

## Ön fitokimyasal analiz ve DNA koruyucu aktiviteleri *Ephedra major* ve *Ephedra equisetina* türleri

Farkhad Yeskendirov<sup>1</sup>, Nashtay Mukhitdinov<sup>1</sup>, Murat Ünal<sup>2</sup>, Nasip Demirkuş<sup>2</sup>,  
Bedia Bati<sup>2</sup>, Ayşe Yenilmez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazak Ulusal Üniversitesi, Biyoloji ve Biyoteknoloji Fakültesi, Biyoçeşitlilik ve Biyokaynaklar Bölümü, Almatı, Kazakistan

<sup>2</sup>Yuzuncu Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Eğitimi Bölümü, Van, Türkiye

### MAKALE TARİHİ

Alınan tarih: 27 Aralık 2024

Kabul tarihi: 3 Ağustos 2025

### ANAHTAR KELİMELER

*Ephedra equisetina*,  
*Ephedra major*,  
DNA koruması,  
Antioksidan aktiviteler,  
Fitokimyasal analiz.

**Özet:** Dünya genelinde, *Ephedra* bitkisi geleneksel alternatif tıpta kullanılan en eski şifalı bitkilerden biridir. Tıbbi çeşitler, soğuk algınlığı, bronşiyal astım, öksürük, ateş, grip, baş ağrısı, ödem ve alerjilerin tedavisinde uyarıcı ve astım karşıtı ajan olarak kullanılır. Çalışmamızda, *Ephedra* cinsine ait *Ephedra major* ve *Ephedra equisetina* türlerinin ön fitokimyasal bileşimini belirlemek ve bunların antioksidan ile DNA koruyucu aktivitelerini belirlemek amaçlandı. *Ephedra major*'un flavonoidler ve tanenler gibi bileşenler içerdiği bilinir ve orta düzeyde efedrin içeriği vardır ve geleneksel olarak solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Öte yandan *Ephedra equisetina*, daha yüksek efedrin ve diğer biyoaktif bileşikler içerir ve geleneksel tıpta astım, bronşit ve alerjik reaksiyonların tedavisinde yaygın olarak kullanılır. Çalışma bulgularına baktığımızda, her iki bitki türünün toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları her iki testte de yakın seviyelerde belirlenmiş ve fenolik ve flavonoid maddeler içerdiği, antioksidan aktivite ve DNA koruma etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca, ortamda Fenton varoluşunda 0,5 mg/mL konsantrasyonda DNA koruma etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

## 1. GİRİŞ

Bitki türleri, biyoaktif bileşiklerin değerli kaynaklarıdır. Günümüzde, gıda, kozmetik ve ilaç üreticileri tarafından yüksek talep görülmüş doğal ürünlerin kullanımına yönelik artan bir eğilim gözlemlenmektedir; çünkü bitki özlerinde bulunan fitokimyasallar genellikle düşük toksisite gösterir ve mikromolar konsantrasyonlarda etkilidir (González-Juárez ve ark., 2020). Ayrıca, birçok bitki dünya genelinde geleneksel tıpta çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bitkiler arasında, *Ephedra* cinsi (Ephedraceae familyasında) insanlık tarafından bilinen en eski şifalı bitkilerden biridir (Hollander ve ark., 2010). Ephedraceae familyası, dünya çapında yaklaşık 50 türden oluşan tek bir cins olan *Ephedra* spp.'ye sahiptir (Mellado ve ark., 2019; Dousari ve ark., 2022). Ephedraceae familyası, ılıman ve subtropikal bölgelere özgelidir

\*İLETİŞİM: Ayşe YENİLMEZ ✉ [ayseyenilmez@yyu.edu.tr](mailto:ayseyenilmez@yyu.edu.tr) 📧 📞 📧 📧 Yuzuncu Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Eğitimi Bölümü, Van, Türkiye

