

Türkiye'deki Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* M. Bieb) Popülasyonlarının Yayılış Gösterdiği Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Bakımından Karşılaştırılması

A Comparison of Some Physical and Chemical Soil Characteristics of Crimean Juniper (*Juniperus excelsa* M. Bieb) Populations in Turkey

Özay Hasan EVREN¹, Nuray KAYA²

Öz

Boylu/Boz Ardıç (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) Türkiye'deki ardıç ormanlarının %82'lik kısmını oluşturmaktadır. Türkiye'deki ardıç ormanları içinde bu baskın türün yetiştiği toprak koşullarını araştırmak amacıyla coğrafik özellikleri bakımından farklı 20 popülasyondan toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri bünye, pH, tuzluluk, kireç, organik madde ve bazı mutlak besin elementleri miktarı bakımından analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda toprak bünyelerinin tınlı veya kumlu tın olduğu, pH değerlerinin 7,0-8,0 aralığında olduğu ve toprakların genellikle tuzsuz olduğu görülmüştür. Örneklerin çoğunda kireç ve organik madde miktarları orta veya yüksek düzeylerde bulunmuştur. Ca ve Fe miktarları fazla, P miktarı orta-yüksek, Cu miktarı yeterlidir. Ancak K, Mg, Zn ve Mn miktarları ise oldukça değişkendir. Hem bu çalışmanın hem de benzer diğer çalışmaların bulguları karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, boylu ardıcın yetişmek için ihtiyaç duyduğu toprak koşullarının oldukça esnek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında, bu türün zorlu toprak koşullarına uyum sağlayarak yetişebildiği ve ormanlar oluşturabildiği görülmüştür. Elde edilen sonuçlar da bu türün ekolojik önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Boylu Ardıç, ekolojik önem, esneklik, *Juniperus excelsa*, toprak özellikleri

Abstract

Crimean Juniper (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) covers almost 82% of juniper forests in Turkey. To investigate the soil conditions where this species grows, the soil samples were taken from 20 geographically different populations. The soil samples were analyzed with respect to texture, pH, salinity, lime, organic matter and some nutrients which are important for plant growth. As a results; the soil textures were loamy and sandy loam. It was seen that pH values ranged from 7.0 to 8.0 and there was generally no salinity in the soil samples. The amounts of lime and organic matter were moderate to high in the majority of soil specimens. The amounts of Ca and Fe were high while the amount of P was moderate to high. However, the amounts of K, Mg, Zn and Mn were highly variable. When it was compared our study results and other similar research, we concluded that soil conditions of Crimean Juniper needed for grow were pretty flexible. Besides, it was seen that the individuals of this species were be able to grow by adapting to challenging soil conditions, and so they could form forests. All these conclusions reveal ecological importance of this species.

Keywords: Crimean Juniper, ecological importance, tolerance, *Juniperus excelsa*, soil properties.

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Özay Hasan Evren, Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya E-mail: ozayevren86@gmail.com

¹OrcID: 0000-0003-1932-2125

²Nuray Kaya, Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya. E-mail: nkaya@akdeniz.edu.tr ²OrcID: 0000-0002-3227-6680

Atf/Citation: Evren, Ö, H, Kaya, N. Türkiye' deki boylu ardıç (*Juniperus excelsa* M. Bieb) popülasyonlarının yayılış gösterdiği toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından karşılaştırılması *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3), xx-xx.

*Bu çalışma Doktora tezinden hazırlanmıştır. Bu çalışma Akd. Ü. BAP tarafından FDK-15-781 numaralı proje ile desteklenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2019

Extended Summary

Pure and mixed juniper forests are 4.29% of forest presence in Turkey and Crimean juniper (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) is covers almost 82% of juniper forests in Turkey (OGM, 2014). *J. excelsa* naturally also grows in Balkan Peninsula, Crimea, Cyprus, Syrian and Lebanese Mountains (Douaihy et al., 2011). To be able to realize optimum soil conditions is essential in order that forest protection and reforestation purposes. That’s why, investigated soil characteristics of forest trees is an important research area. There are two studies on researching soil properties of Crimean juniper forests in Turkey (Gülser et al., 2012; Şenol et al., 2018). However; they were on two restricted regions of Turkey (Lake District and Van-Gevaş). To investigate and obtain more generalizing information of the soil characteristics of Crimean Juniper populations grows in Turkey, the soil samples were taken from 20 geographically different populations which are mentioned in Coode and Cullen (1982) and OGM (2017b). Data about latitude, longitude, altitude, aspect, slope and lay of 20 populations were also recorded. All populations were demonstrated on a map by using information about latitudes and longitudes. After drying, grounding and sifting process, the soil samples were analyzed with respect to texture, lime, acidity (pH), electrical conductivity (salinity), organic matter and some nutrients (phosphorous, potassium, magnesium, calcium, iron, manganese, zinc and copper) which are important for plant growth. After that, the soils samples were classified with respect to texture, lime, pH, salinity, organic matter and the nutrients and statistically evaluated according to parameters of range, average with standard error, skewness and kurtosis. According to the results of analyses, percentages of sand, silt and clay were between 35-76, 12-50 and 5.6-25 respectively. The soil textures were sandy clay loam (1 samples), loamy (8 samples) and sandy loam (11 samples). It was seen that pH values ranged from 7.0 to 8.0 and soils were slightly-moderate alkaline. There was generally no salinity ($EC < 2 \text{ mS cm}^{-1}$) except two populations (Ankara-Beypazarı and Karabük-Eskipazar) in the soil samples. The amounts of lime (%0.5-60.8) and organic matter (%0.5-10.2) were moderate to high in the majority of soil specimens. The amounts of Ca (1.326-15.594 mg kg^{-1}) and Fe (3.4-27.3 mg kg^{-1}) were high while the amount of P (6-76 mg kg^{-1}) was moderate to high. However, the amounts of Mg (35-1039 mg kg^{-1}), K (12-567 mg kg^{-1}), Mn (3.4-22.8 mg kg^{-1}) and Zn (0.1-4.2 mg kg^{-1}) were highly variable. Copper amounts of soils were sufficient ($> 0.2 \text{ mg kg}^{-1}$). Assessed amounts of K, Mg, Mn and Zn, many of soil samples were insufficient and this situation has potential of deficiency of these four nutrients in such soils. It was found that acidity is negatively correlated with organic matter, salinity and amounts of P, K, Ca, Fe, Mn, Zn and Cu ($p < 0.05$). Additionally, organic matter is positively correlated with amounts of P, K, Fe, Mn and Zn in soil samples ($p < 0.05$). It was seen that Crimean Juniper populations weren’t any heavy metal stress (Zn and Cu), because Zn and Cu amounts were lower than upper limit in legislation (ÇŞB, 2017). Results of this study were similar to Crimean Juniper populations from Iran and Pakistan with respect to parameter of pH, salinity, texture, lime and organic matter (Sarangzai et al., 2012; Zangiabadi et al., 2012). Although findings of this study, Gülser et al. (2012) and Şenol et al. (2018) from Turkey on Crimean Juniper were resembling pattern, some differences were also found such as texture of soils. As a conclusion, when we compared our results to other similar research, we concluded that soil conditions of Crimean juniper needed for grow were pretty flexible. Besides, it was seen that the individuals of this species were be able to grow by adapting to challenging soil conditions, so they could form forests. All these conclusions once again revealed ecological importance of this species.

Dünya Bankası'nın 2015 verilerine göre, kendilerine has ekolojik özellikleriyle bir ekosistem özelliğinde olan ormanlar tüm dünya yüzeyinde yaklaşık olarak 40 milyon km²'lik bir yüz ölçüme sahiptir. Bu da ormanların dünya karasal alanlarının %31'ine denk gelmektedir (The World Bank, 2015). Orman Genel Müdürlüğü'nün 2015 yılı verileri göz önüne alındığında, Türkiye'de ormanların kapladığı alan 22.342.935 hektar olup; bu alan ülke yüzölçümünün %28,6'lık bir kısmını oluşturmaktadır (OGM, 2017a). Aynı kaynağa göre, Türkiye genelinde bulunan orman varlığının onda dokuzluk bir bölümünü oluşturan (%90) altı adet ağaç cins ve türünün yüzdeleri sırasıyla; %26,34 ile meşe (*Quercus L. sp.*), %25,11 ile kızılçam (*Pinus brutia Ten.*), %19 ile karaçam (*Pinus nigra J. F. Arnold*), %8,5 ile kayın (*Fagus orientalis Lipsky*) %6,8 ile sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve son olarak %4,29 ile ardıçtır (*Juniperus L. sp.*). Bu altı cins ağacın yanı sıra; kestane, fıstıkçami, kavak, köknar, kızılğaç, ladin, ihlamur, sedir, gürgen, dişbudak ve sıtma ağacı (okaliptüs) gibi türler de Türkiye ormanlarında bulunan önemli ağaçlardır (OGM, 2017a). Buna göre ardıç türleri orman oluşturan ağaç türleri arasında altıncı sırada gelmektedir. 2014 yılında, Orman Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanmış olan "Ardıç Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı (2006-2015)" başlıklı kaynağa göre ise Türkiye genelinde ardıç ormanlarının kapladığı alan 1.113.085 hektar kadardır (OGM, 2014).

