



**DOĞU KARADENİZ YÖRESİNDE ÜRETİLEN
BAZI ÇAYLARIN ALÜMİNYUM
AKÜMÜLASYON DAĞILIMININ BELİRLENMESİ**

Mehmet ALKAYIN

**Yüksek Lisans Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Bitki Besleme Bilim Dalı
Prof. Dr. Nesrin YILDIZ
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOĞU KARADENİZ YÖRESİNDE ÜRETİLEN BAZI ÇAYLARIN
ALÜMİNYUM AKÜMÜLASYON DAĞILIMININ BELİRLENMESİ**

Mehmet ALKAYIN

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
Bitki Besleme Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**DOĞU KARADENİZ YÖRESİNDEKİ YAYGIN ÇAY ÇEŞİTLERİNİN ALÜMİNYUM
AKÜMÜLASYON DAĞILIMININ BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Nesrin YILDIZ danışmanlığında, Mehmet ALKAYIN tarafından hazırlanan bu çalışma 19.08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı – Bitki Besleme Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu** (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Nesrin YILDIZ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Müdahir ÖZGÜL

İmza :

Üye : Doç. Dr. Adem GÜNEŞ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 2609/2019 tarih ve 38./...64..... nolu kararı ile
onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOĞU KARADENİZ YÖRESİNDE ÜRETİLEN BAZI ÇAYLARIN ALÜMİNYUM AKÜMÜLASYON DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

Mehmet ALKAYIN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Bitki Besleme Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nesrin YILDIZ

Çay (*Camellia sinensis*) ülkemizde ve dünyada en popüler içeceklerden biridir. Çay gibi doğal gıda materyalleri ve özellikle gıda katkı maddesi olarak alüminyum (Al) bileşiklerini içeren gıdalar halk için alüminyum maruziyetinin ana yolunu temsil eder.

Bu araştırma çalışmasının amacı; Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olarak tüketilen ve tüm ülkemize pazarlanan farklı çay markalarına ait çay çeşitlerinin, makro-mikro besin maddelerinin (özellikle toplam Al birikimi ve infüze Al) içeriğinin belirlenmesidir. Bu amaçla, Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olarak üretilen 54 farklı siyah çay örneği toplanmıştır. Çay örneklerinin Toplam besin elementi içerikleri (azot hariç) ve alüminyum içerikleri nitrik-perklorik asit ile yaş yakma yöntemiyle elde edilen çözeltide belirlenmiştir.

Infüze olan Alüminyum; 1 g öğütülmüş siyah çay parçacıklarına 40 ml destile sıcak su eklenmiş (20 dak) ve daha sonra analiz için süzülen berrak bir çözeltide Al konsantrasyonu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, siyah çay örneklerinin toplam alüminyum içeriği referans aralıkta bulunmuştur.. Ancak, alüminyumun infüzyon ekstraktındaki çözünürlüğü WHO / UE referans değerlerine göre çok yüksek yani toksik düzeyde ($>0,2$ ppm) bulunmuştur. Toplam Alüminyumdan, deme geçen (infüze olan) Al oranı, %1.56- 1.16 arasında değişmiştir. Sıcak suda demlenen çay örneklerinin ince öğütülmüş olmasının (süzme poşet çaylar gibi) hızlı ve fazla miktarda infüzyon etkeni olabileceğinin de muhtemel olduğuna dikkat çekilmiştir. Diğer taraftan yaşlı çay yapraklarının genç yapraklardan daha fazla miktarda Al akümüle etmesi nedeniyle, araştırmada kullanılan çay örneklerinin yaşlı yaprakların hasat ürünü olduğu da diğer bir olasılıktır.

Çay tüketiminde insan bünyesine geçen yüksek Alüminyum düzeyinin sağlık açısından uzun metrajlı çalışmalarla insanlar üzerindeki olası etkisinin sağlık otoriteleri tarafından değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

2019, 60 sayfa

Anahtar Kelimeler: Çay, alüminyum, ağır metal, akümülyasyon, infüzyon

ABSTARCT

Master Thesis

DETERMINATION OF ALUMINUM DISTRIBUTION OF SOME TEA PRODUCED IN EASTERN BLACK SEA REGION

Mehmet ALKAYIN

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition
Plant Nutrition Science

Supervisor: Prof. Dr. Nesrin YILDIZ

Tea (*Camellia sinensis*) is one of the most popular beverages all over the World. Aluminum (Al) intake from natural foods like tea and those containing aluminum compound used as food additives represents the major route of aluminum exposure for the general public. The aim of this research was to determine content of macro-micro nutrients (especially total Al accumulation and infusion Al) of tea varieties belonging to different tea brands consumed widely in the Eastern Black Sea region and marketed to our country. For this purpose, 54 different marked of black tea which commonly consumed in Eastern Black Sea region were collected from local markets . Total contents of nutrients (except N) and Aluminum were digest with nitric-perchloric acid mix and concentrations of mineral contents and total were determined in the obtained clear solutions using ICP-MS. Infusion; 40 ml of hot distilled water was added to 1 g ground black tea particles (20 min) and then filtered to obtain the clear solution for further processing.

As a result: total aluminum contents in the black tea samples were between normal level. But unfortunately the solubility of aluminum in both infusion extracts very high value or toxic level (> 0.2 ppm) according to WHO/EU references values. It was noted that tea samples brewed in hot water may be finely ground (such as teabag teas), which may also be rapid and large amounts of infusion agents. The ratio of Al in total aluminum to infusions ranged from 1.56 to 1.16%. On the other hand, it is another possibility that the tea samples used in the research are harvest products of the old leaves because the old tea leaves accumulate more amount of Al than the young leaves.

It was concluded that health authorities should evaluate the possible effect of high aluminum level on human consumption in tea consumption through long-term studies in terms of health.

2019, 60 pages

Keywords: Tea, aluminium, heavy metal, acumulation, infusion.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmamın her aşamasında değerli yardımlarını esirgemeyen, tez konumun belirlenmesi çalışmamın sonuçlandırılmasında büyük desteğini gördüğüm danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nesrin YILDIZ hocama tez çalışmama bilimsel katkılarından dolayı teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

Bu araştırma çalışmasının Atatürk Üniversitesi BAP - Yüksek lisans projesi (Proje ID:6890 Proje Kodu:FYL-2018-6890) olarak kabul edilip desteklenmesinden sonra, çay bitkilerinin analiz sürecinde gerekli yardımları esirgemeyen DAYTAM'e teşekkürü borç biliriz.

Mehmet ALKAYIN

Eylül, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTARCT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Çalışma sahası	29
3.1.2. Çalışmanın verileri	29
3.2. Yöntem	31
3.2.1. Çay yapraklarının mineral içerik analizleri	32
3.2.1.a. Nitrik-perklorik asitle yaş yakma yöntemi ve bitki çözeltilerinde elementel analizler	32
3.2.1.b. İnfüze olan (çay demleme yöntemi) Alüminyumun analizi için süzüklerin hazırlanması.....	33
3.2.1.c. Azot analizi.....	34
3.2.2. İstatistiksel değerlendirme.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Bitki Besin Elementi Analiz Sonuçlarının, Chu ve Juneja 1997'nin Referans Değerlerine Göre Yorumu	36
4.1.1. Makro besin elementi analiz sonuçları ve değerlendirilmesi	36
4.1.2. Mikro besin elementi analiz sonuçları ve değerlendirilmesi.....	39
4.1.3. Ağır metal analiz sonuçları ve değerlendirilmesi.....	42
4.2. Bitki Besin Elementi Analiz Sonuçlarının Johns <i>et al.</i> (1991)'nin Referans Değerlerine Göre Yorumu.....	45
4.2.1. Makro besin elementi analiz sonuçları ve değerlendirilmesi	46

4.2.2. Mikro besin elementi analiz sonuçları ve değerlendirilmesi.....	48
4.3. Korelasyon Analizi Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	51
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	61



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
(NH ₄) ₂ SO ₄	Amonyum Sülfat
°C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
Al (OH) ₂₊	Alüminyum Hidroksit (+2 yüklü)
Al (OH) ₄₋	Alüminyum Hidroksit (-4 yüklü)
Al	Alüminyum
Al ₃₊	Alüminyum (+3 yüklü)
As	Arsenik
B	Bor
C	Karbon
C ₁₄ H ₂₃ N ₃ O ₁₀	Pentetik Asit (DTPA)
Ca	Kalsiyum
cc	Santimetreküp
Cd	Kadmiyum
Cl	Klor
cm	Santimetre
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
da	Dekar
Fe	Demir
g	Gram
H	Hidrojen
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
ha	Hektar
HClO ₄	Perklorik Asit
Hg	Cıva
K	Potasyum

kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
M	Mol
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
Na	Sodyum
Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	Sodyum Pirofosfat
Na ₂ S ₂ O ₄	Sodyum Ditiyonit
Ni	Nikel
O	Oksijen
P	Fosfor
Pb	Kurşun
pH	Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü-Asitlik Ölçü Birimi)
ppm	Part Per Million (Oransal Olarak Milyonda Bir Birim)
S	Kükürt
Si	Silisyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko

Kısaltmalar

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AES	Atomik Emisyon Spektroskopisi

BAE	Birleşik Arap Emirlikleri
ÇAYKUR	Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü
DAYTAM	Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
DTPA	Dietilen Triamin Pentaasetik Asit
ICP-AES	İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometresi
ICP-MS	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi
İDT	İktisadi Devlet Teşekkülü



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Türkiye çay üretim bölgeleri	29
Şekil 3.2. Örnekleme haritası.....	30
Şekil 3.3. Örneklerinin hazırlanması	32
Şekil 3.4. Nitrik-Perklorik asit yaş yakma yöntemi ile örneklerinin hazırlanması	33
Şekil 3.5. İnfüze olan Alüminyumun analizi için süzüklerin hazırlanması	34
Şekil 3.6. Azot analizi.....	34
Şekil 4.1. Makro besin elementi yeterlilik düzeyleri	38
Şekil 4.2. Mikro besin elementi yeterlilik düzeyi	42
Şekil 4.3. Ağır metallerin yeterlilik düzeyleri	45
Şekil 4.4. Makro besin elementi yeterlilik düzeyleri	48
Şekil 4.5. Mikro besin elementi yeterlilik düzeyi	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkelerin 1961-2011 yılları çay üretim alanları	4
Çizelge 1.2. Ülkelerin 1961-2011 yılları çay üretim miktarları.....	5
Çizelge 1.3. Ülkelerin 2010 yılı kuru çay ihracat ve ithalat miktarları	6
Çizelge 1.4. İllerin 2016 yılı çay bahçesi alanı ve üretici sayısı.....	9
Çizelge 1.5. 2017 yılı ÇAYKUR ve özel sektöre ait çay fabrikalarının illere göre sayı ve kapasiteleri	9
Çizelge 1.6. Yıllar bazında ÇAYKUR ve özel sektör tarafından satın alınan yaş çay miktarları ve oranları	10
Çizelge 4.1. Çay bitkisinin mineral içeriğini karşılaştırmada kullanılan referans değerler.....	36
Çizelge 4.2. Çay örneklerinin Azot ve diğer makro element konsantrasyon değerleri.....	37
Çizelge 4.3. Yakma çözeltilerinde mikro bitki besin elementi konsantrasyon değerleri.....	40
Çizelge 4.4. Yakma örneklerinde ağır metal konsantrasyonları	43
Çizelge 4.5. Çay bitkisinin mineral içeriğini karşılaştırmada kullanılan referans değerler.....	45
Çizelge 4.6. Çay örneklerinin Azot ve diğer makro element konsantrasyon değerleri.....	46
Çizelge 4.7. Yakma çözeltilerinde mikro element konsantrasyon değerleri	49
Çizelge 4.8. Bitki besin elementlerinin korelasyon analiz sonuçları	53

1. GİRİŞ

Çay Bitkisinin İklim ve Toprak İstekleri

Angiospermae sınıfından olan çay bitkisi (*Camellia sinensis*), Dicotyledonea alt sınıfı içerisinde Theaceae (*Camellia*) familyasındandır. 1950 yılında çayın ismi *Thea sinensis* L. olarak kabul edilmiştir. Daha sonra yapılan sistematikte çay *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze olarak isimlendirilmiştir. *Camellia* familyasındaki bitkiler genel anlamda tüm mevsimlerde yeşil renkli, sık yapraklı ve boyları 1,5 metreye kadar yükselebilir özelliktedirler. Çay bitkisi 100 yıla kadar yaşayabilir ancak 50. senenin üzerinde verim düşmeye başlar. Çay bitkisinde çiçek açma dönemi Temmuz-Ocak, Ağustos-Aralık veya Ekim-Aralık aylarında olabilmektedir. Çay çiçekleri, genellikle yabancı çiçek tozları ile döllenirler. Ticari anlamda önem kazanmış üç farklı çay tipi mevcuttur. Bunlar yetiştirildikleri ülkelere göre Assam (Hindistan) Çayı, Çin Çayı ve Kamboçya Çayı olarak isimlendirilmektedir (Kacar 1987).

Çay bitkisi dünya üzerinde Kuzey Yarımkürede 42. enlemden Güney Yarımkürede 27. enleme kadar oldukça geniş bir coğrafyada yetişen yarı tropik denilebilecek çok yıllık bir bitkidir. 1.000 m rakıma kadar rahatlıkla yetiştirilebilen çay bitkisi, bazı ülkelerde 1.000 m üzerinde de yetişebilmektedir. 14-40°C arasında sürgün gelişimi görülen çay bitkisinde 12,5°C'nin altındaki sıcaklık derecelerinde sürgün gelişimi tamamen durmakta, -15°C'nin altında ve 40°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise çay bitkisinde zarar oluşmaktadır. Çin çayı Assam çayına oranla soğuğa daha dayanıklıdır. Yıllık yağış ortalamasının 1.200 mm'den fazla olması ve 2.000 mm'nin altına düşmemesi ve aylara göre yağış dağılımının düzenli olması, sağanak yerine uzun süreli çiseleme şeklinde yağış düşmesi çay bitkisinin yağış isteğini oluşturur. Çay bitkisinin ürün kalitesi için, bağıl nem en az %70 olması gerekir. Çay bitkisinin ürün kalitesi için, gün boyu açık hava yerine gün içerisinde zaman zaman güneşlenme ve zaman zaman gölgelenme daha faydalıdır. Çay bitkisi asit tepkimeli, kumdan kile kadar değişen bünyelerde yetişebilen, kalsiyum sevmeyen pH 4,5-6,0 arasında en uygun gelişim gösteren, normal bitki besin

elementlerinin yanında Alüminyuma özel ihtiyaç duyan (nadir görülür) bir bitkidir (Kacar 2010).

Çay Bitkisinin Tarihi

Çayın milattan önce 2737 yılında Çin İmparatoru Shen Nung tarafından tesadüf olarak bulunduğu ifade edilir. İsmi ise Çince'deki “ça” dan gelmektedir. Benzer şekilde çaya Ruslar “chay”, Araplar “shaye”, Japonlar “cha” ismini vermişlerdir. Kelime dilimize Çince'den, “haşlanarak suyu içilen “ma'ruf yaprak”, “çay” olarak geçmiştir (Alikılıç 2016).

Çay hakkında en eski kaynak bir Arap seyahatnamesidir. Bu seyahatnamede, 879 yılında, Kanton şehri gelirlerinin çay ve tuzdan alınan vergiler olduğu kayıtlıdır. İpek yolu güzergâhını takip ederek çayın Çin'den Osmanlı Devleti'ne getirilmesi Avrupa'dan önce olmuştur. Evliya Çelebi Seyahatnamesinde ve bazı gümrük kayıtlarında, çay konusunda bilgiler ve belgeler bulunmaktadır. 1777 tarihli bir aktariye defterinde çay kaydına rastlanmaktadır. 1816 tarihli bir gümrük defterine göre de çay ithal edildiği belli olmaktadır. Türkiye'de ise yayımlanan en eski çay risalelerinden birisi, Farsçadan çevrilip, ilk baskısı H.1289 (M.1872) yılında İstanbul'da, ikinci baskısı ise H.1300 (M.1883) yılında, Mısır'da Kahire'de Bulak matbaasında basılan ve farklı isimlerle basılan Şifa'ül Fuad, Havass-ı Biberiyye, Çay Risalesi adlı kitaptır. Çay Risalesi Türkçe'de bilinen basılı ilk çay kitabı unvanını taşımakta ve ilk çay sözlüğünü içermektedir. Bu eseri takiben Ali Nazimâ'nın 1892 tarihli “Çay” adlı eseri ve 1912 yılında basılan Mehmet Arif'in “Çay Hakkında Malumat” adlı kitapları yayımlanmıştır. (Alikılıç 2016).

Dünyada Çay Tarımı

Latince adıyla *Camellia sinensis* olarak bilinen çay bitkisi, dünyada sudan sonra en fazla tüketilen içecektir. Bugün Hindistan, Çin, Sri Lanka, Japonya ve Tayvan başta olmak üzere yaklaşık 30 ülkede çay üretilmektedir (Üstün ve Demirci 2013).

Çayın sahip olduğu özellikler nedeniyle tüketiminin artışı, dünyada üretim alanlarının, üretim miktarının ve birim alandan alınan verimin artmasına neden olmuştur. Üretici ülkeler üretim fazlalığı ve talepler doğrultusunda yurtdışı satışa yönelmiştir. Çaylar işleme biçimine göre mayalanmış (siyah), mayalanmamış (yeşil) ve yarı mayalanmış çay olarak üç ana başlıkta isimlendirilir. Siyah dökme çay, başta nakliye olanaklarının kolaylığı vb. nedenlerle, çay ticaretinde önemli bir yere sahiptir. Çayın tadı, kokusu, rengi, bulanıklığı, belirli standartlara uygunluğu, içerdiği vitamin ve mineraller ve katkı maddesi olup olmadığı, sağlığa uygun üretimin sağlanıp-sağlanmadığı çayın kalitesini ortaya koyan niteliklerdendir. Çaylar üretildiği ülke ve bölgeye göre marka ve isimlerle tanınmaktadır. Çay üretemeyen ya da üretici olduğu halde talebi karşılayamayan ülkelerin çay ithalatı yoluna gitmesi, çayın ticari ve ekonomik açıdan daha da değerlendirilmesine yol açmıştır. Dünya çay piyasasında en bilinen ülke İngiltere'dir. Çay üretimi yapamadığı halde, üretici ülkelere satın aldığı çayı başka ülkelere ihraç eden ülkelerin başında İngiltere gelmektedir. ABD, Kanada, Suudi Arabistan, İsviçre, Rusya ve bazı AB ülkeleri İngiltere ile benzer durumda olup, dünya çay piyasası bu ülkeler tarafından oluşturulan borsalarla yönlendirilmektedir. İngiltere, Fransa ve diğer Avrupa ülkeleri sömürgelerinde olan ya da sömürgelerinden çıkmış ülkelerde varlıklarını sürdürmeye devam ederek çay üretim ve ticaretini kendi ülkeleri dışında da olsa sürdürmektedirler. Dünya çay ekim alanlarının büyüklük sıralamasında 1961 yılından günümüze Çin en büyük çay ekim alanına sahip ülke konumundadır. Dünya çay ekim alanlarının 1961'de %26'sı, 2011'de %46,5'i ile Asya'nın en büyük ülkesi olan Çin'de yer almaktadır. En büyük çay ekim alanlarına sahip Çin, Hindistan ve giderek çay ekim alanı azalan Sri Lanka'nın yıllardır ilk üç sırayı aynen koruduğu Çizelge 1.1'den izlenebilmektedir. 1961 yılında çay ekim alanı büyüklüğü 17.756 hektarla 11. sırada olan Afrika ülkesi Kenya, son istatistiklere göre 2011 yılında 187.855 hektarlık çay üretim alanıyla dünya çay ekim alanı sıralamasında 4.üncü sıraya yükselmiştir. Türkiye kısıtlı çay ekim alanlarına rağmen, 1961 yılında çay ekim alanı büyüklüğü ile 12. sıradayken, 2011 yılında 8. olmuştur ve 1961'de dünyadaki toplam çay ekim alanlarının %1,1 inde ekim yapılırken, 2011'de bu alan %2,3'e ulaşmıştır (Kurt ve Hacıoğlu 2013).

Çizelge 1.1. Ülkelerin 1961-2011 yılları çay üretim alanları (Kurt ve Hacıoğlu 2013)

Sıra	1961 Yılı Ülke Sıralaması	Üretim Alanı (ha)	Alan Oranı (%)	Sıra	2011 Yılı Ülke Sıralaması	Üretim Alanı (ha)	Alan Oranı (%)
1	Çin	354.979	26,0	1	Çin	1.514.000	46,5
2	Hindistan	331.229	24,2	2	Hindistan	580.000	17,8
3	Sri Lanka	237.713	17,4	3	Sri Lanka	221.969	6,8
4	Endonezya	107.000	7,8	4	Kenya	187.855	5,8
5	SSCB	63.000	4,6	5	Endonezya	122.700	3,8
6	Japonya	48.900	3,6	6	Vietnam	114.800	3,5
7	Myanmar	48.000	3,5	7	Myanmar	79.343	2,4
8	Bangladeş	32.000	2,3	8	Türkiye	75.890	2,3
9	İran	19.979	1,5	9	Bangladeş	56.670	1,7
10	Vietnam	19.100	1,4	10	Japonya	46.200	1,4
11	Kenya	17.756	1,3	11	Arjantin	36.989	1,1
12	Türkiye	14.976	1,1	12	Uganda	29.673	0,9
13	Arjantin	13.100	1,0	13	Malavi	24.569	0,8
14	Mozambik	13.000	1,0	14	Tayland	20.214	0,6
15	Malavi	11.000	0,8	15	İran	19.791	0,6
16	Demokratik Kongo C.	8.653	0,6	16	Tanzanya	19.683	0,6
17	Uganda	5.500	0,4	17	Nepal	17.451	0,5
18	Tanzanya	5.500	0,4	18	Ruanda	15.065	0,5
19	Brezilya	4.133	0,3	19	Burundi	10.500	0,3
20	Malezya	3.521	0,3	20	Etiyopya	9.546	0,3
21	Diğer ülkeler	9.799	0,7	21	Diğer ülkeler	53.854	1,7
Toplam		1.366.126	100,0	Toplam		3.256.762	100

1961 yılında dünyada üretilen çayın yüzde 36'sı Hindistan tarafından üretilirken, bu oran 2011 yılında %21'e düşmüştür. Çin'in üretim miktarı ele alınan yıllarda %10'dan %35'e çıkmıştır. Afrika ülkesi Kenya'nın üretim miktarı sıralamasındaki yeri 2011 yılında 377.912 ton ile 3. sıraya yükselmiştir. Sri Lanka'nın çay üretim miktarı aynı düzeyi korurken, Hindistan'ın istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Endonezya, Türkiye ve Kenya üretiminin zamanla arttığı gözlemlenmektedir. Çin 2000'li yılların başından itibaren üretimini fazla artırmıştır. Türkiye çay üretim miktarı büyüklüğü ile 1961 yılında 15. sıradayken, 2011 yılında 221.600 tonluk üretimle 5. olmuştur. Türkiye'nin üretim miktarının, ekim alanı fazla artmamasına rağmen, büyük bir sıçrama yaptığı Çizelge 1.2'den görülmektedir (Kurt ve Hacıoğlu 2013).

