



Eskişehir İli Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarında Buğday Yetiştiriciliği Yapılan Toprakların Verimlilik Durumunun Belirlenmesi

Determination of Soil fertility of Wheat Cultivated on Brown and Brown Forest Great Groups in Eskişehir Province

Gafur Gözükara¹, İmren Kutlu², Nurdilek Gülmezoğlu³

Geliş Tarihi (Received): 13.08.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 31.12.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Bu araştırmada, Eskişehir İli Seyitgazi ilçesi sınırlarında buğday yetiştirilen Kahverengi Büyük Toprak Grubu ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Grupları topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, verimlilik durumlarının ortaya konulması ve toprak kaynaklı bitki besleme sorunlarına çözüm getirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, 0-20 cm derinlikten toplam 45 adet toprak örneği (9 farklı bölgeden x 5 toprak örneği) alınmıştır. Toprak örneklerinde; tekstür, pH, EC, kireç (CaCO₃), organik madde, azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu) ve bor (B) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; Kahverengi Büyük Toprak Grubunda topraklar genellikle kumlu-killi-tın, hafif alkalın, orta kireçli, organik madde miktarı orta düzeyde ve tuz miktarı düşük düzeyde, toplam N ve alınabilir P yeterli, değişebilir K, Ca ve Mg ise fazla olarak belirlenmiştir. Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu ait tarım arazileri genellikle killi, nötr ve hafif alkalın, tuzluluk riski olmayan, az kireçli, organik madde miktarı iyi, yeterli düzeyde toplam N ve alınabilir P kapsamına sahiptir. Bu toprak grubundaki P miktarı diğer toprak grubundan daha yüksek olmakla birlikte, değişebilir K, Ca ve Mg kapsamlarının fazla olduğu belirlenmiştir. Alınabilir Fe içeriği Kahverengi Büyük Toprak Grubunda daha az olmasına rağmen, her iki büyük toprak grubunda da alınabilir Mn ve Zn içeriği az ve Cu içeriği yeterli seviyededir. Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarının alınabilir B içeriği yeterli, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubunda ise az olarak belirlenmiştir. Genel olarak, buğday yetiştirmek için Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının verimlilik parametreleri Kahverengi Büyük Toprak Grubu'ndan daha iyi özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, büyük toprak grubu, Seyitgazi, toprak verimliliği

&

Abstract: This study aimed to determine the physical and chemical properties of Brown and Brown Forest Great Soil Groups soils where wheat is grown in Eskişehir province, Seyitgazi district, to reveal their productivity status and to solve potential nutritional problems. In this study, a total of 45 soil samples (9 different regions x 5 soil samples) were taken from 9 different regions at a depth of 0-20 cm. In soil samples; texture, pH, EC, lime (CaCO₃), organic matter, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, and B were analyzed. According to the results of the research; Brown Great Soil Group soils were generally determined as sandy-clayey-loam, slightly alkaline, medium calcareous, medium amount of organic matter, low salinity, sufficient total N and available P, high changeable K, Ca, and Mg. Brown Forest Great Soil Group soils were generally determined as clayey, neutral- slightly alkaline pH, without salinity risk, low calcareous, well the amount of organic matter, sufficient total N and available P. Although the P amount in this soil group is higher than the other soil group, it has been determined that the exchangeable K, Ca and Mg contents are higher. The available Fe content is less in Brown Great Soil Group, the available Mn and Zn content in each large soil group were low and Cu was sufficient in each large soil group. Available B content was sufficient in Brown Great Soil Group, while available B content was low in Brown Forest Great Soil Group. In general, it is concluded that Brown Forest Great Soil Group had better soil properties than Brown Great Soil Group according to fertility parameters.

Keywords: Wheat, great soil groups, Seyitgazi, soil fertility

Atıf/Cite as: Gözükara, G., Kutlu, İ. & Gülmezoğlu, N. (2022). Eskişehir İli Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarında Buğday Yetiştiriciliği Yapılan Toprakların Verimlilik Durumunun Belirlenmesi. *Ulusal Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 119-132. DOI: 10.24180/ijaws.982684

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Dr. Gafur Gözükara, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, ggozukur@ogu.edu.tr

² Doç. Dr. İmren Kutlu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ikutlu@ogu.edu.tr

³ Prof. Dr. Nurdilek Gülmezoğlu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, dgulmez@ogu.edu.tr

*Eğer çalışma tezdin üretilmişse bu kısımda belirtilmelidir. Metin, Türkçe yazım kurallarına uygun olarak "Palatino Linotype" fontunda 7 punto olarak ve tek satır aralıklı yazılmalıdır. Eğer gerekli değilse başlıkta verilen yıldız sembolünü ve bu metnin tamamını siliniz.

GİRİŞ

Yetiştiriciliği yapılan gıda ürünleri içerisinde ilk olarak ıslah edilen ve 8000 yıldan beri insan ve hayvan beslenmesinin temelini oluşturan buğday, ekiliş alanı bakımından ülkemiz ve Dünya’da ilk sırada yer almaktadır. Dünya buğday ekiliş alanlarının % 3.5’u Türkiye’de yer almaktadır (Altuner vd., 2019). 2019-2020 Dünya buğday üretiminin %2’si Türkiye’de gerçekleşmiş ve bu oran ile dünya sıralamasında onuncu sırada yer almış olmasına rağmen, Türkiye’nin ortalama buğday verimi (2.78 ton ha⁻¹), Dünya buğday verim ortalamasının (3.51 ton ha⁻¹) altındadır (TMO, 2020). Üretici koşullarında buğday verimini kısıtlayan en önemli faktörlerin başında su ve toprak analizlerine göre gübreleme yapılmaması gelmektedir (Boling vd., 2010; Küçükçongar vd., 2014). Küçükçongar vd. (2014), Türkiye’nin önemli buğday yetiştiren ili olan Konya’da, çiftçilerin buğday ekim yöntemleri ile toprak analizi yaptırma durumlarını araştırdıkları çalışmalarında, işletmelerin %42.97’sinin toprak analizi yaptırıldıklarını ve toprak analizi yaptıranların %96.1’inin analiz sonucuna göre tavsiye edilen gübreleri ve miktarları uygulamadıklarını belirlemişlerdir.

Oysa toprak özelliklerine bağlı olarak yapılacak gübrelemeden istenilen fayda sağlanabilmekte ve bu sayede %50’yi aşan verim artışına ulaşılabilmektedir (Kacar ve Katkat, 2009). Sistematik ve bilinçli gübrelemenin yapılması ise her şeyden önce toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı doğal verimliliğinin bilinmesine bağlıdır. Bu bilgi yetiştirilecek bitkinin türüne göre kullanılacak gübre çeşidi, miktarı, uygulama şekli ve zamanının doğru olarak seçilmesine yardımcı olur (Erenoğlu, 2017).

Orta Anadolu’da Konya’dan sonra en fazla buğday ekimi yapılan il Eskişehir’dir. Orta Anadolu’nun kuzeyinde, Ege ve Marmara Bölgeleri ile sınır olması, iklim, topoğrafya ve ana materyal farklılıkları nedeniyle Eskişehir’de çeşitli Büyük Toprak Grupları oluşmuş ve gelişimlerini sürdürmektedir. Eskişehir ilinin genel yüzölçümünün %45’ini (610889 ha) Kahverengi, %26’sını (345819 ha) ise Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu oluşturmaktadır (Eskişehir Valiliği, 2001, 2009). Kahverengi Büyük Toprak Grubu toprakları çeşitli ana maddelerden oluşan A/B/C ve A/C profilli topraklardır. Kahverengi Orman toprakları yüksek kireç içeriğine sahip ana madde üzerinde oluşurlar ve profilleri A (B) C şeklinde olup, horizonlar birbirine tedricen geçiş yaparlar. Eskişehir ilinin buğday üretimine önemli katkı sağlayan Seyitgazi ilçesi, her iki toprak grubunu da içermektedir (Gulmezoglu vd., 2017). Seyitgazi bor yataklarınca zengin bir bölgededir. Seyitgazi’de 1990 yılından itibaren 13000 ha tarım toprakları sulanmaktadır (Uygan ve Çetin, 2009).

