



Farklı Yetiştirme Ortamlarına Ait Toprak Sıcaklık Değişimlerinin İncelenmesi: KTÜ Perennial Bahçe Örneği^[*]

Türker OĞUZTÜRK^{1,*} Cengiz ACAR²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize/Türkiye

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Trabzon/Türkiye

Geliş Tarihi: 17.05.2023

Kabul Tarihi: 11.06.2024

Basım Tarihi: 30.06.2024

Atıf yapmak için: Oğuztürk, T. & Acar, C. (2024). Farklı Yetiştirme Ortamlarına Ait Toprak Sıcaklık Değişimlerinin İncelenmesi: KTÜ Perennial Bahçe Örneği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 9(2), 269-275. <https://doi.org/10.35229/jaes.1485809>

How to cite: Oğuztürk, T. & Acar, C. (2024). Examination of Soil Temperature Changes in Different Growing Environments: KTÜ Perennial Garden Example. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 9(2), 269-275. <https://doi.org/10.35229/jaes.1485809>

<https://orcid.org/0000-0002-9611-9959>
 <https://orcid.org/0000-0001-6036-0073>

*Sorumlu yazarın:
Türker OĞUZTÜRK
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj
Mimarlığı Bölümü
 turker.oguzturk@erdogan.edu.tr

Öz: Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesinde kurulan perennial bahçe örneğinde, toprak sıcaklıklarının farklı yetiştirme ortamlarında, aylara ve yetiştirme ortamlarına göre değişimlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, %50 dere mili + %50 toprak, %25 dere mili + %75 toprak ve %100 toprak besli ortamlarında 4 farklı dikey katman kombinasyon tipi ile 12 adet yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Yetiştirme ortamlarında dikey katmanlar 7 doğal ve 10 egzotik taksonla oluşturulmuştur. Bu 12 yetiştirme ortamının toprak sıcaklığı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sıcaklık (°C) ve elektiriksel iletkenlikleri (EC) sürekli olarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Hazırlanan 12 yetiştirme ortamında çalışmanın amacına uygun olarak toprak sıcaklıkları ve EC değerleri besli ortamlarının yüzeyinden 5 cm derinlikten düzenli olarak ölçülmüştür. Analiz sonuçlarına göre topraktaki mil karışım miktarı aylık ortalama sıcaklığı ve EC değerlerini anlamlı düzeyde etkilemektedir. Çalışmanın sonuçları, bitki sağlığını koruma ve bitkisel üretim verimliliğini artırma konusunda değerli bilgiler sunmaktadır. Karadeniz Teknik Üniversitesi perennial bahçesinde yapılan bu araştırma, bölgenin toprak yapısına ve iklimine uyumlu bitki yetiştirme stratejilerinin geliştirilmesine ve yeni yaklaşımların kazanılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Bitkisel üretim, dikey katman, elektiriksel iletkenlik, toprak sıcaklığı, trabzon.

Examination of Soil Temperature Changes in Different Growing Environments: KTÜ Perennial Garden Example^[*]

Abstract: This study aims to examine the changes of soil temperatures in different growing environments, according to months and growing environments, in the example of the perennial garden established at Karadeniz Technical University. In the study, 12 growing environments were prepared with 4 different vertical layer combination types in 50% stream shaft + 50% soil, 25% stream shaft + 75% soil and 100% soil nutrient media. Vertical layers in the habitats were created with 7 natural and 10 exotic taxa. The effects of these 12 growing environments on soil temperature were investigated. Temperature (°C) and electrical conductivity (EC) were continuously measured and recorded. In accordance with the purpose of the study, soil temperatures and EC values were measured regularly from a depth of 5 cm from the surface of the growing media in 12 prepared growing media. According to the analysis results, the amount of silt mixture in the soil significantly affects the monthly average temperature and EC values. The results of the study provide valuable information on protecting plant health and increasing crop production efficiency. This research, conducted in the perennial garden of Karadeniz Technical University, will contribute to the development of plant growing strategies compatible with the soil structure and climate of the region and the acquisition of new approaches.

*Corresponding author's:
Türker OĞUZTÜRK
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
Engineering and Architecture, Department of
Landscape Architecture
 turker.oguzturk@erdogan.edu.tr

Keywords: Electrical conductivity, plant production, soil temperature, trabzon, vertical layer.

^[*] Bu makale, Türker OĞUZTÜRK'ün doktora tezinden üretilmiştir.

This manuscript was produced from Türker OĞUZTÜRK's doctoral thesis.

GİRİŞ

Toprak sıcaklığı çeşitli bitki büyümesi ve ekolojik süreçleri etkilemede önemli bir rol oynar. Bitki büyümesi, toprak özellikleri ve besin aktivitesi üzerindeki etkisi, ekosistem sağlığını ve üretkenliğini tanımlayan karmaşık bir ağ oluşturur. Toprak sıcaklığı ile bitki gelişimi arasındaki etkileşimi anlamak, bitki yetiştirme uygulamalarını geliştirmek ve iklim değişikliği karşısında doğal ekosistemleri yönetmek için çok önemlidir (Sabri 2018).

