

## *Alyssum pateri* subsp. *prostratum* Bitkisinin Kütle Azaltma Katsayılarının ve Molar Yok-Olma Katsayılarının Ölçülmesi

Fatma AKDEMİR<sup>1\*</sup>

İbrahim. Halil GEÇİBESLER<sup>4</sup>

Mehmet Fatih TURHAN<sup>2</sup>

Mustafa. Recep KAÇAL<sup>5</sup>

Ferdi AKMAN<sup>3</sup>

Rıdvan DURAK<sup>6</sup>

**ÖZET:** *Alyssum pateri* subsp. *prostratum* bitkisinin bazı kısımlarının (kök, toprak üstü ve çiçek) kütle azaltma katsayıları ve molar yok-olma katsayıları 13.92 ve 59.54 keV enerji aralığında bir Si(Li) detektör ve <sup>241</sup>Am nokta kaynağı kullanılarak ölçülmüştür. Sunulan bu çalışmada, bitkisel materyalin farklı organları için elde edilen deneysel kütle azaltma katsayıları ve molar yok-olma katsayıları teorik hesaplanan değerler ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, deneysel değerler ile WinXCOM program kullanılarak hesaplanan teorik değerler arasında iyi bir uyum olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Radyasyon soğurma, kütle azaltma katsayısı, molar yok-olma katsayısı, *Alyssum pateri*, WinXCOM

## Measurement of Mass Attenuation Coefficients and Molar Extinction Coefficients of *Alyssum pateri* subsp. *prostratum*

**ABSTRACT:** The mass attenuation coefficients and molar extinction coefficients of specific parts (root, aerial part and flower) of *Alyssum pateri* subsp. *prostratum* have been measured employing a Si(Li) detector in the energy range between 13.92 and 59.54 keV using an <sup>241</sup>Am point source. In the present study, the obtained experimental mass attenuation coefficients and molar extinction coefficients for different organs of plant material were compared with the theoretical calculated values for same samples. The results have been shown that the experimental values are in a good agreement with the calculated theoretical values using WinXCOM program.

**Keywords:** Radiation absorption, mass attenuation coefficient, molar extinction coefficient, *Alyssum pateri*, WinXCOM

<sup>1</sup> Fatma AKDEMİR (Orcid ID: 0000-0003-1934-6979), Giresun Üniversitesi, Tirebolu Mehmet Bayrak Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Giresun, Türkiye

<sup>2</sup> Mehmet.Fatih TURHAN (Orcid ID: 0000-0002-0676-9481), Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri, Afyonkarahisar, Türkiye

<sup>3</sup> Ferdi AKMAN (Orcid ID: 0000-0002-8838-1762), Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik Haberleşme Teknolojisi Programı, Bingöl, Türkiye

<sup>4</sup> İbrahim halil GEÇİBESLER (Orcid ID: 0000-0002-4473-2671), Bingöl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Doğal Ürün Araştırma Laboratuvarı, Bingöl, Türkiye

<sup>5</sup> Mustafa. Recep KAÇAL (Orcid ID: 0000-0002-4473-2671), Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 28500 Giresun

<sup>6</sup> Rıdvan Durak (Orcid ID: 0000-0002-3935-176X), Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 25240 Erzurum

\*Sorumlu yazar/Corresponding Author: Fatma Akdemir, fatma\_akdemir25@hotmail.com

## GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre gelişmekte olan ülkeler geleneksel bitkisel ilaç olarak şifalı bitkileri kullanmaktadırlar. Bu şifalı bitkiler, insanlar, hayvanlar ve kendileri için gerekli olan yağ, mineral, karbonhidrat ve protein içerirler. Bu tıbbi bitkiler mide, eklem ağrıları, öksürük, ateş ve diyabet gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılabilir. Bunlardan başka, bu tıbbi bitkiler kozmetik ve ilaç endüstrisinde de büyük ilgi görmektedirler. Tıbbi bitkilerde bulunan aktif bileşenler, insan organizmasındaki biyokimyasal süreçler için oldukça yararlıdır. Bu tür bitkilerde X-ışını azaltma çalışmaları, biyoloji, ziraat, fizik ve tıp fiziği gibi farklı alanlardaki çeşitli problemleri çözmek için kullanılabilir. Sunulan bu çalışmada, *A. pateri* subsp. *prostratum* bitkisinin kök, toprak üstü ve çiçek kısımları dikkate alınmıştır. *Alyssum* cinsini barındıran Brassicaceae familyası aynı zamanda ekonomik olarak en önemli çiçekli bitkiler grubunu da ihtiva etmektedir. Familya 338 cinse ait yaklaşık 3700 türü içermekte olup, *Alyssum* Orta Doğu'ya özgü ünlü bir cinstir. Bazı türleri gıda endüstrisinde doğal stabilizatör olarak kullanılırken bazı türleri ise önemli biyolojik aktivitelere sahiptirler (Hamedi ve ark., 2015; Erdogan ve ark., 2015).

