaki verim geleneksel yöntemle göre sadece yapay gübre ile gübrelenen çaylıklara kıyasla ilk üç yılda % 13 – 17 (6 yıllık ortalamalara göre % 9) oranında artmıştır. Organik gübrenin uygulandığı çaylıklarda toprak faunasındaki canlı popülasyonu (özellikle solucanlar ve termitler dışındaki diğer eklembecaklılar) artmıştır. Ruan ve ark., (2004), tarafından yapılan çay bitkisine kireç uygulamasıyla yapraklardaki F konsantrasyonunun azaldığını ve kireç uygulamasıyla toprak pH’sının 4.32’den 4.91’e çıkmasıyla ve 5.43’den 5.89’a daha sonrada pH’nın 6.55’e çıkmasıyla yaprakların F düşüşlerinin önemli olduğunu bildirmiştir. Fan ve ark., (2005), Yunnan bölgesinde üç çay bahçesinde yapılan özel bir araştırma ile dengeli gübreleme yapılmasının verime etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre test edilen gübrelemede K içerikli gübre kullanımı zorunluluk haline gelmiştir. Üç uygulama alanının ikisinde dengeli gübreleme etkisi olumlu görülmüştür. Venkatesan ve ark., (2005), çay’da yapmış olduğu gübre denemesinde N kaynağı olarak üre ve K kaynağı olarak da KCl (MOP) ve K₂SO₄ (SOP) uygulamıştır. Çay’da ideal verimliliği sağlamak için N:K oranının 1:0.83 veya 1: 0.62 olması gerektiğini eğer K kaynağı olarak MOP kullanılmış ise bu oranın 1: 0.21 veya 1: 0.42 olduğunu belirlemiştir. Yokota ve ark., (2005), Japonya’nın Hokkaido ve Tohoku bölgesi hariç her alanda çay yetiştirdiğini ve özellikle son yıllarda aşırı gübreleme ile toprakların asitleştirdiğini ve verimliliğinin düştüğünü buna ilaveten çay kalitesinde de düşüşlerin olduğunu bildirmiştir. Yeşil çay’ın kalitesinin içeriğindeki nitrat içerikleriyle ilişkili olduğunu bildirmiştir. Nagarajah, (2006), tarafından yapılan çalışmada kum kültüründe N eksikliğinde çay bitkisinin su ilişkileri araştırılmıştır. Bu çalışmaya göre, N eksikliğinde yetişen çay bitkisinin

stoma direncinin arttığı buna karşılık transpirasyonun azaldığı tespit edilmiştir. Söz konusu araştırmada sabahları stomanın tamamen açılma kapasitesi N eksikliğinde etkilenmediği belirlenmiştir. Yaprakların su potansiyeli ve kök direnci N eksikliğinde etkilenmediğini açıklamıştır. Nagarajah Ve Ratnasuriya, (2006), tarafından yapılan araştırmada kum kültürü ortamında çay bitkisinde K ve P eksikliği araştırılmıştır. Bitkilerde K ve P eksiklik semptomları gözlenince hasat edilen bitkilerde yapılan ölçümler sonucunda K eksikliğinde bitki büyümesinde gerileme olduğu saptanmıştır. Aynı araştırmada hem K hem de P eksikliğinde yaprağın su potansiyelinde artış olduğu açıklanmıştır. Ruan ve ark., (2006), yaptıkları araştırmada saksı denemesinde çay bitkisinin kök rizosfer bölgesiyle bitkinin büyümesi üzerine N formlarının ve P kaynağının etkisini araştırmıştır. Denemede N kaynağı olarak NH_4^+ ve NO_3^- formlarıyla P kaynağı olarak da çözelti şeklinde $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ formu ile çözülemeyen fosfat kayası uygulanmıştır. Çay bitkisinde NH_4^+ ile beslenenlerin NO_3^- göre kuru madde veriminde artış olmasına rağmen kök ve gövdede kuru maddenin etkilenmediğini tespit etmiştir. Söz konusu araştırmada fosfor ilavesiyle kuru madde üretiminin etkilenmediğini açıklamıştır. Azot kaynağı olarak NO_3^- ile beslenen bitkilerde köklerdeki K konsantrasyonu, kök ve yeşil aksamda Mg ve Ca'un NH_4^+ ile beslenenlere göre daha yüksek konsantrasyonda olduğu saptanmıştır. NH_4^+ beslenen bitkilerin rizosfer toprağının asitleşmesi sonucunda Al ve Mn'nin yarayışlılığının arttığını bitkiler tarafından konsantrasyonlarında önemli bir artış olduğu saptanmıştır. NH_4^+ ile beslenen bitkilerin yeşil aksam N konsantrasyonları NO_3^- ile beslenenlere göre daha fazladır. Amonyum uygulaması nitrat ile karşılaştırıldığında rizosfer pH'nın azaldığı belirlenmiştir. Amonyum ile gübrelenen çay bitkisinin rizosfer bölgesinde değişebilir asitlik ve değişebilir Al ve Mn önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. Amonyumlu gübre ve fosfor kaynağı olarak fosfat kayası ile gübrelenen bitkilerin rizosfer bölgesinde P'un yarayışlılığının arttığı belirlenmiştir. Han ve ark., (2007), yapmış oldukları araştırmada kireç uygulamasının çay'da Pb alımı üzerine olan etkisini araştırmıştır. Toprak pH'sı 3.6 olan bir çay bahçesine CaCO_3 uygulamasıyla toprak pH'sının 1 birim artmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir Pb'nin % 32 oranında azaldığını saptamıştır. Söz konusu araştırmaya kireçlemenin önemli olduğunu ve yeni çay yapraklarında yaklaşık olarak % 20 – 50 arasında Pb etkisinin ilk yıl istatistiki

olarak önemli olmamasına karşın ikinci ve üçüncü yıllarda konsantrasyonunu azalttığını belirlemiştir. Başka bir araştırmada Han ve ark., (2007), Çin'in Hangzhou şeri çay araştırma enstitüsü çay yetiştirilen alanlarda toprak pH, organik C, total N, total P, yarayıslı P ve değişebilir Al ile toprak biomasını biomass C, biomass ninhydrin N, ATP, fosfolipid folik asit arasındaki ilişkileri incelemiştir. Yapılan çalışmada 9, 50 ve 90 yaşındaki çay bahçelerinin komşu orman toprağındaki çay bahçelerinin özellikleriyle karşılaştırarak her iki bahçede de toprak pH'sının en düşük seviyede olduğunu ve bu durumun çayın verimliliğini sınırlandırdığını saptamıştır. Ayrıca söz konusu alanlarda güçlü bir mikrobiyal biomasın olduğunu bu durumunda muhtemelen toprak asitliğinden ve gübrelemeden ileri geldiğini bildirmiştir. Ruan ve ark., (2007) yaptıkları araştırmada çay bitkisinin asit koşullara karşı toleransını ve kök bölgesindeki asitlik ile N formları arasındaki interaksyonu incelemiştir. Asit koşullarda mineral beslenme ve beslenmenin interaksyonları belirlenmiştir. Çay bitkilerinin kök bölgesinde yüksek düzeyde NH_4^+ asimilasyonu olduğu ve NH_4^+ 'un zengin beslenmesi durumunda çay bitkisinin iyi adapte gösterdiğini açıklamıştır. NO_3^- ile beslenen çay bitkisinin büyümesi N kaynağının etkin olmamasından dolayı bitkilerin iyi yetişemediğini saptamıştır. Bu durumun da uygun toprak pH'sı ile N'un absorpsiyonunda azalmadan ileri geldiğini belirtmiştir. Sarwar ve ark., (2007), Ulusal Çay Araştırma Enstitüsünde farklı azotlu gübrelerin üç yıllık çay bitkisinin büyüme ve verimi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla AN, CAN, Üre ve Nitroz azotlu gübreleri kullanılmış ayrıca kontrol grubu da oluşturulmuştur. Bütün azotlu gübreler dekara 100 Kg N, 25 Kg P, 15 Kg K olacak şekilde uygulanmıştır. Sonuç olarak bütün gübre uygulamalarının verime ve büyümeye önemli etkisi olmuştur. Gübre uygulamalarını kıyasladığımızda AS gübresi verim ve büyüme üzerine etkisi daha iyi olmuştur. Chong ve ark., (2008), üç farklı eğimli bölümlerde organik ve konvansiyonel tarım sisteminin karşılaştırılması ile ilgili bir çalışma, yönetim uygulamaları ve toprak azot, fosfor ve pH üzerindeki eğimli bölümün etkisinin yanı sıra çay yaprağı boyutunu belirlemek için Sabah bölgesindeki çay plantasyonlarında yapılmıştır. Sonuçlar aynı zamanda incelenen tüm parametreler üzerine eğimli bölümlerden anlamlı bir etki gözlenmemiştir. Drinnan ve ark., (2008), bu rapor çayda verimlilik üzerindeki beslenmenin etkisi araştırma sonuçlarıyla belgelenmektedir. Çay sektörü şu anda üzerinde 25 yıl önce

geliştirilen gübre önerileri kullanır ve bunlar bu projede gözden geçirilmektedir. Sonuçlar, iklim (yağış, sıcaklık), budama döngüsü ve gübre girdisi tüm çay verimi belirlemek için etkileşim olduğunu göstermektedir. Büyüme miktarı ve büyüme mevsiminin uzunluğu gübre oluşumu ile belirlenmiş ise büyüme genel modeli genellikle iklim etkilemiştir. Sedagathoor ve ark., (2009), İran çayı' nın verimini ve kalitesini artırmak için projelendirilen bu deney N, K, Mg ve mikro (Cu ve Zn) gübrelere verim ve çayın kalitesi üzerindeki etkileri çalışılmıştır. Mikro besin uygulamaları, magnezyum sülfat + çinko sülfat, özellikle tedavi verimi üzerinde önemli bir etkiye işaret etmiştir. Azot, potasyum ve mikro element etkisi etkileşimi kafein yüzdesi üzerinde önemli oldu. Azotlu gübre tanen ve su ekstresinin yüzdesi üzerinde önemli etki göstermiştir. Mikroelement uygulamaları P, Zn ve Cu yüzdesi üzerinde önemli etki belirtti. N + K + mikro besinlerin kombinasyonu kafein yüzdesi üzerinde önemli olmuştur. Niruba ve ark., (2010), Toprak pH'sı 6'dan büyük olduğu alanlarda çay veriminin önemli derecede azaldığını açıklamıştır. Yapmış olduğu çalışmada pH'sı 6 olan çay yetiştirilen alanlarda farklı dozlarda 1 m³ toprağa 200, 300 ve 500 g elemental kükürt ile 1 m³ toprağa 4 ve 8 kg eğreltiotu artığı uygulamıştır. Kükürdün mikrobiyal aktivite ve fitotoksik etkileri üzerine olan etkisini değerlendirmiştir. Elemental kükürt uygulaması sonucunda kontrole göre toprak pH' sının istatistiksel (P>0.0001) olarak önemli oranda düştüğünü ve dozlar arasında fark olmadığını da saptamıştır. Hem elemental kükürdün hem de eğreltiotu uygulandığı alanlarda kontrole göre toprak mikrobiyal aktivitesi üzerine hiç bir negatif etkisinin olmadığını bildirmiştir. Owuor ve ark., (2010), Kenya'da 1998 – 2007 yılları arasında beş farklı lokasyonda yetiştirilen çay plantasyonlarına değişik dozlarda (0 kg/ha, 75 kg/ha, 225 kg/ha ve 300 kg/ha) yapay gübre (NPKS/25:5:5:5) uyguladıkları araştırmada; en yüksek çay verimi 300 kg/ha dozunun uygulandığı alanlardan elde etmişlerdir. Ancak 300 kg/ha gübrenin uygulandığı 5 farklı lokasyonda 386 kg/da-592 kg/da arasında değişen farklı verimler elde edilmiştir. Aynı lokasyonda bile yıllar arasında elde edilen verimin istatistiksel anlamda farklı olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen çalışma sonucu gübrelemenin yetişme ortamı koşulları ve aynı yetişme ortamında yıllara göre değişen iklim özelliklerinden etkilendiğini ortaya koymuşlardır. Ancak gübre miktarı artıka çayın kalitesinde önemli yeri olan Theaflavins ($\mu\text{mol/g}$) değeri en fazla hiç gübrenin uygulanmadığı parsellerde, en

düşüğü en fazla gübrenin (300 kg/ha) uygulandığı parsellerden elde edilmiştir. Yine aynı çalışmada, çaydaki en yüksek thearubigins (%) 75 kg/ha gübrenin uygulandığı parsellerde ve en iyi toplam renk (%) hektara 0 ve 75 kg gübrenin uygulandığı parsellerden elde edilmiştir. Ipinmoroti ve ark., (2011), tarafından Nijerya’da organik ve mineral kökenli gübrelerin çayın büyümesine olan etkisi ile elde edilen gelir gübreleme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmalarında; organik kökenli gübrelerin mineral gübreye kıyasla çayın büyümesinde daha etkili olduğunu ve organik gübre ile gübrelenen çay plantasyonlarından elde edilen gelirin mineral gübre ile gübrelenen çaylıklardan elde edilen gelire nazaran daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Nepolean ve ark., (2012), çay yetişen alanlarda VAM-mantar, fofobacteria ve Azospirillum gibi biogübrelerin çay verimine etkisini araştırmıştır. Bu araştırmaya göre biogübrelerin kullanımıyla kimyasal gübrelerin azaldığını ve çay yetişen alanlardaki toprakların arttığını saptamıştır. Hajiboland ve ark., (2013), Asit topraklara adapte olmuş bitki türlerinin büyümesi üzerine Al’un yararlı etkisinin olduğu bilinmektedir. Ancak, Al’un uyarıcı etkisinin anlaşılma mekanizması tam olarak anlaşılammıştır. Su kültürü denemesinde 50 µM Al uygulamasıyla maksimum yeşil aksam veriminin elde edildiğini bildirmiştir. 300 µM Al uygulamasıyla kök gelişiminin 3 kat’ tan fazla arttığını tespit etmiştir. Kök uzunluklarının artan Al uygulamasıyla arasında pozitif bir ilişkinin ($r = 0.98$) olduğunu saptamıştır. Al uygulamasıyla klorofil a, karotenoid konsantrasyonu ve net asimilasyon oranının genç çay yapraklarında yaşlı çay yapraklarına göre arttığını belirlemiştir. Söz konusu araştırmada nitrat redüktaz aktivitesinin Al uygulamasıyla etkilenmediği saptanmıştır. Sonuç olarak Al uygulamalarının çay bitkisinde uyarıcı etkiye sahip olduğunu, bundan başka daha fazla fotosentez oranının gerçekleştiğini ve antioksidan aktivitesinin arttığını açıklamıştır.

Sitienei ve ark., (2013), Kenya’da Çay Araştırma Enstitüsü alnında N ve K’lu gübre uygulamalarıyla çay’ın verimi üzerine olan etkisini ortaya koymuştur. Bu amaçla çay parsellerine hektar başına N için 0, 100 ve 200 kg N ile 0, 40 ve 80 kg K₂O bundan başka çay’da temel gübreleme olarak da hektar başına 40 kg P₂O₅ uygulamıştır. Çay’ın verimini, bitki biomasını ve bitki besin elementlerini saptamıştır. Artan oranlarda N ve K’ un artmasıyla çay veriminde artışların olduğunu ancak hektar başına 200 kg N ve 80 kg K₂O uygulamasında verimde düşüş olduğunu saptamıştır.

Buna göre, artan N uygulamasıyla N'un agronomic etkinliğini arttırdığını (0.33'den, 0.93'e ve 0.33'den 1.32'e) açıklamıştır. Artan N uygulamasıyla özellikle hektar başına 200 kg N uygulamasında K'un agronomic etkinliğinin de arttığını bildirmiştir. Yang ve ark., (2013), su kültürü ortamında kurulan denemede iki farklı N kaynağı uygulamıştır. Yapılan araştırmada çay bitkisinin NH_4^+ azotunu NO_3^- 'a göre tercih ettiğini saptamıştır. Njogu ve ark., (2014), Kenya'da çay yetiştirilen üç farklı çay bahçesinde yapraktan NPK gübrelemesiyle bitkideki konsantrasyonlarını belirlemiştir. Çay'ın verimi NPK gübrelemesiyle arttığı ve istatistiki olarak N % $r=0.453$ ($p\leq 0.01$), P % $r= -0.332$, $p\leq 0.01$ and K % $r= -0.373$, $p\leq 0.05$ önemli bulunduğu saptanmıştır.

Qiu ve ark., (2014), Çin'in güneydoğusunda çay yetiştirilen alanlarda gübrelemenin çay'ın verimi, toprağın kimyasal özellikleri ve biyolojik aktivitesi üzerine olan etkilerini araştırmak için farklı gübre kaynakları uygulamıştır. Altı parselde farklı gübre ve farklı dozu kullanılmıştır. Bu parsellerden sadece NPK gübrelemesinin olduğu parseldeki sonuçlarının kontrol parsellerine göre karşılaştırıldığında total N, P, K ve organik madde, yarayışlı N ve K ile çay verimi üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığını açıklamıştır. Sonuçlar kontrol ile kıyaslandığında organik gübre ilavesi ile toprakta bulunan gerekli besin elementi içeriklerinin en yüksek seviyelere ulaşıldığı bildirilmiştir. Toprak özelliklerinin ve verimliliğinin belirlenmesinde organik gübreleme en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmiştir. Toprak kalitesi ve çay alanlarında verimliliğin artırılmasında en iyi gübreleme yönteminin hem Organik Gübre hem de 1/2 NPK + Organik Gübre + Baklagil kompostunun birlikte uygulandığı dozda olduğunu bildirmiştir. Bu bulgular, gübrelemenin toprak verimliliğinin sürdürülebilmesinde, ürün veriminin ve topraktaki mikroorganizma çeşitliliğinin artmasında etkili olduğu açıklanmıştır. Toprağa yapılan gübre uygulamalarının form ve dozları bölgeye, iklime, çeşide ve toprak tekstürüne bağlı olarak değişmektedir (Westerman ve ark., 1990; Ponder ve ark., 1998).