Ardıç (*Juniperus sp.*), Servigiller (Cupressaceae) familyası içerisinde yer alan tek veya iki evcikli, etli kozalaklara sahip, herdem yeşil çalı ve ağaç türlerini barındıran bir cinstir (Adams, 2014). Türkiye'de yayılış gösteren ardıç tür ve alttürleri; andız (*J. drupacea Labill.*), adi/cüce ardıç (*J. communis L. subsp. hemisphaerica (J. & C. Presl) Nyman* ve subsp. *nana (Willd.) Syme in Sowerby*), katran/diken ardıcı (*J. oxycedrus L. subsp. oxycedrus Clinton-Baker* ve subsp. *macrocarpa (Sibth. & Sm.) Ball., J. oblonga M. Bieb., J. sabina L.*), Finike/servi ardıcı (*J. phoenicea L.*), kokulu/yağ ardıç (*J. foetidissima Willd.*), boylu/boz ardıç (*J. excelsa subsp. excelsa M. Bieb.* ve daltaban ardıcı (*J. excelsa subsp. polycarpos K. Koch*) şeklindedir (Coode ve Cullen, 1982; Güner ve ark., 2012). Türkiye'de ardıç türlerinin oluşturdukları ormanlar içinde en baskın türün %82 yayılış oranıyla *J. excelsa M. Bieb.* olduğu bildirilmiştir (OGM, 2014). Bu türün bireyelerine, bunların oluşturdukları popülasyonlara (ormanlara) deniz etkisinin azaldığı ve bittiği alanlar ile genellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi dışındaki bölgelerde sıklıkla rastlanmakta olup boylu ardıç türü, saf veya diğer ağaç türleriyle (kızılçam, karaçam, sedir vb.) karışık ormanlar oluşturmaktadır.

Boylu ardıç (*J. excelsa subsp. excelsa*) 35 metre boya ve bir metre gövde çapına ulaşabilen piramidal tepe yapısına sahip bir türdür (OGM, 2014). Ayrıca, bu tür dünya üzerinde Kırım, Balkan Yarımadası ülkeleri (Makedonya, Arnavutluk, Yunanistan), Lübnan ve Güney Kıbrıs'ın dağlık kesimleri ile Türkiye'de yayılış göstermektedir (Douaihy ve ark., 2011; Foatidis ve ark., 2012). Ancak; Douaihy ve ark. (2011), Foatidis ve ark. (2012) ve OGM (2014) verileri göz önüne alındığında sayılan bu ülkeler içerisinde boylu ardıç popülasyonlarının oluşturduğu verimli ve bozuk ormanların yüzölçümü bakımından, en büyük olan ülke Türkiye'dir. Boylu ardıç ve diğer ardıç türlerinin yetiştiği topraklar oldukça sert koşullara sahip olabilmektedir. Ardıçların; eğimli, kayalık, taşlık alanlar, dağ yamaçları, besin açısından fakir, kumlu, kireçli topraklarda orman oluşturmaya sıklıkla rastlanır. Ayrıca, ardıçlar su kıtlığına ve şiddetli soğuklara karşı da dirençlidir (OGM, 2014). Boylu ardıç; deniz etkisinden uzak, yıllık ortalama olarak 400-600 mm dolaylarında yağış alan alanlarda doğal olarak yetişir. Boylu ardıca 300 ile 2300 (-2800) m arasında değişebilen yükseltilerde rastlanır (Coode ve Cullen, 1982). Bu tür, Karadeniz Bölgesi gibi kuzey bölgelerde denizden 300 m yükseklikteki alanlarda; dahası Karadeniz'in kuzeyindeki Kırım gibi yerlerde neredeyse deniz seviyesi kadar alçak yükseltilerde (30-40 m) görülür (Douaihy ve ark., 2011). Ancak, güneye doğru gidildikçe boylu ardıca rastlanılan yükselti artar. Boylu ardıç popülasyonları, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri'nde 1000 m ve daha yüksek rakımlı alanlarda görülürken, Lübnan Dağı gibi daha da güney bölgelerde ise 1100 m ve yukarısında boylu ardıç popülasyonlarına rastlanır (Douaihy ve ark., 2011).

Tüm kara bitkilerinin yetişmesinde toprağın çok önemli bir yeri vardır. Bu nedenle orman varlığının sürdürülebilmesi için en uygun toprak koşullarının bilinmesi ve erozyonla mücadele için ağaçlandırılmak istenen alanların toprak yapısına uyum sağlayabilecek uygun ağaç seçimi için, toprakların fiziksel ve kimyasal yapılarını araştıran çalışmaların ayrı bir önemi bulunmaktadır.

Türkiye'de orman ağaçlarının yetiştiği toprakların fiziksel (bünye) ve kimyasal (pH, elektriksel iletkenlik potasyum, kalsiyum, mangan vb.) yapılarının analizleri yapılarak orman ağaçlarının toprak istekleri ve uyum sağladığı toprak koşullarını inceleyen pek çok araştırma yapılmıştır (Karaöz, 1991; Özkan, 2004; Altun ve ark. 2007; Gülser ve ark., 2012; Şenol ve ark., 2018).

Önceki yıllarda, Göller Yöresi ve Van-Gevaş'taki boylu ardıç popülasyonlarının yetiştiği toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının analizlerine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Gülser ve ark., 2012; Şenol ve ark.,

2018). Ancak, yukarıda anılan iki çalışma da boylu ardıçların belli bir bölgedeki (Göller Yöresi ve Van-Gevaş) popülasyonlarına yönelik olmuştur. Bu nedenle bu türün Türkiye genelindeki popülasyonlarının toprak analizini konu alan bir çalışmaya ihtiyaç olduğu görülmüştür. Böyle bir çalışma ile bu türün yetiştiği toprak koşullarının daha iyi anlaşılması üzerine daha üst düzeyde-genelleyici bir bilgi birikimine sahip olunabilecektir.

Yukarıda yapılan tespitten hareketle bu çalışmanın temel amacı; Türkiye’nin farklı coğrafik bölgelerinden 20 farklı doğal boylu ardıç popülasyonundan alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek, karşılaştırmak ve bu türün yetişebildiği edafik (toprakla ilgili) koşullardaki esnekliği ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma materyali

Toprak örneği alınmış boylu ardıç popülasyonların adları (bulunduğu il-ilçe olarak), enlem ile boylam ve yükselti bilgileri Tablo 1’de verilmiştir. Enlem, boylam ve yükselti bilgileri arazide örneklerin alınması esnasında navigasyon (GPS) cihazı kullanılarak elde edilip kaydedilmiştir. Milli park, tohum meşceresi veya gen koruma ormanı gibi özel statülü popülasyonlar parantez içlerinde belirtilmiştir. Enlem-boylam bilgilerine göre popülasyonların dağılımı harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 1).

Örnekleme yapılacak popülasyonların (Tablo 1) belirlenmesinde “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” başlıklı eserden ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı’nın kayıtlarından yararlanılmıştır (Coode ve Cullen, 1982; OGM, 2017b). Örnek toplamak amacıyla popülasyonların bulunduğu yerlere gidildiğinde arazinin ortalama eğimi, arazinin kayalık, taşlık vb. olma durumları ve bakıları not edilmiştir. Arazilere ilişkin sözü geçen bu bilgiler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo1. Çalışmada kullanılan *Juniperus* taksonlarına ait coğrafik bilgiler

Table 1. Geographical information belong to *Juniperus* taxa used in the study

Pop. No	Popülasyon Adı	Enlem	Boylam	Yükselti (m)
1	Adana-Pozantı	N37°31'55.4"	E34°59'31.2"	1188
2	Afyon-Sandıklı	N38°20'25.1"	E30°07'48.5"	1123
3	Ankara-Beypazarı (ATM)*	N40°12'48.4"	E31°40'02.2"	535
4	Antalya-Elmalı	N36°49'17.7"	E29°46'03.7"	1380
5	Antalya-Gündoğmuş	N36°51'02.5"	E32°05'11.0"	1405
6	Antalya-Termessos (MP)*	N36°58'43.5"	E30°27'31.7"	1050
7	Aydın-Efeler	N37°56'43.9"	E27°53'51.0"	1470
8	Burdur-Bucak	N37°24'06.5"	E30°20'46.0"	1360
9	Denizli-Acıpayam (GKO)*	N37°11'41.6"	E29°08'02.7"	1460
10	Denizli-Beyağaç (GKO)*	N37°17'52.7"	E28°58'19.2"	1180
11	Eskişehir-Mihalıççık (GKO)*	N39°50'50.3"	E31°15'59.7"	980
12	Eskişehir-Seyitgazi (GKO)*	N39°28'53.3"	E30°39'57.7"	1010
13	Gümüşhane-Torul	N40°32'29.9"	E39°16'54.8"	1112
14	Isparta-Senirkent	N38°05'15.0"	E30°48'11.8"	1369
15	Karabük-Eskipazar (ATM)*	N41°00'01.2"	E32°37'18.5"	560
16	Konya-Hadim (GKO)*	N37°02'34.0"	E32°30'37.2"	1440
17	Mersin-Mut (GKO)*	N36°51'14.9"	E33°17'46.2"	1443
18	Mersin-Tarsus (GKO)*	N37°07'00.5"	E34°27'36.0"	1470
19	Muğla-Seydikemer (GKO)*	N36°52'41.5"	E29°31'03.7"	1388
20	Sinop-Boyabat	N41°37'22.1"	E34°37'18.1"	386

* ATM: Ardıç Tohum Meşceresi, GKO: Gen Koruma Ormanı, MP: Milli Park, Pop.: Popülasyon

