

Bazı *Salvia* L. Türlerine Ait Mikroyeşillerin Biyokimyasal ve Besin Elementi İçeriklerinin Araştırılması*

Rüveyde TUNÇTÜRK^{1*}, Muhammed Said YOLCU², Murat TUNÇTÜRK¹, Lütfi NOHUTÇU¹, Ezelhan ŞELEM³

¹ Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van/TÜRKİYE

²Sakarya Uygulamalı Bilimler Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya/TÜRKİYE

³Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Van/TÜRKİYE

*Bu çalışma, Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitki Mikro Filizlerinin Biyokimyasal ve Mineral Madde İçeriklerinin Araştırılması" isimli ve FBA-2021-9455 nolu proje kapsamında gerçekleştirilen araştırma verilerinin bir kısmını içermektedir. Teşekkürlerimizi sunarız.

Alınış tarihi: 9 Mayıs 2024, Kabul tarihi: 28 Mayıs 2024

Sorumlu yazar: Rüveyde TUNÇTÜRK, e-posta: ruveydetuncturk@yyu.edu.tr

Öz

Amaç: Bu çalışma, *Salvia* türlerinin bazı biyokimyasal parametreleri ile makro besin elementi içeriklerini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. Konu ile ilgili daha önceden yapılmış bir çalışmanın olmaması, ilk olma özelliği taşıması bu çalışmaya ayrı bir özgün değer katmaktadır. Dolayısıyla, literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada, materyal olarak *Salvia hispanica* L. (Chia), *Salvia sclarea* (Misk adaçayı), *Salvia dichroantha* Stapf. (Kutnu), *Salvia officinalis* L. (Tıbbi adaçayı), *Salvia microstegia* Boiss. & Bal. (Yağlambaç) ve *Salvia verticulata* ssp. *verticulata* (Dadıraç) türlerinin mikrofiliz olarak değerlendirilme potansiyeli araştırılmıştır. Ticari bir şirketten temin edilen steril torf, hindistan cevizi kabuğu (cocopeat) ve perlit karışımından oluşan büyüme ortamı 500 cc'lik plastik şalelerin içerisine konulmuş hafif bastırıldıktan sonra tohum ekimleri yapılmıştır. Tohumların üzeri tohum çapının 2 katı olacak şekilde toprak ile kapatılmış ve spreyleme şeklinde sulama yapılmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre 4 tekrarlamalı olarak düzenlenmiş ve tam kontrollü iklim kabinine 16/8, aydınlık/ karanlık periyotta kalacak şekilde yerleştirilmiştir.

Araştırma Bulguları: Çalışma sonucunda; en yüksek toplam klorofil içeriği (23.61 µg/g TA), *Salvia hispanica* türünden, toplam antioksidan aktivite kapasite (285.8 µmol TE/g), flavonoid madde (16.62

mg QE/100g) ve askorbik asit miktarı (63.85 mg LAA/100g) *Salvia dichroantha* Stapf. türünden, fenolik madde miktarı (210.3 mg GAE/ g) *Salvia sclarea* türünden elde edilmiştir. Makro besinler bakımından en yüksek Ca, Mg ve Na birikimi *Salvia sclarea*, en fazla K birikimi *Salvia dichroantha* Stapf. türünden elde edilmiştir.

Sonuç: Bu çalışma ile incelenen *Salvia* türlerinin mikroyeşillik olarak tüketilebilme potansiyelleri ortaya konulmuş polifenoller bakımından zengin içeriğe sahip olan adaçayına opsiyonel bir tüketim alanı kazandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Fenolik, Klorofil, Makro Besin Elementi, Mikroyeşil, *Salvia*

Investigation of the Biochemical and Nutrient Content of Microgreens of Some *Salvia* L. Species

Abstract

Objective: This study was conducted to determine some biochemical parameters and macro-nutrient contents of *Salvia* species. The absence of a previous study on the subject adds a unique value to this research, making it the first of its kind. Therefore, it is anticipated to contribute significantly to the literature.

Materials and Methods: In this study, the potential for evaluating microphylls of *Salvia hispanica* L. (Chia), *Salvia sclarea* (Clary sage), *Salvia dichroantha*

Stapf., *Salvia officinalis* L. (Common sage), *Salvia microstegia* Boiss. & Bal., and *Salvia verticulata* ssp. *verticulata* species was investigated. A growth medium consisting of sterilized peat, coconut coir (cocopeat), and perlite obtained from a commercial company was placed into 500 cc plastic pots, lightly pressed, and then seeds were sown. The soil was covered with a layer twice the diameter of the seed, and watering was done by spraying. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design with 4 replications and placed in a fully controlled climate chamber with a 16/8 light/dark period.

Results: As a result of the study, the highest total chlorophyll content (23.61 µg/g FW) was obtained from *Salvia hispanica* species, while the total antioxidant activity capacity (285.8 µmol TE/g), flavonoid content (16.62 mg QE/100g), and ascorbic acid amount (63.85 mg LAA/100g) were found in *Salvia dichroantha* Stapf. The phenolic content (210.3 mg GAE/g) was highest in *Salvia sclarea* species. Regarding macro-nutrients, the highest accumulation of Ca, Mg, and Na was observed in *Salvia sclarea*, while the highest accumulation of K was found in *Salvia dichroantha* Stapf. species.

Conclusion: This study has revealed the potential for consumption of the investigated *Salvia* species as microgreens, providing an additional consumption area particularly for sage, which is rich in polyphenols.

Keywords: Antioxidant, Phenolic, Chlorophyll, Macronutrient element, Microgreen, *Salvia*

Giriş

Dünya nüfusunun artmasıyla beraber besin ihtiyacının da buna paralel bir şekilde artması, geleneksel (konvansiyonel) tarım uygulamaları ile yapılan üretimde de artışların olmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Bununla birlikte çok ciddi ekolojik ve çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir. Global düzeyde meydana gelen çevresel sorunların etkileri ekonomik, sosyal ve beslenme üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmuştur. İstikrarsız ve yetersiz gıda üretimi ve dengeli beslenmedeki bilinçsiz davranışlar, nüfusun hızla artması ve düzensiz ve eşitlikten uzak gıda dağılışı bu sorunların büyümesine sebep olmuştur. Ortaya çıkan bu sorunlar besin değeri bakımından yüksek içeriğe sahip, alternatif besin arayışının önü açılmış ve gıda

tüketiminde çeşitlilik arayışı farklı besinlere yönelimi de beraberinde getirmiştir.