Çay aynı zamanda insan sağlığı açısından da son derece önemli bir içecektir. Bu konuyla ilgili yapılmış bazı çalışmalar şunlardır; Mckay ve ark., (2002), Çay'ın insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar arasında tam bir uyum olmadığını ancak yapmış olduğu araştırmada Çay'ın insan sağlığında kardiyofasküler ve kanser

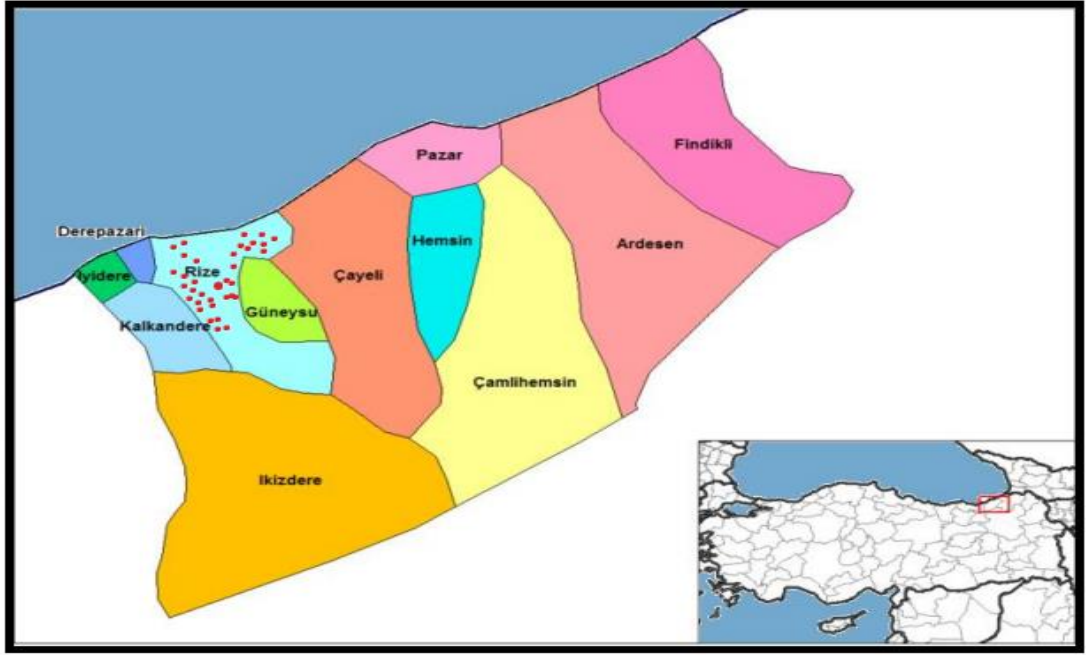
hastalıkları üzerine önemli rollerinin olabileceğini bildirmiştir. Khan ve ark., (2007), yapmış oldukları çalışmada çay'ın insan sağlığı üzerine olan etkilerinin olumlu olduğunu özellikle de kanser ve kardiyovasküler hastalıklara yararlı olduğunu açıklamıştır. Mehra ve ark., (2007), çay ekstraktlarında Al, Cu ve Mn ölçümleri yapmıştır. Çay 2, 5 ve 10 dakika kaynatılmasıyla ilk süredeki içeriklerin en yüksek düzeyde olduğunu ve bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü kaynatmanın takip ettiğini açıklamıştır. İnsan vücudundaki Al, Cu ve Mn için ihtiyaç duyulan günlük alım miktarının karşılanabileceğini ve Al'un insan sağlığına toksik düzeyde olmadığını saptamıştır. Karak ve ark., (2010), çay içeceğinde bulunan elementlerin insan vücudu için de gerekli olduğunu ve insanların günlük alacağı makro ve mikro elementleri çay'dan karşılayabileceğini açıklamıştır. Yapmış olduğu araştırma da Al, As (Arsenik), Cd (Kadmiyum), Cr (Krom), Cu (Bakır), F (Florür), Mn (Mangan), ve Ni (Nikel) elementlerini belirlemiştir. Araştırmaya yapılan tüm elementlerin konsantrasyonları izin verilen maksimum sınır değerlerde olduğunu saptamıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı

Araştırma, 2013 yılı içerisinde Rize-merkeze ait köy ve mahallelerinde yerleşim alanlarından uzak noktalardan örnek alınarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Rize ilinin doğusunda Artvin, batısında Trabzon, Güneyinde Erzurum ve Bayburt, kuzeyinde ise Karadeniz bulunmaktadır. Doğu Karadeniz bölümü içerisinde yer alan Rize ilinde Karadeniz iklim özellikleri görülür. Rize'de yazları serin, kışları ılıman ve her mevsimi yağışlı bir iklim görülür (Çizelge 3.2). Bol yağış alan ve dengeli bir sıcaklık rejimine sahip olan Rize sık ve gür bir tabii bitki örtüsüne sahiptir. Rize ilinde yıllık yağışın çok fazla olması, yüksek oranda nisbi nemin olması, güneş ışığının yetersizliği ve tarım alanlarının genel olarak engebeli oluşu bitki deseninin sınırlandırmaktadır. Tarım alanlarının % 90'ını çay oluşturmaktadır.



Şekil 3.1. Rize İlindeki Araştırma Noktalarının Haritada Görünüşü.

Rize ili Meteorolojik verileri Çizelge 3.1'de ve Meteorolojik verilerin 59 yıllık değişimi Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Rize İli 2012 Yılına Ait Meteorolojik Verileri (Anonim, 2015b).

Aylar	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Ortalama Nispi Nem (%)
Ocak	16.1	-2.2	7.0	204.6	72.1
Şubat	18.0	-2.5	5.1	189.6	73.1
Mart	15.8	-1.3	6.1	193.2	73.2
Nisan	26.2	3.3	13.8	57.0	69.1
Mayıs	30.7	11.4	19.1	49.5	75.2
Haziran	29.5	12.9	23.6	200.4	70.2
Temmuz	32.5	14.8	26.4	104.7	65.7
Ağustos	31.5	16.9	24.9	263.4	71.0
Eylül	27.9	15.4	23.2	111.3	71.0
Ekim	27.2	12.5	20.3	182.4	72.9
Kasım	26.6	6.6	15.1	199.3	78.8
Aralık	17.3	1.9	10.2	298.1	75.0
YILLIK	32.5	-2.5	16.20	2053.5	72.3

Çizelge 3.2. Rize İli 1954-2013 Yılları Arası Aylara Göre Meteoroloji Verileri Ortalaması (Anonim,2015b).

RİZE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.5	6.5	8.0	11.6	16.0	20.4	22.8	23.0	19.9	16.0	11.7	8.4
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10.6	10.7	11.8	15.3	19.3	23.7	26.0	26.5	23.9	20.3	16.3	12.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3.6	3.5	4.8	8.4	12.6	16.5	19.5	19.9	16.7	12.8	8.6	5.4
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.2	3.1	3.4	4.3	5.4	6.4	5.2	5.2	5.0	4.2	3.1	2.1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	15.1	14.2	16.1	15.6	14.6	14.3	14.0	14.6	15.3	15.3	14.1	15.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(mm)	221.7	179.6	153.0	94.9	97.8	134.2	147.8	184.1	250.0	284.3	251.6	241.7
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1954 - 2013)*											
En Yüksek Sıcaklık (°C)	24.0	28.1	32.6	35.8	38.2	35.2	35.4	34.0	33.4	33.4	29.2	26.7
En Düşük Sıcaklık (°C)	-5.6	-6.4	-7.0	-2.8	4.2	7.8	12.0	13.6	7.6	2.5	-1.1	-4.0

Rize merkeze bağılı köy ve mahallelerinde, örneklemelerin yapıldığı çay bahçelerinin lokasyonları, GPS (Global Position System) cihazı ile tespit edilerek kaydedilmiş ve bahçeler numaralandırılmıştır (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3. Toprak ve Yaprak Örneklerinin Alındığı Bahçeler

Köy/Mahalle	Bahçe No:	GPS Koordinatları (Lokasyon)	
		X	Y
Bıldırcımköy	1	4540385.02	625542.32
	2	4540422.93	625468.30
	3	4540115.99	625575.67
	4	4539741.77	625716.68
	5	4539960.44	626002.48
	6	4540242.92	625938.98
	7	4540347.07	626028.09
	8	4540406.60	625793.86
	9	4539716.12	625983.77
Aşağı Küçükköy	10	4539716.00	625983.00
Yol Üstü	11	4536846.33	624308.33
	12	4537066.17	624576.49
Selimiye	13	4535914.75	624050.98
	14	4535938.58	624238.80
	15	4536109.05	624012.63
Üçkaya	16	4537664.06	624817.89
	17	4537638.10	624887.76
Ortapazar	18	4537907.47	624164.85
	19	4537921.64	624035.58
	20	4537721.41	623722.45
	21	4537929.36	623779.96
	22	4538212.85	624219.30
Boğaz Mahallesi	23	4543307.60	624811.44
	24	4543415.58	624939.01
	25	4543338.13	624937.99
Kurtuluş Mahallesi	26	4544019.18	633699.69
	27	4544075.00	633686.00
	28	4544031.05	633775.16
	29	4544016.94	633796.44
Taşlık Köyü	30	4543835.64	634122.09
	31	4544025.87	633964.92
	32	4543865.88	634021.33
	33	4543877.76	633996.58
Engindere Mah.	34	4543810.43	633450.76
	35	4543818.42	633448.98
	36	4543593.18	633429.49
	37	4543647.77	633241.86
	38	4544544.32	633095.01
	39	4544518.32	633141.26
	40	4544190.77	633229.19
Akarsu	41	4542748.62	633466.11
	42	4542693.61	633325.07
	43	4542662.79	633377.49
	44	4542770.56	633400.53
	45	4542877.00	633264.00
	46	4542802.01	633297.87
	47	4542856.96	633283.32
	48	4542720.86	633008.02
	49	4542658.69	632845.62
	50	4542848.07	633082.34

*UTM (Universal Transversal Merkator)

3.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Rize-Merkez'e bağlı köy ve mahallelerin doğusundan 25 ve batısından 25 olmak üzere toplam 50 farklı çay bahçesinden toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri bahçeyi temsil edecek şekilde alınmıştır. Çay bahçelerinde gübre uygulaması yapılmadan önce 29 Mart 2013 tarihinde çaylıkların büyüklükleri ve genişlikleri dikkate alınarak 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Aynı bahçelerden çay yaprakları da toplanmıştır.

3.1.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

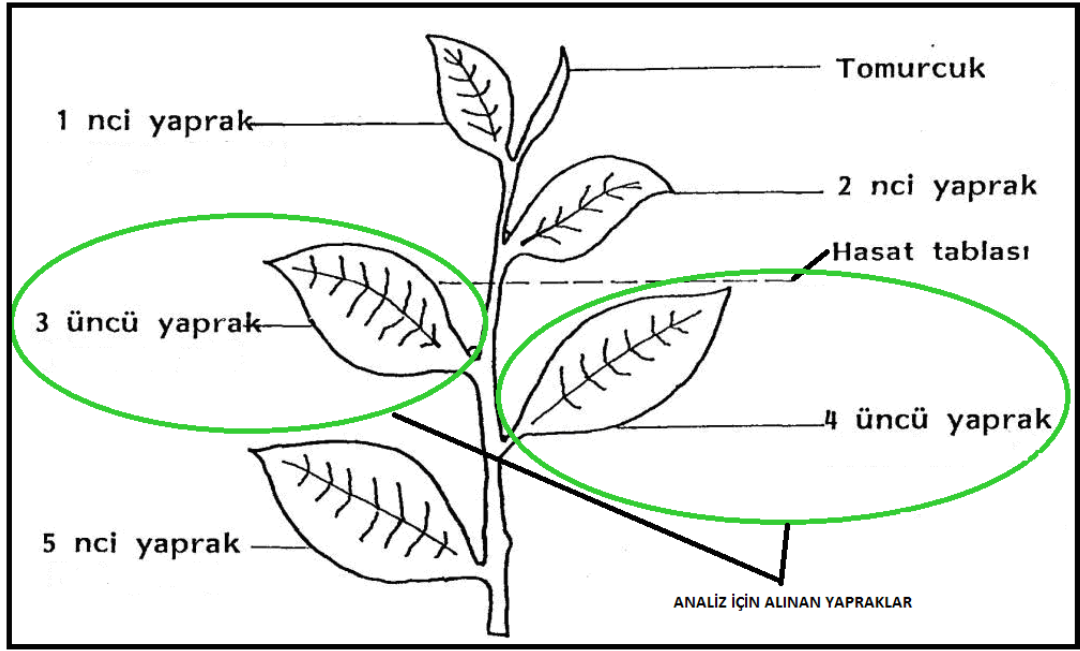
Çay bahçelerinden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri aynı gün içerisinde laboratuvara getirilip kayıt altına alınmıştır. Toprak örneklerindeki kesekler ezilmeden parçalanıp hava kurusu toprak haline gelmesi için naylon torbalara serilmiştir. Hava kurusu toprak haline geldikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilip analize hazırlanmıştır.

3.1.3. Yaprak Örneklerinin Alınması

Araştırma materyalini oluşturan yeşil çay yaprağı örnekleri 3 farklı sürgün döneminde (1. Sürgün 26 Mayıs,2. Sürgün 28 Temmuz,3. Sürgün 28 Ağustos 2013), Rize ili merkezine bağlı köy ve mahallelerinden doğusunda 25 batısında 25 olmak üzere toplam 50 farklı çay bahçesinden yaprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleme yapılmış noktalara yakın çay bitkilerinin 3 ve 4'üncü yaprakları şekil 3.2'deki gibi alınarak, her numune alındığı bahçeyi temsil edebilecek nitelikte hasada esas sürgünlerden 25 adet yaprak örneği alınmıştır.

3.1.3.1. Yaprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Çay bahçelerinden toplanan yaprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra, saf su ile yıkanıp, 70 °C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kurutulmuştur. Kurutulan örnekler daha sonra değirmende öğütölmüş ve öğütölen örnekler kuru yakma metoduna göre yakılmıştır.



Şekil 3.2. Yaprak Numunesinin Alınma şekli

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler

3.2.1.1. Toprakta Bünye (Tekstür) Tayini

Toprak örneklerinin % kum, kil ve silt, fraksiyonları Bouyocous'un (1951) hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.

3.2.1.2. Toprakta pH Tayini

Toprak pH (Toprak Reaksiyonu)'sının ölçümü için (Grewelling ve Peech, 1960), toprak/su 1:2.5 oranı kullanıldı.

3.2.1.3. Toprakta EC Belirlenmesi

Toplam Tuz (Richards,1954), 1:2.5 toprak/su oranı süspansiyonunda EC-metre ile ölçülmüştür.

3.2.1.4. Toprakta Organik Madde Tayini

Organik madde, Schlichting ve Blume, (1966) tarafından verilen yöntemle % olarak tayin edilmiştir.

3.2.1.5. Toprakta Alınabilir P Tayini

Bray ve Kurtz, (1945) tarafından bildirildiği şekilde, asit florürde çözünebilen fosfor mavi renk metodu uygulanmış okumalar spektrofotometrede yapılmıştır.

3.2.1.6. Toprakta Alınabilir K, Ca ve Mg Tayini

Pratt, (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (amonyum asetat) ile ekstrakte edilerek süzükteki K (Potasyum), Ca (Kalsiyum) ve Mg (Magnezyum) ICP-OES ile belirlenmiştir.

3.2.1.7. Toprakta Alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn Tayini

Örnekler Lindsay ve Norvell, 1978'in belirlediği DTPA ile çalkalanmasıyla elde edilen süzüklerin ICP-OES ile belirlenmiştir.

3.2.1.8. Toprakta Alınabilir B Tayini

Boss ve Fredeen, 2004 tarafından bildirildiği usulde, sıcak su yöntemine göre 0.01 M CaCl_2 ile ekstrakte edilen örneklerde alınabilir B (Bor) ICP-OES ile belirlenmiştir. Yöntemde toprak çözelti oranı 1:2 olup bekleme süresi 5 dakikadır.

3.2.2. Yaprak Örneklerinde Yapılan Analizler

3.2.2.1. Bitki Örneklerinde Kuru Yakma

Kacar ve İnal, 2008 bildirdiği şekilde öğütülmüş yaprak örneklerinden 0.2 gr. tartılıp yakma şişelerine koyularak kül fırınında en az 6 saat 550°C 'de yakılmıştır. Yakma işlemi bittikten sonra örnekler soğumaya bırakılmış, soğuyan örneklerin üzerine daha sonra 1/3'lük 2 ml HCl koyularak Hot - Plate üzerinde asit uçurulmuştur. Sonra örneklerin üzerine tekrar 1/3'lük 2 ml HCl ve 18 ml saf su ilave edilerek son hacim 20 ml'ye tamamlanmıştır. Örneklerin kapakları kapatılarak iyice çalkalandıktan sonra mavi bant filtre kâğıdı yardımı ile süzük alınmış ve bu süzüklerde P, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Mn, Cu gibi mineral besin elementlerinin okuması ICP-OES ile belirlenmiştir.

3.2.2.2. Bitkide Toplam Azot Miktarının Belirlenmesi

Bremner'in 1965 belirlediği gibi Çay yapraklarında yer alan toplam N miktarı, standart Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntemde yaş yakma ile organik azot, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Amonyum sülfat)'a çevrilerek amonyum, borik asit içerisinde damıtılır ve daha sonra damıtılan örnek H_2SO_4 (sülfürik asit) ile titre edilir. Nötralizasyon için sarf edilen sülfürik asit miktarından toplam azot hesaplanır.

3.2.2.3. Bitkide Makro Element Miktarlarının Belirlenmesi

Çay yapraklarında makro elementlerin (P, K, Ca, Mg, S) toplam miktarlarını belirlemek amacıyla yakılan örneklerden elde edilen ekstraktlar destile su ile son hacim 20 ml'ye tamamlanarak Whatman mavi bant filtre kâğıdından süzölmüştür. Elde edilen süzöklör ICP-OES cihazında okunarak toplam mikro element miktarları belirlenmiştir.

3.2.2.4. Bitkide Mikro Element Miktarlarının Belirlenmesi

Çay yapraklarında mikro elementlerin (Fe, Cu, Zn, Mn, B) toplam miktarlarını belirlemek amacıyla Isaac ve Johnson, 1998 tarafından bildirilen yöntem esasları doğrultusunda örnekler yukarıda vurgulandığı kuru yakma ile yakıldıktan sonra elde edilen ekstraktlar destile su ile son hacim 20 ml'ye tamamlanarak Whatman mavi bant filtre kâğıdından süzölmüştür. Elde edilen süzöklör ICP-OES cihazında okunarak toplam mikro element miktarları belirlenmiştir.

3.2.2.5. Bitkide Al Miktarının Belirlenmesi

Bitki yapraklarındaki Al (Alüminyum) içerikleri, Hokura ve ark., 2000 tarafından belirtilen esaslar çerçevesinde bitkilerin kuru yakılmasıyla elde edilen ekstraktlarda ICP-OES ile belirlenmiştir.

3.2.3. İstatistiksel Analizler

Toprak ve yaprak örneklerinin belirlenen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla örnekler arasında korelasyon yapılmış ve % 0.05 ve % 0.01'e göre (Jump 11.2.0 ver. istatistik programı) önemlilik düzeyleri değerlendirilmiştir

3.3. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Araştırma bulgularının yorumlanması konusunda kullanılan sınır değerlerin tabloları çizelge 3.4 ve çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Toprakların Kimyasal Özelliklerinin Sınır Değerleri

	Kuvvetli Asit	Orta Asit			Tuzsuz
pH (Grewelling ve Peech, 1960)	<4.5	4.5 – 5.5	EC dS/m (Maas, 1986)		0 - 4
%	Çok Az	Az	Yeterli	Yüksek	Çok Yüksek
O.Madde (Anonim, 1990)	<1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	>4
mg kg⁻¹	Çok Az	Az	Yeterli	Yüksek	Çok Yüksek
P (Bray ve Kurtz, 1945)	0 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	>20
K (Sillanpaa, 1990)	<50	50 – 100	100 – 300	300 – 1000	>1000
Ca (Anonim, 1990)	<380	380 – 1150	1150 – 3500	3500 – 10000	>10000
Mg(Sillanpaa, 1990)	<50	50 – 160	160 – 480	480 – 1500	>1500
Fe (Lindsay ve Norwell, 1978)	<2.5	2.5 – 4.5	>4.5		
Zn (Lindsay ve Norwell, 1978)	<0.2	0.2 – 0.7	>0.7		
Mn (Lindsay ve Norwell, 1978)	<4	4 – 14	14 – 50		
	Yetersiz	Yeterli			
Cu (Lindsay ve Norwell, 1978)	<0.2	>0.2			
	Çok Az	Az	Yeterli		
B (Wolf, 1971)	<0.4	0.5 – 0.9	1.0 – 2.4		

Çizelge 3.5. Yaprakların Makro ve Mikro Besin Elementi Sınır Değerleri (Reuters ve Robinson,1997, Chu and Juneja, 1997)

	N	P	K	Ca	Mg	S
	%					
AZ	<3.5	< 0.20	< 1.8	< 0.40	< 0.15	< 0.10
YETERLİ	3.5 – 5.00	0.20 – 0.40	1.8 – 2.2	0.40 – 0.60	0.15 – 0.30	0.10 – 0.30
FAZLA	5.00>	0.40 >	2.2 >	0.6 >	0.30 >	0.30 >
	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Al **
	mg kg⁻¹					
AZ	< 500	< 12	< 30	< 350	< 30	< 420
YETERLİ	500 – 1000	12 – 20	30 – 50	350 – 1200	30 – 50	420 – 3500
FAZLA	1000 >	20 >	50 >	1200 >	50 >	3500 >

****Chu and Juneja, (1997)**

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Toprakların Kimyasal Özellikleri

4.1.1.1. Toprakların Tekstür (Bünye), pH, EC ve Organik Madde İçerikleri

Araştırma alanı topraklarının analiz sonuçlarının en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ayrıca toprakların referans değerleri Çizelge 3.4’de sunulmuştur.