Tablo 2. Çalışılan popülasyonların arazi yapısı, eğim ve bakışı

Pop. No	Popülasyon Adı	Arazi	Eğim	Bakı
1	Adana-Pozantı	Toprak	20°	Güneydoğu
2	Afyon-Sandıklı	Taşlık	30°	Güney-güneydoğu
3	Ankara-Beypazarı	Toprak	40°	Kuzeybatı
4	Antalya-Elmalı	Kayalık	50°	Kuzeybatı-kuzey-kuzeydoğu
5	Antalya-Gündoğmuş	Kayalık	50°	Kuzey ve güney
6	Antalya-Termessos	Kayalık	30°	Güneydoğu ve kuzeybatı
7	Aydın-Efeler	Kayalık	40°	Güney-güneybatı
8	Burdur-Bucak	Kayalık	50°	Doğu-güneydoğu ve batı-kuzeybatı
9	Denizli-Acıpayam	Kayalık	50°	Kuzey ve güney
10	Denizli-Beyağaç	Kayalık	40°	Doğu-güneydoğu ve batı-kuzeybatı
11	Eskişehir-Mihalıççık	Taşlık	10°	Güney-güneybatı
12	Eskişehir-Seyitgazi	Taşlık	20°	Batı-güneybatı
13	Gümüşhane-Torul	Kayalık	40°	Güneybatı ve kuzeydoğu
14	Isparta-Senirkent	Taşlık	50°	Batı
15	Karabük-Eskipazar	Toprak	30°	Batı
16	Konya-Hadim	Taşlık	10°	Kuzey-kuzeydoğu
17	Mersin-Mut	Taşlık	10°	Kuzey ve güney
18	Mersin-Tarsus	Toprak	30°	Güney-güneybatı
19	Muğla-Seydikemer	Taşlık	20°	Güneybatı ve kuzeydoğu
20	Sinop-Boyabat	Toprak	10°	Güney

Şekil 1. Bu çalışmadaki *J. excelsa* popülasyonlarının coğrafik yerleşimleri (Tablo 1'deki gibidir)Figure 1. Geographical locations of *J. excelsa* populations in this study (As in table 1)

Yönteme İlişkin Bilgiler

Her popülasyondan, toprak analizleri yapmak amacıyla toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri tercihen şev (yol kenarlarında bulunan; ancak yol seviyesinden yüksekteki toprak sütunlar) kısımlarından alınmıştır. Bu kısımlardan örnek almaktaki amaç, toprağı çok fazla kazmaya gerek kalmadan hem toprağın derin katmanlarından hem de ağaçların köklerinin hizasından (50-100 cm) örnekleme yapılmasının mümkün olmasıdır. Örnekleme yapılırken keser ile şevin en dış kısımları sıyrılmış ve daha iç kısımdan toprak örnekleri ağaç kökleri hizasından 50-100 cm derinliğe denk gelecek şekilde alınmıştır. Örnekler alınırken büyük taşlar ayıklanmış ve her bir popülasyonun bulunduğu alanın iki farklı yerinden ikişer kilogram toprak örneği alınarak naylon poşetlere konulmuş ve hangi popülasyondan alındığına dair bilgi notu yazılarak poşetlere konulmuştur.

Kurutma işlemi öncesi aynı popülasyonlardan alınan ikişerli toprak örnekleri birbirine karıştırılarak birleştirilmiştir. Bu şekilde yapılacak ölçümlerin hata payının düşürülmesi hedeflenmiştir.

Topraklar analize gönderilmeden önce taşları ayıklanmıştır. Ardından, toprak kesekleri ahşap çekiç yardımıyla ufalanmıştır ve bu şekilde toprak örnekleri elenebilecek hale getirilmiştir. Ufalanmış toprak örnekleri gazete kağıdı üzerine serilmiş ve 2-3 gün boyunca zaman zaman hafifçe karıştırılarak örneklerin nemi uzaklaştırılmıştır. Daha sonra örnekler, gözenekleri 2 mm çapındaki çelik bir elek ile elenmiştir. Böylece elekten geçirilen kısımlar tekrar poşetlenerek etiketlenmiş, üstte kalan kaba kısımlar ise atılmıştır.

Her bir popülasyondan alınmış toprak örneklerinin “T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bölge Toprak Bitki Su ve Gübre Analiz Laboratuvarı” tarafından standart analizi yapılmıştır. Toprak analizinde bakılan başlıca parametreler ve bunların miktarlarının hangi yöntemlere göre belirlendiği aşağıda belirtilmiştir.

Bünye (kil, silt, kum yüzdeleri); hidrometre yöntemi kullanılarak Bouyoucos (1951)’a göre, toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC); 1/2,5 oranında toprak-su karışımında Jackson (1967)’a göre pH metre ve EC metre ile, kireç (CaCO₃) yüzdesi; Scheibler kalsimetresi ile Çağlar (1949)’a göre, organik madde yüzdesi; modifiye edilmiş Walkey-Black yöntemine (Black, 1965) göre, alınabilir fosfor (P) miktarı; Olsen yöntemine (Olsen ve Sommers, 1982) göre, alınabilir potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) miktarları; 1 N amonyum asetat (pH=7) yöntemine (Kacar, 1962) göre “Atomik Absorbsiyon spektrometresi” kullanılarak ve alınabilir demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) miktarları da DTPA ile ekstraksiyon yolu ile (Lindsay ve Norwell, 1978) “Atomik Absorbsiyon spektrometresi” kullanılarak ölçülmüştür. Bunlara ek olarak, toprak örneklerindeki kil, silt ve kum yüzdelerinin tekstür üçgenindeki (FAO, 1984) keşişimleri belirlenerek toprağın hangi bünye sınıfına (tınlı, kumlu tın, kumlu killi tın vb.) girdiği belirlenmiştir.

Her bir toprak örneğinden elde edilen toprak; pH’ı, tuzluluk, kireç, organik madde, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır miktarlarının sınıflandırılması Orman Genel Müdürlüğü’nün “Toprakta Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Sınır Değerler” başlıklı yayını (OGM, 2019) ile Alpaslan ve ark. (2005)’na göre yapılmıştır. Ayrıca, toprakların içerdiği ve ağır metal niteliğindeki çinko ve bakırın üst sınırlarına göre değerlendirilmesinde ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın ilgili mevzuatı (ÇŞB, 2017) esas alınmıştır.

Tüm bunların yanında, toprak örneklerinin yukarıda sözü edilen parametrelere göre istatistiksel analizleri (değişim aralığı, aritmetik ortalama, standart hata, çarpıklık, basıklık ve Pearson korelasyon analizi), IBM-SPSS programı v23 (IBM Corp. Released, 2015) kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprakların Analiz Sonuçları ve Sınıflandırılması

Çalışılan alanlardan toplanmış toprak örneklerinin analizleri sonucunda, örneklerin kil, silt ve kum yüzdeleri ile bünye sınıfları Tablo 3’de özetlenmiştir.

Tablo 3. Toprak örneklerinin bünye analiz sonuçları

Popülasyon	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Bünye Sınıfı
Adana-Pozantı	7,6	22	70	Kumlu tın
Afyon-Sandıklı	5,6	32	62	Kumlu tın
Ankara-Beypazarı	11	20	69	Kumlu tın
Antalya-Elmalı	11	18	71	Kumlu tın
Antalya-Gündoğmuş	19	32	49	Tın
Antalya-Termessos	11	24	65	Kumlu tın
Aydın-Efeler	15	50	35	Tın
Burdur-Bucak	13	28	59	Kumlu tın
Denizli-Acıpayam	21	30	49	Tın
Denizli-Beyağaç	22	36	42	Tın
Eskişehir-Mihalıççık	17	38	45	Tın
Eskişehir-Seyitgazi	25	28	47	Tın
Gümüşhane-Torul	5,6	22	72	Kumlu tın
Isparta-Senirkent	21	30	49	Tın
Karabük-Eskipazar	12	12	76	Kumlu tın
Konya-Hadim	12	26	62	Kumlu tın
Mersin-Mut	12	24	64	Kumlu tın
Mersin-Tarsus	7,6	36	56	Kumlu tın
Muğla-Seydikemer	22	22	56	Kumlu killi tın
Sinop-Boyabat	14	44	42	Tın
En düşük	5,6	12	35	-
En yüksek	25	50	76	-
Ort.	14,22	28,70	57,00	-

Bünye analizlerinde; kil yüzdesi en yüksek olan Eskişehir-Seyitgazi (%25) ve en düşük olan Gümüşhane-Torul (%5,6) ile Afyon-Sandıklı (%5,6), silt yüzdesi en yüksek olan Aydın-Efeler (%50) ve en düşük olan Karabük-Eskipazar (%12) ve kum yüzdesi en yüksek olan Karabük-Eskipazar (%76) ile en düşük olan Aydın-Efeler (%35)'dir. Toprak bünyesi olarak, Aydın-Efeler ve Sinop-Boyabat hariç geriye kalan tüm toprak örneklerinde kum yüzdesi, silt ve kil yüzdelerinden daha yüksek çıkmıştır. Yalnızca, Aydın-Efeler'de kum yüzdesi 35 iken silt yüzdesi 50 ve Sinop-Boyabat'ta da kum yüzdesi 42 iken silt yüzdesi 44'dür. Kil yüzdesi ise hiçbir örnekte %25'i geçmemiştir.

Popülasyonlardan alınan toprak örneklerinin pH, EC (elektriksel iletkenlik), kireç (CaCO_3), organik madde fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) analiz sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4'e göre; toprakların pH değerleri 7,0 ile 8,0 arasında değişmektedir. Bu değer bakımından en yüksek olan popülasyonlar 8,0 ile Eskişehir-Mihalıççık, Gümüşhane-Torul, Mersin-Tarsus ve Sinop-Boyabat, en düşük olan ise 7,0 ile Antalya-Termessos'tur.

Elektriksel iletkenlik (EC) değeri en yüksek olan Karabük-Eskipazar ($4,64 \text{ mS cm}^{-1}$), en düşük olan ise Muğla-Seydikemer ($0,094 \text{ mS cm}^{-1}$) olmuştur.

Kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeriği en yüksek olanın Mersin-Mut (%60,8), en düşük olanın ise Denizli-Acıpayam (%0,5) olduğu görülmüştür.

Organik madde yüzdesi en yüksek Denizli-Beyağaç'ta (%10,2), en düşük Antalya-Elmalı'da (%0,5) ölçülmüştür.

Fosfor (P) miktarı en yüksek olanın Antalya-Termessos (76 mg kg^{-1}), en düşük olanların ise Adana-Pozantı (6 mg kg^{-1}), Antalya-Elmalı (6 mg kg^{-1}), Denizli-Acıpayam (6 mg kg^{-1}), Mersin-Tarsus (6 mg kg^{-1}) ve Sinop-Boyabat (6 mg kg^{-1}) olduğu görülmüştür.

Potasyum (K) miktarı en yüksek olan Ankara-Beypazarı (567 mg kg^{-1}), en düşük olan ise Aydın-Efelerdir (12 mg kg^{-1}).

Kalsiyum (Ca) miktarı en yüksek Karabük-Eskipazar’da (15.594 mg kg⁻¹), en düşük ise Afyon-Sandıklı’da (1.326 mg kg⁻¹) ölçülmüştür.

Magnezyum (Mg) miktarı en yüksek olan Isparta-Senirkent (1.039 mg kg⁻¹), en düşük olan ise Afyon-Sandıklı (35 mg kg⁻¹) olmuştur.

Tablo4. Toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Table 4. Chemical analysis results of the soil specimens

Popülasyonlar	pH	EC (mS cm ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	O.mad. (%)	(mg kg ⁻¹)							
					P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
Adana-Pozantı	7,9	0,196	11,7	0,8	6	66	7.456	1.038	9,9	0,4	6,2	2,6
Afyon-Sandıklı	7,9	0,113	0,8	0,8	11	64	1.326	35	4,5	0,6	4,0	0,5
Ankara-Beypazarı	7,5	2,2	5,5	3,0	22	567	4.587	556	8,7	1,5	8,9	0,5
Antalya-Elmalı	7,4	0,275	1,1	0,5	6	116	4.931	116	19,3	0,7	15,8	4,2
Antalya-Gündoğmuş	7,4	0,381	8,4	3,5	19	263	8.030	125	27,3	1,2	14,0	1,6
Antalya-Termessos	7,0	0,984	30,4	9,2	76	483	8.315	411	27,3	5,0	15,6	1,7
Aydın-Efeler	7,7	0,240	9,8	1,5	7	12	2.867	120	4,2	0,4	15,0	0,6
Burdur-Bucak	7,6	0,236	19,5	1,5	7	112	8.539	181	13,6	0,2	13,4	1,5
Denizli-Acıpayam	7,5	0,131	0,5	1,0	6	70	6.409	147	14,4	0,4	16,1	1,2
Denizli-Beyağaç	7,3	0,489	5,8	10,2	27	504	7.925	200	20	1,6	22,0	1,4
Eskişehir-Mihalıççık	8,0	0,168	32,6	1,5	8	189	4.769	409	7,5	0,2	6,1	1,3
Eskişehir-Seyitgazi	7,6	0,361	9,4	2,3	9	415	6.709	1.038	8,9	0,3	8,2	1,6
Gümüşhane-Torul	8,0	0,162	8,6	0,8	14	132	4.687	309	3,4	0,6	6,9	1,2
Isparta-Senirkent	7,7	0,248	17,1	3,2	14	263	5.052	1.039	14	0,6	8,8	1,0
Karabük-Eskipazar	7,2	4,64	8,6	1,9	9	155	15.594	259	4,8	0,2	16,6	1,0
Konya-Hadim	7,5	0,161	0,6	2,8	7	208	6.927	127	6,6	0,7	12,7	1,7
Mersin-Mut	7,6	0,263	60,8	1,3	10	64	5.270	85	6,2	0,3	4,0	0,8
Mersin-Tarsus	8,0	0,141	55,3	1,1	6	60	5.210	81	5,2	0,1	3,4	0,4
Muğla-Seydikemer	7,4	0,094	0,8	1,5	9	230	3.522	81	12,4	0,4	22,8	2,0
Sinop-Boyabat	8,0	0,213	16,4	2,0	6	167	4.559	407	9,2	0,1	4,2	1,2
En düşük	7,0	0,094	0,5	0,5	6	12	1.326	35	3,4	0,1	3,4	0,4
En yüksek	8,0	4,64	60,8	10,2	76	567	15.594	1.039	27,3	5	22,8	4,2
Ort.	7,61	0,58	15,18	2,52	13,95	207	6.134,2	338,2	11,37	0,78	11,24	1,40

Demir (Fe) miktarı en yüksek olanın Antalya-Gündoğmuş (27,3 mg kg⁻¹) ve Termessos (27,3 mg kg⁻¹), en düşük olanın ise Gümüşhane-Torul (3,4 mg kg⁻¹) olduğu görülmüştür.

Çinko (Zn) miktarı en yüksek olan Antalya-Termessos (5 mg kg⁻¹), en düşük olanlar ise Mersin-Tarsus (0,1 mg kg⁻¹) ve Sinop-Boyabat’tır (0,1 mg kg⁻¹).

Mangan (Mn) miktarı en yüksek olan Muğla-Seydikemer (22,8 mg kg⁻¹), en düşük olan ise Mersin-Tarsus (3,4 mg kg⁻¹) olmuştur.

Bakır (Cu) miktarı en yüksek olanın Antalya-Elmalı (4,2 mg kg⁻¹), en düşük olanın ise Mersin-Tarsus (0,4 mg kg⁻¹) olduğu bulunmuştur

Tablo 5’te toprak örneklerinin pH, tuzluluk, kireç ve organik madde yönünden sınıflandırılmaları OGM (2019)’ye göre yapılmıştır. Buna göre, toprak örneklerindeki ölçülen pH değeri 7,0-8,0 aralığında olup, örnekler pH bakımından nötr (7), hafif alkali (7,1-7,5) ve orta alkali (7,6-8,3) toprak sınıflarına girmektedir.

EC değerlerinin iki örneğin dışındaki tüm toprak örneklerinde çok yüksek olmadığı belirlenmiş olup, bundan hareketle tuzluluk oranlarının da yüksek olmadığı ve bu toprak örneklerinin tuzsuz toprak kategorisine girdiği sonucuna ulaşılmıştır (<2 mS cm⁻¹). Ankara-Beypazarı’ndan alınmış toprak örneğinde EC değeri 2,2 mS cm⁻¹ ve Karabük-Eskipazar’dan alınmış toprak örneğinde ise bu değer 4,64 mS cm⁻¹ olarak ölçülmüştür.

Buna göre, Ankara-Beypazarı'nın hafif tuzlu (2-4 mS cm⁻¹) ve Karabük-Eskipazar'ın da orta derecede tuzlu (4-8 mS cm⁻¹) toprak kategorisine girdiği görülmüştür.

Kireç kapsamaları bakımından toprak örnekleri çok değişken bulunmuştur (%0,5 ile 60,8). Buna göre topraklar kireç içerikleri yönünden özellikleri az kireçliden (<%1), kireçli (%1-5), orta kireçli (%5-15), fazla kireçli (%15-25) ve çok fazla kireçliye (>%25) kadar değişkenlik göstermektedir.

Organik madde yüzdesi de topraklarda oldukça değişkenlik göstermiştir (%0,5-10,2). Çalışılmış olan toprak örneklerinin sınıflandırılması OGM (2019)'de belirtilen toprak kategorilerinden olan kumlu-balçık türündeki topraklar için uygun olacak şekilde yapılmıştır. Dolayısıyla, çalışılan bu topraklar organik madde yönünden düşük (<%0,7), orta (%0,7-1,4) veya yüksek (>%1,4) olarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 5. Toprak örneklerinin pH, tuzluluk, kireç ve organik madde yönünden sınıflandırılmaları

Table 5. Classifications of the soil specimens in terms of pH, salinity, lime and organic matter

Popülasyonlar	Toprak Sınıfları			
	pH	Tuzluluk	Kireç	Organik madde
Adana-Pozantı	Orta alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Orta
Afyon-Sandıklı	Orta alkali	Tuzsuz	Az kireçli	Orta
Ankara-Beypazarı	Hafif alkali	Hafif tuzlu	Orta kireçli	Yüksek
Antalya-Elmalı	Hafif alkali	Tuzsuz	Kireçli	Düşük
Antalya-Gündoğmuş	Hafif alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Yüksek
Antalya-Termessos	Nötr	Tuzsuz	Çok fazla kireçli	Yüksek
Aydın-Efeler	Orta alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Yüksek
Burdur-Bucak	Orta alkali	Tuzsuz	Fazla kireçli	Yüksek
Denizli-Acıpayam	Hafif alkali	Tuzsuz	Az kireçli	Orta
Denizli-Beyağaç	Hafif alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Yüksek
Eskişehir-Mihalıççık	Orta alkali	Tuzsuz	Çok fazla kireçli	Yüksek
Eskişehir-Seyitgazi	Orta alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Yüksek
Gümüşhane-Torul	Orta alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Orta
Isparta-Senirkent	Orta alkali	Tuzsuz	Fazla kireçli	Yüksek
Karabük-Eskipazar	Hafif alkali	Orta tuzlu	Orta kireçli	Yüksek
Konya-Hadim	Hafif alkali	Tuzsuz	Az kireçli	Yüksek
Mersin-Mut	Orta alkali	Tuzsuz	Çok fazla kireçli	Orta
Mersin-Tarsus	Orta alkali	Tuzsuz	Çok fazla kireçli	Orta
Muğla-Seydikemer	Hafif alkali	Tuzsuz	Az kireçli	Yüksek
Sinop-Boyabat	Orta alkali	Tuzsuz	Fazla kireçli	Yüksek

Toprak örneklerinin içerdikleri potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır gibi makro ve mikro besin elementleri miktarlarının Alpaslan ve ark. (2005)'na göre değerlendirilmesi Tablo 6'da verilmiştir. Ancak toprak içeriklerinin fosfor açısından değerlendirilmesi OGM (2019)'ye göre yapılmıştır.