Çizelge 1.2. Ülkelerin 1961-2011 yılları çay üretim miktarları (Kurt ve Hacıoğlu 2013)

Sıra	1961 Yılı Ülke Sıralaması	Üretim Miktarı (Ton)	Üretim Oranı (%)	Sıra	2011 Yılı Ülke Sıralaması	Üretim Miktarı (Ton)	Üretim Oranı (%)
1	Hindistan	354.397	0,36	1	Çin	1.640.310	0,35
2	Sri Lanka	206.488	0,21	2	Hindistan	966.733	0,21
3	Çin	97.064	0,10	3	Kenya	377.912	0,08
4	Japonya	81.527	0,08	4	Sri Lanka	327.500	0,07
5	Endonezya	77.100	0,08	5	Türkiye	221.600	0,05
6	SSCB	39.592	0,04	6	Vietnam	206.600	0,04
7	Bangladeş	26.542	0,03	7	İran	162.517	0,03
8	Malavi	14.288	0,01	8	Endonezya	142.400	0,03
9	Kenya	12.641	0,01	9	Arjantin	96.572	0,02
10	İran	10.922	0,01	10	Japonya	95.012	0,02
11	Mozambik	8.100	0,01	11	Tayland	73.320	0,02
12	Vietnam	7.500	0,01	12	Bangladeş	60.500	0,01
13	Kongo	7.000	0,01	13	Malavi	52.000	0,01
14	Arjantin	6.486	0,01	14	Uganda	35.194	0,01
15	Türkiye	5.450	0,01	15	Tanzanya	32.000	0,01
16	Myanmar	5.200	0,01	16	Myanmar	31.670	0,01
17	Uganda	5.100	0,01	17	Ruanda	24.066	0,01
18	Brezilya	5.000	0,01	18	Malezya	20.626	0,00
19	Tanzanya	4.459	0,00	19	Zimbabve	18.223	0,00
20	Malezya	2.635	0,00	20	Nepal	17.438	0,00
21	Diğer ülkeler	6.294	0,01	21	Diğer ülkeler	66.775	0,01
Toplam		983.785	100	Toplam		4.668.968	100,0

Çay üretiminin artışı, ticaretinin de artışını gündeme getirmektedir. İhracat miktarı büyüklüğü 417.661 ton olan, dünya çay ihracatının %25'ini karşılayan Kenya en büyük ihracatçı ülke konumundadır (Çizelge 1.3). Kenya'yı Sri Lanka ve Hindistan izlemektedir. Dünya çay ithalatının miktar olarak %17'ini gerçekleştiren Rusya en büyük ithalatçı ülkedir. Dünya çay ithalatında Rusya'dan sonra diğer önemli ülkeler %9 ithalat payı ile İngiltere ve %8 ile ABD'dir (Kurt ve Hacıoğlu 2013).

Çizelge 1.3. Ülkelerin 2010 yılı kuru çay ihracat ve ithalat miktarları (Kurt ve Hacıoğlu, 2013)

Sıra	2010 Yılı Ülke Sıralaması	İthalat Miktarı (Ton)	İthalat Oranı %	Sıra	2010 Yılı Ülke Sıralaması	İhracat Miktarı (Ton)	İhracat Oranı %
1	Rusya F.	181.619	0,11	1	Kenya	417.661	0,25
2	UK	149.821	0,09	2	Sri Lanka	312.908	0,19
3	ABD	126.868	0,08	3	Hindistan	234.560	0,14
4	Pakistan	94.463	0,06	4	Vietnam	136.515	0,08
5	Mısır	87.194	0,05	5	Endonezya	87.101	0,05
6	BAE	64.224	0,04	6	Arjantin	85.695	0,05
7	Iran	58.769	0,04	7	Uganda	55.079	0,03
8	Fas	54.470	0,03	8	Malavi	49.999	0,03
9	Almanya	50.835	0,03	9	BAE	49.819	0,03
10	Polonya	46.539	0,03	10	UK	30.676	0,02
11	Japonya	43.301	0,03	11	Tanzanya	26.172	0,02
12	Sudan	32.669	0,02	12	Almanya	25.939	0,02
13	Suudi Arabistan	31.594	0,02	13	Iran	24.611	0,01
14	Afganistan	30.868	0,02	14	Ruanda	22.143	0,01
15	Kazakistan	30.193	0,02	15	Hollanda	17.628	0,01
16	Suriye	29.974	0,02	16	ABD	10.835	0,01
17	Hollanda	28.521	0,02	17	Belçika	10.082	0,01
18	Güney Afrika C.	27.535	0,02	18	Zimbabve	10.023	0,01
19	Özbekistan	21.518	0,01	19	Polonya	10.008	0,01
20	Şili	21.349	0,01	20	Rusya F.	9.170	0,01
21	...	...	...	21	...	...	...
39	Türkiye	8.618	0,005	34	Türkiye	2.191	0,001
	Toplam	1.660.933	1,00		Toplam	1.715.425	1,00

Türkiye’de Çay Tarımı

Anadolu’nun coğrafi konumu itibariyle İpekyolu güzergâhının üzerinde bulunması, Avrupa’dan önce çay ile tanışmasına olanak sağlamıştır. Evliya Çelebi’nin Seyahatnamesi ile bazı kayıtlarda çay hakkında anlatımlar bulunmaktadır. Elde bulunan kayıtlara göre Türkiye’de çay bitkisinin yetiştirilmesine ait ilk ciddi girişim 1888 yılında yapılmıştır. Mekteb-i Mülkiye-i Şahane mezunlarından Mudanya Kaymakamı Hasan Fehmi tarafından İstanbul’da 1892 yılında yayınlanan Coğrafiyayı Sınai ve Ticari isimli kitabın 107. sayfasında çay fidanlarının, zamanın Ticaret Nazırı Esbaki İsmail Paşa Hazretleri aracılığıyla Çin’den getirildiği yazılmıştır. Bazı kaynaklara göre, Anadolu’da çay üretimine 1878 yılında Japonya’dan getirilen çay tohumlarının ekimi ile başlanmışsa

da, bunda başarı sağlanamamıştır. Çoğu literatürde Türklerin çay ile Anadolu'ya girmeden önce Orta Asya'da tanıştıkları bilgisine yer verilirken, çayı ilk kez içen kişinin Hoca Ahmet Yesevi (1093-1166) olduğu aktarılmaktadır. Abdül'l Kayyum Nasırı'nın (1825-1902), Fevakihi'l-Cülesâ isimli eserinde Hoca Ahmet Yesevi'nin misafir olduğu Türkmen komşunun evinde ilk kez içtiği sıcak çayın sıhhatine faydası dokunması üzerine, bu içeceğin şifa niyetine içilmesi için dua ettiği söylenmektedir. Ulaşılan belgelere göre çayın bir tarım bitkisi olarak düşünülmesi ise; II. Abdülhamit zamanında (1894) olmuştur. 06.10.1894 tarihli ve 250 sayılı Orman, Madenler ve Tarım Bakanlığı'ndan (Orman, Maadin ve Ziraat Nezareti) sadrazama yazılan belgede, çayın şifalı ve besleyici olduğu dile getirilmekte, ticari anlamda önemli bir konuma sahip olduğu belirtilmekte, tarımı için uygundur onayı istenmektedir. Konu hakkındaki olur, başkatipliğin 21.10.1894 tarihli yazısı ile verilmiş, Japonya'dan tedarik edilen tohum ve fideler Bursa'ya ekilmiş ve Bursa'nın ekolojik yapısının çay üretimine uygun olmaması nedeniyle başarılı olunamamıştır (Üstün ve Demirci 2013).

Türkiye'de çay tarımı ile ilgili girişimler 1917 yılından sonra gelişmiştir. Batum'a incelemeler yapmak üzere gönderilen heyette bulunan Prof. Ali Rıza Erten benzer ekolojiye sahip olan Doğu Karadeniz kıyılarımızda da çay bitkisinin yetiştirilebileceğini açıklamış, çay dış alımı için ödenen paranın yüksekliğine de değinen Erten, Rize bölgesinde çay tarımının yapılmasını önermiştir. Ancak Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra ortaya çıkan öncelikli olaylar nedeniyle Ali Rıza Erten'in raporu o zaman için dikkate alınmamıştır. Devam eden dönemde işsizlik ve yoksulluk nedeniyle Doğu Karadeniz bölgesi insanların yurdun değişik yerlerinde çalışma zorunda olmaları ve ailelerinden uzakta yaşamaları bölgede iş alanlarının yaratılmasını zorunlu hale getirmiştir. Sorunun çözüme kavuşturulması ve bölge insanlarına gelir kaynağı yaratılması için o günlerde Türkiye Büyük Meclisi'nde önemli görüşmeler yapılmış ve sonunda 6 Şubat 1924 tarihinde "Rize Vilayeti ile Borçka Kazasında Fındık, Portakal, Mandalina, Limon ve Çay Yetiştirilmesi" adı altında 407 sayılı kanun (Anonim 2019a) kabul edilmiştir. Kanunun yürürlüğe girmesinin ardından Rize'de "Bahçe Kültürleri İstasyonu" adı altında kurulan birime işleri organize ve kontrol etmesi amacıyla görevlendirilen Ziraat Mühendisi Zihni Derin tarafından Batum'dan getirtilen çay tohumları ile çay fidanı üretimine başlanmıştır.

Yurdumuzda başlayan çay yetiştirme hamlesi 1937 yılında kesin şeklini almış ve Sovyetler Birliği'nden Gürcistan kökenli 20 ton çay tohumu satın alınmıştır. Türkiye 1938 yılında ilk çay hasadını yapmış (135 kg) ve ilk siyah çayını (30 kg) üretmiştir. 1940 yılında 3788 Sayılı Çay Kanunu (Anonim 2019b) 02.04.1940 tarihli ve 4474 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Ardından 1942 yılında 4223 Sayılı Çay ve Kahve İnhisarı Kanunu (Anonim, 2019c) çıkarılmıştır. İlk çay fabrikası ise Rize ilinde Fener mevkiinde 1946 yılında 60 ton çay/gün kapasite ile işletmeye açılmıştır. 1964 yılında çay üretimi iç tüketimi karşılayacak seviyeye ulaşabilmiş ve çay ithalatı durdurulmuştur. Bu tarihten sonra ise az olmakla birlikte çay ihracatı yapılmaya başlanmıştır. Uzun yıllar çayın tarımı Tarım Bakanlığı'nca, yaş çayın satın alınması, işlenmesi ve pazarlanması ise Gümrük ve Tekel Bakanlığı'nca yürütülmüştür. 1971 yılında 1497 Sayılı Çay Kurumu (Anonim 2019d) Kanunu ile çay tarımının ve çay işletmesinin ayrı Bakanlıkların sorumluluğu altında yürütülmesine son verilmiş ve Çay Kurumu Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR) kurulmuştur. ÇAYKUR 1983 yılında çıkarılan 2929 Sayılı İktisadi Devlet Teşekkülleri ve Kamu İktisadi Kuruluşları Hakkında Kanun (Anonim 2019e) ile İktisadi Devlet Kuruluşu olmuştur. Bu kanun 233 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname (Anonim 2019f) ile tadil edilmiştir. Ardından 4 Aralık 1984 tarih ve 3092 Sayılı Kanunla (Anonim 2019g) çayın üretimi, işlenmesi ve pazarlanması serbest bırakılmış ve böylece çay özel sektöre açılmıştır. Ancak bu kanunla çay tarımı alanlarının belirlenmesi Bakanlar Kurulu'nun yetkisine bırakılmıştır. 1984 yılında yapılan bu değişiklik Türk çaycılığı tarihinde şimdiye kadar görülen en önemli ve radikal değişiklik olmuştur. Çaya özgün özel kültür gelişmiş, bu da giderek gelişmekte ve derinleşmektedir. Türkiye kişi başına çay tüketiminde dünya ülkeleri arasında 1. sıradadır. Dünya çay üretiminde ise 5. sıradadır. Çaylık alanların %66,49'u Rize, %19,46'sı Trabzon, %11,53'ü Artvin, %2,51'i ise Giresun ve Ordu illerinde bulunmaktadır (Çizelge 1.4). 2017 yılında illere göre çaylık alanlarının ve üretici sayılarının illere göre dağılımlarında 2016 yılına göre belirgin bir farklılık görülmemektedir (ÇAYKUR 2017).

Çizelge 1.4. İllerin 2016 yılı çay bahçesi alanı ve üretici sayısı (ÇAYKUR 2017)

Sıra	İli	Çay Bahçesi Alanı (da)	Toplam Alana Oranı %	Üretici Sayısı	Toplam Üretici Sayısına Oranı %
1	Rize	555.125	66,49	132.264	61,76
2	Trabzon	162.493	19,46	51.600	24,09
3	Artvin	96.290	11,53	20.398	9,52
4	Giresun	20.881	2,51	9.877	4,61
5	Ordu	111	0,01	44	0,02
	Toplam	834.900	100	214.183	100

Çay sektöründe, ÇAYKUR'un dışında özel sektör işletmeleri de bulunmaktadır (Çizelge 1.5). Bunlar Rize, Trabzon, Artvin, Giresun ve Ordu ili sınırları içinde yer almaktadır (ÇAYKUR 2017).

Çizelge 1.5. 2017 yılı ÇAYKUR ve özel sektöre ait çay fabrikalarının illere göre sayı ve kapasiteleri (ÇAYKUR 2017)

İller	ÇAYKUR		Özel Sektör		Toplam	
	Sayı	Kapasite (Ton/Gün)	Sayı	Kapasite (Ton/Gün)	Sayı	Kapasite (Ton/Gün)
Rize	33	6.595	183	7.955	215	14.035
Trabzon	8	1.515	26	1.225	34	2.735
Artvin	4	870	7	310	11	1.190
Giresun	1	175	12	480	13	660
Ordu	-	-	1	30	1	30
Toplam	46	9.085	229	10.000	274	19.100

2017 yılında sektördeki toplam alımın %41'i ÇAYKUR, %59'u Özel Sektör tarafından gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1.6.).

Çizelge 1.6. Yıllar bazında ÇAYKUR ve özel sektör tarafından satın alınan yaş çay miktarları ve oranları (ÇAYKUR 2017)

Yıllar	ÇAYKUR		Özel Sektör		Toplam
	Satın Alınan Yaş Çay (Bin Ton)	Toplam Satın Alma İçindeki Oranı (%)	Satın Alınan Yaş Çay (Bin Ton)	Toplam Satın Alma İçindeki Oranı (%)	Satın Alınan Yaş Çay (Bin Ton)
2010	590	45	715	55	1.305
2011	653	53	580	47	1.233
2012	655	57	494	43	1.149
2013	672	57	504	43	1.176
2014	628	49,6	638	50,4	1.266
2015	680	51,4	642	48,6	1.322
2016	688	53,1	608	46,9	1.296
2017	525	41	747	59	1.273

Toprak ve Bitki Ekosisteminde Alüminyum (Al)

Alüminyum yaklaşık %8 olan miktarıyla yer kabuğunda üçüncü sırada yer alan bir elementtir. Alüminyum çoğu inorganik karbonat içermeyen toprak minerallerinin başta gelen bileşimidir. Alüminyum içeren mineraller alüminosilikatlar şeklinde tanımlanmaktadır. Feldspatlar, mikalar, kaolinler, smegtitler ve öteki kil mineralleri ya da polisilikatlar fazla miktarda alüminyum içerir. Ayrıca topraklarda ve jeolojik materyallerde yer alan gibsit, variskit ve alünit gibi silikat olmayan bazı mineraller de fazla miktarda alüminyum bulunmaktadır. Alüminyum toprağın önemli bir yapı maddesidir. Silisyum ile birlikte alüminyum, primer ve sekonder kil mineralleri çitlerinin ana elementlerini oluşturmaktadır. Asit tepkimeli topraklarda çözünebilir şekildeki alüminyum miktarının fazla olmasına karşın toprak pH'sı herhangi bir nedenle yükseldikçe çözünebilir alüminyum miktarı da olağanüstü azalır (Lathwell ve Peech 1964). Toprak çözeltisinde ve değişik pH'larda alüminyum iyonları farklı şekillerde bulunmaktadır. Bunlar: a) pH 4-5'de Al_3^+ , b) pH 5-7'de $Al(OH)_2^+$ ve $Al(OH)_2^+$, c) pH 7-8'de $Al(OH)_4^-$ dir. Topraklarda alüminyum, $Al(OH)_2^+$ ya da $Al(OH)_2^+$ şeklinde adsorbe edilmektedir. Toprak pH'sı asitten alkali yöne doğru değiştikçe anılan adsorpsiyon çok güçlü şekilde gerçekleşir. Özellikle pH 6,5-7,0'de toprakta çözünebilir alüminyum yok denecek miktarda azdır. Buna karşın toprak pH'sı 5,5'ten aşağıya doğru değiştikçe çözünebilir alüminyum miktarı çok hızlı ve doğrusal olarak artar ve toprakta değişim

yönlerinin yarıdan fazlası alüminyum ile doldurulur. Topraklarda alüminyum: a) Toplam alüminyum, b) Değişebilir ya da ekstrakte edilebilir alüminyum ve c) Çözünebilir alüminyum şeklinde gruplandırılmakta ve belirlenmektedir. Toplam alüminyum; ana materyallerin kökeni, dağılıp parçalanma (tecezzi) derecesi ve mineralojik yapısı ile ilgili olarak sedimentlerin ve toprakların karakterize edilebilmeleri amacıyla çok sık belirlenmektedir. Topraklarda toplam alüminyumun çözeltiye geçirilmesinde Na_2CO_3 ile ergitme (fusion) yöntemi yaygın şekilde uygulanmıştır. Bu konuda günümüzde çeşitli mineral asitlerle yaş yakma (digestion) yöntemi tercih edilmektedir. Değişebilir ya da ekstrakte edilebilir alüminyumun çözeltiye geçirilmesinde 1 M KCl, 0,5 M CaCl_2 , ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) sodyum ditionit ($\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4$) amonyum okzalat, ($\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$) amonyum asetat ve ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$) sodyum pirofosfat sıkça kullanılan ekstrakt çözeltilerdir. Toprakta çözünebilir şekilde bulunan alüminyum ise orman topraklarının asitlik durumunun ve sekonder toprak minerallerinin araştırılması yanında toprak canlıları ile bitkilere alüminyumun zehir etkisinin saptanmasında iyi bir parametre olarak ele alınmaktadır (Kacar 2014).

Bitkilerin Alüminyum İçerikleri

Mutlak gerekli bir element olmamasına karşın alüminyum (Al), asit koşullara adapte olmuş kimi bitkiler için yararlı temel fizyolojik etkilere sahip bir elementtir. Alüminyum içeriklerine göre doğada yetişen bitkiler: 1) Alüminyum biriktirenler, 2) Alüminyum biriktirmeyenler şeklinde iki grup altında toplanmaktadır (Watanabe ve Osaki, 2002). Bitkilerin çok büyük bir bölümü ikinci gruba yani alüminyum biriktirmeyenler grubuna girer. Kimi bitkiler olumsuz şekilde etkilenmeden ve zarar görmeden önemli miktarda alüminyum biriktirir. Örneğin çay bitkisinin gelişmesi üzerinde alüminyumun etkisi olmazsa olmaz düzeyindedir. Çay bitkisi alüminyum biriktiren bitkilerden biri ve belki de birincisidir. Çay bitkisi yanında yosunlar, eğrelti otu taşkıran çiçeği, süpürge otu ve sarkık otu alüminyuma dayanıklı bitkiler olarak gruplandırılmıştır (Takahashi and Miyake 1977). Çay bitkisinde Al temelde olgun yapraklarda birikir (Ruan and Wong 2001). Matsumoto *et al.* (1976) Kyoto Üniversite çiftliğinde 10 yaşındaki çay bitkisinin (*camelia sinensis*, varyabukita) yaşlı yapraklarında Al miktarının $30690 \mu\text{g g}^{-1}$ ve genç

yaprakların da $600 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğunu belirlemişlerdir. Çay bitkisinin alüminyum içeriği üzerine çeşitli etmenler etki yapar. Bunlar: a) Yaprığın yaşı, b) Çay bitkisinin yaşı, C) Genetik yapı d) Yağış miktarı, e) Yörenin denizden yüksekliği ve f) Çay toprağının özellikleridir (Ruan and Wonk 2001; Fung *et al.* 2003; Shu *et al.* 2003).

Besin maddesi olarak tüketilen kimi bitkisel ürünlerin alüminyum içerikleri Kabata-Pendias (2011) tarafından ($\mu\text{g Al g}^{-1}$ olarak) buğday, arpa, çavdar ve yulaf tanelerinde sıra ile 31, 38, 70 ve 47; lahana ve ıspanak yaprağında 8,8 ve 104; domates, elma ve portakal meyvelerinde ise 20, 7,2 ve 15 olarak rapor edilmiştir. Bitkilerde alüminyum fazlalığı belirtileri de sık sık görülmektedir. Usabalieva (2013) Kırgızistan'da yoğun şekilde tüketilen 15 değişik sebzenin alüminyum içeriklerini atomik emisyon spektrometrede (AES) belirlemiştir. Ortalama en fazla alüminyum ($\mu\text{g Al kg}^{-1}$ olarak) dereotu (6,01) bitkisinde belirlenmiş bunu pancar (4,13) ve yeşil soğan (2,84) izlemiştir. En az alüminyum ise lahana (0,34) bitkisinde saptanmış bunu domates (0,51) ve turp (0,59) izlemiştir. Bitkileri alüminyuma karşı dayanıklılıklarına göre guruplandıran Foy ve Brown (1964) hardal, şalgam, arpa ve pamuk bitkilerini alüminyuma duyarlı; karabuğday ve soya fasulyesini de alüminyuma çok dayanıklı bitkiler olarak guruplandırmışlardır. Alüminyum fazlalığı en çok bitki kök sistemine zarar vermekte ve bunun sonucu olarak da kök gelişmesi önemli derecede azalmaktadır.

Alüminyum kapsamının yüksek olmasını ve çay topraklarının göreceli olarak fazla miktarda alüminyum içermelerini dikkate alan Chenry (1955) çay bitkisi için alüminyumun mutlak gerekli bir element olabileceğini belirtmiştir. Bu arada alüminyumun bitki gelişmesi üzerine olumlu etki yaptığını çeşitli araştırmacılar da rapor etmişlerdir. Örneğin Stoklasa (1922) sucul bitkilerde, Sommer (1926) bezelye ve darı bitkisinde ve Lipman (1938) mısır bitkisinde alüminyumun gelişme üzerinde dikkate değer olumlu etkilerini saptamışlardır. Buna karşın doğadaki bitkilerin çok büyük bir bölümü ikinci gruba yani alüminyumun biriktirmeyenler grubuna girmektedir (Kacar, 2014).