Toprakların araştırma bulguları ışığında bünye bakımından sınıflandırılması 33 tanesi SL (Kumlu Tın) sınıfındayken, 9 tanesi SCL (Kumlu Killi Tın), 3 tanesi LS (Tınlı Kum), 3 tanesi L (Tınlı), 2’side C (Killi) bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Toprak örneklerinin pH değerleri minimum 3.49 ile maksimum 5.01 arasında değişmekte olup, ortalama 4.25 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1). Örneklerin pH düzeyleri Grewelling ve Peech’in (1960) bildirdiği sınır değerlere göre değerlendirildiğinde % 74’ü “kuvvetli asitli”, % 26’sı “orta asitli” olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1). Toprakların EC içeriği en düşük 0.06 dS/m, en yüksek 0.27 dS/m olup ortalama 0.14 dS/m’dir (Çizelge 4.1). Maas’ın (1986) bildirdiği sınır değerlere göre EC değerlerinin % 100’nün “tuzsuz” olduğu tespit edilmiş olup bölgede tuzluluk sorunu yaşanmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

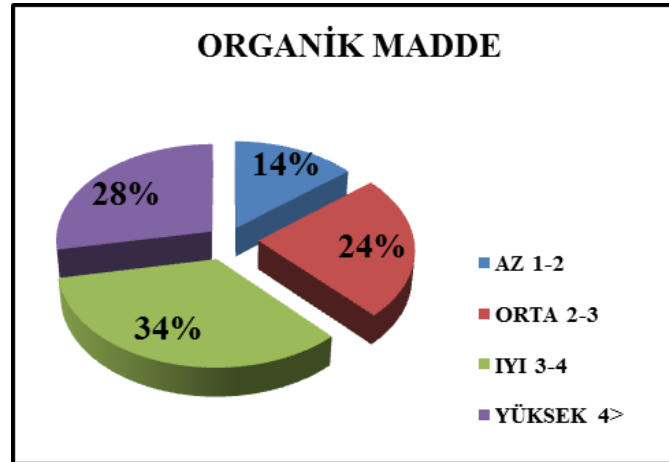
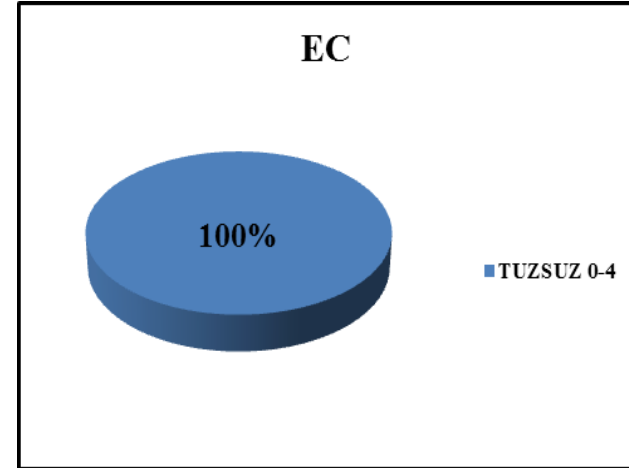
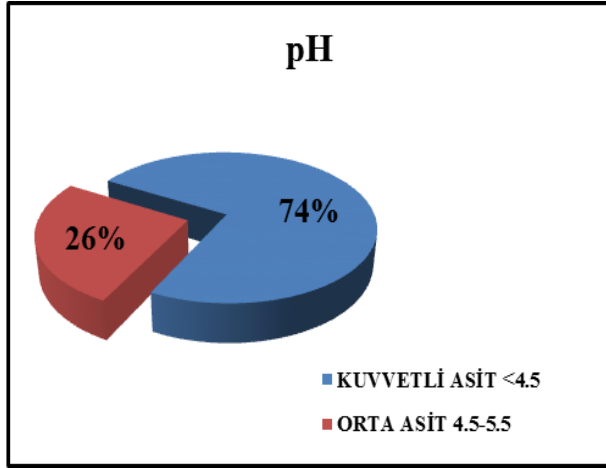
Toprakların organik madde içerikleri % 1.18 – % 11.04 sırasıyla en düşük, en yüksek değerleriyken ortalama değeri % 4.07 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Organik madde Anonim, (1990) sınır değerlerine göre % 34’ü “iyi”, % 28’i “yüksek”, % 24’ü “orta” ve % 14’ü “az” olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları

Toprak Örnek No	Toprak Bünyesi	pH	EC	Organik Madde	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
1	Kil	4.36	0.13	2.20	6	105	1952	204	3.19	0.08	0.16	24.19	0.24
2	Kil	4.22	0.24	3.36	55	374	2802	268	6.72	0.16	0.37	35.92	0.21
3	Kumlu Killi Tın	4.27	0.06	3.60	2	40	1410	324	9.56	0.03	0.01	1.85	0.24
4	Tın	3.74	0.24	3.54	55	94	1904	561	26.26	0.25	0.42	5.40	0.21
5	Kumlu Killi Tın	4.05	0.12	2.23	59	124	3369	768	36.65	0.56	1.02	8.27	0.22
6	Tın	3.74	0.15	2.29	10	77	3398	400	13.04	0.21	0.16	4.23	0.17
7	Kumlu Killi Tın	4.64	0.09	3.22	25	77	423	82	15.22	0.25	0.35	3.61	0.18
8	Kumlu Killi Tın	4.67	0.08	1.40	10	73	1083	196	7.93	0.17	0.27	4.14	0.02
9	Kumlu Tın	4.59	0.17	1.33	13	105	4756	602	9.26	0.20	1.13	7.72	0.04
10	Tınlı kum	4.18	0.09	11.01	40	65	2140	298	9.46	0.02	0.01	0.95	0.32
11	Kumlu Tın	3.88	0.11	11.04	73	73	2563	315	14.12	0.08	0.03	5.44	0.17
12	Kumlu Tın	4.40	0.09	2.35	63	59	130	53	3.32	0.13	0.08	12.02	0.08
13	Kumlu Killi Tın	3.70	0.16	3.39	46	219	273	134	15.38	0.29	0.19	9.51	0.26
14	Kumlu Tın	4.25	0.15	2.39	70	213	271	120	20.89	0.24	0.13	8.94	0.19
15	Kumlu Tın	4.48	0.10	3.16	39	152	1366	236	15.65	0.31	0.09	6.83	0.10
16	Kumlu Tın	3.49	0.25	3.23	62	58	1582	324	18.04	0.42	0.10	11.72	0.14
17	Kumlu Tın	5.01	0.09	2.43	31	56	1564	329	17.18	0.27	0.41	12.24	0.01
18	Kumlu Tın	4.36	0.12	4.13	88	150	1205	71	10.62	0.11	0.01	2.62	0.21
19	Kumlu Tın	4.89	0.06	3.22	6	48	1042	157	16.15	0.48	0.30	18.17	0.07
20	Kumlu Tın	4.74	0.14	3.20	74	467	1901	192	16.49	0.52	0.52	10.03	0.12
21	Kumlu Tın	4.92	0.07	2.07	34	123	3211	402	16.52	0.16	0.26	6.80	0.03
22	Kumlu Killi Tın	4.24	0.17	5.40	121	81	2551	268	7.28	0.05	0.03	11.45	0.25
23	Kumlu Tın	3.96	0.14	2.93	45	85	399	65	5.30	0.06	0.09	4.43	0.03
24	Kumlu Tın	4.30	0.08	3.42	57	104	408	65	3.96	0.04	0.02	9.00	0.03
25	Kumlu Tın	4.09	0.09	3.19	16	106	649	109	9.97	0.08	0.02	9.01	0.10

Çizelge 4.1. Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları (devamı)

Toprak Örnek No	Toprak Bünyesi	pH	EC	Organik Madde	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
			dS/m	%	mg kg ⁻¹								
26	Kumlu Tın	4.41	0.12	2.51	59	88	657	126	9.95	0.15	0.09	8.60	0.01
27	Kumlu Killi Tın	4.13	0.08	2.33	19	112	1573	199	9.89	0.16	0.15	4.59	0.12
28	Kumlu Killi Tın	3.89	0.13	4.76	46	130	389	162	3.30	0.02	0.07	1.69	0.26
29	Tınlı kum	3.94	0.15	8.60	13	99	509	80	2.14	0.01	0.04	7.15	0.18
30	Kumlu Tın	3.98	0.08	1.47	27	111	245	62	12.79	0.04	0.12	8.35	0.11
31	Kumlu Killi Tın	3.83	0.13	9.38	49	107	203	69	4.91	0.09	0.23	13.58	0.32
32	Kumlu Tın	4.15	0.27	1.18	15	112	356	85	4.35	0.26	0.03	4.92	0.15
33	Kumlu Tın	3.94	0.16	5.38	20	135	1308	302	10.93	0.38	0.14	4.79	0.40
34	Kumlu Tın	4.64	0.10	1.66	48	130	1436	358	11.49	1.03	0.30	5.47	0.22
35	Tınlı kum	4.87	0.12	1.76	24	131	1416	354	3.43	0.02	0.01	5.08	0.14
36	Kumlu Tın	4.01	0.11	7.89	3	149	107	52	7.87	0.03	0.01	8.96	0.12
37	Kumlu Tın	3.72	0.26	8.87	22	118	2753	78	0.70	0.02	0.01	4.27	0.16
38	Kumlu Tın	3.86	0.20	3.67	22	59	93	46	4.08	0.15	0.14	2.35	0.21
39	Kumlu Tın	4.33	0.16	9.31	15	60	601	92	41.85	0.67	1.10	15.62	0.22
40	Tın	4.54	0.17	2.70	53	59	597	83	9.20	0.13	0.88	12.65	0.12
41	Kumlu Tın	4.36	0.19	3.93	56	81	599	90	4.25	0.04	0.06	7.61	0.08
42	Kumlu Tın	4.27	0.11	6.19	18	80	941	133	5.61	0.07	0.03	3.45	0.10
43	Kumlu Tın	4.46	0.09	5.12	15	74	783	109	11.06	0.21	0.19	2.68	0.25
44	Kumlu Tın	5.00	0.08	3.55	16	203	805	140	12.94	0.25	0.30	10.52	0.33
45	Kumlu Tın	4.51	0.10	2.59	98	142	2781	311	2.35	0.12	0.13	12.25	0.48
46	Kumlu Tın	3.66	0.23	1.98	18	61	1463	141	8.80	0.09	0.34	5.20	0.32
47	Kumlu Tın	4.52	0.12	6.25	58	61	192	51	2.71	0.03	0.14	5.99	0.15
48	Kumlu Tın	4.08	0.10	3.59	23	29	344	82	5.47	0.04	0.09	9.07	0.30
49	Kumlu Tın	4.20	0.08	5.30	93	97	186	25	1.65	0.01	0.02	10.90	0.23
50	Kumlu Tın	4.00	0.25	4.02	39	143	278	45	2.13	0.12	0.46	6.62	0.19
En Düşük		3.49	0.06	1.18	2	29	93	25	0.70	0.01	0.01	0.95	0.01
En Yüksek		5.01	0.27	11.04	121	467	4756	768	41.85	1.03	1.13	35.92	0.48
Ortalama		4.25	0.14	4.07	39	114	1259	196	10.44	0.18	0.22	8.33	0.18



Şekil 4.1. Toprakların pH, EC ve Organik Madde İçerikleri

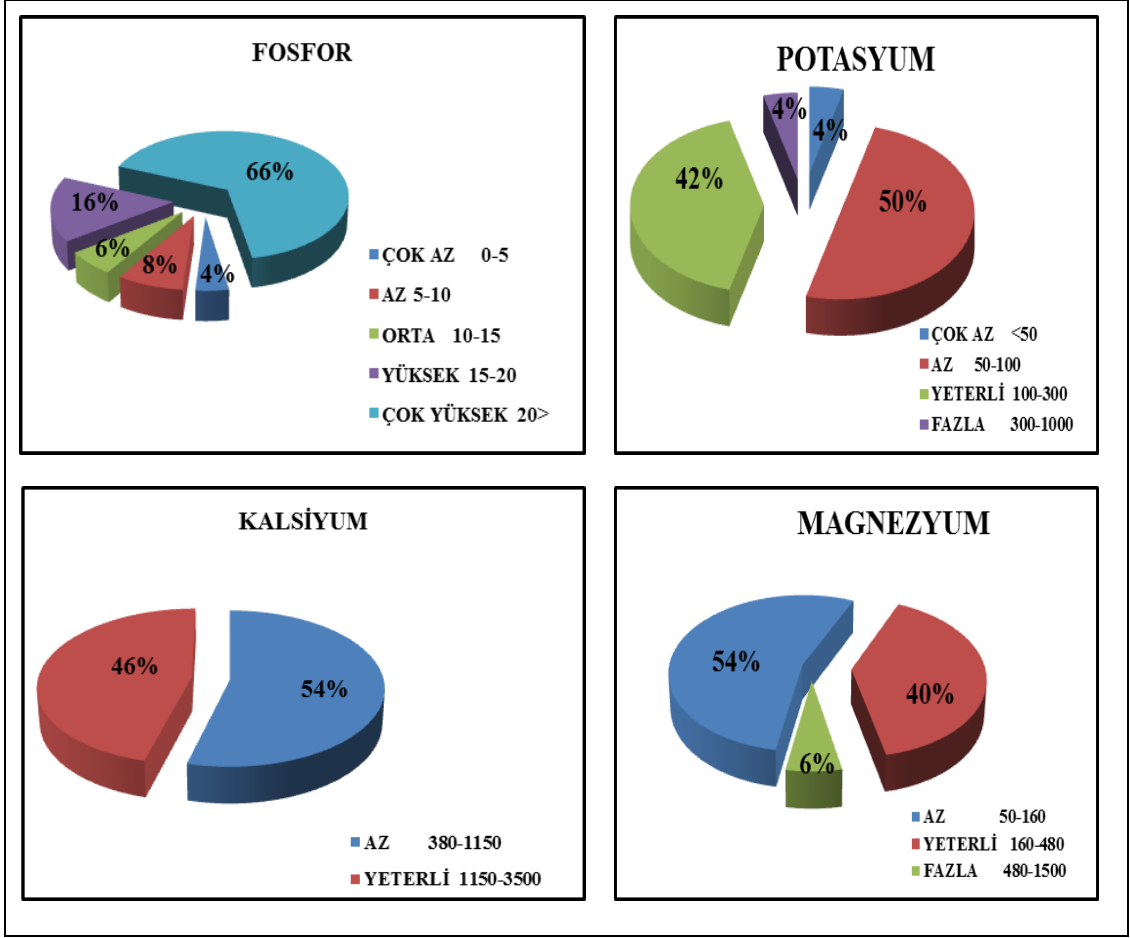
4.1.1.2. Toprakların Alınabilir P, K, Ca ve Mg Konsantrasyonları

Toprakların alınabilir P konsantrasyonları en düşük 2 mg kg⁻¹ olmasına karşın en yüksek 121 mg kg⁻¹ sahip olmasına karşın ortalama 39 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.1). Alınabilir P konsantrasyonları Bray ve Kurtz'un (1945) bildirdiği sınır değerlere göre toprak örneklerinin % 66'sı "çok yüksek", % 16'sı "yüksek", % 6'sı "orta", % 8'i "az" ve % 4'ü "çok az" olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.2).

Toprakların alınabilir K konsantrasyonları 29 mg kg⁻¹ ile 467 mg kg⁻¹ arasında değişmiş olup ortalama değer ise 114 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.1). Sillinpaa, (1990) bildirdiği sınır değerlere göre karşılaştırıldığında alınabilir K konsantrasyonu % 4 "çok az", % 50 "az", % 42 "yeterli" ve % 4 "fazla" olarak bulunmuştur (Şekil 4.2).

Çay bahçelerinin tamamının alınabilir Ca düzeyleri en düşük 93 mg kg⁻¹ ile 4756 mg kg⁻¹ arasında ortalaması ise 1259 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.1). Anonim, (1990)' nın bildirdiği sınır değerlere göre alınabilir Ca'un % 54'ünün "az", % 46'sının ise "yeterli" olduğu saptanmıştır (Şekil 4.2).

Çay bahçelerinin tamamının alınabilir Mg konsantrasyonları 25 mg kg⁻¹ ile 768 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama 196 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.1). Sillanpaa'nın (1990) alınabilir Mg sınır değerlerine göre % 54 "az", % 40 "yeterli" ve % 6'sı "fazla" olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Toprakların Alınabilir Makro Element (P, K, Ca ve Mg) Konsantrasyonu

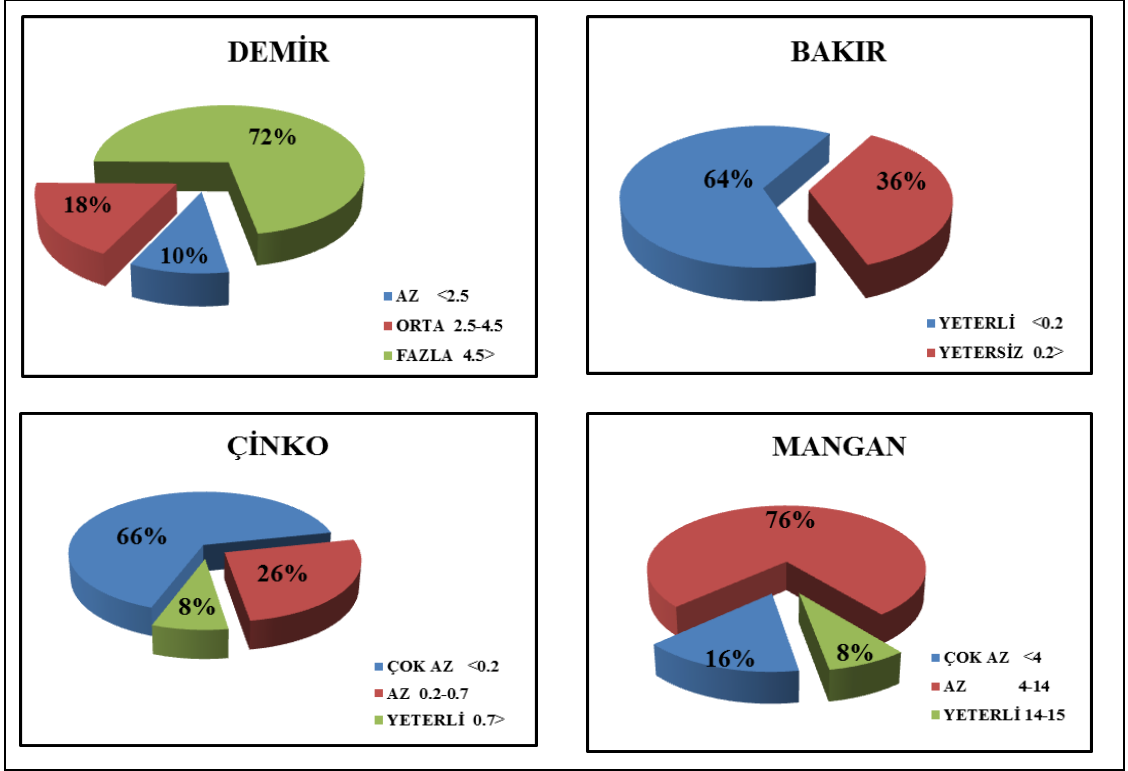
4.1.1.3. Toprakların Alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn Konsantrasyonları

Toprak örneklerinin alınabilir Fe konsantrasyonu 0.70 mg kg⁻¹ ile 41.85 mg kg⁻¹ arasında olup ortalaması 10.44 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.1). Alınabilir Fe konsantrasyonu Lindsay ve Norwell, (1978),’in bildirdiği sınır değerlerine göre karşılaştırıldığında % 72 “fazla”, % 18 “orta” ve % 10’u “az” olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.3).

