

Çay Yetiştirilen Tarım Topraklarının Reaksiyon Değişimleri ve Alansal Dağılımları

Mehmet Arif Özyazıcı¹, Orhan Dengiz², Mehmet Aydoğan¹

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Özet

Bu çalışmada, Türkiye genelinden birçok özellikleri ile ayrıcalık gösteren çay tarım topraklarının toprak reaksiyon değişimlerinin ve alansal dağılımlarının ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak Artvin, Rize ve Trabzon illerini kapsayan 262 adet çay yetiştirilen alanlardan toprak örnekleri alınmış ve analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, çay tarımı yapılan toprakların pH değerleri 3,14–6,39 arasında değişiklik göstermiştir. Çay için ideal kabul edilen 4,50–6,00 pH sınırları arasında yer alan toprak örneklerinin oranının Artvin, Rize ve Trabzon illerinde sırasıyla % 22,92, % 3,87 ve % 32,20 olduğu belirlenmiştir. En düşük pH değerlerine çay tarım topraklarının alansal olarak en büyük yüzdesine sahip Rize ili sınırları içinde rastlanmıştır. Bölge geneline bakıldığında çay tarım topraklarının % 86,26'sı çay için en iyi pH kabul edilen sınırların (4,50–6,00) dışında yer aldığı saptanmıştır. Çay tarımı yapılan toprakların pH düşüklüğünün bir sorun olarak devam ettiği, öncelikle pH yönünden toprak yapısının iyileştirilmesinin gündeme getirilmesinin kaçınılmaz olduğu görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Çay bitkisi, toprak reaksiyonu, Doğu Karadeniz

Reaction Changing and Distribution of Agricultural Land for Tea Cultivation

Abstract

This research was carried out to determine variations of soil reaction and their distribution in tea cultivated soils that have many speciality features as compared to other soils in Turkey. For this aim, total 262 soil sample were collected from tea plantation area located on Artvin, Rize and Trabzon and their analysis were done. According to results, pH values of tea cultivated soils were found between 3.14 and 6.39. 4.50–6.00 pH values of soils accepted the best soil reaction values for tea plant were determined 22.92%, 3.87% and 32.20% in Artvin, Rize and Trabzon provinces, respectively. The lowest pH values of the tea cultivated soils were detected in Rize province that has the highest percentage in terms of low pH values. In addition, it was determined that 86.26 % of the tea cultivated soils in the region has lower pH values than threshold level for ideal pH values. Consequently, this research shows that low pH values of cultivated tea soils in region has still continued as problem in today. For that reason, it is necessary that these soils have been rehabilitated in terms of pH for tea plant growing condition.

Key Words: Tea plant, soil reaction, Eastern Black Sea

GİRİŞ

Türkiye'de çay tarımı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Gürcistan sınırından başlayarak Ordu ilinin Fatsa ilçesine kadar olan kuşakta yapılmaktadır. Bu bölge, dünyada çay yetiştiriciliği yapılan alanlar içerisinde en üst bölgeler arasında yer almaktadır. Çay, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaşayan halkın en önemli gelir kaynaklarından birisi olup, Gürcistan sınırından Trabzon ilinin Araklı ilçesine kadar olan alan Türkiye'de çay yetiştirilmesi bakımından

en elverişli ve birinci derecede verimli çay üretim alanlarını oluşturmaktadır. Araklı-Karadere'den başlayan Ordu'nun Fatsa ilçesine kadar uzanan bölge ise ikinci derecede ekonomik çay alanı sayılmaktadır.

Çay bitkisi kalsiyum sevmeyen bir bitkidir. Genellikle aktif kirecin iz miktarda bulunduğu topraklarda iyi gelişir (Gökhale, 1952; Sharma ve Ranhanathan, 1985). Bu yüzden çay bitkisi, gelişme

ortamının asit tepkimeli olmasını ister (Anonymous, 1982, 1983; Kacar, 1984). Çayın optimum gelişme göstereceği pH sınırları; Gökale (1952)'ye göre 4,50–5,80, Oche ve ark. (1966) ile Anonymous (1986)'e göre 5,00–6,00, Wilson (1969)'a göre 4,50–6,00, Bhattacharyya ve Dey (1983)'e göre 3,60–5,70, Sharma ve Ranganathan (1985)'a göre 4,50–5,00'dir.