Her bakımdan bir değişim ve yenilik içinde olan gıda ve besin sektörü gün geçtikçe farklı akımlar yaratmaktadır. Özellikle vejetaryen mutfak, çiğ beslenme, füzyon mutfak, moleküler mutfak, yenilebilir böcekler ve çiçekler bu akımlardan bazılarıdır. Bunlardan rafine edilmemiş doğal ve çiğ gıdaların tüketimini esas alan bir beslenme şekli olan çiğ beslenme akımı, son dönemlerde oldukça dikkat çekmektedir. Çiğ beslenmede özellikle; yulaf, çavdar, arpa, kinoa, buğday, soya, karabuğday, mercimek ve pirinç gibi tohumların filizlendirilerek tüketimi yaygındır. Son zamanlarda, daha çok modern restoran ve marketlerde satışı yapılan mikroyeşillikler bu arayışa, çözüm olma potansiyeli taşımaktadır. Son yıllarda, tüketiciler çeşitli faydaları olan, insan sağlığına olumlu katkılar sunabilen beslenme şekline odaklanmaktadır. Özellikle, meyve ve sebzelerde bulunan fitokimyasallar kanser, kalp ve damar hastalıkları ve bazı dejeneratif hastalıklar gibi çok sayıda kronik hastalık risklerini azalttığı bilinmektedir (Padalia ve ark., 2010; Wakeham 2013; Xiao ve Bai, 2019).

Yapılan çok sayıda çalışmada, bir çok mikroyeşil türünün olgun versiyonlarına göre; yüksek miktarlarda karotenoid (zeaksantin, lutein, ve β-karoten), vitamin (E, C ve K) ve mineral madde (Mg, Zn, Fe, Ca, Mn, Mo ve Se) içerdiği, özellikle insan vücudunda antioksidan işleve sahip C vitamini, bakır ve çinko gibi mineraller ile fenolik bileşikler gibi fitokimyasallar açısından zengin, düşük miktarda ise nitrat içerdiği belirtilmektedir (Xiao ve ark., 2012; Weber, 2016;Choe ve ark., 2018; Kyriacou ve ark. 2019). Mikroyeşilliklerin en önemli özelliklerinden biri, olgunlaşmış olanlardan daha sürdürülebilir olmasıdır; çünkü daha az toprak ve daha az su kullanarak daha kısa sürede daha besleyici ürünler elde edilebilmektedir. Antioksidanlar olarak, mikroyeşillerdeki karotenoidler, fenolik bileşikler ve bazı mineraller serbest radikalleri temizler ve yüksek oksidatif stres tarafından tetiklenen hastalıklara karşı koruma sağlarlar.

Mikroyeşillerin çenek yaprakları, bitkinin toprak üstüne çıkan ve fotosentez yaparak bitkinin büyümesi için gereken enerjiyi sağlayan ilk yapraklarıdır. Bitki büyüdükçe ve geliştikçe, çenek yapraklarda depolanan besin öğeleri bitkinin diğer kısımlarına aktarılır ve çenek yaprakların besin değeri düşer. Ancak mikroyeşiller bu aktarım gerçekleşmeden tüketildiği ve çenek yaprakları dahil bütün kısımları

yenilebildiği için, mikroyeşillerin besin değeri oldukça yüksektir. Bazı çalışmalarda mikroyeşillerin, bitkinin olgun halinden %20 ile %600 arasında daha besleyici olduğu ortaya konulmuştur (Xiao ve ark., 2012; Weber, 2016; Choe ve ark., 2018; Kyriacou ve ark. 2019). Ancak bu besin değeri, bitki türü, bitkilerin yetiştirildiği toprak ve hasat zamanına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

45 cins ile temsil edilen Lamiaceae (ballıbabagiller) familyasından bitki türleri uçucu ve aromatik yağ içermelerinden dolayı farmakoloji ve parfümeri sanayinde önemlidir. Bu familyanın en önemli cinslerinden biri de *Salvia* cinsidir. Dünyada *Salvia* cinsine ait yaklaşık 900 tür bulunmaktadır. Türkiye’de ise 97 tür, 4 alttür ve 8 varyete bulunmaktadır. Bu türlerden 51 tanesi endemik olup, endemizm oranı (%52,5) oldukça yüksektir (Davis 1982; Nakipoğlu 1993; Seçmen ve ark. 2000; Doğan ve ark. 2008).

Bu çalışma da, tıbbi ve aromatik bitki olarak kullanımı yaygın olan ve çok sayıda sekonder bileşen içeren *Salvia* cinsine ait türlerinin tohum tedarikinin ve çimlenmesinin kolay olması nedeniyle, tercih edilen bu türlerin mikroyeşillerinin bazı biyokimyasal parametreleri ile makro besin elementi içeriklerini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. *Salvia* cinsi ile ilgili daha önceden yapılmış bir mikroyeşil düzeyinde bir çalışmanın olmaması, ilk olma özelliği taşıması bakımından, literatüre katkı sağlayacağı ayrıca gıda sektörüne besin değeri yüksek alternatif ürünlerin sunulabileceği öngörülmektedir. Ayrıca aromatik ve tıbbi özelliği bakımından yaygın olan bu cinsin mikroyeşillerinin, restoranların tabak sunumlarında da kullanılabilme potansiyeli ortaya konulacak ve daha çok tıbbi çay olarak kullanılan *Salvia* cinslerinin farklı bir tüketim alanına dikkat çekmek amaçlanmış ve çeşitli polifenoller bakımından zengin olduğu bilinen bu cinsin farklı alanlarda tüketimi ile sağlığın korunması ve sürdürülmesine katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2021 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü’ ne ait tam kontrollü (20°C sıcaklık ve %65 nem) bitki büyütme odasında yürütülmüştür. Çalışmada, kullanılan tohumlar 39° enlem ve 43° boylamında yer alan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bahçesi’nden temin edilmiştir.