*Alyssum pateri* subsp. *Prostratum* bitkisini çalışmamızda tercih etmemizin sebebi, doğada fazla miktarda bulunmasıdır. Ekonomik açıdan bakıldığında, *Alyssum pateri* subsp. *Prostratum* bitkisi bilimsel çalışmalarda kullanılabilir niteliktedir. Genel olarak *Alyssum* türleri (özellikle çok yıllık olanları), gerek kuraklığa dayanıklı olmaları, gerekse toprak istekleri bakımından çok seçici olmamaları nedeniyle erozyon çalışmalarında öncü bitki olarak da kullanılabilirler (Kürşat ve ark. 2008). Ayrıca, Brassicaceae familyasına ait olan *Alyssum* cinsi ile ilgili farklı alanlarda yapılan birçok bilimsel çalışmalar mevcuttur. Kimyasal olarak modifiye *Alyssum discolor* T.R. Dudley&Hub.-Mor.

biokütlesinin, reaktif sarı tekstil boyasının sulu ortamlardan gideriminde biyolojik çözücü olarak kullanılabilmesi anlaşılmıştır (Bayramoğlu ve ark. 2012). Tıpta birçok hastalıkların tedavisinde, endüstride, biyolojik çalışmalarda ve uygulamalı birçok alanda kullanılan *Alyssum* cinsinin bir türü olan *Alyssum pateri* subsp. *prostratum* bitkisinin farklı kısımlarının radyasyon ile etkileşim parametrelerinden bazıları sunulan çalışmada incelenmiştir.

Literatür araştırması yapıldığında bitkilerin radyasyon soğurma parametreleri üzerine çalışılmış birkaç çalışma bulunmaktadır. Teerthe ve Kerur (2016) *Eucalyptus obliqua* ve *Mangifera* tıbbi bitkilerinin kütle azaltma katsayılarını 13.596 ile 32.890 keV enerji aralığında NaI(Tl) sintilasyon detektörü yardımı ile belirlemişlerdir ve sonuçlarını WinXCOM programından elde ettikleri sonuçlar ile karşılaştırmışlardır. Lahana yaprağının 7 ile 12 keV enerji aralığında kütle azaltma katsayıları Trunova ve ark. (2015) tarafından literatüre sunulmuştur. Morabad ve Kerur (2010) Hindistan'da sık olarak kullanılan bazı tıbbi bitkilerin farklı kısımlarının (meyve, yaprak, gövde ve tohum) kütle azaltma katsayılarını 8 ile 32 keV enerji aralığında NaI(Tl) detektör kullanarak ölçmüşlerdir. Ghosh ve Das (2014) patates, mango ve karides numunelerinin lineer azaltma katsayılarını 2.5 MeV foton enerjisinde NaI(Tl) detektör yardımı ile deneysel olarak belirlemişlerdir. Chaudhari (2013) Asoka bitkisinin farklı kalınlıklarda taze ve kurutulmuş yapraklarının lineer ve kütle azaltma katsayılarını Cs ve Tl kaynaklarını kullanarak belirlemiştir ve deneysel sonuçlarını teorik sonuçlar ile karşılaştırdığında ikisi arasında uyum olduğunu gözlemlemiştir.

