

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ MEŞELİK KAMPÜSÜNDE ALLE AĞACI OLARAK KULLANILAN SÜS ELMASI (*Malus floribunda* L.)’NİN BAZI BOTANİK ÖZELLİKLERİ İLE BAZI AĞIR METAL ANALİZLERİ

Bilal Bay^{1,a}, Gökhan Solmaz^{2,3,b}, Onur Koyuncu^{1,2,c,*}

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Merkezi Araştırma Uygulama Laboratuvarı Uygulama ve
Araştırma Merkezi (ARUM), Eskişehir, Türkiye

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Eskişehir,
Türkiye

*Corresponding Author:

E-mail: onurkoyuncu72@gmail.com

(Received 22th July 2023; accepted 13th September 2023)

a:  ORCID 0009-0005-7793-4164, b:  ORCID 0000-0001-0877-5053, c:  ORCID 0000-0002-0364-6638

ÖZET. Türkiye’nin genelindeki parklarda peyzaj elemanı olarak yaygın kullanımı bilinen Süs Elması (*Malus floribunda*), Anadolu’nun iklimine uyum sağlamış, oldukça iyi gelişme gösteren, ağaç formunda, bir peyzaj ve çevre düzenleme elemanıdır. *Malus floribunda*, doğal olarak Japonya’nın Honshu adasına özgü bir bitki olup uygun iklim bölgelerinde genellikle süs bitkisi olarak üretilir ve kullanılır. Süs elması genellikle 4-6 metre arasında büyüeyebilen, ağaç formunda, tek gövdeli ve dik olup, genellikle yayvan bir taç yapısına sahiptir. Özellikle çiçeklenme döneminde göz alıcı ve etkileyici görselliği nedeniyle ülkemizdeki bahçe ve parklarda, peyzaj düzenlemelerinde sıklıkla kullanılmaktadır. *Malus floribunda*’nın ayrıca birçok farklı alanda kullanımı da bilinmektedir. Bu çalışmada Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Meşelik Kampüsünde peyzaj-çevre düzenleme elemanı olarak kullanılan Süs Elmasının kampüs içerisindeki üç farklı lokalitesinden alınan örneklerde; Meyve, Ağaç kabuğu, Odun ve Yaprak olmak üzere 4 farklı kısmında, 18 farklı elementin varlığı/yokluğu ile miktarları ve bitkilerin yetiştiği toprakta 25 farklı elementin varlığı/yokluğu ile miktarları belirlenmiştir. Elde edilen veriler ilgili literatür bilgileri ile karşılaştırılarak, güncel literatürlerle tartışılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Ayrıca Süs Elması (*Malus floribunda*)’nın bazı botanik özelliklerine değinilerek bitkinin tanınması amaçlanmıştır. Böylece Süs Elması (*Malus floribunda*), bitki çeşitliliği, çevre düzenleme, biyomonitörleme ve doğal çevre konularında ilgili çalışmalara veri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Süs Elması, *Malus floribunda*, Biyomonitörleme, Ağır Metal, Bitki Çeşitliliği, Eskişehir

GİRİŞ

Malus floribunda Rosaceae familyasına ait ve yaygın olarak “Japon Elması veya Süs Elması” olarak bilinen bir ağaç türüdür. Japonya kökenli olan bu ağaç, gösterişli çiçekleriyle dikkat çeker ve bahçelerde estetik değeri yüksek bir bitki olarak tercih edilir. *Malus floribunda*, genellikle bahçe peyzajında görsel çekicilik sağlamak, çiçeklenme döneminde renkli bir gösteri sunmak ve doğal yaşamı desteklemek amacıyla yetiştirilir ve kullanılır [1-4].

Malus floribunda (Süs Elması)’nın en dikkat çekici özelliği, çok yoğun çiçeklenmesi ve çiçek renginin çok etkileyici bir görsel özelliğe sahip olmasıdır. İlkbaharda, dallarında yoğun kümeler halinde küçük pembe veya kırmızı-pembe çiçekler açar. Bu çiçekler, ağacın gövdesiyle birleşerek ağaç üzerinde büyüeyici bir görüntü oluşturur. Çiçeklenme

zamanı itibariyle kullanıldığı alanlarda kırmızı ve kırmızımsı rengiyle diğer bitkilerden farklılık gösterir, dikkat çeker [4].

Malus floribunda, doğal olarak Japonya'nın Honshu adasına özgüdür ve çoğunlukla süs bitkisi olarak yetiştirilir. 4-7 metreye kadar büyüeyebilen bu ağaç, dik, yayvan bir taç yapısına sahiptir. Göz alıcı güzelliği nedeniyle bahçe ve parklarda peyzaj düzenlemelerinde sıklıkla kullanılır. Bu türün en dikkat çekici özelliği, yoğun çiçeklenmesidir. İlkbaharda, dallarında yoğun kümeler halinde küçük pembe veya kırmızı pembe çiçekler açar. Bu çiçekler, ağacın gövdesiyle birleşerek ağaç üzerinde büyüleyici bir görüntü oluşturur [1-4].

