Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 13(7): 1846-1853, 2025
DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i7.1846-1853.7623

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology

Available online, ISSN: 2148-127X | www.agrifoodscience.com | Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

Possible Effects of Global Climate Change on Climate Parameters in Uşak Province

Sevgi Dönmez[1, a, *]

[1]*Coğrafya Bölümü, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Türkiye*
[*]*Corresponding author*

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 28.02.2025
Accepted : 06.04.2025

Keywords:
Global Climate Change
Uşak
Ssps Climate Scenarios
De Martone
Emberger

ABSTRACT

Global climate change is seen as the most important global problem, which is now defined as irreversible worldwide, will cause drought in climates with an increase in temperature and a decrease in precipitation, and will affect ecosystems and, accordingly, living beings. It is emphasized that this process will have devastating consequences on plants and that it is necessary to take measures on a sectoral basis according to the development of the process by estimating the possible change in climate types. In this study, the current temperature and precipitation values throughout Uşak province and, accordingly, the status of climate types (according to the De Martonne and Emberger climate classification system) were determined, and it was tried to determine how these parameters will change in the period up to 2060 and 2100 within the framework of SSPs 245 and SSPs585 scenarios. As a result of the study, it is predicted that there will be a large temperature increase throughout Uşak province, and the climate types will show arid climate type characteristics. It is estimated that the effects of this change will directly affect the agricultural areas covering about half of the province and indirectly affect almost the entire province, moreover, these effects will begin to be seen in the near future. In order to reduce the effects of the process on agricultural areas and ensure the continuity of product supply, it is proposed to take comprehensive measures, especially species change and changes in the irrigation regime.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13(7): 1846-1853, 2025

Uşak İl Genelinde Küresel İklim Değişikliğinin İklim Parametreleri Üzerindeki Olası Etkileri

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 28.02.2025
Kabul : 06.04.2025

Anahtar Kelimeler:
Küresel Iklim Değişikliği
Uşak
Ssps Iklim Senaryoları
De Martone
Emberger

ÖZ

Küresel iklim değişikliği, dünya genelinde artık geri döndürülemez olarak tanımlanan, sıcaklık artışı ve yağışlardaki azalmayla birlikte iklimlerde kuraklaşmaya sebep olacak, ekosistemleri ve buna bağlı olarak canlıları etkileyecek en önemli küresel bir sorun olarak görülmektedir. Bu sürecin bitkiler üzerinde yıkıcı sonuçları olacağına dikkat çekilerek, iklim tiplerindeki olası değişimin tahmin edilerek sürecin gelişimine göre sektörel bazda önlemler alınması gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu çalışmada da Uşak ili genelinde günümüzdeki sıcaklık ve yağış değerleri ve buna bağlı olarak da iklim tiplerinin (De Martonne ve Emberger iklim sınıflandırması sistemine göre) durumu belirlenmiş, SSPs 245 ve SSPs 585 senaryoları çerçevesinde 2060 ve 2100 yıllarına kadar olan süreçte bu parametrelerin nasıl değişeceği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda Uşak il genelinde büyük oranda sıcaklık artışı olacağı, iklim tiplerinin kurak iklim tipi özellikleri göstereceği öngörülmektedir. Bu değişimin etkilerinin, ilin yaklaşık yarısını kapsayan tarım alanlarını doğrudan, ilin tamamına yakınını ise dolaylı olarak etkileyeceği, üstelik bu etkilerin yakın gelecekte görülmeye başlayacağı tahmin edilmektedir. Sürecin tarım alanları üzerindeki etkilerinin azaltılması ve ürün arzının devamlılığının sağlanması için ise tür değişimi ve sulama rejiminde değişiklikler başta olmak üzere kapsamlı tedbirler alınması önerilmektedir.

[a] *sevgi.tatar@usak.edu.tr* *https://orcid.org/0000-0001-8515-0398*

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Günümüzde dünyada günden güne artan nüfus ile birlikte pek çok problem ortaya çıkmaktadır. Dünyada 1750 yılında toplam nüfus sadece 717 milyon civarında iken, günümüzde 8,2 milyarı aşmıştır. Bu durum dünyada ciddi bir nüfus artışı anlamına (Cetin ve ark., 2022; Worldometers, 2025). Dünya genelinde görülen hızlı nüfus artışı ile birlikte pek çok sorun da ortaya çıkmıştır. Gıda yetersizliği şüphesiz bu sorunların başında gelmektedir. Bir çocuğun her beş saniyede açlıktan öldüğü dünyada, 830 milyon kişi kronik açlık yaşamaktadır (Koç, 2021a).

Gıda üretimi her yıl daha da ciddi bir sorun haline gelmektedir. Bunun başlıca sebepleri tarım arazilerinin alansal olarak azalmasının yanında, hem niteliğini kaybetmesi hem de verimde görülen düşüş, kirlilik ve iklim değişikliği olarak gösterilmektedir (Şen ve ark., 2018; Junaid & Gokce, 2024; Isinkaralar ve ark., 2024a). Dünya genelinde hem insan ve canlı sağlığı hem de ekosistemler için en önemli tehdit unsurunun kirlilik olduğu sıklıkla dile getirilmektedir (Mutlu & Aydın Uncumusaoğlu, 2018; Erdem ve ark., 2024). Özellikle düşük konsantrasyonlarda bile canlı sağlığı açısından tehdit oluşturabilen ağır metal kirliliği (Ghoma ve ark., 2023; Key ve ark., 2023; Gültekin ve ark., 2025) ile son dönemde daha fazla dikkat çeken ve dünyadaki en ücra ekosistemleri bile etkileyebileceği belirtilen nanopartikül kirliliğinin canlılar ve ekosistemler için büyük tehdit olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır (Özel ve ark., 2024; Isinkaralar ve ark., 2024b; Sevik ve ark., 2025). Kirliliğin hem havayı (Isinkaralar ve ark., 2025a; Ozturk Pulatoglu ve ark., 2025), hem toprakları (Istanbullu ve ark., 2023) hem de özellikle tatlı suları ciddi oranda tehdit ettiği belirtilmektedir (Demir ve ark., 2024; Emin & Mutlu, 2024; İpek ve., 2024).