Tablo 6. Toprak örneklerinin bazı makro ve mikro besin elementlerince değerlendirilmesi

Table 6. Assessment of the soil samples in terms of some macro-micro nutrients

Popülasyonlar	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
Adana-Pozantı	Orta	Az	Fazla	Fazla	Fazla	Az	Az	Yeterli
Afyon-Sandıklı	Orta	Az	Yeterli	Çok az	Orta	Az	Az	Yeterli
Ankara-Beypazarı	Yüksek	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla	Yeterli	Az	Yeterli
Antalya-Elmalı	Orta	Az	Fazla	Az	Fazla	Yeterli	Yeterli	Yeterli
Antalya-Gündoğmuş	Yüksek	Yeterli	Fazla	Az	Fazla	Yeterli	Yeterli	Yeterli
Antalya-Termessos	Yüksek	Fazla	Fazla	Yeterli	Fazla	Fazla	Yeterli	Yeterli
Aydın-Efeler	Orta	Çok az	Yeterli	Az	Orta	Az	Yeterli	Yeterli
Burdur-Bucak	Orta	Az	Fazla	Yeterli	Fazla	Az	Az	Yeterli
Denizli-Acıpayam	Orta	Az	Fazla	Az	Fazla	Az	Yeterli	Yeterli
Denizli-Beyağaç	Yüksek	Fazla	Fazla	Yeterli	Fazla	Yeterli	Yeterli	Yeterli
Eskişehir-Mihalıççık	Orta	Yeterli	Fazla	Yeterli	Fazla	Az	Az	Yeterli
Eskişehir-Seyitgazi	Orta	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla	Az	Az	Yeterli
Gümüşhane-Torul	Yüksek	Az	Fazla	Yeterli	Orta	Az	Az	Yeterli
Isparta-Senirkent	Yüksek	Yeterli	Fazla	Fazla	Fazla	Az	Az	Yeterli
Karabük-Eskipazar	Orta	Yeterli	Çok fazla	Yeterli	Fazla	Az	Yeterli	Yeterli
Konya-Hadim	Orta	Yeterli	Fazla	Az	Fazla	Yeterli	Az	Yeterli
Mersin-Mut	Orta	Az	Fazla	Az	Fazla	Az	Az	Yeterli
Mersin-Tarsus	Orta	Az	Fazla	Az	Fazla	Çok az	Çok az	Yeterli
Muğla-Seydikemer	Orta	Yeterli	Fazla	Az	Fazla	Az	Yeterli	Yeterli

Sinop-Boyabat Orta Yeterli Fazla Yeterli Fazla Çok az Az Yeterli

Tablo 6’da fosfor miktarlarını sınıflandırmak için düşük, orta veya yüksek; diğer besin elementlerinin miktarları için ise çok az, az, yeterli, fazla veya çok fazla kategorileri kullanılmıştır. Tablo 6’ya göre; topraklardaki fosfor miktarı orta veya yüksek, bakır miktarı yeterli ve kalsiyum ile demir miktarları da ikişer popülasyon dışındaki tüm popülasyonlarda fazladır. Potasyum, magnezyum, çinko ve mangan miktarları ise popülasyonlar arasında oldukça değişkenlik göstermiştir. Örneğin potasyum miktarları; Aydın-Efeler’de çok az, Adana-Pozanti’de az, Isparta-Senirkent’te yeterli ve Denizli-Beyağaç’ta fazla düzeylerde bulunmuştur.

Çinko ve bakır bitkilerin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için çok az miktarlarda da olsa gereklidir. Ancak, ağır metal sınıfına giren çinko ve bakırın toprakta belli bir miktarın üzerinde bulunması durumunda canlılar için zararlı olmasından ötürü, bunların her zaman belli bir değer altında olması gerekmektedir (ÇŞB, 2017). Bundan hareketle, çinko ve bakır miktarı toprak örneklerinde belirlenmiş ve bunların derişiminin sırası ile 0,1-5 mg kg⁻¹ ile 0,4-4,2 mg kg⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür. Bu da mevzuatta pH değeri 7 ve üzerinde olan kurutulmuş topraklarda çinko (200 mg kg⁻¹) ve bakır (100 mg kg⁻¹) için belirlenmiş olan üst sınırların altındadır (ÇŞB, 2017).

Örneklenen Toprakların İçeriklerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Tablo 7’de toprakların incelenen parametreler yönünden istatistiksel analiz bulguları verilmiştir. Tüm toprakların ortalamaları göz önüne alındığında toprak bünyelerinin yarıdan fazla oranda kumdan oluştuğu görülmüştür ve toprak asitlik değerlerinin (pH) ortalaması da orta alkali sınıfına (pH=7,6-8,3) girmektedir. İncelenen toprak örneklerinin ortalama olarak, EC değerlerine göre tuzsuz (EC<2 mS cm⁻¹), kireç yüzdelere göre fazla kireçli (%15-25) ve organik madde miktarının ise yüksek (>%1,4) olduğu anlaşılmıştır. Besin elementleri yönünden ise ortalama olarak; fosfor miktarlarının yüksek (>12 mg kg⁻¹), potasyum miktarlarının yeterli (140-370 mg kg⁻¹), kalsiyum miktarlarının fazla (3500-10000 mg kg⁻¹), magnezyum miktarlarının yeterli (160-480 mg kg⁻¹), demir miktarlarının fazla (>4,5 mg kg⁻¹), çinko miktarlarının yeterli (0,7-2,4 mg kg⁻¹), mangan miktarlarının az (4-14 mg kg⁻¹) ve bakır miktarlarının ise yeterli (>0,2 mg kg⁻¹) olduğu bulunmuştur.

Tablo 7. Toprakların incelenen özellikler bakımından istatistiksel analiz sonuçları

Table 7. Statistical analysis results of the soils in terms of investigated properties

	Değişim Aralığı	Ortalama ± Standart Hata	Çarpıklık	Basıklık
Kil (%)	19,4 (5,6-25)	14,22 ± 1,302	0,282	-0,967
Silt (%)	38 (12-50)	28,70 ± 2,028	0,567	0,497
Kum (%)	41 (35-76)	57,00 ± 2,633	- 0,131	-1,077
pH	1,0 (7,0-8,0)	7,61 ± 0,065	- 0,168	- 0,587
EC	4,546 (0,094-4,64)	0,58 ± 0,238	3,389	12,045
CaCO ₃ (%)	60,3 (0,5-60,8)	15,18 ± 3,866	1,702	2,370
Org. Madde (%)	9,7 (0,5-10,2)	2,52 ± 0,583	2,368	5,131
P (mg kg ⁻¹)	70 (6-76)	13,95 ± 3,519	3,566	14,000
K (mg kg ⁻¹)	555 (12-567)	207,00 ± 36,663	1,051	0,055
Ca (mg kg ⁻¹)	14.268 (1.326-15.594)	6.134,20 ± 655,502	1,636	5,079
Mg (mg kg ⁻¹)	1004 (35-1.039)	338,20 ± 74,267	1,450	0,946
Fe (mg kg ⁻¹)	23,9 (3,4-27,3)	11,37 ± 1,618	1,113	0,471
Zn (mg kg ⁻¹)	4,9 (0,1-5,0)	0,78 ± 0,242	3,451	13,324
Mn (mg kg ⁻¹)	19,4 (3,4-22,8)	11,24 ± 1,335	0,369	- 0,849
Cu (mg kg ⁻¹)	3,8 (0,4-4,2)	1,40 ± 0,192	1,911	5,347

Tablo 8’de görüldüğü gibi, ölçülen parametrelerin Pearson korelasyon analiz bulguları özetlenmiştir ve %5’lik istatistiksel önem düzeyine göre önemli bulunanlar işaretlenmiştir. Tablo 8’de 105 adet korelasyona yer verilmiştir. Bunlardan 75 tanesi istatistiksel olarak önem arz etmezken, 30 tanesi istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05). İlk başta pH ile EC, OM ve besin elementlerinin miktarı arasında (magnezyum dışında) istatistiksel olarak önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir. Cu ile pH arasındaki negatif korelasyon ise istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. OM miktarı ile magnezyum ve bakır dışında kalan besin elementlerinin miktarı arasında ise istatistiksel olarak önemli pozitif korelasyonlar göze çarpmaktadır. Ayrıca,

OM ile kalsiyum miktarları arasında da istatistiksel olarak önemli olmasa da bir pozitif korelasyon söz konusudur.