Çalışmada, materyal olarak *Salvia hispanica* L. (Chia), *Salvia sclarea* (Misk adaçayı), *Salvia dichroantha* Stapf. (Kutnu), *Salvia officinalis* L. (Tıbbi adaçayı),

Salvia microstegia Boiss. & Bal. (Yağlambaç) ve *Salvia verticulata* ssp. *verticulata* (Dadıraç) türlerinin mikrofiliz olarak değerlendirilme potansiyeli araştırılmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni’ ne göre 4 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Sertifikalı ticari bir şirketten temin edilen steril torf, hindistan cevizi kabuğu (cocopeat) ve perlit karışımından oluşan büyüme ortamı 500 cc’lik plastik şalelerin içerisine konulmuş, hafif bastırıldıktan sonra tohum ekimleri serpmeye usulü gerçekleştirilmiştir. Tohumların üzeri tohum çapının 2 katı olacak şekilde toprak ile kapatılmış ve üzeri hafifçe bastırılmıştır. Spreyleme şeklinde sulama yapılmış ve tam kontrollü iklim kabinine 16/8, aydınlık/ karanlık periyotta kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Gün aşırı olmak üzere saf su ile sulama sprey ile yapılmıştır. Büyümesi tamamlanan mikroyeşillerin toprak ile sap kısmının bulunduğu bağlantı kısmından steril bir makas yardımı ile hasat işlemi yapılmıştır. Bazı pigment analizleri için gerekli taze bitki örneklemeleri yapılarak -20 °C’ de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Kuru örnekte yapılacak analizler için bitki örnekleri oda sıcaklığında kurutularak aynı koşullarda analizleri yapılınca kadar muhafaza edilmiştir.

Elde edilen bitki örneklerinde; toplam antioksidan aktivite (TAA) miktarı (µmol TE/g), toplam fenolik madde (TPM) miktarı (mg GAE/g), toplam flavonoid madde (TFM) miktarı (mg QE/100g), askorbik asit (AsA) miktarı (mg LAA/100 g), klorofil a miktarı (µg/g TA), klorofil b miktarı (µg/g TA), toplam klorofil miktarı (µg/g TA), toplam karotenoid miktarı (µg/g TA) ile makro besin elementi içerikleri (Ca, K, Mg ve Na) belirlenmiştir.

Çalışmada, toplam antioksidan aktivite miktarı, Lutz ve ark. (2011); toplam fenolik madde miktarı, Obanda ve Owuor (1997); toplam flavonoid madde miktarı, Quettier ve ark. (2000); askorbik asit miktarı, AOAC (1990) ve pigment analizleri, Lichtentaler ve Welburn (1985)’ nun geliştirmiş oldukları yöntemle göre belirlenmiştir. İyon analizleri için derin dondurucuda saklanan her bir yaprak örneğinden 200 mg tartılarak, üzerine 10 ml 0.1 N HNO₃ (Nitrik asit) ilave edilmiş ve bir hafta süreyle kapaklı plastik kutularda oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen örnekler, bu sürenin sonunda çalkalayıcıda 24 saat süreyle çalkalanıp, hazırlanan ekstraktlarda K⁺ ve Ca²⁺ iyonları flame fotometrik yöntem (Eppendorf flame photometer), yardımıyla yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı g/kg taze ağırlık olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997).



Şekil 1. *Salvia* cinslerine ait mikroyeşillerden görüntüler

Na ve Mg element analizleri ise, yaş yakma yöntemiyle ekstraksiyon hazırlanıp, okumalar atomik absorpsiyon spektrometre cihazı yardımıyla belirlenmiştir. Örnekler yıkanıp nemi alındıktan sonra kağıt torbalara yerleştirilerek, 65 ° C sıcaklığa sahip etüvde kurutulduktan sonra öğütülmüştür (Kacar ve İnal, 2008). 200 mg'lık öğütülmüş örnekler, yaş yakma yöntemine göre hazırlanmış olan süzükler, Van YYÜ Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarları'nda indüktif olarak eşleştirilmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) ve Atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatiksel hesaplamalar COSTAT (Versiyon 6.3) bilgisayar analiz programı kullanılarak

yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önemlilik seviyesinde LSD testine göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, toplam klorofil, klorofil a, b ve karotenoid içeriği bakımından *Salvia* türlerinin mikroyeşilleri arasında %1 seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu Çizelge 1' de görülmektedir. En yüksek klorofil içeriği 23.34 µg/g TA, klorofil (a) 17.57 µg/g TA, karotenoid 4.35 µg/g TA olarak *Salvia hispanica* türünden elde edilmiştir. Araştırmacıların konu ile ilgili yaptıkları çalışmalarda; 10 günlük olan amarant (horoz ibiği) mikroyeşillerinde; klorofil (a) içeriği, 0.25 mg/g ve klorofil (b) içeriği, 0.20 mg/g olarak belirlenmiştir (Sarker ve Oba, 2019; Rocchetti ve ark., 2020). Araştırmacı bulgularının çalışmamızdan elde ettiğimiz

sonuçlardan daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum farklı bitki cinsleri olmasından kaynaklanmaktadır. Klorofil b açısından en iyi değerler 5.88 µg/g TA ile *Salvia verticulata* ssp. *verticulata* türünden elde edilmiştir. Çalışmada, en düşük toplam klorofil içeriği (16.39 µg/g TA), klorofil a (12.27 µg/g TA) ve klorofil b (4.12 µg/g TA) *Salvia dichroantha* türünden, elde edilirken, en düşük karotenoid içeriği (3.27 µg/g TA) *Salvia sclarea* türünden elde edilmiştir. Klorofil b içeriği bakımından *Salvia dichroantha* türü ile *Salvia officinalis*, *Salvia sclarea* ve *Salvia microstegia* türleri arasında önemli farklılık tespit edilememiştir. Klorofil içeriği bakımından çalışmamızla kısmen benzer sonuçların elde edildiği, ıspanak mikroyeşillerinde; 44.0 µg/g (30), havuçta 290.0 µg/g (34), pırasada 26.5 µg/g (18), kişnişte 13.36 mg/kg Fw (35), yeşil bezelyede 522.75 µg/g (18) olarak belirlenmiştir.