Toprak sıcaklığı, tohum çimlenmesi, kök büyümesi ve besin alımı gibi bitkinin temel fizyolojik süreçlerini doğrudan etkiler. Tohum çimlenmesi, fidelerin ortaya çıkmasının uygun büyüme koşullarıyla aynı hızda olmasını sağlamak için belirli sıcaklık aralıkları gerektirir, bu da toprak sıcaklığının bitkilerin yaşam döngüsündeki önemini vurgular (Tingey vd., 2006). Ayrıca optimum toprak sıcaklığı, güçlü bitki büyümesi için kritik olan kök gelişimini ve etkili besin emilimini kolaylaştırır (Gavito vd., 2001).

Toprak sıcaklığı, sadece temel fizyolojik özellikleri etkilemekle kalmaz, besin döngüsü ve organik madde ayrışması için gerekli olan toprağın mikrobiyal aktivitesine de katkıda bulunur. Optimum değerlere ulaşan toprak sıcaklığında mikrobiyal aktivite artarak toprak verimini, dolayısıyla bitki gelişimini ve verimliliğini artırır. Mikrobiyal aktivite bitkilerin gelişim performansını artırmanın yanı sıra, ekosistemlerin kararlı ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunur (Parasuraman, 2019). Ekosistemlerin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmak için bitki verimliliğinin artırılması insan ve ekosistem sağlığı için karşımıza çıkan en önemli ihtiyaçlardan biridir (Yüksek vd., 2020; Çorbacı vd., 2023).

Toprak sıcaklığının ekosistem düzeyindeki etkisi önemlidir. Ekosistemler, toprak sıcaklığındaki değişikliklere karşı oldukça duyarlıdır ve bu değişiklikler, ekolojik denge ve işlev üzerinde önemli etkilere sahiptir. Küresel ısınmanın bir sonucu olarak toprak sıcaklığı arttıkça, bu durum bitki büyümesi ve besin döngüsü gibi temel ekosistem süreçlerini etkileyebilir. Bu nedenle, toprak sıcaklığındaki değişikliklerin ekosistem sağlığı ve sürdürülebilirliği üzerindeki etkilerini anlamak, küresel ısınma ile mücadelede kritik bir öneme sahiptir (Tingey vd., 2006). Doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından da toprak sıcaklığı önemli bir değere sahiptir. Ekosistemlerin sürdürülebilirliği için endemik türler gibi bitkilerin çoğalması ve yetiştirilmesi toprak sıcaklığı gibi çimlenme koşullarının en uygun seviyelerde olmasıyla sağlanabilir (Yıldırım vd., 2022).

Toprak sıcaklığının kritik önemi göz önüne alındığında, iklim değişikliğinin bitki yetiştirme ve doğal ekosistemler üzerindeki etkilerini azaltmak için bu değişkenin izlenmesi ve yönetilmesi büyük önem

taşımaktadır (Huang vd., 2021). Bu doğrultuda toprak sıcaklığını yönetme stratejileri arasında bitki ve mikrobiyal aktivite için en uygun toprak koşullarını korumak amacıyla malçlama, örtü bitkileri kullanımı ve gelişmiş sulama uygulamalarının kullanılması yer alabilir (Çorbacı vd., 2017).

Toprak sıcaklığının etkisine ilişkin bu kapsamlı genel bakış açıları, toprağın ekolojik işlevleri ve bitki gelişimini desteklemedeki merkezi rolünü vurgulamaktadır. Bu faktörün etkili bir şekilde yönetilmesi, bitki büyüme koşullarının iyileştirilmesi ve değişen iklim koşullarında ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından hayati öneme sahiptir (Singh., 2011).