Yayımlanan makalenin telif hakkı CC BY 4.0 lisansı altında yazarına aittir. Bu lisansın bir kopyasını görüntülemek için <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Asya, Avrupa, Orta ve Kuzey Amerika bölgeleri (Elhadev ve ark., 2020). Ephedra cinsinin farklı türlerinde en az 247 farklı kimyasal bileşik bulunmuştur; bunlar arasında çok çeşitli alkaloid ve alkaloid olmayan çeşitli alkaloid bulunmuştur. (Osmik ve diğerleri, 2024). Bitki, efedrin, pseudoefedrin, norefedrin ve metilefedrin gibi alkaloidlerin karışımına sahiptir (Ibragic & Sofić, 2015; Hung ve ark., 2021). *Ephedra*, Çin'de birkaç bin yıldır tıbbi amaçlarla kullanılan bir çalı bitkisidir (Dewick ve ark., 2002). Birçok Ephedra türünün tüm bitkisini veya hava kısımlarını içerir. Bu bitkilerin tıbbi ve terapötik etkileri, efedrin, psödoefedrin, norefedrin ve metilefedrin gibi alkaloidlerle ilişkilidir ve ayrıca tanen ve flavonoidler içerir (Dousari ve ark., 2022). Farmakolojik ve toksikolojik etkiler, bireysel efedrin alkaloid tipine, enantiomerik formuna ve reseptör bağlanma özelliklerine bağlıdır. Efedrin, kalp atış hızını uyarır, kan basıncını artırır, bronkodilatasyonu teşvik eder ve adrenerejik reseptörlere bağlanarak merkezi sinir sistemi (MSS) üzerinde belirgin etkiler yaratır. Pseudoefedrine benzer şekilde çalışır, ancak daha az CNS etkisi gösterir (Ibragic & Sofić, 2015). MSS üzerinde uyarıcı etkisi olan birçok bitki, katekolaminerjik etkileri artırabilen ve/veya adreno reseptörler üzerinde etkili olabilen feniletamin veya ksantin yapıları içeren maddeleri sentezler (Carlini ve ark., 2003). Geçmişte, efedrin alkaloidleri astım, burun tıkanıklığı, omurga anesteziinden kaynaklanan hipotansiyon ve idrar kaçırma gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde ve/veya profilaksisinde kullanılmıştır (Ibragic & Sofić, 2015). Ayrıca, Ephedra cinsine ait bitkilerde alkaloidler (amfetamin tipi, imidazol, kinolin, pirrolidin ve diğerleri), flavonoidler (flavonoller, dihidroflavonol, flavanon, flavonoller, flavonollar, antosiyanin), taninler (proantosiyanidinlerin dimmer, trimmer ve tetramerleri), lignanlar, naftalinler, esterler, terpenoidler, fenolik asitler ve kinonlar gibi çeşitli ikincil metabolitler rapor edilmiştir. Ancak, bazı *Ephedra* türleri anti-inflamatuar, antiviral, hepatoprotektif, antibakteriyel ve antifungal aktivitelerin yanı sıra antikanser etkilerine sahiptir (Zhang ve ark., 2018; Mellado ve ark., 2019; Zhu ve ark., 2023).

Çalışmalara bakılırken, çeşitli Ephedra türlerinin tıbbi ve terapötik özellikleri farmakolojik araştırmalarla değerlendirildi. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de yetişen ana konak türü olan *Ephedra* ve Kazakistan'da endemik olarak büyüyen *Ephedra equisetina* Bunge türlerindeki bileşik içeriğini çeşitli fitokimyasal analizlerle belirlemek ve DNA koruma faaliyetlerini incelemektir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Bitkisel Malzemeler ve Ekstraksiyon Süreci

*Ephedra equisetina*: Kazakistan, Almatı, Kungei Alatau (Kolsai) N 42°59'43,1" D 78°19'36,7".  
*Ephedra* major: Türkiye, Van, Gürpınar, Taşdöndüren köyü yol kenarları N 38°16'59" E 43°48'52,90". Dr. Murat Ünal her iki türü de tanımlamıştır. Bitki örnekleri kurutulup ezilerek çıkarıldı. 350 mL metanol yaklaşık 7 g maddeyle birleştirilerek ekstrakt oluşturuldu ve ekstrakt oda sıcaklığında ve karanlıkta saklanarak 10 gün boyunca manyetik olarak karıştırıldı. Çözelti daha sonra filtre kağıdı kullanılarak filtrelendi. Metanol, bir evaporatör cihazı kullanılarak buharlaştırıldı. Ortaya çıkan örnekler şu adreste korundu -40°C kullanılana kadar.

### 2.2. Reaktifler

Folin-Ciocalteu Reaktifi, Sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), Gallik asit, Quercetin, Trolox, Sodyum nitrit (NaNO<sub>2</sub>), Alüminyum klorür (AlCl<sub>3</sub>), Sodyum hidroksit (NaOH), CuCl<sub>2</sub>, etanolik neocuprine, Amonyum asetat, Sodyum asetat, FeCl<sub>3</sub>, DPPH, Etanol, Metanol, pBR322 plazmid DNA, askorbik asit, FeCl<sub>3</sub>, Hidrojen peroksit. Kullanılan tüm kimyasallar Sigma Aldrich tarafından temin ediliyordu.

### 2.3. Ekstraktların Hazırlanması ve Biyokimyasal Analizler

Kuru bitki örnekleri ezildi. 4 gram örnek, 350 rpm'de döner bir silkeleyicide 40 mL metanol kullanılarak 3 gün boyunca karıştırıldı. 5000 devirde 10 dakika santrifüj yaptıktan sonra

0,45 µm membran filtresinden geçerek, taretli şişelere süzüldü. Daha sonra, çözücü 40°C'de bir evaporatör yardımıyla buharlaştırıldı. Ekstraktlar %1 DMSO ile 1 mg/mL konsantrasyonda çözdürüldü ve daha ileri analiz için kullanıldı.