Tablo 8. Ölçülen parametrelerin Pearson korelasyon analiz sonuçları

Table 8. Pearson correlations analysis results of parameters measured

	Kum	Kil	Silt	pH	EC	CaCO ₃	OM	P	Mg	K	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	
Kum	1,00															
Kil	-,66*	1,00														
Silt	-,88*	,23	1,00													
pH	-,19	-,32	,45*	1,00												
EC	,45*	-,12	-,50*	-,46*	1,00											
CaCO ₃	-,01	-,22	,16	,24	-,11	1,00										
OM	-,20	,29	,08	-,59*	,12	-,002	1,00									
P	,12	-,04	-,13	-,57*	,15	,12	,79*	1,00								
Mg	-,02	,22	-,12	,16	,04	-,05	,06	,06	1,00							
K	-,05	,38	-,17	-,51*	,25	-,17	,75*	,63*	,34	1,00						
Ca	,32	,08	-,46*	-,54*	,71*	-,01	,29	,19	,10	,18	1,00					
Fe	-,11	,36	-,08	-,63*	-,11	-,13	,62*	,61*	,001	,47*	,23	1,00				
Mn	-,09	,49*	-,18	-,77*	,21	-,50*	,45*	,25	-,29	,30	,35	,52*	1,00			
Zn	,15	-,06	-,15	-,61*	,12	,03	,77*	,98*	,03	,62*	,15	,65*	,30	1,00		
Cu	,27	,06	-,39	-,27	-,18	-,32	-,03	-,01	,10	-,01	,11	,46*	,35	,09	1,00	

* % 5'lik istatistiksel önem düzeyine göre önemli ($P<0,05$)

Bunlar dışında diğer istatistiksel açıdan önemli negatif korelasyonlar; kum-kil, kum-silt, silt-EC, silt-Ca, CaCO₃-Mn arasındadır. Diğer istatistiksel açıdan önemli pozitif korelasyonlar ise; kum-EC, kil-Mn, silt-pH, EC-Ca, P-K, P-Fe, P-Zn, K-Fe, K-Zn, Fe-Mn, Fe-Zn ve Fe-Cu arasındadır.

Bulguların Yorumlanması ve Literatürdeki Benzer Çalışmalarla Karşılaştırılması

Boylu ardic popülasyonlarının toprak analiz bulgularının OGM (2019) ve Alpaslan ve ark. (2005)'na göre değerlendirilmesi sonucu; örnekleme yapılan alanlardaki toprağın kalsiyum ile fosfor ve demir miktarları bakımından yeterli olması besin öğeleri açısından fakir olmadığını göstermiştir. Ancak, potasyum, magnezyum, çinko ve mangan miktarlarının yeterli olduğu topraklar yanında, az olduğu topraklar da vardır ki bu durum örnekleme yapılan toprakların arasında bu katyonlar yönünden fakirliğin söz konusu olabileceğini göstermektedir (Tablo 6). Ağır metal miktarının (çinko ve bakır) kabul edilen üst sınırların altında olması ise popülasyonların bu ağır metaller bakımından herhangi bir ekolojik strese maruz kalmadığına işaret etmektedir.

J. excelsa popülasyonlarından alınan toprak örneklerinden elde edilen bulgular, daha ayrıntılı olarak değerlendirildiğinde bu topraklardaki kum ve kireç oranlarının (Afyon-Sandıklı, Denizli-Acıpayam, Konya-Hadim ve Muğla-Seydikemer popülasyonları hariç) ortalama bir topraktan yüksek olduğu; dahası Mersin-Tarsus ve Mut örneklerinin de %55'ten fazla oranda kireç içerdiği görülmektedir. Ayrıca, arazide bu türün yetiştiği toprakların genel olarak taşlık-kayalık nitelikte ve arazi eğimlerinin de (≥ 30) pek çok bölgede fazla olduğu gözlemlenmiştir. Böyle ekolojik koşulların var olduğu topraklarda suyun tutulma miktarı hem oldukça azdır hem de var olan suyun bitkiler tarafından kullanılması güçtür (Taiz ve Zeiger, 2008; Özdemir ve Kahraman 2018; Şişaneci ve Terzi, 2018). Üstelik topraklarda bulunan kum oranının yüksek olması (toprak her ne kadar değişilebilir katyon miktarı bakımından zengin olsa bile) katyon değişim kapasitesinde azaltıcı bir etki yapmaktadır (OGM, 2012). Bütün bunlardan boylu ardicın kum ile kireç yönünden zengin ve taşlık-kayalık toprak koşullarına ve sarp yamaçlara uyum sağlayarak buralarda ormanlar oluşturabildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Topraktaki organik maddeler, toprakları oluşturan parçacıkları birbirine kenetleyerek toprağa süngerimsi bir yapı kazandırır ve bu yapısı ile topraklar daha iyi su tutar. Bunun yanında, organik maddeler toprağı erozyona karşı koruyucu bir rol de üstlenir (Saltalı, 2015). Organik maddelerin bir diğer işlevi de bitkilerin gelişebilmesi için gerekli olan azot, fosfor ve kükürt gibi önemli besin maddelerini sağlamasıdır. Bu nedenle topraklardaki organik maddelerin çok olması canlı çeşitliliğinin de çok ve toprak verimliliğinin iyi düzeyde olmasını sağlar (Saltalı, 2015). Bu çalışmada da analiz edilmiş topraklarda organik madde miktarı ile besin elementleri arasında istatistiksel olarak önemli pozitif korelasyonun bulunması (Ca, Mg ve Cu dışında) organik maddelerin mineral madde sağlama özelliğine yorulabilir. Toprakların çoğunlukla organik madde bakımından orta ve zengin nitelikte olduğu görülmüş olsa da; Antalya-Elmalı gibi organik madde açısından

fakir toprakların da bulunması boylu ardıcın organik madde azlığına karşı toleranslı olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada toprak pH’ı ile magnezyum dışındaki incelenen parametreler arasında bulunan istatistiksel olarak önemli negatif korelasyona benzer bulgular başka bazı çalışmalarda da görülmektedir. Örneğin; Khadka ve ark. (2016), Batı Nepal’den alınan toprak örneklerinin analizi sonucunda, toprak asitliği ile topraktaki azot, fosfor ve potasyum miktarları arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) negatif korelasyonlar bulunmuştur. Benzer şekilde Bhat ve ark. (2017), Hindistan’ın Cemma ve Keşmir Eyaletinde 15 farklı üzüm bağında toprakları analiz etmişler ve yüzey topraklarının pH’ı ile azot ve fosfor arasında istatistiksel olarak önemli negatif korelasyon belirlemişlerdir. Ayrıca, Bhat ve ark. (2017)’nin bu çalışmasında, pH ile potasyum, kükürt, demir, mangan, çinko, bakır ve bor arasında da negatif korelasyonlar olmasına karşın; bunlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Toprak pH’ı ile kalsiyum miktarı arasında hem Khadka ve ark. (2016) hem de Bhat ve ark. (2017)’nda istatistiksel olarak önemli pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Ancak, bu çalışmada ise toprak pH’ı ile kalsiyum miktarı arasında istatistiksel olarak önemli negatif bir korelasyon söz konusudur. İlgili iki çalışmada analiz edilen toprakların kalsiyum içeriklerinin bu çalışmada ölçülmüş kalsiyum değerlerine göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Kalsiyum değerleri, Khadka ve ark. (2016)’da $20-3.580 \text{ mg kg}^{-1}$ (ort. 884 mg kg^{-1}) ve Bhat ve ark. (2017)’de ise $1.819-1.883 \text{ mg kg}^{-1}$ (ort. 1.854 mg kg^{-1}) aralıklarında iken bu çalışmada $1.326-15.594 \text{ mg kg}^{-1}$ (ort. 6.134 mg kg^{-1}) aralığındadır. Buradan yola çıkılarak, kalsiyum içeriği yüksek olan topraklarda toprak pH’ı ile kalsiyum miktarı arasında negatif korelasyon görülürken; kalsiyum içeriği daha az olan topraklarda tam tersi olarak pozitif korelasyonların göze çarpmakta olduğu çıkarımına varılabilir. Şenol ve ark. (2018) da bu çıkarımı desteklemektedir. İlgili çalışmada toprağın ortalama kalsiyum içerikleri ile toprak pH’ı arasındaki korelasyonlar şu şekildedir: 0-5 cm derinlikte % $\text{Ca}=86,75$ iken $r_{\text{pH-Ca}}=-0,33$ ($p<0,05$), 5-30 cm derinlikte % $\text{Ca}=80,38$ iken $r_{\text{pH-Ca}}=0,0$, 30-60 cm derinlikte % $\text{Ca}=77,27$ iken $r_{\text{pH-Ca}}=0,37$ ve son olarak 60-120 cm derinlikte % $\text{Ca}=65,45$ iken $r_{\text{pH-Ca}}=0,88$ ($p<0,05$). Topraktaki magnezyum miktarı ise toprak pH’ı ile hem bu çalışmada hem de yukarıda özetlenen çalışmalarda pozitif korelasyon göstermiştir. Bu korelasyon bu çalışma, Şenol ve ark. (2018) ve Bhat ve ark. (2017)’nda istatistiksel olarak önemli değilken; Khadka ve ark. (2016)’nda önemlidir. Bu yönüyle, bu bulgu her dört çalışma da desteklenmiştir.

