

**Atf İçin:** Özkan, F. ve Demir, Y. (2023). Rize İlinde Geleneksel ve Organik Çay Tarımı Yapılan Alanların Topraklarında Bazı Verimlilik Parametreleri ile Ağır Metal İçeriklerinin Karşılaştırılması. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 1405-1417.

**To Cite:** Özkan, F. & Demir, Y. (2023). Comparison of Some Fertility Parameters and Heavy Metal Contents in Soils of Traditional and Organic Tea Farming Areas in Rize Province. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(2), 1405-1417.

## **Rize İlinde Geleneksel ve Organik Çay Tarımı Yapılan Alanların Topraklarında Bazı Verimlilik Parametreleri ile Ağır Metal İçeriklerinin Karşılaştırılması**

Fatih ÖZKAN<sup>1</sup>, Yasin DEMİR<sup>2\*</sup>

### **Öne Çıkanlar:**

- Ağır metal
- Toprak verimliliği
- Arazi yönetimi

### **Anahtar Kelimeler:**

- Geleneksel tarım
- Organik tarım
- Besin elementi
- Toprak verimliliği
- Arazi Yönetimi

### **ÖZET:**

Bu araştırmada; Rize ili Derepaşarı ilçesinde geleneksel çay tarımı yapılan araziler ile Hemşin ilçesinde organik çay tarımı yapılan arazilerdeki toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri ve ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında; geleneksel ve organik çay tarımının yapıldığı alanlar ağır metal birikimi (demir, çinko, bakır, mangan, kobalt, kurşun, nikel ve kadmiyum) ve bazı mineral madde (azot, fosfor ve potasyum) içeriği bakımından karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında ayrıca geleneksel ve organik çay tarımının yapıldığı alanlar toprak verimliliği bakımından değerlendirilmiştir. Bu amaçla, 15 organik ve 15 geleneksel tarım uygulama alanlarında belirlenen çay bahçelerinden toprak örnekleri alınarak gerekli analizler yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, geleneksel tarım alanları topraklarının azot ve fosfor içeriği organik tarım alanlarına göre anlamlı ( $p<0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. Diğer yandan her iki alana ait topraklar azot ve fosfor içeriği bakımından fakir olarak belirlenmiştir. Geleneksel tarım alanlarına ait toprakların ağır metal içerikleri genel olarak organik tarım alanı topraklarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak sadece demir ve kurşun miktarı istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

## **Comparison of Some Fertility Parameters and Heavy Metal Contents in Soils of Traditional and Organic Tea Farming Areas in Rize Province**

### **Highlights:**

- Heavy metal
- Soil fertility
- Land management

### **Keywords:**

- Conventional farming
- Organic farming
- Plant nutrients
- Soil fertility
- Land management

### **ABSTRACT:**

In this study; It is aimed to compare some physico-chemical properties and heavy metal contents of the soils in the lands where traditional tea cultivation is made in Derepaşarı district and in the lands where organic tea cultivation is made in Hemşin district of Rize province. In the scope of the research; Traditional and organic tea cultivation areas were compared in terms of heavy metal accumulation (iron, zinc, copper, manganese, cobalt, lead, nickel and cadmium) and some mineral substances (nitrogen, phosphorus and potassium) content. Within the scope of the study, the areas where traditional and organic tea cultivation is carried out were evaluated in terms of soil fertility. For this purpose, soil samples were taken from tea gardens determined in 15 organic and 15 traditional agricultural application areas and necessary analyzes were made. According to the results obtained in the study, the nitrogen and phosphorus content of the soils of traditional agricultural areas were found to be significantly higher ( $p<0.05$ ) than organic agricultural areas. On the other hand, the soils of both areas were determined to be poor in terms of nitrogen and phosphorus content. The heavy metal contents of the soils belonging to the traditional agricultural areas were generally higher than the soils of the organic agricultural areas. However, only the amount of iron and lead was statistically ( $p<0.05$ ) higher than the organic farming fields.

1 Fatih ÖZKAN (Orcid ID: 0000-0002-9725-2970), ÇAYKUR Çay işletmeleri Genel Müdürlüğü, Rize, Türkiye

2 Yasin DEMİR (Orcid ID: 0000-0002-0117-8471), Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Yasin DEMİR, e-mail: ydemir@bingol.edu.tr

Bu çalışma Fatih ÖZKAN'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

## GİRİŞ

Hızla yükselen dünya nüfusu insanların gıda talebini gittikçe arttırmaktadır. Tarım alanlarının azalmasının yanı sıra mevcut tarım alanlarının verimliliklerinin çeşitli faktörlere bağlı olarak azalması, birim alandan maksimum verim alabilmek için kimyasal madde ve ilaç kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Ancak kimyasal girdilerin kullanılmasıyla toprakların giderek bozulması sonucu oluşan kısır döngü ve bu maddelerin kullanımına bağlı olarak toprak ve ondan sağlanan ürünlerde sağlığa zararlı olan maddelerin birikimi sürdürülebilir gıda güvenliğini gündeme getirmiştir. Birçok ülkede gıda güvenliğinin sağlanması için çeşitli önlemler alınmıştır. Bu önlemlerin biride organik tarım uygulamalarıdır. Organik tarım uygulamaları tarımsal ürünlerin elde edilmesi sürecinde geleneksel tarımın aksine kimyasal madde ve ilaç kullanmayı reddeden bir üretim şeklidir.

Geleneksel tarımda kullanılan çeşitli kimyevi gübre ve pestisitler toprak ve bitkide birikime uğrayabilmektedir (Demir ve Şahin, 2020; Demir, 2021). Canlıların bu bitkileri tüketmeleri sonucunda zararlı maddelerin bünyeye alınmasıyla çeşitli sağlık problemleri yaşanabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre dünya genelinde kullanılan 700 civarındaki pestisitlerin 33'ü insan sağlığına çok zararlı, 48'inin oldukça tehlikeli, 118'inin orta derecede tehlikeli ve 239'unun da daha az tehlikeli olduğu rapor edilmiştir (WHO, 2020). Bunun yanında yine geleneksel tarım uygulamalarında toprağa verilen kimyevi gübreler toprak yapısını bozmakta ve çeşitli tuzların toprakta birikmesine neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı son yıllarda organik tarım ile üretilen bitkisel ürünler günümüzde oldukça rağbet görmektedir. Günümüzde entansif tarımın etkilerini konu edinen birçok çalışma yapılmaktadır. Félix ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada entansif tarım uygulamalarının toprakta fiziksel ve kimyasal bozunmalara neden olduğunu bunun sonucunda da verim düşüklüğü yaşanabileceğini bildirmişlerdir. Beaudoin ve ark. (2005) çalışmalarında topraklardan nitrat yıkanması üzerine entansif tarım uygulamalarının etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Mennerat ve ark. (2010), yoğun tarım uygulamaları ile hızlı büyüyen, erken bulaşan ve dolayısıyla daha öldürücü parazitlerin meydana gelme olasılığının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Cang ve ark. (2004) çalışmalarında yoğun tarım uygulamaları ile yapılan gübrelemenin topraklarda bazı ağır metal birikimine neden olacağını bildirmişlerdir. Bu çalışmalar genellikle doğal kaynakların tarımsal faaliyetler neticesinde nasıl etkilendiğini amaçlamıştır.