Ancak tarımsal üretim üzerindeki en büyük tehdit unsuru, küresel iklim değişikliği olarak görülmektedir. Küresel iklim değişikliği, iklimde kalıcı değişikliklere sebep olacağı tahmin edilen ve bu sebeple de dünya üzerindeki bütün canlıları ve ekosistemleri etkilemesi kaçınılmaz bir süreçtir (Arıcak ve ark., 2024). Etkin bir hareket kabiliyetine sahip olmadıklarında bitkiler, bu süreçten en fazla etkilenecek canlılar olarak görülmektedir (Tekin ve ark., 2022). Çünkü canlıların bütün fenotipik karakterleri ve genetik yapıları ki bunlar arasına bitkiler de dahildir (Kurz ve ark., 2023) çevre şartlarına (Cobanoglu ve ark., 2023; Özdikmenli ve ark., 2024) bağlı olarak şekil almaktadır. Çevre şartları klimatik ve edafik faktörlerdir (Kravkaz Kuşcu ve ark., 2018; Yaşar İsmail ve ark., 2025). Bu şartlardan edafik faktörler hormon uygulaması, gübreleme, toprak işleme gibi tarımsal uygulamalarla değiştirilebilmektedir. Ancak sıcaklık ve yağış gibi bitki gelişimini doğrudan etkileyen iklimsel parametrelerin geniş alanlarda değiştirilmesi oldukça zor ve maliyetlidir. Bu nedenle küresel iklim değişikliğinin etkilerinin belirlenerek gerekli önlemlerin alınması büyük bir önem taşımaktadır. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada da ülkemizin önemli bir kenti olan Uşak'da günümüzdeki iklim tiplerinin 2060 ve 2100 yıllarına kadar olan süreçte farklı iklim senaryolara göre nasıl değişeceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın yapıldığı Uşak ilinde genel olarak ekonomi tarım, sanayi ve ticarete dayalıdır. Uşak halkının %45'i köylerde oturmakta tarım ve hayvancılık ile geçimini sağlamaktadır. İl genelinde 242.114 hektarlık bir alan tarımsal amaçlı olarak kullanılmaktadır. 1.427 hektarlık alan ise sulanabilen arazi durumundadır. İlin toplam arazisinin yaklaşık %42,8'i kuru tarım alanı, %6,9'u ise çayır ve mera alanıdır (KTB, 2025). Dolayısıyla kuru tarım yapılan yani sulanamayan alanlarda yapılan bitkisel üretim, doğal olarak iklim şartlarına bağlıdır. Benzer şekilde hayvancılığın temelini oluşturan çayır ve mera alanlarındaki hayvan yemi olarak kullanılan otların büyüyebilmesi de yine iklim şartlarına bağlıdır. Bundan dolayı il genelindeki iklimsel değişimlerin alansal ve nüfus olarak doğrudan ilin en az yarısını, dolaylı olarak da tamamına yakınını etkilemesi kaçınılmazdır.

Çalışma kapsamında Uşak il genelini kapsayacak şekilde SSPs 245 ve SSPs 585 senaryolarına göre öncelikle sıcaklık ve yağış değişim haritaları oluşturulmuş, daha sonra De Martonne ve Emberger iklim sınıflarına göre iklim tiplerinin değişimleri belirlenmiştir. Seçilen iklim sınıflandırmaları, bilimsel çalışmalarda en çok rağbet gören ve küresel iklim değişikliği konulu çalışmalarda en sık biçimde kullanılan iklim sınıflandırma sistemlerindendir (Çobanoğlu ve ark., 2023; Gur ve ark., 2024).

Bu çalışma için seçilen iki adet SSPs 245 (4.5 W/m^2- orta seviye) ve SSPs 585 (8,5 W/m^2- en aşırı seviye) senaryoları ile üç ayrı zaman periyotlarında (günümüz, 2060 ve 2100) iklim parametreleri ve iklim tipleri açısından değişim tahminleri gerçekleştirilmiştir. İnsan faaliyetlerinden nedeniyle ortaya çıkan sera gazları ve kirleticilerin konsantrasyonu bu senaryolar tarafından temsil edilmektedir.

Bu çalışma boyunca tercih edilen iklim sınıflandırmasından De-Martonne iklim sınıflandırması (1929), yıllık ortalama sıcaklık dağılışı, yıllık ortalama toplam yağış; Ocak ve Temmuz aylarına ait sırasıyla maksimum sıcaklık ortalamaları ve minumum sıcaklık ortalamaları ve bu ortalamaların farkıyla elde edilen değerlere dayanmaktadır. Yıllık yağış miktarı ile kurak ve yağışlı iklimlerin birbirinden farkı ortaya konur. Yağış miktarıyla birlikte, buharlaşmaya neden olan kuraklık, sıcaklıkla da bağlantılıdır. Çalışmada kullanılan yöntem daha önce yapılan çok sayıda çalışmada hem iklim tiplerinin değişiminin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır (Koç, 2021a,b; Işınkaralar ve ark., 2023; Gur ve ark., 2024). Çalışma içinde kullanılan De Martonne, sınıflandırma sisteminin formülleri aşağıda görüldüğü gibidir (Akman, 1990).

De Martonne Formülü:

$$IM=P/(T+10)$$

P: Yıllık Ortalama Toplam Yağış

T: Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)

De Martonne iklim indis değerlerine göre iklim formülleri, Uşak iklim değerleri kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Arc GIS 10.5 yazılımıyla program üzerinde uygulanmış ve Uşak için iklim modellerina ait indis değerleri hesaplanmıştır.

Arc GIS kullanılarak hesaplanan iklim modelleri, indis değerlerine göre (Çizelge 1) yeniden sınıflandırma (reclassify) işlemi uygulanarak, iklim sınıflandırma indislerine göre çeşitli haritalar ortaya çıkartılmıştır.

Çalışmada kapsamında kullanılan diğer iklim sınıflandırması olan Emberger iklim sınıflandırması Fransız fitocoğrafyacı ve botanikçi olan Emberger (1933) tarafından oluşturulmuş olup ekofizyolojik temellidir (Çizelge 2). Emberger, çalışmalarında daha çok Akdeniz iklimi ve bu bölgelerin iklimsel sorunlarını ele almıştır. Akdeniz iklimini, kurak mevsim süresine, yaz yağış miktarına, yağışlı mevsimde görülen sağanak şeklinde veya seyrek yağış durumuna, yağış miktarlarında yer alan yıllık ve aylık değişkenlik niteliklerine ve fotoperiodizme göre tanımlamıştır (Akman, 1990).

