



Changes in Na Concentration in Fraxinus excelsior by Organ, Direction and Period

İnci Sevinç Kravkaz Kuşçu^{1,a,*}

¹Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlmî Ve Ekolojisi Anabilim Dalı

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<i>Research Article</i> Received : 12.05.2025 Accepted : 22.05.2025 Keywords: Ash <i>Fraxinus excelsior</i> Sodium Biomonitor Animals and plants	Sodium (Na), the seventh most abundant element in the earth's crust, is one of the most important and essential elements for decomposers, animals and plants. It is also a common metal. Therefore, it is important to determine Na accumulation in wood, which is the largest organ of trees with long life span and large biomass. In this study, the changes of Na in ash (<i>Fraxinus excelsior</i>) trunk organs, which are widely used in landscape studies, were evaluated on the basis of organ, direction and period. As a result of the study, it was determined that Na concentrations in the outer bark were higher than those in the inner bark and wood. While the highest values in the outer bark were obtained in the northern direction where urbanization and traffic are intense, it was determined that Na concentrations in the wood generally varied within a narrow range. These results can be interpreted that Na pollution in air is probably caused by urban areas and traffic and <i>Fraxinus excelsior</i>, the subject of the study, is not a suitable biomonitor for monitoring the change of Na pollution in air.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13(10): 3119-3124, 2025

Fraxinus excelsior'da Na Konsantrasyonunun Organ, Yön ve Dönem Bazında Değişimi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<i>Araştırma Makalesi</i> Geliş : 12.05.2025 Kabul : 22.05.2025 Anahtar Kelimeler: Dişbudak <i>Fraxinus excelsior</i> Sodyum Biyomonitor Hayvanlar ve bitkiler	Dünyada yer kabuğundaki en bol bulunan yedinci element olan sodyum (Na), ayrıştırıcılar, hayvanlar ve bitkiler için önemli ve temel elementlerdendir. Aynı zamanda yaygın olarak bulunan metallerdendir. Bundan dolayı özellikle uzun ömürlü ve büyük biyokütleye sahip ağaçların en büyük organı olan odun kısmında Na birikiminin belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada özellikle peyzaj çalışmalarında yaygın olarak kullanılan dişbudak (<i>Fraxinus excelsior</i>) gövde organlarında Na'nın organ, yön ve dönem bazında değişimi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda diş kabuktaki Na konsantrasyonlarının iç kabuk ve odundakinden daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Diş kabuktaki en yüksek değerler ise kentleşme ve trafiğin yoğun olduğu kuzey yönde elde edilirken, özellikle odunlarda Na konsantrasyonlarının genel olarak dar bir aralıkta değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar havadaki Na kirliliğinin muhtemelen kentsel alanlar ve trafik kaynaklı olduğu ve çalışmaya konu <i>Fraxinus excelsior</i>'un havadaki Na kirliliğinin değişiminin izlenmesi için uygun bir biyomonitor olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Giriş

Bitkiler, güneş ışığını kullanarak fotosentez yapmakta ve böylece organik bileşikler sentezleyerek diğer bütün canlıların ihtiyaç duyduğu temel besin elementlerini üretmektedirler. Böylece bitkiler, dünyadaki canlı yaşamın kaynağını oluşturmaktadırlar (Erdem ve ark., 2023). Buna ek olarak yeşil bitkiler, fotosentez esnasında diğer pek çok fonksiyonu da yerine getirmektedirler. Örneğin, bitkiler bulundukları ortamda hava kirliliğini azaltır (Cobanoğlu ve ark., 2023; Koc ve ark., 2024), insanları psikolojik olarak olumlu yönde etkiler (Cetin vd, 2018), su rejimini düzenler, erozyonu önler (Turna and Guney, 2009) birçok canlı için yiyecek yanında barınak sağlar (Ozkazanc et al., 2019). Bütün bunlara ek olarak birçok sektör için en önemli hammadde kaynaklarından ve bundan dolayı ekonomik öneme sahiptirler (Özel ve ark., 2024; Varol ve ark., 2022).