### 2.3.1. Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi, Folin-Ciocalteu reaktifinin indirgenmesiyle oluşan mavi rengin emilimi ölçülerek yapılır (Slinkard & Singleton, 1977). Oluşan renk yoğunluğu, fenolik madde konsantrasyonuyla doğrudan orantılıdır. Böylece, analiz edilen örnekteki toplam fenolik madde miktarı hesaplanır. Bu yöntemde, 0,5 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve %10 konsantrasyon  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hazırlanır. 1 g bitki özlerini 46 ml damıtılmış suda çözüp 1 ml Folin-Ciocalteu reaktifi ekleyin. Üç dakika sonra iyice birleştirin. 3 ml %10 sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) eklenin ve karışımın periyodik çalkalanmayla 1 saat beklemesine izin verin, ardından 760 nm dalga boyunda emilimi ölçün (Singleton & Rossi, 1965). Fenolik bileşik gallik asit standart tablonun hazırlanmasında kullanılır. Metanol içindeki farklı gallik asit konsantrasyonları (10.0-8.0-6.0-4.0-2.0-1.0-0.5-0.25-0.1 mg/mL) hazırlandı ve emilimleri okundu. Soğurma ile konsantrasyon arasındaki bir grafik çizildi. Grafiğe göre, örneklerin toplam fenolik madde miktarı Gallik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir.

### 2.3.2. Toplam flavonoid içeriği

Toplam flavonoid miktarının belirlenmesinde, flavonoid miktarının konsantrasyonuyla doğrudan orantılı olarak pembe renk oluşumu gözlemlenir. Böylece, analiz edilen örnekteki toplam flavonoid miktarı hesaplanır. Bu yöntemde, ekstraktların 1 g'ı 1,5 mL etil alkolde çözünür, ardından eşdeğer miktarda  $\text{AlCl}_3$  (100 mL metanolde %10) eklenmiştir. Örneklerin emilimi 15 dakikalık kuluçkadan sonra 510 nm olarak okundu.

Quercetin standart grafiğin hazırlanmasında kullanılır. Metanol içindeki farklı quercetin standardı konsantrasyonları (1-2.5-5.0-10.0-20.0-40.0 mg/mL) hazırlanmış ve absorbansları okunmuştur. Konsantrasyona karşı soğurma grafiği çizildi. Çizilen grafiğe göre, örneklerin toplam flavonoid miktarı quercetin eşdeğeri olarak belirlenmiştir (Park ve ark., 2008).

### 2.3.3. DPPH yöntemiyle antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Benvenuti ve ark. tarafından önerilen yöntem. (2004), DPPH yöntemiyle antioksidan aktivite belirlemek için kullanılmıştır. Yöntem, DPPH radikalinin 517 nm dalga boyunda inhibisyonundan kaynaklanan renk azalmasını ölçmeye dayanır. Numunenin 10 µL'sine 140 µL etanol eklendi ve 50 µL 1 mM DPPH radikali eklenerek oda sıcaklığında karanlıkta 15 dakika kuluçka edildi. Örneklerin absorbans değerleri, 517 nm dalga boyunda bir UV-Vis Spektrofotometre ile kaydedildi.

Etanollü farklı Trolox konsantrasyonları (0.2-0.5-1.0-2.0-4.0 mg/mL) standart olarak hazırlandı, soğurma değerleri kaydedildi ve soğurma ile konsantrasyon grafikleri çizildi. Grafiğe göre, örneklerin antioksidan aktivitesi Trolox eşdeğeri olarak belirlenmiştir.

### 2.3.4. CUPRAC yöntemiyle antioksidan aktivitenin belirlenmesi

CUPRAC yöntemiyle antioksidan aktivitenin belirlenmesi,  $\text{Cu}^{+2}$  iyonları indirgenmesi ilkesine dayanır. Konsantrasyon miktarları, Apak ve diğerlerinin yöntemine göre değiştirildi. (2007). Bu yöntemde, 0,015 M etanolik neokuproin etanolde çözüldü. 0,02 M  $\text{CuCl}_2$  ve 2 M Amonyum asetat tamponu saf suda çözüldü ve tampon pH 6,5'e ayarlandı. Etanol ile Trolox'un farklı konsantrasyonları (9.0-6.0-3.0-1.8-1.4-1.0-0.6-0.3 mg/mL) standart olarak hazırlandı ve 1/2 saat sonra soğurma değerleri kaydedildi (A450) ve soğukkans ile konsantrasyon grafikleri çizildi. Grafiğe göre, örneklerin antioksidan aktivitesi Trolox eşdeğeri olarak belirlenmiştir.