İncelenen çay bahçelerinin alınabilir Cu düzeyleri 0.01 mg kg⁻¹ ile 1.03 mg kg⁻¹ arasında olup ortalaması 0.18 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.1). Lindsay ve Norwell, (1978), tarafından bildirilen alınabilir Cu sınır değerlerine göre karşılaştırıldığında % 64’ü "yeterli", % 36’sı “yetersiz” düzeyde alınabilir Cu bulunmaktadır (Şekil 4.3)

Alınabilir Zn konsantrasyonları en düşük 0.01 mg kg⁻¹ ile 1.13 mg kg⁻¹ iken ortalaması 0.22 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.1). Lindsay ve Norwell, (1978), tarafından bildirilen alınabilir Zn sınır değerlerine göre % 8’i “yeterli”, % 26’sı “az” ve % 66’sı “çok az” alınabilir Zn değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3).

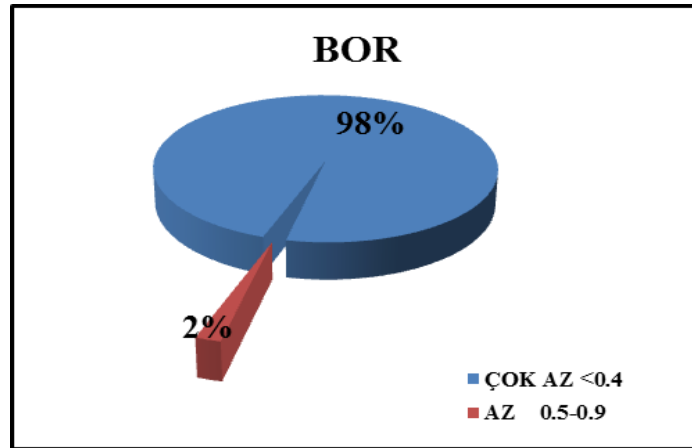
Araştırma kapsamındaki çay bahçelerinin tamamının alınabilir Mangan düzeyleri 0.95 mg kg⁻¹ ile 35.92 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama 8.33 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.1). Lindsay ve Norwell, (1978), tarafından bildirilen alınabilir Mn sınır değerlerine göre karşılaştırıldığında % 16’sı “Çok az”, % 76’sı “az” ve % 8’i “yeterli” düzeydedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Toprakların Alınabilir Mikro Element (Fe, Cu, Zn ve Mn) Konsantrasyonları

4.1.1.4. Toprakların Alınabilir B Konsantrasyonları

Toprakta alınabilir B konsantrasyonu en düşük 0.01 mg kg^{-1} , en yüksek 0.48 mg kg^{-1} olup ortalama 0.18 mg kg^{-1} 'dir (Çizelge 4.1). Wolf, (1971), tarafından bildirilen alınabilir B sınır değerlere göre karşılaştırıldığında, toprak örneklerinin % 2'si "az" ve % 98'inin "çok az" sınıfında olduğu saptanmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Toprakların Alınabilir B Konsantrasyonu

4.1.2. Yaprakların Toplam Makro Ve Mikro Besin Element Konsantrasyonları

4.1.2.1. Yaprakların Total N, P, K, Ca, Mg ve S Konsantrasyonu

Çay yapraklarının 3 dönem ayrı ayrı ve ortalamalarına ait makro element (N, P, K, Ca, Mg, S) konsantrasyonları ile en düşük, en yüksek ve ortalama değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Ayrıca bulguların karşılaştırıldığı yaprak referans değerler Çizelge 3.5’de sunulmuştur.

Yaprakların toplam N konsantrasyonları % 2.82 ile % 4.05 arasında olup ortalaması % 3.37’dir (Çizelge 4.2). Reuters ve Robinson’un (1997), bildirdiği sınır değerlerle karşılaştırıldığında yaprakların toplam N konsantrasyonunun % 70’inde N “noksanlığı” olduğu ve % 30’unda ise “yeterli” bulunduğu saptanmıştır (Şekil 4.5).

Belirlenen toplam P içerikleri % 0.25 ile % 0.37 arasında değişmekte olup, ortalama % 0.30’dur (Çizelge 4.2). Reuters ve Robinson’un (1997), bildirdiği referans değerlerle mukayesesi sonucunda yaprakların toplam P içeriğinin % 100’ünün “yeterli” olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

Yaprakların toplam K konsantrasyonu en düşük % 1.28, en yüksek % 1.82 olup ortalaması % 1.66’dır (Çizelge 4.2). Bitkilerin % K düzeyleri % 96’sı “az” ,% 4’ünün “yeterli” düzeyde bulunmuştur (Şekil 4.5).

Belirlenmiş % Ca içerikleri % 0.38 ile % 0.60 arasında değişmekte olup, ortalaması % 0.44’tür (Çizelge 4.2). Reuters ve Robinson, (1997), tarafından belirtilen değerlere göre % Ca konsantrasyonu % 82’si “yeterli”, % 2’si “fazla” ve % 16’sı “az” olduğu bulunmuştur (Şekil 4.5).

Yaprakların % Mg konsantrasyonu en düşük % 0.18, en yüksek % 0.25 olup ortalaması % 0.21’dir (Çizelge 4.2). Çay Yapraklarının % Mg sonuçları Reuters ve Robinson’un (1997) belirttiği sınır değere göre karşılaştırıldığında % 100’ünün “yeterli” olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5).

Belirlenmiş toplam S içerikleri % 0.25 ile % 0.34 arasında değişirken ortalaması ise % 0.29 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Reuters ve Robinson, (1997), tarafından verilmiş % S sınır değerine göre % 72’si “yeterli” ve % 28’i “fazla” olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5).

Çizelge 4.2.Yaprakların Makro Element [N,P, K, Ca, Mg, S (%)] Konsantrasyonları

Lab. No	Sürgün	N	Ort.	P	Ort.	K	Ort.	Ca	Ort.	Mg	Ort.	S	Ort.
1	1.Sürgün	4.44		0.35		1.91		0.33		0.21		0.28	
	2.Sürgün	3.82	3.95	0.33	0.33	1.91	1.82	0.46	0.39	0.23	0.21	0.32	0.30
	3.Sürgün	3.59		0.32		1.65		0.38		0.18		0.30	
2	1.Sürgün	3.65		0.26		1.81		0.38		0.20		0.26	
	2.Sürgün	2.73	2.92	0.25	0.26	1.87	1.75	0.57	0.45	0.22	0.20	0.32	0.29
	3.Sürgün	2.39		0.28		1.56		0.41		0.19		0.31	
3	1.Sürgün	4.96		0.39		1.92		0.42		0.23		0.29	
	2.Sürgün	3.53	3.89	0.36	0.37	1.65	1.75	0.49	0.42	0.27	0.25	0.28	0.29
	3.Sürgün	3.19		0.35		1.68		0.35		0.24		0.30	
4	1.Sürgün	3.47		0.26		1.66		0.52		0.22		0.28	
	2.Sürgün	3.13	3.13	0.28	0.30	1.80	1.72	0.54	0.49	0.24	0.23	0.36	0.34
	3.Sürgün	2.79		0.36		1.71		0.42		0.22		0.37	
5	1.Sürgün	3.53		0.32		1.81		0.37		0.20		0.26	
	2.Sürgün	3.08	3.11	0.30	0.26	1.76	1.57	0.50	0.53	0.21	0.21	0.27	0.28
	3.Sürgün	2.73		0.17		1.15		0.73		0.21		0.33	
6	1.Sürgün	3.53		0.25		1.55		0.36		0.18		0.22	
	2.Sürgün	2.96	3.04	0.23	0.25	1.45	1.51	0.56	0.45	0.22	0.20	0.26	0.26
	3.Sürgün	2.62		0.26		1.52		0.43		0.21		0.30	
7	1.Sürgün	4.22		0.33		1.86		0.36		0.18		0.27	
	2.Sürgün	4.16	4.05	0.31	0.29	1.68	1.73	0.41	0.39	0.23	0.20	0.27	0.28
	3.Sürgün	3.76		0.23		1.64		0.40		0.20		0.30	
8	1.Sürgün	4.44		0.32		1.84		0.39		0.21		0.26	
	2.Sürgün	3.82	3.78	0.31	0.30	1.69	1.71	0.47	0.43	0.23	0.23	0.28	0.28
	3.Sürgün	3.08		0.26		1.59		0.42		0.23		0.28	
9	1.Sürgün	3.65		0.27		1.84		0.37		0.20		0.27	
	2.Sürgün	3.30	3.11	0.27	0.27	1.79	1.75	0.51	0.41	0.21	0.20	0.31	0.30
	3.Sürgün	2.39		0.29		1.63		0.36		0.19		0.32	
10	1.Sürgün	3.25		0.30		1.72		0.44		0.22		0.26	
	2.Sürgün	2.62	3.00	0.27	0.28	1.84	1.72	0.52	0.45	0.22	0.22	0.25	0.27
	3.Sürgün	3.13		0.27		1.59		0.40		0.21		0.30	
11	1.Sürgün	3.50		0.24		1.45		0.36		0.16		0.22	
	2.Sürgün	3.59	3.47	0.26	0.27	1.61	1.58	0.44	0.40	0.20	0.19	0.31	0.30
	3.Sürgün	3.33		0.31		1.67		0.41		0.22		0.35	
12	1.Sürgün	3.70		0.29		1.75		0.43		0.21		0.28	
	2.Sürgün	3.19	3.23	0.30	0.30	1.80	1.74	0.52	0.44	0.24	0.23	0.34	0.32
	3.Sürgün	2.79		0.31		1.68		0.39		0.23		0.34	
13	1.Sürgün	3.08		0.24		1.58		0.44		0.17		0.25	
	2.Sürgün	2.91	2.85	0.26	0.27	1.73	1.71	0.52	0.46	0.20	0.19	0.30	0.29
	3.Sürgün	2.56		0.30		1.83		0.42		0.19		0.33	
14	1.Sürgün	3.08		0.19		1.50		0.45		0.19		0.26	
	2.Sürgün	2.88	2.82	0.25	0.28	1.83	1.76	0.59	0.49	0.24	0.22	0.34	0.32
	3.Sürgün	2.51		0.41		1.95		0.43		0.24		0.35	

Çizelge 4.2.Yaprakların Makro Element [N,P, K, Ca, Mg, S (%)] Konsantrasyonları (devamı)

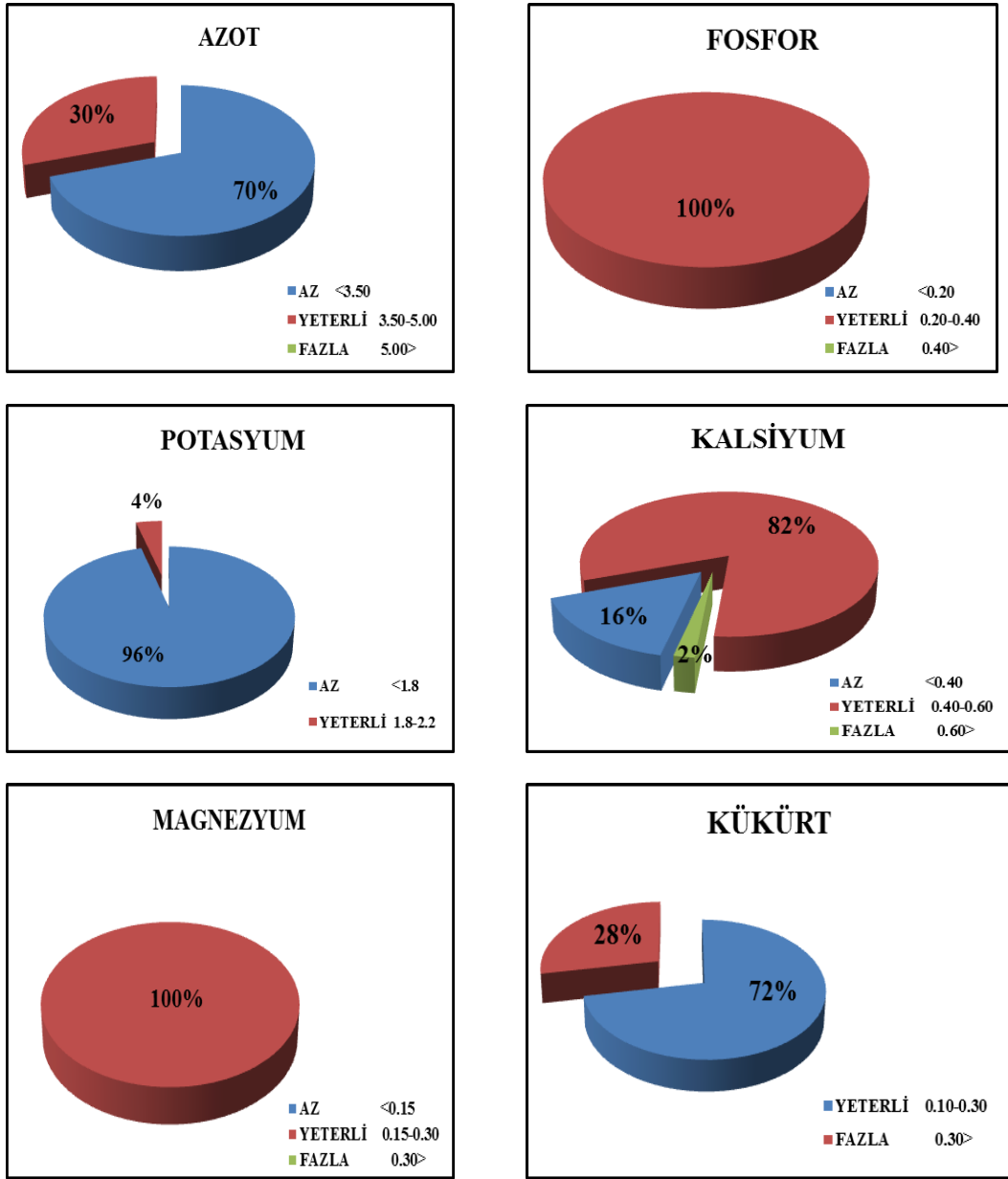
Lab. No	Sürgün	N	Ort.	P	Ort.	K	Ort.	Ca	Ort.	Mg	Ort.	S	Ort.
15	1.Sürgün	2.91		0.21		1.52		0.42		0.20		0.22	
	2.Sürgün	3.45	2.96	0.27	0.25	1.79	1.70	0.58	0.48	0.26	0.23	0.30	0.28
	3.Sürgün	2.51		0.27		1.79		0.45		0.24		0.33	
16	1.Sürgün	2.96		0.18		1.05		0.36		0.18		0.20	
	2.Sürgün	3.30	3.07	0.32	0.25	1.54	1.40	0.50	0.44	0.23	0.22	0.30	0.27
	3.Sürgün	2.96		0.27		1.60		0.46		0.26		0.32	
17	1.Sürgün	4.24		0.32		1.37		0.48		0.21		0.25	
	2.Sürgün	3.76	3.78	0.38	0.35	1.46	1.45	0.51	0.49	0.27	0.24	0.30	0.28
	3.Sürgün	3.33		0.36		1.52		0.47		0.24		0.29	
18	1.Sürgün	5.18		0.35		1.74		0.34		0.20		0.27	
	2.Sürgün	3.13	3.50	0.26	0.28	1.48	1.52	0.49	0.54	0.21	0.21	0.29	0.29
	3.Sürgün	2.19		0.21		1.35		0.78		0.23		0.32	
19	1.Sürgün	3.47		0.30		1.48		0.37		0.18		0.25	
	2.Sürgün	3.13	3.40	0.29	0.29	1.75	1.61	0.47	0.44	0.24	0.22	0.29	0.30
	3.Sürgün	3.59		0.28		1.61		0.47		0.26		0.35	
20	1.Sürgün	4.47		0.36		1.76		0.38		0.22		0.29	
	2.Sürgün	3.47	3.90	0.32	0.34	1.70	1.73	0.55	0.46	0.23	0.22	0.32	0.30
	3.Sürgün	3.76		0.32		1.73		0.45		0.22		0.29	
21	1.Sürgün	3.59		0.30		1.74		0.42		0.20		0.27	
	2.Sürgün	3.25	3.42	0.32	0.30	1.86	1.74	0.49	0.46	0.22	0.21	0.35	0.29
	3.Sürgün	3.42		0.28		1.61		0.48		0.22		0.27	
22	1.Sürgün	3.99		0.29		1.72		0.34		0.19		0.27	
	2.Sürgün	3.47	3.41	0.28	0.31	1.84	1.75	0.46	0.38	0.20	0.20	0.32	0.30
	3.Sürgün	2.76		0.34		1.68		0.34		0.20		0.31	
23	1.Sürgün	4.04		0.34		1.76		0.38		0.21		0.28	
	2.Sürgün	3.73	3.86	0.37	0.37	1.76	1.82	0.44	0.40	0.22	0.23	0.33	0.32
	3.Sürgün	3.82		0.40		1.94		0.36		0.25		0.34	
24	1.Sürgün	4.10		0.37		1.81		0.36		0.22		0.27	
	2.Sürgün	3.87	3.91	0.35	0.34	1.92	1.80	0.40	0.38	0.25	0.23	0.29	0.30
	3.Sürgün	3.76		0.32		1.66		0.36		0.23		0.33	
25	1.Sürgün	4.13		0.34		1.66		0.36		0.21		0.29	
	2.Sürgün	3.47	3.58	0.31	0.32	1.79	1.71	0.44	0.38	0.21	0.22	0.33	0.32
	3.Sürgün	3.13		0.33		1.70		0.36		0.22		0.35	
26	1.Sürgün	4.61		0.39		1.66		0.41		0.22		0.31	
	2.Sürgün	3.36	3.78	0.31	0.35	1.75	1.73	0.50	0.44	0.24	0.24	0.34	0.33
	3.Sürgün	3.36		0.33		1.77		0.40		0.25		0.35	
27	1.Sürgün	3.25		0.26		1.57		0.40		0.19		0.23	
	2.Sürgün	3.30	3.22	0.31	0.29	1.67	1.63	0.44	0.42	0.21	0.20	0.28	0.26
	3.Sürgün	3.10		0.30		1.65		0.42		0.21		0.29	
28	1.Sürgün	3.65		0.25		1.69		0.39		0.19		0.27	
	2.Sürgün	3.25	3.39	0.30	0.30	1.86	1.77	0.47	0.41	0.21	0.20	0.30	0.30
	3.Sürgün	3.28		0.35		1.75		0.36		0.20		0.33	

Çizelge 4.2.Yaprakların Makro Element [N,P, K, Ca, Mg, S (%)] Konsantrasyonları (devamı)