Harler (1966) tarafından rapor edildiğine göre; Kuzeydoğu Hindistan'da en iyi çay yetiştirilen toprakların pH'sı 5,40 dolaylarında, Sri Lanka ve Güney Hindistan'ın verimli çay topraklarında pH 4,60 ile 6,00 arasında değişmekte ve pH 4,00 sınır olarak kabul edilmekte, Japonya'da verimli çay topraklarında pH 5,00–6,00, Malavi ve Doğu Afrika'da pH 4,40–6,20, Kafkasya'da ise pH 5,00–5,40 arasında değişmektedir.

Genelde çay bitkisi pH 4,50–6,00 arasında optimum gelişme gösterir. Asit toprakları sevmesine karşın, aşırı pH düşüşünden ya da toprak pH'sı alkali yöne doğru değiştiğinde, çay bitkisinde gelişme olumsuz yönde etkilenir (Tekeli, 1962; Eden, 1976; Tekeli, 1976; Kacar, 1984).

Türkiye'nin diğer pek çok tarım alanlarında olduğu gibi çay yetiştirilen tarım topraklarında da azot ve fosfor başta olmak üzere ticari gübreler çoğunlukla bilinçsiz şekilde kullanılmaktadır. Çay tarımı yapılan bu topraklarda geçmişten günümüze değin yapılan tüm uyarılara karşın, üreticilerin özellikle amonyum sülfat gübresini tek başına ve gereğinden fazla kullanmaları sonucu toprak tepkimesi giderek asitleşmiş ve topraklar verimlilik kabiliyetini yitirmeye başlamıştır. Tarımsal üretimin temel faktörü topraktır. Toprağın verimlilik durumu uygun düzeyde olduğu sürece, birim alandan alınacak ürünün miktarı ve kalitesi de yüksek olacaktır. Bu nedenle, toprakların verimlilik düzeylerinin yükseltilmesi ve korunması son derece önemlidir.

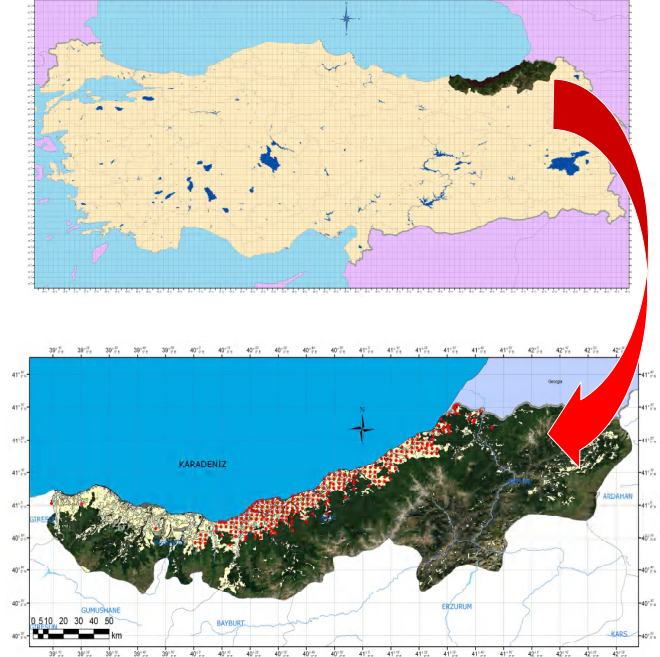
Bu çalışmada, Türkiye genelinden birçok özellikleri ile ayrıcalık gösteren çay tarım topraklarının toprak asitliği incelenerek, bölge topraklarının toprak asitliği yönünden son durumu ortaya konulmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyalini, 2009–2011 yılları arasında ekonomik anlamda çay tarımı yapılan Artvin, Rize ve Trabzon illeri çay tarım topraklarından alınan 262 adet toprak örnekleri oluşturmaktadır (Şekil 1).

Artvin ilinin iklimi, yeryüzü şekillerinin özellikleri nedeniyle bölgelere göre çeşitlilik göstermektedir. Kıyı kesimlerinde ılık ve yağışlı bir iklim tipi egemendir. Buna karşın, ilin iç bölgelerine doğru, yüksek kesimlerde kışlar sürekli ve bol karlı, yazlar serin geçer.