Elektriksel iletkenlik (EC) ölçümleri toprağın tuzluluk seviyesini göstermektedir (Goet vd., 2024) Topraktaki iletkenliğin artışı bitkilerin su alımını azaltmakta veya zorlaştırmaktadır. Ayrıca yüksek iletkenlik kullanılan gübre ve kimyasalların fazla olduğunu işaret etmektedir (Corwin ve Lesch, 2005). Bu bilgiler doğrultusunda EC değerinin de ekosistem sürdürülebilirliği ve bitki üretimi üzerine etkilerinin önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Rainer ve West (2015)'in dikey katmanlı bitkisel tasarım modeli, bitki materyalini boy verilerine göre kategorilemiştir. Bu model; katmanların bitkisel tasarım sürecinde nasıl bir araya geldiğini ve birbirini nasıl tamamladığını açıklamaktadır. İlk olarak bitkileri Tasarım ve Fonksiyonel olmak üzere iki katmanda toplamaktadır. Daha sonra tasarım katmanı; Yapısal ve tematik olarak ikiye ayrılmaktadır. Yapısal katman 100 cm ile 200 cm arasındaki bitkileri, tematik katman 40 cm ile 100 cm arasındaki bitkileri ve yer örtücü katman da 0 cm ile 40 cm arasındaki bitkileri ifade etmektedir. Toprak yüzeyini örtme açısından farklı dikey katman tiplerine sahip dokudaki bir bahçede katman birlikteliklerine göre toprak sıcaklığında değişmeler olması kaçınılmazdır. Bu doğrultuda farklı dikey katman birlikteliklerinin toprak sıcaklığının değişimi üzerindeki etkilerinin tespit edilebilmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır. KTÜ'de yapılan bu çalışmada farklı dikey katman tiplerine ek olarak besi ortamındaki değişimlerin nasıl sonuçlar göstereceğini bulabilmek için mevcut besi ortamına %25 ve %50 dere mili karıştırılmıştır. Bu sayede elde edilen 3 farklı besi ortamında; farklı dikey katman birlikteliklerinin farklı besi ortamlarında toprak sıcaklığı ve EC üzerindeki etkileri izlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini 40°59'36.64" - 40°59'37.38" kuzey enlemleri ve 39°46'40.15" - 39°46'40.84" doğu boylamları arasında deniz seviyesinden 75m yüksekte Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman

Fakültesi Serasında kurulan yetiştirme ortamları oluşturmaktadır. Bu yetiştirme ortamlarında doğal 7 takson ve 10 egzotik takson bulunmaktadır. Bu taksonlara ait yetiştirme ortamlarında kullanılan doğal bitkiler; *Alchemilla mollis* (Buser) Rothm., *Carex pendula* Huds., *Elymus lazicus* (BOISS.) MELDERIS subsp. *lazicus* (BOISS.) MELDERIS, *Geranium platypetalum* Fisch.et Mey, *Geranium psilostemon* Ledeb., *Primula megaseifolia* Boiss., *Stachys macrantha* (K.Koch) Stearn ve egzotik bitkiler *Agapanthus africanus* (L.) Hoffmanns., *Agapanthus campanulatus* F.M. Leighton subsp. *patens*, *Canna indica* L. 'Richard Wallace' L., *Erigeron karvinskianus* DC., *Hemerocallis fulva* f 'Frans Hals', *Liatri spicata* (L.) 'Alba', *Liriope muscari* f. *variegata* (L.H.Bailey) H.Hara, *Pennisetum setaceum* (Forsk.) Chiov., *Rudbeckia fulgida* Aiton ve *Thymus vulgaris* (L.)'dir. Kurulan yetiştirme ortamlarının konumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yetiştirme ortamlarının konumu.
Figure 1. Location of habitats.

Ölçüm materyali olarak çalışmanın amacına ulaşabilmek için, sıcaklık verilerinin tüm ölçüm dönemlerinde doğru ve tutarlı olmasını sağlayan Hanna HI 98331 GroLine toprak EC ve sıcaklık test cihazı kullanılmıştır.

Metot: Çalışmada ilk olarak dikey katman modellerinin kombinasyonları kullanılarak dört farklı katman tipi oluşturulmuştur. Oluşturulan katman tipleri;

1. katman tipi; yapısal + tematik katman,
2. katman tipi; yapısal + yer örtücü katman,
3. katman tipi; tematik + yer örtücü katman ve
4. katman tipi olarak yapısal + tematik + yer örtücü katmandan oluşmaktadır.

Bu 4 farklı kombinasyon tipinden oluşan katmanlama 3 farklı besi ortamında tekrarlanarak toplamda 12 adet yetiştirme ortamı oluşturulmuştur. Birinci besi ortamı % 50 toprak +%50 dere mili, ikinci besi ortamı %25 dere mili +%75 toprak ve üçüncü besi ortamı % 100 topraktır. Toprak besi ortamları ile dikey katman tiplerinin her bir kombinasyonuna farklı yetiştirme ortamı kodları verilmiştir. Bu doğrultuda elde edilen yetiştirme ortamları A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K ve L yetiştirme ortamları olarak adlandırılmıştır (Tablo 1).

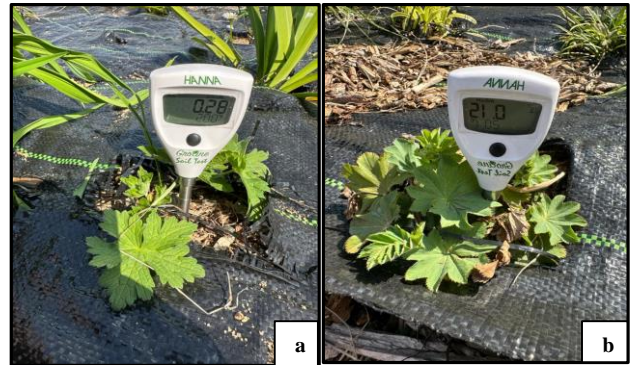
Tablo 1. Yetiştirme ortamları kurulum deseni.

