Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Durumları

Meriç BALCI[1] Mehmet Burak TAŞKIN[1] Emre Can KAYA[1] Mahmut Reşat SOBA[2]
Pınar ÖZER[3] Ali KABAOĞLU[3] Murat Ali TURAN[4] Süleyman TABAN[1*]

[1]Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, ANKARA
[2]Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANKARA
[3]Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Atatürk Çay Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, RİZE
[4]Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, BURSA

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : Suleyman.Taban@agri.ankara.edu.tr
Geliş tarihi (Received) : 05.08.2016
Kabul tarihi (Accepted) : 08.09.2016
DOI : 10.21657/topraksu.269370

Öz

Doğu Karadeniz Bölge halkının yaşam biçimi olan çay bitkisinin verim ve kalitesinin artırılması, çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin makro besin maddeleri yanında mikro besin maddelerinin de iyi bir şekilde bilinmesine bağlıdır. Bu çalışmada çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin demir, bakır, çinko ve mangan durumlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla, çay tarımı alanlarının dağılımı göz önüne alınarak Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun'dan eş zamanlı olarak toplam 532 toprak ve yaşlı yaprak örneği alınmıştır. Bu alanlardan alınan 532 toprak örneğinde bitkiye yarayışlı demirin 0,56-407 mg kg^{-1}, bakırın 0,01-19,4 mg kg^{-1}, çinkonun 0,03-44,9 mg kg^{-1} ve manganın 0,33-186 mg kg^{-1} arasında değiştiği, ortalama demirin 86,7 mg kg^{-1}, bakırın 1,44 mg kg^{-1}, çinkonun 1,61 mg kg^{-1} ve manganın 29,3 mg kg^{-1} olduğu belirlenmiştir. Çay tarımı yapılan topraklarda bitkiye yarayışlı demir ve manganın yeterli olduğu, buna karşın toprakların % 11,1'unda bakırın ve % 49,6'ünde ise çinkonun noksan olduğu saptanmıştır. Toprak örnekleri ile eş zamanlı olarak alınan 532 çay yaprak örneklerinde toplam demirin 20,8-1931 mg kg^{-1}, toplam bakırın 0,62-25,7 mg kg^{-1}, toplam çinkonun 0,98-53,5 mg kg^{-1} ve toplam manganın 146-5013 mg kg^{-1} arasında değiştiği, ortalama olarak toplam demirin 136 mg kg^{-1}, toplam bakırın 7,66 mg kg^{-1}, toplam çinkonun 12,7 mg kg^{-1} ve toplam manganın 1608 mg kg^{-1} 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.

Anahtar Kelimeler: Cu, çay yaprağı, Fe, Mn, Zn

Iron, Copper, Zinc and Manganese Status of Tea-Farming Soils and Tea Plant Grown in East Black Sea Region

Abstract

Increasing yield and quality of tea plant that is the lifestyle of The East Black Sea Region people is related to aware of importance of micro nutrient elements that found tea farming soils as well as macro nutrients. In this study, it is aimed to determine iron, copper, zinc and manganese concentrations of tea plant and farming soils. For this purpose, 532 soil and plant samples were taken simultaneously from

different regions (Artvin, Rize, Trabzon and Giresun) related to distribution of tea plantations. In soil samples, available Fe concentration varied in the range of 0.56-407 mg kg^{-1} with a mean of 86.7 mg kg^{-1}, Cu concentration varied in the range of 0.01-19.4 mg kg^{-1} with a mean of 1.44 mg kg^{-1}, Zn concentration varied in the range of 0.03-44.9 mg kg^{-1} with a mean of 1.61 mg kg^{-1}, Mn concentration varied in the range of 0.33-186 mg kg^{-1} with a mean of 29.3 mg kg^{-1}. According to the results of the soil analysis, while plant available Fe and Mn concentrations were found to be sufficient, in 11.1 % of soils Cu, in 49.6 % of soil Zn concentration were found too few. In the tea leaves that taken simultaneously with the soil samples from the East Black Sea Region, it was determined that total Fe concentration varied in the range of 20.80-1931 mg kg^{-1} with a mean of 136 mg kg^{-1}, total Cu concentration varied in the range of 0,62-25,7 mg kg^{-1} with a mean of 7.66 mg kg^{-1}, total Zn concentration varied in the range of 0.98-53.5 mg kg^{-1} with a mean of 12.7 mg kg^{-1}, total Mn concentration varied in the range of 146-5013 mg kg^{-1} with a mean of 1608 mg kg^{-1}. According to the results, in 98.9 % of leaf samples Fe concentration, in 97.0 % of leaf samples Cu concentration, in 97.6 % of leaf samples Zn concentration were found to be insufficient.

Key Words: Cu, tea leaves, Fe, Mn, Zn

GİRİŞ

Çay bitkisinin (*Camellia sinensis* L.) yetişebilmesi için yağışın bol ve düzenli olması, ılıman iklim isteği ve asit reaksiyonlu (pH 4,5-6,0) toprak tercihi dikkate alındığında, ülkemizde sadece Doğu Karadeniz Bölgesinde Gürcistan sınırı-Fatsa (Ordu) arasında kalan sahil şeridinde yetiştirilebilmektedir. Ülkemizde 1930'lu yıllarda başlayan ve günümüzde 76600 ha'lık bir alana yayılan çaylıkların % 65,2'si Rize, % 20,7'si Trabzon, % 11,2'si Artvin ve % 2,9'u Giresun-Ordu illerinde bulunmaktadır (Anonim, 2012).

