





Determination of Some Trace Element Content of Gum tragacanth (*Astragalus gummifer* Labill.) Growing Near Mining Sites



Hazel GÖKDERE¹, Çağrı ŞAHİN², Sinan ERDEM³, Zeynep ASUTAY⁴, Ayşe ARIGTEKİN⁵


^{1,2,5}Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl, Türkiye,

³Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı, Bingöl, Türkiye,

⁴Bitlis Üniversitesi, Hizan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bitlis, Türkiye

¹ <https://orcid.org/0009-0008-6633-5192>, ² <https://orcid.org/0009-0008-9661-9030>,

³ <https://orcid.org/0000-0001-5342-6302>, ⁴ <https://orcid.org/0000-0002-5854-1040>

⁵ <https://orcid.org/0009-0006-7189-1500>

¹hazel.gkdere@gmail.com, ²cagrisahin23@yaani.com, ³sinanerdem012@gmail.com, ⁴zasutay@beu.edu.tr, ⁵arigtekinayse@gmail.com

Geliş Tarihi: 09.07.2025 Düzeltme Geliş Tarihi: 21.08.2025 Kabul Tarihi: 27.08.2025

ABSTRACT

The mining sector contributes significantly to the country's economy, but the processes involved in mining, from extraction to operation, can have various effects on soil and plant populations. Among these effects are changes in soil element concentrations, particularly increases in heavy metals, and corresponding changes in the element content of plants naturally occurring in the region. In this study, the plant *Astragalus gummifer* Labill. was collected, and the trace element contents of aluminum (Al), cobalt (Co), chromium (Cr), copper (Cu), iron (Fe), nickel (Ni), manganese (Mn), and zinc (Zn) in the root, stem, and leaf parts of the plant were determined. The concentrations of Al and Mn between plant organs were found to be statistically very significant ($p < 0.01$), while the concentrations of Co, Cr, Cu, and Fe were significant ($p < 0.05$), and the concentrations of Ni and Zn were insignificant. *Astragalus gummifer* Labill accumulated the highest amounts of Al, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, and Zn in its stems, while Mn accumulated in its leaves; stem > leaf > root. Additionally, the Translocation Factor (TF) values for the examined elements were calculated. For all elements examined in *Astragalus gummifer* (Al, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn, and Zn), TF values were calculated to be >1. The gum tree accumulates heavy metals in its above-ground organs rather than in its roots, which has revealed its potential for use in phytoremediation.

Keywords: Mining, *Astragalus*, heavy metal, accumulation

Maden Sahası Yakınlarında Gelişen Sakız Geveni Bitkisinin (*Astragalus gummifer* Labill.)

Bazı İz Element İçeriklerinin Belirlenmesi

ÖZ

Madencilik sektörü ülke ekonomisine büyük katkılar sunmakla birlikte madenlerin çıkarılmasından işletilmesine kadar olan süreçler toprak ve bitki popülasyonlarında değişik etkilere neden olabilmektedir. Bu etkiler içerisinde toprakların element konsantrasyonlarındaki değişimler ve özellikle ağır metallerin artışı ve bu durumun yansımaları olarak bölgede doğal olarak yayılış gösteren bitkilerin element içeriklerindeki değişimler sayılabilmektedir. Bu çalışmada Bingöl ili Genç ilçesinde yer alan demir madeni işletmesinin yakınlarında doğal olarak yayılış gösteren sakız geveni (*Astragalus gummifer* Labill.) bitkisi toplanarak bazı iz element alüminyum (Al), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), nikel (Ni), mangan, (Mn) ve çinko, (Zn) içerikleri bitkinin kök, gövde ve yaprak kısımlarında belirlenmesi amaçlanmıştır. Bitki organları arasındaki Al ve Mn konsantrasyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$), Co, Cr, Cu ve Fe konsantrasyonları önemli ($p<0.05$), Ni ve Zn konsantrasyonları ise önemsiz bulunmuştur. Sakız geveni (*Astragalus gummifer* Labill) en fazla Al, Co, Cr, Cu, Fe, Ni ve Zn gövdelerinde, Mn ise yapraklarında birikmiştir; gövde>yaprak>kök. Ayrıca bitkinin incelenen elementler açısından Translokasyon Faktörü (TF) değerleri hesaplanmıştır. *Astragalus gummifer* bitkisinde incelenen tüm elementler için (Al, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn ve Zn) TF değerleri >1 olarak hesaplanmıştır. Sakız geveni bitkisi ağır metalleri köklerinde akümüle etmek yerine toprak üstü organlarına taşımıştır ve buda bitkinin fitoremediasyonda kullanılma açısından değerlendirilme potansiyelini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar kelimeler: Maden, *Astragalus*, ağır metal, akümülyasyon