Malus floribunda, yaz aylarında yeşil renkte olan, sonbaharda ise genellikle sarı renge dönen yapraklarıyla da oldukça kullanışlı bir görünüşe sahiptir. Ayrıca küçük, parlak kırmızı meyveler oluşturarak mevsim itibariyle ayrı bir görüntü sergiler. Meyveler genellikle insanlar tarafından yenmez, ancak bazı kuş türleri tarafından zaman zaman yendiği bilinir [1-4].

Malus floribunda güneşli veya yarı gölgeli bölgelerde iyi gelişme gösterir ve iyi drene olan toprakları tercih eder. Çok yıllık ağaç formunda olmasından dolayı bakımı genel olarak kolaydır ve genellikle yaygın zararlı böcek veya hastalıklara karşı dirençlidir. *Malus floribunda* Anadolu'da doğal olarak yetişmez, ancak Türkiye iklimine iyi uyum sağlamış, çabuk büyüyen yabancı (Alien) bir bitkidir [1-4].

Ayrıca *Malus floribunda*, doğal ekosistemin bir parçası olarak çeşitli organizmalarla da birçok etkileşim içindedir. Örneğin Süs Elmasının çiçekleri arılar ve polen taşıyan diğer böceklerin beslenmesini teşvik eder. Diğer taraftan, *Malus floribunda*'nın doğal düşmanları olan zararlı böcekleri kontrol eden yararlı böcekleri çeker. Bu tür etkileşimler ekosistemde dengeyi sağlar ve sağlıklı bir bitki topluluğunun gelişimine yardımcı olur, ekosistemin dengesine katkıda bulunur [1-4].

Bu çalışmanın ile *Malus floribunda*'nın botanik özelliklerini, yetiştirme gereksinimlerini ve peyzajdaki kullanımını tanıtarak incelenen elementler bakımında biyoakümülyasyon özellikleri ortaya konmuştur.

Böylece, *Malus floribunda* hakkında genel bir farkındalık sağlayarak bahçe sahipleri, peyzaj tasarımcıları ve bitki severlerin bu türü doğru şekilde tanımlarına, tercih etmelerine, yetiştirmelerine ve kullanmalarına katkıda bulunulacak ve biyoakümülyasyon özellikleri ortaya konularak konuyla ilgili bilimsel çalışmalara altlık oluşturulacaktır.

Genel olarak bitkilerin bünyelerinde biriktirdiği elementler çevre koşullarına ve bitkinin türüne özgü olarak sahip oldukları biyolojik özelliklerine bağlıdır. Bu türden çalışmalar bize hem çalışmanın yapıldığı alanın çevre koşulları hakkında hem de bitkilerin ekolojik, anatomik, morfolojik, fizyolojik özellikleri hakkında bilgi sunar. Bu çalışmada Türkiye'deki park ve bahçelerde yaygın olarak kullanılan ve Eskişehir'in çevresel koşullarına iyi derecede uyum sağlayan *Malus floribunda* bitkisinin bazı botanik özellikleriyle bitkinin bazı elementleri biriktirme özelliği araştırılmıştır. Bitkinin farklı organlarında ve yetiştiği topraktan örnekler alınarak, bir takım toprak elementleri, ametaller ve geçiş elementleri bakımından analizler yapmış elde edilen veriler ilgili literatürlerle karşılaştırılmış, sonuçlar değerlendirilmiştir. Böylece, bu elementler bakımından, lokaliteler ve bitkinin organları arasındaki bulunuş ve birikim karşılaştırmaları yapılarak yorumlanmış ve konuyla ilgili yapılacak benzer çalışmalara veriler sunulmuştur.

***Malus floribunda* (Süs Elması)**

Rosaceae familyasına ait olan *Malus floribunda*, Türkiye’de yaygın olarak “Japon Elması veya Süs Elması” olarak bilinen bir ağaç türüdür. Japonya kökenli olan bu ağaç, gösterişli çiçekleriyle dikkat çeken ve bahçelerde estetik değeri yüksek bir bitki olarak Türkiye’de yaygın olarak tercih edilen bir ağaç türüdür. *Malus floribunda*, genellikle park ve bahçe peyzajında görsel çekicilik sağlamak, çiçeklenme döneminde renkli bir gösteri sunmak ve doğal yaşamı desteklemek amacıyla kullanılır [1-4].