Toprakların morfolojik, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin herhangi bir toprak sınıflama sistemi dahilinde yapılması arazilerin sistematik olarak kullanılması, planlanması ve yönetilmesinde oldukça önemli role sahiptir. Bu nedenle birçok araştırmacı Büyük Toprak Grubu düzeyinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması ile bitki yetiştiriciliğindeki etkileri üzerine odaklanmıştır (Tümsavaş, 2003; Tümsavaş ve Aksoy, 2008; Gulmezoglu vd., 2017; Sünal vd., 2018; Alaboz vd., 2019; Turan vd., 2010). Bu araştırma ile Türkiye’nin buğday üretimine önemli katkısı olan Eskişehir’in buğday yetişen Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, verimlilik durumlarının ortaya konulması ve buğday yetiştiriciliğindeki potansiyel beslenme sorunlarına çözüm getirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

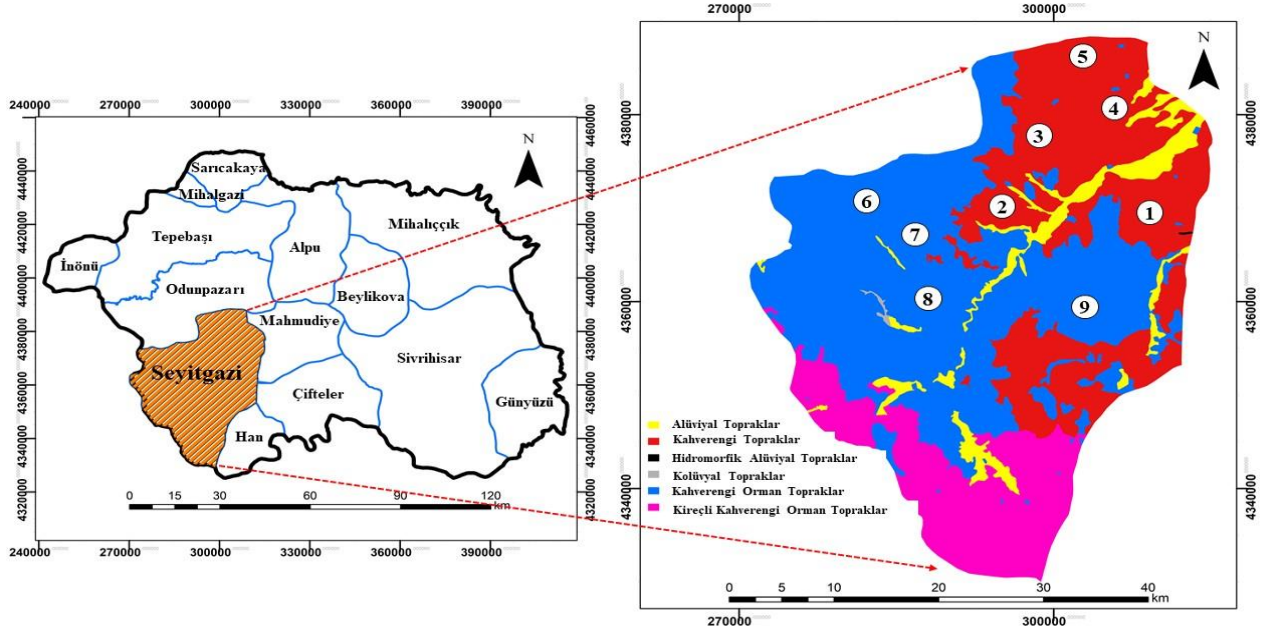
Araştırma Alanının Coğrafik Konumu ve İklim Özellikleri

Araştırma, Kahverengi Büyük Toprak Grubu (KBTG) (Seyitgazi/Merkez, Ayvalı, Yenikent, Aksaklı ve Değişören köyleri) ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarının (KOBTG) (Sarıcailyas, Üçsaray, Beşsaray ve Göknebi köyleri) ikisini de ilçe sınırları içinde bulunduran, Eskişehir iline bağlı, Seyitgazi ilçesinin 9 köyünde yürütülmüştür (Şekil 1).

Eskişehir ili İç Anadolu, Marmara ve Ege Bölgeleri arasında geçiş noktasında bulunmasından dolayı İç Anadolu ve Ege’ye özgü iklim özelliklerini taşımaktadır. İl sınırlarında, karasal iklim koşulları görülmekte, kışları sert soğuk, yaz ayları ise gündüzleri sıcak geceleri serindir.

Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri, coğrafi bilgi sistemleri ortamında Büyük Toprak Gruplarının dağılım haritalarına göre; Eskişehir iline bağlı Seyitgazi ilçesindeki 9 ayrı köyden Kahverengi Büyük Toprak Grubu ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarını temsil edecek şekilde, (Şekil 1) buğday yetiştirecek 45 üreticinin arazisinden buğday ekiminden önce (Ekim, 2011) 0-20 cm toprak derinliğinden Jackson (1962) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak alınmıştır. Böylelikle, 25 adet toprak örneği KBTG'den ve 20 adet toprak örneği ise KOBTG'den alınmıştır.



Şekil 1. Seyitgazi ilçesinin Eskişehir ili içerisinde coğrafi konumu ve Seyitgazi ilçesinde yaygın olarak yayılım gösteren Büyük Toprak Grupları (Toprak örneklerinin, Kahverengi topraklardan alındığı bölgeleri 1-5 no'lar temsil ederken, Kahverengi Orman Topraklardan alınan bölgeleri 6-9 no'lar temsil etmektedir).

Figure 1. The geographical location of Seyitgazi district within Eskişehir province and the Great Soil Groups that are widely spread in Seyitgazi district.

Toprak Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Toprak örnekleri laboratuvar koşullarında hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenerek fiziksel ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinin bünye, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, kireç, organik madde, toplam azot, bitkiler tarafından alınabilir fosfor, değişebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum, alınabilir demir, bakır, çinko, mangan ve bor kapsamları belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin bünye analizi Bouyoucos (1965) yöntemine göre, pH (Jackson, 1967) ve EC (Richards, 1954) değerleri 1:2,5 toprak-su karışımında belirlenmiştir. Kireç (CaCO_3) içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüştür (Çağlar, 1949). Organik madde (OM) içeriği modifiye Walkley-Black (Black, 1965), toplam azot (N), modifiye Kjeldahl metoduna göre tayin edilmiştir (Bremner, 1965). Alınabilir P, Olsen yöntemine göre toprak 0.5 M NaHCO_3 (pH:8.5) ile ekstrakte edilip kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Olsen ve Sommers, 1982). Değişebilir K, Ca ve Mg 1N Amonyum Asetat (pH:7) ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyondaki K konsantrasyonu flame fotometre, Ca ve Mg atomik absorpsiyon spektrofotometre (Analytikjena novAA) cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Kacar, 2009). DTPA ile ekstrakte edilen toprak örneklerinin alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazı kullanılarak (Lindsay ve Norvell, 1978), alınabilir B analizi için örnekler sıcak suyla ekstrakte edildikten sonra, azometin H yöntemine göre spektrofotometre'de belirlenmiştir (Wolf, 1971).