Bitkilerin, sağladıkları bütün fonksiyonları yerine getirebilmeleri öncelikle sağlıklı bir şekilde gelişebilmelerine bağlıdır. Canlıların gelişimi de genetik yapıları (Hrivnak ve ark., 2024) ve çevresel faktörlerin (Sevik ve ark., 2019; Tandogan ve ark., 2023) karşılıklı etkileşimi altında şekillenir. Bitki gelişiminde en önemli çevresel faktörler; sıcaklık, yağış gibi iklimatik (Çobanoğlu ve ark., 2023; Yigit ve ark., 2021) ve besin durumu, toprak derinliği, pH gibi edafik (Erdem ve ark., 2024; Kravkaz Kuscu ve ark., 2018;) faktörlerdir. Bu faktörler içerisinde besin elementleri, toprakta sınırlı düzeyde bulunan, bitkiler tarafından kullanıldıkça da konsantrasyonu azalan maddelerdir. Bitkiler gelişimleri esnasında topraktan kökleri vasıtasıyla besinleri alarak metabolik faaliyetleri esnasında kullanılmaktadırlar. Bitkilerin yaprak, çiçek, meyve gibi organlarında biriktirdikleri besin elementleri, bitki bünyesinde en fazla birkaç yıl gibi kısa bir süre tutulduktan sonra toprağa dökülmekte ve tekrar çözünerek besin döngüsüne katılmaya devam etmektedir. Oysa odun kısmında, özellikle de ana gövdede biriktirilen besinler, ağaç türüne göre değişmekle birlikte, onlarca hatta yüzlerce yıl besin döngüsünden uzak tutulmaktadır (Koc ve ark., 2024). Bundan dolayı ana gövdede biriktirilen besin elementlerinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında da sodyum (Na) konsantrasyonlarının dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ana gövdesindeki odun ve kabuklarında, organ, yön ve dönem bazında belirlenmesi amaçlanmıştır. Na, çoğu bitkinin yapısında belirli oranlarda yaygın şekilde bulunan ancak bitkinin büyüme ve gelişmesinde zorunlu olarak gerek duymadığı bir elementtir (Bolat ve Kara, 2017). Sodyum, periyodik cetvelde Na simgesi ile gösterilen ve atom numarası 11 olan bir elementtir. Na, yumuşak ve kaygan bir metal olup alkali metaller grubuna aittir. Doğal bileşiklerin içinde (özellikle NaCl) bol miktarda bulunur. Yüksek oranda reaktiftir, sarı bir alevle yanar, su ile şiddetli reaksiyon verir ve havada hızla oksitlenir (Wikipedia, 2025). Buna karşın önemli ve yaygın bir metaldir ve yapılan çalışmalar besin elementi olarak gerekli metallerin dahi yüksek miktarda canlılar için zararlı olduğunu göstermektedir (Key ve ark., 2023; Koc ve ark., 2024).

Özellikle solunarak havadan alınması durumunda ağır metallerin canlılar ve özellikle de insanlar için son derece zararlı olduğu belirtilmektedir (Ghoma ve ark., 2023). Bundan dolayı peyzaj çalışmalarında sadece ülkemizde değil dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak kullanılan

dişbudanın, ağır metal kirliliğinin yüksek düzeyde olduğu alanlarda yetişen bireylerindeki Na konsantrasyonunun değişimi, çalışma amacını oluşturmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında dişbudak ana gövdesinde Na konsantrasyonunun birikimi ve transferi konusunda bilgilere ulaşmak hedeflenmiştir. Bununla birlikte Na, önemli ve yaygın bir metaldir. Çalışma sonuçlarının, dişbudak bünyesinde ağır metal birikimi ve transferi konusunda da bilgiler sağlayabileceği düşünüldüğünden çalışmaya konu ağaçların, ağır metal kirliliği yüksek olan bölgelerde yetişen ağaçlardan seçilmesi uygun görülmüştür. Bundan dolayı çalışma kapsamında Düzce kent merkezinde yetişen ağaçlardan temin edilen materyaller kullanılmıştır. Düzce, Dünya Hava Kirliliği Raporu 2021'e göre Avrupa'nın havası en kirlili 5 şehriden birisidir (Koc ve ark., 2024) ve bölgede yapılan çok sayıda çalışmada, bu bölgede yetişen ağaçlarda ağır metal birikiminin oldukça yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir (Isinkaralar ve ark., 2025a, b; Koç ve ark., 2025a, b; Yaşar İsmail ve ark., 2025).

