



# Doğu Karadeniz Yöresinde Üretilen Bazı Çayların Mineral Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi\*

Mehmet Alkayın<sup>1</sup>, Nesrin Yıldız<sup>2†</sup>

<sup>1</sup> T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Rize İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Rize. [orcid.org/0000-0001-6183-2458](https://orcid.org/0000-0001-6183-2458)

<sup>2,\*</sup> Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum. [nyildiz@atauni.edu.tr](mailto:nyildiz@atauni.edu.tr) [orcid.org/0000-0002-8179-6228](https://orcid.org/0000-0002-8179-6228)

(İlk Geliş Tarihi 3 Şubat 2023 ve Kabul Tarihi 30 Nisan 2023)

(DOI: 10.31590/ejosat.1247234)

**ATIF/REFERENCE:** Alkayın, M. & Yıldız, N. (2023). Doğu Karadeniz Yöresinde Üretilen Bazı Çayların Mineral Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (50), 162-170.

## Öz

Çay (*Camellia sinensis*) ülkemizde ve dünyada en popüler içeceklerden biridir. Bu araştırmanın amacı; Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olarak üretilen bazı çay marka ve çeşitlerinin, makro-mikro besin elementi içeriğinin belirlenmesidir. Bu amaçla, 54 farklı siyah çay örneği toplanmıştır. Toplam azot ve toplam besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Çay yapraklarının mineral madde içerikleri laboratuvar koşullarında belirlenmiştir.

Doğu Karadeniz yöresinde yaygın olarak tüketilen ve ülke çapında pazarlanan 54 çay örneğinin makro besin elementi analiz sonuçlarında; 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

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.

Besin elementi kapsamının yetersi olduğu çay örneklerinde ( özellikle N ,Cu ve B ) ideal düzeye gelip gelmediği düzenli toprak ve bitki analizleri ile kontrol edildikten sonra gübreleme ( toprağa / yaprağa) yapılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Çay, mineral içerik, kuru çay analizi, kritik değer

## Evaluation of Mineral Nutrition status of Some Tea Produced in Eastern Black Sea Region

### Abstract

Tea (*Camellia sinensis*) is one of the most popular beverages all over the world. The aim of this research was to determine content of macro-micro nutrients of tea leafs 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 . Mineral nutrient contents of tea leafs of mineral contents were determined in laboratory conditions.

In the macro nutrient analysis results of 54 tea samples, which are widely consumed in the Eastern Black Sea region and marketed throughout the country ; N content 58% low, 42% sufficient; P 4% low, 96% sufficient; K 7% low, 89% sufficient, 4% more; Ca 2% low, 96% sufficient, 2% more; Mg was found to be 20% low and 80% sufficient .

In the content of micro element analysis results of 54 tea samples ; Fe content 2% low, 5% sufficient, 93% more; Cu 91% low, 9% sufficient, Mn 2% low, 96% sufficient; B 62% low, 36% sufficient, 2% more; It was determined that Zn was 15% low, 78% sufficient, 7% more. After checking with regular soil and plant analyzes whether the nutrient content (especially N , Cu and B) is at the ideal level, fertilizer (soil / leaf) should be applied.

**Keywords:** Tea, Mineral Content, dry leaf Analyses, Critical Value.

\* Bu araştırma makalesi Mehmet Alkayın'ın Yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

† Sorumlu Yazar: [nyildiz@atauni.edu.tr](mailto:nyildiz@atauni.edu.tr)

<http://dergipark.gov.tr/ejosat>

## 1. Giriş

*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 (Kacar, 1987).

Çay bitkisi dünya üzerinde 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 yetiştirilmektedir. 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. 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 (Al) özel ihtiyaç duyan (nadir görülür) bir bitkidir (Kacar, 2010). 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).

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.

Özdemir vd (1999) yaptıkları çalışmada; 1995 üretim sezonunda üç sürgün döneminde Ortodoks ve ÇAYKUR yöntemleriyle üretilen 7 nevi çayın 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.

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.