Toprak örneklerinin yorumlanmasında, pH ve EC içeriği Richards (1954), kireç (CaCO_3) miktarı Ülgen ve Yurtsever (1995), OM miktarı Ülgen ve Yurtsever (1995), toplam N miktarı ve alınabilir P4 konsantrasyonu Grewelling ve Peech (1960), değişebilir K, Ca ve Mg konsantrasyonları Sillanpaa (1990), alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları Lindsay ve Norwell (1978), alınabilir B konsantrasyonu Berger ve Troug (1940) tarafından belirtilen sınır değerleri dikkate alınarak sınıflandırılmıştır.

İstatistik Analizler

Pearson korelasyon analizleri ve korelogram grafikleri R 3.4.3. (R core Team, 2008) istatistik paket programında *corrplot* paketi kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kahverengi Büyük Toprak Grubu Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesinde bulunan Kahverengi Büyük Toprak Grubu Toprak örneklerinin yer aldığı 5 köyde, toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarından hesaplanan tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 1'de, incelenen toprak özelliklerinin sınıflandırılan sınır değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1'de çarpıklık katsayılarına göre silt, kil, CaCO_3 , Ca, Mg ve Fe negatif, sola çarpık dağılım gösterirken, diğer özellikler pozitif, sağa çarpık dağılım göstermektedir. Toprak özelliklerinde en yüksek varyasyon katsayısı P miktarında ($\text{CV}=123.42$) belirlenirken en az varyasyon katsayısı ise pH değerinde ($\text{CV}=1.43$) belirlenmiştir. Mulla ve McBratney (2000) toprak özelliklerindeki değişim aralıklarını (<%15), orta (%15-35) ve yüksek (>%35) olarak değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmeye göre araştırma alanındaki toprak özelliklerinden pH düşük, kum, silt, kil, EC, OM, N, Ca ve Cu orta, CaCO_3 , P, K, Mg, Fe, Zn, Mn ve B ise yüksek değişkenlik sınıfında değerlendirilebilir.

Çizelge 1. Kahverengi Büyük Grubu toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik analizleri.

Table 1. Descriptive statistical analysis of soil properties of the brown great group.

Toprak Özellikleri	Birim	Min.	Q1	Ortanca	Ort.	Q3	Çarpıklık	Basıklık	Mak.	CV
Kum	(%)	29.30	35.80	42.90	45.65	52.10	1.28	1.46	78.70	27.45
Silt	(%)	4.90	15.95	17.30	17.42	21.40	-1.12	1.10	24.50	28.02
Kil	(%)	14.20	30.00	38	36.96	43.90	-0.07	0.33	62.10	28.65
pH		8.02	8.21	8.25	8.27	8.32	0.24	0.35	8.50	1.43
EC	(dS m^{-1})	0.12	0.19	0.23	0.24	0.27	0.53	0.18	0.38	27.19
CaCO_3	(%)	2.05	5.71	9.41	12.32	18.22	0.77	-0.49	28.88	66.29
OM	(%)	1.68	2.64	2.89	2.89	3.17	-0.40	0.68	3.83	16.84
N	(%)	0.06	0.10	0.12	0.12	0.14	-0.48	0.06	0.17	23.54
P	(mg kg^{-1})	7.36	11.62	15.29	30.94	22.67	2.30	4.54	146.5	123.42
K	(mg kg^{-1})	124.5	276.5	502.7	525.8	654	1.53	3.75	1545	58.57
Ca	(mg kg^{-1})	3495	4788	6015	5824	6760	-0.51	-0.87	7230	18.69
Mg	(mg kg^{-1})	285	690	1074	1146	1640	0.29	-1.07	2138	47.58
Fe	(mg kg^{-1})	0.95	1.41	2.11	2.66	3.86	0.49	-1.03	5.46	49.91
Zn	(mg kg^{-1})	0.08	6.07	7.47	7.38	9.38	-0.60	0.31	12.10	43.18
Cu	(mg kg^{-1})	1.04	1.26	1.36	1.44	1.62	1.03	1.26	2.15	17.77
Mn	(mg kg^{-1})	0.13	0.18	0.33	0.71	0.93	2.10	4.36	3.54	119.8
B	(mg kg^{-1})	0.50	0.88	1.25	1.64	2.47	1.02	0.17	3.97	62

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesinde bulunan Kahverengi Büyük Toprak Grubu Toprak örneklerinin kum, silt ve kil içerikleri sırasıyla %29.3 – 78.7, %4.9 – 24.5 ve %14.2 – 62.1 arasında değişmektedir (Çizelge 1) ve toprakların %48'inin killi bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Araştırma topraklarının bünye sınıfları bir bütün olarak dikkate alındığında Kahverengi Büyük Toprak grubu toprakların büyük bir kısmının ince bünyeli (killi) oldukları anlaşılmaktadır (Çizelge 2).

Kahverengi Büyük Toprak Grubu toprak örneklerinde pH 8.02 ile 8.5 arasında değişmiştir aynı zamanda toprak örneklerinin tamamı hafif alkalin olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 2). Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0.12-0.38 dS m^{-1} arasında değişmiş olup toprak örneklerinin tamamında tuzluluk riski bulunmamıştır. Topraklarda kireç miktarı %2.05-28.88 arasında değişmekle birlikte, %52'si orta kireçli

olarak belirlenmiştir. Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarının organik madde miktarı %1.68-3.83 arasında değişmiş, toprakların neredeyse tamamının organik madde miktarı %2'den daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kahverengi büyük toprak grubu toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sınır değerlerine göre dağılımları.

Table 2. Distribution of physical and chemical properties of brown great group soil based on boundary values.

Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)	Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)
Tekstür	Killi		12	48	K (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 50	-	-
	Killi Tın		3	12		Az	50-140	1	4
	Kumlu Killi Tın		9	36		Yeterli	140-370	8	32
	Kumlu Tın		1	4		Fazla	370-1000	14	56
	Tın		-	-		Çok Fazla	> 1000	2	8
pH	Kuvvetli Asit	<4.5	-	-	Ca (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 238	-	-
	Orta Asit	4.5-5.5	-	-		Az	238-1150	-	-
	Hafif Asit	5.5-6.5	-	-		Yeterli	1150-3500	1	4
	Nötr	6.5-7.5	-	-		Fazla	3500-10000	24	96
	Hafif Alkali	7.5-8.5	25	100		Çok Fazla	10000<	-	-
EC (dS m ⁻¹)	Tuzsuz	0-4	25	100	Mg (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 50	-	-
	Hafif Tuzlu	4-8	-	-		Az	50-160	-	-
	Orta Tuzlu	8-15	-	-		Yeterli	160-480	2	8
	Çok tuzlu	>15	-	-		Fazla	480-1500	15	60
CaCO ₃ (%)	Az Kireçli	0-1	-	-	Fe (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	1500<	8	32
	Kireçli	1-5	5	20		Az	< 0.2	14	56
	Orta Kireçli	5.0-15	13	52		Orta	0.2-4.5	9	36
	Fazla Kireçli	15-25	4	16	Fazla	> 4.5	2	8	
	Çok Fazla Kireçli	>25	3	12	Cu (mg kg ⁻¹)	Yetersiz	< 0.2	-	-
OM (%)	Çok Az	<1	-	-	Mn (mg kg ⁻¹)	Yeterli	> 0.2	25	100
	Az	1-2	1	4		Çok Az	< 4	4	16
	Orta	2-3	14	56		Az	4.0-14	21	84
	İyi	3-4	10	40		Yeterli	14-50	-	-
	Yüksek	>4	-	-		Fazla	50-170	-	-
N (%)	Çok Az	< 0.045	-	-	Zn (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	> 170	-	-
	Az	0.045-0.09	3	12		Çok Az	< 0.2	8	32
	Yeterli	0.09-0.17	22	88		Az	0.2-0.7	10	40
	Fazla	0.17-0.32	-	-		Yeterli	0.7-2.4	5	20
	Çok Fazla	0.32<	-	-		Fazla	24-8	2	8
P (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 2.5	-	-	B (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	>8	-	-
	Az	2.5-8	1	4		Yetersiz	< 1,0	6	24
	Yeterli	8-25	19	76		Yeterli	1,0-2,0	12	48
	Fazla	25-80	2	8		Yüksek	2,0-5,0	7	28
	Çok Fazla	> 80	3	12		Çok Yüksek	> 5,0	-	-