Numuneler, 2022 yılında vejetasyon mevsimi sonunda kuzey yönü belirlenerek ana gövdeden yerden yaklaşık 50 cm yukarıdan kesilmek suretiyle alınmıştır. Laboratuvara getirilerek yüzeyi temizlenmiş ve yıllık halkalar yeniden eskiye doğru beşer yıllık olacak şekilde gruplandırılmıştır. Yapılan çalışmalarda yıllık halkaların tek tek analiz edilmesi genellikle mümkün olmadığından gruplandırma yapılmakta, çalışma amacı, ağacın yıllık halka sayısı ve yıllık halkaların genişliği gibi kriterlere göre 3, 5 veya 10 yıllık gruplamalar yapılarak örnekler alınmaktadır (Cobanoğlu ve ark., 2023; Isinkaralar ve ark., 2024; Key ve ark., 2023). Her grup odundan, iç kabuk ve dış kabuktan, 4 yönden numuneler çelik matkap yardımıyla alınmıştır. Alınan numuneler iki hafta oda kurusu hale gelmeleri için bekletildikten sonra cam petri kaplarına alınarak 2 hafta, 45 °C etüvde kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonunda, özel olarak tasarlanan mikrodalga fırında ön yakma işlemi uygulanmış ve ICP-OES (Endüktif olarak eşlenmiş plazma optik emisyon spektroskopisi) cihazı kullanılarak Na analizleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntem, konu ile ilgili çalışmalarda son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Key ve ark., 2023; Sevik ve ark., 2024). Elde edilen verilere SPSS 22.0 paket programı kullanılarak varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır.

Bulgular

Dişbudakta Na konsantrasyonunun organ ve yön bazında değişimi, hesaplanan ortalama değerler, varyans analizi sonucunda hesaplanan F değeri ve Duncan testi gruplarını gösteren harflendirmeler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge değerleri incelendiğinde dişbudakta Na konsantrasyonu değişiminin tüm yönlerde organ bazında ve tüm organlarda yön bazında en az %99 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Duncan testi sonuçlarına göre bütün yönlerde iki grup oluşmuş, odun ve iç kabuk ilk grupta, dış kabuk ikinci grupta yer almıştır.

Çizelge 1. Dişbudakta Na (ppm) konsantrasyonunun organ ve yön bazında değişimi

Table 1. Changes in Na (ppm) concentration in ash trees based on organ and direction

Organ	Kuzey	Doğu	Güney	Batı	F Değeri	Ortalama
Dış Kabuk	128,2 bD	117,2 bB	121,5 bC	115,7 bA	194,8***	120,6 b
İç Kabuk	62,3 aA	65,0 aB	62,1 aA	71,7 aC	133,5***	65,3 a
Odun	67,7 aA	87,1 aB	83,0 aB	63,6 aA	14,9***	75,3 a
F Değeri	28,5***	5,2**	9,7***	14,6***		34,9***
Ortalama	71,6 A	87,6 B	84,2 B	67,9 A	8,7***	

** : p<0,01 *** : p<0,001

Çizelge 2. Dişbudakta Na (ppm) konsantrasyonunun dönem ve yön bazında değişimi

Table 2. Changes in Na (ppm) concentration in ash trees based on period and direction

Dönem	Kuzey	Doğu	Güney	Batı	F Değeri	Ortalama
2018-2022	54,1 bB	54,2 aB	68,7 dC	40,1 aA	2241,3***	54,3 a
2013-2017	61,6 dB	100,7 hD	82,9 fC	40,2 aA	10627,3***	71,3 bcd
2008-2012	75,2 hB	110,8 jC	112,5 jD	51,4 cA	27381,4***	87,4 d
2003-2007	62,9 eB	115,7 kD	97,8 hC	58,0 dA	26186,5***	83,6 cd
1998-2002	67,2 gB	98,4 gC	101,6 iD	48,7 bA	5139,5***	79,0 bcd
1993-1997	90,6 iC	107,7 iD	89,3 gB	64,6 eA	4155,2***	88,0 d
1988-1992	75,8 hB	100,9 hD	98,4 hC	57,5 dA	3353,8***	83,1 cd
1983-1987	97,9 jC	68,0 dA	75,7 eB	68,2 fA	3565,5***	77,4 bcd
1978-1982	64,1 fB	59,9 bA	67,7 cC	76,5 gD	836,4***	67,0 abc
1973-1977	56,5 cA	75,9 eC	60,3 bB	91,3 jD	3883,1***	71,0 bcd
1968-1972	56,2 cB	64,0 cC	51,1 aA	78,2 hD	3178,9***	62,4 ab
1963-1967	50,4 aA	88,7 fB	89,9 gC	88,9 iB	4973,9***	79,5 cd
F Değeri	4073,3***	7043,1***	2987,2***	8340,8***		3,9***
Ortalama	67,7 A	87,1 B	83,0 B	63,6 A	14,9***	