GİRİŞ

Astragalus cinsi, *Fabaceae* familyasına ait 3000 çeşit içeren otsu, çalimsı tek veya çok yıllık bitkilerdir (Dinç ve ark., 2013; Erkul ve Aytaç, 2013). *Astragalus gummifer* Labill. Dünya genelinde olmak üzere çoğunlukla Kuzey Amerika, Asya ve Avrupa'da yayılış göstermektedir. Türkiye'de ise 463 *Astragalus* türü bulunmakta, bu türlerin ise %41'i (210 tür) endemik olarak yetişmektedir (Muhittin ve ark., 2013). *Astragalus* türünün birçok kullanım alanı vardır. Eğimli alanlarda biyoçeşitliliği sürdürmekte, toprağı korumakta ve arıcılıkta aromasından yararlanılmaktadır (Kadioğlu ve ark., 2008). Bazı türleri ise gösterişli ve dikensiz çiçekleri süs bitkisi olarak ve hayvan yemi amacıyla kullanılmakta olup yaygın ve uzun kök sistemleri ile erozyonu önleyen türleri bulunmaktadır (Kaçmaz, 2007). Sakız geveni adı verilen *Astragalus gummifer* Türkiye, Kafkasya, Afganistan ve İran bölgelerinde yaygın bir şekilde bulunarak boya, dokuma sanayi ve eczacılıkta kullanılmaktadır (Khan ve Abourashed, 2010). *Astragalus* bitkisi türleri sağlık ve gıda gereksinimlerinin yanı sıra dünya genelinde kitre sakızı üretmek amacıyla da yaygın olarak kullanılmaktadır (Amiri ve ark., 2020). Kitre sakızının üretildiğı *Astragalus* türlerinden bir tanesi ise *Astragalus gummifer* Labill. bitkisidir (Karimi ve ark., 2016). *Astragalus gummifer* bitkisi çalları toprak dengesi, toprak verimliliğı ve hayvanlar açısından kritik bir öneme sahiptir. Yaprakları ve kökleri aracılığı ile toprağı zengin miktarda organik madde kazandırır. Bunun yanı sıra toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal dengesini de iyileştirme görevi görmektedir (Parlak ve ark., 2012). Geven türleri, tipik olarak ağaçlardan yoksun ve kurak alanlarda, 3-5 metre derinliğe ulaşabilmektedir (Kadioğlu ve ark., 2008; Kaçmaz, 2007). Doğal alanlarda bulunan *Astragalus* çeşitleri, evcil ve yabani hayvanlar için besin kaynağı sağlarken, yabani hayvanların barınmasına da olanak tanır (Başbağ ve ark., 2017). Özellikle çalı ve yarı çalı şekline sahip olan *Astragalus* türleri, bahar ve yaz dönemlerinde meralarda otlatılma yapıldığı sırada dikenli yapıları sayesinde çevredeki bazı yabancı otları koruma işlevi görürler. Sonbaharda yağmur yağdığında dikenlerin yumuşaması ve kurumuş otların