Toprak örneklerinin toplam N miktarı %0.06-0.17, P miktarı 6.93-83.50 mg kg⁻¹, değişebilir K içerikleri 124.5-1545 mg kg⁻¹, değişebilir Ca 3495-7230 mg kg⁻¹, değişebilir Mg 284.9-2138 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 2). Toplam N kapsamı bakımından %88 toprak örneğinin yeterli olduğu belirlenirken, toplam N içeriği Seyitgazi Merkez ile Ayvalı köylerinden alınan toprak örneklerinde az olarak tespit edilmiştir. Düşük N içeren toprakların aynı zamanda düşük organik madde miktarına sahip oldukları belirlenmiştir. Toprakların P kapsamı %76'sında yeterli olarak değerlendirilmiştir. Toprakların değişebilir K kapsamı %56'sında, Ca kapsamı %96'sında ve Mg kapsamı %60'ında fazla düzeyde belirlenmiştir (Çizelge 2).

Toprak örneklerinin alınabilir Fe, Mn, Cu ve Zn kapsamlarında farklılık görülmüştür. Toprakların %56'sının az Fe, %84'ünde Mn az belirlenirken, Zn içerikleri %20 kadar toprakta yeterli %72'sinde yetersiz

olarak belirlenmiştir. Seyitgazi Merkez'den alınan toprak örneklerinin dışındaki topraklar yetersiz Zn içermektedir. Bakır içeriği toprak örneklerinin tamamında yeterli düzeydedir. Alınabilir B kapsamı bakımından toprak örnekleri %48'inde yeterli ve Seyitgazi Merkez'den alınan toprak örneklerinde yüksek miktarda alınabilir B olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesinde bulunan Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu Toprak örneklerinin yer alındığı 4 köyde, toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının tanımlayıcı istatistik analizleri Çizelge 3'de sunulmuştur.

Çizelge 3'de çarpıklık katsayılarına göre kil, pH ve Ca negatif dağılım gösterirken, diğer özellikler ise pozitif dağılım göstermektedir ve silt, kireç, Fe, Zn, Mn ve B özelliklerinde ortalamadan oldukça farklı uç değerlerin yer aldığı anlaşılmaktadır. Toprak özelliklerinde en yüksek varyasyon katsayısı CaCO₃ miktarında (CV=137.41) belirlenirken en az varyasyon katsayısı ise pH değerinde (CV=5.26) belirlenmiştir. İncelenen toprakların kireç değerleri arasındaki değişkenlik fazla olduğu için CV değerleri yüksek bulunmuştur. Mulla ve McBratney (2000) 'in değerlendirmesine göre araştırma alanındaki toprak özelliklerinden pH düşük, kum, EC, OM, Ca ve Cu orta, silt, kil, CaCO₃, P, K, Mg, Fe, Zn, Mn ve B ise yüksek değişkenlik sınıfında değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. Kahverengi Orman Büyük Toprak grubu toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik analizleri

Table 3. Descriptive statistical analysis of soil properties of Brown Forest Great Soil Group

Toprak Özellikleri	Birim	Min.	Q1	Ortanca	Ort.	Q3	Çarpıklık	Basıklık	Mak.	CV
Kum	(%)	27.40	30.75	37.35	37.86	42.20	0.85	0.97	58.60	20.98
Silt	(%)	11.00	15.25	17.45	21.89	28.70	1.40	0.88	47.70	50.57
Kil	(%)	17.60	23.95	43.60	40.27	50.33	-0.26	-1.18	61.60	36.19
pH		6.81	7.67	8.01	7.93	8.19	-1.13	1.26	8.47	5.26
EC	(dS m ⁻¹)	0.10	0.16	0.18	0.18	0.22	0.17	-0.07	0.29	26.31
CaCO ₃	(%)	0.40	0.69	2.26	5.29	6.80	2.36	6.34	29.79	137.41
OM	(%)	2.87	3.32	3.78	4.04	4.64	0.84	-0.41	6.03	23.52
N	(%)	0.09	0.12	0.15	0.15	0.18	0.35	-1.09	0.22	25.11
P	(mg kg ⁻¹)	6.93	13.48	27.34	31.05	45.23	1.03	0.65	83.50	67.82
K	(mg kg ⁻¹)	238.5	335.6	511.3	521.6	668	0.22	-1.05	852.5	36.71
Ca	(mg kg ⁻¹)	1460	4393	6133	5893	72.39	-0.36	0.84	9710	30.92
Mg	(mg kg ⁻¹)	243	683	1449	1609	2340	0.01	-1.15	3229	57.77
Fe	(mg kg ⁻¹)	1.61	2.54	4.65	5.13	5.71	3.52	14.33	22.24	84.25
Zn	(mg kg ⁻¹)	0.20	3.81	10.22	12.38	15.95	2.12	6.51	49.14	88.91
Cu	(mg kg ⁻¹)	0.56	1.24	1.63	1.52	1.77	0.11	0.90	2.76	33.89
Mn	(mg kg ⁻¹)	0.19	0.34	0.48	0.57	0.74	2.02	5.61	1.75	61.91
B	(mg kg ⁻¹)	0.44	0.77	1.06	1.33	1.68	1.24	0.59	3.29	62.44

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesinde bulunan Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu toprak örneklerinin bünyeleri incelendiğinde %60 oranında killi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Toprak örneklerinde pH 6.81 ile 8.47 arasında değişmiş ve büyük çoğunluğunun (%90) hafif alkalin özellikte olduğu ve toprakların tamamında tuzluluk riski bulunmadığı görülmüştür. Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu örnekleri, genel olarak az kireçli olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Toprak örneklerinin organik madde analiz sonuçlarına göre toprakların hemen hemen tamamında organik madde miktarının %3'den daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Toprak örneklerinde N miktarı organik madde içeriği ile yüksek ilişkiye sahip olmasından dolayı toprak örneklerinin neredeyse tamamı yeterli N içermektedirler. Yeterli ve fazla N içeren toprakların aynı zamanda %3'den daha fazla organik madde miktarına sahip oldukları belirlenmiştir. Toprakların P kapsamı ise %28'inde yeterli, %40'ında fazla grupta değerlendirilmiştir (Çizelge 4). Toprak örneklerinin değişebilir K kapsamı yeterli, değişebilir Ca fazla, değişebilir Mg miktarlarının yeterli olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sınır değerlerine göre dağılımları.

Table 4. Distribution of physical and chemical properties of Brown Forest Great Soil Group based on boundary values.

Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)	Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)
Tekstür	Killi		12	60	K (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 50	-	-
	Killi Tın		2	10		Az	50-140	-	-
	Kumlu Killi Tın		-	-		Yeterli	140-370	8	40
	Kumlu Tın		1	5		Fazla	370-1000	12	60
	Tın		5	25		Çok Fazla	> 1000	-	-
pH	Kuvvetli Asit	<4.5	-	-	Ca (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 238	-	-
	Orta Asit	4.5-5.5	-	-		Az	238-1150	-	-
	Hafif Asit	5.5-6.5	-	-		Yeterli	1150-3500	1	5
	Nötr	6.5-7.5	2	10		Fazla	3500-10000	19	95
	Hafif Alkali	7.5-8.5	18	90		Çok Fazla	10000<	-	-
EC (dS m ⁻¹)	Tuzsuz	0-4	20	100	Mg (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 50	-	-
	Hafif Tuzlu	4-8	-	-		Az	50-160	-	-
	Orta Tuzlu	8-15	-	-		Yeterli	160-480	4	20
	Çok tuzlu	>15	-	-		Fazla	480-1500	7	35
CaCO ₃ (%)	Az Kireçli	0-1	7	35	Fe (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	1500<	9	45
	Kireçli	1-5	6	30		Az	< 0.2	4	20
	Orta Kireçli	5-15	5	25		Orta	0.2-4.5	5	25
	Fazla Kireçli	15-25	1	5	Cu (mg kg ⁻¹)	Fazla	> 4.5	11	55
	Çok Fazla Kireçli	>25	1	5		Yetersiz	< 0.2	-	-
OM (%)	Çok Az	<1	-	-	Yeterli	> 0.2	20	100	
	Az	1-2	-	-	Mn (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 4	5	25
	Orta	2-3	2	10		Az	4.0-14	8	40
	İyi	3-4	11	55		Yeterli	14-50	7	35
	Yüksek	>4	7	35		Fazla	50-170	-	-
						Çok Fazla	> 170	-	-
N (%)	Çok Az	< 0.045	-	-	Zn (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 0.2	1	5
	Az	0.045-0.09	-	-		Az	0.2-0.7	14	70
	Yeterli	0.09-0.17	14	70		Yeterli	0.7-2.4	5	25
	Fazla	0.17-0.32	6	30		Fazla	24-8	-	-
P (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	0.32<	-	-	Çok Fazla	>8	-	-	
	Çok Az	< 2.5	-	-	B (mg kg ⁻¹)	Yetersiz	< 1	9	45
	Az	2.5-8	2	10		Yeterli	1-2	7	35
	Yeterli	8-25	7	35		Yüksek	2-5	4	20
	Fazla	25-80	10	50		Çok Yüksek	> 5	-	-
Çok Fazla	> 80	1	5						

Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının alınabilir mikro element kapsamı incelendiğinde Fe %20'sinde az, alınabilir Mn %65'inde az, Zn %75'inde yetersiz, B %45'inde yetersiz belirlenirken, Cu içerikleri topraklarda yeterli düzeyde belirlenmiştir (Çizelge 4).

Kahverengi Büyük Toprak ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarının bünyeleri genelde killi olduğu ancak Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının kil içeriğinin incelenen toprak örneklerinde daha fazla alana sahip olduğu belirlenmiştir. Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarının topraklarının, A horizonunda kil birikiminin mevcut olduğu ve B ve C horizonlarının kil içeriğinin ise oldukça az olduğu Göktay (1991) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca Tümsavaş ve Aksoy (2008), Bursa ili Kahverengi Büyük Orman Toprak Grubunda topraklarının da orta bünyeye sahip olduğunu belirtmiştir. Buğdayın toprak seçiciliği fazla olmasa da genellikle killi, tınlı-killi ve organik maddece zengin topraklarda daha yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir (Süzer, 2007). Toprak bünyesi, toprağın su tutma kapasitesi, iyon değişimi ve besin döngüsü gibi ekolojik ve hidrolojik süreçler üzerine etkisi nedeniyle

buğday verimini etkileyen önemli bir etmendir (Chaudhari vd., 2008). He vd. (2014), toprak bünyesinin buğdayın verimine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, kurak bir yılda, killi toprakta yetiştirilen buğdayın, siltli tınlı topraklarda yetiştirilenlerden daha yüksek bir verime sahip olduğunu belirlemiş ve bu etkiyi, ince toprak tanecikleri arasındaki mevcut neme bitkinin erişebilmesine bağlamışlardır. Ek olarak, killi topraklarda yetiştirilen buğdayların, daha kaba dokulu (kumlu) topraklarda yetiştirilenlere göre kurak yıllarda daha yüksek verime ulaşabildiğini saptamışlardır.

Buğday yetişen iki büyük toprak grubu topraklarının pH içerikleri hafif alkalın olarak belirlenmiştir. Topraktaki besin maddesi alınabilirliği toprağın pH değerine bağlıdır. Buğdayın en verimli olduğu toprak reaksiyonu pH 6-7 arasındadır ve pH'nın 7'nin üzerinde olması durumunda buğday bitkisi Mn noksanlığından etkilenmektedir (Vitosh, 1977). Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarının tamamında Mn noksanlığı görülürken, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının %65'inde Mn noksanlığı belirlenmiştir. Kahverengi Büyük Toprak Grubuna ait alanlarda buğday yetiştiriciliğinde Mn gübrelemesine gereksinim olduğu sonucu çakartılmıştır.

Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının ortalama kireç içerikleri Kahverengi Büyük Toprak Gruplarından daha düşük belirlenmiştir. Yüksek pH ve kireç değerlerine sahip topraklarda uygulanan fosforlu gübreler bitkiler için yararlı olamayabilir. Ayrıca P, ortamda belli miktarda Ca olmadığı zaman adsorbe edilemez (Marschner, 2011). Buğdayın verim ve kalitesi kireçli toprakta düşmektedir. Ancak toprakların tuz içeriğinin düşük bulunması başta buğday olmak üzere diğer bitkilerin verimliliği için de olumlu olmaktadır.

Her iki toprak grubunun organik madde içeriğinin yeterli olduğu belirlenmiştir. Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük toprak grubu topraklarının genelde organik madde içeriği, yüzeyde oldukça yüksek olurken, derine doğru azaldığı bilinmektedir (Aylar, 2015). Organik madde, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilemektedir, aynı zamanda karbon ve N kaynağı olarak toprak mikrobiyal aktivitesini kontrol ederek toprak verimliliğinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Solomon vd., 2002). Toprakların organik maddesinin yeterli olması, su tutma kapasitesini ve gübre kullanım verimliliğini artırır (Tilahun, 2003). Toprakta temel besin maddelerinin toprağa iade etmeden aşırı kullanımı, verimliliğin azalmasına sebep olan önemli bir faktördür (Bationo vd., 2007).

İncelenen toprak gruplarının toplam N içeriklerinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Orta Anadolu'da buğday yetiştiriciliğinde N gübrelemesinin miktarı çok önemlidir. Kuru koşullarda 6-8 kg N da⁻¹, sulu koşullarda 16 kg N da⁻¹ uygulanması önerilmektedir (Tarım Kütüphanesi, 2021). Fazla N kullanımı bitkinin yatmasına neden olurken, N yetersizliği verim kayıplarına yol açmaktadır (Vitosh, 1977).