Olivier ve ark (2012) yaygın olarak tüketilen sekiz çayın mineral bileşimlerini (Na, Mg, K, Ca, P, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve Al) incelemek ve karşılaştırmak amacıyla üç geleneksel siyah veya yeşil çayı (Afrika, Çin ve Sri Lanka'dan) ve ikisi Güney Amerika'dan (maté ve koka) ve üçü Güney Afrika'dan (rooibos, honeybush ve *Athrixia phylicoides*) olmak üzere beş kuru çay yaprağı numunesinde ve bunların infüzyonları (demleme süresi: 6 dakika) üzerinde yaptıkları çalışmada ; Kuru çay yaprakları ve ilgili infüzyonları da farklı mineral profilleri sergilediğini belirtmişlerdir. Geleneksel siyah ve yeşil çaylarda yüksek seviyelerde alüminyum bulunurken, rooibos çayında sodyum yüksek bulunmuştur. Çaylar zengin besin kaynakları olmasa da, maté tüketimi diyetdeki manganez gereksinimlerine önemli ölçüde katkıda bulunabilir.

Salahinejad ve Aflaki (2010), Dördü İran'da yetiştirilen ve yedisi ithal edilen 11 siyah çay örneğinin metal içerikleri ve çay infüzyonları belirlemek amaçlı yaptıkları çalışmada; Toksik metaller (Al, As, Pb, Cr, Cd ve Ni) ve temel mineral elementlerden (Fe, Zn, Cu, Mn, Ca ve Mg) oluşan on iki element, endüktif olarak eşleşmiş plazma atomik emisyon spektroskopisi (ICP-AES) kullanılarak analiz edilmişlerdir. Siyah çay yapraklarında Al, Ca, Mg ve Mn mg g<sup>-1</sup> (ppm), Cr, Fe, Ni, Cu, Zn ise µg g<sup>-1</sup> (ppb) konsantrasyon birimleriyle belirlenmiştir. Varyans analizi, Ni ve Cu dışında İran'da yetiştirilen ve ithal edilen siyah çaylarda belirlenen çoğu element arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi. Her elementin çay infüzyonlarına ekstraksiyon etkinliği değerlendirildi. İnfüzyon ekstraktlarında ölçülen metallerin çözünürlüğü geniş ölçüde değişkenlik gösterdiği ve %0 ile %59,3 arasında değişmiş olduğu sonucuna varmışlardır

Siyah çaylar üzerine yapılan araştırmaların çoğu organik bileşime odaklanmış ve mineral bileşime daha az önem verilmiştir. Bu çalışmanın amacı, Karadeniz yöresinde yaygın olarak tüketilen bazı çayların mineral bileşimlerini (N, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu) incelemek ve referans değerlerle karşılaştırmaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma sahası, 3092 Sayılı Çay Kanunu (Anonim, 2019) 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 1. Deki haritada

illere denk düşen çayların çeşit isimleri görülmektedir. Üretim alanından alınan örnekleri her fabrikadan iki numune olacak şekilde genellikle 2 ve 3 nevi çaylar (2 ve 3 numaralı elekten geçen) tercih edilmiştir.

Araştırmada kullanılan kuru çayların temin edildiği örnekleme noktaları şekil.1 de verilmiştir. 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 Derepazarı, Özgür Çay Dağsu Rize Merkez, Of Çay Rize Pazar (Organik), Karali Çay, Alkan Çay, Nergiz Çay Güneysu Merkez, Kader Çay (Dağımksu) 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 ( Çizelge.1).