nenmesi sonucunda, meradaki ot miktarının azalmasıyla birlikte ihtiyaç duyulan kaba yem bu kurumuş otlardan sağlanır (Çaçan ve ark., 2023). Sakız geveni Bingöl ili Genç ilçesinde yer alan demir madeni işletmesinin yakınlarında doğal olarak yayılış göstermektedir. Merkez ilçesi Yelesen-Dikme köyleri alanlarında da görülmektedir (Başbağ ve ark., 2012). Balpınarı (Matan), Şaban, Ortaköy, etrafındaki step alanlarında da yaygın olarak bulunmaktadır (Behçet ve Yapar, 2019). Gelişmiş ve modern ülke kriterlerine ulaşabilmek için madencilik sektörü giderek daha fazla önemli hale gelmektedir. Tarihi oldukça derinlere giden madencilik çalışmaları, günümüzde de en büyük sanayi dallarından biri haline gelmiştir. Fakat madenlerin işletilmesi anında uygulanan yöntem her nasıl olursa olsun uzun vadeli ve geri dönüşü olmayan çevre kirliliklerine yol açma riski bulunmaktadır (Cheng ve ark., 2018). Maden faaliyetleri su, toprak, hava gibi fiziksel unsurları etkileyerek çevresel hasara neden olmaktadır. Toprak, gürültü, hava ve su kirliliği gibi unsurlar ile toprak yapısının değişmesi, verimli yüzey toprağının kayıp olması, bitki örtüsü ve hayvan türlerinin yok olması madenciliğin olumsuz etkilerindedir (Oladipovd, 2014). Madencilik sürecinde oluşan atıklar, özellikle toprak kirliliğine yol açmaktadır (Weissenstein ve Sinkala, 2011). Bunun sebebi, madencilik faaliyetlerinin kontrolsüz bir şekilde ekosistemi kirleten büyük tonajda ağır metal içeren atıkların meydana gelmesine yol açabilmektedir. (Fashola ve ark., 2016).

Bu çalışmada Bingöl ili Genç ilçesinde yer alan demir madeni işletmesinin yakınlarında doğal olarak yayılış gösteren sakız geveni (*Astragalus gummifer* Labill.) bitkisi toplanarak bazı iz element (Al, Co, Cr, Cu, Ni, Mn ve Zn) içeriklerinin bitkinin kök, gövde ve yaprak kısımlarında belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı

Bu çalışmada 2024 yılı Nisan-Haziran aylarında Bingöl ili Genç ilçesinde yer alan demir madeni işletmesinin yakınlarında doğal olarak yayılış gösteren sakız geveni (*Astragalus gummifer* Labill.) bitkisi toplanarak bazı iz element (Al, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn ve Zn) içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Demir madeni işletmesi çevresinde doğal alanlarda yayılış gösteren sakız geveni (*Astragalus gummifer* Labill.) bitkisi, bitki örtüsünün izlenmesi ile en olgun dönemlerinde toplanmıştır. Bitki, köklerine zarar verilmeden alınarak tanısı yapılmıştır. Kök, gövde, yaprak ve generatif kısım (salkım, çiçek, başak, bakla) olacak şekilde organlarına ayrılmıştır. Önce musluk suyu ile sonra ise saf su ile bolca temizlenerek yıkanmıştır. Yıkanan bitki kısımları 70 °C sıcaklıkta 48 saat kurutulmaya bırakıldıktan sonra el değirmeni ile öğütülerek element analizi için uygun hale getirilmiştir.

Bitki türü

Astragalus gummifer bitkisi kök, gövde ve yaprak kısımlarından oluşmaktadır. Çok yıllık, Sub-alpin kuşakta 1200-1600 m rakımlarda yetişen bir geven türüdür. Dikenli ve çiçek renkleri beyaz-pembe şeklinde bir bitkidir. Bitki boyu 30-60 cm uzayabilmektedir. Yoğun şekilde selenyum birikimi oluşturan ve glikozit muhtevası yüksek bir bitkidir. Meralar için istilacı bir tür olarak kabul edilmektedir (Serin ve ark., 2008). Bitkiye ait çekilmiş bir fotoğraf Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1. *Astragalus gummifer* (sakız geveni) bitkisine ait görüntü

Bitki Analizleri

Bitki örneği, Miller (1998) tarafından bildirilen yönteme uyarlanarak mikrodalga yakma işlemi ile yapılmıştır. Bitkinin kök, gövde ve yaprak kısımları kurutulup öğütüldükten sonra 0.5 gram ağırlıkta tartılmış, mikrodalga cihazının (CEM-MARS 6) vessellarına aktararak üzerlerine 10 ml HNO₃ eklenmiştir. Gerekli süzme ve seyreltme işlemleri yapılarak ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) cihazında örneklerle ait Al, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn ve Zn element konsantrasyonları okunarak kaydedilmiştir.