Bu çalışma ile Doğu Karadeniz bölgesinde Trabzon, Artvin, Giresun ve Rize illerinin merkez ve bazı ilçelerinde yetişen çay bitkilerinin tüketime hazır hale gelmiş olan ve de gerek çay araştırma enstitüsünden ve gerekse piyasadan alınan çay örneklerinin kuru bitki Alüminyum içeriği ve toplanan çay örneklerinin demlenmesini takiben 20-30 dakika süre demde kalan çaylarda suya geçen Alüminyum konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünya çapında çay, sudan sonra dünyanın her yerinden insanlar tarafından tüketilen en popüler ikinci içecektir. En büyük çay üreticisi 2011 yılı itibariyle Çin'dir. Günümüzde küresel tüketimde oransal olarak , %80'le en çok popüler çay siyah çaydır. Ancak yıllar geçtikçe Yeşil çaya ilgi de artmaktadır. Birçok çalışma yeşil çayın cilt kanseri gibi Parkinson hastalığı, kardiyovasküler hastalıklar, koroner arter ve kanın düzenlenmesi şeker ve sindirim sistemini teşvik vb. birçok hastalık için yararlı olduğu sonucuna varmış önleme dâhil sağlık üzerindeki etkilerine dikkat çekilmiştir (Brzezicha- Cirocka *et al.* 2016). Çay ekimi tüm dünyada; özellikle Çin'de, Hindistan, Endonezya, Sri Lanka ve Japonya ve Afrika'da, Kenya, Malavi, Zimbabve ve Güney Afrika'da yetiştirilmektedir, yani başarıyla (Greenop 1997) Çay 2100 m'ye kadar rakımda gelişebilir (Street *et al.* 2006). Tüketicilerin yaklaşık %20'si sık sık çay tüketir, günde 4-5 kez çay demlemek için kullanılan su kalitesi zararlı emilimini etkiler. Bazı çay partileri de olabilir. Toksik metallerle önemli derecede kirlenmiş, hatta eser miktarda kadmiyum, arsenik ve cıva insan için bir tehdittir (FAO/WHO Uzman Komitesi) (WojciechoWSka-Mazurek *et al.* 2010). İzin verilen seviyenin üzerinde ağır metaller yüksek tansiyon, yorgunluk yanı sıra böbrek ve nörolojik bozukluklar etkenidir (Mubeen *et al.* 2009).

Düşük miktarlarda alüminyum örneğin mukoza ve gastrointestinal sistemde onikiparmak bağırsağında sağlık için koruyucu etki yapar. Günlük ortalama doz yetişkin insan tarafından tüketilen alüminyum yaklaşık 45 mg'dır Bununla birlikte, vücut ağırlığının kg'ı başına 7 mg, diyet alımının olumsuz etkisi vardır. O yumuşak doku kalsifikasyonuna, kansızlığa yol açar ve nörolojik bozukluklara zemin hazırlar. Yüksek miktarlarda alüminyum alımı ile hasar görmüş beyin hücreleri oluşumu ile alüminyum Alzheimer hastalığının gelişiminde dolaylı etkiler yapar (Muller vd., 1997). Wróbel vd. (2000) Farklı tür çaylar demlenmesinde araştırmacılar yaptıkları bir çalışmada demleme ürünü olarak çaylarda farklı düzeylerde Al içerikleri tespit etmişlerdir; Alkali yapraklı malzemelerde: 759 µg/g siyah çay, 919 µg/g yeşil çayda ve 272 µg/g Hibiscus çay Alüminyum oranı infüzyona %28,7 idi (yeşil çay) ve %49,6 (Hibiscus). Daha sonra Pytlakowska *et al.* (2011) bitkisel çay çalışmış ve Polonya'da satılan çayların yapraklardaki alüminyum

içeriğini 13,0-297 arasında tespit etmişlerdir, 10 dakikalık çay demlendikten sonra infüzyondaki alüminyum içeriğinin 0,862–53,4 µg/g arasında değiştiğini, 30 dakika sonra 6,42–52,2 µg/g içinde olduğunu tespit edilmiştir.

Yüksel vd (2013) yaptıkları anket çalışmasıyla, Rize yöresinde çay bahçelerinde yapılan gübrelemeyi incelemiş, Rize yöresinde suni gübrelemenin 1974 yılından itibaren uygulandığı, bu yıllardan itibaren uygulanan gübrelerin %94'ünün amonyum sülfat, geri kalanının ise amonyum nitrat olduğu, yapılan gübrelemelerin büyük bir kısmının yıkanmaya maruz kalarak ekonomik kayba neden olduğu, vatandaşın tercihinine göre dekara ortalama 100 kg gübre atıldığı tespit edilmiş, suni gübrelemeden derhal vazgeçilerek organik gübre, çiftlik gübresi ve yeşil gübre kullanımına ağırlık verilerek ekonomik ömrünü tamamlayan bahçelerin yenilenmesi çalışmalarının başlatılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Özcan ve Yazıcıoğlu (2013) yaptıkları bir çalışmada; Doğu Karadeniz ve özellikle Rize ili için Çay yetiştiriciliği açısından elverişli olduğunu, ancak kişi başına düşen arazi miktarının miras yoluyla azalması, yanlış ve bilinçsiz suni gübre kullanımı, erken ve geç hasat nedeniyle kalite kaybı, genetik açılma nedeniyle çay bitkisinin zaman içerisinde genetiğinin değişime uğraması, çay bahçelerinin %30 undan fazlasının ekonomik ömrünü doldurmuş olması, bu bahçelerin yenileme çalışmalarında geç kalınmış olması, ülkeye giren kaçak çayın artması, maliyetlerin yüksek oluşu gibi birçok sorunun yaşandığı bu nedenle acilen bir çay eylem planı hazırlanarak sorunların kısa orta ve uzun vadede ortadan kaldırılması gerektiğini, Rize ili ve çevresinde çaya alternatif ürünün daha kaliteli çay olduğu ifade etmişlerdir.

Zenginbal (2013) yaptığı bir çalışmada; Türkiye'nin 24,5 milyon ton sebze ve 17,7 milyon ton meyve üretimiyle bahçe bitkileri yetiştiriciliği önemli bir konumda olduğunu, meyve üretiminin %5,49'unun Rize ilinde yapıldığını ve bu rakamın %98,7'sini çay üretiminin oluşturduğunu, ancak çay bahçelerindeki sorunlar için planlı ve projeli bir yol haritası belirlenerek hayata geçirilmesi gerektiğini, çayın Doğu Karadeniz dışında hiçbir

bölgede yetiştirilebilmesinin mümkün olmadığını bu nedenle çaya alternatif olarak daha kaliteli çay üretiminin benimsenmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Horuz ve Korkmaz (2006) Artvin Borçka İlçesi Karşıköy Beldesinden 1999 yılı üretim sezonunda alınan I. Sürgün, II. Sürgün ve III. Sürgün çay yaprakları üzerinde yaptıkları çalışmada; İlk hasatta çayda N, Ca, Mg, Zn yeterli düzeyde bulunurken, P, Fe noksan K ise aşırı noksan, ikinci hasatta çayda N, P, Fe noksan iken K orta derecede noksan, Ca, Mg, Zn, Cu yeterli düzeyde, üçüncü hasatta ise N, P, Fe noksan, K orta derecede noksan ve Ca, Mg, Zn ve Cu yeterli düzeyde bulunduğunu genel olarak çay bitkisinin topraktan sırasıyla çoktan aza doğru, Azot, Kalsiyum, Potasyum, Magnezyum, Fosfor, Çinko, Demir ve Bakır şeklinde besin elementlerini aldığını belirlemiştir.

Üstün ve Demirci (2013) Rize yöresinde yetiştirilen çay üzerinde yaptıkları bir çalışmada; çayın tarihsel sürecini incelemişlerdir. Çayın milattan önce 2700'lü yıllarda Assam'dan Çine taşındığını, Çin'de tarımının yapılmaya başladığını, Çin'den dünyaya yayıldığını, yeşil çay, siyah çay, oolong çay gibi çeşitli şekillerde işlenerek tüketildiğini, son yıllarda beyaz çay denilen antioksidan maddece çok zengin türevlerinin de yaygınlaştığını, çayın, antioksidatif, antiinflamatuvar, antimutajenik, antikarsinojenik, antianjiyojenik, apoptotik, antiobezite, hipokolesterolemik, antiaterosklerotik, antidiabetik, antibakteriyel, antiviral, yaşlanmayı geciktirici gibi değişik farmakolojik etkileri olduğunu ifade etmişlerdir.

Kurt ve Hacıoğlu (2013) yaptıkları çalışmada; Dünyada çay üretimi ve ticareti yapan ülkelerin ve Türkiye'nin üretim, tüketim, ihracat ve ithalat rakamları ile birbiri ile olan ilişkilerini incelemiş, dünyada en fazla çay üretim alanına sahip olan ülkenin Çin olduğunu, Çin'den sonra sırasıyla Hindistan, Sri Lanka ve Kenya'nın geldiğini, Türkiye'nin 1961'de 12. sırada yer alırken 2011 yılında 8. sıraya yükseldiğini, çay üretiminde de Çin'in ilk sırada yer aldığını, Çin'den sonra sırasıyla Hindistan, Kenya, Sri Lanka geldiğini, Türkiye'nin çay alanı bakımından 8. sırada yer almasına karşın çay üretiminde 5. sırada yer aldığını, en fazla çay ithal eden ülkenin Rusya, en fazla ihraç eden ülkenin Kenya olduğunu ve Türkiye'nin ithalatı 39. ihracatı 36. sırada yer alan hemen hemen kendi kendine yetebilen bir ülke konumunda olduğunu, çayın oluşturduğu

katma değer ve istihdam sayesinde Rize yöresinde kalkınmada çayın payının büyük olduğunu belirtmiştir.

Altıntığ vd (2001) yaptıkları çalışmada; FAAS (Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi) ile çayda ağır metal tayini yapmış, sonuç olarak değişik marka çaylarda deme geçen metal derişiminin farklılık gösterdiğini ve bu metal derişimlerinin; Fe: 3,13-42,23 ppm, Cu: 0,08-2,55 ppm, Ni: 4,45-15,54 ppm, Pb: 0,82-10,65 ppm, Cd: 0,41-8,00 ppm, Zn: 9,93-18,01 ppm aralığında bulunduğunu Cr derişiminin ise tayin sınırları altında çıktığını ifade etmiştir.

Alıklıç (2016) yaptığı bir çalışmada; ayın Dünyaya Çin ve Hindistan'dan yayıldığını, Türkiye'ye ilk kez yetiştiricilik amacıyla 1888 yılında getirilerek Bursa'da denendiğini ancak iklimin elverişli olmaması nedeniyle başarılı olunamadığını, daha sonra 1918 de Batum'a bir heyet gönderilerek inceleme yapıldığını ve Rize yöresinde yetiştiriciliğinin yapılabileceği doğrultusunda bir rapor düzenlendiğini, 1937 yılında ilk çay bahçelerinin kurulmaya başlandığını, ilk çay fabrikasının 1946 yılında üretime başladığını, Türkiye'de çay üreticiliğinin 1946'dan günümüze çok yol kat ettiğini ancak çay yetiştiriciliğinde en büyük sorunun ekonomik ömrünü tamamlamış ve tamamlamaya yaklaşmış yaşlı bahçelerin olduğunu, bu bahçelerin yenilenerek çay ürünlerinde çeşitliliğin artırılması ve Doğu Karadeniz için büyük bir fırsat olan çay yetiştiriciliğinin sürdürülebilir hale getirilebilmesi için alıma gerektiğini belirtmiştir.

zyazıcı vd (2010) yaptıkları çalışmada; Rize ve Artvin yöresinden alınan 220 adet toprak örneğinin analiz edildiğini, analiz sonuçlarına göre çay topraklarının kireç içermediğini, organik madde bakımından oldukça iyi durumda olduğunu, yüksek oranda yarayışlı fosfor ve potasyum içerdiğini, genel olarak killi tınlı ve killi bünyeye sahip olduğunu ancak toprak reaksiyonu bakımından alınan örneklerin %90'ının pH seviyesinin çay için ideal sayılan seviyenin altında olduğunu belirtmiştir.

zdemir vd (1999) yaptıkları çalışmada; 1995 üretim sezonunda  sürgün döneminde Ortodoks ve ÇAYKUR yöntemleriyle üretilen 7 nevi ayın Potasyum, Kalsiyum,

Magnezyum, Fosfor, Mangan, Demir, Bakır ve Çinko içeriklerini belirlemiş, kullanılan 42 numuneden elde edilen sonuçlara göre Ca, P, Cu ve Zn içeriği üzerine sürgün dönemi, yöntem ve sınıfın, K ve Fe içeriği üzerine sürgün dönemi ve sınıfın, Mn içeriği üzerine yöntem ve Mg içeriği üzerine ise sadece sürgün döneminin istatistiki olarak önemli etkisi olduğunu ifade etmiştir.

Balcı vd (2016) Doğu Karadeniz’de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin Demir, Bakır, Çinko ve Mangan durumunu saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada; Rize, Artvin, Trabzon ve Giresun illerinden alınan 532 adet toprak ve yaşlı yaprak örneğini yaş yakma yöntemi ve ICP-OES cihazı ile Fe, Cu, Zn ve Mn analizlerini yapmış, çay tarımı yapılan topraklarda Fe, Cu ve Mn yönünden sorun olmadığını, alınan numunelerin %49,6’sında Zn eksikliği bulunduğunu, yaprak örneklerinde yapılan inceleme sonucunda ise yapraklarda Mn yönünden sorun olmadığını, yaprak örneklerinin %98,9’unda Fe, %97’sinde Cu ve %97,6’sında ise Zn eksikliği görüldüğünü ifade ederek, eksik elementlere göre gübreleme programı uygulanmasının faydalı olacağını belirtmiştir.

Turan vd (2016) Doğu Karadeniz’de yetiştirilen çay bitkisinin yaşlı yapraklarının su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz içeriklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; Rize, Artvin, Trabzon ve Giresun illerindeki çay bitkilerinin birinci yıl sürgünlerinden 532 adet yaşlı yaprak alarak analize tabi tutmuş, analiz sonuçlarına göre yaşlı yaprak örneklerinin sahip olduğu su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz miktarlarının, hasat edilecek taze sürgünlere kalite parametrelerini (Türk Gıda Kodeksi) sağlamada olumsuz etkide bulunmadığı ve kalite parametreleri yönünden sorun taşımadığı sonucuna vararak, yaşlı yapraklar ile genç sürgünlerin kalite parametreleri arasındaki ilişkinin araştırılmasının faydalı olacağını bildirmişlerdir.

Torun (2008) yaptığı bir çalışmada; Çay tarımının yoğun olarak yapıldığı Rize ili ve ilçelerinde çiftçiler ile anket yaparak çay tarımının sorunlarını belirlemeye çalışmış, çalışmanın sonucu olarak, üreticilerin tarımsal yayım faaliyetlerine katılma oranının

%56,92 olduğu, ankete katılan üreticilerden %78,50'sinin yaş çay taban fiyatlarının ve çay politikalarının yetersiz olduğunu düşündüğünü, %83'ünün bölgedeki en büyük sanayi kuruluşu ve KİT olan ÇAYKUR'un özelleştirilmemesi gerektiğini düşündüğünü belirterek, çay konusunda gerekli çalışmaların ve etkili politikaların yapılması gerektiğini, özel sektöre standart getirerek üretim kalitesinin artırılması, ÇAYKUR'un özelleştirilmemesi gerektiğini, arazi büyüklükleri, taban fiyat gibi konularda düzenleme yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Yaylalı ve Tüysüz (2007) yaptığı çalışmada; Bazaltlar ve tortul kayaçlar üzerinde yetişen çaylardan alınan yapraklarda, dasittik kayaçlara nazaran Al dışındaki diğer elementlerde daha yüksek konsantrasyonlara rastlandığını, çay yapraklarında Cu bakımından en yüksek ortalamaya Sürmene ve Çayeli sahasının sahip olduğunu, en yüksek Pb Çayeli sahasından alınan çay yapraklarından elde edildiğini, toprak örnekleri Cu, Pb ve Zn bakımından Sürmene sahasında daha yüksek değerler gösterdiğini, Çayeli sahası ise Al bakımından diğer sahalardan daha zengin olup, en yüksek Al değerinin %7,56 olduğunu, topraklardaki yüksek Al değerinin yapraklarda gözlenmediğini, toprak örnekleri arasında en yüksek Mn değerinin ise Peronit sahasından elde edildiğini, Sürmene sahasından 1. sürgün döneminde alınan topraklarda yüksek derecede Cu, 3. sürgün döneminde Cu ve Cd, Hopa sahasından 1. sürgün döneminde alınan topraklarda ise yüksek derecede Mn zenginleşmesi görüldüğünü, çay bitkisi tarafından topraktan Cu, Zn, Cd ve Mn alımının en fazla gübreleme yapılan topraklardan olduğunu, özellikle $(NH_4)_2SO_4$ gübresi uygulanan topraklarda pH düştüğünü ve bitkinin elementleri alması kolaylaştığını, Cu, Zn ve Mn sık sulanan topraktan daha kolay alınırken, Cd alımı üzerinde sulama farklılıklarının etkili olmadığını, çay yapraklardaki kurşun konsantrasyonu yoldan uzaklığa bağlı olarak mesafe arttıkça azaldığını ifade etmiştir.

Bedir ve Altıntığ (2010) yaptığı çalışmada; Çeşitli bitki çayları (Nane, Rezene, Kekik, Kantaron, Melisa), network firma çayları (Herbalife, Foreverliving) ve siyah çaylardan (marketlerden alınan) alınan 13 çay numunesinde ICP-OES cihazı ile Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, ve Pb metallerinin deme geçen derişimleri incelemiş, sonuç olarak tüm çay örneklerinde deme geçen metallerin insan vücuduna alınması gereken miktarların

üzerinde olduğunu, bu metal miktarlarının paket çaylarda Fazla olduğunu, açık çaylarda ise paket çaylara göre nispeten daha az olduğunu, ayrıca açık ve poşet çaylardaki metal miktarları 2, 5, 10 dakikalık sürelerle deme geçen süreleri karşılaştırıldığında, demleme süresi arttığında çaya geçen metal miktarının arttığını ifade etmiştir.

Buçan ve Torul (2014) yaptığı bir çalışmada; Rize bölgesinde çay tarımı yapılan Fındıklı, Pazar ve Sabuncular yöresinden ilkbaharda ve Sonbaharda alınan toplam 60 toprak numunesinde, pH tayini, Smith - Weldon Metodu ile organik madde tayini, Mikrokjeldahl Yöntemi ile N tayini, Asit Florürde Çözünebilen P tayini, Flamefotometre Yöntemi ile K tayini, EDTA Titrasyonu ile Ca Tayini, EDTA ($C_{10}H_{16}N_2O_8$, Etilendiamin Tetraasetik Asit) Titrasyonu ile Ca + Mg tayini, DTPA ($C_{14}H_{23}N_3O_{10}$, Pentetik Asit) ile ekstrakte edilebilir Fe, Mn, Zn ve Cu tayini yaparak mevsimsel olarak değişimleri incelediğini, sonuçlara göre her üç bölgede de ilkbahar mevsiminde pH ve makro elementlerin değerlerinin yüksek, buna karşın mikro elementlerin değerlerinin ise düşük olduğunu, Sonbahar mevsiminde pH ve makro element değerlerinin düşük, mikro element değerlerinin ise genel itibarıyla yüksek olduğunu, Organik madde değerlerinin ise her iki mevsimde de normal değerlerin üzerinde bulunduğunu, Çay topraklarının pH'sının düşük olduğunu, ıslah edilmesi ve buna göre gübreleme yapılması gerektiği ifade etmiştir.

Akkaya ve Özkutlu (2015) Rize'de yaptığı bir çalışmada; 50 bahçeye ait 1. 2. ve 3. Sürgün (Mayıs -Eylül) dönemlerinde yaprak örnekleri ve 0-30 cm'den toprak örnekleri aldığını, toprakların %66'sının "kumlu tınlı", %18'inin "kumlu killi tın", %6'sının "tınlı kum", %6'sının "tınlı" ve %4'ünün "killi" bünyeye sahip olduğunu, toprak pH'larının 3,49 ile 5,01 arasında değiştiğini, toprakların %100'ünün tuzsuz olduğunu, %50'sinde K, %54'ünde Mg, %54'ünde Ca, %76'sında Mn, %66'sında Zn, %36'sı Cu ve %98'i B'nin düşük seviyede olduğunu, toprakların %66'sının P ve %72'sinin Fe bakımından optimum seviyenin üzerinde olduğunu, yaprak örneği alınan bahçelerin %100'ünün, P, Mg ve Al bakımından yeterli, %82'sinin Ca bakımından yeterli, %100'ünün Fe, Zn, B bakımından %96'sının K ve Cu bakımından, %72'sinin S ve %80'inin Mn bakımından noksan olduğunu, genel olarak bölgede K, Fe, Cu, Zn, Mn, B bakımından eksiklik olduğunu

gübreleme uygulamalarında modern teknikler kullanılarak analize dayalı gübrelemenin yapılmasının çay tarımının geleceği açısından son derece önemli olacağını belirtmiştir.

Yavaş ve Özcan (2012) Çay bitkisinin çelikle köklendirilmesinde köklendirme ortamının pH'sının ve IBA uygulamalarının çeliklerin köklenmesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada; Çeliklerde en iyi sonuçlar, 6000 ppm IBA ($C_{12}H_{13}NO_2$, İndol Bütirik Asit) uygulamasında 5,5 pH seviyesinde alındığını, 6000 ppm IBA'da köklenme oranının %65,26, en gelişmiş kök uzunluğunun 4,90 cm, kök sayısının 4,97 adet ve kök kalitesinin 1,33 olarak tespit edildiğini, ortam pH'sının 5,5 olduğu durumda köklenme oranının %69,69, en gelişmiş kök uzunluğunun 9,41 cm, kök sayısının 8,70 adet ve kök kalitesinin 1,70 olduğunu, çeliklerde canlılık oranında pH'ın etkili olduğunu, çeliklerin sürgün yapma oranı bakımından ise 3,5 pH'da (%79,28) en iyi sonuç elde edilirken, sürgün uzunluğunda da 6000 ppm IBA'da (7,96 cm) ve 3,5 pH'da (9,20 cm) en iyi sonuç elde edildiğini, tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, en iyi köklenme ve kaliteli bir fidan elde etmek için 5,5 pH seviyesi 6000 ppm IBA uygulaması önerildiğini belirtmiştir.

Çetinay ve Ezer (2014) doğal ve paketlenmiş bitkisel çay örneklerindeki metal (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn) ve fenolik içeriklerin (gallik asit, CA, EC, ECG, EGC, EGCG) miktarları saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada; yaş yakma metodu ile örneklerin hazırlanarak ICP-AES ile analiz edildiğini, Fenolik bileşikler ve toplam fenolik içeriğin HPLC ile analiz edildiğini, bitkisel çay örneklerinin insan sağlığı açısından önem taşıyan birçok metal ve yine insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan fenolik bileşiklerden bazılarını içerdiği tespit edildiğini, bu bitkilerin içerdiği bileşenlerin miktarlarında fabrikasyondan (işleme) aşamasından kaynaklı değişiklik meydana geldiğinin düşünüldüğü ifade etmişlerdir.