### 2.3.5. Örneklerin DNA koruma etkinliği

Bitki özlerinin pBR322 (Termo Bilim) plazmid DNA'sı üzerinde koruyucu etkisi olup olmadığı araştırıldı. Örneklerin DNA koruması ve DNA kırılması etkileri, Akkemik ve ark. yöntemine göre belirlendi. (2022). Kısaca, bitki özleri metanol (%10) ve su (%90) karışımından oluşan bir çözeltide hazırlanmıştır. Her bitki için iki farklı ekstrakt konsantrasyonu (0,5 mg/mL ve 1 mg/mL) uygulandı ve deneysel tasarım için negatif (sadece plazmid DNA) ve pozitif kontrol (Fenton + plazmid DNA) grupları oluşturuldu. İnkubasyon reaksiyonu karışımları, 3 µL pBR322 plazmid DNA'sı, 5 µL Fenton çözeltisi (30 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 50 mM askorbin asit ve 80 mM FeCl<sub>3</sub>) ve 5 µL bitki özlerinden (0,5 mg/mL ve 1 mg/mL) oluşuyordu; toplam hacim damıtılmış su kullanılarak 20 µL'ye ayarlandı. Karışım daha sonra 37°C'de 30 dakika kuluçka altına alındı. İnkubasyon sonrası, 5 µL 6x yüklemeli boya reaksiyon karışımına eklendi. 10 µL karışım çıkarıldı ve etidiyum bromid ile boyanmış %0,8 agaroz jel üzerine uygulandı. Agaroz jeli 100 voltta 60 dakika elektrofore edildi. Jel görüntü, jel görüntüleme cihazı kullanılarak çekildi.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Ephedra equisetina ve Ephedra majör için toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriği

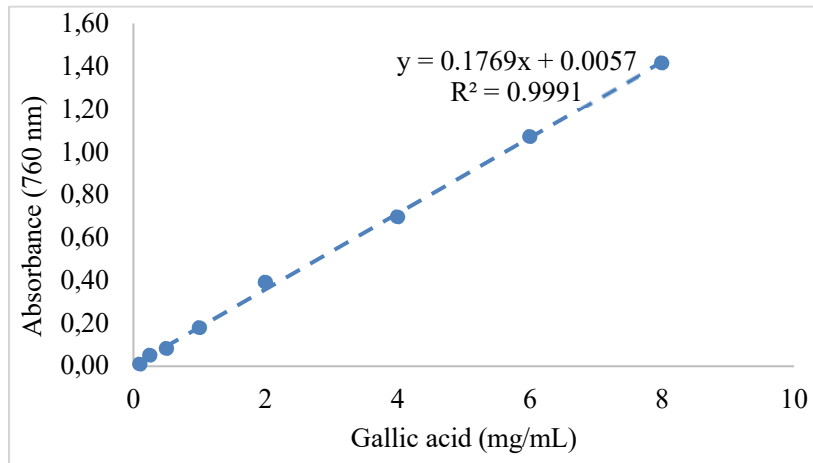
Bitkilerden elde edilen flavonoidler ve fenolikler gibi fitokimyasalların birçok hastalık üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Kumar & Goel, 2019; Sankaranarayanan ve ark., 2019). Fitokimyasal açıdan zengin bitkilere olan önem ve ilgi, sadece tıbbi ve ilaç endüstrilerinde değil, aynı zamanda kozmetik, içecek, boya ve gıda sektörlerinde de her geçen gün artmaktadır. *Ephedra* cinsi geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılsa da, efedrin içeriği nedeniyle potansiyel yan etkiler ve bağımlılık riskleri taşır (Osmic ve ark., 2024). Bu nedenle, modern tıpta kontrollü ve dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır. Farmakolojik aktivite potansiyeli ile bitki özlerinin fitokimyasal bileşimi arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak önemlidir.

Literatür, *Ephedra* sp.'nin toplam polifenol, toplam flavonoid ve toplam antosiyanin içeriğini ölçen çalışmaların standart bileşikler olarak gallik asit ve siyanidin-3-lukosid (krizantemin, 12) kullandığını, quercetin veya katekin eşdeğeri olarak ifade edildiğini göstermektedir. *Ephedra* türlerinin ana bileşenlerinin yaklaşık %0,29 'u flavonoidler, flavanoller, dihidroflavonoller, dihidroflavonoidler, flavonoller ve antosiyaninlerden oluşuyordu. (Elhadeef ve ark., 2020; Shuang-Man ve ark., 2020; Dousari ve ark., 2022). *Ephedra* türleriyle yapılan başka bir çalışmada ise en yüksek alkaloid içeriği *E. equisetina*'da bulundu (Chen ve ark., 2019).