Malus floribunda, çok etkileyici çiçek açmasıyla bilinir. Çiçekler, genellikle pembe veya kırmızı tonlarda olup, çok yoğun bir şekilde çiçek salkımları halinde gözlenir. Çiçeklenme dönemi, ilkbahar aylarında, genellikle Nisan-Mayıs aylarında gerçekleşir. Çiçekler genellikle yoğun bir şekilde açar ve bahçelere renkli ve etkileyici bir görüntü kazandırır. Çiçeklerin boyutları ve şekilleri *Malus floribunda*’nın çeşidine (kültür varyetesine) göre değişkenlik gösterebilir. Bitkinin meyveleri küçük elma şeklinde olup, genellikle parlak kırmızı renkte olgunlaşır. Meyvelerin etli kısmı tatlı ve suludur. Meyveler genellikle yaz-sonbahar aylarında olgunlaşır. Ancak insanlar tarafından tüketilmez. Meyveler genellikle kuşlar tarafından yenir, buda tohumların yayılmasını sağlar. *Malus floribunda*’nın yaprak, kök ve gövde anatomisinde tipik bitki dikotil doku ve hücrelerin varlığı bilinir. Bitki Mart-Nisan aylarında tomurcuklanarak yaprak açar. *Malus floribunda*’nın fenolojisi, iklim, bölge ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Özellikle iklimin ve mevsimsel değişimlerin etkisiyle çiçeklenme, meyve oluşumu ve meyve döküm süreleri ve dönemleri farklılık gösterir [1-4].

Süs Elması doğal olarak genetik çeşitlilik açısından oldukça zengin bir tür olarak bilinir. Farklı populasyonlarda genetik farklılıklar ve varyasyonlar sıklıkla görülebilir. Süs elmasının bu genetik özelliğinden dolayı, tarım, bahçecilik ve bitki ıslahı gibi alanlarda değerlendirilme imkanı vardır. Dolayısıyla olumsuz ve istenmeyen çevre koşullarına karşı dirençli, hastalık ve zararlılara dayanıklı türlerin ve çeşitlerin üretilmesinde veya melezleme çalışmalarında *Malus floribunda* gen kaynaklarının kullanılması uygundur [1-4].

Malus floribunda’nın genetik çeşitliliği, çevresel koşullara uyum sağlama yeteneği yüksek bitkiler arasında sayılabilir. Farklı genotiplere sahip bireyler, değişen çevresel koşullara daha iyi uyum sağlar ve doğal seçim sürecinde avantajlı olur. Bu da *Malus floribunda*’nın hayatta kalma ve üreme başarısını artırır. Genetik çeşitlilik ve populasyon yapısı, *Malus floribunda* türünün uzun vadeli sürdürülebilirliği, adaptasyonu ve ekolojik işlevi için kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, *Malus floribunda* üzerine genetik araştırmaların yapılması önemli bilimsel veriler üretebilir [1-4].

Diğer taraftan genetik çeşitlilik, bir populasyonun sağlığını etkileyen önemli bir faktördür. Genetik çeşitlilik düşük olan populasyonlar, genetik depresyon ve adaptasyon eksikliği gibi sorunlarla karşı karşıya kalabilir. *Malus floribunda*’nın genetik çeşitlilik ve populasyon yapısının korunması, türün uzun vadeli sağlığını ve sürdürülebilirliğini olum yönde etkiler [1-4]. *Malus floribunda*’nın kullanımının yaygınlaştırılması ve mevcut plantasyonların korunması ve restorasyonu, genetik çeşitliliğin korunmasına ve türün habitatlarının sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır. *Malus floribunda*’nın meyveleri, kuşlar ve diğer memeliler için önemli bir besin kaynağıdır [1-4]. Bu meyveler, doğal yaşam alanlarında yaşayan hayvanlar tarafından tüketilir. Bu türlerin beslenmesi, bitki türünün yayılmasına yardımcı olur ve ekosistemin işleyişine katkıda bulunur. *Malus floribunda*, kuşlar, böcekler ve diğer küçük hayvanlar için bir yaşam alanı sağlar. Çalı formu ve yoğun dallanması, kuşlar için yuva yapma ve saklanma yerleri sağlar. Böcekler de bitkinin yaprakları ve çiçekleri arasında yaşarlar. Aynı zamanda, *Malus floribunda*’nın

doğal düşmanları olan zararlı böcekleri kontrol eden yararlı böcekleri çeker. Bu şekilde, *Malus floribunda*, çevredeki türlerin çeşitliliğini ve yoğunluğunun arttırılmasına katkı sağlar. *Malus floribunda*'nın kökleri, toprağı erozyona karşı korur ve toprak yapısını iyileştirir. Süs Elması yaprak bitleri, elma güvesi, elma yaprak bitleri ve diğer zararlı böceklerin hedefi olabilir. Bu böcekler bitkinin yapraklarını, gövdelerini ve meyvelerini besleyerek zarar verebilir ve bitkinin büyümesini, gelişimini ve meyve verimini olumsuz etkileyebilir [1-4]. Park ve bahçelerde süs bitkisi olarak tek kullanılır. Güçlü kök sistemleri, toprak tabakasını sıkılaştırır ve erozyon riskini azaltır. Ayrıca, kökler, toprağın su tutma kapasitesini artırır ve bitki örtüsü oluşturarak toprak neminin korunmasına yardımcı olur. Peyzaj uygulamalarında nadiren ve grup halinde kullanıldığı görülmekte olup kirli hava ve olumsuz ortam koşullarına dayanıklı olduğu bilinir[1-4].