Organik tarım, bitkilerin yetiştirilmesini ve hayvanların doğal yollarla yetiştirilmesini içeren bir tekniktir. Bu süreç, biyolojik materyallerin kullanımını, toprak verimliliğini ve ekolojik dengeyi korumak için kimyasal maddelerden kaçınarak kirliliği ve israfı en aza indirmeyi içerir. Organik tarım uygulamaları ürün rotasyonu, yeşil gübre, organik atık, biyolojik haşere kontrolü, mineral ve kaya katkı maddeleri gibi ekolojik olarak dengeli tarım ilkelerine dayanır. Organik tarım, çeşitli petrokimyasal gübre ve pestisitlerin kullanımını engeller. Organik tarım uygulamaları gıda güvenliği, sürdürülebilir tarım ve doğal kaynak yönetimi konularıyla ilişkili olduğundan tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de uygulama zemini kazanmıştır. Özellikle ülkemizde 1980'li yıllarda başlayan organik tarım uygulamaları, 1994 yılında organik tarım yönetmeliğinin yayınlanmasıyla önemli ölçüde gelişme göstermiştir (Tıraşçı ve ark., 2020). Bugün birçok tarımsal üretim kolunda organik tarım uygulamaları yapılmaktadır. Bu üretim kollarının başında organik çay üretimi gelmektedir.

Bu araştırmada; Rize ili Derepaşarı ilçesinde yapılan geleneksel çay tarımı yapılan bahçelerdeki topraklar ile Hemşin ilçesinde organik çay tarımı yapılan bahçelerinde toprakların bazı mineral madde ve ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Araştırma kapsamında geleneksel ve organik çay tarımının yapıldığı alanlar ağır metal birikimi ve bazı mineral madde içeriği bakımından karşılaştırılmıştır.

Bunun yanında geleneksel ve organik çay tarımının yapıldığı alanlar toprak verimliliği bakımından değerlendirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Araştırma Yerinin Genel Tanımı, Toprak ve İklim Özellikleri

Bu çalışma Rize ili Hemşin ilçesi organik çay alanları ile Derepazarı ilçesindeki geleneksel çay tarımının yapıldığı alanlarda yürütülmüştür (Şekil 1). Karadeniz bölgesinin doğu kesiminde yer alan Rize ilinde Karadeniz iklimi hâkimdir. Rize’de çok yıllık ortalama sıcaklık değeri 14.5°C, yıllık ortalama yağış 2301.5 mm’dir. En düşük sıcaklık 2.8°C ile Nisan ayında, en yüksek sıcaklık 38.2°C ile Mayıs ayında ölçülmüştür. Yıllık ortalama güneşli gün süresi 4.2 saat civarındadır (MGM, 2021).



Şekil 1. Çalışma Alanı Lokasyon Haritası (Hemşin Bölgesi Organik Çay Tarım Alanı, Derepazarı Bölgesi Geleneksel Çay Tarım alanı) ve Toprak Örnekleme Noktaları

Çalışma kapsamında Derepazarı ilçesinde geleneksel tarım metotlarıyla üretim yapılan 15 çay bahçesi toprağı ile Hemşin bölgesindeki organik üretim yapılan 15 çay bahçesi toprağı araştırılmıştır. Organik çay üretim alanları, Hemşin İlçesindeki çay tarım alanlarının etrafının ormanla çevrili kapalı bir havza teşkil etmesi ve organik tarıma uygun Ekolojik şartları taşıması nedeniyle bu bölge ÇAYKUR tarafından ‘Organik Çay Tarımı Havzası’ ilan edilerek havza içerisindeki tüm üreticilerin organik çay tarımına yönelmeleri sağlanmıştır. Bu alanlarda bitki besleme ve toprak verimliliğinin sürdürülebilmesi için gereken organik girdilerin temini ÇAYKUR tarafından yapılmakta olup kimyasal maddelerin kullanımı engellenmiştir. Bu alanlarda 2007 yılından beri organik tarım uygulamaları yapılmaktadır (Anonim, 2021). Çalışma kapsamında söz konusu organik tarım alanlardan rastgele 15 çay bahçesi seçilmiştir.

Geleneksel çay üretim alanları yüksek verim elde etmek için organik veya kimyasal girdilerin kullanıldığı çay üretim alanlarıdır. Bu çalışma kapsamında Derepazarı ilçesinde geleneksel çay tarımı yapılan alanlardan rastgele 15 çay bahçesi seçilmiştir.

### Analiz ve Değerlendirme Yöntemleri

Araştırma konusu olan organik ve geleneksel çay tarımının yapıldığı her bir bahçeden/parselden 0-30 cm derinlikteki farklı noktalardan 3 toprak örnekleme yapılmıştır. Böylelikle organik çay

tarımının yapıldığı alanlardan 15 ve geleneksel çay tarımının yapıldığı bahçelerden 15 toprak örnekleme yapılmıştır. Çalışma alanından alınan toprak örnekleri uygun koşullarda muhafaza edilerek analiz edilmek üzere laboratuvar ortamına taşınmıştır. Toprak örnekleri kurutma öğütme ve eleme işlemlerinden sonra analize hazır hale getirilmiştir. Toprakların kum, silt ve kil fraksiyonlarının oransal dağılımı Bouyoucus hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Demiralay, 1993). pH, saturasyon çamurunda toprağın hidrojen iyonu aktivitesinin pH metre ile ölçülmesi ile belirlenmiştir (Horneck ve ark., 1989). Elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda EC probu kullanılarak belirlenmiştir (Tüzüner 1990). Organik madde, toprağı potasyum dikromat ve sülfürik asit ile tepkimeye sokarak toprak içerisindeki organik karbonun potasyum dikromat ile oksitlenmesini sağlamak ve oksitlenme için kullanılan miktardan arta kalan potasyum dikromatı standart demir sülfat ile titre etmek suretiyle toprakta bulunan organik karbonu saptayarak organik madde miktarı belirlenmiştir (Walkley ve Black 1934). Kireç, Scheibler kalsimetresinde toprağın seyreltik hidroklorik asitle reaksiyona tabi tutulması ile karbonatlardan çıkan CO<sub>2</sub> gazının hacminin ölçülmesi ve ölçülen değerlerin hesaplanması ile belirlenmiştir (Allison, 1965). Toplam azot, Dumas yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 2009). Yarayışlı fosfor, Sodyum bikarbonat yöntemine göre belirlenmiştir (Jackson, 2005). Yarayışlı potasyum, amonyum asetat yöntemine göre belirlenmiştir (Black ve ark., 1965). Topraklarda ekstrakte edilebilir ağır elementler, Bir kileyt olan DTPA'nın (Dietilentriaminpentaasetik) toprakta bulunan kadmiyum, kurşun, nikel, krom, demir, çinko, bakır ile çözülebilir kompleks oluşturması esasına göre İndüktif Eşleşmiş Plazma- Kütle Spektrometrisi (ICP-MS) cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Lindsay ve Norwell, 1978).