Rize ilinin en önemli iklimsel özelliği her mevsim yağışlı olmasıdır. Yazlar serin, kışlar ise ılıman geçmektedir. Türkiye'nin en çok yağış alan ili Rize'dir. Rize'de iki farklı iklim tipi görülmektedir. Kıyı kısmında ılık ve yağışlı bir iklim tipi yaygınken, iç kesimlerde karasal iklim özelliği hakimdir, ancak diğer illere oranla, Rize'de iç kesimler de önemli ölçüde yağış almaktadır.



Şekil 1 Araştırma alanı ve toprak örnekleme noktaları

Trabzon ili kıyı kesiminde denizin etkisiyle ılıman iklim görülmektedir. Dolayısıyla yazlar orta sıcaklıkta kışlar ılık geçmektedir. Kafkas Dağları Trabzon'u güneyden çepeçevre kuşatarak kuzey batının soğuk rüzgarlarını ve Sibiry'a'nın soğuk havasıyla Kuzey Doğu Anadolu'da soğuyan havanın bölgeye girmesini engellemektedir. Trabzon ilinde iki farklı iklim tipi görülmektedir. Kıyı kısmında ılık ve yağışlı bir iklim tipi yaygınken, iç kesimlerde karasal iklim özelliği hakimdir.

Toprak örnekleri alınmadan önce 1/100.000 ölçekli ilarazi envanter haritaları üzerinde çalışılarak söz konusu toprakların dağılım alanı belirlenmiş ve koordinatları önceden belirlenen noktalara GPS (Küresel Konumlama Sistemi) ile gidilerek, illeri temsil edecek şekilde toprak örnekleri 0–20 cm toprak derinliğinden Jackson (1958) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak alınmıştır. Alınan örnekler hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Buna göre Artvin, Rize ve Trabzon illerinden sırasıyla 48, 155 ve 59 adet olmak üzere toplam 262 adet toprak örneği alınmıştır. Asit karakterli topraklardan alınan örneklerin pH değerleri, 1:2,5'lük toprak su çözeltilisi

kullanılarak pH metre ile ölçülmüştür (Sağlam, 1978). Toprak örneklerinin pH analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde, Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından bildirilen sınır değerler kullanılmış olup, sınır değerlerine göre toprak örneklerinin dağılımı ve oranları hesaplanarak değerlendirmeler yapılmıştır. Nokta örneklerin reaksiyon dağılım haritalarının elde edilmesinde ise ArcGIS 9.1 yazılım programı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çay tarım alanlarının yaklaşık % 96'sını teşkil eden Artvin, Rize ve Trabzon illerinden alınan toprak örneklerinin pH değerleri Çizelge 1'de, pH sınıflarına göre dağılımları ve % oranları Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 1 incelendiğinde, Artvin ili çay tarımı yapılan toprakların pH değerleri 3,59–5,27 arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmada analizi yapılan toprak örneklerinin % 77,08'i kuvvetli asit, geriye kalan % 22,92'sinin ise orta asit karakterli olduğu (Ülgen ve Yurtsever, 1995) görülmüştür (Çizelge 2 ve Şekil 2).

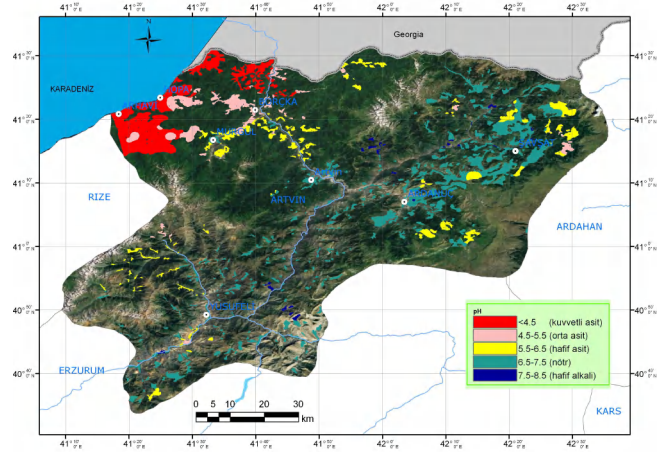
Rize ili sınırları içinde yer alan çay tarım topraklarının pH değerleri kuvvetli asit ile hafif asit reaksiyon arasında değişmekle birlikte, alınan toprak örneklerinin 155 adedinden 149 adedinin (% 96,13) kuvvetli asit grupta, yani pH 4,50 değerinin altında yer aldığı belirlenmiştir. Çay için ideal kabul edilen 4,50–6,00 pH sınırları arasında yer alan örneklerin oranının ise sadece % 3,87 olduğu görülmektedir (Ülgen ve Yurtsever, 1995). Rize ili çay tarım topraklarının pH değerleri 3,14–5,88 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 1 ve 2, Şekil 3).