Şekil 1. Siyah Çay Örnek Alma Noktaları

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan Çay örnekleri

1	Bey Çay	28	Çaykur Artvin Hopa Fab.
2	Zülfikar Çay	29	Çaykur Artvin Hopa Fab.
3	Doğu Çay	30	Çaykur Rize Merkez Gündoğdu Fab.
4	Altınbaşak Çay	31	Çaykur Rize Merkez Gündoğdu Fab.
5	Karali Çay	32	Çaykur Rize Merkez Ambarlık Fab.
6	Nur Çay	33	Çaykur Rize Merkez Ambarlık Fab.
7	Kardeşler Çay	34	Çaykur Artvin Borçka Muratlı Fab.
8	Ocak Çay	35	Çaykur Artvin Borçka Muratlı Fab.
9	Erdinç Çay	36	Çaykur Trabzon Of Bölümlü Fab.
10	Çaykur Ayder Çayı	37	Çaykur Trabzon Of Bölümlü Fab.
11	Çaykur Çay Çiçeği	38	Çaykur Trabzon Of Bölümlü Fab.
12	Çaykur Organik Hemşin Çayı	39	Çaykur Trabzon Of Bölümlü Fab.
13	ÇaykurOrganik Zümrüt Yeşil Çay	40	Çaykur Rize İyidere Çay Fab.
14	Çaykur Her Dem Yeşil Çay	41	Çaykur Rize Kalkandere Organik Çay Fab.
15	Çaykur 42 Nolu Tirebolu Çayı	42	Rize Pazar Of Çay Organik Çay Fab.
16	Çaykur Organik Rize Çayı	43	Rize Merkez Alkan Çay Fab.
17	Çaykur Kamelya Çayı	44	Rize Merkez Karali Çay Fab.
18	Çaykur Rize Turistik Çay	45	Rize Merkez Özgür Çay Fab.
19	Çaykur Nadidem Misafir Çayı	46	Rize Merkez Nalkıran Çay Fab.
20	Çaykur Altınbaşak Klasik	47	Rize Merkez Doğu Çay Fab.
21	Çaykur Anadolu Filiz Çay	48	Rize Derepazarı Hantal Çay Fab.
22	Çaykur Gap Çayı	49	Rize Merkez Kader Çay Fab.
23	Çaykur Burcum Yeşil Çay	50	Rize Güneysu Örnek Çay Fab.
24	Çaykur Rize Ardeşen Işıklı Fab.	51	Rize İkizdere Güneyce Çay
25	Çaykur Rize Ardeşen Işıklı Fab.	52	Lipton Çay
26	Çaykur Rize Çayeli Aşıklar Fab.	53	Rize Merkez Nergiz Çay
27	Çaykur Rize Çayeli Aşıklar Fab.	54	İran Çayı

Çalışmada; Ortodoks yöntemiyle (Özdemir vd., 1999) üretilmiş çay numuneleri analize hazırlık sürecinde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar 70 °C derecede bekletildikten sonra, 0,5 gr tartılıp üzerine 10 ml Nitrik-perklorik asit eklenmiş optimum 240 °C de renksiz çözelti elde edince ye kadar yakılmış ve Yakma ürünleri Whatman 42 filtre kâğıdı ile süzülüp saf su ile süzükler 25 ml tamamlanmıştır. Hazırlanan süzüklerde (yaş yakma yöntemi ile oluşturulan) makro besin elementleri (P, K, Ca, Mg), mikro besin elementleri (Fe, Cu, Mn, B, Zn) belirlemek üzere ICP-MS cihazında DAYTAM (Atatürk Üniversitesi, Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Araştırma Merkezi) 'da okumalar yapılmıştır (Kacar ve İnal, 2008).

Siyah Çay örneklerinde toplam N miktarı, standart Mikro Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Siyah çay örneklerinin toplam azot içerikleri salisilik-sülfürik asit ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (AOAC 1990). Bu yöntemde yaş yakma ile organik azot, Amonyum sülfat'a çevrilerek amonyum, borik asit içerisine damıtılmış ve daha sonra geri titrasyonla damıtılan örnek H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titre edilmiştir. Nötralizasyon için sarf edilen sülfürik asit miktarından toplam azot hesaplanmıştır.

Siyah Çay 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.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çay bitkisine geçen besin elementleri analizleri yapılmış, istatistiki açıdan önemli çıkan değerler Reuter ve Robinson (1997), Chu ve Juneja (1997)' a göre yorumlanmıştır.

**Çizelge 2.** Çay Bitkisinin Mineral İçeriğini Karşılaştırmada Kullanılan Referans Değerler (Chu ve Juneja, 1997)

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

#### 3.1. Siyah Çay örneklerinde Makro Besin Elementi Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Siyah Çay örneklerinde kuru madde esasına göre belirlenen, 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 3). Yapılan benzer çalışmalarda elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir. Özkutlu vd. (2015) de Rize ilinden aldıkları 50 çay yaprağının %70'i N bakımından, %96'sı K bakımından noksan ve %100'ünün N bakımından yeterli olduğunu belirlemiştir. Taşkın vd. (2015), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaptıkları bir araştırmaya göre; çay bitkisinin % 3,46'sında azotun, % 81,77'sinde fosforun, % 99,62'sinde potasyumun, % 17,48'inde kalsiyumun ve % 39,06'sında ise magnezyumun noksan düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