Emberger Formülü (°C):

IE= ((100.P)/(M2-m2))
M: En sıcak ayın en yüksek sıcaklık ortalaması
m: En soğuk ayın en düşük sıcaklık ortalaması
P: Yıllık ortalama toplam yağış

Bulgular

Çalışmaya konu senaryolara göre, Uşak ilinin günümüz ile 2100 yılına kadar olan süreçte, kırkar yıllık periyotlarda sıcaklık değişimi görsel olarak Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1'de görüldüğü üzere Uşak il genelinde ortalama sıcaklığın 2100 yılına kadar önemli derecede artacağı tahmin edilmektedir. Günümüzde ilin büyük bölümü 10-14 °C ortalama sıcaklığa sahipken ilin büyük bölümünün 2100 yılına kadar SSP245 senaryosuna göre 12-16 °C, SSP 585 senaryosuna göre ise 14-18 °C ortalama sıcaklığa sahip olacağı görülmektedir. Günümüzde en yüksek ortalama sıcaklığın 14-16 °C olduğu il genelinde 2100 yılına SSP245 senaryosuna göre 18-20 °C, SSP 585 senaryosuna göre ise 20-22 °C ortalama sıcaklığa sahip alanlar oluşacağı tahmin edilmektedir. Uşak ilinin günümüz ile 2100 yılına kadar olan süreçte, kırkar yıllık periyodlarda sıcaklık değişimi alansal olarak Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge değerleri incelendiğinde günümüzde ilin yaklaşık %66,31'sı 12-14 °C aralığında ortalama sıcaklığa sahiptir. SSP245 senaryosuna göre 2100 yılına kadar ilin yaklaşık %62,34'ü 16-18 °C ortalama sıcaklığa sahip olacaktır. SSP585 senaryosuna göre ise 2100 yılına kadar ilin yaklaşık yarısı 18-20 °C ortalama sıcaklığa sahip olacaktır. Bu sıcaklık artışı çok büyük bir artıştır ve il genelinde bütün ekosistemleri etkilemesi kaçınılmazdır. Çalışmaya konu senaryolara göre Uşak il genelinde yağış değişimi Şekil 2'de görülmektedir.

Uşak il genelinde yağış değişim haritası incelendiğinde yağış miktarının önemli ölçüde azalacağı, özellikle günümüzde yüksek yağış ortalamasına sahip ilin kuzey ve batı bölümünde günümüzde 600 mm'nin üzerinde yağış alan bölgelerin önemli ölçüde etkileneceği ve bu bölgede yağış miktarının büyük oranda düşeceği tahmin edilmektedir. Uşak il genelinde 2100 yılına kadar olan süreçte, 40'ar yıllık periyodlarda yağış miktarının değişimi alansal olarak Çizelge 4'te verilmiştir.

Çalışmaya konu Uşak il genelinde yağış durumunun değişimi incelendiğinde genel bir düşüş olduğu görülmektedir. Günümüzde il genelinde 600 mm'nin üzerinde yağış alan bölge il genelinin yaklaşık % 58,20'si iken bu oran 2100 yılında SSP245 senaryosuna göre %1,37'ye düşecek, SSP585 senaryosuna göre ise il genelinde 600 mm nin üzerinde ortalama yağışa sahip alan kalmayacaktır. SSP585 senaryosuna göre 2100 yılında il genelinin yaklaşık %57,72'sinde ortalama yağış miktarı 500 mm'nin altında kalacaktır.

Çalışmaya konu senaryolara göre, Uşak ilinin günümüz ile 2100 yılına kadar olan süreçte, kırkar yıllık periyotlarda De Martonne iklim sınıflarına göre, iklim tiplerinin süreç içerisindeki değişimi Şekil 3'te verilmiştir.

Uşak'da De Martonne iklim sınıflandırma sistemine göre iklim sınıflarının değişimi incelendiğinde sıcaklık artışı ve yağıştaki azalmanın etkisinin iklim sınıflarına yansıdığı ve büyük oranda kuraklaşma olduğu görülmektedir. Günümüzde ilin büyük bölümünde görülen nemli ve yarı nemli iklim tipleri SSP 585 senaryosuna göre 2100 yılına kadar yerini büyük oranda yarı kurak iklim tipine bırakacaktır. Bu değişimden en fazla etkilenecek kısımların ise ilin orta ve güney bölümü olacağı tahmin edilmektedir. De Martonne iklim sınıflandırmasına göre ortaya çıkartılan iklim sınıflarının alansal değişimi Çizelge 5'te verilmiştir.

De Martonne iklim sınıflandırmasına göre bugün Uşak ilinin yaklaşık %62,20'sinde yarı nemli, %32,19'unda nemli iklim tipi görülmektedir. Yapılan hesaplamalar 2100 yılında SSP245 senaryosuna göre ilin yaklaşık %64,00'ünde akdeniz iklimi, %24,42'sinde ise günümüzde varolmayan yarı kurak iklim tipinin görüleceğini ortaya koymaktadır. SSP585 senaryosuna göre ise 2100 yılında ilin yaklaşık %95,17'sinde yarı kurak iklim tipi görülecektir. Emberger iklim sınıflarına göre, Uşak'de iklimin süreç içerisindeki değişimi Şekil 4'te verilmiştir.

Günümüzde ilin tamamında görülen yarı nemli ve nemli iklim tiplerinin yerini hızla kurak iklim tiplerine bırakacağı tahmin edilmektedir. Günümüzde bulunmayan yarı kurak alanların 2060 yılına kadar ortaya çıkacağı, SSP 245 senaryosuna göre ilin yaklaşık %65,70'inde, SSP585 senaryosuna göre ise %84,58'inde hüküm süreceği tahmin edilmektedir. 2100 yılına kadar kuraklaşmanın daha da artacağı, 2100 yılında SSP585 senaryosuna göre ilin yaklaşık %68,14'ünde kurak iklim tipinin hakim olacağı tahmin edilmektedir. Emberger iklim sınıflandırmasına göre iklim sınıflarının alansal değişimi Çizelge 6'da verilmiştir.

Emberger iklim sınıflandırma sistemine göre günümüzde Uşak ilinin yaklaşık %93'ünde yarı nemli, %7'sinde ise nemli iklim tipi hüküm sürmektedir. Çizelge değerleri incelendiğinde il genelinde kuraklaşma sürecinin çok hızlı olacağı ve 2060 yılında SSP245 senaryosuna göre %65,70'inde SSP585 senaryosuna göre ise %84,58'inde yarı kurak iklim tipinin hakim olacağı tahmin edilmektedir. 2100 yılına gelindiğinde ise günümüzde yarı kurak iklim tipinin hüküm sürdüğü alanların SSP245 senaryosuna göre ilin yaklaşık %88,97'sinde hakim olacağı tahmin edilmektedir. SSP585 senaryosuna göre ise 2100 yılında ilin %31,23'ünde yarı kurak, %68,14'ünde ise kurak iklim tipi hakim olacaktır.