Toprakların belirlenen özellikleri kullanılarak her iki uygulama alanına ait ortalama toprak verimlilik durumu belirlenmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde; toprakların pH'sı Grewelling ve Peech (1960), kireç içeriği Evliya (1964), organik madde kapsamı Kacar (2009), elektriksel iletkenlik Tüzüner (1990), azot içeriği Kacar (2009), fosfor içeriği Bray ve Kurtz (1945), Potasyum içeriği Sillanpaa (1990) ve ağır metaller ise Lindsay ve Norwell (1978) deki kriterler baz alınmıştır. Araştırma alanından alınan toprak ve bitki örneklerinin analiz sonuçları SPSS 15.0 paket programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Örneklem grubu arasındaki ortalama farkının olup olmadığını yapılan t-testi ile belirlenmiştir (Efe ve ark., 2000). Çalışmada varyasyon katsayısı (Cv) açısından özelliklerin değişkenliği, düşük (<%15), orta (%15-35) ve yüksek (>%35) olarak sınıflandırılmıştır (Mallants ve ark., 1996).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Toprak Örneklerinin Bazı Ağır Metal ve Mineral Madde İçeriği

Rize ili Hemşin ilçesindeki organik tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçelerinden toplanan toprak örnekleri ile Derepazarı ilçesinde geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçeleri örneklerine ait analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge sonuçlarına göre geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçelerinde toprakların ortalama kil, silt ve kum içeriği sırasıyla %17.31, %18.15, %64.54 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre topraklar genel olarak "Kumlu tın" toprak sınıfındadır. Organik bahçelerde ise toprakların ortalama kil, silt ve kum içeriği sırasıyla %16.75, %18.23, %64.23 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde bu alanların toprak sınıfı da genel olarak "Kumlu tın" toprak sınıfındadır. Bu topraklar yüksek oranda kum içerdiğinden geçirgendirler. Topraklar fazla suyu hızla tahliye edebilir, ancak bitki için önemli miktarda su veya besin tutamaz. Bu tür toprakta yetişen bitkiler, kil içeriği daha yüksek olan topraklara göre daha sık sulama ve gübreleme

## Rize İlinde Geleneksel ve Organik Çay Tarımı Yapılan Alanların Topraklarında Bazı Verimlilik Parametreleri ile Ağır Metal İçeriklerinin Karşılaştırılması

gerektirir. Kumlu tınlı topraklar genellikle belirli mikro besinlerde yetersizdir ve optimum bitki büyümesini desteklemek için ek gübreleme gerektirebilir (Anonymous, 2020).

Çizelge 1. Toprak Örneklerinin Tanımlayıcı İstatistik Değerleri

Özellik	Tarım Şekli					%Cv		
		Max.	Min.	Ort.	Std. Sapma	Cv değeri	Cv sınıfı	Skewness
Kil (%)	O	25.200	12.600	16.747	3.503	20.917	Orta	1.191
	G	26.300	11.300	17.313	5.074	29.309	Orta	0.475
Silt (%)	O	32.400	9.300	18.233	5.004	27.443	Orta	1.355
	G	26.000	11.600	18.147	4.021	22.156	Orta	0.188
Kum (%)	O	76.900	55.000	65.020	5.228	8.040	Düşük	0.220
	G	73.100	51.800	64.540	5.526	8.563	Düşük	-1.065
OM (%)	O	6.305	3.236	4.259	0.770	18.084	Orta	1.340
	G	4.054	1.591	2.550	0.684	26.811	Orta	0.995
pH	O	5.830	4.380	5.053	0.374	7.406	Düşük	0.375
	G	5.950	3.210	4.373	0.737	16.852	Orta	0.469
EC (µS/cm)	O	411.000	80.100	194.240	81.032	41.717	Yüksek	1.254
	G	800.500	151.200	278.705	163.980	58.837	Yüksek	2.601
Kireç (%)	O	0.100	0.100	0.100	0.000	0.000	Düşük	-
	G	0.100	0.100	0.100	0.000	0.000	Düşük	-1.115
K (mg/kg)	O	352.604	115.408	230.437	68.662	29.796	Orta	-0.377
	G	525.500	98.346	269.201	124.802	46.360	Yüksek	0.600
Cr (mg/kg)	O	TE	TE	TE	TE	TE	-	TE
	G	TE	TE	TE	TE	TE	-	TE
Mn (mg/kg)	O	67.987	7.090	33.133	15.056	45.442	Yüksek	0.431
	G	78.893	6.118	33.999	23.354	68.689	Yüksek	0.742
Fe (mg/kg)	O	150.624	5.369	60.569	39.967	65.986	Yüksek	0.462
	G	185.420	12.778	106.741	66.245	62.062	Yüksek	-0.334
Co (mg/kg)	O	TE	TE	TE	TE	TE	-	TE
	G	1.162	0.000	0.089	0.300	337.886	Yüksek	3.743
Ni (mg/kg)	O	0.362	0.000	0.063	0.120	189.641	Yüksek	1.975
	G	0.795	0.000	0.099	0.229	231.183	Yüksek	2.639
Cu (mg/kg)	O	2.093	0.000	0.279	0.537	192.487	Yüksek	3.112
	G	2.610	0.000	0.847	0.938	110.795	Yüksek	0.830
Zn (mg/kg)	O	72.221	0.000	5.209	18.555	356.232	Yüksek	3.861
	G	36.652	0.000	2.867	9.488	330.972	Yüksek	3.695
Cd (mg/kg)	O	TE	TE	TE	TE	TE	-	TE
	G	TE	TE	TE	TE	TE	-	TE
Pb (mg/kg)	O	0.078	0.000	0.022	0.024	111.480	Yüksek	1.302
	G	0.080	0.020	0.049	0.017	35.349	Yüksek	0.249
N (%)	O	0.031	0.009	0.017	0.006	36.937	Yüksek	0.993
	G	0.035	0.012	0.024	0.006	25.078	Orta	-0.159
P (mg/kg)	O	7.120	0.980	2.721	1.925	70.737	Yüksek	1.713
	G	9.580	1.270	5.607	2.181	38.903	Yüksek	0.146