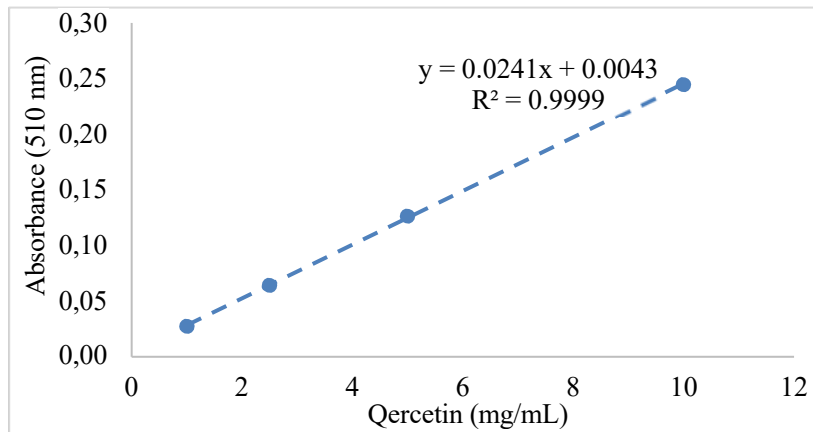
Örneklerin toplam fenolik miktarı, Tablo 1'de gösterildiği gibi Gallik asit olarak belirlenmiştir. Gallik asit kullanılarak oluşturulan standart grafik Şekil 1'de gösterilmiştir. Örneklerin toplam flavonoid miktarı, Tablo 1'de gösterildiği gibi Quercetin cinsinden belirlenmiştir. Quercetin kullanılarak oluşturulan standart grafik Şekil 2'de gösterilmiştir. Tablo 1'e göre flavonoid miktarına bakıldığında, *E. majör türünün E. equisetina türünden daha yüksek olduğu* belirlendi. Yine, Tablo 1'e bakıldığında, *E. equisetina bitkisinin E. major'dan daha yüksek fenolik madde miktarına sahip olduğu* görülmüştür.

**Tablo 1.** Örneklerin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı.

	TPC mg GAE/mL	TFC mg QE/mL
<i>Ephedra equisetina</i>	0.262 ± 0.009	0.184 ± 0.007
<i>Ephedra major</i>	0.248 ± 0.010	0.185 ± 0.014



Şekil 1. Gallik asit standart tablosu.



Şekil 2. Quercetin standart tablosu.

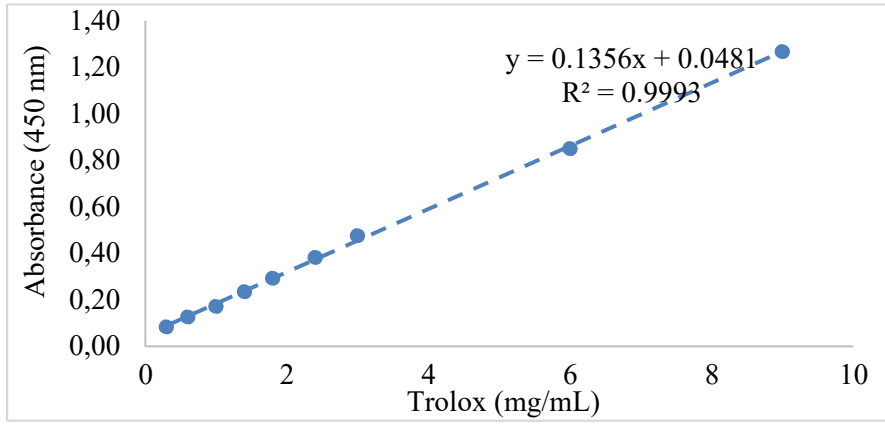
### 3.2. *Ephedra equisetina* ve *Ephedra ana* örneklerinin antioksidan aktivitesi

Bitkiler, doğal antioksidanların ana kaynağıdır. Bitkiler, içeriklerinde bulunan fenolik asitler, flavonoidler, terpenler, vitaminler ve azotlu bileşiklerle güçlü antioksidan potansiyeline sahiptir. Bu antioksidan bileşenlerin etkilerini değerlendirmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir ve DNA koruma faaliyetleri ortaya çıkmaya başlamıştır (Zheng ve ark., 2023).

Örneklerin DPPH ve CUPRAC antioksidan aktiviteleri, Tablo 2'de gösterildiği gibi Trolox cinsinden belirlenmiştir. Trolox kullanılarak oluşturulan standart grafik Şekil 3'te gösterilmiştir. Tablo 2, DPPH ve CUPRAC antioksidan aktivitelerinin *E. equisetina*'da *E. major*'a göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Örneklerin antioksidan aktivitesi.

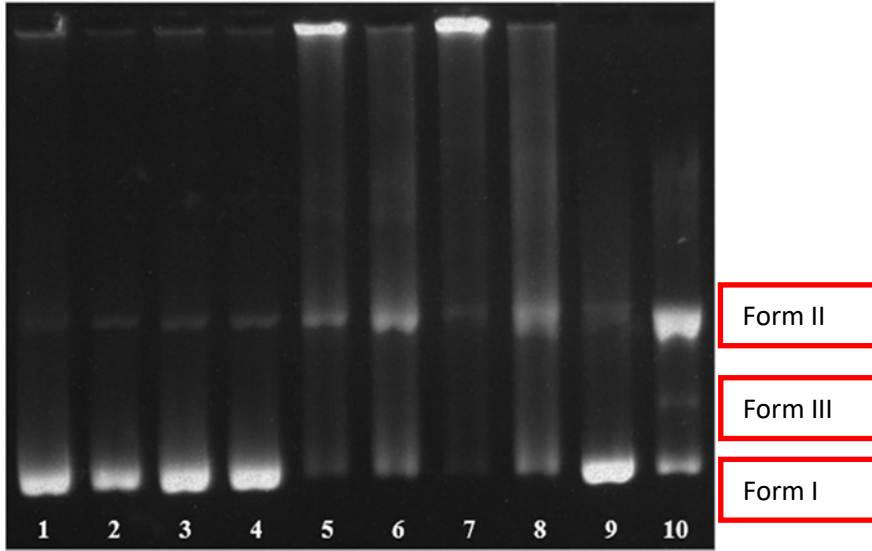
	DPPH mg TE/mL	CUPRAC mg TE/mL
<i>Ephedra equisetina</i>	0.498 ± 0.031	2.718 ± 0.128
<i>Ephedra major</i>	0.457 ± 0.008	2.657 ± 0.269