Literatürdeki bu çalışmalardan da görüldüğü gibi çeşitli bitkilerin radyasyon soğurma parametreleri ölçülmüş ve bu çalışmalar genel olarak düşük enerji bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Bunun sebebi, soğurma

maliyeti yüksek olan yüksek enerjili fotonlardan ziyade günlük yaşamda sıklıkla kullanılan düşük enerjili fotonları soğuran ucuz malzeme arayışıdır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada, bitkisel materyalin kök, toprak üstü ve çiçek kısımlarının kütle azaltma katsayıları ve molar yok-olma katsayıları 13.92, 17.75, 20.78, 26.34 ve 59.54 keV enerjilerde deneysel olarak Si(Li) detektör ve <sup>241</sup>Am nokta kaynak kullanılarak elde edilmiştir. Belirlenen deneysel sonuçlar WinXCOM (Gerward ve ark., 2001) programı kullanılarak hesaplanan teorik sonuçlar ile kıyaslanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Örnek Hazırlama

Bu çalışmada, *A. pateri* subsp. *prostratum* bitkisinin kök, toprak üstü ve çiçek kısımları numune olarak kullanılmıştır. Numuneler, doğal yaşam alanlarından toplandıktan sonra laboratuvar

ortamına getirilmiştir. Bitki yaş halde iken kök, toprak üstü ve çiçek kısımlarına ayrılmıştır. Bitkinin ayrılan kısımları baskısız bir kâğıt üzerinde güneş almayan bir yerde kurutulmuştur. Kurutulmuş numunelerin toz haline getirilmesi için laboratuvar tipi bir değirmen kullanılmıştır. Toz haline getirilmiş bitki numuneleri 20 mesh'lik bir elekten geçirilerek parçacık etkisi minimuma indirilmiştir. Elekten geçirilen bitki numuneleri 1.3 cm çapa sahip pellet takımı içinde hidrolik pres yardımı ile disk şekline getirilerek ölçüme hazır hale getirilmiştir.

Bitkinin kök, toprak üstü ve çiçek kısımlarının kimyasal analizi için Thermo marka Flash 2000 serisi CHNS/Organik Elemental Analizör spektrometresi kullanılmıştır. Bu cihaz ile her bir numune içindeki toplam hidrojen, karbon, azot ve kükürt elementlerinin yüzde konsantrasyonu elde edilmiştir. Oksijenin yüzde konsantrasyonu ise aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir:

$$\%Oksijen = 100 - (\%karbon + \%hidrojen + \%azot + \%kükürt) \quad (1)$$

Bu analizlerde numune içinde bulunan diğer eser miktardaki elementler ihmal edilmiştir.

Numune içindeki elementlerin yüzde bollukları Çizelge 1'de verilmiştir.

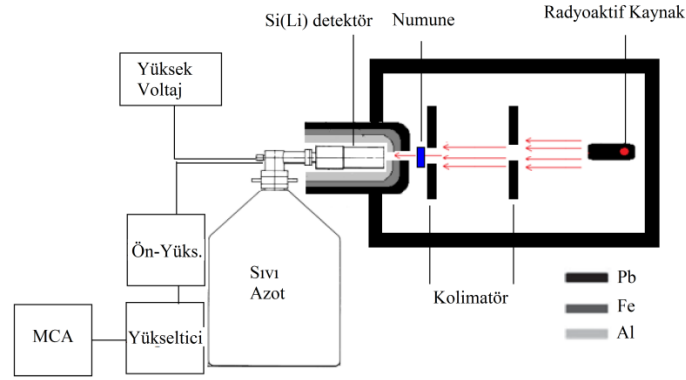
**Çizelge 1.** Numunelerin elemental bollukları

Kullanılan kısım	Hidrojen (%)	Karbon (%)	Azot (%)	Oksijen (%)	Kükürt (%)
Kök	5.404	63.827	1.135	29.522	0.112
Toprak üstü	5.009	60.742	1.672	32.520	0.057
Çiçek	4.839	60.988	1.689	32.431	0.054

### Deneysel Süreç

Deneysel süreçte kullanılan geçiş geometrisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Spektrometre sistemi, aktif alanı 12.5 mm<sup>2</sup>, hassas derinliği 5 mm ve enerji