Çizelge 1. Çay yetiştirilen toprakların pH değerleri

İller	En düşük	En yüksek	Ortalama
Artvin	3.59	5.27	4.14
Rize	3.14	5.88	3.72
Trabzon	3.17	6.39	4.31
GENEL	3.14	6.39	3.93

Çizelge 2. Çay tarımı yapılan toprakların pH sınıflarına göre dağılımı

İLLER		Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuvvetli alkali
		<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	>8,5
Artvin	Adet	37	11	---	---	---	---
	%	77,08	22,92	---	---	---	---
Rize	Adet	149	4	2	---	---	---
	%	96,13	2,58	1,29	---	---	---
Trabzon	Adet	40	14	5	---	---	---
	%	67,80	23,73	8,47	---	---	---
GENEL	Adet	226	29	7	---	---	---
	%	86,26	11,07	2,67	---	---	---

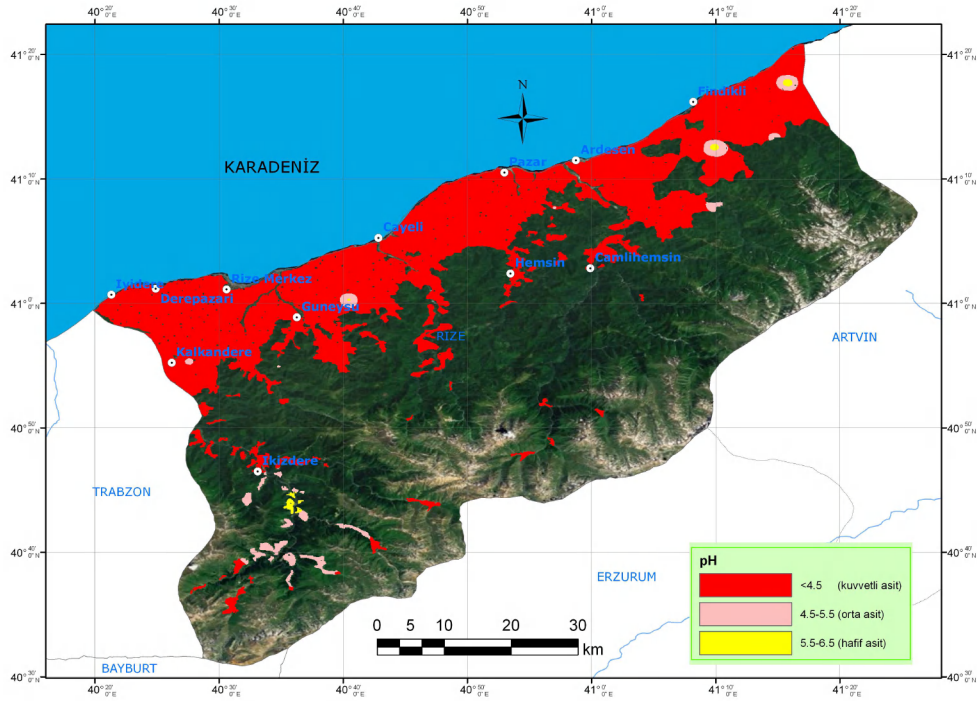


Şekil 2 Artvin ili tarım topraklarının pH'sı

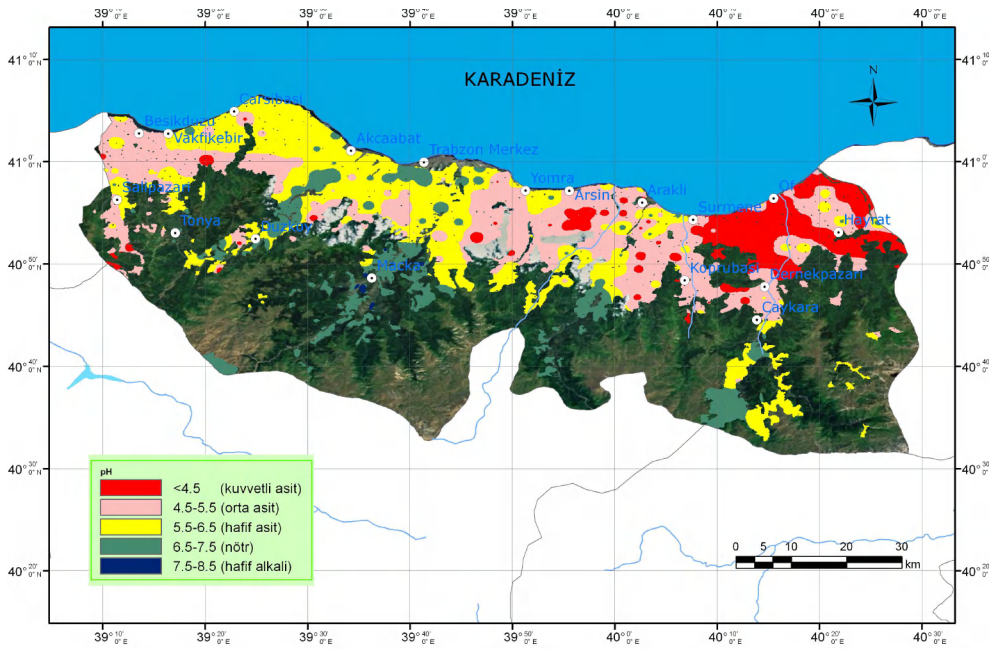
Çay tarım topraklarının yaklaşık % 24'ünü teşkil eden Trabzon ili sınırları içerisinde alınan toprak örneklerinin pH değerleri 3,17–6,39 arasında değişmektedir (Çizelge 1). Çizelge 2'de görüldüğü üzere, Trabzon ili çay tarım topraklarının % 67,80'i kuvvetli asit, % 23,73'ü orta asit ve % 8,47'si ise hafif asit pH'da olduğu (Ülgen ve Yurtsever, 1995) belirlenmiştir (Şekil 4).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ekonomik anlamda çay tarımı yapılan Artvin, Rize ve Trabzon illerinin geneli dikkate alındığında, kuvvetli asit grupta (pH<4,50) yer alan toprak örneklerinin oranının % 86,26 olduğu görülmektedir. Bölge geneli itibarıyla, analiz edilen 262 adet toprak örneğinin ancak 36 adedi çay için optimum kabul edilen pH sınırları içinde yer almaktadır. Bu toprak örneklerinin tüm topraklar içindeki oranı ise % 13,74 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