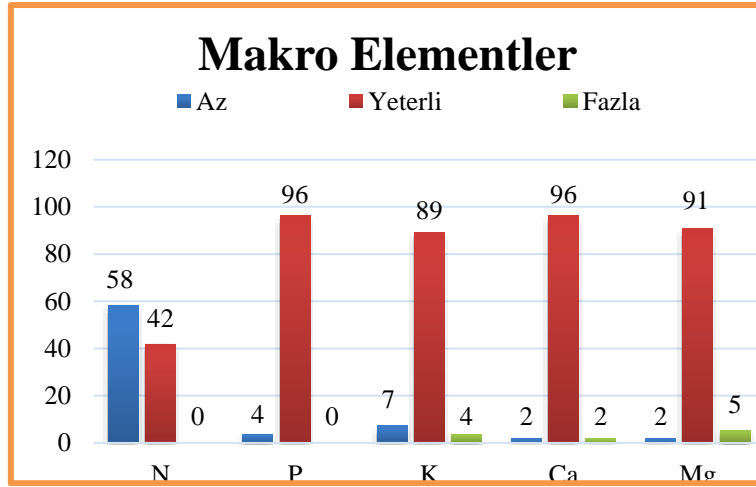
Çizelge 1.de isimleri belirtilen kuru çay çeşitlerinin esansiyel makro besin elementi içerikleri değerlendirildiğinde; 7,10,12,13,14,16,17,19,21,22,24, 25,27,28,29, 33,34, 38, 39, 41, 43, 45 , 48, 49, 50, 51 , 52, 53 ve 54 nolu çay örneklerinde azot içeriği yeterli seviyenin altında (az) bulunmuştur. Kuru çay örnekleri arasında sadece 47 nolu (Rize Doğu çay) hariç bütün çay örneklerinin fosfor içeriği yeterli düzeyde bulunmuştur. Kuru çay örneklerinin 1, 2, 13 nolu ( Bey çay, Zülfikar çay, Rize organik zümrüt yeşil çay) hariç bütün örneklerin potasyum içeriği yeterli düzeydedir. Çay örneklerinin tamamında kalsiyum düzeyi yeterli seviyededir. Benzer şekilde çay örneklerinin magnezyum içeriği de bütün örneklerde yeterli düzeydedir.

Çizelge 3. Siyah Çay örneklerinin Esansiyel Makro Besin Elementi 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
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
Ort.	3,4		0,24		2,01		0,35		0,22	

\*: 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 siyah çay örneklerinde kuru madde esasına göre ; 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.2)

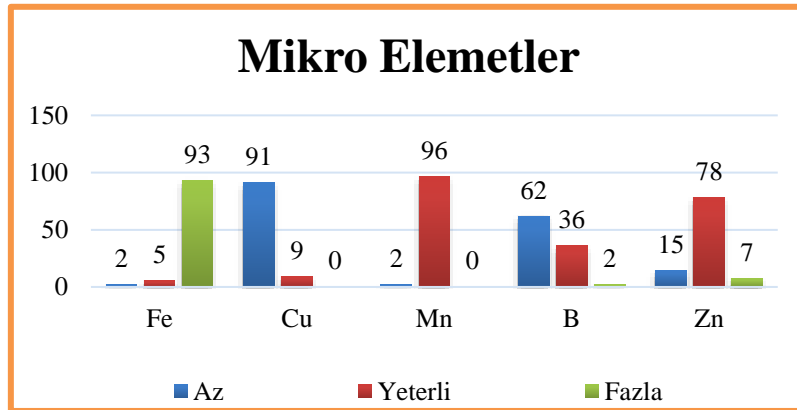


Şekil 2. Siyah çay örneklerinde makro besin elementi yeterlilik düzeyleri

### 3.2. 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. 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 (Çizelge 4). Balcı ve ark (2016) da Doğu Karadeniz Bölgesinde topladığı 532 çay yaprak örneklerinde toplam demirin 20,8-1931 mg kg<sup>-1</sup>, toplam bakırın 0,62-25,7 mg kg<sup>-1</sup>, toplam çinkonun 0,98-53,5 mg kg<sup>-1</sup> ve toplam manganın 146-5013 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, ortalama olarak toplam demirin 136 mg kg<sup>-1</sup>, toplam bakırın 7,66 mg kg<sup>-1</sup>, toplam çinkonun 12,7 mg kg<sup>-1</sup> ve toplam manganın 1608 mg kg<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Çay yapraklarında mangan konsantrasyonunun yeterli olduğu belirlenirken, yaprak örneklerinin %98,9'sinde toplam demirin, %97,0'unda bakırın, %97,6'sında çinkonun noksan olduğu belirlenmiştir (Şekil.3). Ayrıca Özkutlu vd., 2015, Özkutlu vd., 2016 yıllarında yaptığı çalışmalarda da benzer bulgulara rastlanmaktadır