Bunun yanı sıra; Choe ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada, kırmızı lahananın (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) mikroyeşil ve yetişkin büyüme aşamaları arasındaki fitokimyasal konsantrasyonunu karşılaştırdıkları çalışmada; mikroyeşillerin daha yüksek miktarda karoten 11.5 mg/100 g FW içerdiğini tespit etmişlerdir.

Karotenoidler antioksidan aktiviteye sahip, insan vücudunda önemli fizyolojik rolesahiptirler. Özellikle parlak renkli sebzelerin karotenoidler bakımından oldukça zengin oldukları bildirilmektedir (Khoo ve ark., 2011). Niroula ve ark., (2019), buğday (*Triticum aestivum* L.) ve arpanın (*Hordeum vulgare* L.) mikroyeşilinin karotenoid profilini inceledikleri çalışma sonucunda; mikroyeşil fazdaki karotenoid içeriğinin tohum fazındakinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Bazı *Salvia* türlerine ait Mikroyeşillerin Fotosentetik Pigment İçerikleri

BİTKİLER	Toplam Klorofil (µg/g TA)	Klorofil a (µg/g TA)	Klorofil b (µg/g TA)	Karotenoid (µg/g TA)
<i>Salvia hispanica</i> L.	23.34±0.42 a	17.57 ±0.66 a	5.76±0.15 ab	4.35±0.07 a
<i>Salvia officinalis</i> L.	18.10±1.15 bc	13.41 ±0.71 c	4.69±0.30 bc	3.63±0.30 bc
<i>Salvia sclarea</i> L.	17.68±0.42 c	13.29 ±0.31 c	4.39±0.46 c	3.27±0.29 d
<i>Salvia microstegia</i> Boiss. & Bal.	18.63±0.43 bc	14.23 ±0.44 b	4.39±0.20 c	3.60±0.13 c
<i>Salvia verticulata</i> ssp. <i>verticulata</i>	19.40±1.07 b	13.51 ±0.69 c	5.88±1.19 a	3.77±0.19 b
<i>Salvia dichroantha</i> Stapf.	16.39±0.43 d	12.27 ±0.81 d	4.12±0.07 c	3.61±0.06 c
Varyasyon Katsayısı (VK)	4.05**	2.77**	10.12 **	2.37 **
LSD (0.05)	2.39	1.22	1.54	0.26

** P<0.01 düzeyinde önemlidir

Ekimden yaklaşık 2 hafta sonra, buğdayın karotenoid içeriğinin 0.42 mg/100 g KA (kuru ağırlık)' dan 53.36 mg/100 g KA' ya yükselirken, arpanın karotenoid içeriği 0.78 mg/100 g KA' dan, 56.08 mg/100 g KA' ya yükseldiğini tespit etmişlerdir (Khoo ve ark., 2011). Karotenoidler, kloroplastlarda düşük molekül ağırlığına sahip lipofilik bileşiklerdir ve bitkileri oksidatif streslere karşı korurlar. Karotenoidler, oksijeni tüketmek ve klorofilin foto-oksidasyona karşı korunmasını sağlamak için xantofil döngüsünü kullanır. Yapısal rolünün yanı sıra, karotenoidler ışığı emici ve serbest radikal reaksiyonlarının başlamasına sebep olan singlet oksijen radikallerine karşı fotosistem koruyucusu olarak hareket ederler (Akhzari et al., 2018).

Mikroyeşillikler, olgun bitkilerine göre daha karmaşık polifenol profillerine ve daha yüksek içeriğe sahiptirler (Cartea ve ark., 2010), bu da onları iyi bir antioksidan kaynağı haline getirir. Fenolik antioksidanlar, mikroyeşillerde bulunan ve metabolik aktiviteyi teşvik etmeye, serbest radikal oksidasyonunu engellemeye ve iltihabı azaltmaya

yardımcı olan sekonder (ikincil) metabolitlerdir. Mikroyeşillerdeki toplam fenolik içeriğinin brokolide özellikle 10.71-11.88 mg/g arasında olduğu ve bu değerlerin olgun muadillerden ve filizlerden 10 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Niroula ve ark., 2019). Mikroyeşillerdeki fenolik içerikler, vücutta çeşitli metabolik reaksiyonlardan sorumlu bileşiklerdir.

Çizelge 2' de izlenebildiği gibi, antioksidan kapasite miktarı, fenolik madde içeriği ve askorbik asit miktarı bakımından türler arasında %1 seviyesinde, flavonoid madde içeriği bakımından %5 seviyesinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek antioksidan kapasite miktarı (285.8 µmol TE/g) *Salvia dichroantha* türünden elde edilirken, en düşük değer 23.57 µmol TE/g ile *Salvia hispanica* türünden belirlenmiştir. En yüksek fenolik madde içeriği 210.3 µmol TE/g ile *Salvia sclarea* mikroyeşilinden elde edilirken, en düşük fenolik madde içeriği 152.7 mg/g ile *Salvia hispanica* (Chia) türünden tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Bazı *Salvia* türlerine ait Mikroyeşillerinin Biyokimyasal İçerikleri

BİTKİLER	TAA Miktarı ($\mu\text{mol TE/g}$)	TPM İçeriği (mg GAE/g)	TFM İçeriği (mg QE/100g)	AsA Miktarı (mg LAA/100g)
<i>Salvia hispanica</i> L.	23.57 \pm 0.95 f	152.7 \pm 3.29 c	11.61 \pm 13.8 ab	53.28 \pm 53.3 b
<i>Salvia officinalis</i> L.	127.7 \pm 8.75 d	203.2 \pm 1.41 ab	10.02 \pm 0.97 b	64.69 \pm 4.10 a
<i>Salvia sclarea</i> L.	222.3 \pm 10.5 c	210.3 \pm 9.84 a	14.75 \pm 2.32 a	47.10 \pm 8.11 c
<i>Salvia microstegia</i> Boiss. & Bal.	72.72 \pm 0.47 e	203.5 \pm 8.59 ab	10.75 \pm 0.29 b	49.13 \pm 7.59 bc
<i>Salvia verticulata ssp. verticulata</i>	252.5 \pm 5.00 b	196.4 \pm 1.26 b	12.93 \pm 0.29 ab	63.99 \pm 4.34 a
<i>Salvia dichroantha</i> Stapf.	285.8 \pm 6.95 a	202.1 \pm 4.09 ab	16.62 \pm 0.55 a	63.85 \pm 4.57 a
Varyasyon Katsayısı (VK)	7.43**	3.15**	17.37*	3.01**
LSD (0.05)	38,42	19,37	6.99	5.46