Araştırmada ele alınan üç ile ait toprakların pH değerleri 3,14–6,39 arasında değişiklik göstermiş olup, çay topraklarının ortalama pH değeri 3,93 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1, Şekil 2, 3 ve 4). Çay topraklarının bu değişim aralığı ile ilgili bulgular daha önce aynı yörede Özyüçer ve ark. (1974), Kacar ve ark. (1979), Müftüoğlu (1990) ve Özyazıcı ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırma bulguları ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir.



Şekil 3 Rize ili tarım topraklarının pH'sı



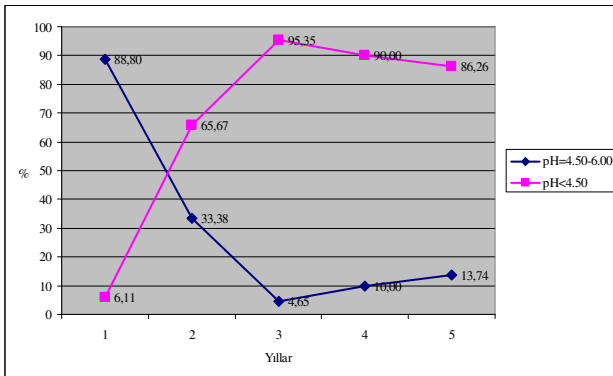
Şekil 4 Trabzon ili tarım topraklarının pH'sı

Doğu Karadeniz Bölgesi çay yetiştirilen topraklar üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına göre; çayın optimum gelişme gösterdiği $pH=4,50-6,00$ aralığındaki toprakların oransal olarak miktarı 1961 yılında Rize Merkez bölgesi toprakları için % 87,76, Artvin bölgesi toprakları için % 92,70 iken, bu oran Rize Merkezde 1978-1981 yılları arasında % 29,93'e, Artvin'de 1979 yılında alınan örneklerde % 55,40'a düştüğü rapor edilmiştir (Sarımehmet ve ark., 1982). Ural (1991)'a göre Sarımehmet ve ark. (1989), 1989

yılında çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde optimum pH aralığının % 4,65'lere düştüğünü bildirmektedirler. Müftüoğlu ve Sarımehmet (1993), pH 4,50'nin altında yer alan toprak örnekleri oranının Rize ilinde % 68,53, Artvin ilinde % 45,50, Trabzon, Giresun ve Ordu illeri toplamında % 48,55 ve Türkiye'de çay tarımı yapılan tüm bölgeler itibariyle de bu oranın % 62,20 olduğunu bildirmişlerdir.