Şekil 3. Trolox standart tablosu.

### 3.3. *Ephedra equisetina* ve *Ephedra ana örneklerinin* DNA Koruma Etkinliği

DNA hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) maruz kaldığında, açık uçlu DNA kırılmasına ve DNA kırılmalarına (kromatid ve kromozom kırılması) neden olur. Genetik bozukluklar, DNA zincirindeki kopuklar sonucu ortaya çıkabilir. Geri döndürülemez DNA hasarı kanser, yaşlanma ve diğer dejeneratif hastalıklara yol açabilir (Tao ve ark., 2003). Bu nedenle, bitkilerin farmakolojik olarak aktif maddelerinin DNA koruması üzerindeki etkilerini araştırmak son derece önemlidir. Literatürde *E. equisetina* ve *E. major*'un genetik materyali nasıl etkilediğine dair bir çalışma bulunmadığından, DNA koruyucu aktivite incelenmiştir.



Şekil 4. DNA koruma jel görüntüsü.

Not: 1-2) *Ephedra equisetina* (1-0.5 mg/mL), 3-4) *Ephedra major* (1-0.5 mg/mL), 5-6) *Ephedra equisetina* (1-0.5 mg/mL) + Fenton, 7-8) *Ephedra major* (1-0.5 mg/mL) + Fenton, 9) Negatif kontrol (Fenton olmadan), 10) Pozitif kontrol (Fenton ile).

*E. equisetina* ve *E. major* ekstraktlarının plazmid pBR322 DNA'sına Fenton reaksiyonuna karşı koruyucu/bölünme etkisi agaroz jel elektroforezi kullanılarak incelenmiştir (bkz. Şekil 4). pBR322 plazmid DNA'sı, agaroz jelinde Form I ve Form II olarak çalışır. Ancak, Fenton reaksiyonu ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve Fe(II) veya Fe(III) ile oluşan hidroksil radikali (OH<sup>-</sup>) plazmid DNA'sı tarafından zarar gördüğünde, ortaya çıkan oluşumlar (Form I süperhelikal; Form II gevşek, Form III doğru) agaroz jelinde farklı yürüyüş hızlarına sahiptir. Form III, hasardan sonra oluşan çift zincirli kırılmaları temsil eder, bu nedenle doğrusal formu oluşturur ve agaroz jelinde Form I ile Form II arasında bulunur (Zhao ve ark., 2005). DNA hasarı, süper sarılmış DNA formlarının azalması veya oksidatif saldırıdan sonra gevşekleşmiş veya doğrusal DNA formlarının artmasıyla karakterize edilir.

DNA Jel görüntüsü 1-4 kuyularında incelendiğinde, *E. equisetina* ve *E. major* ekstraktlarının DNA hasarına neden olmadığı ve negatif kontrol kuyu no. 9'a benzediği görülmektedir. Fenton içeren kuyulara baktığımızda, pozitif 10 numaralı kuyuda görülen Form III 5-8 numaralı kuyularda tespit edilmedi. Bu, *E. equisetina* ve *E. major* ekstraktlarının Fenton reaksiyonu ile oluşan doğrusal DNA formunun oluşumunu engellediğini ve böylece DNA hasarının oluşmasını önlediğini gösterir. 5 ve 7. kuyularda, Fenton varlığında 1 mg/ml ekstraktın plazmid DNA'sının kuyudan çıkmasına izin vermediği, jelin içinde daha düşük konsantrasyonlarda yürümenin daha kolay olduğu ve koruyucu etkinin daha düşük konsantrasyonlarda devam ettiği gösterilmiştir.

#### 4. SONUÇ

*Ephedra* türlerinin hem geleneksel hem de modern tıbbi uygulamalarda etkinlik ve güvenlik açısından bilinçli kullanımını sağlamak için, bu bitkilerin fitokimyasal içeriğini anlamak büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda, çalışmamızın amacı *Ephedra equisetina* ve *Ephedra major*'un ön fitokimyasal bileşimini belirlemek ve DNA koruyucu aktivitelerini belirlemektir. Bu yönde yapılan analizler sonucunda, *Ephedra cinsine ait her iki türün* fenolik ve flavonoid maddeler içerdiği, antioksidan aktivite ve DNA koruma etkisine sahip olduğu görülmüştür. *Ephedra* türlerinin fitokimyasal profili ve DNA koruyucu etkisi, bu bitkilerin geleneksel tıp uygulamalarında değerlendirilebileceğini göstermiştir. Ancak, ilaç olarak güvenli kullanımlarını belirlemek için daha fazla araştırma yapılmalıdır.