O: organik tarım, G: geleneksel tarım, TE: tespit edilemedi, Cv: değişkenlik katsayısı

Toprakların EC değerleri geleneksel ve organik tarım uygulamalarının yapıldığı alalarda sırasıyla 278.70 µS/cm ve 194.24 µS/cm olarak bulunmuştur. Bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı bahçelere ait EC ortalaması diğer alanlara göre yüksek çıksa da her iki alana ait EC değerleri toprak tuzluluğunun olmadığını ifade etmektedir (Tüzüner, 1990). Diğer yandan her iki alana ait toprak örneklerinde yapılan kireç ölçümleri toprakların kireçsiz (%0.1'den az) olduğunu göstermiştir. Toprakların birincil makro besin elementleri olan N, P ve K ortalama içerikleri geleneksel çay tarımı yapılan bahçelerde sırasıyla %0.024, 5.61 mg/kg ve 269.20 mg/kg olarak bulunmuştur. Organik çay tarımı alanlarında ise bu değerler sırasıyla %0.017, 2.72 mg/kg ve 230.44 mg/kg olarak saptanmıştır. Çizelge 1'deki sonuçlar incelendiğinde Zn, Cr ve Cd dışında diğer ağır elementlerin geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı alanlarda daha



fazla bulunduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda geleneksel ve organik tarım uygulamaları alanlarında sırasıyla Mn 34.00 mg/kg ve 33.13 mg/kg, Fe 106.74 mg/kg ve 60.57 mg/kg, Co 0.09 mg/kg ve 0.00 mg/kg, Ni 0.10 mg/kg ve 0.06 mg/kg, Cu 0.85 mg/kg ve 0.28 mg/kg, Zn 2.87 mg/kg ve 5.21 mg/kg, Pb ise 0.05 mg/kg ve 0.02 mg/kg olarak belirlenmiştir. Her iki alandaki topraklarda Cr ve Cd tespit edilmemiştir. Çalışmada geleneksel ve organik tarım alanlarının topraklarına ait ağır metal içeriklerinin değişim katsayısı yüksek (>%35) çıkmıştır. Buna göre toprakların değişim düzeyi kil, kum, organik madde, pH, elektriksel iletkenlik, potasyum, mangan ve nikel için geleneksel tarım > organik tarım olarak belirlenmiştir. Diğer yandan toprakların silt, demir, çinko, bakır, kurşun, azot ve fosfor değişim düzeyi geleneksel tarım < organik tarım olarak belirlenmiştir.

Farklı tarım uygulamaları altındaki bu toprakların belirlenen özelliklerine ait ortalamalar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Başka bir ifade ile örneklem grubu arasındaki ortalama farkının olup olmadığını yapılan t-testi ile belirlenmiştir (Çizelge 2). Elde edilen sonuçlara göre organik ve geleneksel tarım uygulama alanları arasında toprak tane dağılım sınıfı bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. Analiz sonuçlarına göre toprakların OM içeriği organik tarım alanlarında ortalama % 4.26 geleneksel tarım alanlarında ise % 2.55 olarak bulunmuştur. Bu durumda organik bahçelerdeki OM düzeyi diğer alanlardan çok daha yüksek bulunmuştur. Yapılan karşılaştırma sonucunda iki grup arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu farkın yapılan organik gübrelemeden kaynaklı olduğu daha önce yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır (Bolton ve ark., 1985; N'Dayegamiye ve Tran, 2001). Toprakların pH düzeylerinde bakıldığında her iki tarım alanında toprak reaksiyonun asidik olduğu görülmektedir. Geleneksel tarım alanlarda toprakların ortalama pH'sı 4.37, organik tarım alanlarında ise bu değer 5.05 olarak bulunmuştur. Organik ve geleneksel tarım alanlarında toprakların pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Araştırma alanı olan her iki ilçede yıllık gerçekleşen yağış miktarının yaklaşık 2300 mm civarında olması topraklarda yıkanmaya neden olmaktadır. Yıkama nedeniyle topraktan bazik katyonların yıkanması toprakların asidik karakter kazanmasına neden olduğu bildirilmektedir. (Thomas, 1996; Ulrich ve Sumner, 2012). Geleneksel tarım yapılan çay bahçelerinde pH'nın organik tarım alanlarından daha düşük çıkması bu alanlarda yapılan yoğun kimyasal gübrelemenin bir sonucudur. Her grup arasında toprakların N ve P içerikleri açısından istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Ancak gruplar arasında K içerikleri bakımından farklar önemsiz bulunmuştur. Bu durumda geleneksel tarım uygulaması yapılan çay bahçelerinin topraklarının N ve P içerikleri organik tarım alanı topraklarına göre anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni geleneksel tarım alanlarında yapılan yoğun kimyasal gübre uygulamaları gösterilebilir (Yüksek ve ark., 2013; Çağlar ve Demir, 2021). Organik çay bahçelerinde ise topraklara kimyasal gübre yerine organik ahır veya yeşil gübre uygulanması bu topraklarda azot ve diğer besin elementlerinin düzeyini daha düşük düzeyde kalmasına neden olmaktadır.

**Çizelge 2.** Organik ve Geleneksel Tarım Alanlarına Ait Toprakların t Testi

Toprak Özellikleri	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Kil (%)	5.27	0.03	0.36	28.00	0.73
			0.36	24.87	0.73
Silt (%)	0.04	0.85	-0.05	28.00	0.96
			-0.05	26.76	0.96
Kum (%)	0.00	0.99	-0.24	28.00	0.81
			-0.24	27.91	0.81
OM (%)	0.00	0.99	-6.43	28.00	0.00
			-6.43	27.61	0.00

## Rize İlinde Geleneksel ve Organik Çay Tarımı Yapılan Alanların Topraklarında Bazı Verimlilik Parametreleri ile Ağır Metal İçeriklerinin Karşılaştırılması

Çizelge 2. Organik ve Geleneksel Tarım Alanlarına Ait Toprakların t Testi (Devamı)