Bu çalışmanın ile, *Malus floribunda*'nın genel özelliklerini, ekolojik isteklerini, yetiştirme gereksinimlerini ve peyzajdaki kullanımını tanıtarak bitkiye dikkat çekilmiştir. Ayrıca, bu ağacın çiçeklenme dönemindeki görsel etkisini vurgulayarak bahçe ve peyzaj düzenlemelerinde nasıl kullanılabileceği hakkında bilgi sunulmuştur. *Malus floribunda*'nın ekolojik ve çevresel özelliklerini da değerlendirerek doğal yaşamı destekleyebilecek bir bitki olarak önemini vurgulanmış ekosistemdeki değeri ortaya konmuştur.

Böylece *Malus floribunda* hakkında genel bir anlayış ve bilinirlik sağlanarak, bahçe sahiplerine, peyzaj tasarımcılarına, konuyla ilgili kişilere ve bitki severlere bu bitkiyi doğru şekilde seçmelerine, yetiştirmelerine ve kullanmalarına katkı sunulmuş olacak. Ayrıca *Malus floribunda*'nın estetik, ekolojik ve pratik değerini vurgulayarak, bitki severlerin ve peyzaj profesyonellerinin doğru bilgiye erişmelerine ve bu estetik ve kıymetli ağacı başarılı bir şekilde kullanmalarına yarar sağlanacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOD

Bitkisel Materyaller

Bitki materyalleri Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Meşelik Kampüsündeki 3 farklı lokaliteden toplanmış, lokalite bilgileri kaydedilmiştir.

1. Lokalite:

ESOGÜ Meşelik Kampüsü, İlahiyat Fakültesi yanı, N 39° 45' 10'', E 30 ° 29' 27'', 810m., 24.09.2022.

2. Lokalite:

Merkezi Yemekhane yanı, N 39° 45' 01'', E 30° 29' 14'', 815m., 24.09.2022.

3. Lokalite:

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi Uygulama ve Araştırma Merkezi ETTOM binası önü, N 39° 44' 49'', E 30° 28' 26'', 818m., 24.09.2022.

Laboratuvar Analiz Çalışmaları

Toplanan bitki örneklerinin lokalite bilgileri ve analizi yapılan bitki kısımları aşağıdaki gibi kodlanmıştır.

1. Lokalite: 1

2. Lokalite: 2

3. Lokalite: 3

Meyve: M

Kabuk: K

Odun: O

Yaprak: Y

Toprak: T

Toplamda üç farklı lokaliteden (her lokaliteden 8'er adet örnek olmak üzere) 25 farklı örnek ile çalışma gerçekleştirilmiştir.

Elementel Analiz Çalışmaları

Elementel analiz çalışması için örneklerden 200-250 miligramlık miktarlar alınarak mikrodalga numune hazırlık sisteminde (Milestone Ethos Up) ultra yüksek saflıktaki derişik asit içerisinde yapıları bozundurulup sulu çözelti haline getirilmiştir. Toprak haricindeki tüm bitki örnekleri yaş halde çalışılarak 8 mililitre nitrik asit (% 65, Merck Suprapur) ve 2 mililitre hidrojen peroksit (%30, Merck Suprapur) içerisinde mikrodalga sisteminde hazırlanmışlardır. Toprak örnekleri 100°C sıcaklıktaki etüvde kurutularak öğütölmüşler, elekten geçirilerek 200 mikrometrelik homojen partiküller haline getirilmiştir. Akabinde homojen örnekler, 6 mililitre nitrik asit, 1 mililitre hidrojen peroksit ve 3 mililitre hidroflorik asit (%40, Merck Suprapur) karışımı içerisinde mikrodalga sisteminde çözelti haline getirilmiştir. Tüm numune çözeltileri ultra saf su ile belirli oranlarda seyreltilerek analiz kalibrasyonuna uygun derişimlere getirilmiştir.

İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS, Thermo Scientific iCAP RQ) sisteminde ilgili analiz elementleri için 1-1000 nanogram/mililitre (ng/ml, ppb) derişim aralığında kalibrasyon programları hazırlanmıştır. Analiz edilen örneklerden alınan elementel sonuçlar analiz çözeltilerinin derişimlerine oranlanarak sonuçlar miligram/kilogram (mg/kg) şeklinde hesaplanmış ve orijinal numuneleri temsil eden değerler elde edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Günümüzde antropojenik etkilerin artışı, hızlı nüfus artışı, kentleşme faaliyetleri, sanayileşme ve tüketim üzerine kurulu bir dünya anlayışı, içerisinde yaşadığımız doğal ekosistemi çok hızlı bir şekilde kirletmeye devam etmekte, olumsuz ve telafisi çok zor olan bir sürece doğru sürüklemektedir. Ancak diğer taraftan ekosistem için tüm bu olumsuz faaliyetlerde günümüzde vazgeçilemez bir gerçeklik olarak karşımızda durmaktadır. Tüm bu çelişkilerle, her iki taraftan da sürdürülebilirliğin en doğru ve en dengeli bir biçimde gerçekleştirilmeye çalışması gerekmektedir. Mevcut dünya konjonktürü bu kar-zarar dengesinin sağlanmasını insanlık ve dünya ekosistemi için bir zorunluluk olarak dayatmaktadır.