Çizelge 1.de çay çeşitleri ve numaraları belirtilen örneklerin esansiyel mikro besin elementi içerikleri incelendiğinde ; Bütün kuru çay örneklerinin demir içerikleri yeterli düzeyinde üzerinde (fazla) bulunmuştur. Çay örneklerinin büyük bir çoğunluğunda ( 22, 24,26, 53 hariç ) bakır , yetersiz seviyededir. Çay örneklerinin mangan içeriği tüm örneklerde yeterli düzeyde bulunmuştur. Çay örneklerinin büyük bir çoğunluğunda (5,6,7,8,11,15,18,19,21,22,23,25,26,27,28,29,30,32,33,34,36,39,42,43,44,46,47,48,51,52,53,54) bor içeriği yeterli düzeyin altında (az ) bulunmuştur. Çay örneklerinin çinko içerikleri ise, büyük bir çoğunluğunda (43, 45,46,47,51 hariç) yeterli düzeydedir.



Şekil.3. Siyah Çay örneklerinin Mikro Besin Elementi İçerikleri

Çizelge 4. Siyah Çay Örneklerinin Mikro Bitki Besin Elementi Konsantrasyon Değerleri (ppm)

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	<b>177,93</b>	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	<b>66,38</b>	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
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	<b>50,71</b>	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	<b>2190,64</b>	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	<b>14,37</b>	Az	<b>25,74</b>	Az
47	220,82	Fazla	<b>5,97</b>	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	<b>846,11</b>	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	<b>19,75</b>	Yeterli	<b>580,05</b>	Yeterli	19,90	Az	43,16	Yeterli
54	346,05	Fazla	8,11	Az	1052,36	Yeterli	16,06	Az	35,42	Yeterli
Ort	284,27		11,90		1477,32		19,71		38,96	

Çizelge.5. Siyah Çay Örneklerinin Mineral Besin Elementleri Korelasyon Analiz Sonuçları

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	B
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

\* İşaretili F değeri  $p < 0,05$ ; \*\*işaretili F değerleri ise  $p < 0,01$  olasılık düzeyinde önemlidir.

Çizelge 5 de çay örneklerinin makro ve mikro besin elementi içerikleri arasındaki korelasyon analizleri ; K'un P ile, Mg'un , P ve K ile  $p < 0,01$  olasılık düzeyinde aralarında olumlu pozitif ilişkisi olduğunu gösterirken, çay örneklerinin Zn içeriğinin Mg ve Cu içerikleriyle aralarında  $p < 0,01$  olasılık düzeyinde olumlu pozitif ilişkisi olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan çay örneklerinin Fe, Cu, Mn ,B ve Zn içeriklerinin P,K,Ca ile aralarında  $p < 0,05$  olasılık düzeyinde aralarında olumlu pozitif ilişkiler olduğu görülmüştür.

#### 4. Sonuç ve öneriler

Doğu Karadeniz yöresinde yaygın olarak tüketilen veya ülke çapında pazarlanan gerek piyasadan temin edilen ve gerekse üretim sahasından alınan 54 siyah çay örneğinin makro besin elementi analiz sonuçlarında; 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.

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.

Çay yapraklarındaki metal birikimine toprak ,organik madde içerikleri , üretim süreci ve çevre kirliliği gibi birçok faktör katkıda bulunabilir. Metal içeriğinin çay çeşitleri ve coğrafi kökenleri için yeterli bir belirleyici faktör olabileceği doğrulanmış bir gerçektir (Salahinejad ve Aflaki 2010).