Çizelge 1. De Martonne iklim indisi
Table 1. De Martonne climate index

Hesaplanan değer	İklim sınıfı
0-10	Kurak
10,1-20	Yarı Kurak
20,1-24	Akdeniz iklimi
24,1-28	Yarı Nemli
28,1-35	Nemli
35,1-55	Çok Nemli
>55	Aşırı Nemli

Çizelge 2. Emberger iklim indisi
Table 2. Emberger climate index

Hesaplanan Değer	İklim Sınıfı
<30	Kurak
30-50	Yarı Kurak
50-90	Yarı Nemli
>90	Nemli

Çizelge 3. Uşak ilinde sıcaklık değişimi
Table 3. Temperature change in Uşak province

Sıcaklık aralığı	Günümüz	SSP2 4.5		SSP5 8.5	
		2060	2100	2060	2100
4-6	0,33				
6-8	0,92	0,19			
8-10	6,58	0,81	0,39	0,69	
10-12	23,13	4,32	1,07	2,33	
12-14	66,31	19,21	8,68	15,7	0,68
14-16	2,73	67,55	26,58	51,3	2,16
16-18		7,92	62,34	29,98	15,08
18-20			0,94		49,98
20-22					32,1

Çizelge 4. Uşak'da yağış miktarının değişimi
Table 4. Change in precipitation amount in Uşak

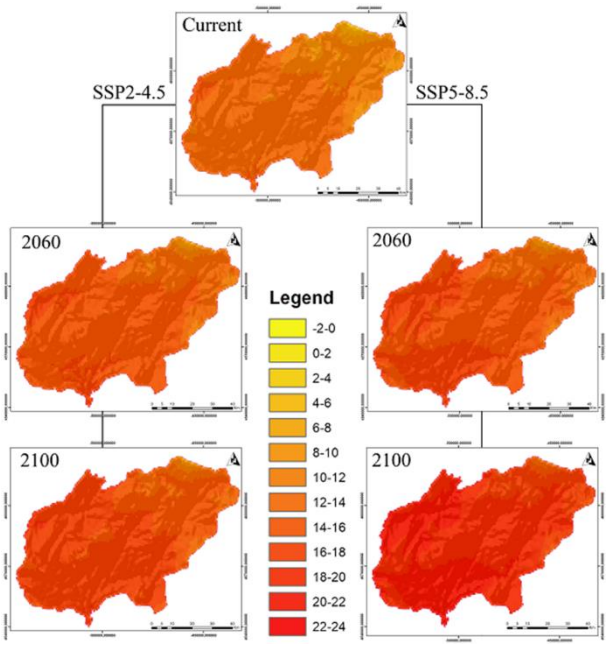
Yağış aralığı	Günümüz	SSP2 4.5		SSP5 8.5	
		2060	2100	2060	2100
400-450					12,31
450-500			4,04	7,12	45,41
500-550	2,54	36,62	40,29	44,05	37,75
550-600	39,26	41,88	42,8	40,52	4,07
600-650	41,51	19,39	11,5	7,38	0,46
650-700	14,97	1,86	1,35	0,93	
700-750	1,53	0,25	0,02		
750-800	0,19				

Çizelge 5. De Martonne iklim sınıflandırmasına göre iklim sınıflarının alansal değişimi
Table 5. Spatial variation of climate classes according to De Martonne climate classification

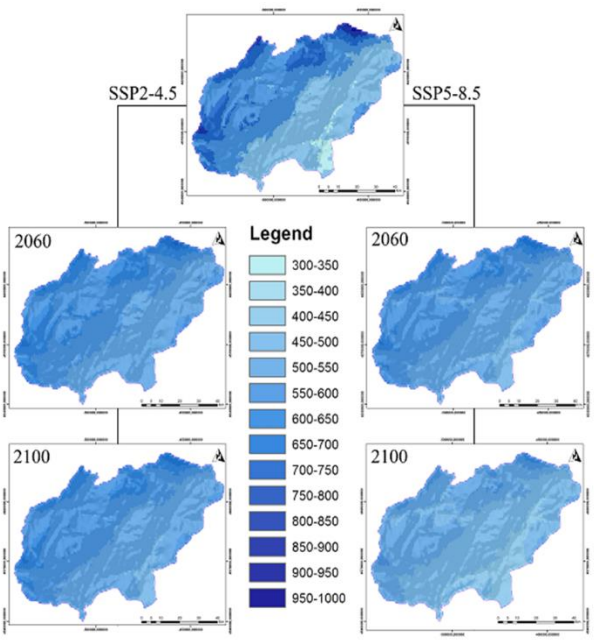
İklim tipi	Günümüz	SSP2 4.5		SSP5 8.5	
		2060	2100	2060	2100
Yarı Kurak		2,17	24,42	18,81	95,17
Akdeniz iklimi	2,87	70,18	64,00	67,57	4,04
Yarı Nemli	62,2	23,37	9,85	11,48	0,78
Nemli	32,19	3,62	1,45	1,77	0,01
Çok Nemli	2,74	0,66	0,28	0,37	

Çizelge 6. Uşak ilinde Emberger iklim sınıflandırmasına göre iklim sınıflarının alansal değişimi
Table 6. Spatial change of climate classes according to Emberger climate classification in Uşak province

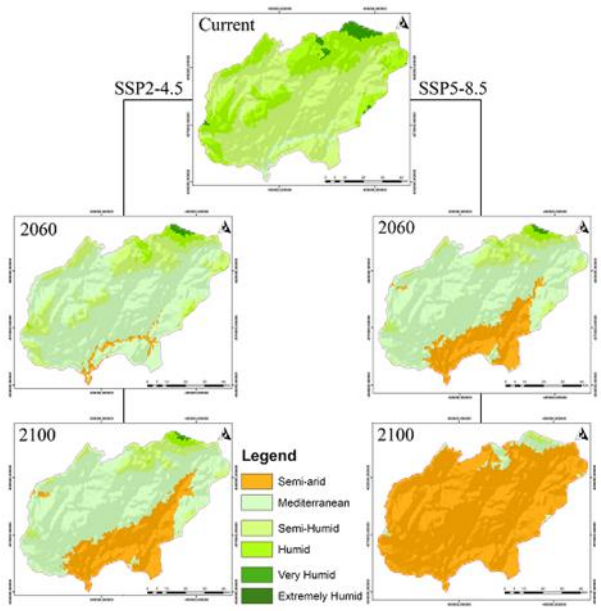
İklim tipi	Günümüz	*SSP2 4.5*		*SSP5 8.5*	
		2060	2100	2060	2100
Kurak					68,14
Yarı Kurak		65,7	88,97	84,58	31,23
Yarı Nemli	93,00	33,55	10,92	15,05	0,63
Nemli	7,00	0,75	0,11	0,37	