*** : p<0,001

Yön bazında ise odunda en düşük değerler kuzey ve batı yönlerde, en yüksek değerler ise doğu ve güney yönlerde elde edilirken dış kabukta batı < doğu < güney < kuzey şeklinde sıralanmıştır. Ortalama değerlere göre Duncan testi gruplanmaları ise odundaki ile aynıdır. Dişbudakta Na konsantrasyonunun dönem ve yön bazında değişimi Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’de görüleceği üzere Varyans analizi sonuçlarına göre odunlarda Na konsantrasyonu değişiminin tüm dönemlerde yön bazında ve tüm yönlerde dönem bazında istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında 1983 yılından sonraki bütün dönemlerde batı yönde elde edilen değerlerin ilk grupta olduğu görülmektedir. Bunun dışında dikkat çeken bir diğer husus en düşük ve en yüksek değerler arasındaki farkın oldukça az olmasıdır. En düşük değer (kuzey yönde, 1963-1967 döneminde elde edilen 50,4 ppm) ile en yüksek değer (doğu yönde, 2003-2007 döneminde elde edilen 115,7 ppm) arasında 2,3 kattan az bir fark olduğu ve elde edilen ortalama değerlerin 54,3-88,0 ppm arasında değişim gösterdiği görülmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Çalışma sonucunda organ olarak en yüksek değerler dış kabukta elde edilmiştir. Bu sonuç, konu ile ilgili çok sayıda çalışmada elde edilmiştir (Yayla ve ark., 2022; Key ve ark., 2023; Canturk ve ark., 2024). Bu durumun sebebi büyük ölçüde dış kaynaklıdır. Bilindiği üzere ağır metaller bitki bünyesine topraktan kökler, havadan yapraklar ve gövde bölümlerinden doğrudan girebilmektedir (Cobanoğlu ve ark., 2023). Havadaki ağır metal kirliliğinin yüksek

düzeyde olduğu alanlarda partikül maddeler ağır metaller ile kontamine olarak bir yutak haline gelmekte, yüzeyi pürüzlü dış kabuğa da kolayca tutunarak kabuktaki ağır metal konsantrasyonunu önemli ölçüde artırmaktadır (Ozturk Pulatoglu ve ark., 2025). Bazı türlerde kabuktaki ağır metallerin iç kabuk ve oduna girişi bu yolla olmakta, bu durumda öncelikle iç kabuk, sonrasında ise odundaki ağır metal konsantrasyonu önemli ölçüde artmaktadır. Oysa bu çalışmada iç kabuk ve odundaki Na konsantrasyonlarının dış kabuktan daha düşük seviyede olduğu, Duncan testi sonucunda da iç kabukla odunda elde edilen değerlerin aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Bu durumda Na’nın dış kabuktan bitki bünyesine girişinin sınırlı düzeyde olduğu söylenebilir.

Çalışma sonucunda yön olarak en düşük değerler kuzey ve batı, en yüksek değerler ise güney ve doğuda elde edilmiştir. Yapılan çalışmalar ağır metallerin büyük ölçüde madencilik (Ergül ve Kravkaz Kuşçu, 2024; Ergül ve Kravkaz Kuşçu, 2025; Kuzmina ve ark., 2023), sanayi (Isinkaralar ve ark., 2025b; Ozturk Pulatoglu ve ark., 2025), trafik (Koç ve ark., 2025a,b), kentsel alanlar (Gültekin ve ark., 2025) ve tarımsal faaliyetler (Ozturk Pulatoglu ve ark., 2025) sonucunda yoğun bir şekilde doğaya salındığını göstermektedir. Çalışma alanının kuzey ve batısında kentsel alanlar ve anayollar bulunurken güney ve doğusu büyük oranda tarım alanları ile çevrilidir. Dünya kabuğundaki en bol bulunan yedinci element olan Na, ayrıştırıcılar ve hayvanlar için önemli ve temel bir elementtir. Na, yaygın ağır metallerden birisi olmakla birlikte çoğu bitki için temel elementlerdendir (Erdem ve ark., 2023; Kaspari, 2020; Santiago-Rosario ve ark., 2021). Bundan dolayı tarımsal alanlarda kullanılan bazı gübrelerde Na bulunmaktadır (Horuz, 2018).