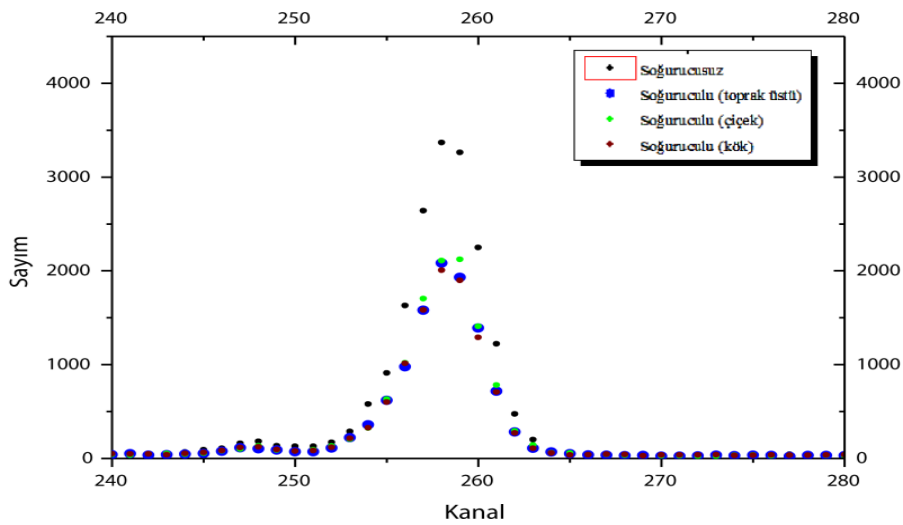
çözünürlüğü 5.9 keV'de 160 eV olan bir Si(Li) detektör ile bu detektörle birleştirilmiş 4K çok-kanallı analizörden oluşmaktadır.



Şekil 1. Geçiş geometrisi

Deney sisteminde 370 kBq aktiviteli  $^{241}\text{Am}$  nokta kaynak kullanılmıştır. Bu kaynaktan sağlanan verimli foton enerjileri 13.92, 17.75, 20.78, 26.34 ve 59.54 keV şeklindedir. Radyoizotop kaynak 3 mm açıklığa sahip bir kurşun kolimatör içine yerleştirilerek dar ışın geometrisi elde edilmiştir. Ayrıca, dar ışın geometrisini tam olarak elde edebilmek ve çevresel radyasyonu minimuma indirebilmek için detektör sistemi sırasıyla Pb, Fe ve Al levhalardan yapılmış bir kolimatör içine yerleştirilmiştir. Radyoaktif kaynak ile detektörün berilyum penceresi arasındaki mesafe 15 cm olarak ayarlanmıştır ve her bir numune sırasıyla detektör ve kaynak arasına

yerleştirilmiştir. Daha sonra, numune bulunmadan ( $I_0$ ) ve numune olduğunda ( $I$ ) sabit bir zaman aralığında foton şiddetleri detektör yardımı ile sayılmıştır. Detektörden alınan veriler Microcal Origin 7.5 programı kullanılarak ilgili enerjilerde pikler çizilmiştir ve yine bu program yardımı ile pik altında kalan alanlar belirlenerek soğurucusuz ve soğuruculu foton şiddetleri belirlenmiştir. Her bir numunenin kütle azaltma katsayısını belirlemek için elde edilen bu foton şiddetleri Lambert-Beer yasasında kullanılmıştır. 13.92 keV için bu şekilde elde edilen tipik bir spektrum Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Soğurucusuz ve soğuruculu 13.92 keV için tipik bir spektrum

## Kütle Azaltma ve Molar Yok-olma Katsayılarının Belirlenmesi

Tek enerjili paralel bir ışın demeti belirli bir ortam içinden geçerken aşağıdaki eşitlikte belirtilen Lambert-Beer kanununa göre üssel olarak azalır:

$$I = I_0 e^{-(\mu/\rho)\rho x} \quad (2)$$

burada I ve I<sub>0</sub> sırasıyla numuneden geçen ve kaynağın başlangıç foton şiddetleri ve ρx ise birim alandaki kütle miktarıdır. μ/ρ ile gösterilen parametre ise foton ve madde arasındaki etkileşmenin bir olasılığını belirten kütle azaltma katsayısıdır. Eğer malzeme birden fazla elementten oluşan bir bileşik, alaşım, karışım veya kompleks bir malzeme ise bu durumda kütle azaltma katsayısı karışım kuralı kullanarak belirlenebilir (Akman ve ark., 2015). Mevcut numunelerin teorik kütle azaltma katsayı değerleri, numuneyi oluşturan elementlerin (H, C, N, O ve S) ağırlıklı katkılarının toplamından hesaplanabilir:

$$(\mu/\rho)_{numune} = \sum_i W_i (\mu/\rho)_i \quad (3)$$

burada W<sub>i</sub> i. elementin ağırlıklı kesrini ve (μ/ρ)<sub>i</sub> ise i. elementin kütle azaltma katsayısını belirtir. Sunulan numunelerin teorik kütle azaltma katsayısı değerleri WinXCOM programında