Toprakta bulunan P başlıca kaya, mineraller ve organik P bileşikleridir. Topraklardaki P formunun büyük bir kısmı organik madde ile ilişkilidir ve mineral topraklarda toplam fosforun %20 ile 80'i organik bağlı fosfordur (Güneş vd., 2004). İncelenen Kahverengi Orman Büyük toprak grubuna ait toprak örneklerinin P içeriklerinin Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarına göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Topraklarının organik madde içeriğinin yüksek, kireç içeriğinin az olması P içeriğini olumlu etkilemektedir (Marschner, 2011). Buğdayın P ihtiyacı için 6-9 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulanması genellikle önerilmektedir (Süzer, 2007).

Potasyum, bitkiler tarafından N'tan sonra en çok alınan ikinci elementtir. Topraklarda K elementel olarak bulunmamakta, ancak birçok kayanın yapısında da konsantrasyonu düşük olarak bulunmaktadır (Rawat vd., 2016). Aynı zamanda, K toprakta illit, vermikulit, klorit ve amorf tipi ikincil kil minerallerinin yapısında bulunur. Ülkemiz topraklarının çoğunun yarayışlı K kapsamı bir dekar toprakta 80-200 kg arasında olup, bu miktar K'a sahip topraklara K gübresi önerilmemektedir (Güçdemir, 2006; Turan ve Horuz, 2012). Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarında değişebilir K ortalaması, Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarından daha fazla belirlenmiştir. İki toprak grubunun toprak örneklerinin bünyeleri incelendiğinde özellikle killi bünyeye sahip köy (Kahverengi Büyük Toprak Grubu; Yenikent ve Aksaklı, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu; Sarıcaılyas ve Beşsaray) topraklarının K içeriklerinin de fazla olduğu görülmektedir.

Kalsiyum, yer kabuğunun %3.6'sını oluşturmakta, toprakta, kaya ve minerallerin bileşiminde bulunmaktadır (Güçdemir, 2006). Kalsit, dolomit, kalsiyum feldispat ve jips mineralleri Ca bulunan önemli minerallerdir (Turan ve Horuz, 2012). İncelenen büyük toprak gruplarının değişebilir Ca içerikleri birbirine yakın olmakta beraber, Kahverengi Büyük Toprak gruplarının kalsifikasyon sonucu oluşmasından hem kireç içeriği hem de değişebilir Ca, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarından fazla belirlenmiştir. Bu toprakların incelenmesinde profillerinde çok miktarda Ca bulunduğu belirtilmiştir (Toprak Su Genel Müdürlüğü, 1984).

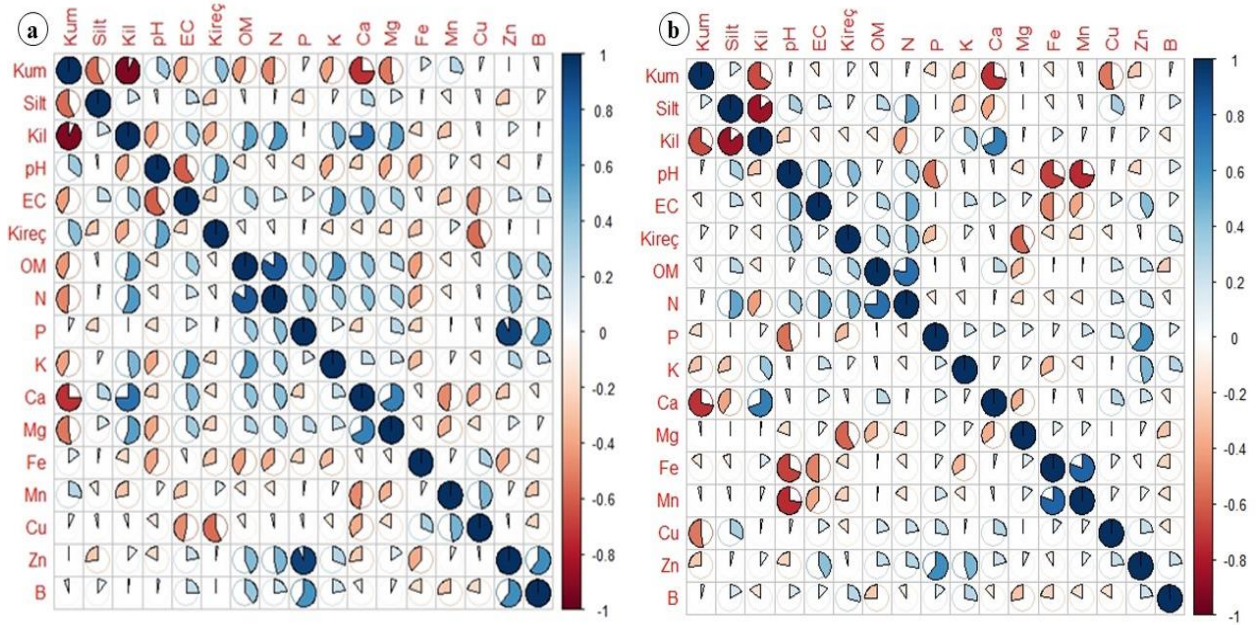
Toprakta Mg kaynağını olivin, piroksen, amfibol, biotit, mika gibi volkanik orjinli birincil ferro magnezyen minerallerden oluşturmaktadır (Turan ve Horuz, 2012). Magnezyum minerali içeren ince bünyeli toprakların Mg içerikleri kaba bünyeli topraklara göre daha yüksektir. Bu araştırmada incelenen toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre; Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu örneklerinin daha fazla Mg içerdiği belirlenmiştir.

Büyük toprak gruplarının mikro element (Fe, Cu, Mn, Zn ve B) içerikleri incelendiğinde, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu örneklerinde genel olarak, Fe içeriği daha fazla, Mn az ve Cu her iki toprak grubunda da yeterli, Kahverengi Büyük Toprak Grubunda yeterli Zn içeriklerine sahip toprakların az olduğu ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubuna göre B içeriklerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Mikro elementler bitkilerde az miktarda bulunmalarına rağmen 100 civarında enzimi aktive ederler (Hänsch ve Mendel, 2009). Tahılların yüksek mikro element içeriğine sahip olarak yetiştirilmesi, insanların Fe ve Zn ihtiyacını karşılanması üzerine günümüzdeki araştırmalarda oldukça fazla yer almaktadır (Gulmezoglu vd., 2010; Khoshgoftarmanesh vd., 2010). Besin açısından zengin buğday insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesine katkı sağlayacaktır (Calderini ve Ortiz-Monasterio, 2003). Türkiye'nin buğday ekim bölgelerindeki toprağın çoğu kireçli olup, düşük miktarda mikro element içermektedir (Çakmak vd., 1996; Eyüpoğlu, 1999) ve Orta Anadolu'da buğday tarımı yapılan bölgelerde önemli verim kayıplarına ve yetersiz Fe ve Zn içerikli buğday tanelerinin oluşumuna neden olmaktadır (Çakmak vd., 1998). Bu araştırmanın yürütüldüğü toprak gruplarının Cu dışındaki diğer mikro elementlerin bitki yetiştiriciliği için mutlaka Fe, Mn, Zn ve B uygulamasına ihtiyacı olduğu sonucuna varılmıştır.