Lab. No	Sürgün	N	Ort.	P	Ort.	K	Ort.	Ca	Ort.	Mg	Ort.	S	Ort.
29	1.Sürgün	3.25		0.24		1.47		0.38		0.16		0.23	
	2.Sürgün	3.70	3.45	0.31	0.30	1.73	1.63	0.49	0.45	0.20	0.19	0.32	0.29
	3.Sürgün	3.39		0.37		1.68		0.47		0.21		0.31	
30	1.Sürgün	3.13		0.22		1.59		0.38		0.18		0.24	
	2.Sürgün	3.19	3.14	0.28	0.26	1.78	1.66	0.44	0.41	0.20	0.20	0.32	0.29
	3.Sürgün	3.10		0.27		1.63		0.41		0.21		0.32	
31	1.Sürgün	3.30		0.24		1.51		0.36		0.17		0.23	
	2.Sürgün	3.47	3.30	0.30	0.31	1.74	1.72	0.47	0.42	0.21	0.21	0.32	0.29
	3.Sürgün	3.13		0.40		1.89		0.43		0.24		0.33	
32	1.Sürgün	2.96		0.23		1.58		0.38		0.21		0.22	
	2.Sürgün	3.16	3.15	0.30	0.27	1.41	1.60	0.50	0.41	0.25	0.23	0.25	0.27
	3.Sürgün	3.33		0.28		1.81		0.35		0.24		0.32	
33	1.Sürgün	3.30		0.18		1.06		0.41		0.18		0.21	
	2.Sürgün	3.36	3.25	0.31	0.25	1.35	1.28	0.43	0.44	0.20	0.21	0.26	0.27
	3.Sürgün	3.10		0.25		1.43		0.48		0.25		0.33	
34	1.Sürgün	2.79		0.21		1.45		0.36		0.19		0.25	
	2.Sürgün	3.13	3.32	0.26	0.26	1.61	1.63	0.55	0.44	0.23	0.23	0.25	0.28
	3.Sürgün	4.04		0.32		1.83		0.42		0.26		0.33	
35	1.Sürgün	3.08		0.22		1.29		0.40		0.18		0.19	
	2.Sürgün	3.59	3.24	0.32	0.29	1.61	1.56	0.52	0.45	0.26	0.23	0.26	0.25
	3.Sürgün	3.05		0.33		1.78		0.44		0.26		0.32	
36	1.Sürgün	3.19		0.24		1.46		0.39		0.18		0.26	
	2.Sürgün	3.25	3.14	0.27	0.29	1.52	1.67	0.56	0.44	0.24	0.23	0.30	0.31
	3.Sürgün	2.99		0.35		2.03		0.39		0.27		0.36	
37	1.Sürgün	3.19		0.21		1.39		0.37		0.16		0.24	
	2.Sürgün	3.76	3.45	0.30	0.29	1.70	1.64	0.43	0.40	0.21	0.20	0.32	0.30
	3.Sürgün	3.39		0.36		1.82		0.42		0.22		0.33	
38	1.Sürgün	3.53		0.20		0.91		0.38		0.17		0.20	
	2.Sürgün	3.08	3.44	0.27	0.27	1.56	1.36	0.40	0.38	0.20	0.19	0.28	0.27
	3.Sürgün	3.70		0.35		1.60		0.36		0.22		0.33	
39	1.Sürgün	2.85		0.18		1.36		0.42		0.17		0.25	
	2.Sürgün	3.30	3.57	0.28	0.28	1.58	1.59	0.53	0.45	0.22	0.21	0.33	0.31
	3.Sürgün	4.56		0.39		1.82		0.39		0.24		0.34	
40	1.Sürgün	2.68		0.26		1.47		0.48		0.20		0.24	
	2.Sürgün	3.87	3.19	0.34	0.29	1.94	1.76	0.52	0.51	0.28	0.25	0.32	0.29
	3.Sürgün	3.02		0.27		1.89		0.52		0.26		0.33	

Çizelge 4.2.Yaprakların Makro Element [N,P, K, Ca, Mg, S (%)] Konsantrasyonları (devamı)

Lab. No	Sürgün	N	Ort.	P	Ort.	K	Ort.	Ca	Ort.	Mg	Ort.	S	Ort.
41	1.Sürgün	2.51		0.22		1.52		0.40		0.17		0.24	
	2.Sürgün	3.19	3.04	0.26	0.26	1.43	1.63	0.47	0.42	0.21	0.21	0.27	0.29
	3.Sürgün	3.42		0.31		1.95		0.39		0.24		0.36	
42	1.Sürgün	2.56		0.21		1.21		0.31		0.16		0.21	
	2.Sürgün	3.82	3.23	0.29	0.26	2.00	1.59	0.44	0.38	0.22	0.20	0.31	0.29
	3.Sürgün	3.30		0.28		1.56		0.40		0.22		0.33	
43	1.Sürgün	3.30		0.30		1.59		0.39		0.19		0.26	
	2.Sürgün	4.16	3.99	0.41	0.37	1.86	1.68	0.43	0.42	0.24	0.22	0.31	0.29
	3.Sürgün	4.50		0.40		1.60		0.45		0.23		0.31	
44	1.Sürgün	3.13		0.28		1.57		0.36		0.19		0.25	
	2.Sürgün	3.36	3.34	0.32	0.32	1.81	1.68	0.48	0.42	0.23	0.21	0.31	0.29
	3.Sürgün	3.53		0.35		1.66		0.43		0.22		0.31	
45	1.Sürgün	3.47		0.34		1.78		0.41		0.22		0.32	
	2.Sürgün	4.04	3.60	0.41	0.34	1.72	1.62	0.49	0.60	0.22	0.23	0.35	0.34
	3.Sürgün	3.30		0.27		1.37		0.91		0.25		0.34	
46	1.Sürgün	3.42		0.30		1.68		0.42		0.19		0.25	
	2.Sürgün	3.19	3.39	0.26	0.29	1.59	1.66	0.45	0.43	0.19	0.20	0.28	0.29
	3.Sürgün	3.56		0.31		1.73		0.40		0.23		0.35	
47	1.Sürgün	3.53		0.32		1.79		0.35		0.19		0.26	
	2.Sürgün	4.16	3.66	0.34	0.31	1.68	1.73	0.44	0.42	0.19	0.20	0.35	0.32
	3.Sürgün	3.30		0.27		1.71		0.47		0.22		0.35	
48	1.Sürgün	3.70		0.30		1.47		0.45		0.23		0.27	
	2.Sürgün	3.47	3.46	0.30	0.30	1.45	1.45	0.47	0.46	0.24	0.24	0.31	0.31
	3.Sürgün	3.22		0.29		1.43		0.46		0.25		0.34	
49	1.Sürgün	2.56		0.25		1.68		0.37		0.18		0.24	
	2.Sürgün	2.34	2.86	0.32	0.30	1.72	1.76	0.47	0.41	0.21	0.20	0.32	0.30
	3.Sürgün	3.67		0.32		1.87		0.38		0.21		0.33	
50	1.Sürgün	3.02		0.24		1.68		0.43		0.17		0.29	
	2.Sürgün	2.68	3.00	0.37	0.29	1.65	1.79	0.48	0.45	0.23	0.18	0.30	0.33
	3.Sürgün	3.30		0.25		2.05		0.44		0.14		0.39	
En Düşük		2.19	2.82	0.17	0.25	0.91	1.28	0.31	0.38	0.14	0.18	0.19	0.25
En Yüksek		5.18	4.05	0.41	0.37	2.05	1.82	0.91	0.60	0.28	0.25	0.39	0.34
Ortalama		3.37		0.30		1.66		0.44		0.21		0.29	



Şekil 4.5. Yaprakların 3 Sürgün Ortalamasının Makro Element (N, P, K, Ca, Mg ve S) Konsantrasyonları

4.1.2.2. Yaprakların Total Fe, Cu, Zn, Mn, B, Al Konsantrasyonu

Yaprakların Fe konsantrasyonları en düşük 76 mg kg⁻¹, en yüksek 135 mg kg⁻¹ olup ortalama 96.40 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3). Çay yapraklarında Fe konsantrasyonu Reuters ve Robinson'un (1997) referans değerlerine göre değerlendirildiğinde örneklerin % 100'ü "az" düzeyde Fe içerdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Yaprakların Cu içerikleri en düşük 7 mg kg⁻¹, en yüksek 13 mg kg⁻¹ düzeyinde ortalama 9.55 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.3). Araştırma bulgularının Reuters ve Robinson, (1997), bildirdiği sınır değerlere göre yaprakların Cu konsantrasyonu % 96'sı "az", % 4'ü "yeterli" olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Yaprakların Zn içerikleri 17 mg kg⁻¹ ile 27 mg kg⁻¹ arasında değişirken ortalama 21.48 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.3). Reuters ve Robinson, (1997), bildirdiği sınır değere göre yaprakların % 100'ünün "az" seviyede Zn içerdiği saptanmıştır (Şekil 4.6).

Yaprakların Mn konsantrasyonu en düşük 425 mg kg⁻¹, en yüksek 1577 mg kg⁻¹ olup ortalama 1011.89 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Araştırma yapılan çay bahçelerinin Mn konsantrasyonunun % 80'i "az" ve % 20'si "fazla" düzeyde Mn içerdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Yaprakların B konsantrasyonunun en düşük 9 mg kg⁻¹, en yüksek 17 mg kg⁻¹ olup ortalaması 13,14 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 4.3). Reuters ve Robinson'un (1997) çay yaprakları referans değerlerine göre karşılaştırıldığında örneklerin % 100'ü "az" sınıfında B içerdiği belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Yaprak örneklerinin Al konsantrasyonu en düşük 562 mg kg⁻¹, en yüksek 1664 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ortalama 830.30 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.). Chu and Juneja, (1997) tarafından bildirilen sınır değerlere göre çay yapraklarının 3 dönem aritmetik ortalamasına göre Al içeriklerinin % 100'ünün Al bakımından "yeterli" olduğu saptanmıştır (Şekil 4.6).

Çizelge 4.3. Yaprakların Mikro Element [Fe,Cu,Zn,Mn,B,Al (mg kg⁻¹)] Konsantrasyonları

Lab. No	Sürgün	Fe	Ort.	Cu	Ort.	Zn	Ort.	Mn	Ort.	B	Ort.	Al	Ort.
1	1.Sürgün	119		12		29		1098		13		572	
	2.Sürgün	121	115	13	13	26	26	1629	1267	16	13	953	744
	3.Sürgün	104		13		24		1074		11		708	
2	1.Sürgün	88		9		21		1255		14		579	
	2.Sürgün	63	76	10	10	19	21	1950	1558	17	14	1342	930
	3.Sürgün	76		11		23		1470		10		869	
3	1.Sürgün	138		12		27		328		16		603	
	2.Sürgün	130	126	12	12	26	27	465	425	14	13	807	666
	3.Sürgün	110		13		27		483		10		587	
4	1.Sürgün	96		10		22		528		14		577	
	2.Sürgün	86	93	10	11	19	22	959	736	19	15	1144	798
	3.Sürgün	97		13		25		721		12		671	
5	1.Sürgün	99		9		24		575		10		527	
	2.Sürgün	84	118	9	9	24	22	865	866	17	14	1070	1583
	3.Sürgün	172		9		16		1157		15		3153	
6	1.Sürgün	86		9		19		713		12		494	
	2.Sürgün	69	81	8	9	14	17	805	778	16	13	895	741
	3.Sürgün	90		11		19		817		10		834	
7	1.Sürgün	98		10		23		637		13		573	
	2.Sürgün	73	84	11	10	22	22	811	752	14	13	743	739
	3.Sürgün	79		9		19		808		13		899	
8	1.Sürgün	92		10		25		764		15		572	
	2.Sürgün	69	76	10	10	24	23	838	825	16	14	764	706
	3.Sürgün	66		10		21		872		12		783	
9	1.Sürgün	113		10		23		750		12		551	
	2.Sürgün	85	94	11	11	21	23	949	825	17	14	819	660
	3.Sürgün	84		12		25		775		13		609	
10	1.Sürgün	86		9		26		446		18		635	
	2.Sürgün	54	81	9	9	22	22	564	533	21	16	988	749
	3.Sürgün	103		9		20		587		10		624	
11	1.Sürgün	82		8		18		771		9		524	
	2.Sürgün	85	92	8	9	15	18	745	765	9	9	1122	797
	3.Sürgün	110		10		22		779		9		746	
12	1.Sürgün	82		8		18		1067		10		605	
	2.Sürgün	89	87	6	7	16	17	1200	1115	12	11	983	719
	3.Sürgün	90		8		18		1077		10		568	
13	1.Sürgün	88		7		16		1630		11		792	
	2.Sürgün	89	89	9	9	19	19	1733	1577	16	12	1190	926
	3.Sürgün	91		10		21		1367		10		797	
14	1.Sürgün	103		5		15		1038		14		625	
	2.Sürgün	202	135	8	8	17	19	1219	1053	21	17	1025	685
	3.Sürgün	99		9		24		901		17		403	

Çizelge 4.3. Yaprakların Mikro Element [Fe,Cu,Zn,Mn,B,Al (mg kg⁻¹)] Konsantrasyonları (devamı)

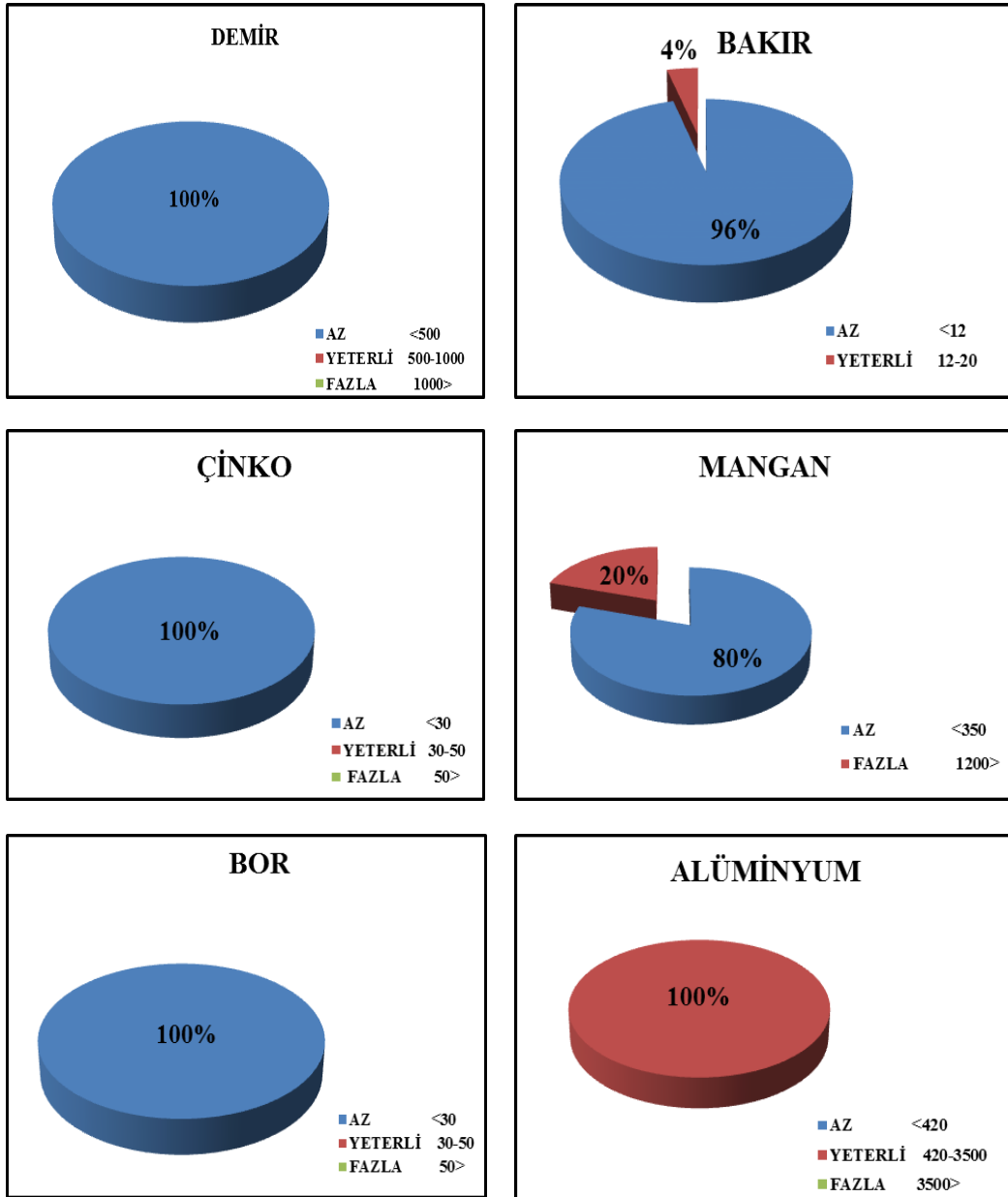
Lab. No	Sürgün	Fe	Ort.	Cu	Ort.	Zn	Ort.	Mn	Ort.	B	Ort.	Al	Ort.
15	1.Sürgün	108		6		16		659		13		703	
	2.Sürgün	88	90	9	8	20	19	944	789	13	13	829	725
	3.Sürgün	73		10		20		763		14		642	
16	1.Sürgün	101		7		13		1306		12		978	
	2.Sürgün	86	92	13	10	27	20	1545	1558	16	14	1283	1152
	3.Sürgün	89		11		21		1822		13		1195	
17	1.Sürgün	74		10		23		624		9		491	604
	2.Sürgün	81	83	12	11	27	26	822	740	11	10	677	604
	3.Sürgün	95		12		28		773		9		644	
18	1.Sürgün	91		10		25		936		13		469	
	2.Sürgün	87	117	9	9	18	19	1203	1294	16	16	1413	1664
	3.Sürgün	174		8		16		1743		20		3109	
19	1.Sürgün	84		8		21		972		11		483	
	2.Sürgün	88	94	10	9	20	20	1099	1061	14	12	1057	840
	3.Sürgün	109		10		19		1113		12		981	
20	1.Sürgün	91		10		22		860		13		541	
	2.Sürgün	77	83	9	10	23	23	1155	943	18	15	923	706
	3.Sürgün	81		11		24		814		14		654	
21	1.Sürgün	100		9		21		615		13		486	
	2.Sürgün	91	90	11	10	20	21	819	745	14	13	796	670
	3.Sürgün	80		11		20		802		13		729	
22	1.Sürgün	103		8		20		1204		15		612	
	2.Sürgün	101	99	9	9	19	21	1499	1280	19	15	1185	823
	3.Sürgün	92		11		25		1138		12		672	
23	1.Sürgün	101		8		24		730		10		426	
	2.Sürgün	83	95	9	9	23	25	900	829	14	11	670	562
	3.Sürgün	99		11		29		857		10		590	
24	1.Sürgün	80		10		24		770		12		434	
	2.Sürgün	82	86	9	10	20	22	977	918	14	13	642	587
	3.Sürgün	95		10		22		1008		13		686	
25	1.Sürgün	83		10		29		1098		11		425	
	2.Sürgün	80	85	11	11	22	25	1138	1071	16	13	791	605
	3.Sürgün	91		11		23		977		14		598	
26	1.Sürgün	102		10		25		630		11		372	
	2.Sürgün	86	94	8	9	19	23	995	836	13	12	929	622
	3.Sürgün	95		10		24		881		11		564	
27	1.Sürgün	112		9		20		1006		13		863	
	2.Sürgün	110	102	9	9	21	21	1039	1044	15	15	809	785
	3.Sürgün	83		10		23		1087		15		682	
28	1.Sürgün	105		9		19		1081		14		717	
	2.Sürgün	91	97	10	10	20	21	1269	1162	17	15	877	778
	3.Sürgün	97		12		25		1137		14		741	

Çizelge 4.3. Yaprakların Mikro Element [Fe,Cu,Zn,Mn,B,Al (mg kg⁻¹)] Konsantrasyonları (devamı)