Table 1. Habitat setup pattern.

Besi Ortamı Kodu	Yetiştirme Ortamı	Kombinasyon tipi
%50 Toprak + %50 Dere Mili	A	Yapısal + Tematik
	B	Yapısal + Yer örtücü
	C	Tematik + Yer örtücü
	D	Yapısal + Tematik+Yer örtücü
%75 Toprak + %25 Dere Mili	E	Yapısal + Tematik
	F	Yapısal + Yer örtücü
	G	Tematik + Yer örtücü
	H	Yapısal + Tematik+Yer örtücü
%100 Toprak	I	Yapısal + Tematik
	J	Yapısal + Yer örtücü
	K	Tematik + Yer örtücü
	L	Yapısal + Tematik+Yer örtücü

Yetiştirme ortamlarındaki bitkisel tasarım dikey katman tipine uygun ve her tekrar eşit şartlarda ışığa ve suya maruz kalacak şekilde tasarlanmıştır. Daha sonra bitki materyali olarak kullanılan doğal ve egzotik bitkiler belirlenen tasarım modeline uygun olarak parsellere dikilmiştir. Hazırlanan 12 yetiştirme ortamında çalışmanın amacına uygun olarak toprak sıcaklıkları, besi ortamlarında yüzeyden 5 cm derinlikte düzenli olarak ölçülmüştür. Bir önceki vejetasyon döneminin bitiş tarihi olarak eylül ayı kabul edilerek Eylül 2022'den Eylül 2023 tarihine kadar 13 ay boyunca her ay toprak sıcaklığı (°C) ve elektriksel iletkenlik (EC) ölçülmüştür.

Elektriksel iletkenlik ve toprak sıcaklığı ölçümleri yapılırken her bir yetiştirme ortamında 3 tekrarlı olacak şekilde ölçümler yapılmıştır. Toprak sıcaklığı Celsius ölçeğinde (°C) ölçülmüştür (Şekil 2a). Elektriksel iletkenlik (EC) diğer adıyla elektriksel kondüktivite; suyun içerisinde bulunan çözünmüş maddeler sayesinde suyun elektrik akımını "mS/cm" (miliSiemens/cm) biriminde iletebilme kapasitesi ölçülmüştür (Şekil 2b). Ölçümlerin karşılaştırılması ve tutarlılıklarının kontrolü için T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 17037 numaralı Trabzon bölge istasyonundan aynı tarihlerin aylık ortalama 5 cm derinlik toprak sıcaklığı verileri temin edilmiştir.



Şekil 2. a) A ortamında yapılan toprak sıcaklık (°C) ölçümü, b) B ortamında yapılan EC ölçümü örneği görülmektedir.

Figure 2. An example of a) soil temperature (°C) measurement made in environment A, b) EC measurement made in environment B is shown.

Bu çalışma kapsamında toprak sıcaklığı ve EC ölçüm çalışmaları sonucunda elde edilen metrik değerler arasında gözlemlenen farklılıkları ya da benzerlikleri ortaya koymak amacıyla varyans analizi yapılmıştır.

BULGULAR

Yetiştirme ortamına ve aylara göre toprak sıcaklığının varyans analizi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

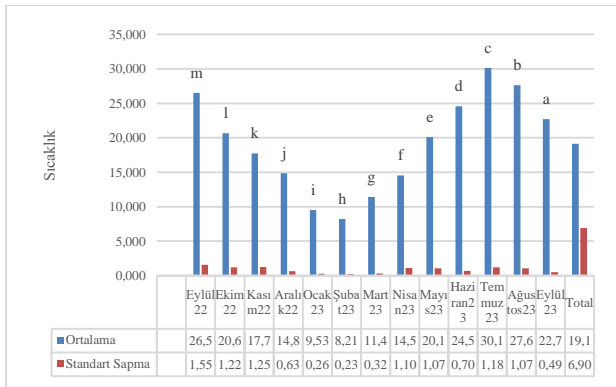
Tablo 2. Toprak sıcaklığı varyans analizi sonuçları.

Table 2. Soil temperature variance analysis results.