Çizelge 1'de verilen elementlerin yüzde bollukları kullanılarak elde edilmiştir.

Kütle azaltma katsayısı kullanılarak bir malzemenin bir dizi radyasyon soğurma karakteristikleri belirlenebilir. Bu radyasyon soğurma karakteristiklerinden biri olan ve maddenin bir molü tarafından soğurulan radyasyon olarak tanımlanan molar yok-olma katsayısı aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenebilir:

$$\varepsilon = 0.4343M(\mu/\rho)_{numune} \quad (4)$$

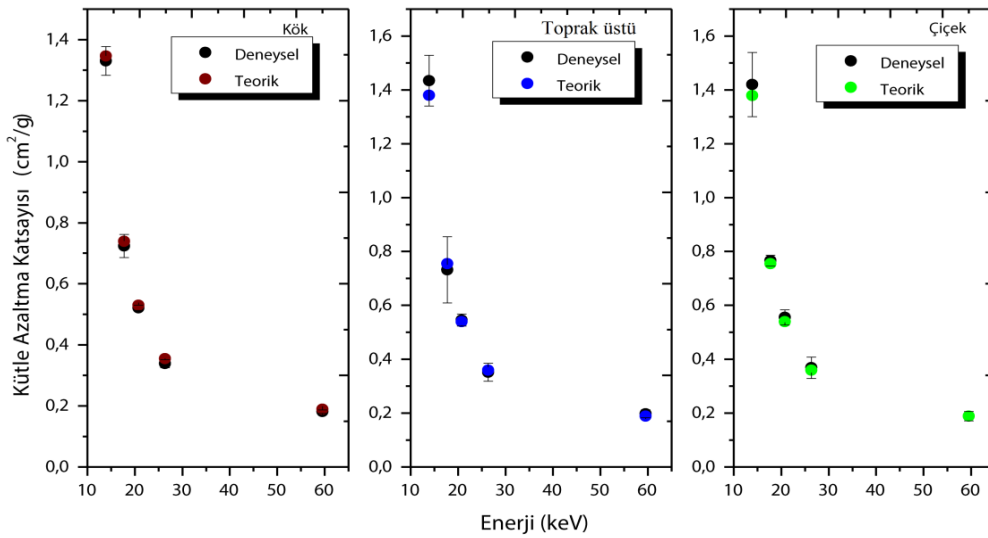
eşitlikteki M numunenin molekül ağırlığı ve (μ/ρ)<sub>numune</sub> ise numunenin kütle azaltma katsayısıdır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

XRF spektrometre kullanılarak 13.92, 17.75, 20.78, 26.34 ve 59.54 keV foton enerjilerinde *A. pateri* subsp. *prostratum* bitkisinin kök, toprak üstü ve çiçek kısımlarının kütle azaltma ve molar-yok olma katsayıları sırasıyla Eşitlik (2) ve (4) yardımı ile belirlenmiştir. Eşitlik (3) kullanılarak ise kütle azaltma katsayılarının teorik değerleri elde edilmiştir. Çizelge 2'de kök, toprak üstü ve çiçek numunelerinin kütle azaltma katsayılarının deneysel ve teorik sonuçları verilmiştir. Ayrıca, kütle azaltma katsayısının enerjiye olan bağlılığını daha iyi görmek için kütle azaltma katsayısının enerjiye bağlı grafiği Şekil 3'te verilmiştir.