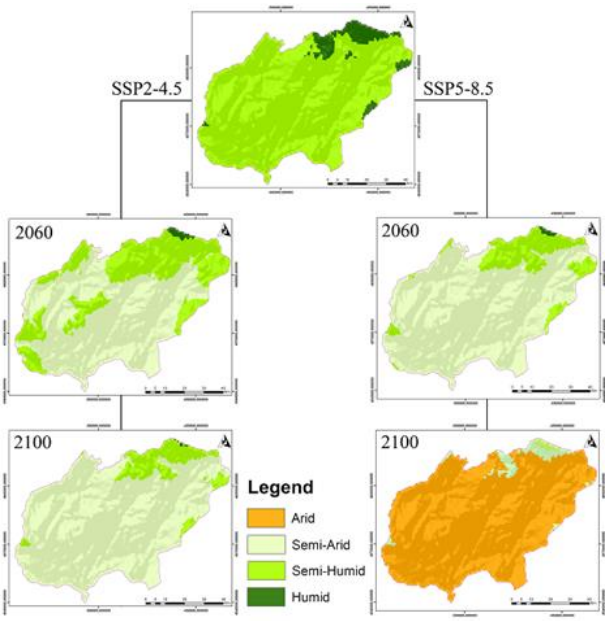
Şekil 1. Uşak ilinde sıcaklık değişimi
Figure 1. Temperature change in Uşak province



Şekil 2. Uşak ilinde yağış değişimi
Figure 2. Rainfall change in Uşak province



Şekil 3. Uşak ilinde De Martonne iklim sınıflandırmasına göre iklim sınıflarının değişimi
Figure 3. Change of climate classes in Uşak province according to De Martonne climate classification



Şekil 4. Uşak ilinde Emberger iklim sınıflandırmasına göre iklim sınıflarının değişimi
Figure 4. Uşak ilinde Emberger iklim sınıflandırmasına göre iklim sınıflarının değişimi

Sonuç ve Tartışma

Çalışma sonuçları göstermektedir ki; yakın gelecekte Uşak il genelinde sıcaklık, yağış ve bunlara bağlı olarak da iklim sınıflarında büyük ölçüde değişikler meydana gelecektir. Bu sonuçlara göre yakın gelecekte, Uşak il genelinde sıcaklık artışı başgösterecek, bu durum ise iklim tipinde önemli bir değişikliğe sebep olacaktır.

Örneğin günümüzde Emberger iklim sınıflandırmasına göre il genelinde yarı kurak alanlar bulunmazken 2060 yılına gelindiğinde her iki senaryoya göre de ilin büyük bölümünde yarı kurak iklim tipi hakim olacaktır. Bu durumun il genelinde büyük çaplı sosyal, ekonomik ve kültürel değişikliklere sebep olması kaçınılmazdır. Çünkü iklim, insanoğlunun yaşamını, fiziksel çevresini şekillendirdiği gibi, her türlü ekonomik ve sosyal faaliyeti, hatta konfor şartları ve psikolojilerini dahi etkilemektedir (Koç, 2022a,b; Dogan ve ark., 2024; Isinkaralar ve ark., 2025b).

İklim bitkiler üzerindeki etkisi ise çok daha kuvvetli hissedilmektedir. Etkin bir hareket kabiliyetine sahip olmayan bitkiler iklimsel değişimlerden daha fazla etkilenmektedir (Ertürk ve ark., 2024a,b; Cantürk ve ark.,

2024). Çünkü canlıların fenotipik karakterleri, morfolojileri, fenolojileri, kısaca bütün karakterleri genetik yapı (Sevik ve ark., 2012; Hrivnak ve ark., 2024) ile çevresel faktörlerin (Sevik ve ark., 2016; Yigit ve ark., 2023) ve özellikle iklimin etkisi altında şekillenmektedir. Bundan dolayı çalışma alanında ormanlar, meralar ve tarımsal alanların iklimsel değişimlerden önemli ölçüde etkileneceği söylenebilir.

İklim değişikliğinin tarımsal alanlara etkisinin çok yönlü olacağı tahmin edilmektedir. Yapılan çalışmalar iklim değişikliğinin en fazla göller, nehirler, yeraltı suları gibi tatlı sular üzerinde baskı oluşturacağını, suyun gelecek yıllarda en değerli kaynak olacağını ortaya koymaktadır. Zaten varolan kirlilik sorununun oluşturduğu baskı ile birleşen iklimsel stresler, su kaynaklarını ciddi biçimde tehdit edecektir (Demir ve ark., 2021; Şimşek ve Mutlu, 2023; Key ve ark., 2023; Tokatli ve ark., 2024). Bu durum tarım alanlarında sulama konusunda kısıtlar oluşturacak, yeterince sulama yapılamayan alanlarda bitki gelişimi önemli ölçüde sekteye uğrayacaktır. Yapılan çalışmalar kuraklığın bitki gelişimi üzerindeki en önemli stres faktörlerinin başında geldiğini göstermektedir (Sevik & Topacoglu, 2015). Çalışma sonuçları da küresel iklim değişikliğinin en önemli sonuçlarının sıcaklık artışı, yağışlarda azalma ve iklimde kuraklaşma şeklinde ortaya çıkacağını göstermektedir.