** P<0.01 düzeyinde önemlidir (TAA: Toplam antioksidan aktivite; TPM: Toplam fenolik madde miktarı; TFM: Toplam flavonoid madde miktarı; AsA: Askorbik asit miktarı)

Fenolik bileşikler, fenolik asitler gibi küçük moleküllerden, çoklu halkalı flavonoidlere ve tanenler gibi yüksek derecede polimerize olmuş bileşiklere kadar değişen ve bitkilerde en bol bulunan sekonder metabolitlerdir. Fenolikler, bitkilerde serbest radikallerin neden olduğu hasarları onarabilen antioksidanlardır ve insan sağlığına birçok fayda sağladığı bilinmektedir (Dai ve Mumper, 2010). Sun ve ark. (2013), 5 farklı Brassica türüne ait mikroyeşillerde 30 antosiyanin, 105 flavanol glikozit ve 29 hidroksisinnamik asit dahil olmak üzere 164 farklı polifenol tanımlamışlardır. Ayrıca yapılan çalışmalarda; 17 günlük pazı mikroyeşillerinde fenolik madde içeriği 164 $\mu\text{g/g}$, turp mikroyeşillerinde 135.74 $\mu\text{g/g}$, soyada 5.50 mg/g, salatalıkta 38.66 mg/100 g, jütte 152.10 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Yadav ve ark., 2019); Zhang ve ark., (2020). Fenolik madde içeriği bakımından *Salvia* türlerinden elde ettiğimiz değerlerin daha yüksek olduğu Çizelge 2' den izlenebilmektedir. Çalışmada flavonoid madde içeriği 16.62 mg QE/100g ile en yüksek olarak *Salvia dichroantha* türünden, en düşük değer ise 10.02 mg QE/100g olarak *Salvia officinalis* türünden elde edilmiştir. Ancak *Salvia microstegia* türü ile aralarında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir. Benzer olarak, salatalık mikroyeşillerinde, flavonoid içeriği 17.15 mg/100g olarak elde ettikleri bildirilirken, çalışma sonuçlarımızdan daha yüksek değerlerin elde edildiği; soya mikroyeşillerinde 68 mg/g, jüt mikroyeşillerinde 142.39 mg/g100 olarak tespit ettiklerini bildirmişleridir (Yadav ve ark., 2019); Zhang ve ark., (2020). A- β -karoten, kırmızı-turuncu organik bir bileşiktir ve A vitamini öncüsü olarak işlev görmektedir. Kırmızı, sarı ve turuncu renkli bitkilerde çoğunlukla bulunan bir bitki metabolitidir. A- β -karotenler, serbest radikallerin inhibisyonunda, kanser hücrelerinde apoptozun indüksiyonunda ve

doğal öldürücü hücre üretiminin artırılmasında önemli bir rol oynarlar, böylece bağışıklık sistemini güçlendirirler (Chew ve Park, 2004; Kumar ve Goel, 2019).

Bu çalışmada, en yüksek askorbik asit (AsA) içeriği 64.69 mg LAA/100g ile *Salvia officinalis* türünden elde edilmiştir. *Salvia verticulata ssp. verticulata* ve *Salvia dichroantha* türleri ile arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. En düşük AsA içeriği 47.10 mg LAA/100g *Salvia sclarea* türünden belirlenmiştir. Ghooora ve ark., (2020), farklı bitkilerde yaptıkları çalışmada; en yüksek A- β -karoten içeriğinin rezene, turp ve hardal mikroyeşillerinden elde ettiklerini ve genellikle bu değerlerin 3.1-9.1 mg/100 mg arasında tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Araştırmacı sonuçlarının bu çalışma verilerinden daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Askorbik asit, yara iyileşmesi, kollajen sentezi ve bağışıklık sistemi düzenleyici gibi çeşitli biyolojik fonksiyonlar için önemli biyoaktif bir fitokimyasaldır (Chambial ve ark., 2013). Bazı araştırmacılar brokoli mikroyeşilinin (%7.5 mg/g) olgun versiyonuna göre (%6.1 mg/g), jüt (*Corchoris olerarius* L.), salatalık (*Cucumis sativus* L.) mikroyeşilliklerinin (25-35 mg/100 g FW arasında) olgun aşamalarına (10-17 mg/100 g FW) kıyasla daha yüksek VC içeriğine sahip olduğunu bildirirken, su ispanağının her iki gelişim aşamasında VC içeriği bakımından farklılığın olmadığını bildirmişlerdir (Yadav ve ark., 2019; Di Bella ve ark., 2020) Ayrıca, çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.), ispanak (*Spinacia oleraceae* L. var.) ve ebegümeci (*Hibiscus sabdariffa* L.) mikroyeşillerinin sırasıyla; olgun aşamalarına göre %120, %127 ve %119 oranında daha yüksek VC (Vit-C; askorbik asit) içeriğinin tespit edildiği bildirilmiştir (Ghooora ve ark., 2020).

Askorbik asit kaynağı olarak en iyi bilinen turunçgiller ile kıyaslandığında 10 farklı ticari üretimi yapılan mikroyeşillerde, VC içeriğinin 29.9-123.2 mg/100 g FW arasında belirlenerek daha yüksek değerler sergilediği belirlenirken, benzer olarak Xiao ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışmada da 25 farklı bitki mikroyeşilinin VC içeriğinin 20.4-147.0 mg/100g TA arasında olduğunu ve olgun muadillerinden daha

yüksek içeriğe sahip oldukları tespit edilmiştir (Khosravi ve Asadollahzade, 2014; Ghoola ve ark., 2020). Söz konusu literatürler, askorbik asit miktarına dair elde ettiğimiz, çalışma bulgularımızla uyum içerisindedir. Mikroyeşiller çiğ olarak pişirilmeden tüketildiği için mevcut VC içeriği kaybolmadan muhafaza edilmektedir. Bu durum mikroyeşiller açısından avantaj sağlamaktadır.