Uzuner ve Bilgin (2015) Çay yapraklarında trafik faktörüne bağlı olarak ağır metal birikiminin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; Artvin-Kemalpaşa'dan başlayarak Giresun'un Tirebolu ilçesine kadar Karadeniz sahil yolu boyunca sekiz farklı lokaliteden ve trafiğin olmadığı Karadeniz sahil yoluna uzak sekiz

farklı lokaliteden çay ve toprak numuneleri alındığını, ICP-OES cihazında Co, Pb, Ni, Cr, Cu, Fe, Zn ve Mn değerleri okunduğunu, sonuçlara göre Karadeniz sahil yolu kenarından ve trafikten uzak bölgelerden alınan numunelerin ağır metal içeriklerinin trafikten uzak lokalitelerden alınan numunelere göre daha yüksek çıktığını ancak toprak numunelerinin Pb, Cr, Cu, Ni ve Zn içeriklerinin normal sınırlar içerisinde yer aldığı ve oldukça düşük olduğunu, yaprakları yıkanan numunelerde Fe içeriğinin daha düşük olduğu tespit edildiğini, sonuçlara göre trafiğin Karadeniz sahil yolu yakınında bulunan topraklarda ve çay bitkisinde bir ağır metal birikimine dolaylı olarak neden olduğunu ifade etmiştir.

Özdemir vd (2017) Giresun, Trabzon ve Rize'den alınan siyah çaylarda ve bu çaylardan elde edilen demlerde alüminyum içeriğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; deme geçen alüminyum içeriğini belirlemek için cam demlikte 4 farklı sürede (15, 30, 45 ve 60 dakika) çay demlediğini, Alüminyum içeriğini indüktif olarak eşleştirilmiş plazma-atomik emisyon spektroskopisi (ICP-OES) ile belirlemiş, siyah çay yapraklarında alüminyum $8177,75 \pm 1167,76$ mg/kg ile $15657,72 \pm 1060,05$ mg/kg arasında belirlendiğini, Trabzon iline ait örneklerin diğerlerine göre daha düşük alüminyum içerdiğini ve istatistiksel açıdan önemli bulunduğunu, sürgün dönemine göre içeriğin ise önemli ölçüde değişmediğini, deme geçen alüminyum içeriği üzerine demleme süresinin önemli derecede etkili olduğunu, bu durumun çay tüketimi yüksek olan halkımız için sağlık problemi yaratabileceğini, yaşlı yapraklardan üretilen çaylarda alüminyum birikiminin artıyor olmasından dolayı çaylıkların gençleştirilmesi ve çay üretiminde yaşlı yapraklara yer verilmemesinin siyah çayın alüminyum içeriğini düşüreceğini ifade etmişlerdir.

Bárcena-Padilla vd (2011) tarafından, Çay tüketiminin, yararlı etkileri olduğundan yola çıkılarak İki ticari kuru çay yaprağı türünün kaynar su ile (5, 15 dak infüzyon süresi) infüzyonu sırasında sükrözün ve/veya askorbik asidin çözülmüş alüminyum bileşikleri üzerindeki etkisi laboratuvar çalışması ile araştırılmıştır. Her iki çay yaprağı infüzyonunda çözülmüş alüminyum varlığını etkileyen faktörler, infüzyon süresi ve şeker içeriği ve ayrıca askorbik asit ve sükröz arasındaki etkileşimin ($p < 0.05$). 15

dakikalık infüzyondan sonra alüminyum muhteviyatı, şeker eklenmiş siyah çay infüzyonları için $0,7 \text{ mg L}^{-1}$ ve hem şeker hem de askorbik asit eklenen yeşil çay için $0,69 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. Her iki konsantrasyon da Meksika'da içme suyu için kabul edilen $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ seviyeden daha yüksek bulunmuştur.

Elbagermi vd (2017) yürüttükleri bir çalışmada, bazı ağır metallerin (Cu, Cr, Ni, Cd, Mn, Fe, Mg ve Pb) yöresel pazarlardan satın alınan ticari marka bitkisel çay örneklerindeki konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Tüm çay yaprağı örneklerinde Cu, Cr, Ni, Cd, Mn, Fe, Mg ve Pb konsantrasyonu sırasıyla; $5.141 - 17.1$, $0.890 - 3.4$, $0.0833 - 2.349$, $0.035 - 0.38$, $32.01 - 89.46$, $79.01 - 167$, $91.98 - 213.83$ ve $0.463 - 0.901 \text{ mg.kg}^{-1}$ arasında bulunmuştur. İçindeki ağır metallerin konsantrasyonu çay yapraklarındaki konsantrasyon düzeyleri ise sırasıyla; $\text{Mg} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd}$ belirlenmiştir. Ayrıca, araştırılan veya test edilen çay örneklerinde tüm toksik elementlerin konsantrasyonlarının uluslararası yasal düzenleme standartlarında belirtilen izin verilen seviyelerin altında bulunduğu rapor edilmiştir.

AL-Oud (2003) Suudi Arabistan Krallığı'ndaki perakende pazarında bulunan marka çayların kalitesi ve dokularındaki ağır metallerin içeriğini değerlendirmek üzere yaptıkları çalışmada, Test edilen tüm marka çay ve bitkilerin sekiz ağır metalin (Mn, Fe, Zn, Cu, Ni, Co, Pb ve Cd) içeriklerinin önemli düzeylerde olduğunu belirlemişlerdir. Test edilen dokuz çay markası ve beş farklı bitkinin, ağır metal içeriğinde yüksek değişkenlik ($p < 0,01$) olduğunu gösterdi. Test edilen ağır metaller arasında Mn elementinin çay yapraklarında en fazla oranda bulunduğu ($390 - 900 \text{ mg.kg}^{-1}$), ve Fe in bitki yapraklarında ($326 - 1555 \text{ mg.kg}^{-1}$) en yüksek olduğuna dikkat çekilmiştir. Diğer taraftan toksik ağır metallerden, Pb ve Cd un hem çay hem de bitki yapraklarında en düşük içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. Test edilen çay markaları arasında Çin yeşil çayının, en yüksek ağır metallerin içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çay ve bitki içeceklerinde test edilen söz konusu ağır metallerin konsantrasyonları toplam içeriklerinden belirgin şekilde düşük olduğu rapor edilmiştir. Özellikle Toksik ağır metallerden sayılan, Pb ve Cd konsantrasyonları, mevcut analitik teknikler kullanılarak ölçüm yapıldığında çay süzüklerinde tespit edilemeyecek kadar düşük olduğu görülmüştür. Hem demlenmiş hem

de infüzyon ekstraktlarında incelenen ağır metallerin çözünürlüğü geniş çeşitlilik göstermiş olup ve %0,0-48 arasında bulunmuştur. En düşük çözünürlük oranları, toksik ağır metallerden olan Pb ve Cd için belirlenmiştir.

Zhang vd. (2018), planladıkları bir çalışmada, çay yapraklarında ve yetiştirildiği topraklarda (0-30 cm) alüminyum (Al) ve ağır metallerin (Mn, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni, Cu ve Zn) konsantrasyonlarının incelemiştir. Araştırma Çin'de Puan County'de (Guizhou Eyaleti,) gerçekleştirilmiştir. Söz konusu ağır metallerin Ortalama konsantrasyonları toprakta sırasıyla; Al, Mn, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni, Cu ve Zn 103, 214, 20.9, 0.09, 0.12, 17.5, 121, 27.8, 131.2 ve 64 mg kg⁻¹. Topraktaki ağır metallerin kirlilik endeksleri şu şekilde sıralanabilir: Cu> Cr> Hg> As> Ni> Zn> Pb> Mn> Cd. Toprak Cu içeriği, bölge topraklarının jeokimyasal arka plan Cu yükseklik değerleri nedeniyle Cu yönünden orta derecede kirlendiği anlaşılmıştır. Potansiyel çevre risk endeksi (RI) toplam örneklem alanlarının %7,69 olarak, orta düzeyde olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, genç çay yapraklarındaki Al, Mn, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni, Cu ve Zn konsantrasyonlarının aralığı 250–660, 194–1130, 0,107–0,400, 0,012–0,092, 0,014–0,085, 0,073–0,456, 0,33–1,26, 6,33–14,90, 14,90–26,10 ve sırasıyla 35,8–50,3 mg kg⁻¹. Olgun çay yapraklarında sırasıyla 4300–10,400, 536–4610, 0,560–1,265, 0,040–0,087, 0,043–0,089, 0,189–0,453, 0,69–2,91, 3,43–14,20, 6,17–16,25 ve 9,1–20,0 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, genç çay yapraklarındaki ve olgun çay yapraklarındaki Pb, Cu, As, Hg, Cd ve Cr konsantrasyonlarının tümü standart sınırın altında olduğu anlaşılmıştır. Çin'deki değerler (sırasıyla 5,0, 30, 2,0, 0,3, 1,0 ve 5,0 mg kg⁻¹ Pb, Cu, As, Hg, Cd ve Cr). Ayrıca, çay yapraklarının Mn birikme kabiliyeti en güçlü bulunmuştur ve olgun çay yapraklarında Mn'nin ortalama biyolojik konsantrasyon faktörü (BCF) 12,5 olarak tespit edilmiş olup yetişkinler için tüketim yoluyla potansiyel bir sağlık riski olmadığını anlaşılmıştır (0,272). Olgun çay yaprakları için HI değerlerinin birin üzerinde olduğu ve olgun çay yapraklarının infüzyonlarının tüketimi yoluyla yetişkinlere yönelik risk esas alındığında Mn ve Al açısından risk söz konusu olduğu rapor edilmiştir.

Karimi vd. (2008) dünyanın en popüler içeceklerinden biri olan çay bitkisinin içerisindeki kimyasal bileşenlerin de sağlıkla ilgili oldukları görüşünden hareketle, planladıkları

çalışmada, Al, As, Cu, Hg ve Pb içeren beş ağır metalin konsantrasyonu, Mashhad pazarından toplanan örnekler üzerinde atomik absorpsiyon spektrometrisi ile belirlenmişlerdir. Al ve As için sırasıyla En yüksek ($908,30 \pm 377,70 \mu\text{g/g}$) ve en düşük ($0,09 \pm 0,02 \mu\text{g/g}$) değerler tespit etmişlerdir. Genel olarak, siyah çayın metal içeriklerinin, çay infüzyonlarınınkinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Hg'nin infüzyona bırakma yüzdesi %70 iken, Pb için sadece %2,6 bulunmuştur. Bu çay infüzyonlarından bütün elementlerin günlük alımı, bazı numunelerde Al hariç ortalama günlük alım sınırlarındadır. Bu nedenle, diğer toksik metallerle kirlenmiş yiyecekler aynı zamanda alınmazsa insan tüketimi için sağlık riski oluşturmayacağı kanaati hâsıl olmuştur.

Bitki besin elementleri kimyasal elementlerdir ve bitki gelişmesi için esansiyeldir. “Bir elementin esansiyel sayılabilmesi için; bitkinin yaşamsal döngüsünde tamamlayıcı bir rolü olmalı, bütün bitkiler için gerekli olmalı, başka bir element onun yerine geçememelidir. Eğer bir element tüm bitkilere değil de bazı bitkilere gerekli olup gelişmeyi artırıcı etki yapıyorsa, o element yararlı element olarak tanımlanır. Karbondioksit ve sudan sağlanan elementler (C, H, O’nin kaynakları) ile diğer 13 element (N, P, K, S, Mg, Ca, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Cl) bütün bitkilerin yaşam döngüsünü tamamlayabilmeleri için ihtiyaç duydukları mutlak gerekli besin elementleri olarak kabul edilmişlerdir. Büyümeyi uyaran fakat gerekli olmayan veya sadece belli bitki çeşitleri için veya belli koşullar altında gerekli olan mineral elementler, genellikle “yararlı elementler” olarak tanımlanır. Bazı bitkilerin özel tercihi olan yararlı elementler, motive edici ya da teşvik edici olup, bunlar; Na, Si, V, Co, Ni ve Al dur. İşte bunlar arasında “Alüminyum” çay bitkisinin özel tercihidir. Yetiştigi toprakta yeterince bulunmazsa çay kalitesi düşer (Yıldız 2016).

Çoğu kültür bitkileri yüksek Al konsantrasyonlarına duyarlıdır ve asit topraklarda Al zehirliliği, yüksek Al toleranslı bitkilerin ıslah ve seleksiyonu çabalarında, son derece ciddi bir sorun durumundadır. “Alüminyuma en toleranslı bitkilerden biri olan çay bitkisinde, toprak çözeltisinde 27 mg/litre gibi yüksek konsantrasyonlara kadar, büyüme artışları gözlenmiştir. Çay bitkisi hariç genel olarak tarla ve bahçe bitkilerinin (tütün

dâhil) Alüminyum içerikleri 6-300 ppm arasında değişmektedir. Örneğin patatest 6.5 ppm, taze fasulyede 182 ppm alüminyum, tane ve tohumlarda 0.5 -10 ppm Al, ıspanak yaprağında 100 ppm Alüminyum konsantrasyonlarından bahsedilirken; değişik çay örneklerinde; meyve çaylarında 292 ppm, dağ ot çaylarında 449 ppm, aromalı siyah çaylarda 764 ppm, siyah çaylarda 899 ppm Alüminyum bulunduğu belirlenmiştir. Hatta iyi görünüşlü olgun çay yapraklarında 3220 ppm Al bulunduğunu ve kötü görünüşlü çay yapraklarında ise 1310 ppm Alüminyum bulunduğu belirlenmiştir. Alüminyum biriktiren bitkilerin çoğunlukla çift çenekli olduğu ve bunların yağışı yüksek yıkanmış asit tepkimeli topraklarda yetiştiği görülmüştür (Kacar, 2010) . Örneğin Kacar vd (1979) 3 değişik sürgün döneminde çay yapraklarında Alüminyum miktarlarının 180-1480 ppm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çay çeşitleri arasında 2000-5000 ppm Alüminyum içeriğinden rahatlıkla bahsedildiği söylenebilir. Alüminyum, aynı zamanda alternatif bitki çaylarında da bulunur. İspanya'da yapılan bir araştırma, 17 farklı aromatik otlar, kuru ağırlığı başına 3,74 gram 56,50 mikrogram arasında geniş bir yelpazede değişen alüminyum konsantrasyonları bulunmuştur. Bu çaylarda alüminyum konsantrasyonlarının (%1 ya da daha az) çok daha azdır” Çay bitkisinin gelişmesi ve kalitesi üzerinde Alüminyumun etkisi olmazsa olmaz düzeydedir “Çay bitkisi alüminyum biriktiren bitkilerden biri ve belki de birincisidir. Çay bitkisi yanında yosunlar, eğrelti otu, taşkıran çiçeği, süpürge otu ve sarkık otu alüminyuma dayanıklı bitkiler grubundadır. Çay bitkisinde Al temelde olgun yapraklarda birikir. Kyoto üniversitesinde 10 yaşındaki çay bitkisinin yaşlı yapraklarında Al 30690 ppm ve genç yapraklarında 600 ppm Al olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan buğday, arpada, çavdarda ve yulafta sırasıyla 31, 38,70 ve 47 ppm, lahana ve ıspanak yaprağında 8,8 ve 104, domates elma ve portakal meyvelerinde 20, 7,2 ve 15 olarak belirlenmiştir (Kacar vd 1979; Yıldız 2016).

Alüminyum sadece çay yoluyla değil modern yaşamın gereği olarak ta bünyemize geçmekte Günümüzde sofr tuzları rafine edilirken de rahat serpilmesi için Alüminyum Hidroksit ekleniyor. Antiasid hap veya şurupların pek çoğunda yoğun miktarda alüminyum hidroksit ve alüminyum tuzları bulunmaktadır. Yanı sıra ishal kesici (antidiarrheal) haplar dahi alüminyumlu maddeler ihtiva etmekte. Bir kısım ağrı kesici aspirinler, kepek olmasını önleyici bazı şampuanlar, bazı deodorantlar, hep beynimizin

belâsı alüminyum ihtiva etmektedir. Beyin uzmanlarına göre, sigara dumanı nasıl ki doğrudan akciğerlere etki etmektedir, aynı şekilde, alüminyum da merkezi sinir sistemine etki etmektedir. Çay bitkisinin çok yağışlı fazla yıkanan asit karakterli toprakları tercih etmesi ayrıca bu topraklarda alüminyumun yüksek oluşu çay için tamamen ideal koşullardır. Bu topraklarda Al un zengin olması çay bitkisi için memnuniyet vericidir. Kaliteli çay alüminyumca varıl toprak ister ve diğer tüm kültür bitkilerinden en önemli farkı alüminyum tercih etmesidir (Wagatsuma 1984; Yıldız 2016).

Yetişkinlerde diyetle, çayla ve suyla alınan alüminyumun izin verilebilir değerleri; Avustralya (1,9-2,4 mg/gün), Finlandiya (6,7 mg/gün), Almanya (8–11 mg/gün), Japonya (4,5 mg/gün), Hollanda (3,1 mg/gün), İsveç (13 mg/gün), İsviçre (4,4 mg/gün), Birleşik Krallık (3,9 mg/gün) ve ABD (7,1-8,2 mg/gün). 5-8 yaş arası çocuklarda; Almanya'da günde 0,8 mg, günde 6,5 mg olarak bulunmuştur. Kanada, İngiltere ve ABD'de alüminyum bebeklerde 0,03 ila 0,7 mg/gün arasında değişmiştir (WHO 1997).

Küçük miktarlarda alüminyum, mukoza ve gastrointestinal duodenuma karşı etkili bir şekilde etki eder. Yetişkin insan tarafından tüketilen ortalama günlük alüminyum dozu yaklaşık 45 mg'dir . Bununla birlikte, vücut ağırlığının kg'ı başına 7 mg, aşırı bir diyet alımının olumsuz etkisi vardır. Yumuşak doku kalsifikasyonuna, kansızlığa ve nörolojik bozukluklara neden olur. Alzheimer hastasındaki alüminyumdaki hasarlı beyin hücrelerinin içeriği, bu element tarafından hastalıkların gelişmesine dolaylı etki gösterebilir (Muller *et al.* 1997). Wróbel *et al.* (2000) alüminyum infüzyonlarını belirlemişler , araştırmacılar yapraklı materyallerde Al içeriğini sırasıyla : siyah çayda 759 µg / g, yeşil çayda 919 µg /g ve Hibiscus çayında 272 µg / g İnfüzyona sızan alüminyum fraksiyonu %28,7 (yeşil çay) ve %49,6 (Hibiscus) arasında bulunmuştur. Daha sonra Pytlakowska vd (2011) Polonya'da satılan bitkisel çayları incelemişler ve bitki yapraklarındaki alüminyum içeriğinin 13,0-297 µg/g arasında olduğunu tespit etmişlerdir. 10 dakikalık çay demlendikten sonra İnfüzyondaki alüminyum muhtevası 0,862–53,4 µg/g ve 30 dakika sonra 6,42–52,2 µg / g arasında değişmiştir.

Nitekim Ruan ve Wong (2001) den aktarıldığına göre 468 ila 930 mg kg-1 arasındaki bazı çay çeşitlerinde bahsedilen alüminyum konsantrasyonları uzun yıllar boyunca alüminyum insanlar için zararsız olarak kabul edilmiştir. Ancak Exley ve Korchazhkina (2001) aktarıldığına göre son dönemlerde, Çay ürünlerindeki alüminyum konsantrasyonlarının ve infüzyonların (çözünmesi ile serbestlenen (Al) biyoyararlı alüminyumun bazı hastalıklarla (Alzheimer, Parkinson ve diyaliz ensefalopatisi gibi) ilgili olduğuna dair bulgular tespit edilmiştir.

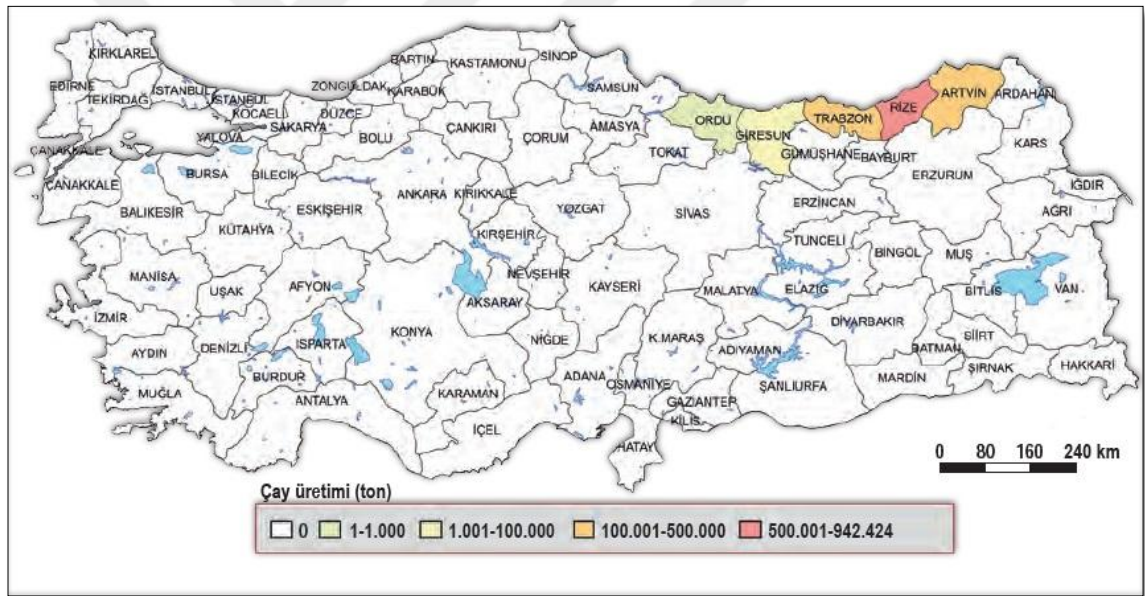


3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma sahası

Çalışma sahası, 3092 Sayılı Çay Kanunu (Anonim, 2019g) ile ve bu kanuna göre çıkarılan yönetmeliklerle I. Kalite Çay Üretim bölgesi olarak belirlenen, Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun İllerindeki çay üretim bölgelerinden oluşmaktadır (Şekil 3.1).