**Çizelge 2.** Kök, toprak üstü ve çiçek kısımlarının deneysel ve teorik kütle azaltma katsayıları (cm<sup>2</sup>/g)

Kullanılan kısım	13.92 keV		17.75 keV		20.78 keV		26.34 keV		59.54 keV	
	Deneysel	Teorik	Deneysel	Teorik	Deneysel	Teorik	Deneysel	Teorik	Deneysel	Teorik
Kök	1.330±0.047	1.346	0.724±0.038	0.739	0.522±0.009	0.530	0.339±0.013	0.355	0.181±0.006	0.189
T. üstü	1.434±0.094	1.380	0.732±0.123	0.755	0.545±0.022	0.539	0.352±0.033	0.359	0.198±0.015	0.189
Çiçek	1.420±0.119	1.379	0.766±0.020	0.754	0.555±0.028	0.539	0.369±0.040	0.359	0.189±0.017	0.188



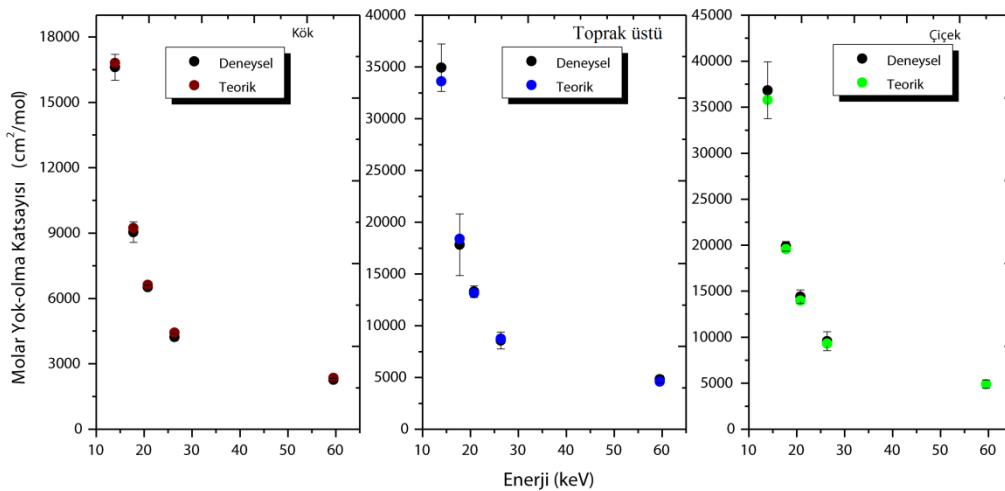
**Şekil 3.** Kütle azaltma katsayısının enerjiye karşı grafiği

*A. pateri* subsp. *prostratum* bitkisinin kök, toprak üstü ve çiçek kısımlarının molar yok-olma katsayıları 13.92 ile 59.54 keV aralığında beş farklı foton enerjisinde Eşitlik (4) içinde elde edilen kütle azaltma katsayıları kullanılarak elde

edilmiştir. Bu numuneler için elde edilen deneysel ve teorik molar yok-olma katsayıları Çizelge 3'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Ayrıca, molar yok-olma katsayılarının enerjiye bağlılığı Şekil 4'te görülmektedir.

**Çizelge 3.** Kök, toprak üstü ve çiçek kısımlarının deneysel ve teorik molar yok-olma katsayıları (cm<sup>2</sup>/mol)

Kullanılan kısım	13.92 keV		17.75 keV		20.78 keV		26.34 keV		59.54 keV	
	Deneysel	Teorik	Deneysel	Teorik	Deneysel	Teorik	Deneysel	Teorik	Deneysel	Teorik
Kök	16611±590	16810	9043±472	9235	6515±110	6621	4228±161	4435	2264±71	2359
T. üstü	34930±2300	33616	17826±2989	18390	13285±543	13139	8576±814	8750	4814±367	4596
Çiçek	36834±3093	35782	19879±526	19572	14404±731	13981	9561±1028	9309	4893±452	4887