Çizelge 3. Bazı *Salvia* türlerine ait Mikroyeşillerinin Makro Besin Elementi İçerikleri

BİTKİLER	Ca (g/kg)	Na (g/kg)	Mg (g/kg)	K (g/kg)
<i>Salvia hispanica</i> L.	13.17±0.19 c	1.47±0.01 f	6.65±0.45 c	45.66±0.67 c
<i>Salvia officinalis</i> L.	14.24±0.29 b	2.43±0.03 b	7.19±0.17 b	53.63±0.46 b
<i>Salvia sclarea</i> L.	14.67±2.58 a	2.74±0.03 a	8.73±0.10 a	34.68±1.41 e
<i>Salvia microstegia</i> Boiss. & Bal.	8.48±0.06 e	1.92±0.06 d	5.84±0.77 d	41.81±2.95 d
<i>Salvia verticulata</i> ssp. <i>verticulata</i>	11.32±0.29 d	1.64±0.04 e	5.83±0.71 d	30.20±0.18 f
<i>Salvia dichroantha</i> Stapf.	6.91±0.11 f	2.24±0.02 c	2.68±0.16 e	57.07±2.74 a
Varyasyon Katsayısı (VK)	0.42**	9.14**	0.89**	0.015**
LSD (0.05)	0.15	0.058	0.17	0.02

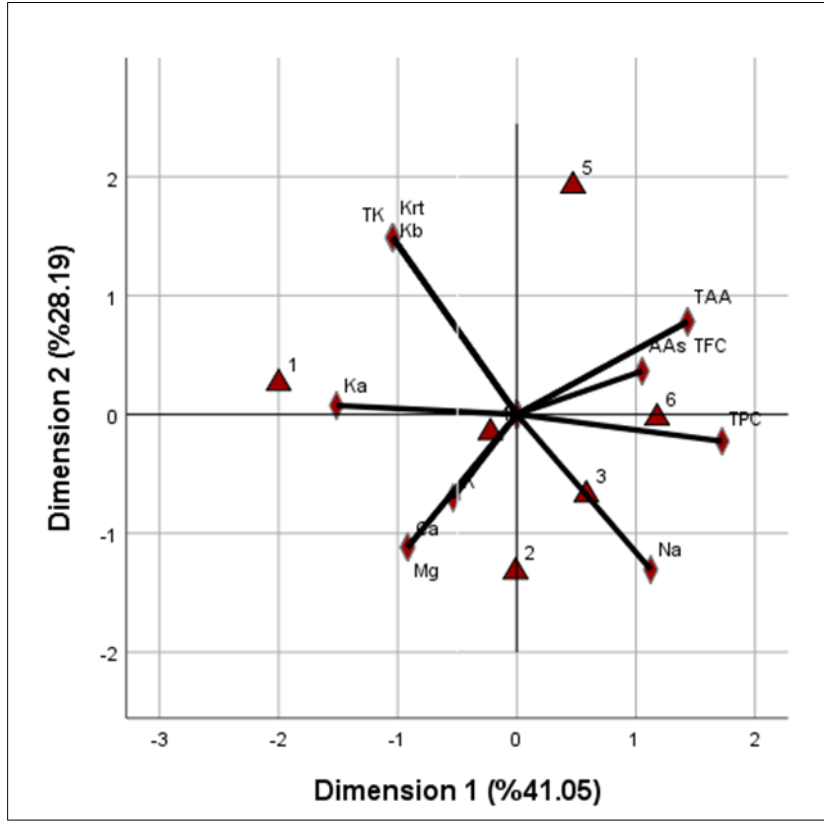
** P<0.01 düzeyinde önemlidir (Ca: Kalsiyum, Na: Sodyum; Mg: Magnezyum; K: Potasyum)

Vücutta sodyum ile birlikte çalışarak sıvı dengesini ve hücre içi sıvının devamlılığını sağlayan iskelet ve kalp kası aktivitesi için ihtiyaç duyulan potasyum (K), kas ve sinirlerin çalışması, kuvvetli kemik ve diş yapısı ile kanın pıhtılaşmasından sorumlu kalsiyum (Ca), sinir sistemi fonksiyonlarından kas işlevine, enerji üretiminden protein sentezine kadar birçok temel süreçte rol oynayan magnezyum (Mg) ve insan vücudundaki kan hacmini ve kan basıncını kontrol altında tutmayı sağlayan, kasların ve sinirlerin normal fonksiyonlarını yerine getirmesinde ihtiyaç duyulan sodyum (Na) gibi besin elementlerinin olgun sebzelere göre mikroyeşillerin daha yüksek besin içeriğine sahip oldukları, bununla beraber, mikroyeşillerin tüketici ihtiyaçlarına göre üretilebilecekleri ve hatta eksikliği görülen bazı mineraller için kullanılan medikal ilaçların yerine ikame olabilecekleri konusunda yüksek avantaja sahip ürünler olduğu bildirilmiştir (Paradiso ve ark., 2018). Ayrıca, Pinto ve ark., (2015), Brassica mikroyeşillerinin; K, Ca, Fe ve Zn bakımından iyi kaynaklar olduğunu, marul mikroyeşilinin, olgun muadilinden (10 haftalık) daha fazla mineral içeriğe (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Se ve Mo) sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3' te görüldüğü gibi; Ca, K, Mg ve Na içeriği bakımından *Salvia* türleri arasında %1 seviyesinde istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır. Ca, Na ve Mg birikimi bakımından, en yüksek değerler sırasıyla;

14.67, 2.74 ve 8.73 g/kg olarak *Salvia sclarea* türünden elde edilirken, en fazla K birikimi ise 57.07 g/kg ile *Salvia dichroantha* türünden belirlenmiştir. En düşük Ca akümüasyonu 6.91 g/kg ile Mg içeriği 2.68 g/kg *Salvia dichroantha* Stapf. türünden, en düşük K birikimi 30.20 g/kg ile *Salvia verticulata* ssp. *verticulata* türünden, ve en düşük Na içeriği 1.47 g/kg ile *Salvia hispanica* türlerinden elde edilmiştir. Önceki çalışmalarda; Amaranthus, su kabağı, salatalık, jüt, kabak, turp ve su ispanağı mikrofilizlerinde K içeriğinin olgun sebzelerden daha yüksek olduğu (Yadav ve ark., 2019), fesleğen ve pazı mikro filizlerinin iyi bir K ve Mg kaynakları olduğu, yeşil fesleğen ve kişniş yeşillerinin, özellikle beta-karoten ve toplam polifenol bakımından iyi kaynaklar olduğu bildirilmiştir (Kyriacou ve ark., 2019).