Büyük Toprak Grupları Topraklarını Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İkili İlişkileri

Kahverengi Büyük Toprak Gruplarına ait toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki korelasyon Şekil 2-a'da gösterilmiştir. Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarındaki önemli ilişkiler; kil içeriği ile OM (0.53; $p<0.01$), N (0.56; $p<0.01$), Ca (0.74; $p<0.01$) ve Mg (0.55; $p<0.01$) arasında, EC ile K arasında (0.55; $p<0.01$), pH ile EC (0.60; $p<0.01$) ve kireç (0.53; $p<0.01$) arasında ve OM ile N (0.84; $p<0.01$) ve K (0.57; $p<0.01$) arasında pozitif korelasyon ($r>0.50$) tespit edilirken, kum ile kil (-0.92; $p<0.01$), N (-0.51; $p<0.01$), Ca (-0.74; $p<0.01$) ve Mg (-0.53; $p<0.01$) arasında ve kireç içeriği ile Cu (-0.57; $p<0.01$) içeriği arasında o negatif korelasyon ($r>0.50$) tespit edilmiştir.

Kahverengi Orman Büyük Toprak gruplarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile bitki besin elementleri arasındaki korelasyon Şekil 2-b'de gösterilmiştir. Kahverengi Orman Büyük Toprak gruplarında korelasyon analiz sonuçlarına göre; kum ile Ca (-0.72; $p<0.01$), Cu (-0.53; $p<0.01$) ve kil (-0.66; $p<0.01$) arasında negatif, silt içeriği ile N (0.5; $p<0.05$) arasında pozitif, pH ile P (-0.55; $p<0.01$), Fe (-0.69; $p<0.01$) ve Mn (-0.71; $p<0.01$) arasında negatif, EC ile Fe (-0.51; $p<0.05$) ile negatif ve kireç ile magnezyum (-0.59; $p<0.01$) arasında negatif ($r>0.50$) korelasyon tespit edilirken, N ile (-0.51; $p<0.05$) pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Şekil 2-b).



Şekil 2. Kahverengi (a) ve Kahverengi Orman (b) Büyük grubu toprakların toprakların bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile bitki besin elementleri arasında Pearson korelasyon (r) katsayıları (Mavi renk pozitif korelasyonu temsil ederken, kırmızı renk ise negatif korelasyonu temsil etmektedir. Daire içlerinin tam dolu olması renk tonuna göre -1 ile +1 arasında değişmektedir).

Figure 2. Pearson's correlation (r) coefficients between some physical and chemical soil properties of brown and brown forest great group soils and plant nutrients (blue color represent positive correlation, while red color represents negative correlation. The fullness of the interior of the circle varies between -1 and +1 color tone).

Kahverengi Büyük Toprak Grubu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile bitki besin elementleri arasında diğer toprak grubuna oranla daha fazla korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2-b). Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin yanı sıra, iklim faktörleri, toprak yönetimi, gübreleme, tohum seçimi gibi faktörler buğdayın verimini önemli seviyede etkilemektedir. Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarındaki belirlenen K ile kil içeriğinin pozitif bir ilişki içinde olduğu Çimrin ve Boysan (2006), yürüttüğü çalışmada göstermiştir. Kireç içeriği ile Mg iyonlarının negatif olarak bilinen ilişkisi Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarında da belirlenmiştir (Uygun, 1998; Mengel ve Kirkby, 2001). Ayrıca, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı birçok faktörden etkilenmektedir. Örneğin toprakların ana materyali, toprak oluşumunu ve gelişimini etkileyen arazi kullanım farklılıkları, toprakların ayrışma derecesi gibi faktörlerin etkileşimi sonucunda toprak gövdesindeki horizon farklılığı ve derinliği ile toprak özellikleri arasındaki korelasyon farklılaşmaktadır. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Gözükara vd., 2021; Gözükara, 2021; Gulmezoğlu vd., 2017; Horuz ve Dengiz, 2018; Turan vd., 2010; Yön ve Sönmez, 2021).

SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye'nin buğday üretimine önemli katkısı olan Eskişehir'de yaygın olarak yer alan Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş ve buğday yetiştiriciliği için verimlilik sorunları belirlenmiştir. Kahverengi Büyük Toprak grubu toprakları çoğunlukla killi-tın bünyeye, pH'sı hafif alkalın, orta kireçli, orta seviyede organik madde, alınabilir Fe az miktarda belirlenirken, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubuna ait tarım arazilerinin topraklarının ise killi, nötr ve hafif alkalın, iyi seviyede organik maddeye, az kireçli, alınabilir Fe fazla miktarda olduğu bulunmuştur. Toplam N ve P içeriği iki toprak grubunun da yeterli, değişebilir K, Ca ve Mg fazla, alınabilir Mn ve Zn az, alınabilir Cu ise yeterli seviyededir. Toprakların alınabilir B içerikleri Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubunda az, Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarının ise yeterli olduğu ancak bu bölgede B kaynaklarının bulunması nedeniyle yüksek seviyede alınabilir B içeren

örnekler de belirlenmiştir. Genel olarak, buğday yetiştirmek için KOBTG topraklarının verimlilik parametrelerine göre KBTG toprak örneklerine göre daha iyi özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Topraklarda belirlenen değerlerin, buğdayın besin elementi alımını tam olarak ortaya koymaya yetmeyeceğinden, bitkilerin topraktan kaldırdıkları besin maddesi içeriklerinin de ayrıca araştırılması gerekmektedir. Topraklarda, alınabilir Fe, Mn ve Zn kapsamlarının düşük olması bu yörenin buğday verimini kısıtlayıcı önemli faktör olduğunun ayrıca araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 201123015 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar, Muazzez GÜNAY, Dr. Zehra AYTAÇ ve Dr. Engin Gökhan KULAN'a katkılarından dolayı teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Alaboz, P., Demir, S., Başayığıt, L., & Işıldar, A. A. (2019). Isparta ili büyük toprak gruplarına göre tahıl yetiştirilen toprakların bazı özelliklerin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 67-79. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.660231>
- Altuner, F., Oral, E., & Ülker, M. (2019). Van ili buğday tarımının türkiye ve bölgedeki yeri, sorunları ve çözüm önerileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 339-351. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.495652>
- Aylar, F. (2015). Budaközü Çayı Havzası topraklarının genel özellikleri ve başlıca sorunları. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17.
- Bationo, A., Kihara, J., Vanlauwe, B., Waswa, B., & Kimetu, J. (2007). Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems. *Agricultural Systems*, 94(1), 13-25. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.08.011>
- Berger, K. C., & Truog, E. (1940). Boron deficiencies as revealed by plant and soil tests. *Journal of the American Society of Agronomy*, 32, 297-301.
- Black, C. A. (1965). *Methods of soil analysis Part 2*, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., 1372-1376.
- Bouyoucos, G. J. (1965). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils, *Agronomy Journal*, 4(9), 434. <https://doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300090005>
- Boling, A. A., Tuong, T.P., Van Keulen, H., Bouman, B. A. M., Suganda, H., & Spiertz, J. H. J. (2010). Yield gap of rainfed rice in farmers' fields in Central Java. Indonesia. *Agricultural Systems*, 103(5), 307-315. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.02.003>
- Bremner, J. M. (1965). *Total nitrogen*. Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties, 9, 1149-1178.
- Calderini, D. F., & Ortiz-Monasterio, I. (2003). Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. *Crop Science*, 43(1), 141-151. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1410>
- Cakmak, I., Torun, B., Erenoğlu, B., Öztürk, L., Marschner, H., Kalayci, M., Ekiz H, & Yilmaz, A. (1998). Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. *Euphytica*, 100(1), 349-357.
- Chaudhari, S., Singh, R., & Kundu, D. (2008). Rapid textural analysis for saline and alkaline Soils with different physical and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 7, 431-441. <https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0117N>
- Çakmak, İ., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Torun, B., Erenoğlu, B., & Braun, H. J. (1996). Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant and Soil*, 180, 165-172.