Lab. No	Sürgün	Fe	Ort.	Cu	Ort.	Zn	Ort.	Mn	Ort.	B	Ort.	Al	Ort.
29	1.Sürgün	115		8		16		655		10		720	
	2.Sürgün	86	103	10	10	19	20	866	702	12	10	969	779
	3.Sürgün	108		12		26		585		9		648	
30	1.Sürgün	109		8		19		1061		12		775	
	2.Sürgün	79	96	9	10	21	21	999	1076	15	13	930	842
	3.Sürgün	99		11		24		1169		13		819	
31	1.Sürgün	97		8		19		875		8		605	
	2.Sürgün	173	131	8	9	19	21	1102	1006	12	11	895	733
	3.Sürgün	122		12		27		1042		11		698	
32	1.Sürgün	105		8		16		889		11		787	
	2.Sürgün	84	89	10	10	21	21	747	985	12	12	1017	820
	3.Sürgün	79		12		26		1320		15		655	
33	1.Sürgün	105		8		14		953		12		760	
	2.Sürgün	63	88	13	11	24	19	1480	1172	21	16	1068	914
	3.Sürgün	97		11		20		1084		13		913	
34	1.Sürgün	96		6		15		716		12		639	
	2.Sürgün	77	85	8	8	19	19	791	753	16	14	802	652
	3.Sürgün	83		9		23		750		13		514	
35	1.Sürgün	100		7		16		676		9		595	
	2.Sürgün	70	90	9	9	23	22	818	750	10	10	601	598
	3.Sürgün	100		11		26		756		11		599	
36	1.Sürgün	94		8		21		938		12		839	
	2.Sürgün	83	87	10	10	16	21	1022	964	16	14	1469	994
	3.Sürgün	83		12		26		932		12		675	
37	1.Sürgün	101		8		17		1102		10		733	
	2.Sürgün	72	84	9	9	21	21	1202	1133	14	11	971	779
	3.Sürgün	80		11		26		1094		10		634	
38	1.Sürgün	115		8		15		1372		9		866	
	2.Sürgün	58	82	9	10	21	21	1310	1233	15	12	874	780
	3.Sürgün	74		12		26		1015		13		599	
39	1.Sürgün	113		8		17		813		12		781	
	2.Sürgün	77	96	9	10	19	23	1025	887	17	14	1136	814
	3.Sürgün	98		13		32		824		13		524	
40	1.Sürgün	107		6		18		1083		11		937	
	2.Sürgün	84	94	8	8	23	20	1110	1193	13	13	869	933
	3.Sürgün	90		9		18		1387		15		992	
41	1.Sürgün	114		7		18		1264		12		863	
	2.Sürgün	83	102	9	8	18	20	1054	1231	16	14	1095	930
	3.Sürgün	109		9		23		1375		13		833	
42	1.Sürgün	97		7		15		1066		12		770	
	2.Sürgün	73	84	10	9	20	19	1459	1162	15	13	909	816
	3.Sürgün	82		9		21		962		12		769	

Çizelge 4.3. Yaprakların Mikro Element [Fe,Cu,Zn,Mn,B,Al (mg kg⁻¹)] Konsantrasyonları (devamı)

Lab. No	Sürgün	Fe	Ort.	Cu	Ort.	Zn	Ort.	Mn	Ort.	B	Ort.	Al	Ort.
43	1.Sürgün	140		8		20		809		11		703	
	2.Sürgün	73	109	11	10	25	25	881	910	12	12	735	974
	3.Sürgün	113		11		30		1039		12		1484	
44	1.Sürgün	112		9		21		722		12		623	
	2.Sürgün	81	98	11	10	24	25	955	840	15	14	932	783
	3.Sürgün	100		11		29		843		14		794	
45	1.Sürgün	125		8		22		907		10		747	
	2.Sürgün	88	134	9	8	24	21	1180	1340	11	13	759	1648
	3.Sürgün	189		8		17		1933		18		3436	
46	1.Sürgün	122		9		21		1035		14		621	
	2.Sürgün	68	95	8	9	18	22	1389	1161	14	13	1018	798
	3.Sürgün	96		11		26		1058		12		756	
47	1.Sürgün	123		10		25		1018		14		527	
	2.Sürgün	90	109	11	10	24	25	871	1091	17	15	906	794
	3.Sürgün	112		11		25		1383		13		949	
48	1.Sürgün	138		9		22		934		11		729	
	2.Sürgün	80	106	9	9	18	20	1176	1126	13	12	1025	910
	3.Sürgün	100		10		21		1267		12		976	
49	1.Sürgün	97		6		20		1065		11		732	
	2.Sürgün	122	100	8	8	23	23	1216	1151	15	12	1018	812
	3.Sürgün	82		9		26		1171		11		684	
50	1.Sürgün	120		7		20		1426		12		668	
	2.Sürgün	82	106	11	10	26	22	1262	1385	16	13	722	846
	3.Sürgün	117		11		20		1467		11		1149	
En Düşük		54	76	5	7	13	17	328	425	8	9	372	562
En Yüksek		202	135	13	13	32	27	1950	1577	21	17	3436	1664
Ortalama		96		10		21		1012		13		830	



Şekil 4.6. Yaprakların 3 Sürgün Ortalamasının Mikro Element (Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Al) Konsantrasyonları

4.1.3. Toprak Örnekleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için örnekler arasında korelasyon yapılmış ve % 0.01** ve % 0.05*'e göre istatistiki olarak önemlilik düzeyleri değerlendirilmiştir (Çizelge 4.4).

Toprakların EC'si ile pH'sı arasında % 0.01 düzeyinde ($r = -0.529^{**}$) negatif önemli bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Toprakların organik madde içerikleri ile pH değeri arasında % 0.05 düzeyinde ($r = -0.310^*$) negatif önemli bir ilişkinin olduğu bulunmuştur.

Toprakların Mg konsantrasyonları ile Ca konsantrasyonları arasında % 0.01 düzeyinde ($r = 0.805^{**}$) pozitif önemli bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Toprakların Fe konsantrasyonları ile Mg konsantrasyonları arasında ($r = 0.464^{**}$) % 0.01 düzeyinde pozitif önemli bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Toprakların Cu konsantrasyonları ile Mg konsantrasyonları arasında ($r = 0.353^{**}$) ve Fe konsantrasyonları arasında ($r = 0.640^{**}$) % 0.01 düzeyinde pozitif önemli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

Topraklardaki Zn konsantrasyonları ile Ca konsantrasyonu ($r = 0.340^{**}$), Mg konsantrasyonu ($r = 0.417^{**}$), Fe konsantrasyonu ($r = 0.597^{**}$) ve Cu konsantrasyonu arasında ($r = 0.499^{**}$) % 0.01 düzeyinde pozitif önemli bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Toprakların Mn konsantrasyonları ile K konsantrasyonları arasında % 0.01 düzeyinde ($r = 0.367^{**}$) pozitif önemli bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Toprakların B konsantrasyonlarının pH ile % 0.05 düzeyinde ($r = -0.288^*$) negatif önemli ve organik madde içeriğiyle ($r = 0.279^*$) pozitif önemli ilişkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Toprakların Kimyasal Özellikleri Arasındaki İstatistiki İlişkiler

	pH	EC	O.Madde	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
pH	1											
EC	-0,529**	1										
O.Madde	-0,310*	0,025	1									
P	-0,027	0,072	0,055	1								
K	0,128	0,160	-0,121	0,241	1							
Ca	0,080	0,116	-0,086	0,077	0,150	1						
Mg	0,070	0,021	-0,222	0,045	0,044	0,805**	1					
Fe	0,051	-0,038	-0,018	-0,013	0,067	0,216	0,464**	1				
Cu	0,210	0,027	-0,206	-0,018	0,215	0,148	0,353**	0,640**	1			
Zn	0,216	0,162	-0,156	-0,089	0,104	0,340**	0,417**	0,597**	0,499**	1		
Mn	0,159	0,122	-0,087	0,129	0,367**	0,105	-0,021	0,080	0,122	0,255	1	
B	-0,288*	0,117	0,279*	0,150	0,087	0,036	0,053	-0,027	0,035	-0,061	0,026	1

***: <0,05 Önemli, **: <0,01 Önemli**

4.1.4. Toprak Örnekleri İle Yaprak Örnekleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Araştırma alanı toprakları ile yaprak örnekleri analiz değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon yapılmış % 0.01** ve % 0.05*'e göre istatistiki olarak önemlilik düzeyleri değerlendirilmiştir (Çizelge 4.5).

Toprak pH değeri ile yaprakların N konsantrasyonu arasında ($r = 0.332^{**}$), yaprakların Mg konsantrasyonu ile ($r = 0.365^{**}$) önemli pozitif ve Mn konsantrasyonu ile ise % 0.01 düzeyinde ($r = - 0.332^{**}$) önemli negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca toprakların pH değeri ile yaprakların P konsantrasyonu arasında ($r = 0.304^*$), yaprakların Zn konsantrasyonu ile ($r = 0.305^*$) % 0.05 düzeyinde önemli pozitif bir ilişkisi bulunmuştur.

Toprak EC' si ile yaprakların N konsantrasyonu ($r = - 0.349^{**}$), yaprakların P konsantrasyonu ($r = - 0.349^{**}$) önemli negatif ve yaprakların Mn konsantrasyonu ile % 0.01 düzeyinde ($r = 0.4519^{**}$) önemli pozitif ilişkileri olduğu tespit edilmiştir.

Toprak organik maddesi ile yaprakların Mg konsantrasyonu arasında % 0.05 düzeyinde ($r = - 0.298^*$) önemli negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Toprak P konsantrasyonlarının yaprakların besin element konsantrasyonları ile korelasyonları, Ca konsantrasyonu ile ($r = 0.331^{**}$), yaprakların S konsantrasyonu ile ($r = 0.331^{**}$), yaprakların Mn konsantrasyonu ile ($r = 0.333^{**}$), yaprakların Al konsantrasyonu arasında ($r = 0.3612^{**}$) önemli pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Toprak P konsantrasyonu ile yaprakların Cu konsantrasyonu arasında ($r = - 0.484^{**}$) % 0.01 düzeyinde önemli negatif ilişki olduğu saptanmıştır.

Toprak K konsantrasyonu ile yapraklardaki B konsantrasyonu ($r = 0.290^*$) arasında % 0.05 düzeyinde önemli pozitif ilişki olduğu bulunmuştur.

İstatistiki açıdan % 0.01 düzeyinde toprak Mg konsantrasyonu ile yaprakların Ca konsantrasyonu arasında ($r = 0.338^{**}$) önemli pozitif ve yaprakların Mn konsantrasyonu ile arasında % 0.05 düzeyinde ($r = - 0.316^*$) önemli negatif ilişkiler olduğu saptanmıştır.

Topraktaki Fe konsantrasyonu ve yaprakların Ca konsantrasyonunun % 0.01 düzeyinde ($r = 0.340^{**}$) önemli pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Toprak Zn konsantrasyonu ile yaprakların Ca konsantrasyonu ($r = 0.287^*$) arasında % 0.05 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Toprak Mn konsantrasyonu ile yaprakların Mn konsantrasyonu ($r = 0.437^{**}$) arasında % 0.01 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.

Toprak B konsantrasyonu ile yaprakların Fe konsantrasyonu ($r = 0.431^{**}$), yaprakların Al konsantrasyonu ($r = 0.437^{**}$) arasında % 0.01 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler olduğu saptanmıştır.

Cizelge 4.5. Toprakların Kimyasal Özellikleri ile Yaprakların Besin Elementleri Konsantrasyonları Arasındaki İstatistiki İlişki

	YAPRAK ÖZELLİKLERİ												
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Al	
pH	0,332**	0,304*	0,178	0,162	0,365**	-0,037	-0,046	-0,008	0,305*	-0,332**	0,009	-0,153	
EC	-0,349**	-0,349**	-0,135	-0,010	-0,278	0,038	-0,123	0,063	-0,177	0,452**	0,066	0,102	
O.Madde	-0,022	-0,048	-0,051	-0,172	-0,298*	0,084	0,033	-0,039	-0,089	-0,111	-0,104	0,015	
P	-0,146	0,039	0,167	0,331**	-0,026	0,331**	0,260	-0,484**	-0,233	0,333**	0,191	0,363**	
K	-0,152	-0,043	0,206	0,206	-0,145	0,040	-0,082	0,013	-0,047	0,233	0,290*	0,076	
Ca	-0,084	-0,161	-0,062	0,226	-0,115	-0,160	-0,072	0,135	-0,036	-0,155	0,113	0,179	
Mg	-0,170	-0,192	-0,159	0,338**	0,088	-0,195	-0,001	0,187	0,005	-0,316*	0,167	0,176	
Fe	-0,074	-0,199	-0,175	0,340**	0,080	-0,020	0,022	0,079	0,002	-0,241	0,264	0,176	
Cu	-0,041	-0,263	-0,258	0,246	0,124	-0,155	-0,134	-0,066	-0,135	-0,091	0,216	0,093	
Zn	-0,048	-0,129	0,061	0,287*	-0,024	0,058	0,004	0,118	0,155	-0,075	0,155	0,121	
Mn	-0,104	-0,003	0,184	0,112	0,012	0,186	0,041	0,097	0,067	0,437**	-0,038	0,077	
B	-0,130	-0,060	-0,203	0,259	-0,193	0,008	0,431**	-0,011	-0,064	0,228	0,230	0,437**	

*: <0,05 Önemli, **: <0,01 Önemli

4.2. TARTIŞMA

Ülkemizde, çay (*Camellia sinensis*) bitkisi yaygın olarak Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Rize merkez'e bağlı köy ve mahallelerinden toplanan toprak örneklerinin analizleri sonucunda, toprakların genelde kumlu tınlı, kumlu killi tın, tınlı kum, tınlı ve killi bünye sınıflarına sahip olduğu belirlenmiştir. Topraklar tuzsuz, ve organik madde düzeylerinin genelde iyi, yüksek ve orta sınıflarında olduğu tespit edilmiştir. Araştırmamız bulgularıyla paralellik gösteren bazı çalışmaları şöyle özetleyebiliriz. Adiloğlu ve ark., (2006), tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarının da çalışmamızla benzer sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacıların çalışmalarında elde edilen analiz sonuçlarına göre, topraklar genelde killi ve killi tınlı, kuvvetli ve orta asitli, organik madde içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Özyazıcı ve ark., (2010), tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre çay tarımı topraklarının genel olarak killi tınlı ve killi bünyeli olduğu ve toprak reaksiyonu bakımından alınan örneklerin % 90'ının çay için ideal kabul edilen pH değerlerinin altında yer aldığını tespit etmiştir.

Burada sunulan tez çalışmamız analiz sonuçlarına göre, toprak pH'larının 3.49 – 5.01 arasında değiştiği saptanmıştır. Çay bitkisi kireç sevmeyen (kalsifüj) bir bitkidir. Çay yetiştiriciliğinde genellikle bahçelerin asit karakterli olması arzu edilir. Çeşitli literatür bilgilerine göre çay yetiştiriciliğinde optimum bir gelişme olması için toprak pH'larının 4.5 – 6.0 olması istenir (Kacar, 2010). Bu sınırların dışında besin elementlerinin yararı olumsuz etkilenmesinden verim kayıpları söz konusu olacaktır. Genellikle çay yetiştiriciliğinde pH 4.5'in altına düştüğünde çay bitkisinin gelişmesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Çay topraklarında pH'nın istenmeyen şekilde düşüşlerinde gübrelemenin önemli etkisi olmaktadır. Anonim, (2015b), verilerine göre, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yıllık yağış miktarı 2053.5 mm olması nedeniyle çay yetiştiricilerinin Azotlu gübrelemede yıkanma kayıplarını minimize etmek için genellikle fizyolojik olarak asit karakterli $(NH_4)_2SO_4$ gübresi tercih edildiğinden düşük pH koşulları daha da düşüş göstererek verimde önemli düzeyde azalmaları sağlamıştır. Sarımehtem ve ark., (1989), tarafından 538 toprak örneği analiz edilmiş ve toprakların % 84.57'sinin pH <4.0 olduğu saptanmıştır. Müftüoğlu ve ark., (1993a), tarafından çay yetiştirilen alanlardan 1815 adet toprak örneği analiz sonuçlarına göre, en düşük pH değerlerinin Rize ilinde olduğunu ve Rize ilini kapsayan 1271 toprak örneğinin ise % 68.53'ü pH <4.5 bulunduğunu saptamıştır. Benzer sonuçlar da yapılan bu tez çalışmasında örneklerin % 74'ü pH <4.5 bulunmuştur. Rize ili çay yetiştirilen alanlarında yöre çiftçisinin de aşırı miktarda asit karakterli gübre kullanımı eklenince bölge topraklarında önemli düzeyde besin elementi yararı olumsuz etkilenmesinin düşmesine neden olmuştur. Ülkemizde çay

yetiştiriciliğinde alkali topraklara pek rastlanmamaktadır. Oysa diğer çay yetiştiren ülkelerde alkali koşulların olduğu bilinmektedir. Alkali koşullar çay bitkisinin gelişmesinde istenmeyen bir toprak özelliğidir. Örneğin, Hamid ve ark (2006) tarafından pH'sı 7.1 olan bir bahçeye 3 yıl üst üste $Al_2(SO_4)_3$ 'tan 200, 300 ve 600 g/m³ ve 100, 200 ve 300 g/m³ S (kükürt) uygulamıştır.

Rize merkeze bağlı köy ve mahallerindeki bazı çay bahçelerinin mineral beslenmesini konu alan çalışmamızda yörede çay yetiştiriciliğinde bitkilerin beslenmesinde yüksek oranda beslenme sorunu olduğu saptanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, toprakta bitkiye yarayışlı fosforun Bray. ve Kurtz., (1945), tarafından bildirilen sınır değerlerle karşılaştırıldığında toprak örneklerinin % 4'ü "çok az" ve % 8'i ise "az" olarak sınıflandırılmıştır. Benzer sonuçlar Müftüoğlu ve ark., (1993b), tarafından yürütülen çalışmada 1815 toprak örneğinde çay tarımı yapılan topraklarının bitkiye yarayışlı P konsantrasyonunda örneklerin % 80.55'inin "çok az" ve "az" sınıfında yer aldığı saptanmıştır. Söz konusu araştırmada Rize ilini kapsayan 1271 toprak örneğinin ise % 70.50'sinin P bakımından çok az olduğunu bildirmiştir. Benzer bir bulgu da Özer (2007 ve 2010) tarafından yapılan çalışmada ortaya konulmuştur. Bu çalışmaya göre, çay yetiştirilen alanların verimlilik durumlarını saptamak amacıyla 258 toprak örneği alınmış ve bunların sonuçlarına göre toprakların bitkiye yarayışlı fosfor durumlarının % 17'si "çok az" ve % 20.9'da "az" olduğu belirlenmiştir. Araştırmamız P bulgularının istatistiki değerlendirmesinde ise toprak pH'sı ile yaprak P konsantrasyonu ($r = 0.3038^*$) arasında % 0.05 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır. araştırma topraklarının pH yönünden yaşayacağı sıkıntıların bitki tarafından alınacak P olumsuz etkileri olacaktır. Tarafımızdan yapılan bu tez çalışması ve diğer literatür bilgilerine göre çay yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Rize ilinde bitkilerin P bakımından beslenme probleminin olduğu görülmektedir.