Elementlerin bitkilere alınması, biriktirilmesi ve atılması bitkinin türüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Genetik, fizyolojik, anatomik ve morfolojik, çevresel ve iklimsel faktörleri gibi birçok faktör farklı etki element-bitki ilişkisinde etkili olmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde; çok yıllık ağaç formunda olan *Malus floribunda*'da odun, odun kabuğu gibi her yıl yeniden yaşamsal faaliyetlerini sürdüren kısımlarda elementlerin genel olarak çok daha fazla biriktiği görölmektedir [5, 6, 7, 8, 9,

10]. Yaprak, tohum, tohum kabuğu ve meyve kabuğu gibi her yıl yenilene kısımlarda ise birikimin diğer kısımlara göre nispeten daha az olduğu görülmektedir. Diğer taraftan örnek alınan lokaliteler farklı koordinatlarda olsalar da aralarındaki mesafe yaklaşık 1 km civarındadır. Dolayısıyla lokaliteler arasındaki mesafeler çok fazla olmadığından, tüm lokaliteler kampüs içerisinde olduğundan toprak içerisinde bakılan elementler bakımından çok fazla farklılar gözlenmemektedir. Ayrıca toprak içerisinde fazla miktarda bulunan elementler bitki bünyesinde de fazla, toprakta az bulunan elementler bitkide de az miktarlarda bulunmaktadır. Çalışmanın sonuçları genel olarak benzer diğer çalışmalarla uygunluk göstermektedir. Bu çalışma ile konuyla ilgili olarak yapılacak diğer çalışmalara katkı sunulmuştur.

Park ve peyzajlarda kullanılan bitkilerinde yaygın olarak ağır metallerle kirlenen yerleşim yerlerinin özellikle hava temizliğinde kullanımı günümüzde giderek artmaktadır [6, 7].

Yapılan analizlerde elde edilen veriler; elementlerin periyodik tablodaki dizilimi ve gruplandırmalarına göre özetlenerek elementlerinin analizleri sonuçları tablo 1 de verilmiştir.

Bu çalışmada, ESOGÜ kampüsü içerisinde, 3 farklı lokalitede yetişen *Malus floribunda* (Süs Elması)'nda bitkisinin; Meyve, Kabuk, Odun ve Yaprak olmak üzere 4 farklı kısmında, B, Mg, Al, Mn, Fe, Co, As, Rb, Sr, Ag, Cd, Cs, Ba, Pb, Ti, Mo, Sn ve W olmak üzere 18 farklı elementin varlığı/yokluğu ve miktarları belirlenmiştir, (Tablo 1, 2 ve 3). Ayrıca bitkilerin yetiştiği toprakta B, Mg, Al, Sc, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Ag, Cd, Cs, Ba, Pb, Bi, Ti, Mo, Sn, Sb ve W olmak üzere 25 farklı elementin varlığı/yokluğu ve miktarları belirlenmiştir, (Tablo 4, 5 ve 6).

Tablo 1. 1 Numaralı Lokaliteden Toplanan *Malus floribunda* (Süs Elması)'nda Araştırılan Elementler

Elementler	Meyve	Kabuk	Odun	Yaprak
%B	0,003711	0,005189	0,002838	0,002838
%Mg	0,037085	0,282857	0,077904	0,916322
%Al	0,023452	0,018214	0,022533	0,056180
%Mn	0,000472	0,004244	0,001114	0,024612
%Fe	N/A	N/A	N/A	0,079759
%Co	0,000000	0,000021	0,000022	0,000043
%As	0,000041	0,000084	0,000066	0,000129
%Rb	0,000308	0,000189	0,000087	0,000215
%Sr	0,000287	0,015420	0,002882	0,011972
%Ag	0,006868	0,005819	0,004891	0,004113
%Cd	0,000185	0,000147	0,000131	0,000129
%Cs	0,000021	0,000021	0,000022	0,000023
%Ba	0,000205	0,006723	0,000895	0,007020
%Pb	0,000041	0,000084	0,000066	0,000108
%Ti	0,000656	0,011681	0,002380	0,014599
%Mo	0,000123	0,000105	0,000109	0,000108
%Sn	0,000103	0,000105	0,000109	0,000129
%W	0,000308	0,000294	0,000240	0,000215

N/A: Mevcut değil (Not available)

Tablo 2. 2 Numaralı Lokaliteden *Malus floribunda* (Süs Elması) 'nda Araştırılan Elementler