Araştırma konusu çay örneklerinin çoğunluğunda özellikle azot, bakır ve bor beslenmesinin yetersizliğine ait bulgular elde edilmiştir. Azot çay bitkisinin gelişmesinde yaşamsal önemi olan besin maddesidir. Bunun nedeni içtiğimiz çayın genç ve körpe çay yapraklarından yapılmasıdır. Üstün nitelikli ve bol çay yaprağı elde edilmesinde ise azot temel maddedir. Azot çay bitkisinin kök gelişmesi ve tepe/kök oranı üzerine de önemli etki yapar. Yeterli azot beslenmesi olan çay bitkilerinin budama aralıklarını da uzatır. Çay bitkisinin gelişmesinde özellikle solunum olayında ve klorofil oluşumunda etkin rol oynadığı bilinmektedir. Bakır ayrıca çay bitkisinin protein metabolizmasında önemli rol oynar. Borun çay bitkisindeki işlevleri üzerinde yeterli bilgiye sahip olmasak da , yapılan araştırmalar borun çay bitkisi protein sentezinde önemli işlevleri olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan karbonhidrat metabolizmasında da etkisi büyüktür. Siyah çayın tad ve kokusunda önemli etkisi olması nedeniyle niteliğini de etkilediğine dair bulgular vardır (Kacar, 2010).

Esansiyel makro elementler; N, P, K, Ca, S ve Mg olmak üzere altı minerali içerir. Bitkiler bu elementleri mineral formda alırken, insanlar N ve S'yi proteinler ve amino asitler olarak alır ve geri kalan dördü tahıllarda, sebzelerde, meyvelerde, yumurtalarda, balıklarda ve ette bulunan çeşitli bileşikler olarak emilir. Esansiyel mikro elementler, demir (Fe), çinko (Zn), manganez (Mn), bakır (Cu), molibden (Mo) ve bor (B) olmak üzere altı mineral bulunur.

Bazı Japon diyet uzmanlarına göre ; Diyet mineralleri sağlığımız için çok önemlidir. Belirli bir mineralin sürekli eksikliği, vitaminlerde olduğu gibi, ilgili bir hastalığa neden olur. Zengin bir kaynak olmasa da yeşil çay yaprakları birçok mineral içerir. İşin püf noktası, önemli miktarda almanın tek yolu, yaprakları demlemek değil, yemektir (Anonim, 2023) . Çay yapraklarında en çok bulunan mineraller potasyum, kalsiyum, fosfor ve magnezyumdur. Daha az miktarda manganez, çinko, bakır ve demir içermektedir.

Araştırmada kullanılan siyah çay örneklerinin toplam azot içerikleri dikkate alındığında , en az yarısının protein içeriğinin düşük olduğu görülmektedir. Potasyum , kalsiyum, fosfor ve Mg yeterli seviyelerde olsa da , özellikle potasyum yüksekliği ve çaya diffüze olan miktar arttıkça, sağlık açısından olası kan basıncı yüksekliğini tolere edebileceği noktaya vurgu yapılmaktadır. Nitekim, Bitki çaylarının ve yeşil çayların potasyum seviyelerinin sodyumdan daha yüksek olduğundan bahsedilmektedir. Bu durumun, Arteriyel hipertansiyonun kontrolü üzerindeki sodyum kısıtlamasının yararlı etkisi, potasyum alımındaki eş zamanlı artışla arttığına değinen kaynak araştırmalar vardır (Geleijnse ver ark, 2003; Adepoju ve Oyewole, 2008; Adroque, H.J. and Madias, 2007 )

Çayın, kanser ve kardiyovasküler hastalıklarda usulüne uygun hazırlanıp kullanıldığında yararlı etkisinden bahsedilmektedir. Anemi hastalığı olanlarda özellikle yemeklerle birlikte tüketilmesi demir emilimini azaltacağından ve kansızlığı tetikleyeceğinden



dolay yemeklerle birlikte tüketilmemesi önerilmektedir. Ayrıca böbrek taşı oluşumunu çayla önlemek de mümkün (Mckay and Blumberg, 2002)

## 5. Teşekkür

Bu tez çalışmasında Atatürk Üniversitesi BAP Projeleri konseptinde (Proje kodu; 6890 FYL-2018-6890) destek alınarak, DAYTAM merkezinde analizlerin yapılmasında emeği geçenlere ve Üniversitemize teşekkürü borç biliriz