Sunulan çalışmamızda toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı K durumları Sillanpaa, (1990), sınır değerlerle karşılaştırıldığında toprak örneklerinin % 50'si "az" % 42'si "yeterli" iken yaprak örneklerinin Reuters ve Robinson, (1997), bildirdiği sınır değerlere göre örneklerin % 96'sının "az" olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre yörede bitkilerin K ile beslenmesinde problem olduğu görülmektedir. Literatür bilgilerinde Kacar ve ark., (1978), yörede yapmış oldukları çalışmada çay yetiştirilen alanların topraklarının orta derecede K içerdiklerini bildirmiştir. Oysa günümüzde yapılan çalışmalarda özellikle Rize topraklarının K yönünden gittikçe fakirleştiği gözlenmektedir. Özer, (1999), tarafında yapılan çalışmada almış oldukları 100 toprak örneği içerisinde örneklerin yaklaşık % 34'ü "çok az" ve "az" olarak sınıflandırılmıştır. Adı geçen araştırmacı (2010) yılında yapmış olduğu bir başka araştırmasında

ise 258 toprak örneğinin % 36.9'nun "çok az" ve "az" olduğunu saptamıştır. Müftüoğlu ve ark., (2013), Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan toprakları incelediği araştırmada da 199 toprak örneğinin % 14'nün K bakımından "az" olduğu bulunmuştur. Bulgular ve yukarıda vurgulanan literatür bilgilerine göre çay yetiştiriciliği alanında ki topraklarda K eksikliğinin artan bir düzeyde sürdüğüne işaret etmektedir.

Araştırmaya konu olan toprakların, toprakta bitkiye yararlı Ca durumları Anonim., (1990), sınır değerlerle karşılaştırıldığında toprak örneklerinin % 54'ü "az", % 46'sı "yeterli" iken yaprak örnekleri ise Reuters ve Robinson, (1997),'nun bildirdiği sınır değerlere göre örneklerin % Ca konsantrasyonu % 82'si "yeterli", % 2'si "fazla" ve % 16'sı "az" olduğu belirlenmiştir. Toprak örneklerinin bitkiye yararlı Mg durumları Sillanpaa, (1990), sınır değerlerle karşılaştırıldığında toprakların % 54'ü "az", % 40'ı "yeterli" ve % 6'sı da "fazla" olarak sınıflandırılmıştır. Topraktaki Mg oranlarının tersine yaprak örnekleri Reuters ve Robinson, (1997), bildirdiği sınır değerlere göre karşılaştırıldığında % 100'ünün "yeterli" düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Çay bahçesindeki yüksek oranda organik madde bulunması ve bunların aşırı yağışlarda ayrışmasının hızlı olmasından içeriğindeki besin elementlerinin bitkiler tarafından absorbe edilmesiyle toprakta Mg eksikliği olsa bile yaprakta eksiklik oluşmayabilir. Ayrıca topraktaki Mg ile Ca arasında ilişki vardır. Yapmış olduğumuz istatistiki değerlendirmede de Mg ile Ca ($r = 0.805^{**}$) % 0.01 düzeyinde Pozitif önemli ilişkinin olduğu saptanmıştır. Araştırmamıza konu olan yaprak örnekleri Reuters ve Robinson, (1997), tarafından verilen % S referans değerlerine göre yapılan karşılaştırmada % 72'si "yeterli" ve % 28'i "fazla" olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara göre S ile beslenmede bir sorun olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırmaya konu olan toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları Lindsay ve Norwell'in (1978), bildirdiği sınır değerler ile karşılaştırılıp sınıflandırılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, alınan toprak örneklerinin toprakta alınabilir Fe konsantrasyonu bakımında % 72'sinin "fazla", % 18'inin "orta" ve % 10'u ise "az" olarak sınıflandırılmasına rağmen çay yaprak örneklerinin Reuters ve Robinson, (1997), bildirdiği referans değerlerine göre örneklerin alınabilir Fe konsantrasyonu % 100'ü az olarak sınıflandırıldığı belirlenmiştir. Çay yetiştirilen alanlar pH düzeyleri genellikle çok kuvvetli asit karakterli olmasıyla toprakların Al konsantrasyonları yüksek olmaktadır. Bu nedenle toprakta yeterli Fe olmasına rağmen bitkiye taşınım da eksiklikler oluşabilmektedir. Toprak örneklerinin alınabilir Cu konsantrasyonu tüm örneklerin % 64'ünün "yeterli" ve % 36'sinde yetersiz olduğu saptanmıştır. Yaprak örnekleri de Reuters ve Robinson,

(1997),’nin belirttiği sınır değerlere göre yaprakların Cu konsantrasyonu % 96’sı “az” ve % 4’ünde “yeterli” olduğu bulunmuştur.

Toprakta alınabilir Zn konsantrasyonunun % 8’inin “yeterli”, % 26’sının “az” ve % 66’sının da çok “az” olduğu saptanmıştır. Reuters ve Robinson, (1997),’nin bildirdiği sınır değerlere göre yaprak örneklerinin Zn beslenmesiyle ilgili olarak % 100’ünün “az” olarak sınıflandırıldığı tespit edilmiştir. Toprak özellikleri içinde, mikro elementlerin bitkilerce alınabilirliğini en çok etkileyen faktörün toprak pH’sı olduğu bildirilmektedir (Middleton ve Mewaters, 2004). Ayrıca, aşırı asit topraklarda yüksek miktardaki Al bulunması durumunda da Zn taşınımında problemlerin olduğu bildirilmektedir (Alloway, B. J. 2008). Toprak ve yaprak örneklerindeki istatistiki değerlendirmede toprakların Zn konsantrasyonu ile toprak Ca arasında $r = 0.340^*$, toprak Zn – Mg arasında $r = 0.4169^{**}$, toprak Zn – Fe arasında $r = 0.3375^*$ ve toprak Zn – Cu arasında da $r = 0.4982^{**}$ ilişkilerin olduğu saptanmıştır. Şendemirci, (2008) tarafından Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarının yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn bakımından genel durumunu belirlemek ve ayrıca toprakların çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yarayışlı mikro element kapsamlarıyla ilişkilerini saptamaya çalışmıştır. Söz konusu araştırma sonuçlarına göre Rize’den alınan toprakların %50’si demir noksanlığı yönünden yüksek riskli olduğunu bildirmiştir.

Toprakta alınabilir Mn konsantrasyonu toprak sınır değerlerine göre karşılaştırıldığında % 16’sının “Çok az”, % 76’sının “az” ve % 8’inin “yeterli” olarak sınıflandırıldığı belirlenmiştir. Araştırma yapılan çay bahçelerinin yaprak örneklerinin Mn konsantrasyonunun ise % 80’i “az” ve % 20’ sinin “fazla” sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir.

Chu and Juneja, (1997), tarafından bildirilen sınır değerlere göre çay yapraklarının 3 sürgün dönem ortalamasına göre Al içeriklerinin % 100’ünün “yeterli” olduğu saptanmıştır.

Bu tez çalışması verilerine göre önemli oranda noksanlığı görülen diğer bir mikroelement ise bor olmuştur. Wolf, (1971), tarafından bildirilen alınabilir B sınır değerlere göre karşılaştırıldığında, toprak örneklerinin % 2’si “az” ve % 98’i “çok az” olarak sınıflandırılmıştır. Toprakta alınabilir B’un yüksek oranda noksanlığına paralel olarak yaprak örnekleri de Reuters ve Robinson, (1997),’un çay yaprakları referans değerlerine göre karşılaştırıldığında örneklerin % 100’ünün “az” sınıfında B içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi Rize ilinde yıllık yağışın 2053.5 mm olması B’un topraktan yıkanmasını sağlamıştır. Ayrıca, toprakta B yarayışlılığını ve adsorbsiyonunu etkileyen etmenler olarak pH önemli bir etkidir. Yaptığımız istatistiki değerlendirmede de topraktaki B konsantrasyonu ile toprak pH’sı arasında $r = - 0.2883^*$ % 0.05 düzeyinde negatif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Araştırmamıza konu olan Rize ili bazı çay bahçelerinin hem toprak hem de yaprak örneklerinde makro ve mikro bitki besin elementleri ile ilgili beslenme problemlerinin olduğu görülmüştür.
- Bitkilerin mineral beslenmeleri üzerine çeşitli faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir. Bitki besin elementleri yarayışlılığı üzerine etkili olan toprak faktörleri olarak; toprak pH'sı, kireç içeriği, organik madde miktarı, tekstürü, nem düzeyi, topraktaki besin elementleri arasındaki etkileşim, yetiştirilen bitkinin türü ve çeşidini sıralayabiliriz. Yukarıda vurgulanan toprak faktörlerine bağlı olarak toprakta mevcut bulunan ve gübrelemeyle verilen besin elementlerinden bitkiler farklı düzeylerde yararlanmaktadır. (Kacar, 1995; Erdal, 2005).
- Çay yetiştiriciliğinde en uygun pH aralığı 4.5 – 6.0 olması arzu edilir. Araştırma konu olan toprak örneklerinin toprak reaksiyonu (pH) 3.49 – 5.01 arasında değişmektedir. Toprak pH'sının çok düşük olduğu durumlarda besin elementi yarayışlılığı da sınırlanmaktadır. Makro elemntlerden özellikle P, K, Ca ve Mg gibi bitkilerin temel besin elementlerinin noksanlıkları belirlenmiştir. Buna göre, toprak örneklerinin % 12'sinde P, %50'sinde K, % 54'ünde Mg ve % 54'ünde Ca noksanlığı bulunmuştur. Çay yetiştirilen alanların pH'sı uygulanan asit karakterli gübrelere bağlı olarak daha da düşüş göstererek besin elementlerinin yarayışlılığı sınırlanmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi Rize ili çay yetiştiricilerinin uzun yıllardır azotlu gübrelemede amonyum sülfat (NH₄)₂SO₄ gübresini kullanmaları sonucunda toprak asitliği alt sınır olan pH<4.5'in altına gerilemiş ve buna bağlı olarak çay bitkisinde beslenme sorunları ortaya çıkmıştır. Bu sorunun giderilmesinde kireçleme yapılması çay bitkisinin kireç sevmeyen bir bitki olması dolayısıyla istenmeyen bir durumdur. Çay bitkisi Al'a fazla miktarda gereksinim göstermektedir. Kireç uygulaması sonucunda Al inaktif duruma geleceği için ve başka sorunları da ortaya çıkaracağı için istenmeyen bir durumdur. Toprak pH'sının kritik sınırın altında olduğu alanlarda çay topraklarına organik gübrelerin ve ahır gübresinin uygulanması akılcı bir çözüm olacaktır. Diğer bir yaklaşımda çay atıklarının ihtimarı yapıldıktan sonra kompostlaştırılarak uygulanması önerilebilir. Kacar ve ark., (1996), çay yetiştirilen alanlarda toprak asitliğinin pH<4.5 altına düştüğü bölgeler için dekar başına 1 ton çay atığı, 150 kg ahır gübresi ve bunlarla karıştırmak üzere 50 kg kireç ile 100 kg'da çay gübresi (25-5-10) uygulamasının bitkilerin beslenmesinde önemli olacağını bildirmiştir.
- Uygun olmayan pH koşullarında temel besin elementi olan P'un fiksasyonu gerçekleşecektir. Topraktaki mevcut fosforun ve gübre olarak verilen fosforlu gübrelerin fiske

edilerek alınması güçleşmektedir. Toz halinde verilen fosforlu gübreler yerine granüle fosfatlı gübreler tercih edilebilir.

- Araştırmaya konu olan Rize ili bazı çay bahçelerinin hem toprak hem de yapraklarında önemli düzeyde mikro element noksanlığı görülmüştür. Eksikliği görülen mikro elementlerden en yaygın olanı B, Zn, Mn ve Cu olmuştur. Toprakların % 100'ünde B noksanlığı, % 92'sinde Zn, % 92'sinde Mn ve % 36'sında Cu noksanlığı belirlenmiştir. Mikro elementlerin noksanlığının yaygın olması toprakların aşırı düzeyde asit karakterli olmasıyla ilişkilidir. Çay yetiştirilen alanlarda uygun olmayan toprak özellikleri nedeniyle mikro element gübrelemesinin topraktan yapılması yerine yapraktan püskürtme ile uygulanması önerilmektedir. Özellikle Zn ve B'lu gübrelemenin yağış olmayan günlerde yapraktan uygulanması gerçekçi bir yaklaşımdır.

- Yapılacak olan gübrelemenin mutlaka toprak ve yaprak analizine bağlı olarak yapılması gerekmektedir. Yaprak ve toprak analizine bağlı olarak yapılacak olan dengeli gübreleme uygulamalarında geleneksel metotlar yerine modern teknikler kullanılarak analize dayalı yapılması çay tarımının geleceği açısından son derece önemli olduğu görülmektedir. Bu gübreleme programları yapılırken bitki besin elementi yarıyışlılığını etkileyen toprak özellikleri göz ardı edilmeden topraktan ve özellikle mikroelementlerin yapraktan uygulamaları özendirilmelidir.

6.KAYNAKLAR

- Abanuz, G., Y. 2007. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkilerinin Ağır Metal Kapsamlarının Araştırılması. Doktora Tezi. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Adiloğlu A. and Adiloğlu S. 2006, An Investigation on Nutritional Status of Tea (*Camellia Sinensis L.*) Grown in Eastern Black Sea Region of Turkey, Pakistan Journal of Biological sciences, 9(3), 365-370
- Alloway, B. J. 2008. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Second edition, IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France, pp:139.
- Altınbaş, Ü., Kurucu, Y., Bolca, M., Duran, A.R. 1999. Kemalpaşa ilçesi (İzmir) ve çevresinin amaç dışı arazi kullanım sorunları. Kemalpaşa kültür ve çevre sempozyumu, 03-05.06.1999, Kemalpaşa/İzmir.
- Anitha, E., Praveena, V., Babu, N.G.R., Manasa, P. 2013. Enumeration of foliar fertilizer efficiency in India's top commercial crop-tea. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2 (12), 8083-8046.
- Anonim, 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.
- Anonim, 2014. Diğer bitkilerin besin değerleri tabloları/ demlenmiş içime hazır çay besin değerleri tablosu.html. [http:// www. Standartmerkezi.com](http://www.Standartmerkezi.com)-(Erişim:30.12.2014)
- Anonim, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu Web Sayfası. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>-(Erişim:04 Şubat 2015).
- Anonim, 2015a. FAO, Tea Production. <http://faostat3.fao.org>-(Erişim:04.02.2015).
- Anonim, 2015b. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=RIZE#sfB>-(04.02.2015).
- Barik, K., Aydın, A., Kant, A.C. 2013. Leaching of different liming materials from acid soil and determination of liming period. Journal of Food, Agriculture&Environment, 11(3-4): 863-866.
- Bekhit, M. Y. 2006. Levels of essential and non-essential Metals in Leaves of the Tea Plant (*Camellia sinensis L.*) and Soils of Washwash Farms. A Graduate Project Submitted to the School of Graduate Studies of Addis Ababa University, Ethiopia.
- Bhattacharyya N.G., Dey S. K. 1983. Role of pH and aluminium on phosphate availability of tea soils. Soils meteorology department, Tocklai.
- Boss, C. B., Fredeen, K. J. 2004. Concept instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectroscopy, Perkin-Elmer, Bridgeport Avenue Shelton.
- Bouyocous, G.J. 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. Agronomy Journal, 43:434-437.

- Bozkurt, M. A., Çimrin, K. M., Karaca, S. 2000. Aynı koşullarda yetiştirilen 3 farklı elma çeşidinde beslenme durumlarının değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 6 (4):101-105.
- Bray, R.H. ve Kurtz, L.T. 1945. Determination of Total, Organic and Available Forms of Phosphorus in Soils. Soil sci.59: 39-45.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. In C.A. Black et al. (ed.) Methods of soil analysis. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA, Part 2. Agron. 9: 1149- 1178.
- Bulduk, U. E. 2008. Çilek çeşitlerinin besin maddesi içeriklerine bakılarak beslenme düzeylerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, OMÜ, FBE, Toprak Anabilim Dalı, Isparta.
- Can-Lan, S., Jian-Min, Y., Woon-Puay, K., Mimi, C.Y. 2006. Green tea, black tea and colorectal cancer risk: a meta-analysis of epidemiologic studies. Carcinogenesis. 27(7), 1301–1309.
- Canözer, Ö., Çakır, G., Püskülcü, G., Dikmelik, Ü. 1984. Ege Bölgesi önemli kiraz Çeşitlerinin Bitki Besin Element Durumları ve Toprak-Bitki İlişkileri. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müd. Yayınları, İzmir.
- Carr, H. P., Lombi, E., Kupper, H., McGrath, S. P., Wong, M. H. 2003. Accumulation and distribution of aluminium and other elements in tea (*Camellia sinensis*) leaves. Agronomie, 23(8), 705–710.
- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. and Chew, Y.L. 2007. Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. Food Chemistry, 102, 1214-1222.
- Chong, K.P., T.Y. Ho, ve M.B. Jalloh. 2008. Soil Nitrogen Phosphorus and Tea Leaf Growth in Organic and Conventional Farming of Selected Fields at Sabah Tea Plantation Slope. Journal of Sustainable Development. 1,3, 117-122.
- Chu, D.C. ve Juneja, L.R. 1997. General chemical composition of green tea. In: chemistry and applications of green tea. pp. 13-22 CRC Press, LLC. USA.
- Cooper, R., Morré, D.J., Morré, D.M. 2005. Medical benefits of green tea: part II. review of anticancer benefits. The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 11(4), 639-652.
- Dang, M.V. 2002. Effects of tea cultivation on soil quality in the northern mountainous zone, Vietnam. the Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Soil Science. University of Saskatchewan, Canada.
- Demir, A. 2002. Çay, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı 1, Nüsha 10.
- Drinnan, E. 2008. Fertilizer Strategies for Mechanical Tea Production. RIRDC Publication No 08/030.
- Eden, T., 1976. Tea third edition tropical agriculture series longman group limited, London. 8-16 p.
- Erdal, İ. 2005. Isparta yöresi Elma bahçelerinin yaprak besin elementi konsantrasyonları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi Cilt 11 Sayı4 411 – 416s.
- Erdal, İ., Aksin, M.A., Küçüküyük, Z., Yıldırım, F. and Yıldırım, A. 2008. Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. World Journal of Agricultural Sciences. 3 (6).
- Fan, B.S., Libo, F., Hua, C., Lifang, H. and Pingsheng, W. 2005. Balanced Fertilization for Tea Production in Yunnan. Better Crops/Vol. 89 (No. 2).