Kaynak	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	22113,222 ^a	155	142,666	338,081	0,000
Sabit Terim	171182,138	1	171182,138	405657,200	0,000
Yetiştirme Ortamı	55,973	11	5,088	12,058	0,000
Ay	21830,925	12	1819,244	4311,135	0,000
Yetiştirme Ortamı* Ay	226,324	132	1,715	4,063	0,000
Hata	131,660	312	0,422		
Toplam	193427,020	468			
Düzeltilmiş Toplam	22244,882	467			

a. R Squared = ,994 (Adjusted R Squared = ,991)

Eylül 2022 tarihinden Eylül 2023 tarihine kadar olan veriler incelendiğinde genel eğilimin mevsim döngüsüne paralel olarak kış aylarına doğru düşerken yaz aylarına doğru yükseldiği görülmektedir. Toprak sıcaklığı aralık 2022 ve şubat 2023 tarihleri arasında önemli bir düşüş göstermiştir. En yüksek ortalama toprak sıcaklığı 30,13°C ile temmuz ayında gözlenmiştir. İkinci sırada 27,65°C ile ağustos ayı üçüncü sırada 24,55°C ile haziran ayı takip etmektedir. En düşük ortalama toprak sıcaklığı 8,214°C ile şubat ayında görülmüştür. Temmuz ve eylül aylarında standart sapma değerlerinin yüksek olması sıcaklık değerlerinin daha fazla değişkenlik gösterdiğini ifade etmektedir. Aylara göre ortalama toprak sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 3’de verilmiştir.

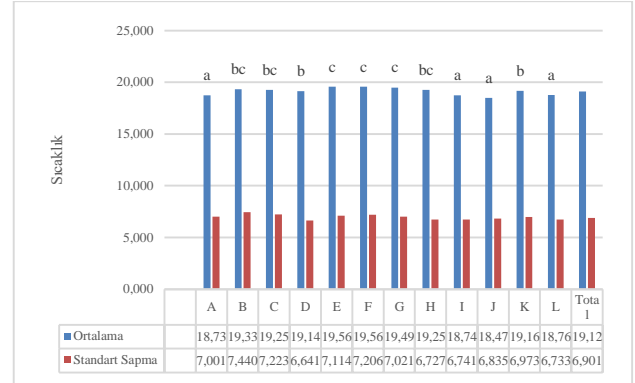


Şekil 3. Aylara göre ortalama toprak sıcaklık değerleri ve standart sapmayı gösteren grafik (aynı harfler arasında dikkate alınması gereken bir fark yokken ($p>0.05$), farklı harflerle belirtilen ortamlarda aylar arasında önemli farklılıklar vardır ($p\leq 0.05$)).

Figure 3. Graph showing average soil temperature values and standard deviation according to months (while there is no significant difference between the same letters ($p>0.05$), there are significant differences between months in environments indicated with different letters ($p\leq 0.05$)).

Yetiştirme ortamına göre ortalama toprak sıcaklıklarının 18,738°C ile 19,562°C arasında seyrettiği görülmektedir. A, I, J, K ve L yetiştirme ortamlarının benzer özellikler gösterdiği ve istatistiksel açıdan aynı grupta olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde D ve K aynı grupta; E, F ve G aynı grupta; B, C ve H aynı grupta yer almaktadır. Aynı grup içerisindeki yetiştirme ortamlarının anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Yetiştirme

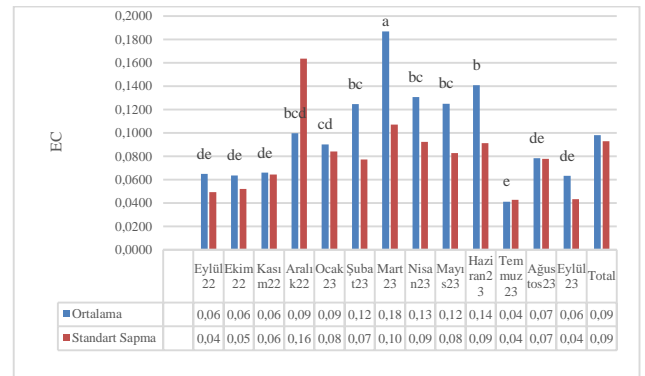
ortamlarındaki sıcaklık değerlerinin yakın olmasına rağmen istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar çıktığı görülmektedir. Yetiştirme ortamlarına göre ortalama toprak sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Yetiştirme ortamına göre ortalama toprak sıcaklık değerleri ve standart sapmayı gösteren grafik (yetiştirme ortamına göre aynı harfler arasında dikkate alınması gereken bir fark yokken ($p>0.05$), farklı harflerle belirtilenlerde yetiştirme ortamına göre anlamlı farklılıklar vardır ($p\leq 0.05$)).

Figure 4. Graph showing the average soil temperature values and standard deviation according to the growing environment (while there is no significant difference between the same letters according to the growing environment ($p>0.05$), there are significant differences in those indicated with different letters depending on the growing environment ($p\leq 0.05$)).

Aylara göre ortalama EC verilerinin 0,06 ile 0,18 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek ortalama EC değeri 0,18 ile Mart 2023’te kaydedilmiştir. Temmuz ayındaki en düşük standart sapma değeri sayesinde temmuz ayında EC değerinin daha istikrarlı olduğu söylenebilir. Aylara göre ortalama toprak EC değerlerinin değişimi Şekil 5’te verilmiştir.