Türkiye, çay tarım alanlarının genişliği bakımından, dünyada üretici ülkeler arasında 7. sırada, kuru çay üretimi yönünden 5. sırada, yıllık kişi başına tüketim bakımından ise 4. sırada yer almaktadır (Özden, 2009). Sudan sonra en fazla tüketilen içecek olan çayın elde edildiği bu bitkinin yetiştirildiği toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi ve gübreleme programının buna göre yapılması önem taşımaktadır. Çay tarımında son yıllarda 25-5-10 gübresi ağırlıklı olarak kullanılmakta ve gübreleme programında mikro elementlere yer verilmemektedir. 25-5-10 gübresinin ise önerilen miktarlarda kullanılmadığı görülmektedir. Gerçekten de çay tarımı yapılan topraklarda bilinçsiz gübreleme sonucu fosfor birikiminin olması başta çinko olmak üzere mikro element yarayışlılığını sınırlandırması yanında ekonomik anlamda da kayıplara da yol açmaktadır (Taban vd., 2006). Fosforlu gübrelerin dengeli kullanıldığı 1970'li yıllarda çay tarımı yapılan topraklarda çinko ve mangan noksanlığı yönünden sorun olmadığı bildirilmiştir (Kacar vd., 1979).

Dünya sağlık örgütü (WHO) beslenmede demir, çinko ve vitamin A eksikliğine dikkat çekmiş ve özellikle yedikleri besinlerden yeterince çinko alamayan 5 yaş altı çocuklarda ölüm oranının dünya genelinde % 4,4 olduğu belirlenmiştir (Black vd., 2008). Dünya nüfusunun üçte ikisinin mineral elementlerden bir ya da birkaçını yeterli düzeyde alamaması nedeniyle önemli sağlık sorunu ile karşılaştığı saptanmıştır. Günümüzde insanların en fazla ve en yaygın şekilde çinko ve demir noksanlığından etkilendiği belirlenmiştir (Hotz ve Brown, 2004; Welch ve Graham, 2004). Özellikle tahıl ağırlıklı beslenmelerde çinko eksikliği önemli bir sorundur. Çinko noksanlığının insanlarda kısırlık, yaraların geç iyileşmesi, zekâ geriliği vb. birçok olumsuz etkisi vardır. Mikro elementlerin özellikle çinko ve demirin insan sağlığı üzerine olan etkileri ve önemi anlaşıldıktan sonra çinko ile zenginleştirilmiş gıda üretimine hız verilmiş ve bu üretim şekli son yıllarda giderek artmaya başlamıştır. Günümüzde sahip olduğumuz en basit ilaçların dahi bilinmediği binlerce yıl öncesinden bu güne çeşitli gözlem ve deneyimlere dayanılarak insan sağlığı üzerinde sudan sonra en fazla içilen içecek olan çayın olumlu etkiler yaptığına inanılmıştır.

Ülkemizde çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikro element durumlarını kapsamlı bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla yürütülen bu çalışmada; toprak ve yaprak örneklerinde demir,

bakır, çinko ve mangan konsantrasyonları belirlenerek, çay topraklarının ve çay bitkisinin mikro element durumlarının ortaya konulması ile bu elementler arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda eğer anılan bu elementlerin bir ya da bir kaçının çay tarımı yapılan topraklarda ve çay bitkisinde eksikliği belirlenirse gübreleme programına dahil edilmesinin gerekliliği ortaya konulacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Toprak ve yaprak örnekleri, Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun illerinde çay tarımı yapılan alanları temsil edebilecek nitelikte ve sayıda olması yanında çiçeklenme dönemi sonrası (Kacar, 2010) dikkate alınarak eş zamanlı olarak alınmıştır.

Çay tarımı yapılan alanların yayılışı dikkate alınarak Artvin'den 58 (toplamın % 10,9'u), Rize'den 361(toplamın % 67,86'sı), Trabzon'dan 101 (toplamın % 18,99'u) ve Giresun'dan 12 (toplamın % 2,26'sı) olmak üzere toplam 532 noktadan eş zamanlı toprak ve yaprak örnekleri alınmıştır (Şekil 1).

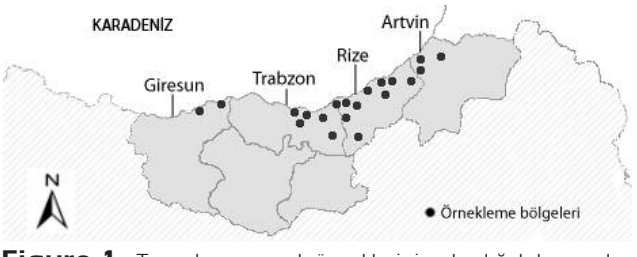


Figure 1. Toprak ve yaprak örneklerinin alındığı lokasyonlar

Şekil 1. *Locations of soil and tea leaf samples*

Verimlilik ilkesine göre alınan toprak örnekleri kurutulmuş, iri kesekler ezilmiş, 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

Toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde pH'sı 7,3'e ayarlanmış 0,005 M DTPA + 0,01 M $CaCl_2$ + 0,1 M TEA ekstrakt çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve ekstrakta geçen Fe, Cu, Zn ve Mn ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Boss ve Fredeen, 2004).