Çay dikim alanı ve üretim potansiyeli dikkate alınarak 36 ayrı yaş çay işleme fabrikasına bağlı Rize ve Artvin illerini kapsayan, toplam 220 adet çay bahçelerinin ikinci sürgün döneminde (15–30 temmuz) alınan toprak örneklerinin pH analiz sonuçlarına göre (Özyazıcı ve ark., 2010), çay için kritik sınır değeri olarak kabul edilen pH=4,0'ın altındaki toprak örneklerinin oranı Rize ilinde % 69,8, Artvin ilinde ise % 26,7 olarak tespit edilmiştir. Aynı araştırma sonuçlarında, çay tarımı için ideal pH değerlerinin (4,50–6,00) altındaki toprak örneklerinin oranının Rize ilinde % 90,7, Artvin ili çay tarım topraklarında ise % 80,0 olduğu, çay plantasyonlarının büyük çoğunluğunu teşkil eden yörenin geneli itibariyle 4,50–6,00 pH sınırları arasındaki toprakların oransal olarak miktarının sadece % 10,0 olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular Müftüoğlu ve ark. (2010) tarafından da bildirilmektedir.

Ülkemizin çay plantasyonlarının yer aldığı Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki tarım topraklarının 1958–2011 yılları arasındaki toprak asitliğinin değişimi incelendiğinde; geçen yaklaşık 53 yıllık zaman sürecinde anılan toprakların pH değerlerinde iyileşmenin olmadığı, aksine toprakların büyük çoğunluğunun kritik sınır değerinin (pH=4,00) altına düştüğü görülmektedir. Nitekim, çay bitkisinin en iyi gelişme gösterdiği 4,50–6,00 pH aralığının altında yer alan (pH<4,50) toprakların oranı 1960'lı yıllarda % 6,11 iken, 1980'li yılların başında % 65,67'ye, 1990'lı yılların başında % 95,35'lere yükselmiş, 2000'li yılların başında ise % 90,00 ve günümüze gelindiğinde bu oran araştırmamız sonuçlarından da görüleceği üzere % 86,26 oranlarında seyretmiştir. Buna karşılık çay bitkisinin optimum gelişme gösterdiği pH=4,5–6,0 aralığındaki toprak örneklerinin oranı 1960'lı yıllarda % 88,80 iken, 2011 yılına gelindiğinde bu oran % 13,74'lere kadar gerilemiştir (Şekil 5).



Şekil 5 1960–1980–1990–2000–2011 yılları pH değişim trendi

Çay yetiştirilen alanlarda farklı zaman aralıklarında yapılan araştırmalar ile bu çalışmadan elde edilen değerler karşılaştırıldığında, elde edilen bulgular her ne kadar bölgede kullanılması için önerilmiş olan başka gübreler varsa da amonyum sülfat gübresinin birçok çay bahçelerinde hala kullanılmaya devam edildiği izlenimini vermektedir. Azotlu gübreler içerisinde amonyum sülfat, toprakta en fazla asitlik oluşturan gübredir. Amonyum sülfat gübresi toprakta biyolojik olarak nitrata yükseltgenirken önemli miktarda bağımsız H⁺ iyonu oluşur. Asit toprakta oluşan bağımsız H⁺ iyonları da pH'nın asit yöne doğru değişmesine ve toprağın daha fazla asitleşmesine neden olur. Amonyum sülfat gübresi kullanımının toprak pH'sında düşmelere neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Vicar ve ark., 1963; Harler, 1964; Wijedasa ve Fernando, 1971; Sivasubramaniam ve Talibudeen, 1972; Karım ve ark., 1981; Wickremasinghe ve ark., 1981; Kacar, 1984). Amonyum sülfatın fizyolojik asit karakterli bir gübre olmasının yanı sıra kükürt içeren bir gübre olması dolayısıyla topraktaki mikroflorayı ve S–okside eden bakterileri arttıracaktır, dolayısı ile pH düşmesinin hızlandırılacağı da belirtilmektedir (Lluch ve Olivares, 1979; Çengel, 1982; Müftüoğlu, 1990).