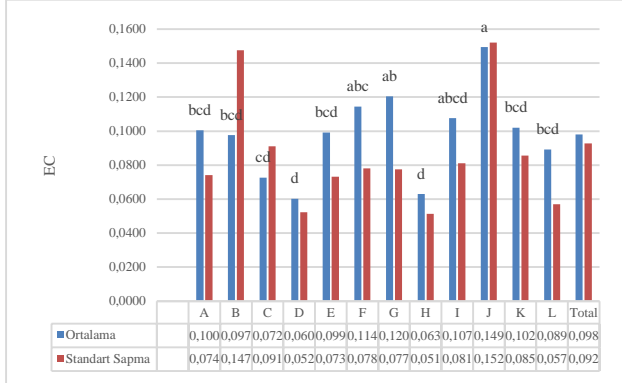


Şekil 5. Aylara göre ortalama toprak EC değerleri ve standart sapmayı gösteren grafik (aynı harfler ile gösterilen aylar arasında önemli bir fark yokken ($p>0.05$), farklı harfler ile gösterilen aylar arasında önemli farklılıklar vardır ($p\leq 0.05$)).

Figure 5. Graph showing average soil EC values and standard deviation according to months (while there is no significant difference between months indicated with the same letters ($p>0.05$), there are significant differences between months indicated with different letters ($p\leq 0.05$)).

Yetiştirme ortamlarına göre ortalama EC verilerinin 0,06 ile 0,14 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek ortalama EC değeri 0,14 ile J (Tematik + Yer örtücü) ortamında olduğu görülmüştür. En yüksek ortalama EC değerinin yanı sıra en yüksek standart sapma değerinde J

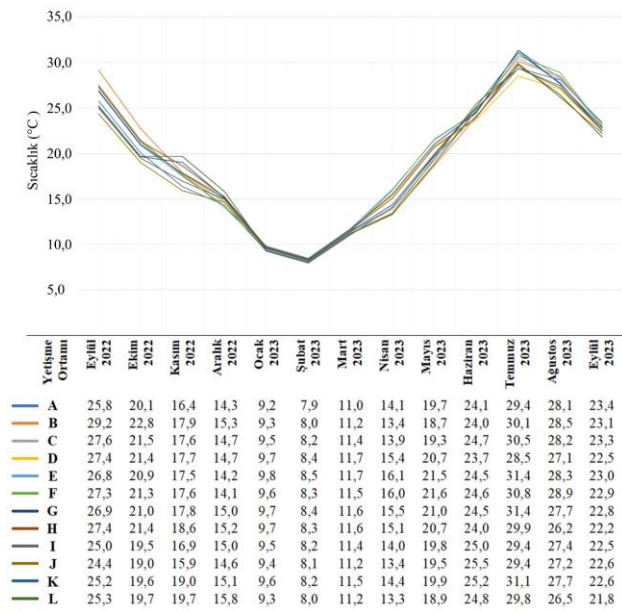
ortamında olması bu ortamdaki sıcaklık değişimlerinin fazla olduğunu göstermektedir. Bu ortam ayrıca istatistiksel açıdan gruplandırıldığında diğer yetiştirme ortamlarından tek başına farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamlarına göre ortalama toprak EC değerlerinin değişimi Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Yetiştirme ortamına göre ortalama toprak EC değerleri ve standart sapmayı gösteren grafik (aynı harfler ile gösterilen yetiştirme ortamları arasında önemli bir fark yokken ($p>0.05$), farklı harfler ile gösterilen yetiştirme ortamları arasında önemli farklılıklar vardır ($p\leq 0.05$)).

Figure 6. Graph showing the average soil EC values and standard deviation according to the growing environment (while there is no significant difference between the growing environments shown with the same letters ($p>0.05$), there are significant differences between the growing environments shown with different letters ($p\leq 0.05$)).

Yetiştirme ortamı ve aylara göre sıcaklık ortalamalarının etkileşim (interaksiyon) grafiği Şekil 7’de verilmiştir. Bu tabloya göre tüm yetiştirme ortamları benzer mevsimsel eğilim göstermiştir. En düşük sıcaklık 7,9°C ile 2023 yılı şubat ayında görülmüştür. En yüksek sıcaklık 31,4°C ile %25 mil karışımli toprak tipinde bulunan E ve G ortamlarında 2023 yılı temmuz ayında görülmüştür. Bu veriler farklı yetiştirme ortamlarının toprak sıcaklığını nasıl etkileyebileceğini ve bu etkilerin yıl boyunca nasıl değişebileceğini göstermektedir.



Şekil 7. Yetiştirme ortamı ile ayların etkileşim (interaksiyon) grafiği.