## Kaynaklar

- Adepoju, O.T. and Oyewole, E.O. (2008) Nutritional Importance and Micronutrient Potentials of Two Non-Convectional Indigenous Green Leafy Vegetables from Nigeria. *Agricultural Journal*, 3, 362-365.
- Adroge, H.J. and Madias, N.E. (2007) Sodium and Potassium in the Pathogenesis of Hypertension. *The New England Journal of Medicine*, 356, 1966-1978. <https://doi.org/10.1056/NEJMra064486>
- Anonim, (2019). Çay Kanunu (3092 Sayılı). 19.12.1984 tarihli ve 18610 sayılı Resmi Gazete. Erişim: 01.02.2019, 14:00.
- Anonim, (2023). <http://museum.ichikawaen.co.jp/health/mineral.php>. (Erişim, 07.04.2023)
- AOAC, (1990). Association of Official Analytical Chemists-International, In: Helrich, K (Ed.), *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC.
- Balcı, M. Taşkın, M. B. Kaya, E. C. Soba, M. R. Özer, P. Kabaoğlu, A. Turan, M. A. ve Taban, S. (2016). Doğu Karadeniz bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin demir, bakır, çinko ve mangan durumları. *Toprak ve Su Dergisi*, 5:2, 65-74.
- 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
- Geleijnse, J.M., Kok, F.J. and Grobbee, D.E. (2003) Blood Pressure Response to Changes in Sodium and Potassium Intake: A Metaregression Analysis of Randomised Trials. *Journal of Human Hypertension*, 17, 471-480. <https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1001575>
- 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.
- Kacar, B. Przemec, E. Özgümüş, A. Turan, C. Katkat, A. V. ve Kayıkçıoğlu, İ. (1979). Türkiye’de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikro element gereksinimleri üzerinde bir araştırma. S. 1-67. TÜBİTAK, TOAG-321.Ankara
- Kacar, B. (1987). Çayın biyokimyası ve işleme teknolojisi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay-Kur Yayınları, No:6 S:1-71.Ankara.
- Kacar, B. (2010). Çay bitkisi, biyokimyası, gübrelemesi ve işleme teknolojisi. Nobel Yayınları, Yayın No: 1549, Sayfa 17-26, Ankara.
- Kacar, B. ve İnal, A. (2008). Bitki analizleri, Cilt 1., Nobel yayını, 892 s, Ankara.
- Mackay.D and Blumberg. J.B. (2002). The Role of Tea in Human Health: *Journal of the American College of Nutrition*. 21(1):1-13 DOI: 10.1080/07315724.2002.10719187
- Olivier J, Symington EA, Jonker CZ, Rampedi IT, VanEeden TS. Comparison of the mineral composition of leaves and infusions of traditional and herbal teas. *S Afr J Sci*. 2012;108(1/2), Art. 623, 7 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/sajs.v108i1/2.623>
- Özdemir, F. Topuz, A. & Erbaş, M. (1999). Ortodoks ve Çaykur yöntemleri ile üretilen farklı sınıf siyah çayların mineral içerikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(supp4), 809-815.
- Özkutlu, F. Akkaya, Ö. H. Ete, Ö. Şahin, Ö. & Korkmaz, K. (2015). Rize ilindeki bazı çay bahçelerinin toprak ve yaprak analizi ile besin element düzeylerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(2), 94-103.
- Özkutlu, F. Akkaya, Ö. H. Ete, Ö. & Akgün, M. (2016). Bazı çay bahçelerinin B(bor) beslenmesi ve toprak özellikleriyle ilişkilerinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1).
- Salahinejad. M and F. Aflaki. 2010. Toxic and Essential Mineral Elements Content of Black Tea Leaves and Their Tea Infusions Consumed in Iran *Biol Trace Elem Res* (2010) 134:109–117 DOI 10.1007/s12011-009-8449-z
- Reuter, D. J. and Robinson, J. B. (1997). *Plant analysis. An interpretation manual*. 2nd Edition, CSIRO Publishing, Melbourne.
- Taşkın, M. B. Balcı, M. Soba, M. R. Kaya, E. C. Özer, P. Tanyel, G. Kabaoğlu, A. Turan, M. A. Taban, S. (2015). Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt durumları. *Toprak ve Su Dergisi*, 4(2), 30-40.
- 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 açıdan değerlendirilmesi. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Bildiri Özetleri Kitabı, Sayfa 175-186, 3-4 Mayıs 2013. Rize.