Literatürde boylu ardıçların toprak özelliklerinin ele alındığı çalışmalardan Şenol ve ark. (2018)’nda Göller Yöresi (Antalya, Burdur ve Isparta) içerisinde boylu ardıç popülasyonlarının bulunduğu 40 farklı alandan ve her alandaki 0-5, 5-30, 30-60, 60-120 cm’lik derinliklerden örneklenen toprakların bünye, tuzluluk, organik madde ve bazı mineral analizleri (K, Ca, Mg ve Na) yapılmıştır. İlgili çalışmada ele alınan toprakların bünyesinde bu çalışmanın bulgularına göre bazı farklılıklar bulunmaktadır. İlgili çalışmada kil yüzdesi ortalamalarının %26,8-39,5 (en düşük % 4,7 en yüksek %60,9) aralığında olduğu bulunmuştur. Ancak, kil yüzdesi bu çalışmada %5,6 ile 25 arasında değişmekte olup Şenol ve ark.(2018)’ndaki kil oranlarına göre genel olarak daha düşüktür. Şenol ve ark. (2018)’ndaki toprak bünyelerinin ortalama kum yüzdesi %29,9-32,7 (en düşük %12, en yüksek %67) arasında değişmektedir. Bu çalışmada ise, kum oranları %42-%76 aralığındadır ve genel olarak Şenol ve ark.(2018) değerlerine göre daha yüksektir. Bunun yanında, Göller Yöresindeki altı boylu ardıç popülasyonunun genetik çeşitlilik ve farklılaşmalarının araştırıldığı Yücedağ ve Gailing (2013)’de popülasyonların yetiştiği toprakların üçünün kumlu tın ve diğer üçünün de kumlu kil bünyesine sahip olduğu bildirilmiştir ki bu bulgu boylu ardıç popülasyonlarının yetiştiği toprakların bünyesinde kil oranı kadar kum oranlarının da yüksek olabileceğini göstermektedir. Silt yüzdesi bu çalışma için %12-50 aralığında iken Şenol ve ark. (2018)’ndaki ortalama silt oranları %30,7-40,5 (en düşük %16, en yüksek %53) arasındadır ve Şenol ve ark. (2018)’nin ortalama silt yüzdesi de bu çalışmadaki silt yüzdesi ortalamasına göre genel olarak daha yüksektir (Tablo7).

Şenol ve ark. (2018)’nda; ortalama organik madde kapsamı %2,13-8,88 (en düşük %0,43 en yüksek %13,4), ortalama kireç oranları %8,21-13,02 (en düşük %0,81, en yüksek %68,8) ve pH ortalamaları ise 7,66-7,93 (en düşük 5,65, en yüksek 8,58) olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada da organik madde ve kireç yüzdesi ile pH Şenol ve ark. (2018) ile önemli ölçüde benzerdir (Tablo 4 ve 5). EC değerlerine göre her iki çalışmada da incelenen toprak örnekleri tuzsuz kategorisinde ($<2 \text{ mS cm}^{-1}$) yer almakta ise de bu çalışmada analiz edilen popülasyonlardan ikisinin (Ankara-Beypazarı ve Karabük-Eskipazar) toprağı hafif ($2-4 \text{ mS cm}^{-1}$) ve orta tuzlu ($4-8 \text{ mS cm}^{-1}$) sınıflarına girmektedir.

Van-Gevaş-Altıncaç Köyü'nde bulunan *J. excelsa* popülasyonunun yedi farklı yerinden ve 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinliklerinden alınan toprakların (toplam 21 örnek) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği Gülser ve ark. (2012)'nda pH değerlerinin 7,8-8,2 arasında olduğu, EC değerlerinin 0,07-0,97 mS cm⁻¹, kireç yüzdesinin oldukça değişken (%0,88-43,56), organik madde yüzdesinin 0,17 ile 5,14 arasında değiştiği bulunmuştur. Bu bulgular, bu çalışmada analiz edilen topraklardaki değerlerle benzerlik göstermektedir (Tablo 4). Bunun yanında, Gülser ve ark. (2012)'nda analiz edilen toprak bünyelerinin tınlı ve killi-tınlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da ele alınan toprakların bazıları tınlı yapıdadır ve Gülser ve ark. (2012) ile benzerlik göstermektedir. Ancak bu çalışmada toprakların çoğu kumlu tın tanımına uymaktadır (Tablo 3).

Mineral madde bakımından bu çalışmadaki fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır miktarları ile Gülser ve ark. (2012) değerleri bir dereceye kadar benzerlik gösterse de bazı önemli farklılıkların olduğu görülmektedir. Örneğin; bu çalışmada topraklar fosfor içerikleri orta veya yüksek düzeyde iken, Gülser ve ark. (2012)'ndeki toprak örneklerinin dördü dışında fosfor içeriklerinin az olduğu (0,91-13 4 mg kg⁻¹); yani fosfor içeriklerinin 6 mg kg⁻¹'den düşük olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca ilgili çalışmada, toprak örneklerindeki potasyum içeriklerinin (55-594 mg kg⁻¹) azdan yükseğe kadar değişen düzeylerde, kalsiyum içeriklerinin (4.443-9.064 mg kg⁻¹) fazla (>3.500 mg kg⁻¹), magnezyum içeriklerinin (712-1.833 mg kg⁻¹) fazla (>480 mg kg⁻¹), demir içeriklerinin (3,98-9,95 mg kg⁻¹) örneklerin biri dışında fazla (>4,5 mg kg⁻¹), çinko içeriklerinin (0,08-1,22 mg kg⁻¹) çok azdan yeterliye kadar değişen düzeylerde, mangan içeriklerinin (5,60-14,09 mg kg⁻¹) örneklerin biri dışında az (<14 mg kg⁻¹) ve bakır içeriklerinin ise (0,10-1,24 mg kg⁻¹) örneklerin biri dışında yeterli (>0,2 mg kg⁻¹) olduğu görülmektedir. Bahsi geçen içerikler yönünden bu çalışma ile Gülser ve ark. (2012) bulgularının önemli ölçüde benzer olduğu söylenebilir. Ancak, farklı olarak bu çalışmadaki topraktaki magnezyum içerikleri belirgin şekilde daha azdır ve bu çalışmada yeterli düzeyde mangan içerikli topraklar da bulunmaktadır.

Bunun yanında; Eyüboğlu ve ark. (1996) da Türkiye topraklarının %44'ünde çinko ve %49,8'inde mangan azlığı görüldüğünü bildirmişlerdir (Gülser ve ark., 2012). Bu saptamayı destekler şekilde, bu çalışmada analiz edilen 20 toprak örneğinin 14'ünde çinko ve 12'sinde de mangan azlığı tespit edilmiştir.

İran'ın güneydoğusunda bulunan *J. excelsa* popülasyonlarından seçilmiş dokuz alandaki üçer farklı noktadan ve 0-30 cm derinlikten alınan topraklar, pH, EC, kireç ve bünye gibi parametrelere göre analiz edilmiştir (Zangiabadi ve ark., 2012). Buna göre, seçilmiş bu dokuz alandaki toprakların; pH değerleri 7,49-8,04, EC değerleri 441-851 µS cm⁻¹, kireç yüzdesi 23-35, kil yüzdesi 9-19, silt yüzdesi 28-36 ve kum yüzdesi ise 50,5-60 arasında değişmiştir (Zangiabadi ve ark., 2012). İlgili çalışmanın bulguları İran'daki *J. excelsa* popülasyonlarının yayılış gösterdiği toprakların istisnaları olmakla birlikte bu çalışmanın da bulgularına paralel olarak hafif alkalın, düşük tuzlu, yüksek kireçli ve bünye sınıflarının da tınlı ve kumlu-tın olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Bu çalışmada ele alınmış olan toprakların fiziksel-kimyasal özellikleri ile ilgili aynı paralellikler Sarangzai ve ark. (2012)'nda da görülmektedir. İlgili çalışmada, Pakistan'ın batı bölümünü oluşturan Belucistan Bölgesi'nde yer alan *J. excelsa* ormanlarının toprakları örneklenerek (0-25 cm derinlikten) özellikleri incelenmiştir. Toprak analizinde kullanılan parametrelere göre, topraklardaki organik madde yüzdesinin orta-zengin düzeyde olduğu (%1,1-3,3), pH değerlerinin nötr ile orta alkali arasında yer aldığı (6,9-8,0), EC'nin toprakların tuzsuz olduğuna işaret ettiği (920-2.760 µS cm⁻¹) ve kireç yüzdesinin de 10-15 arasında değiştiğinden hareketle toprakların kalker özelliği gösterdiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada topraklardaki ortalama kil, silt, kum ve su tutma kapasitesi yüzdeleri sırasıyla %5, %13, %64 ve %18 olarak bulunmuş ve çalışılan toprakların ağırlıklı olarak kumlu-tın bünyesine sahip oldukları belirtilmiştir.

Sonuç

J. excelsa popülasyonlarının büyük çoğunluğu için, çoğu bitkinin kolayca uyum sağlayamayacağı, tarımsal etkinliklere pek elverişli olmayan ekstrem toprak koşullarına uyum sağlayarak varlığını sürdürdüğü sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu yönüyle ekstrem toprak koşullarının bulunduğu bu tür alanlarda, sahip oldukları yaygın fiziksel-kimyasal özelliklere sahip toprakların erozyondan korunması ve bu tür ekstrem fiziksel-kimyasal özelliklere sahip toprakların erozyondan korunması amacıyla ağaçlandırılması için ardic türlerinden yararlanılması stratejilerine başvurulmaktadır (Gülcü ve Gültekin, 2005). Bunun yanında, coğrafik konumu belli bir yerde, bir yaşama birliği oluşturan canlılar ile bir yetiştirme ortamı oluşturan çevre koşulları arasında karşılıklı ve dinamik ilişkilerin bulunduğu çok önemli ekolojik bir birim olarak tanımlanan

ekosistemin (Çepel, 1995; Kantarcı, 2005) bu tür arazilerde sürekliliğinin sağlanmasında ardıç türlerinin çok büyük bir önemi vardır.