- Füsunoğlu, M ve Besler H.T. 2008. Çay ve Sağlık İlişkisi. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727. SBN : 978-975-590-243-2.
- Gardner, E.J., Ruxton, C.H.S., Leeds, A.R. 2007. Black tea – helpful or harmful? a review of the evidence. *European Journal of Clinical Nutrition*. 61, 3-18.
- Gökhale N.G. 1952. Soil and climatic condations for tea. Capital, Assam, 17, 13.
- Grewelling, T., Peech, M. 1960, Chemical soil tests. Cornell University, Agr. Expt. Station Bull,960.
- Güleryüz, M., Bolat, İ., Pırlak, L., Eşitken, A. ve Erişli, S. 1996. Erzincan’da Yetiştirilen Hasanbey Kayısı Çeşidinin Beslenme Düzeyinin Belirlenmesi. TÜBİTAK. Tr. J. Agriculture and Forestry, 20:479-487.
- Hajiboland, R., Bahrami Rad, S., Barceló, J., Poschenrieder, C. 2013. Mechanisms of aluminum induced growth stimulation in tea (*Camellia sinensis*). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176(4), 616-625.
- Hamid, F. S., Ahmad, T., Khan, B. M., Waheed, A., Ahmed, N. 2006. Effect of soil pH in rooting and growth of tea cuttings (*Camellia sinensis L.*) at nursery level. *Pakistan Journal of Botany*,38(2), 293.
- Han, W., Kemmitt, S. J., Brookes, P. C. 2007. Soil microbial biomass and activity in Chinese tea gardens of varying stand age and productivity. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(7).1468-1478.
- Han, W., Shi, Y., Ma, L., Ruan, J., Zhao, F. 2007. Effect of liming and seasonal variation on lead concentration of tea plant (*Camellia sinensis (L.) O. Kuntze*). *Chemosphere*, 66, 84–90.
- Henning, S.M., Fajardo- Lira, C., Lee, H., Youssefian, A.A., Go, V.L.W., Heber, D. 2003. Catechin content of 18 teas and a green tea extract supplement correlates with antioxidant capacity. *Nutrition and Cancer*. 45(2), 226- 235.
- Hokura, A., Matsuura, H., Katsuki, F., Haraguchi, H. 2000. Multielement determination of major-to-ultra trace elements in plant reference materials by ICP-AES/ICP-MS and evaluation of their enrichment factors. *Analytical sciences*,16(11), 1161-1168.
- Horuz A. ve Korkmaz A. 2006, Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayın verimi, azot içeriği ve mineral madde kompozisyonu. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*. 21, 1, 49-54.
- Ipinmoroti, R.R., Iremiren, G.O. Olubamiwa, O., Fademi, A.O., Aigbekaen., E.O. 2011. Effect of inorganic and organic based fertilizers on growth performance of tea and cost implications in Kusuku, Nigeria. *Journal of Life Sciences*. 5, 536-540.
- Isaac, R. A., Johnson, W. C., Kalra, Y. 1998. Elemental determination by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Reference methods for plant analysis*. CRC Press, Boca Raton, FL, 165-170.
- Kacar, B., Özgümüş, A., Katkat, A. V. 1978. Türkiye’de Üretilen Çayın ve Çay Topraklarının Potasyum Durumu. *Uluslararası Potas Enstitüsü Türkiye Programı Araştırma Serisi*,3, 1-20.

- Kacar, B., Kovancı, İ. 1982. Bitki, toprak ve gübrelere kimyasal fosfor analizleri ve sonuçların değerlendirilmesi, EÜ. Ziraat Fak. Yayınları No:354, İzmir.
- Kacar, B. 1984. Bitki besleme uygulama kılavuzu A.Ü. Zir. Fak. Yayınları No:900 Ankara.
- Kacar, B. 1992. Yapraktan Bardağa Çay, 1. Baskı, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları, 441.
- Kacar, B. 1995. Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kacar, B., Taban, S., Kütük, C. 1996. Çay atıklarının zenginleştirilmiş organik gübreye dönüştürülerek kullanılması araştırma-geliştirme-uygulama projesi. Kesin Rapor. S. 1-57. (Yayınlanmamış). Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Rize.
- Kacar, B., İnal, A. 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları, Yayın No: 1241. Fen Bilimleri, 63.
- Kacar, B., Katkat, A.V. 2009b. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Genişletilmiş ve güncellenmiş 2. Baskı, s.1-559. Nobel Yayın ve Dağıtım Ankara.
- Kacar, B. 2010. Çay bitkisi biyokimyası gübrenmesi işleme teknolojisi. Nobel yayın dağıtım, Ankara, 355 s.
- Kant, C., Barik, K., Aydın, A. 2006. Asidik topraklara uygulanan farklı kireçleme materyallerinin bazı toprak özellikleri ile mısır bitkisi (*Zea mays L.*)'nin gelişimi ve mineral içeriğine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(2): 161-167.
- Karak, T., Bhagat, R. 2010. Trace Elements in Tea Leaves, Made Tea and Tea Infusions: A Review. Food Research International, 43, 2234-2252.
- Khan M.R., Khan S.M., Mohiddin F.A. 2007. Effect of certain fungal and bacterial phosphate solubilizing microorganisms on the fusarial wilt of tomato. Developments in Plant and Soil Sciences, 102 : 357-36.
- Köseoğlu, A.T., Acar, M. 1994. Uluborlu ve Senirkent (Isparta) Yörelerinde Yetiştirilen kirazların Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. 1. Makro Besin Elementleri, Tr. J. Agricultural and Forestry 18:417-422.
- Köseoğlu, A.T. 1995. Uluborlu ve Senirkent (Isparta) Yörelerinde Yetiştirilen kirazların Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. II. Mikro Besin Elementleri, Tr. J. Agricultural and Forestry 19:349-353.
- Kumar, A., Nair, A.G.C., Reddy, A.V.R., Garg, A.N. 2005. Availability of essential elements in Indian and US tea brands. Food Chemistry, 89, 441-448.
- Kuo, K., Weng, M., Chiang, C., Tsaj, Y., Lin-Shiau, S., Lin, J. 2005. Comparative studies on the hypolipidemic and growth suppressive effects of oolong, black, pu-erh, and green tea leaves in rats. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 480-489.
- Lambers, H.R. and Peter, B. 2008. The influence of climate and species composition on the population dynamics of ten prairie forbs. Ecology 89, 3049-3060.

- Lavkor, I. 2006. Osmaniye ili ve çevresinde bulunan farklı ana materyaller üzerinde oluşan topraklarda, toprak verimliliği-bitki besleme ilişkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Lin, Y.S., Tsai, Y.J., Tsay, J.S., Lin, J.K. 2003. Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1864–1873.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Amer. Jour.*, 42(3): 421-428.
- Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research* 1:12-26.
- Mahmutoğlu, H. 1994. Rize ilinin bazı ekolojik koşullarında, seleksiyonla bulunan altı çay (*Camellia sinensis* (L) O. Kuntze) klonunun (F-3, M-10, D-7, T-10,G-3 ve P-20) gelişiminin araştırılması. Doktora Tezi. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- McKay, D.L. and Blumberg, J.B. 2002. The Role of Tea in Human Health: An Update *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 21, No. 1, 1–13 Published by the American College of Nutrition.
- Mehra, A., Baker, C. L. 2007. Leaching and bioavailability of aluminium, copper and manganese from tea (*Camellia sinensis*). *Food Chemistry*, 100, 1456–1463.
- Mello, L.D., Alves, A.A., Macedo, D.V., Kubota, L.T. 2005. Peroxidase-based biosensor as a tool for a fast evaluation of antioxidant capacity of tea. *Food Chemistry*, 92, 515-519.
- Middleton, S., Mcwaters, A. 2004. Apples and soil acidity. <http://www.dpi.qld.gov.au/horticulture/5148.html>, (Erişim Tarihi: 13.11.2007).
- Minh, D.G., Anderson, D.W., Farrell, R.E. 2002. Indicators for assessing soil quality after long-term tea cultivation in Northern mountainous Vietnam. 17th WCSS Symposium Thailand. Proc. Books, No 32, Paper No: 1070, 1-12.
- Müftüoğlu, N. M., Sarımehmet, M. 1993a. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların asitlik durumu Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergi, Cilt: 30, Sayı: 3,41 – 48, Bornova – İzmir.
- Müftüoğlu, N. M., Sarımehmet, M. 1993b. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarım topraklarının fosfor miktarları ile ilgili bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergi, Cilt: 30, Sayı: 3,65 – 72, Bornova – İzmir.
- Müftüoğlu, M., Yüce, E., Turna, T., Kabaoğlu, A., Özer, S.P., Tanyel, G. 2010. Çay tarımı yapılan alanların bazı toprak ve bitki özelliklerinin değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayı (5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri). İzmir.
- Müftüoğlu, M., Yazıcı, G., Özer, S.P., Tanyel, G. 2013. Doğu Karadeniz Bölgesinde Çay tarımı yapılan toprakların bazı özellikler bakımından değerlendirilmesi. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 03-07 Haziran 2013, Nevşehir

- Nagarajah, S. 2006. The Effect of Nitrogen on Plant Water Relations in Tea (*Camellia sinensis*). *Physiologia Plantarum* Volume 51, Issue 3, pages 304–308, DOI:10.1111/j.1399-3054.1981.tb04482.x.
- Nagarajah, S. ve Ratnasuriya, G.B. 2006. The Effect of Phosphorus and Potassium Deficiencies on Transpiration in Tea (*Camellia sinensis*). DOI:10.1111/j.1399-3054.1978.tb01547.x.
- Nath, T. N. (2013). The Status of Micronutrients (Mn, Fe, Cu, Zn) in Tea Plantations in Dibrugarh district of Assam, India. *International Research Journal of Environment Science*, 2(6), 25-30.
- Nepolean, P., Jayanthi, R., Pallavi, R. V., Balamurugan, A., Kuberan, T., Beulah, T., Premkumar, R. 2012. Role of biofertilizers in increasing tea productivity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), S1443-S1445.
- Niruba, K., Mohotti, K., Warnasooriya, W.M.R.S.K., Sanjeewa, T.A.B.D. 2010. Elemental Sulphur And Bracken Fern Litter To Ameliorate pH Of Organic And Biodynamic Tea Soils. ISSN: 2012-5623.
- Njogu, R. N. E., Kariuki, D. K., Kamau, D. M., Wachira, F. N. 2014. Effects of Foliar Fertilizer Application on Quality of Tea (*Camellia sinensis*) Grown in the Kenyan Highlands. *American Journal of Plant Sciences*. Vol. 2, Issue 8, Aug 2014, 95-102.
- Owuor, O.P., Kamau, D.M., Erick, O., Jondiko, E.O. 2010. The influence of geographical area of production and nitrogenous fertiliser on yields and quality parameters of clonal tea. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 8, 2, 682-690.
- Özer, P. 1999. Çay Topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi projesi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Rize.
- Özer, P. 2007. Çay Topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi projesi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Rize.
- Özer, P. 2010. Çay Topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi projesi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Rize.
- Özyazıcı, G., Özyazıcı, M.A., Özdemir, O., Sürücü, A. 2010. Some physical and chemical properties of tea grow soils in Rize and Artvin provices. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 2010,25(2):94-99; *Anadolu J. Agric. Sci.*, 2010,25(2):94-99.
- Özyazıcı M.A., Özyazıcı G., Dengiz D. 2011 Determination of micronutrients in tea plantations in the eastern Black Sea Region, Turkey, *African Journal Of Agricultural Research*, 6(22), 5174-5180.
- Özyazıcı, M.A., Sağlam, M., Dengiz, O., Erkoçak, A. 2014. Çay Tarımı Yapılan Topraklara Yönelik Faktör Analizi ve Jeostatistik Uygulamaları: Rize İli Örneği. *Toprak Su Dergisi*. 3 (1): (12-23)
- Özyazıcı, G., Özdemir, O., Özer, S.P., Kalcıoğlu, Z. 2014a. Kireçleme materyali olarak kullanılan şeker sanayi atığı şlamın çay bitkisinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 1: 43-54 ISSN: 2148-2306 <http://dergi.siirt.edu.tr/index.Php/ziraat>.

- Ponder, F., Jones, J.E. and Haines, J. 1998. Annual applications of N, P and K for four years moderately increase nut production in black walnut. *Hort Science*, 33(6):1011-1013.
- Pratt, P.F. 1965. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Publisher Agronomy Series, 9: 999- 1034.
- Qiu, S.L., Wang, L.M., Huang, D.F., Lin, X.J. 2014. Effects of fertilization regimes on tea yields, soil fertility, and soil microbial diversity. *Chilean journal of agricultural research*, 74(3), 333-339.
- Reuters, D.J., Robinson, J.B. 1997. *Plant Analysis. An Interpretation Manual*. 2nd ed. CSIRO Publishing: Melbourne.
- Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils*. U.S. Dep. Agr. Handbook 60.
- Ruan, J., Ma, L., Shi, Y., Han, W. 2004. The Impact of pH and Calcium on the Uptake of Fluoride by Tea Plants (*Camellia sinensis L.*). *Annals of Botany* 93: 97-105. doi:10.1093/aob/mch010.
- Ruan J.Y., Ma L.F., Shi Y.Z. 2006. Aluminium in tea plantations: Mobility in soils and plants, and the influence of nitrogen fertilization. *Environ. Geochem. Hlth.*, 28, 519–528.
- Ruan, J.Y., Gerendás, J., Hardter, R., Sattelmacher, B. 2007. Effect of Root Zone pH and Form and Concentration of Nitrogen on Accumulation of Quality Related Components in Green Tea, *J. Sci. Food Agric.*, vol. 87, pp. 1505–1516.
- Ruan, J.Y., Gerendás, J., Hardter, R., Sattelmacher, B. 2007. Effect of Nitrogen Form and Root Zone pH on Growth and Nitrogen Uptake of Tea (*Camellia sinensis*) Plants, *Ann. Bot.*, vol. 99, pp. 301–310.
- Sarımeşmet, M. 1983. Çay Topraklarının Bazı Makro Bitki Besin Elementlerinin (N,P,K) ve Verimlilik Kabiliyetlerinin Tespiti ile İlgili Bir Araştırma. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay Enstitüsü Başkanlığı, Rize.
- Sarımeşmet M. 1989. Fertilization problems and solutions in tea cultivation. Panel book, pp. 45-49, Çaykur Press No: 13, Rize.
- Sarwar, S., Ahmad, F., Hamid, F.S., Khan, B.M., Khurshid, F. 2007. Effect of different nitrogenous fertilizers on the growth and yield of three years old tea (*Camellia sinensis*) plants. *Sarhad Journal of Agriculture*. 23, 4, 907-910.
- Schlichting E., Blume E. 1966. *Bodenkundliches Praktikum*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Sedaghatpour, S., Torkashvand, A.M., Hashemabadi, D., Behzad Kaviani, B. 2009. Yield and quality response of tea plant to fertilizers. *African Journal of Agricultural Research*. 4, 6, 568-570.
- Senapati, B.K., Lavelle, P., Panigrahi, P.K., Giri, S., Brown, G.G. 2002. Restoring soil fertility and enhancing productivity in Indian tea plantations with earthworms and organic fertilizers. *International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*. Serie Documentos, 182, 172-190.
- Sharma, V.S., Ranhanathan, V. 1985. The world of tea today. *Outlook an Agriculture*, 14(1): 35–36.

- Sillanpaa, M., 1990. Micronutrient assessment at the country level: An international Study FAO Soils Bulletin: Rome, 60.
- Sitienei, K., Home, P.G., Kamau, D.M., Wanyoko, J.K. 2013. "Nitrogen and Potassium Dynamics in Tea Cultivation as Influenced by Fertilizer Type and Application Rates," American Journal of Plant Sciences, Vol. 4, No. 1, pp. 59-65. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2013.41010>.
- Soylak, M., Tuzen, M., Souza, A.S., Korn, M.G.A., Ferreira, S.L.C. 2007. Optimization of microwave assisted digestion procedure for the determination of zinc, copper and nickel in tea samples employing flame atomic absorption spectrometry. Journal of Hazardous Materials, 149, 264–268.
- Street, R., Ozakova, J., Drabek, O., Mladkova, L. 2006. "The status of micronutrients (Cu, Fe, Mn, Zn) in Tea and tea infusion in selected samples imported to the Czech republic", Czech J.Food Sci., 24 (2), 62-71.
- Sürücü, A., Özyazıcı, M.A., Özyazıcı, G., Uygur, V. 2013. Asit Topraklarda Alınabilir Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Analizinde Kullanılacak En Uygun Ekstraksiyon Yönteminin Belirlenmesi Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences 19 256-267.
- Şendemirci, H.S. ve A. Korkmaz, 2008. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Topraklarının Fe, Mn, Zn ve Cu Bakımından Durumu. OMÜ. Ziraat Fak. Dergisi 23 (1) 39-50.
- Taban, S., Okay, Y. ve Kunter, B. 2000. Değişik dönem ve dozlarda uygulanan yaprak gübresinin çay bitkisi yaprağının kalite ve mineral madde içerikleri üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(1): 58-62.
- Taban, S., Özer, P. ve Turan, M.A. 2006. "Çay tarımı yapılan toprakların potansiyel beslenme problemleri ve çayda gübre kullanımı, gübre verim-kalite ilişkisi" 1. Rize Sempozyumu, 16-17-18 Kasım, Rize, s.86-93.
- Tokalioglu, S., Kartal, S. 2004. Bioavailability of soil-extractable metals to tea plant by BCR sequential extraction procedure. Instrumentation Science and Technology, 32, 387–400.
- Uzun, E. 2013. *Camellia sinensis var. sinensis (L.) Kuntze (Theaceae)*'de Yükseklik Gradiyenti Boyunca Makroelement Değişimi Ve Rezorbsiyonu. Yüksek Lisans Tezi. RTE Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Ülgen, N. 1961. Çay Topraklarının Verimlilik Kabiliyetleri, Tarım Bakanlığı. Toprak su Genel Müdürlüğü, Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları, Sayı 9, Ankara.
- Venkatesan, S., Murugesan, S., Senthur Pandian, V.K., Ganapathy, M.N.K. 2005. Impact of sources and doses of potassium on biochemical and green leaf parameters of tea. Food Chemistry 90 535–539.
- Vyas, D., Kumar, S. 2005. Tea (*Camellia sinensis (L.) O. Kuntze*) clone with lower period of winter dormancy exhibits lesser cellular damage in response to low temperature. Plant Physiology and Biochemistry, 43, 383-388.

- Weisburger, J.H., Chung, F.L. 2002. Mechanism by chronic disease caused by nutritional factors and tobacco products and their prevention by tea polyphenols. *Food and Chemical Toxicology*. 40(8), 1145-1154.
- Westerman ve ark. 1990. *Soil Testing and Plant Analysis*. SSSA Book Series. Soil Sci. Soc. Am. Madison.
- Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analysis*, 2: 363-374.
- Wrona, D. 2006. Response of young apple trees to nitrogen fertilization, on two different soils. In *V International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Plants 721*, pp. 153-158.
- Yang, Y. Y., Li, X. H., Ratcliffe, R. G., Ruan, J. Y. 2013. Characterization of Ammonium and Nitrate Uptake and Assimilation in Roots of Tea Plants ISSN 1021 – 4437, *Russian Journal of Plant Physiology*, 2013, Vol. 60, No. 1, pp. 91–99. © Pleiades Publishing, Ltd.
- Yokota, H., Morita, A., Ghanati, F. 2005. Growth characteristics of tea plants and tea fields in Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*, 51(5), 625-627.
- Yüksek, T. 2009. Effects of Land Use Management on Surface Soil Properties, Erosion Indices and Green Tea Yield in Humid Blacksea Region. *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*. 18, 5b, 848-857.
- Yüksek, T., C. Göl, F. Yüksek ve E.E. Yüksel. 2009. The Effects of Land-Use Changes on Soil Properties: The Conversion of Alder Coppice to tea Plantations in the Humid Northern Blacksea Region. *African Journal of Agricultural Research*. 4, 7, 665- 674.
- Yüksek, T., Yüksek, F., Sütlü, E. 2013. Rize yöresinde çay tarımında gübreleme sorunları ve sürdürülebilir çay tarımı için yeni stratejiler. *Üniversitesi, R. T. E., Müdürlüğü, P. O. İ., Müh, O. Y., Derneği, W. D. H. K., Bildiriler Kitabı*, 89.
- Zhu, Y., Huang, H., Tu, Y. 2006. A review of recent studies in China on the possible beneficial effects of tea. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 333-340.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ömer Hakan AKKAYA
Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Tarihi : 28.12.1979
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail : o.hakanakkaya@hotmail.com
İletişim Bilgileri : Tirebolu Ziraat Odası Başkanlığı

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Ön Lisans	Su Ürünleri	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2001
Lisans	Toprak Bölümü	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2006
Y. Lisans	Toprak Bölümü	Ordu Üniversitesi	2015

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Tarım Danışmanı	Tirebolu Ziraat Odası Başkanlığı	2006- 2014
Tarım Danışmanı	Sarıkaya Ziraat Odası Başkanlığı	2014-.....