Bundan dolayı tarımsal alanlar Na kirliliğinin ana kaynaklarından olabilir. Buna ek olarak dış kabuklardaki en yüksek konsantrasyonlar kuzey yönde elde edilmiştir. Bu durum havadaki Na kirliliğinin en önemli kaynağının kentsel alanlar ve trafik olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Çalışma sonucunda odun dokularında Na konsantrasyonlarının genel olarak dar bir aralıkta değişim gösterdiği, komşu odun dokularında belirlenen Na konsantrasyonlarının birbirine oldukça yakın olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen en düşük değer (50,4 ppm) ile en yüksek değer (115,7 ppm) arasında 2,3 kattan az bir fark olduğu belirlenmiştir. Oysa ağır metaller konusunda yapılan çok sayıda çalışmada komşu odun dokularındaki ağır metal konsantrasyonları arasında onlarca kat fark olabildiği belirlenmiştir (Koç ve ark., 2025a,b). Bu durum ağır metalin odun dokuları arasında transfer olabilesiyle ilgilidir. Çalışma sonuçları Na'nın odun dokuları arasında transfer olabildiği şeklinde yorumlanabilir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda pek çok elementin farklı ağaç türlerinin odun dokuları arasında transfer olabildiği tespit edilmiştir. Örneğin Pb ve Zn'nin *Cedrus deodora*, As, Sr, Pd, V, Ag, Se, Sb. ve Tl'nin *Pinus nigra*, Co'nun *Cedrus atlantica*, Bi, Li ve Cr'nin *Cupressus arizonica* odunları içerisinde transfer olabildiği belirlenmiştir. Buna karşın *Cedrus deodora*'da Cu, *Picea orientalis*'te Tl, *Cedrus atlantica*'da Ni, Cr ve Mn, *Cupressus arizonica*'da Cd, Ni, Cr, Tl, Fe ve Zn, *Corylus colurna*'da Cd, Ni, Zn, Co, Pb, Cr, Mn ve Zn'nin odun dokuları arasındaki transferinin daha sınırlı düzeyde olduğu belirtilmektedir (Key ve ark., 2023; Koç, 2025; Şevik ve ark., 2024).

Ağır metal birikimi türlere ve aynı türdeki organlara göre önemli ölçüde değişiklik gösterebilmektedir (İsınkarlar ve ark., 2024). Bunun nedeni, bitkilerde ağır metallerin alımı ve birikiminde birçok faktörün eş zamanlı olarak rol oynamasıdır. Ağır metallerin bitki bünyesine girişi ve hareketi, bitki türü, organ yapısı, yüzey alanı, ağır metaller ile bitkiler arasındaki etkileşimler ve hava koşulları dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Yaşar İsmail ve ark., 2024). Ayrıca, bitki habitusu ve gelişimi de ağır metal alımını ve birikimini önemli ölçüde etkilemektedir (Erdem ve ark., 2023). Dolayısıyla, bitki habitusunu etkileyen tüm faktörler, bu bitkilerdeki ağır metallerin alımını ve birikimini de etkilemektedir. Bitki habitusu, genetik yapı (Kurz ve ark., 2023; Şevik ve ark., 2012) ile edafik (Erdem ve ark., 2024; Yucedag ve ark., 2019) ve iklimatik (Cantürk ve ark., 2024; Ertürk ve ark., 2024; Yigit ve ark., 2019) çevre faktörleri yanında stres faktörleri (Şevik ve Topacoglu, 2015), bakım, budama ve hormon uygulamaları (Guney ve ark., 2016; Özel ve ark., 2022) başta olmak üzere çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle, bu faktörlerin birçoğu birbirlerini ve dolayısıyla da bitkilerin ağır metal biriktirme potansiyellerini doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir ve bu karmaşık mekanizma hakkındaki bilgiler halen sınırlı düzeydedir (Sahin ve ark., 2025).

Öneriler

Çalışma kapsamında Na'nın *Fraxinus excelsior* kabuk ve odunlarındaki konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Çalışmaya konu element yaygın metallerden birisi olması yanında canlılar için temel yapıtaşlarından birisidir.