Çay bitkisi hasat tablası altında kalan yapraklardan alınan yaprak örnekleri saf su ile yıkanmış, 65 ^{O}C'de hava dolaşımlı kurutma dolabında kurutulmuş ve öğütülmüştür. Öğütülen örnekler Berghof-MWS-2 Model 24 yakma üniteli mikrodalga örnek parçalayıcıda konsantre HNO_3 + H_2O_2 karışımı ile yaş yakılarak (Boss ve Fredeen 2004) analize hazır hale getirilmiştir. Yaş yakılan örneklerde toplam Fe, Cu, Zn ve Mn ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Boss ve Fredeen, 2004).

Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Toprak ve yaprak örneklerinde belirlenen demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonları yeterlilik sınıflarına göre değerlendirilmiş (Çizelge 1, 2) ve mikro elementler arasındaki ilişkiler (korelasyon) Minitab paket programı (10.53) ile hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde belirlenen mineral elementlerin yeterlilik sınır değerleri

Table 1. *Sufficieny limits for mineral elements in soil samples taken from the tea growing area.*

Element	Sınır Değeri, (mg kg^{-1})	Değerlendirme
Fe (Lindsay ve Norvell, 1978)	<2,5	Noksan
	2,5-4,5	Noksanlık görülebilir
	>4,5	İyi
Cu (Follet ve Lindsay, 1970)	< 0,2	Az
	0,20-0,25	Orta
	0,25-1,0	Yeterli
	>1,0	Fazla
Zn (FAO, 1990)	<0,2	Çok az
	0,2-0,7	Az
	0,7-2,4	Yeterli
	>2.4	Fazla
Mn (Lindsay ve Norvell, 1978)	<0,2	Çok az
	0,2-0,7	Az
	0,7-5	Yeterli
	>5	Fazla

Çizelge 2. Çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinde belirlenen mineral elementlerin yeterlilik sınır değerleri

Table 2. *Sufficiency limits for mineral elements in tea leaf samples taken from the tea growing area*

Element	Sınır Değeri, (mg kg^{-1})	Değerlendirme
Fe (Jones vd., 1991)	< 500	Az
	500-1000	Yeterli
	> 1000	Fazla
Cu (Jones vd., 1991)	< 12	Az
	12 – 20	Yeterli
	> 20	Fazla
Zn (Jones vd, 1991)	< 30	Az
	30-50	Yeterli
	> 50	Fazla
Mn (Jones vd., 1991)	<350	Az
	350-1200	Yeterli
	> 1200	Fazla

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Demir Konsantrasyonları

Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toplam 532 toprak örneğinde yapılan analizler sonucu bitkiye yarayışlı demir konsantrasyonunun 0,56-407 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama 86,7 mg kg^{-1} olduğu belirlenmiştir. Toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinde toplam demir konsantrasyonunun 20,8-1931 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama olarak 136 mg kg^{-1} olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Özyazıcı vd., (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisi yaprak örneklerinde toplam Fe konsantrasyonunun 8,6-95,9 mg kg^{-1} arasında değiştiğini; Nath, (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesinde yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında toplam demir konsantrasyonlarının sırasıyla 212,85-546,42 mg kg^{-1} arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Özyazıcı vd., (2011) Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı Fe konsantrasyonunun 2,10-168 mg kg^{-1} arasında, Nath, (2013b) ise Hindistan'ın Dibrugarh bölgesindeki çay yetiştiriciliği yapılan alanların demir konsantrasyonunun 89,3-307 mg kg^{-1} arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan illerden alınan toprak örneklerinde belirlenen ortalama bitkiye yarayışlı demir konsantrasyonu en düşük 70,8 mg kg^{-1} ile Giresun ilinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 94,4 mg kg^{-1} ile Trabzon , 104 mg kg^{-1} ile Rize ve 107 mg kg^{-1} ile Artvin ili takip etmiştir (Çizelge 4).

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinin ortalama toplam demir konsantrasyonu en düşük 85,1 mg kg^{-1} ile Giresun ilinden alınan çay yaprak örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 5). Bunu sırasıyla 100 mg kg^{-1} ile Trabzon, 113 mg kg^{-1} ile Artvin ve 152 mg kg^{-1} ile Rize illerinden alınan çay yaprak örnekleri takip etmiştir (Çizelge 5).

Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Bakır Konsantrasyonları

Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucu, toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı bakır konsantrasyonunun 0,01-19,4 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama 1,44 mg kg^{-1} olduğu saptanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 3. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak ve yaprak örneklerinin Fe konsantrasyonlarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 3. *Minimum, maximum and average values of Fe in samples of soil and tea taken from the tea growing area*

Değerler	Toprak	Yaprak
	Bitkiye yarayışlı Fe, mg kg^{-1}	Toplam Fe, mg kg^{-1}
En Düşük	0,56	20,8
En Yüksek	407	1931
Ortalama	86,7	136

Çizelge 4. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonlarının bölgelere göre durumu

Table 4. *Status of available Fe, Cu, Zn, Mn concentration in soil samples by region*

İl	İlçe	Fe, mg kg^{-1}	Cu, mg kg^{-1}	Zn, mg kg^{-1}	Mn, mg kg^{-1}
Artvin (58)	Hopa (23)	79,6	1,56	2,53	28,5
	Borçka (15)	131	5,05	1,53	30,0
	Arhavi (20)	113	2,13	2,02	36,5
	Ortalama	107	2,91	2,03	31,6
Rize (361)	Fındıklı (26)	136	3,15	4,63	36,5
	Ardeşen (52)	146	2,49	3,95	41,5
	Pazar (44)	60,7	1,04	0,72	15,4
	Hemşin (9)	135	1,60	3,58	32,1
	Çayeli (64)	94,6	1,22	1,29	22,7
	Merkez (82)	41,2	0,72	0,61	24,7
	Güneysu (22)	105	1,41	0,88	13,1
	Derepazarı (12)	79,9	0,65	0,76	24,2
	Iyıdere (15)	51,7	0,63	0,48	25,4
	Kalkandere (30)	63,7	0,69	1,3	41,2
	İkizdere (5)	235	1,35	1,38	17,9
	Ortalama	104	1,36	1,78	26,8
Trabzon (101)	Of (60)	78,3	1,08	1,19	35,0
	Hayrat (17)	39,7	0,51	0,61	41,5
	Dernekpazarı (3)	177	1,46	1,33	36,2
	Sürmene (15)	79,9	1,81	1,1	34,7
	Araklı (6)	97,3	0,76	0,83	42,1
	Ortalama	94,4	1,12	1,01	37,9
Giresun (12)	Eynesil (5)	83,9	2,31	1,4	22,6
	Tirebolu (7)	57,7	0,53	2,33	18,9
	Ortalama	70,8	1,42	1,86	20,7

Kacar vd., (1979) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı bakır konsantrasyonunun 0,02 mg kg^{-1} ile 7,32 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve ortalama olarak 1,09 mg kg^{-1} olduğunu; Özyazıcı vd., (2011) aynı bölgede çay tarımı yapılan toprakların Cu konsantrasyonunun 0,02-14,7 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve Nath, (2013b) ise Hindistan'ın Dibrugarh bölgesindeki çay yetiştiriciliği yapılan alanların bakır konsantrasyonunun 12,7-26,3 mg kg^{-1} arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin çay tarımı yapılan illerinden alınan toprak örneklerinde ortalama bitkiye yarayışlı bakır konsantrasyonu en düşük 1,12 mg kg^{-1} ile Trabzon ilinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 1,36 mg kg^{-1} ile Rize, 1,42 mg kg^{-1} ile Giresun ve 2,91 mg kg^{-1} ile Artvin ili takip etmiştir (Çizelge 4).

Toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinde toplam Cu konsantrasyonunun 0,62-25,7 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama olarak 7,66 mg kg^{-1} olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Özyazıcı vd., (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisi yaprak örneklerinde toplam Cu konsantrasyonunun 4,5-73,9 mg kg^{-1} arasında değiştiğini; Nath, (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesinde yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında toplam bakır konsantrasyonunun 14,3-29,8 mg kg^{-1} arasında olduğunu; Nejatolahi vd., (2014) tarafından Kuzey İran'daki çaylıkların çay yapraklarında Cu konsantrasyonunun 55,4-127 mg kg^{-1} arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinin ortalama toplam bakır konsantrasyonu en düşük 5,37 mg kg^{-1} ile Giresun ilinden alınan çay yaprak örneklerinde belirlenmiş olup, bunu sırasıyla 6,38 mg kg^{-1} ile Trabzon, 7,10 mg kg^{-1} ile Artvin ve 8,18 mg kg^{-1} ile Rize ili izlemiştir (Çizelge 5).

Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Çinko Konsantrasyonları

Çalışma alanlarından alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucu, bitkiye yarayışlı çinko konsantrasyonunun 0,03-44,9 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama 1,61 mg kg^{-1} olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). Kacar vd., (1979) Doğu

Karadeniz Bölgesi' nde çay tarımı alanları toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı çinko konsantrasyonunun 1,9-39,1 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve ortalama 6,2 mg kg^{-1} olduğunu; Özyazıcı vd., (2011) Zn konsantrasyonunun 0,01-8,45 mg kg-1arasında değiştiğini; Nath (2013a) Hindistan'da çay tarımı yapılan iki bölge (Dibrugarh ve Sivasagar) topraklarında toprağın 0-15 cm derinlikte çinko konsantrasyonun 21,4-65,2 mg kg^{-1} arasında değiştiğini; Nath (2013b) ise Hindistan'ın Dibrugarh bölgesindeki çay yetiştiriciliği yapılan alanların çinko konsantrasyonunun 21,4-45,3 mg kg^{-1} arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Çay tarımı yapılan illerden alınan toprak örneklerinde belirlenen ortalama bitkiye yarayışlı çinko konsantrasyonu en düşük 1,01 mg kg^{-1} ile Trabzon ilinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 1,78 mg kg^{-1} ile Rize ili, 1,86 mg kg^{-1} ile Giresun ili ve 2,03 mg kg^{-1} ile Artvin ili takip etmiştir (Çizelge 4).