Elde edilen sonuçlar ile yürütülen Temel bileşen analizi (PCA) sonuçları Şekil 2.'de verilmiştir. Birinci eksen varyasyonun %41.05'i, ikinci eksen %28.19'u olmak üzere toplam %69.24'ü açıklanmıştır. Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, Toplam antioksidan aktivite, Toplam flavonoid içeriği ve Askorbik asit parametrelerinin merkezden uzak ve birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Buda bu parametrelerin birbiri ile olumlu ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Türlerden ise 5 numaralı tür eksenin pozitif-pozitif alanında yer almış, tüm özellikler bakımından diğer türlerden üstün sonuçlara sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 2. İncelenen özellikler bazında türlerin ve özelliklerin Principal Component Analyses (PCA) analiz sonuçları (TK: Toplam Klorofil, Ka: Klorofil a, Kb: Klorofil b, Krt: Karetonoid, TAA: Toplam Antioksidan Aktivite, TPC: Toplam Fenolik Madde, TFC: Toplam Flavonoid Madde, AAs: Askorbik Asit)

Sonuç

Mikroyeşillerde en fazla bulunan fitokimyasal maddeler; klorofil, fenolik madde bileşikleri, antosiyanin ve glukozinolatlardır. Güneşten gelen enerjinin bitkiler tarafından absorpsiyonunun sağlanmasında önemli rolleri olan fotosentetik pigmentler klorofil a (Kl a) ve klorofil b (Kl b)'dir. Klorofiller yaraların iyileşmesini sağlar, enfeksiyon oluşumunu engeller, iltihaplanmayı önler ve kanserojen maddelerin etkisini sınırlayarak anti kanser ajan olarak görev yaparlar. Bu sebeple fotosentetik pigmentlerin çeşitli kronik ve bulaşıcı hastalıklara karşı koruyucu etkileri bulunmaktadır. Bu araştırmada; toplam klorofil, klorofil a ve klorofil b ve karotenoid gibi fotosentetik pigmentler ve antioksidan kapasite miktarı açısından *Salvia* türleri arasında en fazla içeriğe sahip türün, *Salvia hispanica*, en iyi toplam antioksidan kapasite (285.5 $\mu\text{mol TE/g}$) ve toplam flavonoid madde içeriğinin (202.1 mg GAE/g) *Salvia dichroantha* Stapf. ve en yüksek askorbik asit (AsA) içeriğine sahip türün *Salvia officinalis* türünün (64.69 mg LAA/100g), en fazla fenolik madde içeriğine sahip adaçayı türünün ise *Salvia sclarea* (210.3 mg GAE/g) türünün olduğu

belirlenmiştir. Makro elementlerden, en yüksek kalsiyum (14.67 g/kg), magnezyum (8.73 g/kg) ve sodyum (2.74 g/kg) akümüasyonu *Salvia sclarea* ve en fazla potasyum (K) birikimi (57.07 g/kg) *Salvia dichroantha* Stapf.türünden elde edilmiştir. Bu çalışma ile bazı *Salvia* türlerinin mikroyeşillik olarak kullanılabilme potansiyeli ortaya konulmuştur. Bu çalışma ile, tohum temininin ve çimlendirilmesinin çok kolay olduğu, çok sayıda biyoaktif bileşik içeren *Salvia* türlerinin, sağlığın korunması ve sürdürülmesinde, mikroyeşil olarak farklı bir tüketim alışkanlığının geliştirilmesine öncü olunabilecek ve literatüre katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

RT: Çalışmanın planlanması, yürütülmesi, laboratuvar analizleri ve makale olarak hazırlanmasında katkı sağlamıştır.

MSY: Çalışmanın yürütülmesi ve laboratuvar analizlerinin yapılmasında katkı sağlamıştır.

MT: Çalışmanın planlanması ve yürütülmesinde katkı sağlamıştır.

LN: Çalışmanın laboratuvar analizlerinin yapılmasında katkı sağlamıştır.

EŞ: Çalışmanın laboratuvar analizlerinin yapılmasında katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

Akhzari, D., Kalantari, N., & Mahdavi, S. (2018). Studying the effects of mycorrhiza and vermicompost fertilizers on the growth and physiological traits of Vetiver Grass (*Chrysopogon zizanioides L.*). *Desert*, 23(1): 57-62.

AOAC (1990). *Official methods of analysis* (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Arlington, Virginia, USA.

Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P., & Velasco, P. (2010). Phenolic compounds in Brassica vegetables. *Molecules*, 16(1), 251-280. <https://doi.org/10.3390/molecules16010251>.

Chambial, S., Dwivedi, S., Shukla, K. K., John, P. J., & Sharma, P. (2013). Vitamin C in disease prevention and cure: an overview. *Indian journal of clinical biochemistry*, 28, 314-328. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-2-7>.

Chew, B.P., & Park, J.S. (2004). Carotenoid action on the immune response. *J. Nutr.*, 134, 257S-261S. [CrossRef]

Choe, U., Yu, L., & Wang, T. T. Y. (2018). The science behind microgreens as an exciting new food for the 21th century. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(44): 11519-11530. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b03096>.

Dai, J., & Mumper, R.J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 15, 7313-7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>.

Davis P.H. (1982). Flora of Turkey and The East Aegeans Islands. Vol: 1-11 *The University Press*. Edinburg, İngiltere.

Di Bella, M. C., Niklas, A., Toscano, S., Picchi, V., Romano, D., Lo Scalzo, R., & Branca, F. (2020). Morphometric characteristics, polyphenols and ascorbic acid variation in *Brassica oleracea L.* novel foods: Sprouts, microgreens and baby leaves. *Agronomy*, 10(6), 782. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060782>.