Figure 7. Interaction graph of habitat and months.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bitki gelişimi ve ekolojik dinamiklerle etkileşimleri anlama açısından elektriksel iletkenlik ve toprak sıcaklığı çok önemli etkenlerdir. Cai ve Dang (2002)’de yapmış oldukları çalışmada bazı bitkilerde toprak sıcaklığının stoma iletkenliğini ve fotosentetik aktiviteyi etkilediğinden bahsetmişlerdir. Corwin ve Lesch (2005)’e göre EC toprağın su içeriğinin, tuzluluğunun ve toprak sıcaklığının önemli bir göstergesi olduğunu ve yüksek EC değerine sahip topraklarda su ve besin maddelerinin artırılmasının bitki gelişimini olumlu yönde etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Ni vd., (2018)’e göre bitki varlığı toprak sıcaklığını düşürürken topraktaki nem miktarını artırır ayrıca bitki varlığı toprağın elektrik iletkenliğini değiştirebilmektedir. Hartman ve Tringe (2019) çalışmalarında bitki topluluğu ile toprak sıcaklığı arasında önemli ve karmaşık ekolojik etkileşimlerin olduğundan bahsetmiştir.

Li vd. (2024)’nin yapmış oldukları yeni bir çalışmada topraktaki tuz oranının bitkinin su alımını olumsuz etkilediğine ve bu doğrultuda belirli dönemlerde tuz birikimini düzenlemek için sulama yapılması gerektiğine değinmişlerdir.

Bunt ve Rovira (1955) mikrobiyal aktivite üzerine yaptıkları çalışma, farklı bitki birlikteliklerin toprak sıcaklığını etkileyebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde Zhou vd. (2016)’nin orman topraklarında mikrobiyal biyoçeşitlilik üzerine yaptıkları çalışma da bitki varlığının toprak sıcaklığını etkileyebileceğini göstermektedir.

17037 numaralı Trabzon bölge istasyonundan temin edilen Eylül 2022’den Eylül 2023 tarihine kadar 13 ay boyunca yapılan toprak sıcaklığı ölçümleri Tablo3’te verilmiştir. Çalışma döneminde elde edilen toprak sıcaklık verileri ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden temin edilen toprak sıcaklık verileri ile karşılaştırıldığında benzer eğilim gösterdikleri görülmüştür. Bu bilgi çalışmanın tutarlılığını ifade etmektedir.

Tablo3. 17037 numaralı Trabzon bölge istasyonuna ait toprağın 5 cm derinlik sıcaklığı (MGM, 2023).

Table 3. 5 cm depth temperature of the soil of Trabzon regional station number 17037 (MGM, 2023).

Tarih	Eylül 2022	Ekim 2022	Kasım 2022	Aralık 2022	Ocak 2023	Şubat 2023	Mart 2023	Nisan 2023	Mayıs 2023	Haziran 2023	Temmuz 2023	Ağustos 2023	Eylül 2023
Sıcaklık	24,2	18	15,1	12,5	8,7	7,7	11,1	13,1	16,6	22	27,1	29,6	29

Dikey katman modeline göre bitki varlığı, toprak sıcaklığı ve elektriksel iletkenlik arasındaki etkileşimi ve bu etkileşimleri etkileyen dinamikleri anlamak ve yönetmek bitkisel üretim, bahçe tasarımları ve doğal ekosistemleri koruma açısından çok önemlidir.

Yetiştirme ortamına göre 3 farklı grupta toprak sıcaklıkları gruplanma göstermiştir. Bu gruplara göre yetiştirme ortamı aylık ortalama sıcaklığı anlamlı düzeyde