Toprak örnekleri ile birlikte alınan yaprak örneklerinde toplam Zn konsantrasyonunun 0,98-53,5 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama olarak 12,7 mg kg^{-1} olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Özyazıcı vd., (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisi yaprak örneklerinde toplam Zn konsantrasyonlarının 5,6-46,3 mg kg^{-1} arasında değiştiğini; Nath, (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesinde yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında toplam çinko konsantrasyonunun 24,3-58,3 mg kg^{-1} arasında olduğunu ve Nejatolahi vd., (2014) Kuzey

Çizelge 5. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonlarının bölgelere göre durumu

Table 5. *Status of available Fe, Cu, Zn, Mn concentration in soil samples by region*

İl	İlçe	Fe, mg kg^{-1}	Cu, mg kg^{-1}	Zn, mg kg^{-1}	Mn, mg kg^{-1}
Artvin (58)	Hopa (23)	84,4	7,86	11,3	1393
	Borçka (15)	179,6	6,41	10,4	1738
	Arhavi (20)	95,7	6,74	12,3	1277
	Ortalama	113	7,10	11,4	1442
Rize (361)	Fındıklı (26)	205	8,79	14,2	1662
	Ardeşen (52)	130	6,33	11,7	1905
	Pazar (44)	259	9,11	19,2	1463
	Hemşin (9)	229	7,80	16,4	2187
	Çayeli (64)	139	8,43	18,8	1481
	Merkez (82)	118	8,35	11,4	1456
	Güneysu (22)	170	8,05	11,4	1492
	Derepazarı (12)	110	9,14	11,3	1328
	Iyıdere (15)	89	9,28	11,2	1492
	Kalkandere (30)	120	8,32	12,4	1665
	İkizdere (5)	181	5,26	9,8	2337
	Ortalama	152	8,18	14,1	1588
Trabzon (101)	Of (60)	106	6,59	9,00	1819
	Hayrat (17)	83,2	5,82	7,97	1458
	Dernekpazarı (3)	120,4	5,02	8,60	1724
	Sürmene (15)	86,3	6,56	8,32	2120
	Araklı (6)	121	6,12	10,5	2095
	Ortalama	100	6,38	8,81	1817
Giresun (12)	Eynesil (5)	81,6	5,90	9,06	1163
	Tirebolu (7)	87,6	4,99	6,30	1361
	Ortalama	85,1	5,37	7,45	1278

Çizelge 6. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak ve yaprak örneklerinin Cu konsantrasyonlarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 6. *Minimum, maximum and average values of Cu in samples of soil and tea taken from the tea growing area*

Değerler	Toprak	Yaprak
	Bitkiye yarayışlı Cu, mg kg^{-1}	Toplam Cu, mg kg^{-1}
En Düşük	0,01	0,62
En Yüksek	19,4	25,7
Ortalama	1,44	7,66

Çizelge 7. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak ve yaprak örneklerinin Zn konsantrasyonlarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 7. *Minimum, maximum and average values of Zn in samples of soil and tea taken from the tea growing area*

Değerler	Toprak	Yaprak
	Bitkiye yarayışlı Zn, mg kg^{-1}	Toplam Zn, mg kg^{-1}
En Düşük	0,03	0,98
En Yüksek	44,9	53,5
Ortalama	1,61	12,7

Çizelge 8. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak ve yaprak örneklerinin Mn konsantrasyonlarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 8. *Minimum, maximum and average values of Mn in samples of soil and tea taken from the tea growing area*

Değerler	Toprak	Yaprak
	Bitkiye yarayışlı Mn, mg kg^{-1}	Toplam Mn, mg kg^{-1}
En Düşük	0,33	146
En Yüksek	186	5013
Ortalama	29,3	1608

İran'daki çaylıkların yapraklarında Zn konsantrasyonunun 55,4-127 mg kg^{-1} olduğunu bildirmişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesi' nde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinin ortalama toplam çinko konsantrasyonu en düşük Giresun (7,45 mg kg^{-1}) ilinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Trabzon (8,81 mg kg^{-1}), Artvin (11,4 mg kg^{-1}) ve Rize (14,1 mg kg^{-1}) illeri takip etmiştir (Çizelge 5).

Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Mangan Konsantrasyonları

Çizelge 8' de çalışma alanlarından alınan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı mangan konsantrasyonunun 0,33-186 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama 29,3 mg kg^{-1} olduğu görülmektedir. Kacar vd., (1979) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı mangan konsantrasyonunun 3,1 mg kg^{-1} ile 97,3 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve ortalama olarak 42,7 mg kg^{-1} olduğunu; Özyazıcı vd., (2011) aynı bölgede çay tarımı yapılan toprakların Mn konsantrasyonunun 0,40-101 mg kg^{-1}arasında değiştiğini; Nath (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesindeki çay yetiştiriciliği yapılan alanların mangan konsantrasyonunun 119-421 mg kg^{-1} arasında belirlendiğini rapor etmişlerdir.