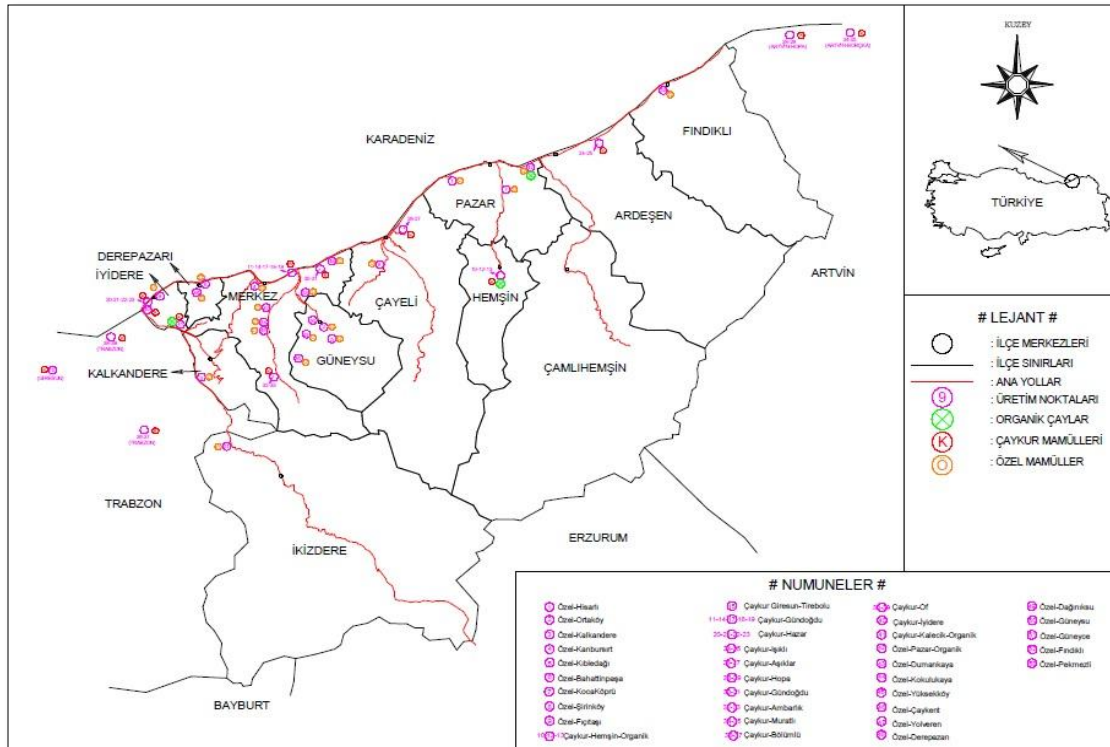
Şekil 3.1. Türkiye çay üretim bölgeleri (Anonim 2018)

3.1.2. Çalışmanın verileri

Çalışmanın verileri; çalışma sahasında üretilen ve piyasaya sürülen kuru çay örnekleri üzerinde yapılan makro (N, P, K, Ca, Mg, S) - mikro (Fe, Zn, Cu, Mn, B) - ağır metal (Al, Pb, Cr, Co, Ni, Cd) analizlerinden elde edilmiştir. Analizler için Rize Merkez, İyidere, Kalkandere, Pazar, Ardeşen, İkizdere, Çamlıhemşin, Hemşin ve Çayeli, Artvin'in

Hopa ve Borçka, Trabzon'un Of, Giresun'un Tirebolu ilçelerinde bulunan ÇAYKUR'a ait Çay Fabrikalarından, piyasadaki ÇAYKUR'a ait çaylardan ve özel sektöre ait piyasadan temin edilen kuru çay örnekleri alınmıştır (Şekil 3.2).

Alınan kuru çay örnekleri; ÇAYKUR'a ait Kamelya Çayı Organik Hemşin Çayı, Altınbaş Klasik, Organik Zümrüt Yeşil Çay, Rize Turist Çayı, Organik Rize Çayı, Çay Çiçeği, 42 Nolu Tirebolu Çayı, Burcum Yeşil Çay, Anadolu Filiz Çayı, Ayder Çayı, Gap Çayı, Nadidem Misafir Çayı, Her Dem Yeşil çayı, özel sektöre ait Rize Güneysu Örnek Çay, Nalkıran Çay Rize Merkez, Doğu Çay Salarha Rize Merkez, Hantal Çay Rize Derepaşarı, Özgür Çay Dağsu Rize Merkez, Of Çay Rize Pazar (Organik), Karali Çay, Alkan Çay, Nergiz Çay Güneysu Merkez, Kader Çay (Dağınksu) Rize Merkez, Zülfikar Çay, Nur Çay Doğu Çay, Altınbaşak Çay, Karali Çay, Ocak Çay, Erdinç Çay, Kardeşler Çay, Güneyce Çay, Bey Çay, Lipton marka çaylardır. Üretim alanından alınan numuneler her fabrikadan iki numune olacak şekilde genellikle 2 ve 3 nevi çaylar (2 ve 3 numaralı elekten geçen) tercih edilmiştir.



Şekil 3.2. Örneklem haritası

3.2. Yöntem

Çalışmada; Ortodoks yöntemiyle (Özdemir vd. 1999) üretilmiş çay numuneleri analize hazırlanmış ve kuru çay örnekleri nitrik-perklorik asit karışımında (Yaş Yakma) yakılmış bitki çözeltileri elde edilmiştir. Nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakmada 0,5'er gram bitki örneği üzerine 10 cc kadar asit karışımı ilave edilerek optimum 240 °C de renksiz çözelti elde edince ye kadar yakılmış ve çözelti belli bir hacme tamamlanmıştır. Elde edilen bitki çözeltilerinde makro, mikro elementler ve ağır metal analizleri haricinde hedef analiz olan Alüminyum analizi yapılmıştır.

Araştırmanın, laboratuvarında çay numunelerinin analize hazırlık (kurutma dolabında en az 48 saat süreyle 70 °C derecede bekletilme) ve daha sonra mineral analiz için nitrik perklorik asitte yaş yakma sürecinde çeker ocak, yakma ünitesi, terazi vb. cihazlarla, azot yakma ünitesi (kjeldahl yakma damıtma ünitesi) ile fosfor okuması için spektrofotometre, makro, mikro besin elementleri ve ağır metal okumaları, bitki örneklerindeki değişen ölçülerde Al konsantrasyon farklarını net bir şekilde belirlemek ve daha önemlisi çalışmanın objektifi olan Alüminyum saptaması olduğu için daha hassas bir ölçüm tekniğinden yararlanmak için DAYTAM merkezinde mevcut olan ICP-MS cihazı ile okumalar yapılmıştır.

3.2.1. ay yapraklarının mineral içerik analizleri

3.2.1.a. Nitrik-perklorik asitle yaş yakma yöntemi ve bitki çözeltilerinde elementel analizler



şekil 3.3. rneklerinin hazırlanması

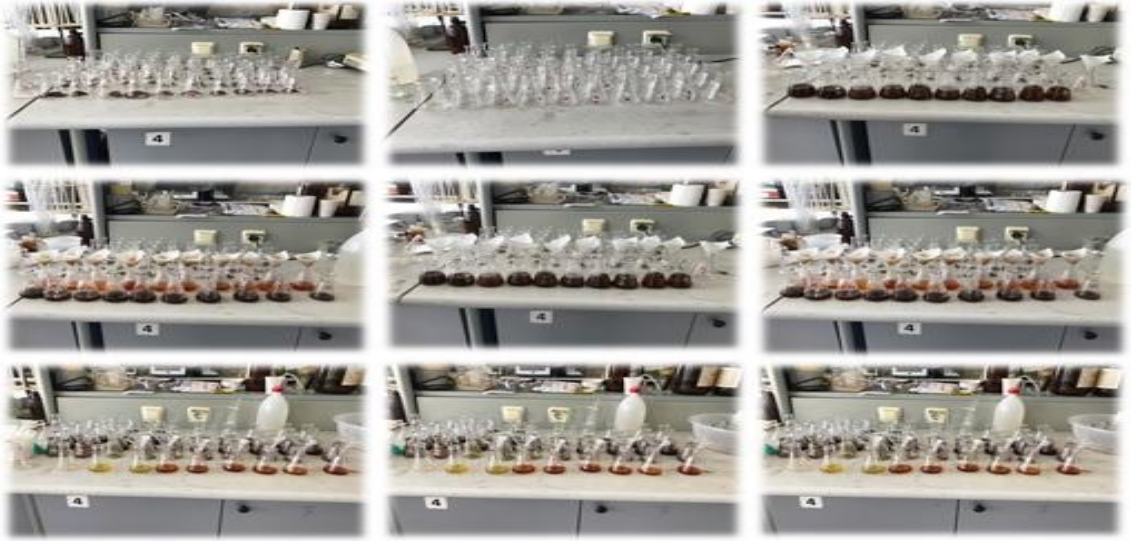
Bitki rnekleri 0,5 gr tartılıp üzerine 10 ml Nitrik-perklorik asit (HClO_4) eklenmiş ve eker ocakta yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma rnleri Watman 42 filtre kâğıdı ile szlp saf su ile szkler 25 ml tamamlanmıştır. Hazırlanan szklerde (yaş yakma yöntemi ile oluşturulan) makro besin elementleri (P, K, Ca, Mg), mikro besin elementleri (Fe, Cu, Mn, B, Zn) ve ağır metalleri (Al, Pb, Cr, Co, Ni, Cd) belirlemek üzere ICP-MS cihazında okumalar yapılmıştır (Kacar ve İnal 2008).



Şekil 3.4. Nitrik-Perklorik asit yaş yakma yöntemi ile örneklerinin hazırlanması

3.2.1.b. İnfüze olan (çay demleme yöntemi) Alüminyumun analizi için süzüklerin hazırlanması

Ortalama piyasadaki sallama poşet çayların miktarı esas alınarak, 1-2 mm incelikte öğütülmüş olan çay yaprak örneklerinden 1 gr tartılıp 40 cc kaynar su ekleyip 20 dakika beklenmiş, oluşan çözeltiler Whatman-42 filtre kâğıdı ile süzülerek infüze çözeltiler oluşturulmuş ve ICP-MS cihazında alüminyum okumaları yapılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. İnfüze olan Alüminyumun analizi için süzüklerin hazırlanması

3.2.1.c. Azot analizi

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 damıtılmış ve daha sonra geri titrasyonla damıtılan örnek H_2SO_4 (sülfürik asit) ile titre edilmiştir. Nötralizasyon için sarf edilen sülfürik asit miktarından toplam azot hesaplanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Azot analizi

3.2.2. İstatistiksel değerlendirme

Bitki örneklerinde belirlenen 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. İstatistik programı) önemlilik düzeyleri değerlendirilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çay bitkisine geçen besin elementleri analizleri yapılmış, istatistiki açıdan önemli çıkan değerler Reuters ve Robinson (1997), Chu and Juneja (1997)'a ve Kabata-Pendias and Pendias 1984) ve Johns *et al.* 1991'e göre yorumlanmıştır.

4.1. Bitki Besin Elementi Analiz Sonuçlarının, Chu ve Juneja 1997'nin Referans Değerlerine Göre Yorumu

Çizelge 4.1. Çay bitkisinin mineral içeriğini karşılaştırmada kullanılan referans değerler (Chu and Juneja 1997)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
AZ	< 3,5	< 0,20	< 1,6	< 0,12	< 0,12	< 0,24
YETERLİ	3,5-7,1	0,20-0,70	1,60-2,50	0,12-0,57	0,12-0,30	0,24-0,48
FAZLA	7,10 >	0,70 >	2,50 >	0,57 >	0,30 >	0,48 >
	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)	Al ** (mg kg ⁻¹)
AZ	< 100	< 15	< 30	< 500	< 20	< 420
YETERLİ	100-200	15-20	30-50	500-3000	20-30	420-3500
FAZLA	200 >	20 >	50 >	3000 >	30 >	3500 >

4.1.1. Makro besin elementi analiz sonuçları ve değerlendirilmesi

Makro Besin Elementleri (%); N için en yüksek değer 6,3 en düşük değer 1,8 ortalama 3,4 (az), P için en yüksek değer 0,30 en düşük 0,18 ortalama 0,24 (yeterli), K için en yüksek 2,52 en düşük 1,54 ortalama 2,01 (yeterli), Ca için en yüksek 1,18 en düşük 0,23 ortalama 0,35 (yeterli), Mg için en yüksek 0,35 en düşük 0,18 ortalama 0,22 (yeterli) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Çay örneklerinin Azot ve diğer makro element konsantrasyon değerleri*

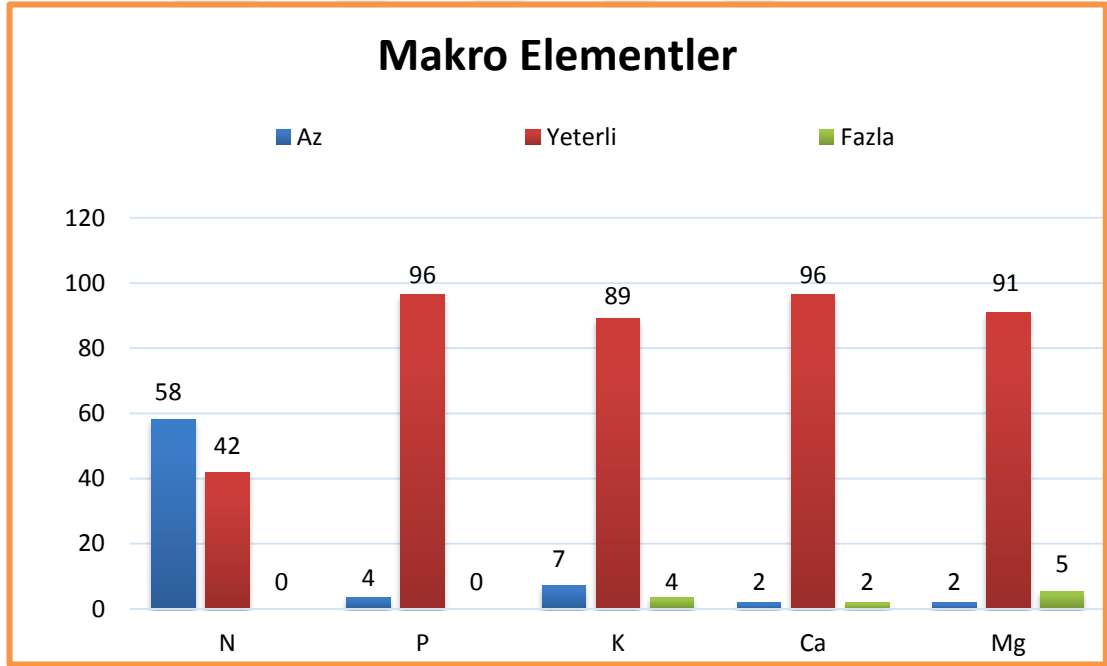
Örnek No	N (%)	Yorum	P (%)	Yorum	K (%)	Yorum	Ca (%)	Yorum	Mg (%)	Yorum
1	1,8	Az	0,24	Yeterli	1,60	Az	0,24	Yeterli	0,20	Yeterli
2	4,3	Yeterli	0,20	Yeterli	1,54	Az	0,28	Yeterli	0,18	Yeterli
3	5,9	Yeterli	0,22	Yeterli	1,67	Yeterli	0,27	Yeterli	0,19	Yeterli
4	6,3	Yeterli	0,27	Yeterli	2,14	Yeterli	0,36	Yeterli	0,25	Yeterli
5	4,2	Yeterli	0,23	Yeterli	1,97	Yeterli	0,35	Yeterli	0,24	Yeterli
6	5,3	Yeterli	0,27	Yeterli	2,17	Yeterli	0,39	Yeterli	0,25	Yeterli
7	3,2	Az	0,22	Yeterli	1,89	Yeterli	0,32	Yeterli	0,23	Yeterli
8	3,5	Yeterli	0,23	Yeterli	2,11	Yeterli	0,46	Yeterli	0,26	Yeterli
9	3,9	Yeterli	0,25	Yeterli	2,19	Yeterli	0,34	Yeterli	0,22	Yeterli
10	3,1	Az	0,25	Yeterli	1,89	Yeterli	0,37	Yeterli	0,20	Yeterli
11	4,0	Yeterli	0,22	Yeterli	1,78	Yeterli	0,30	Yeterli	0,20	Yeterli
12	2,7	Az	0,28	Yeterli	2,02	Yeterli	0,87	Fazla	0,28	Yeterli
13	2,9	Az	0,22	Yeterli	1,59	Az	0,38	Yeterli	0,21	Yeterli
14	3,2	Az	0,22	Yeterli	1,76	Yeterli	0,31	Yeterli	0,22	Yeterli
15	3,5	Yeterli	0,20	Yeterli	1,86	Yeterli	0,30	Yeterli	0,22	Yeterli
16	3,2	Az	0,28	Yeterli	2,16	Yeterli	0,40	Yeterli	0,23	Yeterli
17	3,4	Az	0,22	Yeterli	1,87	Yeterli	0,30	Yeterli	0,20	Yeterli
18	3,6	Yeterli	0,25	Yeterli	2,08	Yeterli	0,35	Yeterli	0,23	Yeterli
19	2,8	Az	0,27	Yeterli	2,10	Yeterli	0,36	Yeterli	0,24	Yeterli
20	3,6	Yeterli	0,25	Yeterli	2,09	Yeterli	0,34	Yeterli	0,23	Yeterli
21	3,2	Az	0,27	Yeterli	2,28	Yeterli	0,38	Yeterli	0,26	Yeterli
22	3,5	Az	0,30	Yeterli	2,52	Fazla	0,37	Yeterli	0,27	Yeterli
23	3,6	Yeterli	0,27	Yeterli	2,15	Yeterli	0,38	Yeterli	0,27	Yeterli
24	2,9	Az	0,30	Yeterli	2,51	Fazla	1,18	Yeterli	0,35	Fazla
25	3,4	Az	0,22	Yeterli	1,96	Yeterli	0,38	Yeterli	0,23	Yeterli
26	3,6	Yeterli	0,25	Yeterli	2,05	Yeterli	0,39	Yeterli	0,31	Fazla
27	3,2	Az	0,27	Yeterli	2,24	Yeterli	0,42	Yeterli	0,30	Fazla
28	2,8	Az	0,20	Yeterli	1,77	Yeterli	0,31	Yeterli	0,17	Yeterli
29	3,1	Az	0,25	Yeterli	2,24	Yeterli	0,40	Yeterli	0,26	Yeterli
30	3,7	Yeterli	0,23	Yeterli	1,79	Yeterli	0,29	Yeterli	0,17	Yeterli
31	3,9	Yeterli	0,27	Yeterli	2,41	Yeterli	0,37	Yeterli	0,28	Yeterli
32	3,8	Yeterli	0,25	Yeterli	2,20	Yeterli	0,32	Yeterli	0,26	Yeterli
33	2,9	Az	0,23	Yeterli	1,96	Yeterli	0,27	Yeterli	0,20	Yeterli
34	3,1	Az	0,21	Yeterli	1,87	Yeterli	0,31	Yeterli	0,20	Yeterli
35	4,0	Yeterli	0,25	Yeterli	2,08	Yeterli	0,38	Yeterli	0,25	Yeterli
36	3,5	Yeterli	0,27	Yeterli	2,06	Yeterli	0,31	Yeterli	0,17	Yeterli
37	4,5	Yeterli	0,25	Yeterli	2,32	Yeterli	0,36	Yeterli	0,26	Yeterli
38	3,2	Az	0,28	Yeterli	2,36	Yeterli	0,38	Yeterli	0,28	Yeterli
39	3,2	Az	0,23	Yeterli	1,92	Yeterli	0,31	Yeterli	0,23	Yeterli
40	3,5	Yeterli	0,25	Yeterli	2,20	Yeterli	0,31	Yeterli	0,25	Yeterli
41	2,4	Az	0,24	Yeterli	2,01	Yeterli	0,37	Yeterli	0,25	Yeterli
42	3,9	Yeterli	0,22	Yeterli	2,08	Yeterli	0,30	Yeterli	0,24	Yeterli
43	2,8	Az	0,22	Yeterli	1,90	Yeterli	0,29	Yeterli	0,24	Yeterli
44	3,5	Yeterli	0,24	Yeterli	1,93	Yeterli	0,34	Yeterli	0,18	Yeterli
45	3,2	Az	0,23	Yeterli	1,96	Yeterli	0,32	Yeterli	0,18	Yeterli
46	2,8	Yeterli	0,21	Yeterli	1,68	Yeterli	0,29	Yeterli	0,15	Yeterli
47	3,7	Az	0,18	Az	1,64	Yeterli	0,26	Yeterli	0,13	Yeterli
48	3,2	Az	0,28	Yeterli	2,31	Yeterli	0,37	Yeterli	0,23	Yeterli

*: Azot analizi mikro kjeldahl yakma yöntemi ile yapılmıştır, diğer elementler nitrik peklorik asit yakma çözeltisinde analiz edilmiştir.

Çizelge 4.2. (devamı)

Örnek No	N (%)	Yorum	P (%)	Yorum	K (%)	Yorum	Ca (%)	Yorum	Mg (%)	Yorum
49	3,0	Az	0,22	Yeterli	1,81	Yeterli	0,30	Yeterli	0,17	Yeterli
50	3,4	Az	0,21	Yeterli	1,91	Yeterli	0,34	Yeterli	0,21	Yeterli
51	3,4	Az	0,23	Yeterli	1,72	Yeterli	0,27	Yeterli	0,15	Yeterli
52	2,1	Az	0,24	Yeterli	2,06	Yeterli	0,33	Yeterli	0,23	Yeterli
53	2,8	Az	0,29	Yeterli	2,28	Yeterli	0,23	Yeterli	0,21	Yeterli
54	3,0	Az	0,23	Yeterli	2,06	Yeterli	0,30	Yeterli	0,22	Yeterli

Karadeniz Bölgesini temsilen, 10 farklı noktadan ve piyasadan alınan toplam 54 kuru çay örneğinin; analiz sonuçlarının besin elementi içeriği bakımından N içeriği %58 az %42 yeterli, P %4 az, %96 yeterli, K %7 az, %89 yeterli, %4 fazla, Ca %2 az, %96 yeterli, %2 fazla Mg %20 az, %80 yeterli düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Makro besin elementi yeterlilik düzeyleri

4.1.2. Mikro besin elementi analiz sonuçları ve değerlendirilmesi

Mikro Besin Elementleri (ppm); Fe için en yüksek değer 846,11ppm, en düşük 177,93ppm, ortalama 284,27ppm (Fazla), Cu için en yüksek 19,75ppm, en düşük 5,97ppm, ortalama 11,90ppm (az), Mn için en yüksek 2190,64ppm, en düşük 580,05ppm, ortalama 1477,32ppm (yeterli), B için en yüksek 50,71ppm, en düşük 14,37ppm, ortalama 19,71 (yeterli), Zn için en yüksek 66,38ppm, en düşük 25,74ppm, ortalama 38,96ppm (yeterli), olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).