<b>pH</b>	4.66	0.04	-3.18	28.00	0.00
			-3.18	20.77	0.00
<b>EC (µS/cm)</b>	2.33	0.14	1.79	28.00	0.09
			1.79	20.45	0.09
<b>Kireç (%)</b>			0.00	28.00	1.00
			0.00	28.00	1.00
<b>N (%)</b>	0.00	0.98	3.24	28.00	0.00
			3.24	27.98	0.00
<b>P (mg/kg)</b>	0.43	0.52	3.84	28.00	0.00
			3.84	27.57	0.00
<b>K (mg/kg)</b>	5.98	0.02	1.05	28.00	0.30
			1.05	21.76	0.30
<b>Mn (mg/kg)</b>	2.81	0.11	0.12	28.00	0.91
			0.12	23.92	0.91
<b>Fe (mg/kg)</b>	11.19	0.00	2.31	28.00	0.03
			2.31	23.00	0.03
<b>Co (mg/kg)</b>	5.50	0.03	1.15	28.00	0.26
			1.15	14.00	0.27
<b>Ni (mg/kg)</b>	1.45	0.24	0.54	28.00	0.59
			0.54	21.12	0.60
<b>Cu (mg/kg)</b>	8.05	0.01	2.04	28.00	0.05
			2.04	22.27	0.05
<b>Zn (mg/kg)</b>	0.73	0.40	-0.44	28.00	0.67
			-0.44	20.85	0.67
<b>Pb (mg/kg)</b>	0.53	0.47	3.54	28.00	0.00
			3.54	25.34	0.00

Çizelge 2'deki sonuçlar incelendiğinde Fe ve Pb grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Başka bir ifade ile geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçelerinde toprakların Fe ve Pb içeriğinin yüksek olması anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kurşun genel olarak motorlu araçlardaki yakıtın yanması sonucunda ortaya çıkan etil-Pb den kaynaklanmaktadır ve topraktaki ekstrakte edilebilir Pb miktarı 0.05-5mg/kg seviyesindedir (Seven ve ark., 2018). Dolayısıyla her iki toprak grubunda belirlenen Pb miktarı literatürdeki sınır değerleri içindedir. Ancak geleneksel tarım uygulamaları altındaki çaylıklarda Pb nin organik çaylık alanı topraklarına göre yüksek çıkması, burada yapılan tarımsal faaliyetlerin (gübreleme, ilaçlama vb) bir etkisi olarak ta yorumlanabilir. Benzer durum Fe elementi için de geçerlidir. Yeryüzünde en fazla bulunan dördüncü element olan Fe aynı zamanda bitkiler için önemli bir besin elementidir. Geleneksel tarım uygulamaları alanında Fe'nin daha yüksek çıkması yine bu alanlarda yapılan tarımsal faaliyetlerle ilgilidir. Yapılan çalışmalar azotlu, fosforlu ve kompoze gübrelerin içeriğinde Pb ve Fe gibi ağır metallerin bulunduğunu göstermiştir. (Camelo ve ark., 1997; Köleli ve Kantar, 2005).

Çalışmada elde edilen sonuçları destekleyecek yurtiçi ve yurtdışı birçok çalışma yapılmıştır. Rao ve Ghosh (1981) çalışmalarında yoğun inorganik gübre uygulamalarının topraklardaki çinko ve kükürt düzeylerine olan etkilerini incelemiştir. Çalışmada azot dozlarındaki artışla beraber bitkilerin topraktan çinko ve kükürt'ü daha fazla aldığını tespit etmişlerdir. Tokaloğlu ve Kartal, (2004) çalışmalarında geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çaylıklarda bitki yapraklarında mangan ve kadmiyum'un biriktiğini bildirmişlerdir. Ayrıca killi topraklarda ağır metal alımının nispeten az olduğunu savunmuşlardır. Yokota ve ark., (2005) Japonya'nın birçok bölgesinde alanda çay üretiminin yapılabildiğini, bu alanlarda gittikçe yapılan aşırı gübreleme ile toprakların asitleştiğini ve verimliliğin düştüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca yoğun tarım uygulamalarına bağlı olarak çay kalitesinde de düşüşlerin olduğunu ve bunun nedeni olarak çayın nitrat içerikleriyle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Taban ve ark., (2006) tarafından yapılan çalışmada 1974-2005 yılları arasında çay üretimi sürecinde

kullanılan gübreler ile bu alanların toprak özelliklerinden meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Araştırmacılar çay tarımı yapılan topraklarda en önemli sorunun toprak asitleşmesi olduğunu rapor etmiştir. Domagała ve Gaštoł, (2013) yaptıkları çalışmada organik ve geleneksel ekim altındaki toprak parametreleri üzerine karşılaştırmalı bir araştırma yürütmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, Organik tarım topraklarının toplam organik madde içeriği (%2.02) geleneksel topraklara (%1.75) göre daha yüksek bulunmuştur. Organik tarım, kereviz ve pancar tarlalarında topraktaki toplam azot seviyesini artırmıştır. Bireysel çiftliklerde organik olarak yönetilen meyve bahçelerinde düşük veya çok düşük mevcut P konsantrasyonları gözlemlenirken, organik pancar ve kereviz tarlaları için aşırı toprak P miktarları tespit edilmiştir. Fosforlu gübrelerin ağır metal içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada Köleli ve Kantar (2005), 6 adet kimyevi gübre fabrikasından fosforlu gübre, gübre yapımında kullanılan fosfat kayası ve fosforik asit numunelerini incelemişlerdir. Bu örneklerde toplam kadmiyum, kurşun, nikel ve arsenik konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ham fosfat kayasının toplam kadmiyum, kurşun, nikel ve arsenik konsantrasyonu sırasıyla 358, 335, 386 ve 531 mg/kg P olarak tespit edilmiştir. Diğer gübrelere kıyasla fosfat kayasının en yüksek kadmiyum (358 mg/kg P) ve arsenik (531 mg/kg P) konsantrasyonuna sahip olduğu bulunmuştur. Yang ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada farklı organik ve inorganik gübre kombinasyonlarının çay verimi ve toprak kalite indeksi üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda topraklara uygulanan organik gübrelerin toprak kalite indeksini diğer uygulamalara göre daha fazla arttırdığı sonucu elde edilmiştir.