Bitkiye yarayışlı ortalama mangan konsantrasyonu en düşük 20,7 mg kg^{-1} ile Giresun ilinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 26,8 mg kg^{-1} ile Rize, 31,6 mg kg^{-1} ile Artvin ve 37,9 mg kg^{-1} ile Trabzon ili takip etmiştir (Çizelge 4).

Yaprak örneklerinde ise toplam Mn konsantrasyonunun 146-5013 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama olarak 1608 mg kg^{-1} olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8). Özyazıcı vd., (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisi yaprak örneklerinde toplam Mn konsantrasyonunun 141-2767 mg kg^{-1} arasında değiştiğini; Nath, (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesinde yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında toplam mangan, konsantrasyonunun 24,3-58,3 mg kg^{-1} arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Toplam mangan konsantrasyonu en az Giresun ilinden alınan yaprak örneklerinde (1278 mg kg^{-1}) belirlenmiş ve bunu sırasıyla Artvin (1442 mg kg^{-1}), Rize (1588 mg kg^{-1}) ve Trabzon (1817 mg kg^{-1}) illeri takip etmiştir (Çizelge 5).

Toprak Örneklerinin Mikro Element Bakımından Genel Durumu ve Dağılımı

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde belirlenen bitkiye yarayışlı demir, bakır ve mangan konsantrasyonlarının yeterlik sınırlarına (Çizelge 1) göre önemli bir sorun taşımadığı ve toprak örneklerinin % 99,1'sında demirin, % 84,1'inde bakırın ve % 92,3'unda ise manganın yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9). Buna karşın, çay tarımı yapılan toprakların % 11,1'inde bakırın ve % 49,6' sında ise çinkonun noksan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9). Kacar vd., (1979) 1 N NH_4OAc (pH 4,8) ekstraksiyon yöntemi ile çay topraklarının % 50'sine yakın bölümünde bakır konsantrasyonunun kritik düzeyin 0,5 mg Cu kg^{-1}, (Aiyer vd., 1975) altında olduğunu ve bu yıllarda çay tarımı yapılan topraklarda çinko ve mangan noksanlığı yönünden sorun olmadığı bildirmişlerdir.

Çizelge 9. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde belirlenen bitkiye yarayışlı demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonlarının yeterlilik sınırlarına göre dağılımı

Table 9. *Distribution of concentration of available Fe, Cu, Zn, Mn in soil samples by sufficiency limits*

Mikro Element	Sınır Değeri, (mg kg^{-1})	Değerlendirme	Dağılım %				
			Artvin	Rize	Trabzon	Giresun	Genel
Fe	<2,5	Az	0	0	0	8,3	0,19
	2,5-4,5	Noksanlık görülebilir	0	1,1	1,0	0	0,71
	> 4,5	İyi	100	98,9	99	91,7	99,1
Cu	< 0,2	Az	3,4	11,1	14,9	16,7	11,1
	0,2-0,25	Orta	0	4,9	7,9	0	4,8
	0,25-1	Yeterli	27,6	46,3	38,6	50	42,9
	> 1	Fazla	69	37,7	38,6	33,3	41,2
Zn	< 0,2	Çok az	1,7	10,3	15,8	16,7	10,5
	0,2-0,7	Az	32,8	41,5	35,7	25	39,1
	0,7-2,4	Yeterli	65,5	33,5	42,6	25	36,7
	> 2.4	Fazla	0	14,7	5,9	33,3	13,7
Mn	< 0,2	Çok az	0	0	0	0	0
	0,2-0,7	Az	0	0	1,93	0	0,37
	0,7-5,0	Yeterli	6,9	0,5	2,97	8,3	7,33
	> 5,0	Fazla	93,1	99,5	95,1	91,7	92,3

Müftüoğlu vd., (2006) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan topraklarda demir konsantrasyonu yönünden sorun belirlemezlerken, toprakların % 8,5'inde bakırın az, % 91,5'sinda ise yeter miktarda, toprakların % 18,9'inda çinkonun çok az/az, % 48,7'ünde yeter ve % 32,2'sında fazla/çok fazla, mangan konsantrasyonu ise toprakların % 27,1'ünde çok az/az, % 48,3'inde ise fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Özyazıcı vd., (2011) Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan toprakların % 56,3'ünde çinkonun noksan olduğunu belirlemişlerdir.

Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde bakır noksanlığı en fazla % 16,7 ile Giresun ilinden alınan toprak örneklerinde saptanmıştır. Bunu sırasıyla 14,9 ile Trabzon, % 11,1 ile Rize ve % 3,40 ile Artvin illeri takip etmiştir (Çizelge 9).