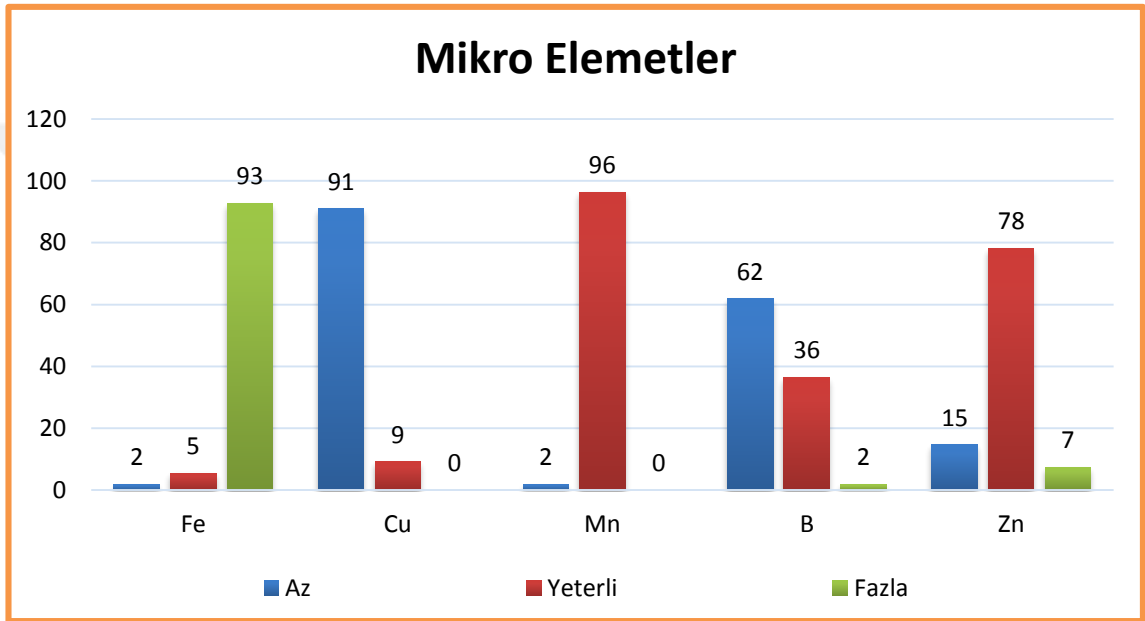
Çizelge 4.3. Yakma çözeltilerinde mikro bitki besin elementi konsantrasyon değerleri

Örnek No	Fe (ppm)	Yorum	Cu (ppm)	Yorum	Mn (ppm)	Yorum	B (ppm)	Yorum	Zn (ppm)	Yorum
1	275,19	Fazla	12,96	Az	936,83	Yeterli	23,05	Yeterli	42,59	Yeterli
2	253,08	Fazla	11,01	Az	1274,54	Yeterli	21,83	Yeterli	40,03	Yeterli
3	219,81	Fazla	10,81	Az	1390,43	Yeterli	23,40	Yeterli	39,55	Yeterli
4	295,67	Fazla	14,90	Az	1660,76	Yeterli	20,21	Yeterli	43,71	Yeterli
5	246,71	Fazla	12,61	Az	1765,88	Yeterli	16,97	Az	42,63	Yeterli
6	315,49	Fazla	14,48	Az	1634,21	Yeterli	17,40	Az	38,63	Yeterli
7	251,79	Fazla	11,71	Az	1513,37	Yeterli	16,08	Az	35,08	Yeterli
8	231,99	Fazla	13,44	Az	1343,92	Yeterli	19,42	Az	39,97	Yeterli
9	316,55	Fazla	14,83	Az	1869,34	Yeterli	22,25	Yeterli	44,64	Yeterli
10	310,92	Fazla	13,88	Az	1655,30	Yeterli	27,82	Yeterli	41,30	Yeterli
11	321,94	Fazla	11,02	Az	1332,40	Yeterli	15,78	Az	36,52	Yeterli
12	236,66	Fazla	14,29	Az	1450,30	Yeterli	21,20	Yeterli	41,01	Yeterli
13	277,13	Fazla	12,55	Az	1117,63	Yeterli	21,62	Yeterli	40,43	Yeterli
14	177,93	Yeterli	10,81	Az	1146,02	Yeterli	18,44	Yeterli	35,06	Yeterli
15	325,05	Fazla	10,97	Az	1536,17	Yeterli	17,37	Az	38,99	Yeterli
16	243,11	Fazla	13,94	Az	1330,31	Yeterli	22,43	Yeterli	38,68	Yeterli
17	245,58	Fazla	11,20	Az	1550,94	Yeterli	17,30	Az	39,25	Yeterli
18	294,33	Fazla	12,48	Az	1751,04	Yeterli	18,90	Az	40,38	Yeterli
19	352,02	Fazla	13,65	Az	1689,04	Yeterli	17,94	Az	38,09	Yeterli
20	288,14	Fazla	14,07	Az	1619,39	Yeterli	21,25	Yeterli	41,38	Yeterli
21	311,48	Fazla	14,82	Az	1589,83	Yeterli	17,21	Az	42,57	Yeterli
22	244,82	Fazla	15,17	Yeterli	1830,23	Yeterli	18,69	Az	42,06	Yeterli
23	231,56	Fazla	14,10	Az	1572,05	Yeterli	19,88	Az	47,38	Yeterli
24	578,31	Fazla	15,96	Yeterli	2089,91	Yeterli	23,89	Yeterli	66,38	Yeterli
25	227,65	Fazla	13,05	Az	1722,43	Yeterli	18,97	Az	47,67	Yeterli
26	252,12	Fazla	15,24	Yeterli	1083,81	Yeterli	18,95	Az	62,50	Fazla
27	379,57	Fazla	16,57	Yeterli	1293,36	Yeterli	18,83	Az	57,43	Fazla
28	288,51	Fazla	10,63	Az	1148,66	Yeterli	17,64	Az	46,02	Yeterli
29	199,78	Fazla	14,56	Az	1452,11	Yeterli	18,69	Az	54,45	Fazla
30	247,66	Fazla	10,13	Az	1001,00	Yeterli	17,25	Az	52,57	Fazla
31	763,87	Fazla	12,79	Az	1542,70	Yeterli	24,84	Yeterli	34,00	Yeterli

Çizelge 4.3. (devam)

Örnek No	Fe (ppm)	Yorum	Cu (ppm)	Yorum	Mn (ppm)	Yorum	B (ppm)	Yorum	Zn (ppm)	Yorum
32	218,84	Fazla	11,88	Az	1656,30	Yeterli	17,70	Az	36,42	Yeterli
33	239,85	Fazla	10,92	Az	1425,90	Yeterli	14,97	Az	28,95	Az
34	284,54	Fazla	10,24	Az	1555,66	Yeterli	16,53	Az	29,36	Az
35	273,75	Fazla	12,04	Az	1823,14	Yeterli	50,71	Yeterli	34,20	Yeterli
36	306,68	Fazla	10,44	Az	1623,03	Yeterli	17,18	Az	34,41	Yeterli
37	279,82	Fazla	12,24	Az	2190,64	Yeterli	20,79	Yeterli	38,77	Yeterli
38	224,13	Fazla	11,69	Az	1945,06	Yeterli	20,22	Yeterli	42,05	Yeterli
39	180,34	Yeterli	9,19	Az	1699,22	Yeterli	16,57	Az	31,83	Yeterli
40	252,17	Fazla	12,00	Az	2059,78	Yeterli	20,13	Yeterli	36,09	Yeterli
41	254,80	Fazla	10,05	Az	1614,51	Yeterli	25,76	Yeterli	42,04	Yeterli
42	219,22	Fazla	10,63	Az	1763,63	Yeterli	17,63	Az	42,99	Yeterli
43	226,77	Fazla	8,61	Az	1224,92	Yeterli	17,94	Az	28,23	Az
44	223,02	Fazla	8,31	Az	1899,17	Yeterli	15,07	Az	30,03	Yeterli
45	254,77	Fazla	9,47	Az	1382,50	Yeterli	34,74	Fazla	28,04	Az
46	223,32	Fazla	8,54	Az	1502,81	Yeterli	14,37	Az	25,74	Az
47	220,82	Fazla	5,97	Az	1222,04	Yeterli	16,18	Az	25,99	Az
48	308,81	Fazla	11,89	Az	1688,57	Yeterli	20,01	Yeterli	36,42	Yeterli
49	333,58	Fazla	10,27	Az	985,21	Yeterli	16,05	Az	33,74	Yeterli
50	846,11	Fazla	9,27	Az	1454,68	Yeterli	21,19	Yeterli	36,82	Yeterli
51	231,51	Fazla	7,94	Az	1568,53	Yeterli	16,78	Az	29,50	Az
52	275,17	Fazla	10,02	Az	1440,62	Yeterli	18,17	Az	32,25	Yeterli
53	191,44	Yeterli	19,75	Yeterli	580,05	Yeterli	19,90	Az	43,16	Yeterli
54	346,05	Fazla	8,11	Az	1052,36	Yeterli	16,06	Az	35,42	Yeterli

Karadeniz Bölgesini temsilen, 10 farklı noktadan ve piyasadan alınan toplam 54 kuru çay örneğinin; mikro element analiz sonuçlarının besin elementi içeriği bakımından Fe içeriği %2 az %5 yeterli, %93 fazla, Cu %91 az, %9 yeterli, Mn %2 az, %96 yeterli, B %62 az, %36 yeterli, %2 fazla, Zn %15 az, %78 yeterli, %7 fazla, olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Mikro besin elementi yeterlilik düzeyi

4.1.3. Ağır metal analiz sonuçları ve değerlendirilmesi

Ağır metaller (ppm); Al için en yüksek değer 3379,94ppm, en düşük 646,66ppm, ortalama 2204,75ppm (normal), Al* için en yüksek 39,52ppm, en düşük 10,25ppm, ortalama 20,75ppm (fazla), Pb için en yüksek 2,46ppm, en düşük 0,59ppm, ortalama 0,89ppm (az), Cr için en yüksek 3,37, en düşük 0,79ppm, ortalama 1,56 (normal), Co için en yüksek 0,70ppm, en düşük 0,03ppm, ortalama 0,30ppm (normal), Ni için en yüksek 8,45ppm, en düşük 2,60ppm, ortalama 5,08ppm (yeterli), Cd için en yüksek 0,12ppm, en düşük 0,02ppm, ortalama 0,06ppm (normal) olduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Yakma örneklerinde ağır metal konsantrasyonları

Örnek No	*Al(ppm) (Kuru Çay Yaş Yakma)	Yorum	**Al(ppm) (Çay Süzüğü)	Yorum	Toplam Al Miktarından Deme Geçen Al (%)	Pb (ppm)	Yorum	Cr (ppm)	Yorum	Co (ppm)	Yorum	Ni (ppm)	Yorum	Cd (ppm)	Yorum
1	1580,67	Yeterli	11,95	Fazla	0,76	1,43	Normal	1,77	Normal	0,34	Normal	4,22	Yeterli	0,07	Normal
2	2157,75	Yeterli	27,98	Fazla	1,30	2,46	Yeterli	1,41	Normal	0,30	Normal	4,79	Yeterli	0,07	Normal
3	1768,56	Yeterli	27,29	Fazla	1,54	1,03	Normal	1,41	Normal	0,27	Normal	4,68	Yeterli	0,06	Normal
4	2532,80	Yeterli	25,12	Fazla	0,99	1,18	Normal	1,57	Normal	0,40	Normal	5,35	Yeterli	0,09	Normal
5	2608,59	Yeterli	29,84	Fazla	1,14	0,85	Normal	2,31	Normal	0,34	Normal	5,54	Yeterli	0,09	Normal
6	2384,89	Yeterli	21,13	Fazla	0,89	0,93	Normal	1,69	Normal	0,37	Normal	5,73	Yeterli	0,06	Normal
7	2409,70	Yeterli	28,49	Fazla	1,18	0,93	Normal	1,59	Normal	0,37	Normal	5,24	Yeterli	0,07	Normal
8	2208,75	Yeterli	24,12	Fazla	1,09	0,91	Normal	1,29	Normal	0,26	Normal	3,39	Yeterli	0,07	Normal
9	2067,71	Yeterli	19,86	Fazla	0,96	0,91	Normal	1,06	Normal	0,55	Normal	4,67	Yeterli	0,06	Normal
10	2040,52	Yeterli	19,10	Fazla	0,94	1,12	Normal	1,72	Normal	0,32	Normal	5,45	Yeterli	0,05	Normal
11	1924,12	Yeterli	26,24	Fazla	1,36	0,86	Normal	1,42	Normal	0,26	Normal	4,42	Yeterli	0,06	Normal
12	3153,12	Yeterli	30,05	Fazla	0,95	0,78	Normal	1,73	Normal	0,19	Normal	5,16	Yeterli	0,06	Normal
13	2231,66	Yeterli	28,14	Fazla	1,26	0,75	Normal	1,25	Normal	0,03	Normal	4,75	Yeterli	0,04	Normal
14	2080,61	Yeterli	27,76	Fazla	1,33	0,71	Normal	0,79	Normal	0,19	Normal	3,65	Yeterli	0,06	Normal
15	2595,12	Yeterli	28,63	Fazla	1,10	0,74	Normal	1,86	Normal	0,34	Normal	4,99	Yeterli	0,07	Normal
16	2545,65	Yeterli	22,11	Fazla	0,87	0,71	Normal	1,89	Normal	0,11	Normal	4,52	Yeterli	0,05	Normal
17	2161,71	Yeterli	19,68	Fazla	0,91	0,71	Normal	1,72	Normal	0,26	Normal	4,95	Yeterli	0,06	Normal
18	2253,87	Yeterli	22,26	Fazla	0,99	0,75	Normal	1,57	Normal	0,34	Normal	6,27	Fazla	0,06	Normal
19	2372,17	Yeterli	18,29	Fazla	0,77	0,96	Normal	1,65	Normal	0,37	Normal	7,02	Fazla	0,06	Normal
20	2470,73	Yeterli	23,05	Fazla	0,93	0,93	Normal	1,56	Normal	0,33	Normal	5,17	Yeterli	0,06	Normal
21	2731,97	Yeterli	30,11	Fazla	1,10	1,24	Normal	1,75	Normal	0,41	Normal	6,51	Fazla	0,12	Normal
22	2506,43	Yeterli	20,63	Fazla	0,82	1,52	Normal	1,39	Normal	0,47	Normal	6,04	Fazla	0,07	Normal
23	2440,78	Yeterli	19,10	Fazla	0,78	1,02	Normal	1,06	Normal	0,34	Normal	5,00	Yeterli	0,07	Normal
24	3375,11	Yeterli	23,71	Fazla	0,70	1,29	Normal	3,37	Normal	0,62	Normal	8,45	Fazla	0,09	Normal

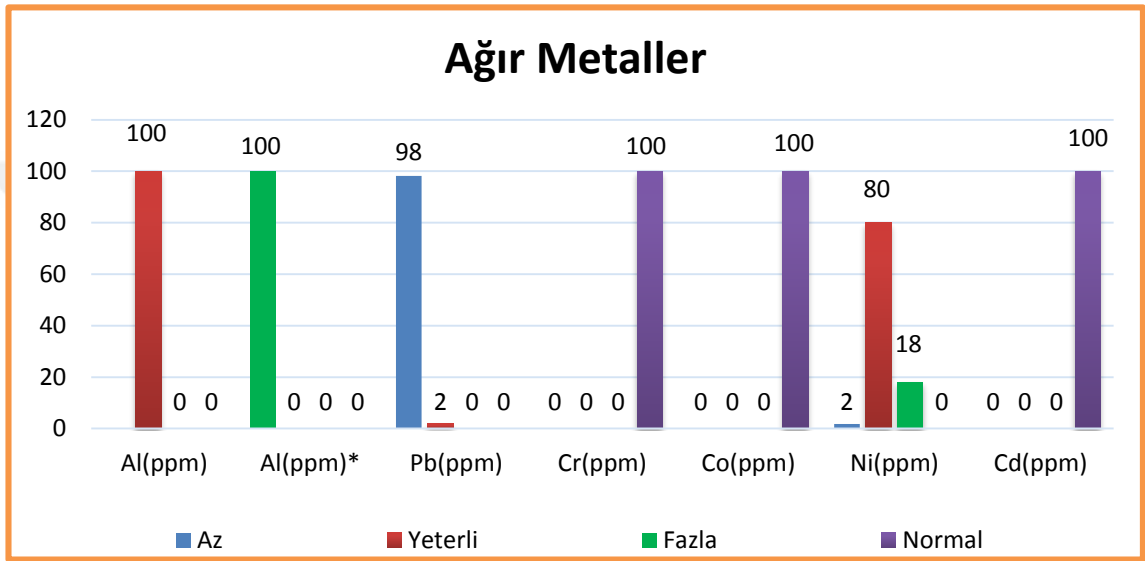
* Kuru çaya geçen Al konsantrasyonunu belirlemek için yaş yakma yöntemi ile hazırlanan süzüklerin sonuçları.

** Demlendiğinde çaya geçen Al konsantrasyonunu belirlemek için demleme yöntemi ile hazırlanan süzüklerin sonuçları.

Çizelge 4.4. (devam)

Örnek No	*Al(ppm) (Çay Yaş Yakma)	Yorum	**Al(ppm) (Çay Süzümü)	Yorum	Toplam Al Miktarında n Deme Geçen Al (%)	Pb (ppm)	Yorum	Cr (ppm)	Yorum	Co (ppm)	Yorum	Ni (ppm)	Yorum	Cd (ppm)	Yorum
25	2802,85	Yeterli	21,98	Fazla	0,78	0,64	Normal	1,82	Normal	0,35	Normal	5,68	Yeterli	0,07	Normal
26	2540,15	Yeterli	19,65	Fazla	0,77	0,66	Normal	1,36	Normal	0,37	Normal	4,42	Yeterli	0,07	Normal
27	2756,45	Yeterli	20,39	Fazla	0,74	0,85	Normal	1,63	Normal	0,42	Normal	5,86	Yeterli	0,07	Normal
28	1867,76	Yeterli	16,43	Fazla	0,88	0,79	Normal	1,59	Normal	0,19	Normal	5,80	Yeterli	0,05	Normal
29	2194,91	Yeterli	17,17	Fazla	0,78	1,23	Normal	1,08	Normal	0,40	Normal	7,03	Fazla	0,06	Normal
30	1372,15	Yeterli	12,92	Fazla	0,94	0,65	Normal	0,81	Normal	0,17	Normal	3,60	Yeterli	0,04	Normal
31	3379,95	Yeterli	24,27	Fazla	0,72	0,76	Normal	1,75	Normal	0,53	Normal	5,53	Yeterli	0,06	Normal
32	2320,28	Yeterli	25,59	Fazla	1,10	0,93	Normal	1,28	Normal	0,35	Normal	4,41	Yeterli	0,07	Normal
33	1867,43	Yeterli	22,41	Fazla	1,20	0,73	Normal	2,70	Normal	0,39	Normal	5,62	Yeterli	0,05	Normal
34	1950,76	Yeterli	22,12	Fazla	1,13	0,67	Normal	1,62	Normal	0,21	Normal	5,03	Yeterli	0,05	Normal
35	2718,85	Yeterli	28,97	Fazla	1,07	0,83	Normal	1,74	Normal	0,43	Normal	5,46	Yeterli	0,08	Normal
36	1732,79	Yeterli	15,80	Fazla	0,91	0,86	Normal	1,59	Normal	0,20	Normal	6,08	Fazla	0,05	Normal
37	2700,32	Yeterli	22,02	Fazla	0,82	0,88	Normal	2,02	Normal	0,40	Normal	5,87	Yeterli	0,08	Normal
38	2411,07	Yeterli	19,66	Fazla	0,82	0,86	Normal	1,28	Normal	0,42	Normal	8,21	Fazla	0,06	Normal
39	1850,40	Yeterli	17,81	Fazla	0,96	0,65	Normal	1,06	Normal	0,38	Normal	6,06	Fazla	0,06	Normal
40	2400,68	Yeterli	20,76	Fazla	0,86	1,02	Normal	1,45	Normal	0,70	Normal	5,47	Yeterli	0,07	Normal
41	3086,75	Yeterli	39,52	Fazla	1,28	0,85	Normal	1,78	Normal	0,13	Normal	4,51	Yeterli	0,06	Normal
42	2413,35	Yeterli	27,77	Fazla	1,15	0,71	Normal	1,36	Normal	0,33	Normal	5,24	Yeterli	0,06	Normal
43	1725,36	Yeterli	15,30	Fazla	0,89	0,70	Normal	0,99	Normal	0,19	Normal	2,60	Yeterli	0,06	Normal
44	2095,10	Yeterli	16,08	Fazla	0,77	0,66	Normal	1,13	Normal	0,15	Normal	3,66	Yeterli	0,04	Normal
45	1902,96	Yeterli	16,44	Fazla	0,86	0,65	Normal	1,58	Normal	0,10	Normal	4,54	Yeterli	0,05	Normal
46	1765,56	Yeterli	13,74	Fazla	0,78	0,74	Normal	1,10	Normal	0,13	Normal	4,55	Yeterli	0,04	Normal
47	1586,71	Yeterli	13,98	Fazla	0,88	0,59	Normal	0,82	Normal	0,08	Normal	3,69	Yeterli	0,04	Normal
48	2365,40	Yeterli	16,40	Fazla	0,69	0,87	Normal	1,73	Normal	0,34	Normal	6,56	Fazla	0,05	Normal
49	1986,27	Yeterli	10,29	Fazla	0,52	0,87	Normal	1,60	Normal	0,11	Normal	4,21	Yeterli	0,03	Normal
50	2247,84	Yeterli	15,99	Fazla	0,71	0,87	Normal	2,00	Normal	0,40	Normal	3,95	Yeterli	0,06	Normal
51	1844,84	Yeterli	13,79	Fazla	0,75	0,86	Normal	1,48	Normal	0,13	Normal	4,84	Yeterli	0,05	Normal
52	2049,01	Yeterli	15,44	Fazla	0,75	0,76	Normal	1,65	Normal	0,28	Normal	5,06	Yeterli	0,05	Normal
53	646,66	Yeterli	12,22	Fazla	1,89	0,77	Normal	0,98	Normal	0,10	Normal	4,52	Yeterli	0,02	Normal
54	2007,89	Yeterli	11,47	Fazla	0,57	0,93	Normal	2,83	Normal	0,21	Normal	5,14	Yeterli	0,07	Normal

Karadeniz Bölgesini temsilen, 10 farklı noktadan ve piyasadan alınan toplam 54 kuru çay örneğinin; Ağır Metaller analiz sonuçlarının element içeriği bakımından Al içeriği %100 yeterli, Al* %100 fazla, Pb %98 normal, %2 yeterli, Cr %100 normal, Co %100 normal, Ni %2 az, %80 yeterli, %18 fazla, Cd %100 normal düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Ağır metallerin yeterlilik düzeyleri

4.2. Bitki Besin Elementi Analiz Sonuçlarının Johns vd. (1991)'nin Referans Değerlerine Göre Yorumu

Çizelge 4.5. Çay bitkisinin mineral içeriğini karşılaştırmada kullanılan referans değerler (Johns *et al.* 1991)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
AZ	< 3,80	< 0,19	< 1,8	< 0,40	< 0,15	< 0,10
YETERLİ	3,80-4,80	0,19-0,25	1,8-2,00	0,4-0,60	0,15-0,30	0,10-0,30
FAZLA	4,80 >	0,25 >	2,00 >	0,60 >	0,30 >	0,30 >
	Fe	Cu	Zn	B		
	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)		
AZ	< 500	< 12	< 30	< 30		
YETERLİ	500-1000	12-20	30-50	30-50		
FAZLA	1000 >	20 >	50 >	50		

4.2.1. Makro besin elementi analiz sonuçları ve değerlendirilmesi

Makro Besin Elementleri (%); N için en yüksek değer 6,3 en düşük değer 1,8 ortalama 3,4 (az), P için en yüksek değer 0,30 en düşük 0,18 ortalama 0,24 (yeterli), K için en yüksek 2,52 en düşük 1,54 ortalama 2,01 (Fazla), Ca için en yüksek 1,18 en düşük 0,23 ortalama 0,35 (Az), Mg için en yüksek 0,35 en düşük 0,18 ortalama 0,22 (yeterli) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Çay örneklerinin Azot ve diğer makro element konsantrasyon değerleri*