- Çağlar, K. Ö. (1949). *Toprak bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:10.
- Çimrin, K. M., & Boysan, S. (2006). Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 105-111.
- Eskişehir Valiliği (2001). Eskişehir İli arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Eskişehir Valiliği (2009). 2009 Yılı Eskişehir İl Çevre Durum Raporu. Eskişehir Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü. http://www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/eskisehiricd2009.pdf
- Eyüpoğlu, F. (1999). *Türkiye topraklarının verimlilik durumu*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 220 Teknik Yayın No: T-67, Ankara.
- Erenoğlu, E. B. (2017). *4D bitki besleme - bitki besleme yönetimini iyileştirme kılavuzu*. International Plant Nutrition Institute.
- Göktay, B. (1991). *Sakarya seydi suyu su toplama havzası*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Raporu.
- Gözükara, G. (2021). Tahıl yetiştirilen toprakların bazı toprak özelliklerinin farklı enterpolasyon yöntemleri ile dağılım durumlarının değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(2), 69-78. <https://doi.org/10.33409/tbbbd.1004763>
- Gözükara, G., Demirel, B. Ç., Altunbaş, S. (2021). Sayısal renk parametreleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiye toprak horizonlarının etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 425-435. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.746628>
- Gulmezoglu, N., Aytac, Z., Kutlu, I., Kulan, E. G., & Gozukara, G. (2017). Mapping boron and beneficial heavy metal ions for wheat-cultivating soils in turkey's boron-mining zone. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(3), 1119-1130. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_11191130
- Gulmezoglu, N., Çiçek, A., Ozer, E., & Askin, A. (2010). The assessment of influence of species and environment on microelement levels in cereals. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(10), 2259-2267.
- Güçdemir, İ. H. (2006). *Türkiye gübre ve gübreleme rehberi*. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No. 231, Teknik Yayınlar No. T. 69.
- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal, A. (2004). Bitki besleme ve gübreleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1551.
- Grewelling, T., & Peech, M. (1960). Chemical Soil Test. Cornell University Agricultural Experiment Station Bulletin. No 960.
- ansch, R., & Mendel, R. R. (2009). Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current opinion in plant biology*, 12(3), 259-266. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.05.006>
- He, Y., Hou, L., Wang, H., Hu, K., & McConkey, B. (2014). A modeling approach to evaluate the long-term effect of soil texture on spring wheat productivity under a rain-fed condition. *Scientific reports*, 4(1), 1-10.
- Horuz, A., Dengiz, O. (2018). Terme Yöresi alüvyial arazilerde yetiştirilen çeltiğin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleriyle besin element kapsamı arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1), 58-67. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.310249>
- Jackson, M. C. (1962). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc. Englewood. Cliffs. New Jersey, U.S.A.
- Jackson, M. C. (1967). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar, B., & Katkat, A. V. (2009). *Gübreler ve gübreleme tekniği*. Nobel Yayın No: 1119 Fen Bilim: 34, Ankara.
- Kacar, B. (2009). *Toprak analizleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaya, B., Nadaroğlu, Y., & Şimşek, O. (2015). Türkiye'de toprak sıcaklığı yönünden serin iklim tahıllarının ekim zamanının belirlenmesi. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/ekimzamani.pdf>
- Khoshgofartarmanesh, A. H., Schulin, R., Chaney, R. L., Daneshbakhsh, B., & Afyuni, M. (2010). Micronutrient-efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(1), 83-107.

- Kınacı, E., Kınacı, G., Balcıoğlu, F., Buçak, M., Yolal, O., & Karanfil, T. (2016). Eskişehir'de 2013-14 üretimi buğdaylarda çeşitlere göre kalite özellikleri. *Eskişehir Ticaret Borsası Dergisi*, 6, 30-31.
- Küçükçongar, M., Kan, M., & Özdemir, F. (2014). Doğrudan ekim yönteminin buğday tarımında kullanımı ve çiftçi görüşlerinin belirlenmesi: Konya İli örneği. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1(1-2), 26-35.
- Lindsay, W. L., & Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press.
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of plant nutrition*. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Mulla, D. J., & McBratney, A. B. (2000). *Soil spatial variability*. Handbook of Soil Science CRS Pres.
- Olsen, S. R., & Sommers, E. L. (1982). *Phosphorus soluble in sodium bicarbonate*, Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties.
- Rawat, J., Sanwal, P., & Saxena, J. (2016). *Potassium and its role in sustainable agriculture*. In Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture. Springer, New Delhi.
- R Core Team, (2008). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, R Core Team <https://www.R-project.org/>.
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. US Salinity Lab., United States Department of Agriculture Handbook, California, USA.
- Sillanpaa, M. (1990). *Micronutrient assessment at the country level: an international study*.
- Solomon, D., Fritzsche, F., Tekalign, M., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Soil organic matter composition in the Subhumid Ethiopian highlands as influenced by deforestation and agricultural management. *Soil Science Society of America Journal*, 66, 68-82. <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.6800>
- Süenal, S., Dikmen, Ü., Erşahin, S., Aşkın, T., Özenç, D. B., Tarakçıoğlu, C., Korkmaz, K., Aşkın, T., & Kutlu, T. (2018). Orta Karadeniz Bölgesi kolüvyal-alüvyal topraklarında bazı kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(1), 61-66.
- Süzer, S. (2007). Buğday tarımı ve önemi. *Hasad Bitkisel Üretim Dergisi*, 23(270), 64-68.
- Tarım Kütüphanesi. (2021). http://www.tarimkutuphanesi.com/bugday_yetistiriciligi_00033.html. [Erişim tarihi 16 Şubat 2021].
- Toprak Su Genel Müdürlüğü, (1984). *Eskişehir ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu*. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları. TOVEP Yayın No: 22, Genel Yayın No: 744, Ankara.
- Tilahun, A. (2003). Opportunities and challenges in reversing land degradation: the regional experience. T. Amede (Ed.) *Natural resources degradation and environmental concerns in the Amhara National Regional State: impact on food security*. Ethiopian Soil Science Society, Ethiopian.
- TMO. (2020). <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf> [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021].
- Turan, M. A., Katkat, A. V., Özsoy, G., & Taban, S. (2010). Bursa ili alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 115-130.
- Turan, M., & Horuz, A. (2012). Bitki beslemenin temel ilkeleri. Bitki Besleme.
- Tümsavaş, Z. (2003). Bursa İli Vertisol büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 9-21.
- Tümsavaş, Z., & Aksoy, E. (2008). Kahverengi orman büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 43-54.

- Uygan, D., Çetin, Ö. (2009, Ekim 15-17). Eskişehir seyitgazi sulama şebekesinde seçilen bazı tarım alanlarının, topraktaki ve sulama suyundaki bor düzeylerinin belirlenmesi. [Sözlü bildiri]. IV. Uluslararası Bor Sempozyumu, Türkiye.
- Uygur, V. (1998). The sorption/desorption chemistry of zn in calcareous soils from Turkey. PhD Thesis. The University of Newcastle upon Tyne, UK.
- Ülgen, N., & Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Vitosh, M. L. (1977). *Wheat fertility and fertilization*. Michigan State University Extension.
- olf, B. (1971). The determination of boron in soil extracts, plant materials, compost, manure, water, and nutrient solutions. *Communication in Soil Science Plant Analysis*, 2, 363-374.
- Yön, Ş., Sönmez, İ. (2021). Burdur yöresi ceviz (*Juglans regia* L.) bahçelerinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1), 117-123. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.744168>