#### Teşekkürler

Bu çalışmanın bir bölümü, 22-24 Ağustos tarihlerinde Erzurum'da düzenlenen 7. Euroasian Biodiversity Sempozyumunda sözlü sunum olarak sunuldu.

#### Çelişkili Çıkarlar ve Etik Bildirgesi

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir. Bu araştırma çalışması, araştırma ve yayıncılık etiğine uygundur. IJSM'de yayımlanan el yazmalarının bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlara aittir.

#### Yazarlık Katkı Beyanı

**Farkhad Yeskendiroy:** Soruşturma, Kaynaklar. **Nashtay Mukhitdinov:** Denetim. **Murat Ünal:** Metodoloji, Denetim ve Doğrulama. **Nasip Demirkuş:** Denetim. **Bedia Bati:** Yazı – orijinal taslak, inceleme. **Ayşe Yenilmez:** Kavramsallaştırma, araştırma, metodoloji, yazılım, yazım – orijinal taslak, inceleme ve düzenleme.

#### Orcid

Farkhad Yeskendiroy  <https://orcid.org/0009-0006-5530-971X>

N a s h t a y M u k h i t d i n o v 

<https://orcid.org/0000-0003-3114-6013> M u r a t Ü n a l 

<https://orcid.org/0000-0002-6224-8269>

Nasip Demirkuş  <https://orcid.org/0000-0003-4195-070X>

B e d i a B a t i  <https://orcid.org/0000-0001-9501-7822>

Ayşe Yenilmez  <https://orcid.org/0000-0003-0200-9052>

#### KAYNAKLAR

- Akkemik, E., Fidan, M., Balaban, M., & Inal, B. (2022). ICP-OES ve LC-ESI-MS/MS analizleri, enzim inhibisyonu ve *Pelargonium quercetorum* Agnew'in DNA koruma potansiyeli. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Chemia*, 67(4). [https://doi.org/10.24193/subbch\\_em.2022.4.13](https://doi.org/10.24193/subbch_em.2022.4.13)
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., Berker, I., & Özyurt, D. (2007). CUPRAC testi ile fenolik bileşiklere uygulanan çeşitli toplam antioksidan kapasite testlerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi. *Moleküller*, 12(7), 1496–1547. <https://doi.org/10.3390/12071496>

- Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M.A., & Bertelli, D. (2004). Polifenoller, antosiyaninler, askorbin asit ve *Rubus*, *Ribes* ve *Aronia*'nın radikal temizlik aktivitesi. *Gıda Bilimi Dergisi*, 69(3), FCT164–FCT169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13352.x>
- Carlini, E.A. (2003). Bitkiler ve merkezi sinir sistemi. *Farmakoloji Biyokimya ve Davranış*, 75(3), 501–512. [https://doi.org/10.1016/S0091-3057\(03\)00112-6](https://doi.org/10.1016/S0091-3057(03)00112-6)
- Chen, X., Cui, Y., Nie, L., Hu, H., Xu, Z., Sun, W., ... Yao, H. (2019). Efedrin içeren üç *Ephedra* bitkisinin tam kloroplast genomlarının tanımlanması ve filogenetik analizi. *BioMed Research International*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/5921725>
- Dewick, P.M. (2002). *Tıbbi doğal ürünler: Biyosentetik bir yaklaşım* (2. baskı). Wiley.
- Dousari, A.S., Satarzadeh, N., Amirheidari, B., & Forootanfar, H. (2022). Efedra'nın tıbbi ve terapötik özellikleri. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 32(6), 883–899. <https://doi.org/10.1007/s43450-022-00304-3>
- Elhadef, K., Smaoui, S., Fourati, M., Ben Hlima, H., Chakchouk Mtibaa, A., Sellem, I., ... Mellouli, L. (2020). Dünya çapındaki *Ephedra* tarihi ve hikayesi üzerine bir inceleme: Fosillerden doğal ürünlere kadar kütle spektroskopisi karakterizasyonu ve biyofarmakoterapi potansiyeli. *Kanıtı Dayalı Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1540638>
- González-Juárez, D.E., Escobedo-Moratilla, A., Flores, J., Hidalgo-Figueroa, S., Martínez-Tagüeña, N., Morales-Jiménez, J., ... Bautista, E. (2020). *Ephedra* cinsi üzerine bir inceleme: Dağılım, ekoloji, etnobotanik, fitokimya ve farmakolojik özellikler. *Moleküller*, 25(14), 3283. <https://doi.org/10.3390/molecules25143283>
- Hollander, J.L., Vander Wall, S.B., & Baguley, J.G. (2010). Kuzey Amerika Efedrılarında tohum dağılımının evrimi. *Evrimsel Ekoloji*, 24, 333-345. <https://doi.org/10.1007/s1009-9309-1>
- Hung, H.Y., Lin, S.M., Li, C.Y., Lam, S.H., Chan, Y.Y., Liou, M.J., ... Wu, T.S. (2021). A *Ephedra* bitkisel preparatlarında efedrin alkaloidlerinin hızlı ve uygulanabilir <sup>1</sup>H-NMR nicelik yöntemi. *Moleküller*, 26(6), 1599. <https://doi.org/10.3390/molecules26061599>
- Ibragic, S., & Sofić, E. (2015). Çeşitli *Ephedra* türlerinin kimyasal bileşimi. *Bosna Temel Tıp Bilimleri Dergisi*, 15(3), 21. <https://doi.org/10.17305/bjbms.2015.539>
- Kumar, N., & Goel, N. (2019). Fenolik asitler: Umut vaat eden doğal çok yönlü moleküller terapötik uygulamalar. *Biyoteknoloji Raporları*, 24, e00370. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370>
- Mellado, M., Soto, M., Madrid, A., Karadağ, I., Jara-Gutiérrez, C., Villena, J., ... Aguilar, L.F. (2019). *Ephedra chilensis* K Presl hava parçalarının ekstraktlarının *in vitro* antioksidan ve antiproliferatif etkisi. *BMC Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp*, 19, Madde 1. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2462-3>
- Osmic, N., Culum, D., & Ibragic, S. (2024). Sekiz *Ephedra* türü otlarında kateşinler ve diğer fenolik bileşikler, *Camellia sinensis* ile karşılaştırıldığında. *Doğal Ürün Araştırması*, 38(8), 1457–1462. <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2149517>
- Park, Y.S., Jung, S.T., Kang, S.G., Heo, B.G., Arancibia-Avila, P., Toledo, F., ... Gorinstein, S. (2008). Etilen ile işlenmiş kiwi meyvelerindeki antioksidanlar ve proteinler. *Gıda Kimyası*, 107(2), 640–648. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.070>
- Sankaranarayanan, R., Valiveti, C.K., Kumar, D.R., Kesharwani, S.S., Seefeldt, T., Scaria, J., ... Bhat, G.J. (2019). Flavonoid metabolit 2,4,6-trihidroksibenzoik asit, CDK inhibitörü ve anti-proliferatif bir ajandır: Kansere önlemede potansiyel bir rolü. *Yengeçler*, 11(3), 427. <https://doi.org/10.3390/cancers11030427>
- Shuang-Man, M., Zhang, Q., Xiao-Bao, B., Jin-Long, C., & Meng-Liang, W. (2020). *Ephedra* bitkisinin fitokimyası ve farmakolojik aktivitelerinin gözden geçirilmesi. *Çin Doğal İlaçlar Dergisi*, 18(5), 321–344. [https://doi.org/10.1016/S1875-5364\(20\)30040-6](https://doi.org/10.1016/S1875-5364(20)30040-6)

- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Fosfomolibdik-fosfotungstik asit reaktifleriyle toplam fenoliklerin kolorimetrisi. *Amerikan Enoloji ve Bağcılık Dergisi*, 16(3), 144–158.
- Slinkard, K., & Singleton, V.L. (1977). Toplam fenol analizi: Manuel yöntemlerle otomasyon ve karşılaştırma. *Amerikan Enoloji ve Bağcılık Dergisi*, 28(1), 49–55.
- Tao, F., Gonzalez-Flecha, B., & Kobzik, L. (2003). Çevresel partiküller tarafından akciğer iltihabında reaktif oksijen türleri. *Serbest Radikal Biyoloji ve Tıp*, 35(4), 327–340. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(03\)00280-6](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(03)00280-6)
- Zhang, B., Wang, Z., Xin, P., Wang, Q., Bu, H., & Kuang, H. (2018). Ephedra cinsinin fitokimyası ve farmakolojisi. *Çin Doğal İlaçlar Dergisi*. [https://doi.org/10.1016/S1875-5364\(18\)30123-7](https://doi.org/10.1016/S1875-5364(18)30123-7)
- Zheng, Q., Mu, X., Pan, S., Luan, R., & Zhao, P. (2023). *Ephedrae* herba: Geleneksel kullanımları, fitokimyası, farmakolojisi ve toksikolojisi üzerine kapsamlı bir inceleme. *Etnofarmakoloji Dergisi*, 307, 116153. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.116153>
- Zhu, D.H., Zhang, J.K., Jia, J.F., Liu, J.J., Wei, J.J., Yang, M., ... Feng, W.S. (2023). *Ephedra equisetina*'nın gövdesinden alınan alkaloidler. *Asya Doğal Ürünler Araştırmaları Dergisi*, 25(3), 238–244. <https://doi.org/10.1080/10286020.2022.2077201>