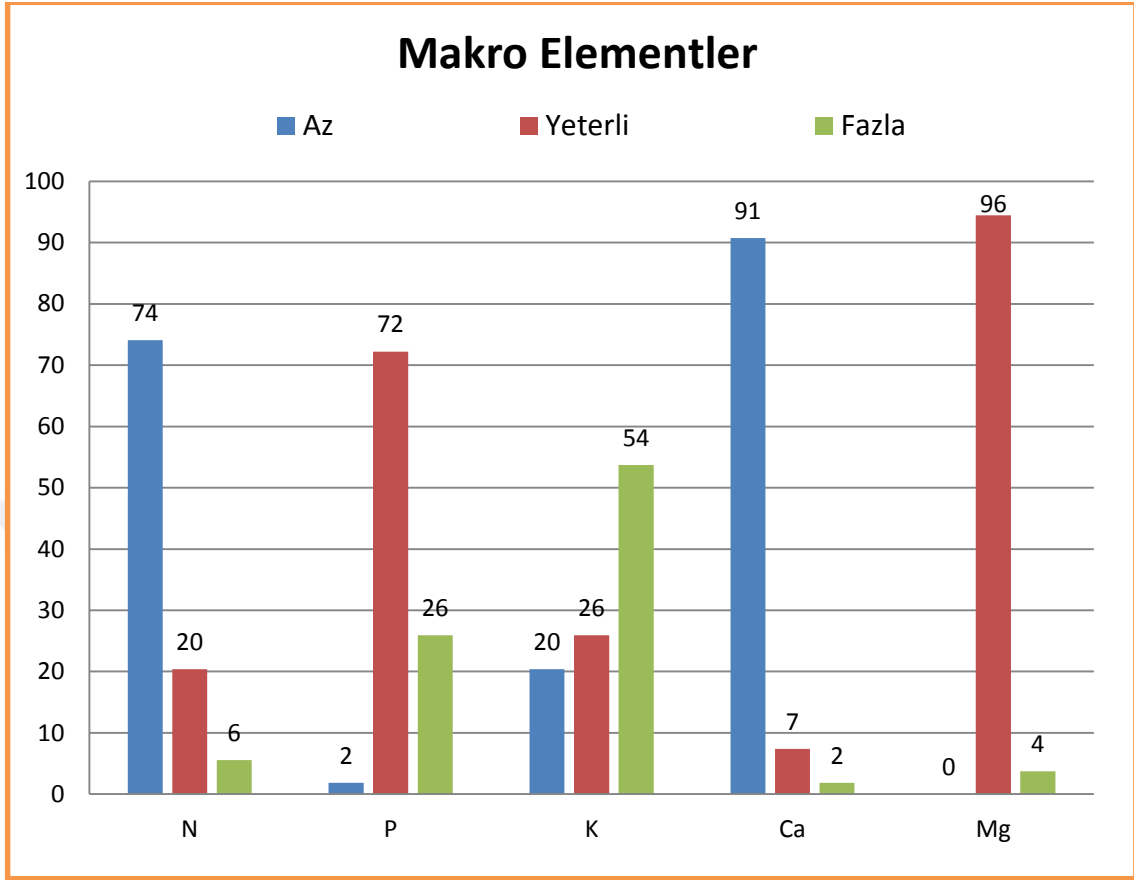
Örnek No	N (%)	Yorum	P (%)	Yorum	K (%)	Yorum	Ca (%)	Yorum	Mg (%)	Yorum
1	1,8	Az	0,24	Yeterli	1,60	Az	0,24	Az	0,20	Yeterli
2	4,3	Yeterli	0,20	Yeterli	1,54	Az	0,28	Az	0,18	Yeterli
3	5,9	Fazla	0,22	Yeterli	1,67	Az	0,27	Az	0,19	Yeterli
4	6,3	Fazla	0,27	Fazla	2,14	Fazla	0,36	Az	0,25	Yeterli
5	4,2	Yeterli	0,23	Yeterli	1,97	Yeterli	0,35	Az	0,24	Yeterli
6	5,3	Fazla	0,27	Fazla	2,17	Fazla	0,39	Az	0,25	Yeterli
7	3,2	Az	0,22	Yeterli	1,89	Yeterli	0,32	Az	0,23	Yeterli
8	3,5	Az	0,23	Yeterli	2,11	Fazla	0,46	Yeterli	0,26	Yeterli
9	3,9	Yeterli	0,25	Yeterli	2,19	Fazla	0,34	Az	0,22	Yeterli
10	3,1	Az	0,25	Yeterli	1,89	Yeterli	0,37	Az	0,20	Yeterli
11	4,0	Yeterli	0,22	Yeterli	1,78	Az	0,30	Az	0,20	Yeterli
12	2,7	Az	0,28	Fazla	2,02	Fazla	0,87	Fazla	0,28	Yeterli
13	2,9	Az	0,22	Yeterli	1,59	Az	0,38	Az	0,21	Yeterli
14	3,2	Az	0,22	Yeterli	1,76	Az	0,31	Az	0,22	Yeterli
15	3,5	Az	0,20	Yeterli	1,86	Yeterli	0,30	Az	0,22	Yeterli
16	3,2	Az	0,28	Fazla	2,16	Fazla	0,40	Yeterli	0,23	Yeterli
17	3,4	Az	0,22	Yeterli	1,87	Yeterli	0,30	Az	0,20	Yeterli
18	3,6	Az	0,25	Yeterli	2,08	Fazla	0,35	Az	0,23	Yeterli
19	2,8	Az	0,27	Fazla	2,10	Fazla	0,36	Az	0,24	Yeterli
20	3,6	Az	0,25	Yeterli	2,09	Fazla	0,34	Az	0,23	Yeterli
21	3,2	Az	0,27	Fazla	2,28	Fazla	0,38	Az	0,26	Yeterli
22	3,5	Az	0,30	Fazla	2,52	Fazla	0,37	Az	0,27	Yeterli
23	3,6	Az	0,27	Fazla	2,15	Fazla	0,38	Az	0,27	Yeterli
24	2,9	Az	0,30	Fazla	2,51	Fazla	1,18	Az	0,35	Fazla
25	3,4	Az	0,22	Yeterli	1,96	Yeterli	0,38	Az	0,23	Yeterli
26	3,6	Yeterli	0,25	Yeterli	2,05	Fazla	0,39	Az	0,31	Fazla
27	3,2	Az	0,27	Fazla	2,24	Fazla	0,42	Yeterli	0,30	Yeterli
28	2,8	Az	0,20	Yeterli	1,77	Az	0,31	Az	0,17	Yeterli
29	3,1	Az	0,25	Yeterli	2,24	Fazla	0,40	Yeterli	0,26	Yeterli
30	3,7	Az	0,23	Yeterli	1,79	Az	0,29	Az	0,17	Yeterli
31	3,9	Yeterli	0,27	Fazla	2,41	Fazla	0,37	Az	0,28	Yeterli
32	3,8	Yeterli	0,25	Yeterli	2,20	Fazla	0,32	Az	0,26	Yeterli
33	2,9	Az	0,23	Yeterli	1,96	Yeterli	0,27	Az	0,20	Yeterli
34	3,1	Az	0,21	Yeterli	1,87	Yeterli	0,31	Az	0,20	Yeterli
35	4,0	Yeterli	0,25	Yeterli	2,08	Fazla	0,38	Az	0,25	Yeterli

Çizelge 4.6. (devam)

Örnek No	N (%)	Yorum	P (%)	Yorum	K (%)	Yorum	Ca (%)	Yorum	Mg (%)	Yorum
36	3,5	Az	0,27	Fazla	2,06	Fazla	0,31	Az	0,17	Yeterli
37	4,5	Yeterli	0,25	Yeterli	2,32	Fazla	0,36	Az	0,26	Yeterli
38	3,2	Az	0,28	Fazla	2,36	Fazla	0,38	Az	0,28	Yeterli
39	3,2	Az	0,23	Yeterli	1,92	Yeterli	0,31	Az	0,23	Yeterli
40	3,5	Az	0,25	Yeterli	2,20	Fazla	0,31	Az	0,25	Yeterli
41	2,4	Az	0,24	Yeterli	2,01	Fazla	0,37	Az	0,25	Yeterli
42	3,9	Yeterli	0,22	Yeterli	2,08	Fazla	0,30	Az	0,24	Yeterli
43	2,8	Az	0,22	Yeterli	1,90	Yeterli	0,29	Az	0,24	Yeterli
44	3,5	Az	0,24	Yeterli	1,93	Yeterli	0,34	Az	0,18	Yeterli
45	3,2	Az	0,23	Yeterli	1,96	Yeterli	0,32	Az	0,18	Yeterli
46	2,8	Yeterli	0,21	Yeterli	1,68	Az	0,29	Az	0,15	Yeterli
47	3,7	Az	0,18	Az	1,64	Az	0,26	Az	0,13	Yeterli
48	3,2	Az	0,28	Yeterli	2,31	Fazla	0,37	Az	0,23	Yeterli
49	3,0	Az	0,22	Yeterli	1,81	Yeterli	0,30	Az	0,17	Yeterli
50	3,4	Az	0,21	Yeterli	1,91	Yeterli	0,34	Az	0,21	Yeterli
51	3,4	Az	0,23	Yeterli	1,72	Az	0,27	Az	0,15	Yeterli
52	2,1	Az	0,24	Yeterli	2,06	Fazla	0,33	Az	0,23	Yeterli
53	2,8	Az	0,29	Fazla	2,28	Fazla	0,23	Az	0,21	Yeterli
54	3,0	Az	0,23	Yeterli	2,06	Fazla	0,30	Az	0,22	Yeterli

*Azot analizi mikro kjeldahl yakma yöntemi ile yapılmıştır, diğer elementler nitrik perklorik asit yakma çözeltisinde analiz edilmiştir.

Karadeniz Bölgesini temsilen, 10 farklı noktadan ve piyasadan alınan toplam 54 kuru çay örneğinin; analiz sonuçlarının besin elementi içeriği bakımından N içeriği %74 az %20 yeterli, %6 fazla, P %2 az, %72 yeterli, %26 fazla, K %20 az, %26 yeterli, %54 fazla, Ca %91 az, %7 yeterli, %2 fazla, Mg %96 yeterli, %4 fazla düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Makro besin elementi yeterlilik düzeyleri

4.2.2. Mikro besin elementi analiz sonuçları ve değerlendirilmesi

Mikro Besin Elementleri (ppm); Fe için en yüksek değer 846,11 ppm en düşük 177,93 ppm ortalama 284,27 ppm (Az), Cu için en yüksek 19,75 ppm en düşük 5,97 ppm, ortalama 11,90 ppm (az), Mn için en yüksek 2190,64 ppm, en düşük 580,05 ppm, ortalama 1477,32 ppm (yeterli), B için en yüksek 50,7 ppm, en düşük 14,37 ppm, ortalama 19,71 ppm (yeterli), Zn için en yüksek 66,38 ppm, en düşük 25,74 ppm, ortalama 38,96 ppm (yeterli), olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

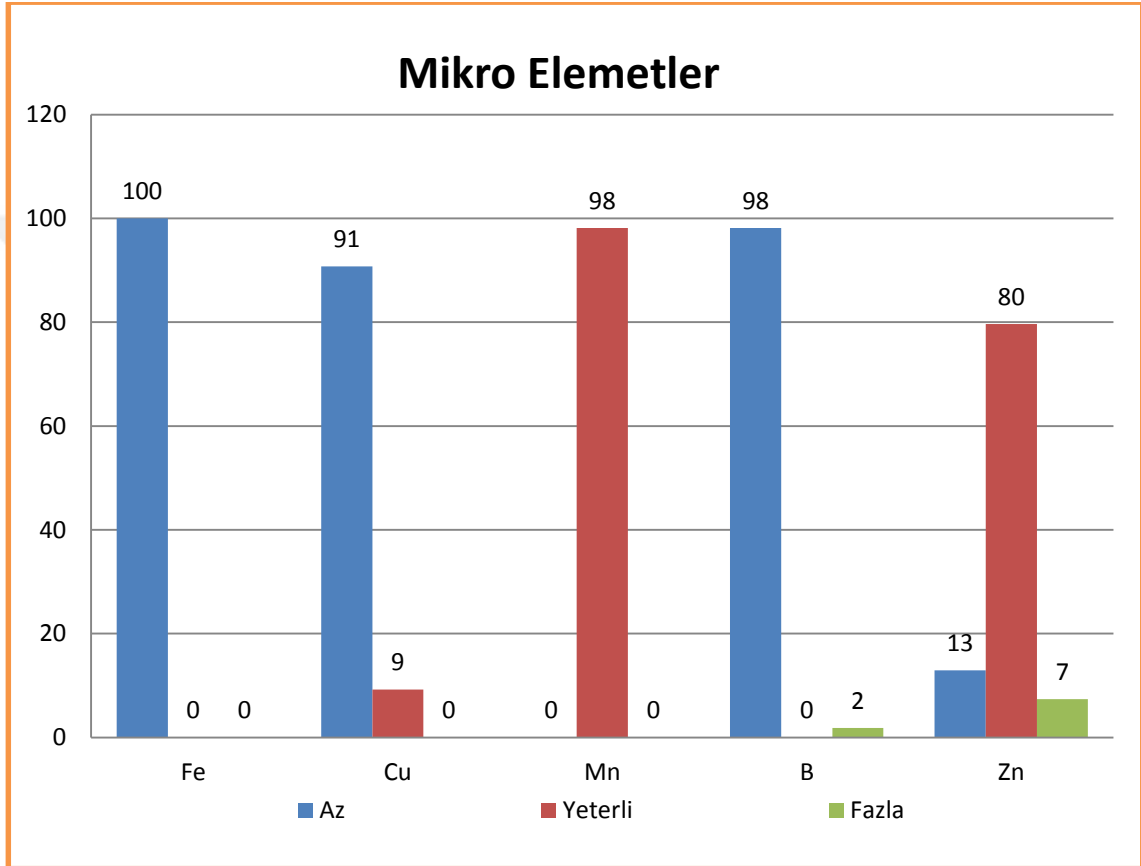
Çizelge 4.7. Yakma çözeltilerinde mikro element konsantrasyon değerleri

Örnek No	Fe (ppm)	Yorum	Cu (ppm)	Yorum	Mn (ppm)	Yorum	B (ppm)	Yorum	Zn (ppm)	Yorum
1	275,19	Az	12,96	Az	936,83	Yeterli	23,05	Az	42,59	Yeterli
2	253,08	Az	11,01	Az	1274,54	Yeterli	21,83	Az	40,03	Yeterli
3	219,81	Az	10,81	Az	1390,43	Yeterli	23,40	Az	39,55	Yeterli
4	295,67	Az	14,90	Az	1660,76	Yeterli	20,21	Az	43,71	Yeterli
5	246,71	Az	12,61	Az	1765,88	Yeterli	16,97	Az	42,63	Yeterli
6	315,49	Az	14,48	Az	1634,21	Yeterli	17,40	Az	38,63	Yeterli
7	251,79	Az	11,71	Az	1513,37	Yeterli	16,08	Az	35,08	Yeterli
8	231,99	Az	13,44	Az	1343,92	Yeterli	19,42	Az	39,97	Yeterli
9	316,55	Az	14,83	Az	1869,34	Yeterli	22,25	Az	44,64	Yeterli
10	310,92	Az	13,88	Az	1655,30	Yeterli	27,82	Az	41,30	Yeterli
11	321,94	Az	11,02	Az	1332,40	Yeterli	15,78	Az	36,52	Yeterli
12	236,66	Az	14,29	Az	1450,30	Yeterli	21,20	Az	41,01	Yeterli
13	277,13	Az	12,55	Az	1117,63	Yeterli	21,62	Az	40,43	Yeterli
14	177,93	Az	10,81	Az	1146,02	Yeterli	18,44	Az	35,06	Yeterli
15	325,05	Az	10,97	Az	1536,17	Yeterli	17,37	Az	38,99	Yeterli
16	243,11	Az	13,94	Az	1330,31	Yeterli	22,43	Az	38,68	Yeterli
17	245,58	Az	11,20	Az	1550,94	Yeterli	17,30	Az	39,25	Yeterli
18	294,33	Az	12,48	Az	1751,04	Yeterli	18,90	Az	40,38	Yeterli
19	352,02	Az	13,65	Az	1689,04	Yeterli	17,94	Az	38,09	Yeterli
20	288,14	Az	14,07	Az	1619,39	Yeterli	21,25	Az	41,38	Yeterli
21	311,48	Az	14,82	Az	1589,83	Yeterli	17,21	Az	42,57	Yeterli
22	244,82	Az	15,17	Yeterli	1830,23	Yeterli	18,69	Az	42,06	Yeterli
23	231,56	Az	14,10	Az	1572,05	Yeterli	19,88	Az	47,38	Yeterli
24	578,31	Az	15,96	Yeterli	2089,91	Yeterli	23,89	Az	66,38	Yeterli
25	227,65	Az	13,05	Az	1722,43	Yeterli	18,97	Az	47,67	Yeterli
26	252,12	Az	15,24	Yeterli	1083,81	Yeterli	18,95	Az	62,50	Fazla
27	379,57	Az	16,57	Yeterli	1293,36	Yeterli	18,83	Az	57,43	Fazla
28	288,51	Az	10,63	Az	1148,66	Yeterli	17,64	Az	46,02	Yeterli
29	199,78	Az	14,56	Az	1452,11	Yeterli	18,69	Az	54,45	Fazla
30	247,66	Az	10,13	Az	1001,00	Yeterli	17,25	Az	52,57	Fazla

Çizelge 4.7. (devam)

Örnek No	Fe (ppm)	Yorum	Cu (ppm)	Yorum	Mn (ppm)	Yorum	B (ppm)	Yorum	Zn (ppm)	Yorum
31	763,87	Az	12,79	Az	1542,70	Yeterli	24,84	Az	34,00	Yeterli
32	218,84	Az	11,88	Az	1656,30	Yeterli	17,70	Az	36,42	Yeterli
33	239,85	Az	10,92	Az	1425,90	Yeterli	14,97	Az	28,95	Az
34	284,54	Az	10,24	Az	1555,66	Yeterli	16,53	Az	29,36	Az
35	273,75	Az	12,04	Az	1823,14	Yeterli	50,71	Fazla	34,20	Yeterli
36	306,68	Az	10,44	Az	1623,03	Yeterli	17,18	Az	34,41	Yeterli
37	279,82	Az	12,24	Az	2190,64	Yeterli	20,79	Az	38,77	Yeterli
38	224,13	Az	11,69	Az	1945,06	Yeterli	20,22	Az	42,05	Yeterli
39	180,34	Az	9,19	Az	1699,22	Yeterli	16,57	Az	31,83	Yeterli
40	252,17	Az	12,00	Az	2059,78	Yeterli	20,13	Az	36,09	Yeterli
41	254,80	Az	10,05	Az	1614,51	Yeterli	25,76	Az	42,04	Yeterli
42	219,22	Az	10,63	Az	1763,63	Yeterli	17,63	Az	42,99	Yeterli
43	226,77	Az	8,61	Az	1224,92	Yeterli	17,94	Az	28,23	Az
44	223,02	Az	8,31	Az	1899,17	Yeterli	15,07	Az	30,03	Yeterli
45	254,77	Az	9,47	Az	1382,50	Yeterli	34,74	Az	28,04	Az
46	223,32	Az	8,54	Az	1502,81	Yeterli	14,37	Az	25,74	Az
47	220,82	Az	5,97	Az	1222,04	Yeterli	16,18	Az	25,99	Az
48	308,81	Az	11,89	Az	1688,57	Yeterli	20,01	Az	36,42	Yeterli
49	333,58	Az	10,27	Az	985,21	Yeterli	16,05	Az	33,74	Yeterli
50	846,11	Az	9,27	Az	1454,68	Yeterli	21,19	Az	36,82	Yeterli
51	231,51	Az	7,94	Az	1568,53	Yeterli	16,78	Az	29,50	Az
52	275,17	Az	10,02	Az	1440,62	Yeterli	18,17	Az	32,25	Yeterli
53	191,44	Az	19,75	Yeterli	580,05	Yeterli	19,90	Az	43,16	Yeterli
54	346,05	Az	8,11	Az	1052,36	Yeterli	16,06	Az	35,42	Yeterli

Karadeniz Bölgesini temsilen, 10 farklı noktadan ve piyasadan alınan toplam 54 kuru çay örneğinin; Mikro Element analiz sonuçlarının besin elementi içeriği bakımından Fe içeriği %100 az, Cu %91 az, %9 yeterli, Mn %2 az, %98 yeterli, Bor %98 az, %2 fazla, Zn %19 az, %80 yeterli, %7 fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Mikro besin elementi yeterlilik düzeyi

4.3. Korelasyon Analizi Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Bitki örneklerinde belirlenen 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. İstatistik programı) önemlilik düzeyleri değerlendirilmiştir.