Translokasyon Faktörünün Hesaplanması (TF)

Bitkinin sürgünündeki ağır metal konsantrasyonunun, kökteki ağır metal konsantrasyonuna oranıdır. Kök kısmından bitkinin farklı organlarına taşıyabilme yeteneğini belirtmektedir. Belirtilen formülden yararlanılarak hesaplanmıştır (Alaribe ve Agamuthu, 2015; Ortakçı, 2020).

$$TF = \frac{\text{Sürgündeki element konsantrasyonu}}{\text{Kökteki element konsantrasyonu}} \quad (1)$$

İstatistiksel Analiz

Veriler JMP istatistik programında varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve önemli ($p < 0,05$) olan parametreler Tukey testi ile karşılaştırılmıştır (JMP, 2018).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sakız geveni (*Astragalus gummifer*) bitkisi element konsantrasyonlarının değerlendirilmesi

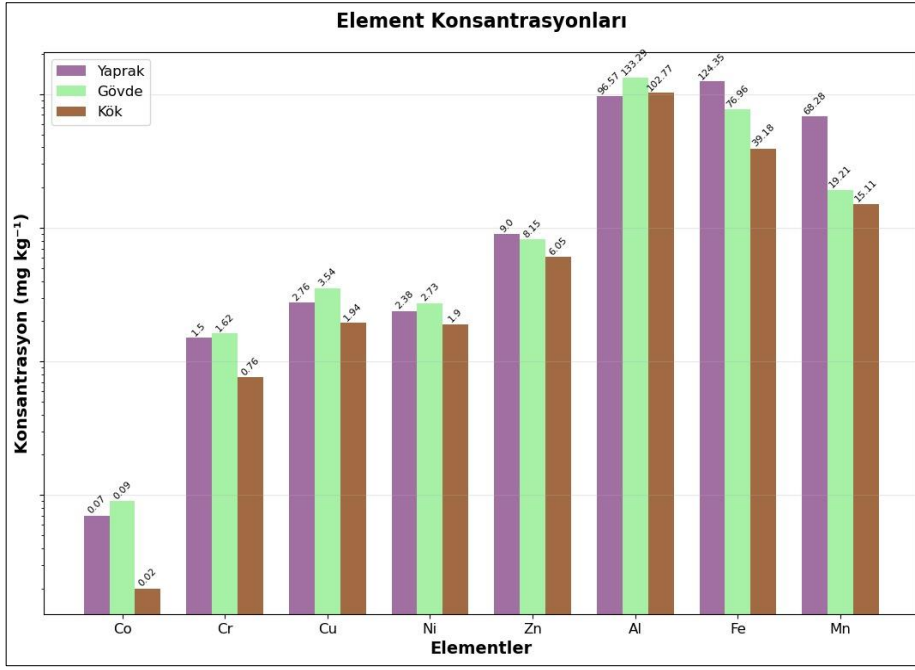
Sakız geveni (*Astragalus gummifer*) bitkisinin organlarında bulunan (Al, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn ve Zn) element konsantrasyonları varyans analizi sonucu oluşan ortalama ve grupları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Sakız geveni (*Astragalus gummifer*) bitkisi organlarında bulunan element konsantrasyonlarına ait değerler

Organlar	Elementler (mg kg ⁻¹)							
	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
Yaprak	96.87b	0.07a	1.50a	2.76ab	121.36	66.28a	2.28	8.00
Gövde	133.28a	0.09a	1.62a	3.54a	176.96a	19.21b	2.73	8.15
Kök	109.77b	0.02b	0.76b	1.94b	39.18b	15.11b	1.90	6.08
Önem	**	*	*	*	*	**	Öd	Öd
LSD _{0,05}	14.46	0.04	0.59	1.15	67.23	7.18	-	-