Elementler	Meyve	Kabuk	Odun	Yaprak
%B	0,002830	0,002832	0,002833	0,002838
%Mg	0,043602	0,257526	0,096743	0,648819
%Al	0,017471	0,005325	0,002065	0,034865
%Mn	0,000460	0,002096	0,000341	0,005324
%Fe	N/A	0,109769	N/A	0,016123
%Co	0,000038	0,000021	0,000021	0,000021
%As	0,000077	0,000042	0,000043	0,000086
%Rb	0,000345	0,000231	0,000149	0,000215
%Sr	0,000766	0,016771	0,004513	0,012173
%Ag	0,005709	0,002809	0,002554	0,002362
%Cd	0,000230	0,000126	0,000064	0,000043
%Cs	0,000000	0,000000	0,000021	0,000021
%Ba	0,001149	0,012034	0,003448	0,006161
%Pb	0,000038	0,000063	0,000043	0,000107
%Ti	0,001341	0,007421	0,005662	0,009231
%Mo	0,000153	0,000084	0,000106	0,000064
%Sn	0,000153	0,000105	0,000085	0,000086
%W	0,000383	0,000168	0,000149	0,000172

N/A: Mevcut değil (Not available)

Tablo 3. 3 Numaralı Lokaliteden *Malus floribunda* (Süs Elması) 'nda Araştırılan Elementler

Elementler	Meyve	Kabuk	Odun	Yaprak
%B	0,002838	0,002828	0,002831	0,002834
%Mg	0,198481	0,257292	0,165145	1,150307
%Al	0,001678	0,028125	0,009154	0,053618
%Mn	0,002268	0,003714	0,013029	0,012368
%Fe	N/A	0,050679	N/A	0,018750
%Co	0,000023	0,000023	0,032517	0,000044
%As	N/A	0,000000	0,001269	0,000154
%Rb	0,000726	0,000159	0,001737	0,000219
%Sr	0,002880	0,019995	0,005880	0,016360
%Ag	0,002268	0,002038	0,002806	0,001513
%Cd	0,000045	0,000159	0,001559	0,000088
%Cs	0,000023	0,000023	0,001336	0,000022
%Ba	0,001927	0,009216	0,002227	0,008180
%Pb	0,000023	0,000159	0,001091	0,000132
%Ti	0,002426	0,015534	0,004989	0,025263
%Mo	0,000045	0,000091	0,000067	0,000044
%Sn	0,000068	0,000091	0,000245	0,000088
%W	0,000113	0,000136	0,000089	0,000110

N/A: Mevcut değil (Not available)

Tablo 4. 1 Numaralı Lokaliteden *Malus floribunda* (Süs Elması) 'nın Yetiştği Toprakta Araştırılan Elementler

%B 0,011649	%Mg 1,325285	%Al 0,575285	%Sc 0,006533	%V 0,012918	%Mn 0,090381	%Fe 1,974863	%Co 0,005391	%Ni 0,060677
%Cu 0,001099	%Zn N/A	%As 0,000740	%Rb 0,000486	%Sr 0,004144	%Ag 0,031924	%Cd 0,000190	%Cs 0,000148	%Ba 0,003108
	%Pb 0,000338	%Bi 0,000867	%Ti 0,269070	%Mo 0,000613	%Sn 0,000465	%Sb 0,001226	%W 0,001480	

N/A: Mevcut değil (Not available)

Tablo 5. 2 Numaralı Lokaliteden *Malus floribunda* (Süs Elması) 'nın Yetiştği Toprakta Araştırılan Elementler

%B 0,009561	%Mg 1,862862	%Al 0,823211	%Sc 0,004152	%V 0,011116	%Mn 0,078450	%Fe 1,984157	%Co 0,004280	%Ni 0,043505
%Cu N/A	%Zn N/A	%As 0,000532	%Rb 0,000618	%Sr 0,007560	%Ag 0,022445	%Cd 0,000192	%Cs 0,000106	%Ba 0,005643
	%Pb 0,000383	%Bi 0,000490	%Ti 0,233688	%Mo 0,000532	%Sn 0,000426	%Sb 0,000618	%W 0,000937	

N/A: Mevcut değil (Not available)

Tablo 6. 3 Numaralı Lokaliteden *Malus floribunda* (Süs Elması) 'nın Yetiştği Toprakta Araştırılan Elementler

%B 0,008912	%Mg 2,025171	%Al 0,997365	%Sc 0,003363	%V 0,008976	%Mn 0,070394	%Fe 1,941688	%Co 0,003642	%Ni 0,031170
%Cu - 0,001607	%Zn N/A	%As 0,000471	%Rb 0,000514	%Sr 0,006427	%Ag 0,014910	%Cd 0,000214	%Cs 0,000129	%Ba 0,004949
	%Pb 0,000343	%Bi 0,000407	%Ti 0,180034	%Mo 0,000300	%Sn 0,000321	%Sb 0,000386	%W 0,000686	

N/A: Mevcut değil (Not available)

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde;

1 numaralı lokaliteden (ESOGÜ Meşelik Kampüsü, İlahiyat Fakültesi yanı, N 39° 45' 10'', E 30° 29' 27'', 810m., 24.09.2022), alınan bitki örneklerinde en yüksek element yaprakta %0,916322 ile Magnezyum dur. Sonra sırasıyla en fazla element varlığı yine yaprakta Fe %0,079759 ve Al %0,055180'dır.