etkilemektedir. Mil karışımli topraklar aynı ortamdaki %100 toprak besi ortamına göre genellikle kışın daha sıcak yazın ise daha serin olmaktadır. Benzer şekilde yetiştirme ortamına ve aylara göre farklı gruplarda toprak EC değerleri gruplanma göstermiştir. Bu gruplara göre yetiştirme ortamı aylık ortalama EC değerlerini anlamlı düzeyde etkilemektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, bitki sağlığını korumak ve bitkisel üretim verimliliğini optimum seviyeye çıkarmak için önemli bilgiler sunmaktadır. Karadeniz Teknik Üniversitesi perennal bahçesi örneğinde gerçekleştirilen bu çalışma, bölgesel toprak yönetimi ve iklim özelliklerine uyumlu bitki yetiştirme stratejilerinin geliştirilmesine ve yeni bakış açılarının kazandırılmasına olanak sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda BAP projesi tarafından desteklenen "FDK-2022-9985" nolu ve "Doğal ve Egzotik Bazı Perennial Bitkilerin Trabzon Koşullarında Gelişimlerinin Belirlenmesi" isimli projenin verilerinden hazırlanan doktora tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Bunt, J. & Rovira, A. (1955).** Microbiological Studies Of Some Subantarctic Soils. *European Journal of Soil Science*, **6**, 119-128.
- Cai, T. & Dang, Q. (2002).** Effects of soil temperature on parameters of a coupled photosynthesis-stomatal conductance model. *Tree Physiology*, **22**(12), 819-27.
- Corwin, D.L. & Lesch, S.M. (2005).** Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, **46**(1-3), 11-43.
- Corwin, D. & Lesch, S. (2005).** Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, **46**, 11-43.
- Çorbacı Ö.L., Ekren, E. & Bayram, F. (2023).** Farklı IBA (Indol-3-Bütirik Asit) dozlarının *Argyranthemum frutescens* (L.) Sch.Bip. (Çesme Papatyası) çeliklerinin büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **24**(2), 108-116.
- Çorbacı, Ö.L., Yazgan, M.E. & Özyavuz, M. (2017).** *Kurakçıl Peyzaj (Xeriscape) ve Uygulamaları*. Karakayalar Matbaa, Uzunköprü-Edirne, 136p.
- Gavito, M., Curtis, P., Mikkelsen, T. & Jakobsen, I. (2001).** Interactive effects of soil temperature, atmospheric carbon dioxide and soil N on root development, biomass and nutrient uptake of winter wheat during vegetative growth. *Journal of experimental botany*, **52**(362), 1913-23.
- Goet, G., Sonkar, I., Kumar, S., Hari Prasad, K.S. & Ojha, C.S.P. (2024).** Effect of Salinity on Crop Growth and Soil Moisture Dynamics: A Study with Root Water Uptake Model. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, **28**(3), 04024009.
- Hartman, K. & Tringe, S. (2019).** Interactions between plants and soil shaping the root microbiome under abiotic stress. *Biochemical Journal*, **476**(19), 2705-2724.
- Huang, X., Muneer, M., Li, J., Hou, W., Ma, C., Jiao, J., Cai, Y., Chen, X., Wu, L., & Zheng, C. (2021).** Integrated Nutrient Management Significantly Improves Pomelo (*Citrus grandis*) Root Growth and Nutrients Uptake under Acidic Soil of Southern China. *Agronomy*, **11**(6), 1231.
- Li, H., Lan, Z., Chen, H. & Huang, J.J. (2024).** How do non-halophyte locust trees thrive in temperate coastal regions: A study of salinity and multiple environmental factors on water uptake patterns. *Hydrological Processes*, **38**(3), e15122.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2023).** Meteoroloji 11. Bölge Müdürlüğü.
- Ni, J., Cheng, Y., Bordoloi, S., Bora, H., Wang, Q., Ng, C. & Garg, A. (2018).** Investigating plant root effects on soil electrical conductivity: An integrated field monitoring and statistical modelling approach. *Earth Surface Processes and Landforms*, **44**, 825-839.
- Parasuraman, P., Pattnaik, S. & Busi, S. (2019).** New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering. Microbial Biotechnology in Agro-Environmental Sustainability. Chapter 18, *Plant-Microbe Interactions in Ecosystems Functioning and Sustainability*. 255-266, Elsevier.
- Rainer, T. & West, C. (2015).** *Planting in a Post-Wild World: Designing Plant Communities for Resilient Landscapes*. Timber Press.
- Sabri, N., Zakaria, Z., Mohamad, S., Jaafar, B. & Hara, H. (2018).** Importance of Soil Temperature for the Growth of Temperate Crops under a Tropical Climate and Functional Role of Soil Microbial Diversity. *Microbes and Environments*, **33**, 144 - 150.

- Singh, B.P., Cowie, A.L. & Chan, K.Y. (Eds.). (2011).** *Soil health and climate change*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Tingey, D.T., Lee, E.H., Waschmann, R., Johnson, M.G. & Rygiewicz, P.T. (2006).** Does soil CO₂ efflux acclimatize to elevated temperature and CO₂ during long-term treatment of Douglas-fir seedlings? *New Phytologist*, **170**(1), 107-118.
- Tingey, D.T., Lee, E.H., Waschmann, R., Johnson, M.G. & Rygiewicz, P.T. (2006).** Does soil CO₂ efflux acclimatize to elevated temperature and CO₂ during long-term treatment of Douglas-fir seedlings? *New Phytologist*, **170**(1), 107-118.
- Yıldırım, N., Pulatkan, M. & Ercan Oğuztürk, G. (2022).** GA₃ treatments on seed germination in *Rhododhamnus sessilifolius*, an endangered species in Turkey. *Caldasia*, **44**(2), 241-247.
- Yüksek, T., Oğuztürk, T. & Çorbacı, Ö.L. (2020).** Solucan gübresi ve torf uygulamalarının farklı saksı ortamında *Plectranthus amboinicus* (Lour.) spreng bitkisinin gelişimine etkisi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **5**(4), 743-749.
- Zhou, J., Deng, Y., Shen, L., Wen, C., Yan, Q., Ning, D., Qin, Y., Xue, K., Wu, L., He, Z., Voordeckers, J., Nostrand, J., Buzzard, V., Michaletz, S., Enquist, B., Weiser, M., Kaspari, M., Waide, R., Yang, Y. & Brown, J. (2016).** Temperature mediates continental-scale diversity of microbes in forest soils. *Nature Communications*, **7**(1), 12083.