SONUÇ

Çay tarım topraklarında toprak reaksiyonu bakımından bu kadar düşük değerlere ulaşması, hem toprak verimliliği ve bitki beslenmesi ve hem de çayın verim ve kalitesi bakımından da olumsuz etkilerinin ortaya çıkacağı kaçınılmazdır. Çay tarımında, her ne kadar birçok yazılı platformlarda amonyum sülfat gübresinin kullanımının sona erdiği ya da azaldığı ve yerini kompoze gübrelere bıraktığı ifade edilse de, çay üreticilerinin yıllardır süre gelen alışkanlıklarını bırakmadığı ve amonyum sülfat gübresinin kullanımının devam ettiği bir gerçektir. Çok fazla asitliğin görüldüğü çay tarım alanlarında kesinlikle amonyum sülfat gübresi kullanılmamalı, kompoze gübrelere birlikte amonyum sülfat gübresinin kullanılması gibi toprak asitliğini artırıcı bir uygulamanın da yapılmaması gerekmektedir. Özyazıcı ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına göre; çay tarımı yapılan toprakların % 79,6'sının organik madde açısından iyi–yüksek, % 66,4'ünün alınabilir fosfor kapsamı bakımından yüksek–çok yüksek ve % 83,1'inin de alınabilir potasyum yönünden yeter–fazla sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Bitki beslenmesi açısından önem arz eden temel makro besin elementlerinin anılan topraklarda yüksek oranda bulunması dikkate

alındığında, yörede hali hazırda önerilen ve uygulanan kompoze gübre terkiplerinin yeniden gözden geçirilmesi gerekliliği bulunmaktadır. Toprak reaksiyonunun düşük olması çay bitkisinde alüminyum gibi elementlerin birikmesine neden olabileceği (Müftüoğlu ve ark., 2010) düşünülerek bu elementin de takip edilmesinde yarar görülmektedir.