2 numaralı lokaliteden (Merkezi Yemekhane yanı, N 39° 45' 01'', E 30° 29' 14'', 815m., 24.09.2022), alınan bitki örneklerinde en yüksek element yaprakta %0,648819 ile Magnezyum dur. Sonra sırasıyla en fazla element varlığı yine yaprakta Fe %0,016123 ve Ti %0,009231'dir.

3 numaralı lokaliteden (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi Uygulama ve Araştırma Merkezi ETTOM binası önü, N 39° 44' 49'', E 30° 28' 26'', 818m., 24.09.2022), alınan bitki örneklerinde en yüksek element odunda %0,257292

ile Magnezyum dur. Sonra sırasıyla en fazla element varlığı yaprakta Al %0,053618 ve kabukta Fe %0,050679'dır.

1 numaralı lokaliteden (ESOGÜ Meşelik Kampüsü, İlahiyat Fakültesi yanı, N 39° 45' 10'', E 30° 29' 27'', 810m., 24.09.2022), alınan toprak örneklerinde en yüksek element %1,974863 ile Demir dir. Sonra sırasıyla Mg %1,325285 ve Al %0,575285'dir.

2 numaralı lokaliteden (Merkezi Yemekhane yanı, N 39° 45' 01'', E 30° 29' 14'', 815m., 24.09.2022), alınan toprak örneklerinde en yüksek element %1,984157 ile Demir dir. Sonra sırasıyla Mg %1,862862 ve Al %0,823211'dir.

3 numaralı lokaliteden (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi Uygulama ve Araştırma Merkezi ETTOM binası önü, N 39° 44' 49'', E 30° 28' 26'', 818m., 24.09.2022), alınan toprak örneklerinde en yüksek element %2,025717 ile Mangan dir. Sonra sırasıyla Fe %1,941688 ve Al %0,997365'dir.

Genel bir bilgi olarak biliyoruz ki; bitkilerin ağır metal içerikleri biyomonitör olarak değerlendirilebilir. Doğayı kirleten faktörlerden biri olan ağır metallere dayanıklı bitki türlerinin tercih edilmesi bu bakımdan önemlidir [8-13].

Elde edilen veriler incelendiğinde; çok yıllık ağaç formunda olan *Malus floribunda* (Süs Elması)'nda Kabuk ve Odun gibi uzun yıllar yaşamsal faaliyetlerini sürdüren organlarda elementlerin genel olarak çok daha fazla birikim yaptığı görülmektedir. Yaprak ve meyve gibi yıllık olarak varlığını gösteren kısımlarda ise birikimin diğer kısımlara göre oransal olarak daha az olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmaya konu olan örneklerin lokaliteleri, aynı kampüs içerisinde birbirine yakın lokalitelerdedir, lokaliteler arasındaki mesafeler yaklaşık 1 km civarındadır. Lokaliteler arasındaki mesafeler çok fazla olmadığından, ya da diğer bir deyişle tüm lokaliteler meşelik kampüsü içerisinde olduğundan toprak içerisinde incelenen elementler bakımından çok fazla farklılar gözlenmemektedir. Ayrıca toprak içerisinde fazla miktarda bulunan elementler bitki bünyesinde de fazla, toprakta az bulunan elementler bitkide de az miktarlarda bulunmaktadır. İncelenen bitki türleri üzerinde yapılan element analizleri ve elde edilen veriler daha sonraki araştırmalar için önemli bir kaynak olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Park ve peyzajlarda kullanılan bitkilerinde yaygın olarak ağır metallerle kirlenen yerleşim yerlerinin özellikle hava temizliğinde kullanımı günümüzde giderek artmaktadır.

Bitkilerin toksik etki gösteren elementlerin biyomonitörlenmesinde kullanılabileceği yaygın olarak bilinen bir durumdur [14-22]. Bu çalışmada da incelenen tüm elementler bakımında *Malus floribunda* (Süs Elması) bitkisinin biyoakümülatörlük durumu bakımından değerlendirmesi yapılarak benzer çalışmalarda değerlendirilebilecek sonuçlar ortaya konmuştur.

Çalışmanın sonuçları genel olarak benzer diğer çalışmalarla uygunluk göstermektedir. Böylece farklı organ ve farklı toprak yapısında biyoakümülatör farklılıklarının gözlemlendiği, bu durumun da anatomik, morfolojik, fizyolojik, genetik, iklimsel ve edafik faktörlerle, yapılarla ilişkilendirilebilmektedir. Elde edilen bulguların genel olarak literatür bilgileriyle uygunluk gösterdiği de söylenebilir.