Çalışma sonuçları dışbudak kabuklarındaki Na konsantrasyonlarının, iç kabuk ve odundakinden daha yüksek seviyede olduğunu ortaya koymuştur. Ancak organlardaki Na konsantrasyonlarının genel olarak dar bir aralıkta değişim gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle odunlardaki değişim aralığının bu kadar kısıtlı olması, odun dokuları arasında Na'nın transfer olabildiği şeklinde yorumlanmıştır. Bu durum çalışmaya konu türün Na kirliliğinin değişiminin izlenmesi amacıyla kullanılabilecek uygun bir biyomonitor olmadığını göstermektedir.

Çalışma sonucunda dış kabuktaki Na konsantrasyonlarının daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Dış kabuktaki en yüksek değerler ise kuzey yönde yani kentsel alanların ve trafiğin yoğun olduğu yönde elde edilmiştir. Bu durum kentsel alanların ve/veya trafiğin havadaki Na kirliliğinin asıl kaynağı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Kirliliğin önlenmesi ve azaltılması konusunda gerekli tedbirlerin alınması önerilmektedir.

Beyanlar

Yazar Katkı Beyanı

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

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Kaynaklar

- Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: Kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.
- Canturk, U., Koç, İ., Özel, H. B., & Şevik, H. (2024). Identification of proper species that can be used to monitor and decrease airborne Sb pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(44), 56056-56066.
- 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. DOI:10.15376/biores.19.3.6190-6214
- Cetin, M., Şevik, H., Canturk, U., & Cakir, C. (2018). Evaluation of the recreational potential of Kutahya Urban Forest. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 2629-2634.
- Cobanoğlu, H., Şevik, 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.
- Çobanoğlu, H., Canturk, U., Koç, İ., Kulaç, Ş., & Şevik, 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. DOI: 10.5152/forestist.2023. 22065.
- 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.
- Erdem, R., Çetin, M., Arıca, B., & Şevik, H. (2023). The Change of the Concentrations of Boron and Sodium in Some Forest Soils Depending on Plant Species. *Forestist*, 73(2). 207-212.
- Ergül, H. A., & Kravkaz Kuşçu, İ. S. (2024). Variations in Sr, Tl, and V concentrations at copper mining sites based on soil depth, plant species, and plant organ. *BioResources*, 19(4), 7931-7945 DOI:10.15376/biores.19.4.7931-7945