Araştırma konusu olan çay örneklerinde; N ile Al* ve Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. P ile K ve Mg arasında %0,01 olasılık

düzeyinde, P ile Ca, Fe, Cu, Mn, B, Zn, Al*, Al**, Co, Ni, Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. K ile Ca, Cu, Mn, Zn, Al**, Co, Ni, Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde, Mg ile %0,01 olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Ca ile Mg, Cu, Mn, Zn, Al**, Cr, Ni, Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Mg ile Fe, Cu, Mn, B, Cr, Co, Ni, Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde, Zn ve Al** arasında %0,01 olasılık düzeyinde pozitif önemli bir ilişki tespit edilmiştir. Fe ile Al**, Cr ve Co arasında %0,05 olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Cu ile Al**, Al*, Co, Ni, Cd, arasında %0,05 olasılık düzeyinde, Zn arasında %0,01 olasılık düzeyinde önemli bir pozitif ilişki tespit edilmiştir. Mn ile B, Al**, Al*, Co, Ni, Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. B ile Al**ve Al* arasında %0,05 olasılık düzeyinde olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Zn ile Al**, Al*, Co, Ni, Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Al** ile Cr, Co, Ni Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde olasılık düzeyinde, Al* arasında %0,01 olasılık düzeyinde önemli bir pozitif ilişki tespit edilmiştir. Al* ile Co ve Ni arasında %0,05 olasılık düzeyinde olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Pb ile Co, Cd arasında Cr ile Co, Cd, Ni arasında ve Ni ile Cd arasında %0,05 olasılık düzeyinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Bitki besin elementlerinin korelasyon analiz sonuçları

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	B	Zn	Al ^x	Al ^{xx}	Pb	Cr	Co	Ni
P	0,117															
K	0,069	0,818**														
Ca	-0,103	0,475*	0,413*													
Mg	0,119	0,795**	0,762**	0,614*												
Fe	0,063	0,305*	0,241	0,288	0,352*											
Cu	0,137	0,684*	0,587*	0,377*	0,675*	0,146										
Mn	0,315	0,569*	0,480*	0,319*	0,565*	0,245	0,183									
B	0,127	0,375*	0,124	0,169	0,354*	0,230	0,246	0,314*								
Zn	0,126	0,580*	0,365*	0,502*	0,705**	0,238	0,707**	0,246	0,197							
Al^x	0,186	0,598*	0,487*	0,603*	0,794**	0,462*	0,388*	0,693*	0,388*	0,500*						
Al^{xx}	0,309*	0,345*	0,075	0,259	0,523*	0,101	0,302*	0,480*	0,365*	0,312*	0,702**					
Pb	0,175	0,233	0,034	0,112	0,182	0,103	0,298	0,134	0,143	0,284	0,174	0,196				
Cr	-0,090	0,208	0,260	0,471*	0,305*	0,444*	0,106	0,253	0,120	0,177	0,460*	0,163	0,134			
Co	0,249	0,380*	0,590*	0,293	0,606*	0,388*	0,439*	0,586*	0,191	0,408*	0,505*	0,245	0,339*	0,311*		
Ni	0,079	0,694*	0,570*	0,431*	0,642*	0,282	0,464*	0,669*	0,237	0,516*	0,587*	0,312*	0,270	0,442*	0,544*	
Cd	0,316*	0,470*	0,374*	0,300*	0,686*	0,213	0,396*	0,590*	0,277	0,476*	0,682*	0,588*	0,433*	0,382*	0,622*	0,525*

* İşaretli F değeri $p < 0,05$; **işaretli F değerleri ise $p < 0,01$ olasılık düzeyinde önemlidir.

x Kuru çaya geçen Al konsantrasyonunu belirlemek için yaş yakma yöntemi ile hazırlanan süzüklerin sonuçları.

xx Demlendiğinde çaya geçen Al konsantrasyonunu belirlemek için demleme yöntemi ile hazırlanan süzüklerin sonuçları.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Doğu Karadeniz yöresinde yaygın olarak tüketilen veya ülke çapında pazarlanan çay çeşitlerinden toplanan örneklerin gerek yaprak toplam alüminyum konsantrasyonu ve gerekse demlenen çay süzüğünde serbest Alüminyumun (infüzyon) konsantrasyon değerlerinin belirlenmesi temeline dayalı olan bu araştırma çalışmasında bitki toplam Alüminyum akümülyasyon referans değerleri (420-3500 ppm) aşmamıştır. Ancak infüzyon değerlerine bakılacak olursa, 20 dakikalık demleme süresince içtiğimiz çaya geçen Al konsantrasyon değerleri (süzük Al konsantrasyon değerleri) FAO/WHO (2007) ve WHO (1998) EU (1993) kritik değerlerine göre ve Meksika İçme Suyu Standartlarına göre [ODF, 1994)], suya geçen maksimum alüminyum konsantrasyonu için sınır değer olarak kabul edilen 0.2 ppm (infüze olan Al miktarlarının referansa değer olan 0,2 ppm) in çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma çalışmasında infüze olan Al konsantrasyonunun belirlenmesinde kullanılan çay yapraklarının 1-2 mm incelikte öğütülmesinin infüze olan Al oranının yükselmesinde önemli bir etken olacağı da muhtemeldir. Ayrıca Wagatsuma (1984) den aktarıldığına göre yaşlı çay yapraklarının genç yapraklara oranlar çok daha yüksek düzeyde Al akümüle ettiği varsayılırsa, araştırmada kullanılan çay örneklerinin büyük olasılıkla çay bitkisinin yaşlı yapraklarından hasat edilerek piyasa sürülmüş çaylar olduğu da diğer bir olasılıktır. Söz konusu çaylarla çözeltiye geçen ve günlük çay tüketiminde insan bünyesine geçen yüksek Alüminyum düzeyinin sağlık açısından uzun metrajlı çalışmalarla insanlar üzerindeki olası etkisinin sağlık otoriteleri tarafından değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Araştırmada gerek piyasadan temin edilen ve gerekse üretim sahasından alınan 54 çay örneğinden toplam Al içeriği bakımından en düşük değer 646,66 ppm ile 53 nolu örnek olan Nergiz Çaya ait, en yüksek değer ise 3379,95 ppm ile 31 nolu örnek olan ÇAYKUR Gündoğdu Çay Fabrikasına ait çay örneğinde tespit edilmiş ve yabancı kökenli çay olan 2007,89 ppm ile 54 nolu örnek olan İran çayı olup bu değerlerin kritik değer (420-3500 ppm) aralığında olduğu tespit edilmiştir.

İnfüze olan Al konsantrasyonlarına bakılacak olursa ; en düşük değer 10,29 ppm ile 49 nolu örnek olan Kader Çaya ait, en yüksek değer ise 39,52 ppm ile 41 nolu örnek olan ÇAYKUR Kalkandere Kalecik Organik Çay Fabrikasına ait çay örneğinde tespit edilmiş, yabancı kökenli çaya ait değer ise 11,47 ppm ile 54 nolu örnek olan İran çayı olup bu değerlerin kritik değer (0,2 ppm)'in çok üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Kacar vd (1991) den aktarıldığına göre, ÇAYKUR tarafından üretilen ve 8 ilden alınan değişik siyah çay örneklerindeki alüminyumun (Al) deme geçme (infüze olan) oranları genel olarak; %8.5 ile 23.8 ve özel sektör tarafından üretilen ve paketlenen çay örneklerindeki deme geçen Al oranları; %8.2 ila 24.4 arasında, yabancı kökenli çaylardaki deme geçen Al oranları; %6.4 ile 24.5 arasında değişmektedir.

Bu araştırma çalışmasında 4 ilden ve 10 farklı noktadan gerek üretim alanlarından gerekse piyasadan alınan ÇAYKUR, özel sektör ve organik çaylara ait 54 farklı örnekte toplam alüminyumun (Al) deme geçme (infüze olan) oranları genel olarak; %0,52 ile 1,89 ortalama %0,96 arasında, özel sektör tarafından üretilen ve paketlenen çay örneklerinde deme geçen Al oranı; %0,52 ile 1,89 ortalama %0,95, ÇAYKUR tarafından üretilen ve paketlenen çaylarda; %0,70 ile 1,36 ortalama %0,94, Organik olarak üretilen ve paketlenen çaylarda ise %0,87 ile 1,26 ortalama %1,10 ve yabancı kökenli çaylarda ise %0,57 arasında değişmiştir. Bu açıdan değerlendirme yapılacak olursa, çalışmada kullanılan çay bitkisi örneklerinde toplam alüminyum birikimlerine göre kaynar suda deme geçen (infüze olan) Al konsantrasyon değerleri oransal olarak çok daha düşük bulunmuştur. Ayrıca organik olarak üretilen ve paketlenen çaylarda deme geçen (infüze olan) Al konsantrasyonları daha yüksek bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Akkaya, Ö., H., Özkutlu, F., 2015. Rize İlindeki Bazı Çay Bahçelerinin Toprak ve Yaprak Analizi İle Besin Element Düzeylerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Alıklıç, D., 2016. Çayın Karadeniz Bölgesi İçin Önemi ve Tarihi Seyri. Karadeniz İncelemeleri Dergisi, 2016; (21): 269-280.
- AL-Oud .S. S. 2003. Heavy Metal Contents in Tea and Herb Leaves. Pakistan Journal of Biological Sciences 6 (3): 208-21 2, 2003 .ISSN 1028-8880. Asian Network for Scientific Information.
- Altıntığ, E., Yalçın, N., Sevinç, V., 2001. FAAS ile Çayda Ağır Metal Analizleri. XV. Ulusal Kimya Kongresi, Bildiri Kitabı, Sayfa:173, 2001, İstanbul.
- Anonim, 2018. <https://www.fikir.gen.tr/wp-content/uploads/2018/09/Harita-3.11-T%C3%BCrkiye%E2%80%99de-illere-g%C3%B6re-%C3%A7ay-%C3%BCretimi.png> Erişim: 29.11.2018, 21:41.
- Anonim, 2019a. Rize Vilayetiyle Borçka Kazasında Fındık, Portakal, Limon, Mandalina ve Çay Yetiştirilmesi Hakkında Kanun (407 Sayılı Kanun). 21.02.1924 tarihli ve 59 sayılı Resmi Gazete. Erişim: 01.02.2019, 14:00
- Anonim, 2019b. Çay Kanunu (3788 Sayılı Kanun). 02.04.1940 tarihli ve 4474 sayılı Resmi Gazete. Erişim: 01.02.2019, 14:00
- Anonim, 2019c. Çay ve Kahve İhbarı Kanunu (4223 Sayılı Kanun). 25.05.1942 tarihli ve 5114 sayılı Resmi Gazete. Erişim: 01.02.2019, 14:00
- Anonim, 2019d. Çay Kurumu Kanunu (1497 Sayılı Kanun). 18.12.1971 tarihli ve 14046 sayılı Resmi Gazete. Erişim: 01.02.2019, 14:00
- Anonim, 2019e. İktisadi Devlet Teşekkülleri ve Kamu İktisadi Kuruluşları Hakkında Kanun (2929 Sayılı Kanun). 22.10.1983 tarihli ve 18199 sayılı Resmi Gazete. Erişim: 01.02.2019, 14:00
- Anonim, 2019f. Kamu İktisadi Teşebbüsleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (233 Sayılı Kararname). 18.06.1984 tarihli ve 18435 sayılı Resmi Gazete. Erişim: 01.02.2019, 14:00
- Anonim, 2019g. Çay Kanunu (3092 Sayılı). 19.12.1984 tarihli ve 18610 sayılı Resmi Gazete. Erişim: 01.02.2019, 14:00
- Balcı, M., Taşkın, M. B., Kaya, E. C., Soba, M. R., Özer, P., Kabaoğlu, A., Turan, M. A., Taban, S., 2016. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Demir, Bakır, Çinko ve Manganez Durumları. Toprak Su Dergisi, 2016, Sayı: 5, Cilt: 2, Sayfa: 65-74.
- Bárcena-Padilla.D. .A., Marisela Bernal-González, Amalia Panizza-de-León, Rolando Sal-vador García-Gómez, Carmen Durán-Domínguez-de-Bazúa. 2011. Aluminum Contents in Dry Leaves and Infusions of Commercial Black and Green Tea Leaves: Effects of Sucrose and Ascorbic Acid Added to Infusions Natural Resources ; 2, 141-145 doi:10.4236/nr.2011.23019.
- Bedir, N., Altıntığ, E., 2010. Açık ve Paket Çaylarda Bulunan Ağır Metallerin ICP-OES ile Analizleri (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Kimya Bilim Dalı, Sakarya.

- Brzezicha-Cirocka, J., Grembecka, M., & Szefer, P., 2016. Monitoring of essential and heavy metals in green tea from different geographical origins. *Environ Monit Assess*, 88(183)
- Buçan, Ö., Torul, O., 2014. Çay Topraklarındaki Makro ve Mikro Elementlerin Mevsimsel Değişimi (Yüksek Lisans Tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Rize.
- C. Exley and J. Korchazhkina (2001)., "Promotion of Formation of Amyloid Fibrils by Aluminum Adenosine Triphosphate (AlATP)," *Journal of Inorganic Biochemistry*, Vol. 84, No. 3-4, 2001, pp. 215-224. doi:10.1016/S0162-0134(01)00171-4
- Chenery, E.M., 1955. A preliminary study of aluminium and the teabush. *Plant and Soil* 6(2):1216.
- Chu, D.C. and Juneja, L.R., 1997. General Chemical Composition of Green Tea and Its Infusion. In: Yamamoto, T., Juneja, L.R., Chu, D.C. and Kim, M., Eds., *Chemistry and Applications of Green Tea*, CRC Press, Boca Raton, 13-22.
- ÇAYKUR, 2017. 2017 Yılı Çay Sektör Raporu. <http://www.caykur.gov.tr> Erişim tarihi ve saati 10.11.2018, 21:15
- Çetınay, O. D., Ezer, M., 2014. Doğal Ve Paketlenmiş Bitkisel Çaylardaki Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn Elementlerinin ICP-AES ve Toplam Fenolik İçeriğın Kromatografik Yöntemle Tayini (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Elbagermi. M. A., A. I. Alajtal and H. G. M. Edwards. 2017. Quantitative Determination of Heavy Metal Concentrations in Herbal Teas Marketed in Various Countries Including Libya. *Asian Journal of Research in Biochemistry* 1(1): 1-10, 2017; Article no.AJRB.37996.
- EU .1993. EU's drinking water standards. Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. Adopted by the Council, on 3 November 1998
- FAO/WHO.2007 In: Aluminium (from all sources, including food additives). In: *Evaluation of certain food additives and contaminants. Sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. Geneva, World Health Organization, pp. 33–44 (WHO Technical Report Series, No. 940; http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_940_eng.pdf).
- Foy, C. D., and J.C. Brown., 1964. Toxic factors in acid soils: II. Differential aluminium tolerance of plant species. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 28:27-32
- Fung, K. F., Z. Q. Zang. J. W. C. Wong and M. H. Wong., 2003. Aluminium And fluoride concentrations of there tea varieties growing at Lantau Island Hong Kong. *Environmental Geochemistry and Health*, 25:2019-232
- Greenop j., 1997. The lifestyle food index for South African consumers. Demeter Publications, Gauteng, South Africa.
- Horuz, A., Korkmaz, A., 2006. Farklı Sürgün Dönemlerinde Hasat Edilen Çayın Verimi, Azot İçeriği ve Mineral Madde Kompozisyonu. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı:21, Cilt:1, Sayfa: 49-54, 2006, Samsun.
- Jones J.R., Wolf.B and Mills.H.A.1991. *Plant analyses Handbook* . Micro macro publishing. Inc.

- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H., 1984. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Inc., Florida.
- Kabata-Pendias, A., 2011. Trace Elements in Soils and Plants. 4rd Ed. CRC Press, Taylor and Francis Group, USA.
- Kacar, B., 1987. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay-Kur Yayınları, No:6 S:1-71. Ankara.
- Kacar, B., 2010. Çay Bitkisi, Biyokimyası, Gübrelemesi ve İşleme Teknolojisi. Nobel Yayınları, Yayın No: 1549, Sayfa 17-26, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri, Cilt 1., Nobel yayını, 892 s, Ankara.
- Kacar, B., 2014. Bitki, Toprak ve Gübre Analizleri. 2. Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri. Yayın no; 910. Gıda Tarım ve Hayvancılık No; 04. ISBN: 978-605-133-812-5. Nobel Yayın Evi, 2014, Ankara.
- Kacar, B., E.Przemeck, A.Özgümüş, C.Turan, A.V.Katkat ve İ.Kayıkçıoğlu. 1979. Türkiye’de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikro element gereksinimleri üzerinde bir araştırma. s. 1-67 . TÜBİTAK , TOAG-321. Ankara
- Karimi G , Hasanzadeh M.K , Nili A, Khashayarmanesh Z , Samiei Z , Nazari F , Teimuri M . 2008. Concentrations and Health Risk of Heavy Metals in Tea Samples Marketed in IRAN. Pharmacologyonline 3: 164-174 Newsletter.
- Kurt, K., Hacıoğlu, H., K., 2013. Dünya Ülkeleri İle Türkiye’nin Çay Üretiminin İstatistiklerle İncelenmesi. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Bildiri Kitabı, Sayfa 39-63, 3-4 Mayıs 2013. Rize.
- Lathwell, D. J. And M. Peech., 1964. Interpretation of chemical soil test. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta., New York State College of Agriculture, Ithaca, New York, Bulletin 995.
- Lipman, C.B., 1983. Importance of silicon, aluminium and chlorine for higher plants. Soil Sci, 45:189-193.
- Matsumoto, H., E. Hirsawa, S. Morimura and E. Takahashi., 1976. Lacazilation of aluminium in tea leaves. Plant and Cell Physiol, 17:627-631.
- Mubeen h., naeeM i., taSkeen a., adiQe z., 2009. Investigations of heavy metals in commercial spices brands. NY Sci. J. 2, 20-26.
- Muller M., anke M., illinG-Gunther h., 1997. Availability of aluminium from tea and coffee. 205, 170-173.
- Official Diary of the Federation (ODF), 1994. “Official Mexican Standards NOM-127-SSA1-1994. Environmental Health. Water for Use and Human Consumption,” Official Diary of the Federation, Mexico City, 1994.
- Özcan, M., Yazıcıoğlu, E., 2013. Türkiye Çay Yetiştiriciliğinin Sorunları ve Öncelikleri. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Bildiri Kitabı, Sayfa 39-63, 3-4 Mayıs 2013. Rize.
- Özdemir Yağcı, Z., Koca, İ., 2017. Siyah Çayın Alüminyum İçeriği. (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Özdemir, F., Topuz, A., Erbaş, M., 1999. Ortodoks ve ÇAYKUR Yöntemleri ile Üretilen Farklı Sınıf Siyah Çayların Mineral İçerikleri. Tr. J. Of Agriculture and Forestry 23. Ek Sayı:4, Sayfa 809-815, 199, Ankara.
- Özyazıcı, G., Özyazıcı, M, A., Özdemir, O., Sürücü, A., 2010. Some Physical and Chemical Properties Of Tea Grown Soils in Rize and Artvin Provinces. (Rize Ve Artvin Yöresi Çay Tarımı Yapılan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal

- Özellikleri) Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, Sayı:25 Cilt:2, Sayfa: 94-99, 2010, Samsun.
- Pytlakowska K., Kita A., Janowska P., Polowinski M., Kozik V., 2011. Multi-element analysis of mineral and trace elements in medical herbs and their infusions. Food Chem. 135, 494-501.
- Reuter, D.J. and Robinson, J.B., 1997. Plant analysis. An interpretation manual. 2nd Edition, CSIRO Publishing, Melbourne.
- Ruan, J. And M. H. Wong., 2001. Accumulation of fluoride and aluminium related to different varieties of tea plant. Environmental Geochemistry and Health, 23:53-63.
- Shu, W., Z. Q. Zhang C. Y. Lan and M. H. Wong., 2003. fluoride and aluminium concentrations of tea plants and tea products from Sichuan Province, PR China. Chemosphere, 52: 1475-1482.
- Sommer A.L., 1926. Studies concerning the essential nature of aluminium and silicon for plant growth. Univ. Calif. Publ. Agr. Sci. 5:57-60
- Stoklasa, J., 1922. Über die Verbreitung des Aluminiums der Natur. Jena G. Fisher.
- Street R., Száková J., Drábek O., Mládková I., 2006. The Status of Micronutrients (Cu, Fe, Mn, Zn) in Tea and Tea Infusions in Selected Samples Imported to the Czech Republic. Czech J. Food Sci. 24, 62-71.
- Takahashi, E., and Y. Miyake., 1977. Silica and plant growth. Proc Int. Semin Soil Environ. Fert Manage. Intensive Agric. p. 603-611.
- Torun, E., 2008. Çay Tarımının Sorunları ve Çözüm Önerileri. VIII. Tarım Ekonomisi Kongresi, Bildiriler Kitabı 2. Cilt, Sayfa: 176-189, Bursa.
- Turan, M. A., Balcı, M., Taşkın, M. B., Kalcıoğlu, Z., Soba, M. R., Müezzinoğlu, N., Kaya, E. C., Özer, P., Kabaoğlu, A., Taban, S., 2016. Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetiştirilen Çay Bitkisi (Camellia sinensis L.) Yaşlı Yapraklarının Su Ekstraktı, Toplam Kül, Toplam Polifenol, Kafein ve Ham Selüloz İçerikleri. Toprak Su Dergisi, 2016, Sayı: 5, Cilt: 2, Sayfa: 52-58.
- Usabalieva, A., 2013. Trace elements contents of the food products in Kyrgyzstan. 1st Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition, 01-03 October, 2013. Water Journal 2 (1): 735-740.
- Uzuner, P., Bilgin A., 2015. Doğu Karadeniz Sahil Yolu Boyunca Camellia Sinensis Var. Sinensis (L.) Kuntze (Çay)'de Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Rize.
- Üstün, Ç., Demirci., N., 2013. Çay Bitkisinin (Camellia Sinensis L.) Tarihsel Gelişimi ve Tıbbi Açısından Değerlendirilmesi. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Bildiri Özetleri Kitabı, Sayfa 175-186, 3-4 Mayıs 2013. Rize.
- Wagatsuma. T. 1984 Characteristics of upward translocation of aluminum in plants, Soil Science and Plant Nutrition, 30:3, 345-358, ISSN: 0038-0768 (Print) 1747-0765
- Watanabe, T. And M. Osaki., 2002. Mechanisms of adaptation to high aluminum condition in native plant species growing in acid soils: A review. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33:1247-1260.
- WHO, 2010. Preventing disease through healthy environments. Exposure to cadmium: a major public health concern. http://www.who.int/ipcs/features/10chemicals_en.pdf.

- WHO, 2010. Water safety and quality Sanitation and wastewater Monitoring and evidence.
- WojciechoWSka-Mazurek M., StarSka k., Mania M., rebeniak M., karłoWSki k, 2010. Pierwiastki szkodliwe dla zdrowia w herbacie - ocena zagrożenia dla zdrowia. Bromat. Chem. Toksykol. 43, 233-239.
- World Health Organization , WHO. 1998. Guidelines for drinking water quality, 2nd ed. Geneva: WHO
- Wróbel K., Wróbel K., colunGa-urbina e. M., 2000. Determination of total aluminum, chromium, cooper, iron, manganese and nickel and their fractions leached to the infusions of black tea, green tea, Hibiscus sabdarifa and Ilex paraguariensis (Mate). Biol. Trace Elem. Res. 78, 271-280.
- Yavaş, A., Özcan, M., 2012. Çay Çeliklerinin Köklendirilmesinde Ortam, pH ve Hormonların Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.
- Yaylalı A.G., Tüysüz, N., 2007. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkilerinin Ağır Metal Kapsamlarının Araştırılması (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Yıldız.N. 2016. "Çay alüminyum akümülatör bitkidir". Uzman gözüyle. Harmantime Dergisi. Sayı: 46.
- Yüksel, T., Yüksel, F., Sütü, E., 2013. Rize Yöresinde Çay Tarımında Gübreleme Sorunları Ve Sürdürülebilir Çay Tarımı İçin Yeni Stratejiler. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Bildiri Kitabı, Sayfa 89-100, 3-4 Mayıs 2013. Rize.
- Zenginbal, H., 2013. Rize İli Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Çay Tarımının Yeri Sorunları ve Çözüm Önerileri. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Bildiri Kitabı, Sayfa 101-113, 3-4 Mayıs 2013. Rize.
- Zhang J. ID., Ruidong Yang ., R.. Chen., Y.Peng., X. Wen. and L. Gao 2018. Accumulation of Heavy Metals in Tea Leaves and Potential Health Risk Assessment: A Case Study from Puan County, Guizhou Province, China. International Journal of Environmental Research and Public Health.

ÖZGEÇMİŞ

17.05.1988 tarihinde Rize’de doğdu. İlk ve Ortaöğrenimini İyidere Merkez İlköğretim okulunda (2002), Liseyi İyidere Lisesinde (2005) tamamlamıştır. 2007 yılında kazandığı Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümünden 2011 yılında mezun oldu. 2014-2015 güz yarıyılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Besleme Anabilim dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.