Obanda, M., Owuor, P.O., & Taylor, S.J. (1997). Flavanol composition and caffeine content of green leaf as

Doğan M., Pehlivan, S., Akaydın, G., Bağcı, E., Uysal, İ., & H.M. Doğan, H. M. (2008). Türkiye’de Yayılış Gösteren *Salvia L.* (Labiatae) Cinsinin Taxonomik Revizyonu. *Tübitak Proje No: 104 T 450*.

Ghoora, M.D., Haldipur, A.C., & Srividya, N. (2020). Comparative evaluation of phytochemical content, antioxidant capacities and overall antioxidant potential of select culinary microgreens. *J. Agric. Food Res.*, 2, 100046.

Kacar, B., & İnal, A., 2008. *Bitki analizleri*. Ankara: Nobel Yayınları.

Khoo, H. E., Prasad, K. N., Kong, K. W., Jiang, Y., & Ismail, A. (2011). Carotenoids and their isomers: color pigments in fruits and vegetables. *Molecules*, 16(2), 1710-1738. <https://doi.org/10.3390/molecules16021710>.

Khosravi, F., & Asadollahzadeh, H. (2014). Determination of ascorbic acid in different citrus fruits under reversed phase conditions with UPLC, *Eur. J. Exp. Biol. (Online)* 4, 91-94.

Kumar, N., & Goel, N. (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnol. Rep.*, 24, e00370.

Kyriacou, M.C., El-Nakhel, C., Graziani, G., Pannico, A., Soteriou, G.A., Giordano, M., & Roupheal, Y. (2019). Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreen species. *Food Chemistry*, 277, 107-118.

Lichtenthaler, H.K., & Welburn, A.R. (1985). Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biol. Soc. Trans.*, 11, 591-592.

Lutz, M., Jorquera, K., Cancino, B., Ruby, R., & Henriquez, C. (2011). Phenolics and antioxidant capacity of table grape (*Vitis vinifera L.*) cultivars grown in Chile. *Journal of Food Science*, 76:1088-1093. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02298.x.

Nakipoğlu M. (1993). Türkiye’nin *Salvia L.* Türleri Üzerinde Karyolojik Araştırmalar. I. *Türk Botanik Dergisi*, 17(1): 21-258, Ankara.

Niroula, A., Khatri, S., Timilsina, R., Khadka, D., Khadka, A., & Ojha, P. (2019). Profile of chlorophylls and carotenoids of wheat (*Triticum aestivum L.*) and barley (*Hordeum vulgare L.*) microgreens. *Journal of food science and technology*, 56, 2758-2763. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03768-9>.

quality potential indicators of Kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,

- 74(2):209-215. doi:10.1002/(SICI)1097-0010(199706)74:2<209:AID-JSFA789>3.0.CO;2-4.
- Padalia, S., Drabu, S., Raheja, I., Gupta, A., & Dhamija, M. (2010). Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): an overview. *Chron Young Sci*, 1:23-28.
- Paradiso, V.M., Castellino, M., Renna, M., Gattullo, C.E., Calasso, M., Terzano, R., Allegretta, I., Leoni, B., Caponio, F., & Santamaria, P. (2018). Nutritional characterization and shelf-life of packaged microgreens. *Food Funct*, 9, 5629–5640.
- Pinto, E., Almeida, A.A., Aguiar, A.A., & Ferreira, I.M. (2015). Comparison between the mineral profile and nitrate content of micro greens and mature lettuces. *Journal of Food Composition and Analysis*, 37: 38-43.
- Quettier-Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, J., Luyck, M., ...& Trotin, F. (2000). Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology* 72:35-40. doi:10.1016/S0378-8741(00)00196-3.
- Rocchetti, G., Tomas, M., Zhang, L., Zengin, G., Lucini, L., & Capanoglu, E. (2020). Red beet (*Beta vulgaris*) and amaranth (*Amaranthus sp.*) microgreens: Effect of storage and in vitro gastrointestinal digestion on the untargeted metabolomic profile. *Food Chem*, 332, 127415.
- Sarker, U., & Oba, S. (2019). Protein, dietary fiber, minerals, antioxidant pigments and phytochemicals, and antioxidant activity in selected red morph *Amaranthus* leafy vegetable. *PLoS ONE*, 14, e0222517.
- Seçmen Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat L., & Leblebici, E. (2000). Tohumlu Bitkiler Sistematığı. Ege Üniversitesi, *Fen Fakültesi Yayınları Serisi No:* 116, İzmir.
- Sun, J., Xiao, Z., Lin, L. Z., Lester, G. E., Wang, Q., Harnly, J. M., & Chen, P. (2013). Profiling polyphenols in five Brassica species microgreens by UHPLC-PDA-ESI/HRMS. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(46), 10960-10970. <https://doi.org/10.1021/jf401802n>.
- Taleisnik, E., Peyrano, G., & Arias, C. (1997). Response of Chlorisgayana cultivars to salinity, 1. germination and early vegetative growth, *Trop. Grassl*, 31, 232-240.
- Wakeham, P. (2013). The medicinal and pharmacological screening of wheatgrass juice (*Triticum aestivum* L.): an investigation into chlorophyll content and antimicrobial activity. *Plymouth Stud Sci*, 6:20-30.
- Weber, C.F. (2016). Nutrient content of cabbage and lettuce microgreens grown on vermicompost and hydroponic growing pads. *J. Hortic.*, 3 :1- 5.
- Xiao, Z., Lester, G.E., Luo, Y., & Wang, Q. (2012). Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 7644- 7651.
- Xiao, J., & Bai, W. (2019). Bioactive phytochemicals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(6): 827-829.
- Yadav, L. P., Koley, T. K., Tripathi, A., & Singh, S. (2019). Antioxidant potentiality and mineral content of summer season leafy greens: Comparison at mature and microgreen stages using chemometric. *Agricultural Research*, 8(2): 165-175.
- Zhang, X., Bian, Z., Yuan, X., Chen, X., & Lu, C. (2020). A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens. *Trends Food Sci. Technol.*, 99, 203–216.