### Organik ve geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çaylıklarda toprak verimliliği

Rize ili Hemsin ilçesindeki organik tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçelerinden alınan toprak örnekleri ile Derepazarı ilçesinde geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçeleri örneklerine ait toprak analiz sonuçları ve bu parametrelere ait standart değerler Çizelge 3’de verilmiştir. Toprak örneklerine ait verimlilik parametrelerine bakıldığında OM düzeyinin geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı alanlarda “orta”, organik tarım alanlarında ise “yüksek” olarak bulunmuştur. Burada, organik bahçelerde gübre olarak hayvan veya yeşil gübrelerin uygulanması bu alanlarda OM düzeyinin yüksek çıkmasına neden olmuştur. Toprakların pH’sı geleneksel tarım alanlarında “kuvvetli asitli” bulunurken, organik bahçelerde ise “asitli” olarak bulunmuştur. Toprak asitliliğinin en önemli nedeni şüphesiz bölgede yıllık meydana gelen yağış miktarı ve buna bağlı olarak oluşan yıkanma olayıdır. Aradaki fark ise geleneksel tarım alanlarında uygulanan kimyasal girdilerin toprak pH’sını düşürme eğiliminden kaynaklanmaktadır (Ge ve ark., 2018). Her iki alanda da topraklar tuzsuz ve kireçsiz olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 3.** Organik ve Geleneksel Tarım Uygulamalarının Yapıldığı Alanlarda Toprakların Verimlilik Düzeyleri ve Ağır Metal Sınır Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler	Sınır Değerler	Sınıf	Geleneksel	Organik
OM (%)	<1	Çok az	2.55	4.26
	1-2	Az		
	2-3	Orta		
	3-4	İyi		
	>4	Yüksek		
pH	<4.5	Kuvvetli asit	4.37	5.05
	4.6-6.0	Asit		
	6.1-6.8	Hafif asit		
	6.9-7.6	Nötr		
EC (µS/cm)	7.7-8.3	Alkalin	278.7	194.24
	<4000	Tuzsuz		
	>4000	Tuzlu		



## Rize İlinde Geleneksel ve Organik Çay Tarımı Yapılan Alanların Topraklarında Bazı Verimlilik Parametreleri ile Ağır Metal İçeriklerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3. Organik ve Geleneksel Tarım Uygulamalarının Yapıldığı Alanlarda Toprakların Verimlilik Düzeyleri ve Ağır Metal Sınır Değerlerinin Karşılaştırılması (Devamı)

Kireç (%)	0-2	Kireçsiz	0	0
	2-4	Az kireçli		
	4-8	Orta kireçli		
	8-15	Kireçli		
	>15	Çok kireçli		
N (%)	< 0.045	Çok az	0.024	0.017
	0.045-0.09	Az		
	0.09 - 0.17	Yeterli		
	0.17-0.32	Fazla		
	> 0.32	Çok fazla		
P (mg/kg)	< 2.5	Çok az	5.61	2.72
	2.5- 8.0	Az		
	8.0 - 25.0	Yeterli		
	25.0 - 80.0	Fazla		
	> 80.0	Çok fazla		
K (mg/kg)	< 50	Çok az	269.2	230.44
	50-140	Az		
	140-370	Yeterli		
	370-1000	Fazla		
	> 1000	Çok fazla		
Cr (mg/kg)	<100	Sınır değer	0	0
Mn (mg/kg)	<4	Çok az	34	33.13
	4-14	Az		
	14-50	Yeterli		
Fe (mg/kg)	<2.50	Az	106.74	60.57
	2.5-4.25	Orta		
	>4.5	Fazla		
Co (mg/kg)	<20	Sınır değer	0.09	0
Ni (mg/kg)	<30	Sınır değer	0.1	0.06
Cu (mg/kg)	<0.2	Az	0.85	0.28
	>0.2	Yeterli		
Zn (mg/kg)	<0.2	Çok az	2.87	5.21
	0.2-0.7	Az		
	>0.7	Yeterli		
Cd (mg/kg)	<1	Sınır değer	0	0
Pb (mg/kg)	<50	Sınır değer	0.05	0.02

OM: Organik madde, EC: Elektriksel iletkenlik, K, Potasyum, Cr: Krom, Mn: Mangan, Fe: Demir, Co: Kobalt, Ni: Nikel, Cu: Bakır, Zn: Çinko, Cd: Kadmiyum, Pb: Kurşun, N: Azot, P: Fosfor

Araştırma alanı olan iki bölgenin topraklarında azot yönünden standart değerlere göre “fakir” olarak bulunmuştur. Ancak, geleneksel tarım alanlarında diğer alanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Azot, bitkilerin vejetatif gelişmeleri için ihtiyaç duyduğu en önemli besin elementlerinin başında gelir. Noksanlığında bitkide ciddi gelişim sorunları ve verim kayıpları meydana gelir (Fernandes ve Rossiello, 1995; Malezieux ve Bartholomew, 2003). Toprakların ortalama fosfor içeriklerine bakıldığında her iki alanda “az” olarak nitelendirilmiştir. Fosfor genellikle ülkemizde tüm tarım topraklarında noksanlık gösteren bir besin elementidir (Kacar ve İnal, 2008). Cooper ve ark., (2017) çalışmalarında Avrupa genelinde organik tarım yapılan çiftliklerde toprakların fosfor içeriğinin orta düzeyde olduğunu bildirmiştir. Ancak tarlalarda ise fosfor içeriğinin daha düşük olduğunu rapor etmiştir. Fosfor noksanlığı bitkilerde hücrenin oluşması, hücre bölünmesi, şeker ve karbonhidratların oluşması aşamalarında sorunlara neden olur (Sezen, 2002). Diğer yandan her iki alandaki toprakların asitli olması fosforun yararlılığını azaltmaktadır. Zira fazla asit ortamda fosforik asit toprak çözeltisine intikal ettikçe Al ve Fe ile birleşerek çok zor çözünen alüminyum fosfat (AlPO<sub>4</sub>) veya

demir fosfat ( $FePO_4$ ) meydana gelmekte ve bitkiler için elverişsiz olmaktadır (Bilen ve Sezen, 1993) Araştırmaya konu olan her iki alanda da toprakların ortalama K içerikleri “yeterli” düzeydedir.