** : p<0,01, * : p<0,05 ve Öd: önemli değil

Bitkinin organları arasında Al elementi istatistiksel olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. Organlarda en yüksek Al içeriği (133.28 mg kg⁻¹) bitkinin gövdesinde en düşük ise yaprağında (96.37 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. Kabata-Pendias (2011) baklagil bitkileri için ideal Al seviyesinin 85-3470 mg kg⁻¹ arasında olması gerektiğini ifade etmiştir. Bitkinin organları arasında Co elementi istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Organlarda en yüksek Co içeriği (0.09 mg kg⁻¹) bitkinin gövdesinde en düşük ise (0.02 mg kg⁻¹) köklerinde belirlenmiştir. Kabata-Pendias (2011) baklagil bitkilerinin otlardan daha fazla Co biriktirdiğini belirtmiş ve çeşitli ülkelerden elde edilen yoncaların ortalama değerlerinin 100-570 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ifade etmiştir. Bitkinin organları arasında Cr elementi istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Organlarda en yüksek Cr içeriği (1.62 mg kg⁻¹) bitkinin gövdesinde en düşük ise köklerinde (0.76 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. Kabata-Pendias (2011) baklagil bitkileri için ideal Cr seviyesinin 0.2-4.2 mg kg⁻¹ arasında olması gerektiğini ifade etmiştir. Bitkinin organları arasında Cu elementi istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Organlarda en yüksek Cu içeriği (3.54 mg kg⁻¹) bitkinin gövdesinde en düşük ise köklerinde (1.94 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. Çağan ve ark., (2023) yaptıkları çalışma da *Astragalus gummifer* bitkisi Cu içeriği 71.1 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada *Astragalus auganus* bitkisinin ise Cu oranı 0.8234 mg kg⁻¹dir (Hussain ve ark., 2019). Bitkinin organları arasında Fe elementi istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Organlarda en yüksek Fe içeriği (176.96 mg kg⁻¹) bitkinin gövdesinde en düşük ise köklerinde (39.18 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. Yapılan bir çalışma da *Astragalus gummifer* bitkisinin Fe içeriği 794 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çağan ve ark., 2023). Bitkinin organları arasında Mn elementi istatistiksel olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. Organlarında en yüksek Mn içeriği (66.28 mg kg⁻¹) bitkinin yaprağında en düşük ise köklerinde (15.11 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. *Astragalus ocephalus* subsp. stachyophorus'taki Mn içeriği, bitkinin ilk gelişim evresinde 69.34 mg kg⁻¹ ve tohum oluşturma aşamasında 115.91 mg kg⁻¹ civarındadır. Bitkilerde ideal Mn konsantrasyonları 25-250 mg kg⁻¹ arasındadır (Fox ve Guerinot, 1998). Bitkinin organları arasında Ni elementi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Rakamsal olarak organlarında en yüksek Ni içeriği 2.73 mg kg⁻¹ ile en düşük 1.98 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kabata-Pendias (2011) baklagil bitkileri için ideal Ni seviyesinin 1.2-2.7 mg kg⁻¹ arasında olması gerektiğini ifade etmiştir. Bitkinin organları arasında Zn elementi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Rakamsal olarak organlarında en yüksek Zn içeriği 8.15 mg kg⁻¹ ile en düşük 6.08 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Hussain ve ark. (2019) *Astragalus auganus*'taki çinko konsantrasyonlarının 2.750 mg kg⁻¹ olduğunu belirtmiştir.



Şekil 2. Sakız geveni (*Astragalus gummifer*) bitkisinin organlarında bulunan element konsantrasyonlarına ait grafik

Şekil 2 incelendiğinde Co, Cr, Cu, Ni ve Al bitkinin en çok gövdesinde belirlenirken Zn, Fe ve Mn en çok yapraklarda belirlenmiştir. Yine Şekil 2’de görüldüğü üzere bitki dokularında en az akümüle olan element Co ve Cr iken en fazla Al ve Fe akümüle olmuştur.