- Ergül, H. A., & Kuşçu, İ. S. K. (2025). Variation in Some Macronutrients in Soil and Plant Organs at Copper Mining Sites. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 13(4), 860-865.
- Ertürk, N., Arıcak, B., Yigit, N., & Sevik, H. (2024). Potential changes in the suitable distribution areas of *Fagus orientalis* lipsky in Kastamonu due to global climate change. *Forestist*, 74: 159-165. doi:10.5152/forestist.2024.23024.
- 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*, 30(30), 75768-75776.
- Guney, K., Cetin, M., Sevik, H., & Güney, K. B. (2016). Effects of Some Hormone Applications on Germination and Morphological Characters of Endangered Plant. *New Challenges in Seed Biology: Basic and Translational Research Driving Seed Technology*, 97.
- 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*, DOI: 10.1016/j.jfca.2024.107169.
- Horuz, A. (2018). Silisyumun bitki gelişimine olan etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2), 151-163.
- 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?. *European Journal of Forest Research*. 143, 451–464. <https://doi.org/10.1007/s10342-023-01634-0>
- Isinkaralar, K., Isinkaralar, O., Koç, İ., Özel, H. B., & Şevik, H. (2024). Assessing the possibility of airborne bismuth accumulation and spatial distribution in an urban area by tree bark: A case study in Düzce, Türkiye. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14(18), 22561-22572.
- Isinkaralar, K., Isinkaralar, O., Koc, I., Sevik, H., & Ozel, H.B. (2025a). Atmospheric Trace Metal Exposure in a 60-Year-Old Wood: A Sustainable Methodological Approach to Measurement of Dry Deposition. *International Journal of Environmental Research*. 19, 112 (2025). <https://doi.org/10.1007/s41742-025-00783-x>
- Isinkaralar, O., Isinkaralar, K., & Sevik, H. (2025b). 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. DOI:10.1007/s11869-025-01702-x
- Kaspari, M. (2020). The seventh macronutrient: How sodium shortfall ramifies through populations, food webs and ecosystems. *Ecology Letters*, 23(7), 1153–1168. <https://doi.org/10.1111/ele.13517>
- 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, I., Canturk, U., Cobanoğlu, H., Kulac, S., Key, K., & Sevik, H. (2025a). Assessment of 40-year Al Deposition in some Exotic Conifer Species in the Urban Air of Düzce, Türkiye. *Water, Air, & Soil Pollution*, 236(2), 1-14.
- Koc, I., Canturk, U., Isinkaralar, K., Ozel, H. B., & Sevik, H. (2024). Assessment of metals (Ni, Ba) deposition in plant types and their organs at Mersin City, Türkiye. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(3), 282.
- Koç, İ., Cobanoğlu, H., Canturk, U., Key, K., Sevik, H., & Kulac, S. (2025b). Variation of 40-year Pb deposition in some conifers grown in the air-polluted-urban area of Düzce, Türkiye. *Environmental Earth Sciences*, 84(7), 186.
- Koç, İ. (2025). Chronological Levels of As, Pd, V, and Sr in 356-year-old *Pinus nigra* Annual Rings in Northern Türkiye. *BioResources*, 20(1), 2215-2233
- Kravkaz-Kuscu, I. S., Sariyildiz, T., Cetin, M., Yigit, N., Sevik, H., & Savaci, G. (2018a). Evaluation of the soil properties and primary forest tree species in Taskopru (Kastamonu) district. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (3), 1613-1617.
- 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.
- Kuzmina, N., Menshchikov, S., Mohnachev, P., Zavyalov, K., Petrova, I., Ozel, H. B., Arıcak, B., Onat, S. M., & Sevik, H. (2023). Change of aluminum concentrations in specific plants by species, organ, washing, and traffic density, *BioResources* 18(1), 792-803.
- Ozkazanc, N. K., Ozay, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). The habitat, ecological life conditions, and usage characteristics of the otter (*Lutra lutra* L. 1758) in the Balıkdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (11), 645.
- 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.
- Özel, H. B., Sevik, H., Onat, S. M., & Yigit, N. (2022). The effect of geographic location and seed storage time on the content of fatty acids in stone pine (*Pinus pinea* L.) seeds. *BioResources*, 17(3), 5038.
- 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.
- Sahin, S., Ozel, H. B., Sevik, H., & Erdem, R. (2025). Monitoring the change of silicon pollution in air and usability of *Tilia tomentosa* in reducing pollution. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2025, 26(01), 2988-2996 DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.26.1.1427>
- Santiago-Rosario, L. Y., Harms, K. E., Elder, B. D., Hart, P. B., & Dassanayake, M. (2021). No escape: The influence of substrate sodium on plant growth and tissue sodium responses. *Ecology and Evolution*, 11(20), 14231-14249.
- Sevik, H., Koç, İ. & Cobanoğlu, H. (2024). Determination of Some Exotic Landscape Species As Biomonitors That Can Be Used for Monitoring and Reducing Pd Pollution in the Air. *Water, Air, & Soil Pollution*. 235, 615. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07429-2>
- 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), 1125-1130
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Yigit, N., & Karakus, O. (2019). Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 5909-5921.
- 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.
- Şevik, H., Yıldız, Y., Ozel, 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.

- Tandoğan, M., Özel, H. B., Gözet, F. T., & Şevik, H. (2023). Determining the taxol contents of yew tree populations in western Black Sea and Marmara regions and analyzing some forest stand characteristics. *BioResources* 18(2), 3496-3508.
- Turna, I., & Güney, D. (2009). Altitudinal variation of some morphological characters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(2), 202-208
- 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.
- Wikipedia, (2025). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sodyum> erişim:21.05.2025
- 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, DOI:10.5152/forestist.2024.24071
- Yayla, E. E., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2022). Detection of landscape species as a low-cost biomonitoring study: Cr, Mn, and Zn pollution in an urban air quality. *Environmental monitoring and assessment*, 194(10), 687.
- Yigit, N., Çetin, M., Ozturk, A., Sevik, H., & Cetin, S. (2019). Variation of stomatal characteristics in broad leaved species based on habitat. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6), 12859-12868
- Yigit, N., Mutevelli, Z., Sevik, H., Onat, S. M., Ozel, H. B., Cetin, M., & Olgun, C. (2021). Identification of some fiber characteristics in *Rosa sp.* and *Nerium oleander* L. wood grown under different ecological conditions. *BioResources*, 16(3), 5862.
- Yucedag, C., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). Variability in morphological traits of seedlings from five *Euonymus japonicus* cultivars. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 1-4.