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan illerden alınan toprak örneklerine göre çinko noksanlığı en fazla % 51,8 ile Rize ilinden alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 9). Bunu sırasıyla % 51,5 ile Trabzon, % 41,7 ile Giresun ve % 34,5 ile Artvin illeri izlemiştir. (Çizelge 9).

Çay Yaprak Örneklerinin Mikro Element Bakımından Genel Durumu ve Dağılımı

Toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan toplam 532 yaprak örneğinde belirlenen mikro element konsantrasyonları çay bitkisi için belirlenen yeterlilik sınırlarına (Çizelge 2) göre sınıflandırıldığında yaprak örneklerinin % 98,9'sinde demirin, % 97,0'unda bakırın, % 97,6'sında çinkonun az sınıfta olduğu belirlenirken, % 97,7'ünde manganın yeterli ve fazla sınıfta olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Özyazıcı vd., (2011) yaptıkları çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay bitkisi yaprak örneklerinin % 97,6'sında çinkonun noksan olduğunu belirlemişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan Artvin, Trabzon ve Giresun illerinden toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinin tamamında, Rize ilinde ise % 98,4'ünde demirin noksan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Trabzon ve Giresun illerinden alınan yaprak örneklerinin tamamında, Artvin ilinde % 98,3'inde ve Rize ilinde ise % 95,8'ünde bakırın noksan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Artvin, Trabzon ve Giresun illerinden alınan yaprak örneklerinin tamamında, Rize ilinde ise % 96,4'ında çinkonun noksan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan illerden alınan yaprak örneklerinde en az mangan % 8,30 ile Giresun illinden alınan yaprak örneklerinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla % 5,10 ile Artvin ili, % 2,00 ile Trabzon ili ve % 1,60 ile Rize ili takip etmiştir (Çizelge 10). Toprak örneklerinde mangan konsantrasyonunun fazla olması bitkinin topraktan demir, bakır ve çinko alımını engellemektedir (Güneş vd., 2002; Kacar ve Katkat, 2015).

Çizelge 10. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinde belirlenen demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonlarının yeterlilik sınırlarına göre dağılımı

Table 10. *Distribution of concentration of total Fe, Cu, Zn, Mn in the samples by sufficiency limits*

Mikro Element	Sınır Değeri, (mg kg^{-1})	Değerlendirme	Dağılım %				
			Artvin	Rize	Trabzon	Giresun	Genel
Fe	<500	Az	100	98,4	100	100	98,9
	500-1000	Yeterli	0	1,1	0	0	0,75
	>1000	Fazla	0	0,5	0	0	0,35
Cu	<12	Az	98,3	95,8	100	100	97,0
	12 - 20	Yeterli	1,7	3,90	0	0	2,82
	>20	Fazla	0	0,30	0	0	0,18
Zn	<30	Az	100	96,4	100	100	97,6
	30-50	Yeterli	0	3,32	0	0	2,21
	>50	Fazla	0	0,28	0	0	0,19
Mn	<350	Az	5,10	1,60	2,00	8,30	2,30
	350-1200	Yeterli	32,8	35,5	19,8	41,7	32,3
	>1200	Fazla	62,1	62,9	78,2	50,0	65,4

Bazı Toprak ve Bitki Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprak-toprak özellikleri arasındaki ilişkiler: Toprak örneklerinde belirlenen Fe konsantrasyonu ile Cu ve Zn konsantrasyonları arasında önemli ($p<0,001$) pozitif ilişkiler belirlenirken, Mn konsantrasyonu arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişki belirlenmiştir. Topraklarda belirlenen Cu konsantrasyonu ile Zn ve Mn konsantrasyonları arasında ve Zn konsantrasyonu ile Mn konsantrasyonu arasında önemli ($p<0,001$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Toprak-toprak özellikleri arasındaki ilişkiler (r)

Table 11. *Correlations (r) of soil - soil properties*

	Fe	Cu	Zn
Cu	0,25***		
Zn	0,16***	0,58***	
Mn	-0,11*	0,33***	0,32***

öd: önemli değil, * $p<0,05$ *** $p<0,001$

Bitki-bitki özellikleri arasındaki ilişkiler: Çay bitkisi yaprak örneklerinde belirlenen Fe konsantrasyonu ile Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları arasında ve Cu konsantrasyonu ile Zn konsantrasyonu arasında önemli ($p<0,001$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 12. Bitki-bitki özellikleri arasındaki ilişkiler (r)

Table 12. *Correlations (r) of plant - plant properties*

	Fe	Cu	Zn
Cu	0,16***		
Zn	0,26***	0,53***	
Mn	0,16***	-0,03^{öd}	-0,04 ^{öd}

öd: önemli değil, * $p<0,05$ *** $p<0,001$

Toprak-bitki özellikleri arasındaki ilişkiler: Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde belirlenen Fe konsantrasyonu ile çay yaprak örneklerinde belirlenen Fe, Zn ve Mn konsantrasyonları arasında önemli pozitif; toprak Cu konsantrasyonu ile bitki Cu konsantrasyonu arasında önemli negatif, bitki Mn konsantrasyonu arasında önemli pozitif; toprak Mn konsantrasyonu ile bitki Fe, Cu ve Zn konsantrasyonları arasında önemli negatif, bitki Mn konsantrasyonu arasında ise önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 13).