***Astragalus gummifer* bitkisine ait TF değerleri**

Astragalus gummifer bitkisinin Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn elementleri için TF değerleri Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Tablo 2. *Astragalus gummifer* bitkisinin Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn elementleri için TF değerleri

	Translokasyon Faktörü (TF) Değerleri							
	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
<i>Astragalus gummifer</i> Labill.	1.05	4.0	2.05	1.62	3.81	2.83	1.32	1.33
	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1

Astragalus gummifer bitkisinde Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn için TF>1 olarak belirlenmiştir. Bitkinin metalleri köklerden sürgünlere iletme yeteneği, sürgündeki metal yoğunluğunun köklerdeki yoğunluğa oranı translokasyon faktörü olarak değerlendirilmektedir. TF değerinin birden az olması (TF<1) fitoekstraksiyon için uygun değilken (Fitz ve Wenzel, 2002), TF değerinin birden çok olması (TF>1) fitoremediasyon için bitki türlerini sınıflandırılırken belirgin bir etken olarak ortaya çıkmaktadır (Chanu ve Gupta, 2016). Dalvand ve ark. (2014).

Astragalus gummifer bitkisinde Cu için TF<1, Zn için TF<1 olmak üzere hesaplanmıştır. Yapılan bir çalışma da *astragalus* türlerinin birçoğu TF>1 olmak üzere hesaplanmıştır (Parlak, 2019).

SONUÇLAR

Sakız geveni bitkisi incelenen elementlerin (Al, Co, Cr, Cu, Fe) çoğunu en fazla gövdesinde akümüle etmiştir. Bu durum bitkinin toprak üstü organlarında toprakaltı organlarına göre daha fazla element biriktirdiğinin göstergesidir. Nitekim hesaplanan TF değerlerinde incelenen tüm elementler için TF_{Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn}>1 olarak hesaplanmıştır. Bitki organları arasında Ni ve Zn içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmasa da yine rakamsal olarak en fazla konsantrasyon bitkinin gövdesinde belirlenmiştir. İz elementlerden ya da ağır metallere yana yoğun konsantrasyonlara sahip topraklarda *Astragalus gummifer* bitkisi fitoremediasyon amaçlı kullanımı açısından umut vaat etmektedir. Farklı kirlilikteki alanlarda bitkinin tam olgun döneminde daha farklı *astragalus* türleri ile yapılacak olan çalışmalar bitkinin akümülyasyon özelliğini daha da aydınlatacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Alaribe, F. and Agamuthu, P. (2015). Pb etkilenen topraktaki Lantana camara'nın organik atık katkı maddeleri ile bitki ıslatma potansiyellerinin değerlendirilmesi. *Ekolojik Mühendislik Dergisi*, 83, 513-520.
- Amiri, M. S., Joharchi, M. R., Nadaf, M., & Nasseh, Y. (2020). Ethnobotanical knowledge of *Astragalus* spp.: The world's largest genus of vascular plants. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 10(2), 128.
- Basbag, M., Cacan, E., Sayar, M. S. & Karan, H. (2017). Some shrub and tree taxa in the grassland-pasture and natural vegetation of Turkey. *Middle East Journal of Science*, 3(2), 115-128.
- Başbağ, M., Hoşgören, H., Aydın, A., Sayar, M. S., & Çağan, E. (2012). Bingöl bölgesi çayır-mera ve doğal vejetasyonlarında yer alan bazı bitki taksonları. *Tr. J. Nature Sci.* 1(2), 57-61.
- Behçet, L., Yapar, Y. (2019). Important plants at the Matan Mountain (Bingöl/Turkey) flora with regard to beekeeping. *Biological Diversity and Conservation*, 12(1), 149-159.
- Chanu, L. B. & Gupta, A. (2016). Phytoremediation of lead using *Ipomoea aquatica* Forsk. in hydroponic solution. *Chemosphere*, 156, 407-411.
- Cheng, X., Drozdova, J., Danek, T., Huang, Q., Qi, W., Yang, S., & Zhao, X. (2018). Pollution assessment of trace elements in agricultural soils around copper mining area. *Sustainability*, 10(12), 4533.
- Çağan, E., Kılıç, Ö., & Kökten, K. (2023). Determination of macro, micro element and heavy metal contents of *Astragalus* taxa collected from nature. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 334-342.
- Dalvand, M., Hamidian, A. H., Zare Chahooki, M. A., Moteshare Zadeh, B., Mirjalili, S. A. A., & Esmaeil Zade, E. (2014). Comparing heavy metal accumulation abilities in *Artemisia aucheri* and *Astragalus gummifer* in Darreh Zereshk region, Taft. *Desert*, 19(2), 137-140.
- Dinc, M., Aytac, Z., & Doğu, S. (2013). A new species of *Astragalus* (*Fabaceae*) from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 37(5), 841-846.
- Fashola, M. O., Ngole-Jeme, V. M., & Babalola, O. O. (2016). Heavy metal pollution from gold mines: environmental effects and bacterial strategies for resistance. *International journal of environmental research and public health*, 13(11), 1047.
- Fitz, W. J. & Wenzel, W. W. (2002). Arsenic transformations in the soil-rhizosphere-plant system: fundamentals and potential application to phytoremediation. *Journal of biotechnology*, 99(3), 259-278.
- Fox, T. C., Guerinot, M. L. (1998). Molecular biology of cation transport in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49, 669-696.
- Hussain, M., Hidayatullah, S., Baqi, A., Jabeen, R. and Iqbal Khattak, M. (2019). Study of heavy metals (Cd, Cu, Ni, Pb & Zn) in some medicinal plant species (*Hernia intermedia*, *Cardaria chalepense*, *Scorzonera*