**Şekil 4.** Molar yok-olma katsayısının enerjiye karşı grafiği

Çizelge 2-3 ve Şekil 3-4 incelendiğinde, kök, toprak üstü ve çiçek numunelerinin hem kütle azaltma katsayılarının hem de molar yok-olma katsayılarının deneysel ve teorik değerleri arasında iyi bir uyum olduğu görülmektedir. Deneysel kütle azaltma ve molar yok-olma katsayılarının WinXCOM teorik değerlerinden farkı 13.92 keV için  $\leq\%3.91$ , 17.75 keV için  $\leq\%3.05$ , 20.78 keV için  $\leq\%2.97$ , 26.34 keV için  $\leq\%4.51$  ve 59.54 keV için  $\leq\%4.76$  şeklindedir. Bu iki parametrenin belirlenmesindeki deneysel belirsizlikler %1.72 ile %8.99 aralığında değişmektedir (toprak üstü 17.75 keV, toprak üstü ve çiçek 26.34 keV hariç). Deneysel belirsizliklerin elde edilmesi süreçleri önceki çalışmalarımızda bulunmaktadır (Akman ve ark., 2017; Akman ve ark., 2016).

Çizelge 2-3 ve Şekil 3-4 incelendiğinde her bir numune için kütle azaltma katsayısının ve molar yok-olma katsayısının artan enerji ile eksponansiyel azaldığı görülmektedir. Bilindiği gibi kütle azaltma katsayısı ağırlıklı olarak fotoelektrik etki, Compton saçılma ve çift oluşum süreçlerinin toplamından oluşmaktadır. Çalışılan enerji aralığında baskın etki fotoelektrik olaydır ve bu olay  $E^{3.5}$  ile ters orantılıdır. Molar yok-olma katsayısı da direkt olarak kütle azaltma katsayısına bağlı olduğundan, bu parametrelerde gözlemlenen eksponansiyel azalma gayet normaldir. Bu yorumlardan kütle azaltma katsayısının ve molar yok-olma katsayısının artan enerji ile azaldığını söyleyebiliriz. Yani, düşük foton enerjilerinde mevcut numunelerin radyasyon soğurma kabiliyetleri beklenildiği gibi daha iyidir.

Çizelge 2'de 13.92 keV foton enerjisindeki teorik kütle azaltma katsayıları incelenecek olursa, kök için  $1.346 \text{ cm}^2/\text{g}$ , toprak üstü için  $1.380 \text{ cm}^2/\text{g}$  ve çiçek için  $1.379 \text{ cm}^2/\text{g}$  şeklindedir. Yani, toprak üstü numunesinin kütle azaltma katsayısı kök numunesinden %2.46 ve çiçek numunesinden %0.07 daha fazladır. Toprak üstü ve çiçek numunesinin radyasyon soğurma kabiliyeti kök numunesinden daha

iyidir. Aynı incelemeyi molar yok-olma katsayılarında yaparsak (Çizelge 3), toprak üstü ve çiçek numunelerinin molar yok-olma katsayıları kök numunesinin iki katından daha fazladır. Bu durum Eşitlik (4) ile açıklanabilir. Molar yok-olma katsayısı, kütle azaltma katsayısı ve moleküler ağırlık ile doğru orantılıdır. Toprak üstü ve çiçek numunelerinin kütle azaltma katsayılarının yanında moleküler ağırlıkları da kök numunesinden büyük olduğundan, gözlemlenen bu fark mantıklıdır. Kütle azaltma katsayılarındaki ve molar yok-olma katsayılarındaki farklılık asıl olarak içerdikleri elementlerin yüzde bollukları ile alakalıdır. Çizelge 1 incelendiğinde, toprak üstü ve çiçek numunelerindeki yüzde oksijen miktarının kök numunesindekinden daha fazla olduğu görülmektedir. Kükürt elementindeki yüzde bolluklar düşük olduğundan bu elementin fazla bir katkısı olmayacaktır. Oksijen elementinin atom numarası diğer elementlerden daha büyük olduğundan, kütle azaltma katsayısının numune içindeki elementin atom numarasına ve yüzde konsantrasyonuna bağlı olduğunu söyleyebiliriz. *A. pateri* subsp. *prostratum* bitkisinin kütle azaltma ve molar yok-olma katsayıları ile ilgili çalışmalara literatürde rastlanmadığından mevcut deneysel sonuçlar diğer deneysel sonuçlar ile karşılaştırılamamıştır.