Toprak asitliğinin aşırı değerlere ulaştığı çay tarımı yapılan toprakların ıslahı bugün için kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu toprakların verimliliği sadece çay bitkisi için değil, söz konusu alanlarda ara tarımı ya da alt bitki tarımı şeklinde yetiştiriciliği yapılan kivi, mısır, fındık, lahana, mandalina ve diğer tarım ürünlerinin verim ve kalitesi için de önem taşımaktadır. Aşırı derecede asitlik kazanmış çay topraklarında özellikle çayın gençleştirme zamanında belli bir program çerçevesinde, kireç içeriği yüksek olan toprak düzenleyicilerin veya organo mineral gübrelerin kullanılması yerinde olacaktır. Öte yandan, çay üretimi yapılan bazı ülkelerde olduğu gibi, ülkemizin güneydoğusunda bulunan ham fosfat yataklarından çıkan öğütülmüş kaya fosfatların ve şeker sanayi atığı şlamın çay tarımı yapılan topraklara uygulanması düşünülebilir. Diğer taraftan çay topraklarında gübrelemenin toprak analiz sonuçlarına göre yapılması, bu konuda çiftçilerin yapılacak eğitim çalışmaları ile bilinçlendirilmesi ve aşırı, faydasız, hatta zararlı dozdaki azotlu gübre kullanımından vazgeçilerek uygun cins ve miktarda gübre kullanımının benimsenmesi, bir zorunluluktur. Tüm bunların yanı sıra bölge topraklarının yıllar itibarıyla toprak reaksiyonu durumunun periyodik olarak takip edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous (1982/83). Annual scientific report. Tocklai Experimental Station, Assam, 11–12.
- Anonymous (1986). Tea growers handbook. Third Edition, Tea Research Foundation of Kenya.
- Bhattacharyya N G, Dey S K (1983). Role of pH and aluminium on phosphate availability of tea soils and meteorology department, Tocklai.
- Çengel M (1982). Menemen ovası tuzlu-alkali topraklarında biyolojik kükürt oksidasyonu, kükürt bakterilerinin aktiviteleri ve etkili thiobacillus türleri üzerinde araştırmalar. Bornova.
- Eden T (1976). Tea thirt edition tropical agriculture series longman group limited, LONDON.
- Gökhale N G (1952). Soil and Climatic Conditions for Tea. Capital, Assam, 17, 13.
- Harler CR (1964). The culture and marketing of tea. London Oxford University, New York.
- Harler C R (1966). Tea growing. 1-162. Oxford Univ. Press. London.
- Jackson M L (1958). Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Kacar B (1984). Çayın gübrelenmesi, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay-Kur Yayını No:4, Ankara, s:356.
- Kacar B, Przemec E, Özgümüş A, Turan C, Katkat A V, Kayıkcıoğlu İ (1979). Türkiye’de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikroelement gereksinimleri üzerinde bir araştırma. TÜBİTAK Proje No: TOAG-321, 62, Ankara.
- Karım Z, Rahman A, Rahman S (1981). Mineralogy of acidic tea soils and sorption of phosphate. Tea Quarterly 50 (4) 175–182, Sri Lanka.
- Lluch C, Olivares J (1979). Effect of elemental sulphur and sulphate on soil mikroflora. Agrochimica 23 (3/4) 273–278.
- Müftüoğlu N M (1990). Doğu Karadeniz çay tarım topraklarının mikrobiyolojik dinamiği ve toprak asitliğini etkileyen biyolojik faktörler. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Çaykur Yayını No: 12, DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, s.118, Ankara.
- Müftüoğlu N M, Sarımehtmet M (1993). Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların asitlik durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt:30, Sayı:3. s. 41–48.
- Müftüoğlu N M, Yüce E, Turna T, Kabaoğlu A, Özer S P, Tanyel G (2010). çay tarımı yapılan alanların bazı toprak ve bitki özelliklerinin değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, s.309–316, Bornova-İZMİR.
- Oche J J, Soule M J, Dijkman M J, Whelburg C (1966). Climatic and soil requirements. Tropical and Subtropical Agriculture, Vol II, Macmillan LTD London, 877–878.
- Özuygur M, Ateşalp M, Börekçi M (1974). Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarının kireç ihtiyaçlarını tayinde uygulanacak metotlar ve kireçleme malzemeleri üzerinde bir araştırma. TÜBİTAK Yayınları No:283, TOAG Seri No:48.
- Özyazıcı G, Özyazıcı M A, Özdemir O, Sürücü A (2010). Some physical and chemical properties of tea grown soils in Rize And Artvin provinces. Anadolu J. Agric. Sci., 25(2):94–99, Samsun.
- Sağlam M T (1978). Toprak kimyası tatbikat notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.
- Sarımehtmet M, Müftüoğlu N M, Yılmaz E (1982). Çay tarımının geliştirilmesi ve kalitesinin ıslahı ana projesi, ülkemiz çay topraklarının bitki besin elementleri muhtevalarının ve fiziki yapılarının tesbiti. Çay Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 1982 Yılı Çalışma Raporu, Rize. (<http://members.comu.edu.tr/mucella/2rapor>). PDF, Erişim Tarihi: 20 Şubat 2013).
- Sharma V S, Ranhanathan V (1985). The world of tea today. Outlook An Agriculture, 14, 1:35–36.
- Sivasubramaniam S, Talibudeen O (1972). Effect of aliminium on growth of tea (Camellia Sinensis) and its uptake of potassium and phosphorus. The Tea Quarterly, 43, (1/2), 4–13, Ceylon.
- Tekeli S T (1962). Çay Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 190, Ders Kitapları 64, Ankara Üniversitesi Basımevi, ANKARA.
- Tekeli S T (1976). Çay Yetiştirme, İşleme, Pazarlama. Dönüm Yayınları 5, Ankara Basım ve Ciltevi, ANKARA.
- Ural N (1991). Çay’da gübreleme sorunları ve çözümleri. ÇAYKUR, s. 12, Rize.

Ülgen N, Yurtsever N (1995). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.

Vicar M H, Bridger G L, Nelson L B (1963). Fertilizer technology and usage. Soil Science Society of America, Madison, 387-388.

Wickremasinghe K N, Sivasubramaniam S, Nalliah P (1981). Urea hydrolysis in some tea soils. Plant and Soil. Vol. 62, No: 3, 473-477.

Wijedasa M A, Fernando V (1971). Effects of different forms of nitrogen on soil pH. The Tea Research Institute of Ceylon St. Coombs, Talawakele, Ceylon.

Wilson K C (1969). The mineral nutrition of tea. Tea Research Institute of East Kericho (Kenya), International Potash Institute, Berne.