Küresel iklim değişikliğinin etkileri ile iklimsel parametrelerdeki değişimlerin belirlenmesi konusunda yapılan çok sayıda çalışmada benzer sonuçlar alınmıştır. Örneğin Bolu'da Lang iklim sınıflandırmasına göre yapılan çalışmada günümüzde Bolu'nun sadece %0,71'inde kurak iklim hakim iken, 2070 yılında bu oran RCP 45 senaryosuna göre %18,17 ve RCP 85 senaryosuna göre ise %30,41 seviyesine çıkacağı belirtilmiştir (Koç, 2021a). Yine Emberger iklim sınıflandırmasına göre günümüzde Bursa ilinde kurak ve yarı kurak alanlar bulunmazken 2100 yılına gelindiğinde SSPs 585 senaryosuna göre ilin yaklaşık %5,8'inde kurak, %82,65'inde yarı kurak iklim tipinin hüküm süreceği öngörülmektedir (Arıcak ve ark., 2024). Düzce'de yapılan bir çalışmada da De Martonne iklim sınıflandırmasına göre il genelinin günümüzde yaklaşık %47.22'sinde nemli, %52.78'inde aşırı nemli iklim tipi hüküm sürerken 2070 yılında RCP 4.5 senaryosuna göre ilin yaklaşık %19.94'ünde yarı nemli, %71.10'unda nemli iklim ve %8.96'sinde de çok nemli iklimin etkisinin görüleceği belirlenmiştir (Koç, 2021b). Yapılan diğer çok sayıda çalışmada da sıcaklık artışı, yağışlarda azalma ve iklim tiplerinde kurak iklim tiplerine doğru kaymalar olacağı vurgulanmıştır (Dogan ve ark., 2023; Gur ve ark., 2024).

Küresel iklim değişikliğinin Uşak'ta bulunan tarım alanları üzerindeki etkisini daha aza indirgemek için hızlı bir şekilde planlamalar yapılması ve önlemler alınması gerekmektedir. Bu konu kapsamında öncelikle küresel iklim değişikliğinin sebeplerinin ortadan kaldırılması önerilmektedir. Bilindiği üzere yapılan çok sayıda çalışma süreç üzerinde en etkili faktörün fosil yakıt kullanımı olduğunu ortaya koymaktadır. Bundan dolayı fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kulllanılarak karbon emisyonunun azaltılmasına yönelik uygulamalara öncelik verilmeli rüzgar ve güneş enerjisi gibi enerji kaynaklarına ağırlık verilmesi, bunun dışında biyokömür gibi yenilikçi ve yenilenebilir enerjilerin kullanımı küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılabilir (Kalayci Onac ve ark., 2021; Yeşil& Koç, 2024; Şevik ve ark., 2024). Lokal olarak ise sulama rejiminin değişikliğe gidilmesi, minimum su kullanarak maksimum düzeyde fayda sağlayan damla sulama sistemi gibi sulama sistemlerinin kullanılması önerilmektedir (Koç, 2021a). Bunun yanında bitkilerin bütün fenotipik karakterlerinin genetik yapılarının etkisiyle şekillenmesi nedeniyle, bitki tür ve orijin seçimi de önemlidir (Hrivnak ve ark., 2024). Yapılan çalışmalar kuraklık stresine dayanıklılığın tür, orijin ve hatta aynı orijinli bireyler arasında dahi büyük ölçüde değişiklik gösterebildiğini ortaya koymaktadır (Koç, 2021a). Bundan dolayı aynı bitki türlerinin kuraklığa dayanıklı orijin ve genotiplerinin kullanımı, kuraklık nedeniyle meydana gelen stresin etkilerinin azaltılmasında fayda sağlayabilecektir.

Sürecin etkilerini azaltmanın bir diğer yolu da tarımsal ürünlerin değiştirilmesidir. Yapılan çalışmalar bu süreçte belli bazı türler için uygun olan yayılış alanlarının, başka türler için uygun yetişme ve yayılış alanları haline geleceğini göstermektedir. Örneğin Avrupa'da orman ağaçlarından *Picea abies, Larix decidua, Betula pendula* ve *Pinus sylvestris*'in yayılış alanlarının azalacağı, *Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior, Abies alba,* ve *Quercus robur* ve *Quercus petraea*'nın yayılış alanlarının ise artacağı öngörülmektedir. Benzer durum başka ağaç türleri için de geçerlidir (Varol ve ark., 2022; Çobanoğlu ve ark., 2023). Dolayısıyla iklimlerdeki değişimin tarımsal üretim üzerindeki etkisi, yapılacak çalışmalar ve uygulamalarla azaltılabilir. Bunun için öncelikle sürecin nasıl etkilere yol açacağı belirlenmelidir. Sonrasında ise süreçten etlinecek alanlar için ayrı eylem planları yapılmalı, bu alanlarda gerçekleştirilecek çalışmalarda kuraklığa dayanabilen tür ve orijinlerin kullanılması temin edilmelidir.

Öneriler

Çalışma sonuçları yakın gelecekte Uşak ili genelinde sıcaklık ortalamalarında önemli ölçüde artış olabileceğini, yağış rejiminin değişiklik meydana gelebilceğini ve iklim tiplerinin yarı kurak iklim tipinden, kurak iklim tipine doğru kayabilceğini ortaya koymaktadır. Bu süreçten neredeyse ekosistemler ve dolayısıyla bütün canlılar önemli ölçüde etkilenecektir. Ancak sürecin tarım alanlarındaki etkisi nispeten azaltılabilir. Bunun için gerekli önlemlerin ivedilikle alınması gerekmektedir.

Küresel iklim değişikliğinin tarım alanlarındaki etkisinin azaltılabilmesi için öncelikle sulama rejiminin değiştirilmesi, en az su harcanarak üretim yapılması, bunun için yer altı sulama sistemlerinin ve toprakta su tutucu maddelerin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca yağmur hasadı ve yağışlı mevsimlerde suyun depolanması, göl ve havuz yüzeylerinden suyun buharlaşmasının önlenmesi sağlanmalıdır.

En önemli tedbirlerin başında da yeni iklim şartlarına uygun ürün kullanımı gelmektedir. Bunun için şimdiden çalışmalar yapılarak Uşak genelinde tarım alanlarında yeni oluşacak iklim tipleri ve mevcut toprak yapısında yetişebilecek en uygun türlerin belirlenerek deneme ekimlerinin yapılması gerekmektedir. Aynı şekilde sadece tür değil uygun çeşitlerin de belirlenmesi önerilmektedir.

Beyanlar

Yazar Katkı Beyanı

S.K.: Veri toplama, araştırma, biçimsel analiz, özgün taslağın yazımı, metodoloji, inceleme ve düzenleme.

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Kaynaklar

Akman, Y. (1990). İklim ve biyoiklim. Palme Yayınları, Ankara, 186-193.