## SONUÇ

Bu çalışmada, *Alyssum* cinsi bitkinin bir türü olan *A. pateri* subsp. *prostratum* bitkisinin kök, toprak üstü ve çiçek kısımlarının kütle azaltma katsayıları ve molar yok-olma katsayıları incelenmiştir. Numunelerin  $^{241}\text{Am}$  nokta kaynağından yayımlanan beş farklı enerjide belirtilen parametreleri deneysel ve teorik olarak elde edilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar, WinXCOM programı yardımı ile hesaplanan teorik sonuçlar ile karşılaştırılmıştır ve deneysel belirsizlikler sınırları içinde deneysel sonuçlar ile teorik sonuçlar arasında uyum olduğu

görülmüştür. Toprak üstü ve çiçek numunelerinin kök numunesinden daha iyi bir radyasyon soğurma kabiliyetinin olduğu bulunmuştur. Belirlenen parametrelerin artan enerji ile azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, belirlenen parametrelerin numune içindeki elementin atom numarasına ve yüzde konsantrasyonuna bağlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen verilerin medikal, endüstri, ziraat, farmakoloji, uygulamalı bilimler gibi birçok alanda kullanılabilirliği açısından bilime katkı sağlayacağını söyleyebiliriz.

### KAYNAKLAR

- Akman F, Durak R, Kacal MR, Bezgin F, 2016. Study of absorption parameters around the K edge for selected compounds of Gd. X-ray Spectrometry, 45: 103-110.
- Akman F, Durak R, Turhan MF, Kaçal MR, 2015. Studies on effective atomic numbers, electron densities from mass attenuation coefficients near the K edge in some samarium compounds. Applied Radiation and Isotopes, 101: 107-113.
- Akman F, Kaçal MR, Akman F, Soylu MS, 2017. Determination of effective atomic numbers and electron densities from mass attenuation coefficients for some selected complexes containing lanthanides. Canadian Journal of Physics, 95: 1005-1011.
- Bayramoğlu G, Ersoy G, Adıgüzel N, Arıca MY, 2012. Modifiye *Alyssum discolor* (A. discolor) Biyokütlesinin Boya Gideriminde Kullanılması Ve Spektroskopik Özelliklerinin Belirlenmesi. VI. Ulusal Analitik Kimya Kongresi, 3-7 Eylül 2012, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Chaudhari LM, 2013. Study of attenuation coefficients of leaves of Asoka plant by using Cs and Tl sources. Research Journal of Physical Sciences, 1(2): 1-8.
- Erdogan MK, Geçibesler İH, Behçet L, 2015. Composition and antioxidant capacity of the essential oils of *Alyssum pateri* Nyár subsp. prostratum (Nyár) Dudley (Brassicaceae). Türk Doğa ve Fen Dergisi, 4(2): 25-29.
- Gerward L, Guilbert N, Jensen KB, Levring H, 2001. X-ray absorption in matter, reengineering XCOM. Radiation Physics and Chemistry, 60: 23-24.
- Ghosh S, Das MK, 2014. Attenuation coefficients and absorbed gamma radiation energy of different varieties of potato, mango and prawn at different storage time and physiological condition. Food Chemistry, 145: 694-700.
- Hamedi A, Ghanbari A, Razavipour R, Saeidi V, Zarshenas MM, Sohrabpour M, Azari H, 2015. *Alyssum homolocarpum* seeds: phytochemical analysis and effects of the seed oil on neural stem cell proliferation and differentiation. Journal of Natural Medicines, 69(3): 387-396.
- Kurşat M, Civelek Ş, Kandil A, 2008. *Alyssum harputicum* Dudley'in (Brassicaceae) Morfolojik, Anatomik ve Polen Özellikleri ile Kromozom Sayısı Bakımından Araştırılması. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi 20 (2) 205-215.
- Morabad RB, Kerur BR, 2010. Mass attenuation coefficients of X-rays in different medicinal plants. Applied Radiation and Isotopes, 68: 271-274.
- Teerthe SS, Kerur BR, 2016. X-ray mass attenuation coefficient of medicinal plant using different energies 32.890 keV to 13.596 keV. Materials Today: Proceedings, 3: 3925-3929.
- Trunova V, Sidorina A, Kriventsov V, 2015. Measurement of X-ray mass attenuation coefficients in biological and geological samples in the energy range of 7-12 keV. Applied Radiation and Isotopes, 95: 48-52.