Sonuç olarak; Türkiye’de yayılış gösteren boylu ardıç orman topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesini konu alan hem bu çalışma hem de benzer diğer çalışmaların bulguları karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, boylu ardıcın fiziksel ve kimyasal yapıları birbirinden oldukça farklı toprak koşullarına uyum sağlayabildiği ve gelişebildiği görülmüştür. Yüksek eğimli, kayalık ve taşlık nitelikteki alanlarda boylu ardıç ormanlarının bulunuşu, derinliği ve su tutma kapasitesi az olan topraklara bu türün uyum sağladığını ve bu yönüyle bu tür alanlarda ekosistemin sürekliliğini sağlamak açısından boylu ardıç türünün öneminin büyük olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada analiz edilmiş olan toprak örnekleri içerisinde kireç oranı oldukça fazla, kum oranı yüksek, organik madde, potasyum, magnezyum, çinko veya mangan bakımından yetersiz olanlar bitki büyümesini kısıtlayıcı uç niteliklere sahiptir. Nitekim, Gültekin ve Gültekin (2006)’de “ekstrem toprak (sığ, fizyolojik derinliği az, alkali, besin değeri düşük vb.) ve iklim özelliklerine (güneşli bakılar, kapalı havzalar, şiddetli soğuğa maruz alanlar ve kuru yetişme ortamları) sahip alanlarda yetişebilmek” boylu ardıcın önemli ekolojik özellikleri olarak belirtilmektedir. Bu çalışma ile de Türkiye genelindeki boylu ardıç popülasyonlarının yayılış gösterdiği alanlardaki toprakların ele alınmış fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından karakteristikleri ortaya konmuştur. Tüm bunlardan da boylu ardıcın gelişmek için ihtiyaç duyduğu edafik etkenlerin oldukça esnek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışmayı “FDK-15-781” nolu proje ile destekleyen “Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne”, bu makalenin yazarları olarak teşekkürlerimizi sunarız. Bunun yanında; örnekleme yaptığımız il ve ilçelerdeki “Orman İşletme Müdürlükleri ve Şefliklerinde” çalışan ve örnek toplama aşamasında bize yardımcı olan tüm personele teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynakça/References

- Adams, R.P. (2014). Junipers of the World: The Genus *Juniperus*. Trafford Publishing, USA, 415 p.
- Alpaslan, M., Güneş, A. & İnal, A. (2005). *Deneme Tekniği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Yayını. Ankara, 437s.
- Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M. & Bakkaloğlu, M. (2007). Murat Dağı (Uşak) yöresinde yayılış gösteren ağaç türlerinin (kızılçam, karaçam ve sarıçam) verimliliğini etkileyen kimi ekolojik etmenlerin araştırılması. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1): 71-92.
- Bhat, Z.A., Padder, S.A., Ganaie, A.Q., Dar, N.A., Rehman, H.U. & Wani, M.Y. (2017). Correlation of available nutrients with physico-chemical properties and nutrient content of grape orchards of Kashmir. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(2):181-185.
- Black, C.A. (1965). Methods of Soil Analysis. Part 2, American Society of Agronomy Inc., Publisher Madison, Wisconsin, U.S.AA. 1372-1376.
- Bouyoucos, G.J. (1951). A recalibration of the hydrometer method form a king mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43:434-438.
- Coode, M.J.E. & Cullen J. (1982). *Juniperus L.* In: Davis, P.H. (Ed.). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburg University. Press. pp. 78-84, Edinburg.
- Çağlar, K.Ö. (1949). *Toprak Bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 10, Ankara.
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3886, İstanbul, 536s.
- ÇŞB, (2017). *Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara. http://sgb.csb.gov.tr/mevzuat/dosyalar/r_20131001003814507_7542c1f8-141f-4e9d-bc2f-3c94f17f0c62.pdf. (Erişim tarihi: 05.09.2018).
- Douaihy, B., Vendramin, G.G., Boratyński, A., Machon, N. & Dagher-Kharrat, M.B. (2011). High genetic diversity with moderate differentiation in *Juniperus excelsa* from Lebanon and the eastern Mediterranean region. *AoB Plants*, pii003: 1-14.
- Eyüboğlu, F., Kurucu, N. & Talaz, S., (1996). *Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro element bakımından genel durumu*. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No: 217, Seri No: R.133, Ankara.
- FAO, (1984). *Fertilizer and Plant Nutrition Guide Bulletin*. 9. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/3/a-aq355e.pdf> (Erişim tarihi: 05.09.2018).
- Fotiadis, G. Angelova, N., Nikolov, N. Melovski, L., Karadelev, M., Avukatov, V. & Nikolov, L. (2012). Conservation action plan for Grecian juniper forests in the Praspas Lakes Watershed (Final Report). Global Environment Facility-Lawrence Jones Walters, ECNC, Netherlands, 55 p.
- Gülcü, S. & Gültekin, C. (2005). Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ve küçük kozalaklı katran ardıcı'nda (*Juniperus oxycedrus* L.) uygun ekim yöntemlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(1):37-48, Isparta.
- Gülser, F., Çiğ, A. & Türkoğlu, N. (2012). Van'da doğal olarak yetişen ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) bitkisinin meyvelerinin besin mineral maddeli içerikleri ile yetiştirme ortamının toprak özelliklerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2): 93-98.
- Gültekin, H.C. & Gültekin, Ü.G. (2006). Bazı Türkiye ardıç türlerinin doğal yayılışları, biyolojisi ve ekolojisi. *Batu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 39-66.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, 1290s.
- Jackson, M.L. (1967). Soil chemical analysis. *Prentice. Hall, Inc.*, 183:219-284.
- Kacar, B. (1962). Plant and Soil Analysis. University of Nebraska College of Agriculture Department. of Agronomy., Lincoln, Nebraska, USA.
- Kantarci, M.D. (2005). *Orman Ekosistemleri Bilgisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Yayın No: 4594, OF Yayın No: 488, İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi, İstanbul, 379s.
- Karaöz, M.Ö. (1991). Belgrad Ormanı'nda bazı iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman ekosistemlerine ait toprak özelliklerinin bir metrekep hacimdeki değerlere göre karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A-41(1): 60-66.
- Khadka, D., Lamichhane, S. & Thapa, B. (2016). Assessment of relationship between soil pH and macronutrients, Western Nepal. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, D-6(2): 303-311.
- Lindsay, W.L. & Norwell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, and Cu. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3):421-428.
- OGM, (2012). *Toprakta Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi*. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. <http://ekoloji.ogm.gov.tr/Dokumanlar/Toprak%20analizi%20sonu%C3%A7lar%C4%B1n%C4%B1n%20de%C4%9Ferlendirilmesi.pdf> (Erişim tarihi: 05.09.2018).
- OGM, (2014). *Ardıç Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı*. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Ardic%20Ormanlarının%20Rehabilitasyonu%20Eylem%20Planı.pdf>. (Erişim tarihi: 05.09.2018).

- OGM, (2017a). *Türkiye Orman Varlığı 2015*. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Türkiye%20Orman%20Varlığı-2016-2017.pdf> (Erişim tarihi: 05.09.2018).
- OGM, (2017b). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Resmi İstatistik Portalı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. http://rip.ormansu.gov.tr/rip/anasayfa/resimlihaber/17-09-15/Korunan_Alanlar_Ulusal_Sınıflama_Kodları___aspx?sflang=tr. (Erişim tarihi: 24.01.2019).
- OGM, (2019). *Toprakta Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Sınır Değerler*. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://ekoloji.ogm.gov.tr/Dokumanlar/Toprak%20analiz%20sonu%C3%A7lar%C4%B1n%C4%B1n%20de%C4%9Flendirilmesi.pdf> (Erişim tarihi: 30.07.2019).
- Olsen, S.R. & Sommers, L.E. (1982). P Availability Indices. P Soluble in Sodium Bicarbonate, Method of Soil Analysis Part 2. Chem. and Microb. Propert. Edit. A. L. Page, R. H. Miller, D. R. Keeney, 404-430.
- Özdemir, A. & Kahraman, S. (2018). *Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme*. <http://www.kitapark.com/pdf/toprak-bilgisi-ve-bitki-besleme.pdf> (Erişim tarihi: 05.09.2018).
- Özkan, K. (2004). Prof. Dr. Bekir Sıtkı Evcimen Sedir Koruma Ormanı’nda Toros Sediri’nin (*Cedrus libani* A. Rich) gelişimi ile yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2): 327-332.
- Saltalı, K. (2015). *Toprak Verimliliğinde Organik Maddenin Önemi*. <http://www.gubretas.com.tr/tr/icerik/12/1834/toprak-verimliliğinde-organik-maddenin-onemi.aspx> (Erişim tarihi: 05.09.2018).
- Sarangzai, A.M., Ahmed, M., Ahmed, A., Tareen, L. & Jan, S.U. (2012). Theecology and dynamics of *Juniperus excelsa* forest in Balochistan-Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 44(5): 1617-1625.
- Şenol, Ş., Alaboz, P., Gülsoy, S. & Özkan, G. (2018). Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ormanları altındaki toprakların fizikokimyasal özellikleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1): 1-10.
- Şişaneci, R. & Terzi, M. (2018). *Toprakta pH, Tuzluluk, Kireç ve Bitkiler İçin Önemi*. <http://slideplayer.biz.tr/slide/1947497/>. (Erişim tarihi: 05.09.2018).
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2008). *Bitki Fizyolojisi*. Palme Yayıncılık, 690 s. Ankara.
- The World Bank, (2015). Forest Area (% of Land Area). <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS> (Erişim tarihi: 05.09.2018).
- Yücedağ, C. & Gailing, O. (2013). Genetic variation and differentiation in *Juniperus excelsa* M. Bieb. populations in Turkey. *Trees*, 27(3): 547-554.
- Zangiabadi, S., Naseri, F. & Ahmadi Moghadam, A. (2012). Investigation on silvicultural properties and soil characteristics of *Juniperus excelsa* M. Bieb in the south east of Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sci.*, 12(3): 269-274.