Çizelge 13. Toprak-bitki özellikleri arasındaki ilişkiler (r)

Table 13. *Correlations (r) between soil and plant properties*

	Fe	Cu	Zn
Cu	0,16***		
Zn	0,26***	0,53***	
Mn	0,16***	-0,03^{öd}	-0,04 ^{öd}

öd: önemli değil, * $p<0,05$ *** $p<0,001$

SONUÇLAR

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı demir, bakır ve mangan yönünden bir sorun belirlenmezken, toprakların % 49,6'ünde çinkonun noksan; buna karşın yaprak örneklerinde mangan yönünden noksanlık belirlemezken, yaprak örneklerinin % 98,9'sinde demirin, % 97,0'unda bakırın ve % 97,6'sında ise çinkonun yetersiz düzeyde olduğunun belirlenmesi önemli bir bulgu olmuştur. Toprakta ve bitkide eksikliği belirlenen mikro element noksanlığının giderilmesi ve çay bitkisinin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için gübreleme programına anılan elementlerin dahil edilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü Başkanlığı tarafından desteklenen 2012.30.06.20.007 no'lu Proje verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.

KAYNAKLAR

Aiyer R S, Rajagopal C K, Money N S (1975). Available zinc, copper, iron and manganese status of the acid rice soils of Kuttanad, Kerale State. Agric. Res. J. Kerala, 13: 15-19.

Anonim (2012). İstatistik Bülten, 2012. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Rize, 42 s.

Black R E, Lindsay H A, Bhutta Z A, Caulfield L E, DeOnnis M, Ezzati M (2008). "Maternal and Child Undernutrition: Global and Regional Exposures and Health Consequences", Lancet, 371,243-260.

Boss C B, Fredeen K J (2004). Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. PerkinElmer Life and Analytical Sciences, 710 BridgepOrt. Avenue Shelton, CT 06484-4794 USA.

FAO (1990). Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.

Follet R H, Lindsay W L (1970). Profile distribution of zinc, iron, manganese and copper in Colorado soils. Colorado Exp. Station Tech. Bull. 110. USA.

Güneş A, Alpaslan M, İnal A (2002). Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın Nı: 1523, Ders Kitabı: 479. ISBAN 975-482-516-5, Ankara.

Hotz C, Brown K H (2004). "Assessment of the Risk of Zinc Deficiency in Populations and Options For Its Control", Food Nutr. Bull., 25,94-204.

Jones J R, Wolf B, Mills H A (1991). Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Athens, GA. Micro-Macro Publishing.

Kacar B, Özgümüş A, Turan C, Katkat A V, Kayıkçıoğlu İ (1979). Türkiye'de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikro element gereksinmeleri üzerinde bir araştırma. s.1-67. TÜBİTAK, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Kesin Rapor, Proje No. 321, Ankara.

Kacar B (2010). Çay-Çay Bitkisi, Biyokimyası, Gübrelenmesi, İşleme Teknolojisi. S.355. Nobel Yayın No: 1549, Fen Bilimleri: 107. ISBN 978-605-395-359-3.

Kacar B, Katkat A V (2015). Bitki Besleme. Nobel Yayın No:849, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 29. ISBN 978-975-591-834-1, Ankara.

Lindsay W L, Norvell W A (1978). Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, 42: 421-428.

Müftüoğlu M, Yazıcı G, Özer S P, Tanyel G (2006). Doğu Karadeniz Bölgesi çay tarımı yapılan topraklarının bazı özellikleri bakımından değerlendirilmesi.6. Ulusal Bitki Besleme Kongresi, s 61-64, 3-7 Haziran 2013 Nevşehir.

Nath N T (2013a). "Determination of micronutrients concentration in tea cultivated soil in Dibrugarh and Sivasagar district of Assam, India", International Journal of Innovative Research and Development, 2(4),284-298.

Nath N T (2013b). "The status of micronutrients (Mn, Fe, Cu, Zn) in tea plantation in Dibrugarh district of Assam, India", International Research Journal of Environment Sciences, 2(6),25-30.

Nejatolahi M, Mortazavi S, Ildoromi A (2014). "Levels of Cu, Zn, Pb, and Cd in the leaves of the tea plant (*Camellia sinensis*) and in The Soil of Gilan and Mazandaran Farms of Iran", Food Measure, 8, 277-282. DOI 10.1007/s11694-014-9186-3

Özden D (2009). Türkiye'de Siyah Çay Sektör Raporu. European Commission, Enterprise and Industry. 34 s.

Özyazıcı M A, Özyazıcı G, Dengiz O (2011). "Determination of micronutrients in tea plantations in the Eastern Black Sea Region, Turkey", African Journal of Agricultural Research, 6(22),5174-5180.

Taban S, Özer P, Turan M A (2006). Çay tarımı yapılan toprakların potansiyel beslenme problemleri ve çayda gübre kullanımı, gübre verim-kalite ilişkisi. I. Rize Sempozyumu, 16-18, Kasım 2006, Rize.

Welch R M, Graham, R D (2004). "Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective". J. Exp. Bot., 55,353-364.