Bitkiler için önemli mikro besin elementleri olan Mn, Fe, Cu ve Zn geleneksel ve organik tarım alanlarında “yeterli” düzeydedir. Dolayısıyla topraklar bu besin elementleri bakımından zengindir. Her ne kadar bu elementlerde noksanlık görülmesi de bölgedeki yağışın fazla olması toprakların geçirgen yapıda olması birçok elementin topraktan kolayca yıkanmasına neden olur. Yıkanma nedeniyle bu elementlerde noksanlık ortaya çıkar. Zira, Özkutlu ve ark., (2015) çalışmalarında toprak örneklerinin % 12'sinde P, % 54'ünde K, % 10'unda Fe, % 36'sı Cu, % 92'sinde Zn, Mn ve % 100'ünde B bakımından noksanlıklar saptamıştır. Topraklarda belirlenen ağır metaller olan Cr, Co, Ni, Cd ve Pb elementlerin konsantrasyonları izin verilebilir düzeydedir. Yani bu elementlerin içerikleri “Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” nde belirtilen sınır değerlerin altında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar toprakların verimlilik parametreleri üzerinde tarım uygulamalarının önemli olduğunu göstermiştir. Çalışma konusuna benzer şekilde yapılan araştırmalarda; Pamkajam ve Krishna, (2009) tropikal bir bölgede organik tarımın toprak verimliliği, verim ve ürün kalitesi üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda organik tarım uygulamalarının, toprak verimliliğini ve ürün kalitesini sürdürmek için iyi olduğunu, ancak ürünün toplam veriminde hafif bir düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre toprak bozulmasını önlemek için organik tarım en iyi çözüm olduğu savunulmuştur. Lou ve ark., (2011) uzun yıllık organik ve inorganik azot yönetiminin topraktaki organik karbon miktarı üzerine olan etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda toprağa uygulanan organik gübrelerin topraktaki organik karbonun miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Organik gübre uygulamasının, suda çözünür organik karbonu korumak için etkili olarak bir yöntem olduğu rapor edilmiştir. Araştırmacılar bundan dolayı mısır üretiminde toprak verimliliğini ve C depolamasını iyileştirmek için organik gübrelemenin en iyi seçenek olduğunu rapor etmişlerdir. Alaboz ve ark., (2021) farklı türdeki organik materyallerin toprak kalitesi üzerine olan etkisini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, uygulanan organik atıkların toprakların kalite özellikleri üzerinde olumlu etkiler bıraktığını bildirmişlerdir. Demir ve ark., (2016) çalışmalarında tarım yapılan ve yapılmayan alanlardaki toprakların ağır metal içeriklerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda toprakların işlenme durumu ve toprak derinliğinin ağır metal birikimi üzerine istatistiksel anlamda herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak genel olarak işlenen tarım topraklarının ağır metal konsantrasyonunun toprak profili boyunca işlenmeyen alanlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında, besin elementi kaynağı olarak kullanılan organik materyallerin uzun vadede toprakların verimlilik parametreleri üzerinde olumlu etkiler bıraktığı sonucu çıkarılmıştır.

## SONUÇ

Rize ili Hemşin ilçesindeki organik tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçeleri ile Derepazarı ilçesinde geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı çay bahçeleri alınan toprakların bazı özellikleri, mineral madde ve ağır metal konsantrasyonları karşılaştırılmıştır.

Geleneksel ve organik tarım alanlarında örneklenen toprakların bünyeleri kumlu tın olarak sınıflandırılmıştır. Başka bir ifadeyle toprakların kaba bünyeli ve geçirgen olduğu belirlenmiştir. Bu alanlardaki topraklar fazla suyu hızla tahliye edebilir, ancak bitki için önemli miktarda su veya besin tutamaz. Bundan dolayı bu toprakta yetişen bitkiler, kil içeriği daha yüksek olan topraklara göre daha sık sulama ve gübreleme gerektirir. Ancak sık yapılan gübrelemeler topraklarda fiziksel ve kimyasal bozunmalara neden olduğundan kimyevi gübre yerine organik gübrelemenin daha faydalı olacağı sonucuna varılmıştır. Organik madde yüzdesi bakımından organik tarım alanları toprakları daha zengin

olarak bulunmuştur. Bu alanlarda gübre olarak uygulanan organik maddelerin OM düzeyinin artışına neden olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel tarım alanlarına ait toprakların pH'sı istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Ancak her iki alana ait toprak reaksiyonu "asitli" dir. Geleneksel tarım alanları topraklarının azot ve fosfor içeriği organik tarım alanlarına göre anlamlı ( $p<0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. Diğer yandan her iki alana ait topraklar azot ve fosfor içeriği bakımından fakirdir. Bunun en önemli nedeni geçirgen toprak yapısı ve fazla yağışla birlikte meydana gelen yıkanmadır. Bundan dolayı topraktan kolaylıkla yıkanabilen nitratlı gübrelemeden kaçınılmalıdır. Geleneksel tarım alanlarına ait toprakların ağır metal içerikleri genel olarak organik tarım alanı topraklarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak sadece demir ve kurşun miktarı istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Geleneksel tarım alanlarında fosforlu gübrelerin yanı sıra çay kesiminde kullanılan motorlu aletlerin havaya yaymış olduğu gazların kurşun miktarının yüksek çıkmasının nedenlerinden biri olduğu sonucuna varılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından Yüksek Lisans Tez Projesi kapsamında desteklenmiştir. (Proje No: BAP-ZF.2020.00.001) Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Alaboz, P., Dengiz, O., Pacci, S., Demir, S. & Türkay, C. (2022). Determination of the Effect of Different Organic Fertilizers Applications on Soil Quality Using the SMAF Model. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 32(1), 21-32.
- Allison, L. (1965). *Organic Carbon. Methods of Soil Analysis*. Part 2 Chemical and Microbiological Properties, 9, 1367-1378.
- Anonim. (2021). ÇAYKUR, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2020 Yılı İstatistik Bülteni, URL:<http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/YayinDetay.aspx?ItemType=1&ItemId=701> (accessed date: June 1, 2021).
- Beaudoin, N. Saad, J. K., Van Laethem, C., Machet, J. M, Maucorps, J. & Mary, B. (2005). Nitrate leaching in intensive agriculture in northern france: effect of farming practices, soils and crop rotations. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 111, 292-310.
- Bilen, S. & Sezen Y. (1993). *Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24, 156-166.
- Black, C. A., Evans, D. D. & White, J. L. (1965). *Methods of soil analysis, chemical and microbiological properties*, ASA press. (No. 631.410287/B627 V. 2).
- Bolton, H., Elliot, L. F., Papendick, R. I. & Bezdicek, D. F. (1985). Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. *Soil Biochemistry*, 17, 297-302.
- Bray, R. H. & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Journal of Soil Science*, 59, 39- 45.
- Çağlar, F. D. & Demir, Y. (2021). Toprak düzenleyicisi bazı polimerlerin (Poliakrilamid ve Polivinil Alkol) kanola (*Barassica napus* L.) ve jüt (*Corchorus olitorius* L.) bitkilerinin besin elementi alımına etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1), 8-16.