Teşekkür. Bu çalışma Bilal BAY'ın lisans bitirme ödevi verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

REFERENCES

- [1] Eminağaoğlu, Ö., Ok, T., Aksu, G., Akyıldırım, H. (2021): Türkiye'nin Ağaç ve Çalıları, *Malus* L., <https://www.academia.edu/35409880/Malus>, erişim tarihi: 14.03.2023.
- [2] Sertkaya, D. (2014): *Malus floribunda* Siebold ex. Van Houtte (Süs Elması)'nın Fitokimyasal İçeriği ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56 Sayfa.
- [3] <https://www.aoc.gov.tr/Portal/BitkiselUretimler/sus-elmasi/99>, erişim tarihi: 02.03.2022.
- [4] Aşur, F., Alp, Ş. (2013): Süs Elmasının Peyzaj Amaçlı Bitkisel Kullanım Olanakları ve Ülkemiz Açısından Değerlendirilmesi, V. Süs Bitkileri Kongresi, 06-09 Mayıs 2013, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkezi, Araştırma Enstitüsü.
- [5] Daş, Ö.B., Kenar, A. (2016): İcp-oes kullanılarak bitkilerdeki makro ve mikro elementlerin birlikte tayininde çok değişkenli kalibrasyon tekniklerinin uygulanması. *Bahçe*, 45(1): 21-29.
- [6] Simon, F., Mtei, K.M. and Kimanya, M. (2016): Heavy Metals Contamination in Agricultural Soil and Rice in Tanzania: A Review. *International Journal of Environmental Protection and Policy*, 4(1): 16-23.
- [7] Wang, Z., Zeng, X., Geng, M., Chen, C., Cai, J., Yu, X., Hou, Y., Zhang, H. (2015): Health Risks of Heavy Metals Uptake by Crops Grown in a Sewage Irrigation Area in China. *Pol. J. Environ. Study*, 24(3): 1379-1386.
- [8] Mansour, S.A. (2014): Monitoring and Health Risk Assessment of Heavy Metal Contamination in Food. *Practical Food Safety: Contemporary Issues and Future Directions*, First Edition.
- [9] Kul, S., Gül, V., Cengiz, İ (2021): Toprak ve Bitkilerde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması: Bayburt İli Örneği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6-2: 195-203.
- [10] Özyiğit, İ.İ. (2021): Heavy Metals in Agricultural Soils; Origins, Distribution and Effects. *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(1): 46-71.
- [11] Chen, F., Ma, J., Zafar, A., Ahmad, K., Khan, Z., I., Ashraf, M.S., Alwahibi, M.S., Elshikh, M.S. (2021): Ecological risk assessment of Zinc metal in different varieties of wheat irrigated with wastewater regimes: Assessing the public health risk [S.I.]: SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4030376>.
- [12] Leblebici, Z., Kar, M., Başaran, L. (2020): Assessment of the heavy metal accumulation of various green vegetables grown in Nevşehir and their risks human health. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192: 1-8.
- [13] Karagözoğlu, Y., Kıran, T.R. (2023): Investigation of Heavy Metal Contents in Thyme (*Thymus vulgaris*) and Ginger (*Zingiber officinale*) Sold in Bingöl Herbalists, *Middle Black Sea Journal of Health Science*, 9(1): 90-100.
- [14] Sönmez, O., Kılıç, F.N. (2021): Toprakta Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 2(2): 493-507.
- [15] Şimşek, T., Kalkancı, N., Büyük, G. (2021): Tarım Topraklarındaki Ağır Metallerin Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi: Osmaniye Örneği. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 26(1): 106-116. DOI: 10.37908/mkutbd.804262
- [16] Oketayo O.O., Oke A.O., Adeyemi F.O., Akinnubi R.T., Ajao E.O., Ayanda O.S. (2022): Determination of Heavy Metal levels in Soil and Vegetable Samples around Automobile Workshops in Iworoko-Ekiti, Nigeria. *Fuoye Journal of Engineering and Technology (Fuoyejet)*, 7(2), 222-228.
- [17] Yerli, C., Çakmakçı, T., Sahin, U., Tüfenkçi, Ş. (2020): Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(Özel Sayı), 103-114.
- [18] WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. World Health Organization 2007, ISBN 978 92 4 159444 8.

- [19] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (edlr.), (2012): Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- [20] Özkan, A. (2017): Antakya-Cilvegözü Karayolu Etrafındaki Tarım Arazilerinde ve Bitkilerdeki Ağır Metal Kirliliği. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3): 9-18.
- [21] Badamasi, H., , Hassan, U. F., Adamu, H.M., Baba, N.M., Adamu, D.A. (2023): Heavy Metals Contamination Levels in the Vegetables Grown around Riruwai Mining Area, Kano State, Nigeria. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 11(6): 1032-1037.
- [22] Türkoğlu, T., Türkoğlu, S. (2023): Evaluation of heavy metals concentrations of *Verbascum diversifolium* and *Alcea calvertii* plants. Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology C- Life Sciences and Biotechnology, 12(2): 64-72.