- ammophila, Tamarix karelini, Astragalus auganus) at Pishin area in Balochistan, Pakistan. *Pure and Applied Biology*, 8(1):, 995-1007.
- JMP., (2018). *Statistical Discovery from SAS*, USA.
- Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace Elements in Soils and Plants: Fourth Edition*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Kaçmaz, S. (2007). Kıymeti bilinmeyen bitki: Geven. *Ekoloji Magazin Dergisi*, 13, 88-89.
- Kadioğlu, B., Kadioğlu, S., & Turan, Y. (2008). Gevenlerin (Astragalus sp.) farklı kullanım alanları ve önemi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 14(1), 17-26.
- Karimi, S., Salehi, H., & Ashiri, F. (2016). Tragacanth, a novel and cheap gelling agent in carnation and miniature rose tissue culture media. *Journal of Ornamental Plants*, 6(4), 253-260,
- Khan, I.A., Abourashed, E.A. (2010). *Leung's encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics Third Edition*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 978-0-471-46743-4.
- Mohammad Hussain, M. H., Ullah, S. H., Abdul Baqi, A. B., Rukhsana Jabeen, R. J., & Khattak, M. I. (2019). Study of heavy metals (Cd, Cu, Ni, Pb & Zn) in some medicinal plant species (Hertia intermedia, Cardaria chalepense, Scorzonera ammophila, Tamarix karelini, Astragalus auganus) at Pishin area in Balochistan, Pakistan. *Pure and Applied Biology*, 8(1).
- Oladipo, O. G., Olayinka, A., & Awotoye, O. O. (2014). Ecological impact of mining on soils of Southwestern Nigeria. *Environmental and Experimental Biology*, 12, 179-186.
- Parlak, K. U. (2019). Accumulation potential for Cd, Ni, Zn and Pb of indigenous plants growing in erciyes mountain and environment. In *Mathematics and Natural Sciences*, 2, 14.
- Ortakçı, G. (2020). Elazığ (Maden)'da işletmesi devam eden ve Amasya (Gümüşhacıköy)'da işletmesi bitmiş olan maden sahalarındaki bazı bitkilerde ağır metal bioakümülyasyonları Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi.
- Parlak, M., Gökkuş, A., & Parlak, A. Ö. (2012). Çanakkale meralarında bazı çalıların toprak özelliklerine etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 1(2), 88-98.
- Serin, Y., Tan, M., Koç, A., Zengin, H., Karaca, A., Şentürk, T., & Özçelik, H. (2008). Türkiye'nin çayır ve mera bitkileri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müd. Yayınları, Ankara.
- Weissenstein, K., & Sinkala, T. (2011). Soil pollution with heavy metals in mine environments, impact areas of mine dumps particularly of gold-and copper mining industries in Southern Africa. *Arid Ecosystems*, 1(1), 53-58.
- Yesilada, E., Bedir, E., Çalış, İ., Takaishi, Y., & Ohmoto, Y. (2005). Effects of triterpene saponins from Astragalus species on in vitro cytokine release. *Journal of ethnopharmacology*, 96(1-2), 71-77.