- Camelo, L. G. L., Miguez, S. R. & Marbán, L. (1997). Heavy metals input with phosphate fertilizers used in Argentina. *Science of The Total Environment*, 204, 45-250
- Cang, L., Wang, Y. J., Zhou, D. M. & Dong, Y. H. (2004). Heavy metals pollution in poultry and livestock feeds and manures under intensive farming in Jiangsu province, China. *Journal of Environmental Sciences*, 16, 371-374.
- Cooper, J., Reed, E. Y., Hörtenhuber, S., Lindenthal, T., Løes, A. K., Mäder, P. & Möller, K. (2018). Phosphorus availability on many organically managed farms in Europe. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 110, 227-239.
- Demir, A. D. & Şahin, U. (2020). Effects of recycled wastewater applications with different irrigation practices on the chemical properties of a vertisol. *Environmental Engineering Science*, 37, 132-141.
- Demir, Y. (2021). The effects of the applications of zeolite and biochar to the soils irrigated with treated wastewater on the heavy metal concentrations of the soils and leaching waters from the soils. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 16, 223-236.
- Demir, Y., Canbolat, M.Y. & Demir, A. D. (2016). İşlenen ve işlenmeyen arazilerde bazı ağır metallerin toprak profili boyunca değişiminin değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26, 614-620.
- Demiralay, İ. (1993). *Toprak fiziksel analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, ss: 131, Erzurum.
- Domagała-Świątkiewicz, I. & Gaštoł, M. (2013). Soil chemical properties under organic and conventional crop management systems in south Poland. *Biological Agriculture & Horticulture*, 29, 12-28.
- Efe, E., Bek, Y. & Şahin, M. (2000). *SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler II*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, No: 10.
- Evliya, H. (1964). *Kültür bitkilerinin beslenmesi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Sayı 36.
- Félix, K. A., Houngnandan, P., Azontonde, H. A., Benmansour, M., Rabesiranana, N. & Mabit, L. (2015). Assessment of the level of soil degradation in three watersheds affected by intensive farming practices in Benin. *Journal of Experimental Biology*, 3, 529-540.
- Fernandes, M. S. & Rossiello, R. O. P. (1995). Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 14, 111-148.
- Grewelling, T. & Peech, M. (1960). *Chemical soil tests*. Cornell University, Agr. Expt. Station Bull,960.
- Horneck, D. A., Hart, J. M., Topper, K. & Koespell, B. (1989). *Methods of soil analysis used in the soil testing laboratory at Oregon State University*. Publ. SM:89. Oregon State Agric. Exp. Stn., Corvallis.
- Huang, Q. R., Feng, H. U., Huang, S., Hui-Xin, L.I., Ying-Hong, Y., Gen-Xing, P. & Zhang. W. J. (2009). Effect of long-term fertilization on organic carbon and nitrogen in a subtropical paddy soil. *Pedosphere*, 19, 727-734.
- Jackson, M. L. (2005). *Soil chemical analysis: advanced course*. UW-Madison Libraries parallel press. Printice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J
- Kacar, B. & İnal, A., (2008). *Bitki analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım, (s. 891). Ankara.
- Kacar, B., (2009). *Toprak analizleri*, Nobel Yayın Dağıtım. (s. 467s). Ankara,
- Köleli, N. & Kantar, Ç. (2005). Fosfat kayası, fosforik asit ve fosforlu gübrelerdeki toksik ağır metal (Cd, Pb, Ni, As) konsantrasyonu. *Ekoloji*, 14, 1-5.
- Lindsay, W. I. & Norwell, W. A. (1978). Development of DPTA test for Zn Mn Fe and Cu. *Soil Science Society America Journal*, 42, 421-425.
- Lou, Y., Wang, J. & Liang, W. (2011). Impacts of 22-year organic and inorganic N managements on soil organic C fractions in a maize field, northeast China. *Catena*, 87, 386-390.
- Malézieux, E., & Bartholomew, D. P. (2003). *Plant nutrition. In The pineapple: botany, production and uses* (pp. 143-165). Wallingford UK: CABI Publishing.
- Mallants, D., Mohanty, B. P., Jacques, D., & Feyen, J. (1996). Spatial variability of hydraulic properties in a multi-layered soil profile. *Soil Science*, 161(3), 167-181.

- Mennerat, A., Nilsen, F., Ebert, D., & Skorpung, A. (2010). Intensive farming: evolutionary implications for parasites and pathogens. *Evolutionary biology*, 37, 59-67.
- MGM, (2021). Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=RIZE> (Erişim tarihi: 08.06.2021).
- N'Dayegamiye, A., & Tran, T. S. (2001). Effects of green manures on soil organic matter and wheat yields and N nutrition. *Canadian Journal of Soil Science*, 81(4), 371-382.
- Özkutlu, F., Akkaya, Ö., Özlem, E. T. E., Şahin, Ö., & Korkmaz, K. (2015). Rize İlindeki bazı çay bahçelerinin toprak ve yaprak analizi ile besin element düzeylerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(2), 94-103.
- Pamkajam, U. B. & Krishna, D. (2009). Effect of organic farming on soil fertility, yield and quality of crops in the tropics. In The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI. (accessed: <https://escholarship.org/uc/item/7k12w04m>)
- Rao, A. S., & Ghosh, A. B. (1981). Effect of intensive cropping and fertilizer use on the crop removal of sulphur and zinc and their availability in soil. *Fertilizer research*, 2, 303-308.
- Seven, T., Darende, B. N. & Sevda, O. (2018). Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 91-103.
- Sezen, Y. (2002). *Toprak verimliliği*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:339.241 s. Erzurum.
- Sillanpaa, M. (1990). *Micronutrient Assessment at The Country Level: An international Study* FAO Soils Bulletin, Rome, 60.
- 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
- Taban, S., Yeşim, O. & Kunter, B. (2000). Değişik dönem ve dozlarda uygulanan yaprak gübresinin çay bitkisi yaprağının kalite ve mineral madde içerikleri üzerine etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 6(01), 58-62.
- Thomas, G. W. (1996). *Soil pH and Soil Acidity*. Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods, 5: 475-490.
- Tıraşçı, S., Erdoğan, Ü., & Aksakal, V. (2020). Organic agriculture in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(11), 2348-2354.
- Tokaloğlu, Ş. & Kartal, Ş. (2004). Bioavailability of soil-extractable metals to tea plant by BCR sequential extraction procedure. *Instrumentation Science & Technology*, 32(4), 387-400.
- Tüzüner, A. (1990). *Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü yayınları, Ankara
- Ulrich, B. & Sumner, M. E. (2012). *Soil Acidity*. Springer Science & Business Media. (Eds)
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38.
- WHO, (2020). *World Health Organization*, The WHO Recommended Classification of Pesticides By Hazard and Guidelines to Classification 2019. World Health Organization.
- Yang, H., Liu, H., Zhang, N., He, T., Deng, H., & Bao, L. (2020). Effects of different fertilization application reduction methods on tea garden soil nutrient and tea quality. *Journal of Southern Agriculture*, 51(4), 887-896.
- Yokota, H., Morita, A., & Ghanati, F. (2005). Growth characteristics of tea plants and tea fields in Japan. *Soil Science & Plant Nutrition*, 51(5), 625-627.
- Yüksek, T., Yüksek, F. & Sütlü, E. (2013). Rize yöresinde çay tarımında gübreleme sorunları ve sürdürülebilir çay tarımı için yeni stratejiler. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Bildiri Özetleri Kitabı (3-4 Mayıs, 2013), S: 53-54.