Aricak, B., Canturk, U., Koc, I., Erdem, R., & Sevik, H. (2024). Shifts that may appear in climate classifications in Bursa due to global climate change. Forestist, 74, 129-137. https://doi.org/10.5152/ forestist.2024.23074

Cantürk, U., Koç, İ., Özel, H. B., & Şevik, H. (2024). Possible changes of *Pinus nigra* distribution regions in Türkiye with the impacts of global climate change. BioResources, 19(3), 6190- 6214. https://doi.org/10.15376/biores.19.3.6190-6214

Cetin, M., Aljama, A. M. O., Alrabiti, O. B. M., Adiguzel, F., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022). Determination and mapping of regional change of Pb and Cr pollution in Ankara city center. Water, Air, & Soil Pollution, 233(5), 163.

Cobanoglu, H., Sevik, H., & Koç, İ. (2023). Do annual rings really reveal Cd, Ni, and Zn pollution in the air related to traffic density? An example of the cedar tree. Water, Air, & Soil Pollution, 234(2), 65.

Çobanoglu, H., Canturk, U., Koç, İ., Kulaç, Ş., & Sevik, H. (2023). Climate change effect on potential distribution of anatolian chestnut (castanea sativa mill.) in the upcoming century in Türkiye. Forestist, 73(3), 247-256. https://doi.org/10.5152/forestist.2023. 22065.

Demir, T., Mutlu, E., & Gültepe, N. (2024). Bioaccumulation of heavy metals in Capoeta tinca fish and health risk assessment. Revista Cientifica de la Facultade de Veterinaria, 34(2). https://doi.org/10.52973/rcfcv-e34345

Demir, T., Mutlu, E., Aydın, S., & Gültepe, N. (2021). Physicochemical water quality of Karabel, Çaltı, and Tohma brooks and blood biochemical parameters of Barbus plebejus fish: assessment of heavy metal concentrations for potential health risks. Environmental monitoring and assessment, 193, 1-15.

Dogan, S., Kilicoglu, C., Akinci, H., Sevik, H., & Cetin, M. (2023). Determining the suitable settlement areas in Alanya with GIS-based site selection analyses. Environmental science and pollution research, 30(11), 29180-29189.

Dogan, S., Kilicoglu, C., Akinci, H., Sevik, H., Cetin, M., & Kocan, N. (2024). Comprehensive risk assessment for identifying suitable residential zones in Manavgat, Mediterranean Region. Evaluation and program planning, 106, 102465.

Emin, N., & Mutlu, E. (2024). Akgöl Gölet Havzasının (Sinop-Ayancık) Su Kalitesinin Yerinde Analizlerle Tespiti ve Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10(3), 243-252.

Erdem, R., Koç, İ., Çobanoğlu, H., & Şevik, H. (2024). Variation of magnesium, one of the macronutrients, in some trees based on organs and species. Forestist, 74(1), 84-93.

Ertürk, N., Arıcak, B., Yiğit, N., & Sevik, H. (2024a). Potential changes in the suitable distribution areas of fagus orientalis lipsky in kastamonu due to global climate change. Forestist, 74: 159-165. https://doi.org/10.5152/ forestist.2024.23024.

Ertürk, N., Aricak, B., Sevik, H., & Yigit, N. (2024b). Possible Change in Distribution Areas of Abies in Kastamonu due to Global Climate Change. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 24 (1), 81-91.

Ghoma, W. E. O., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2023). Comparison of the rate of certain trace metals accumulation in indoor plants for smoking and non-smoking areas. Environmental Science and Pollution Research, 1-9.

Gur, E., Palta, Ş., Ozel, H. B., Varol, T., Sevik, H., Cetin, M., & Kocan, N. (2024). Assessment of Climate Change Impact on Highland Areas in Kastamonu, Turkey. Anthropocene, 46, 100432. https://doi.org/10.1016/j.ancene.2024.100432

Gültekin, Y., Kılıç Bayraktar, M., Sevik, H., Cetin, M., Bayraktar, T. (2025) Optimal Vegetable Selection in Urban and Rural Areas Using Artificial Bee Colony Algorithm: Heavy Metal Assessment and Health Risk, Journal of Food Composition and Analysis, https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.107169.

Hrivnák, M., Krajmerová, D., Paule, L., Zhelev, P., Sevik, H., Ivanković, M., Goginashvili, N., Paule, J., Gömöry, D. (2024). Are there hybrid zones in Fagus sylvatica L. sensu lato?. Eur J Forest Res 143, 451–464. https://doi.org/10.1007/s10342-023-01634-0

Isinkaralar, O., Isinkaralar, K., Sevik, H., & Küçük, Ö. (2025b). Thermal comfort modeling, aspects of land use in urban planning and spatial exposition under future climate parameters. International Journal of Environmental Science and Technology, 1-14. https://doi.org/10.1007/s13762-025-06396-3

Isinkaralar, K., Isinkaralar, O., Özel, H. B., & Şevik, H. (2024b). A Comparative Study About Physical Properties of Copper Oxide and Zinc Oxide Nanoparticles on Fagus orientalis L. as Bioindicator. Water, Air, & Soil Pollution, 235(11), 738.

Isinkaralar, O., Isinkaralar, K., & Sevik, H. (2025a). Health for the future: spatiotemporal CA-MC modeling and spatial pattern prediction via dendrochronological approach for nickel and lead deposition. Air Quality, Atmosphere & Health, 1-13. https://doi.org/10.1007/s11869-025-01702-x

Isinkaralar, O., Isinkaralar, K., Sevik, H., & Küçük, Ö. (2024a). Spatial modeling the climate change risk of river basins via climate classification: a scenario-based prediction approach for Türkiye. Natural Hazards, 120(1), 511-528.

Istanbullu, S. N., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Isinkaralar, O. (2023). Spatial Distribution of Heavy Metal Contamination in Road Dust Samples from an Urban Environment in Samsun, Türkiye. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 110(4), 78.

İpek, G. G., Aras, S., Arslan, N. A. İ. M. E., & Mutlu, E. (2024). Evaluation of Freshwater Water Quality with Indexes and GIS-Based: A Case Study, Güren Stream (Küre Mountains National Park, Western Black Sea Basin, Turkey). Water Resources, 51(3), 332-343.

Junaid, M. D., & Gokce, A. F. (2024). Global agricultural losses and their causes. Bulletin of Biological and Allied Sciences Research, 2024(1), 66. https://doi.org/10.54112/bbasr.v2024i1.66

Kalayci Onac, A., Cetin, M., Sevik, H., Orman, P., Karci, A., & Gonullu Sutcuoglu, G. (2021). Rethinking the campus transportation network in the scope of ecological design principles: case study of Izmir Katip Çelebi University Çiğli Campus. Environmental Science and Pollution Research, 28(36), 50847-50866.

Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2023). Proof of concept to characterize historical heavy-metal concentrations in atmosphere in North Turkey: determining the variations of Ni, Co, and Mn concentrations in 180-year-old Corylus colurna L. (Turkish hazelnut) annual rings. Acta Physiologiae Plantarum, 45(10), 120.

Koç, İ. (2021a). The effect of global climate change on some climate parameters and climate types in Bolu. Journal of Bartin Faculty of Forestry, 23(2), 706-719.

Koç, İ. (2021b). Changes that may occur in temperature, rain, and climate types due to global climate change: the example of Düzce. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 9(8), 1545-1554.

Koç, İ. (2022a). Determining the near-future biocomfort zones in Samsun province by the global climate change scenarios. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 22(2), 181-192.

Koç, İ. (2022b). Determining the biocomfort zones in near future under global climate change scenarios in Antalya. Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences, 8(1), 6-17.

Kravkaz-Kuscu, I. S., Sariyildiz, T., Cetin, M., Yigit, N., Sevik, H., & Savaci, G. (2018). Evaluation of the soil properties and primary forest tree species in Taskopru (Kastamonu) district. Fresenius Environmental Bulletin, 27 (3), 1613-1617.

KTB, (2025). https://usak.ktb.gov.tr/tr-75304/tarim-ve-sanayi.html, erişim tarihi 18/02/2025

Kurz, M., Koelz, A., Gorges, J., Carmona, B. P., Brang, P., Vitasse, Y., ... & Csillery, K. (2023). Tracing the origin of Oriental beech stands across Western Europe and reporting hybridization with European beech–Implications for assisted gene flow. Forest Ecology and Management, 531, 120801.

Mutlu, E., & Aydın Uncumusaoğlu, A. (2018). Analysis of spatial and temporal water pollution patterns in Terzi Pond (Kastamonu/Turkey) by using multivariate statistical methods. Fresenius Environmental Bulletin, 27(5), 2900-2912.

Ozturk Pulatoglu, A., Koç, İsmail, Özel, H. B., Şevik, H., & Yıldız, Y. (2025). Using trees to monitor airborne Cr pollution: Effects of compass direction and woody species on Cr uptake during phytoremediation. BioResources, 20(1), 121–139.

Özdikmenli, G., Yiğit, N., Özel, H. B., and Şevik, H. (2024). "Altitude-dependent Variations in Some Morphological and Anatomical Features of Anatolian Chestnut. BioResources, 19(3), 4635-4651.

Özel, H. B., Şevik, H., Yıldız, Y., & Çobanoğlu, H. (2024). Effects of Silver Nanoparticles on Germination and Seedling Characteristics of Oriental Beech (Fagus orientalis) Seeds. BioResources, 19(2). 2135-2148.

Sevik, H., Cetin, M., & Kapucu, O. (2016). Effect of light on young structures of Turkish fir (Abies nordmanniana subsp. bornmulleriana). Oxidation Communications, 39(1), 485-492.

Sevik, H., & Topacoglu, O. (2015). Variation and inheritance pattern in cone and seed characteristics of Scots pine (Pinus sylvestris L.) for evaluation of genetic diversity. Journal of Environmental Biology, 36(5), 1125.

Sevik, H., Ucun Ozel, H., Yildiz, Y., and Ozel, H. B. (2025). Effects of adding Fe2O3 and Fe3O4 nanoparticles to soil on germination and seedling characteristics of Oriental beech, BioResources, 20(1), 70-82.

Sevik, H., Yahyaoglu, Z., & Turna, I. (2012). Determination of genetic variation between populations of Abies nordmanniana subsp. bornmulleriana Mattf according to some seed characteristics, genetic diversity in plants. Chapter, 12, 231-248.

Şen, G., Güngör, E., & Şevik, H. (2018). Defining the effects of urban expansion on land use/cover change: a case study in Kastamonu, Turkey. Environmental monitoring and assessment, 190 (8), 454.

Şevik, H., Yildiz, Y., & Özel, H. B. (2024). Phytoremediation and Long-term Metal Uptake Monitoring of Silver, Selenium, Antimony, and Thallium by Black Pine (Pinus nigra Arnold). BioResources, 19(3), 4824-4837

Şimşek, A., & Mutlu, E. (2023). Assessment of the water quality of Bartın Kışla (Kozcağız) Dam by using geographical information system (GIS) and water quality indices (WQI). Environmental Science and Pollution Research, 30(20), 58796-58812.

Tekin, O., Cetin, M., Varol, T., Ozel, H. B., Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2022). Altitudinal Migration of Species of Fir (Abies spp.) in Adaptation to Climate Change. Water, Air, & Soil (Water Air Soil Pollut) 233, 385 (2022). https://doi.org/10.1007/s11270-022-05851-y

Tokatli, C., Mutlu, E., Ustaoğlu, F., Islam, A. R. T., & Muhammad, S. (2024). Spatiotemporal variations, health risk assessment, and sources of potentially toxic elements in potamic water of the Anday Stream Basin (Türkiye), Black Sea Region. Environmental Monitoring and Assessment, 196(5), 420.

Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H. B., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022). Identifying the suitable habitats for Anatolian boxwood (Buxus sempervirens L.) for the future regarding the climate change. Theoretical and Applied Climatology, 150(1), 637-647.

Worldometers (2025). https://www.worldometers.info/, erişim tarihi 18/02/2025

Yaşar İsmail, T. S., İsmail, M. D., Çobanoğlu, H., Koç, İ., & Sevik, H. (2025). Monitoring arsenic concentrations in airborne particulates of selected landscape plants and their potential for pollution mitigation. Forestist, 75: 1-6, https://doi.org/10.5152/forestist.2024.24071

Yeşil, Z. B., & Koç, İ. (2024). Effects of Drought and Biochar Treatments on Some Morphological and Physiological Parameters in Turkish Hazelnut Seedlings. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10(3), 211-222.

Yigit, N., Öztürk, A., Sevik, H., Özel, H. B., Kshkush, F. E. R., & Işık, B. (2023). Clonal variation based on some morphological and micromorphological characteristics in the Boyabat (Sinop/Turkey) black pine (Pinus nigra subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) seed orchard. BioResources, 18(3), 4850-4865.