



**SEMİZOTUNUN (*Portulaca Oleracea*)
BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Eyad AOUEH

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT
2019**

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEMİZOTUNUN (*Portulaca Oleracea*) BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Eyad AOUDEH

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2019

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**SEMİZOTUNUN (*Portulaca Oleracea*) BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT danışmanlığında, Eyad AOUDEH tarafından hazırlanan bu çalışma 31.10.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL

İmza : 

Üye : Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT

İmza : 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun 13.06.2019 tarih ve 24.29 nolu kararı ile onaylanmıştır.


Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SEMİZOTUNUN (*Portulaca Oleracea*) BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Eyad AOUDEH

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT

Bu çalışmada taze ve liyofilize edilmiş semizotu ile; su, metanol ve aseton gibi üç farklı çözücü kullanılarak elde edilen ekstraktlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile in-vitro antioksidan aktivitesinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla taze, liyofilize semizotu ve ekstraktlara kuru madde, pH, C vitamini, β -karoten, klorofil a, klorofil b, toplam fenolik madde (TFM), flavonol, flavonoid, DPPH radikal giderme aktivitesi, metal çelatlama ve renk analizleri yapılmıştır. Taze semizotu örneklerinin kuru madde, C vitamini, β -karoten, Klorofil a, Klorofil b, toplam fenolik madde, flavonoid ve flavonol sırasıyla, 5,28-3,86, 0,66-1,01 mg/g, 0,80-0,50 mg/g, 1,24 -1,14 mg/g ve 0,72-0,54 mg/g, 15,75 -19,02 mgGAE/g, 9,61-28,19 mgRE/g ve 9,08-12,1 mgRE/g olarak bulunmuştur. Taze örneklerin %9,31-11,74 DPPH aktivitesi ve %3,67-19,15 metal çelatlama yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Liyofilize işleminin semizotunun a^* değeri, C vitamini, β -karoten ve klorofil b içerikleri üzerine etkili olmadığı tespit edilmiştir. Kurutma işlemi ile klorofil a miktarında artış belirlenirken TFM, toplam flavonoid ve toplam flavonol DPPH radikal giderme aktivitesi ve metal çelatlama kapasitesinde önemli azalma tespit edilmiştir. Semizotu ekstraktları arasında en yüksek β -karoten, Klorofil a, Klorofil b, TFM, flavonoid ve flavonol miktarı aseton ekstraktında bulunmuştur. Metanol ekstraktının ise en yüksek metal çelatlama yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. C vitamini ve metal çelatlama aktivitesi hariç tüm incelenen özellikler bakımından su ekstraktı diğer ekstraktlara göre en düşük değerlere sahip olmuştur. Sonuç olarak semizotu bitki ve ekstraktlarının, ecza ve gıda sanayi için doğal antioksidan olarak kullanılabilme potansiyline sahip oldukları söylenebilir.

2019, 76 sayfa

Anahtar Kelimeler: Semizotu ekstraktı, Liyofilizasyon, TFM, antioksidan aktivitesi.

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTIC AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PURSLANE (*Portulaca Oleracea*)

Eyad AOUDEH

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT

The purpose of this study was to evaluate some physical and chemical properties as well as in-vitro antioxidant activity of fresh and freeze dried purslane in addition to its water, methanol and acetone extracts. In this regard dry matter, pH, vitamin C, β -carotene, chlorophyll a and chlorophyll b, total phenolic compounds (TPC), flavonoid and flavonol were determined. In addition DPPH free radical scavenging activity, metal chelating and colour were also estimated. The results showed that fresh purslane content of dry matter, vitamin C, β -carotene, chlorophyll a, chlorophyll b, total phenolic compounds, flavonoid and flavonol were 5.28-3.86%, 0.66-1.01 mg/g, 0.80-0.50 mg/g, 1.24 -1.14 mg/g, 0.72-0.54 mg/g, 15.75 -19.02 mgGAE/g, 9.61-28.19 mgRE/g and 9.08-12.1 mgRE/g on dry weight basis, respectively. Fresh samples showed 9.31-11.74% ve 3.67-19.15% DPPH and metal chelating activities respectively. Vitamin C and β -carotene levels as well as a^* value have not affected by lyophilization. While this process significantly increased chlorophyll a levels; also significant decreased in TPC, total flavonoid, total flavonol content, DPPH activity and metal chelating capacity were observed. Among purslane extracts acetone extract had the highest β -carotene, Chlorophyll a, Chlorophyll b, total phenolic, flavonoid and flavonol content and consequently exhibited the strongest DPPH radical scavenging activities. On the other hand methanol extract had higher ferrous ion-chelating activity than acetone extract. However, water extract showed the lowest values (except vitamin C and metal chelating) compared to other extracts. Hence it can be suggested that purslane represents a source of potential antioxidants that could be used in pharmaceutical and food preparations.

2019, 76 pages

Keywords: Purslane extract, lyophilisation, TPC, antioxidant activity.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, bana yol gösteren, her türlü destek, teşvik ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana burs sağlayan Yurtdışı Türkler ve Akraba Toplulukları Başkanlığı'na teşekkür ederim. Türkiye'de kaldığım süre boyunca gösterdiği sevgi ve destekleri için tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Çalışmamda yardımını eksik etmeyen değerli arkadaşım Gıda Yüksek Mühendisi Sayın Halil İbrahim BİNİCİ'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ömrüm boyunca maddi-manevi hiçbir desteğini üzerimden esirgemeyen ve her daim yanımda olan eşime ve aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Eyad AOUDEH

Haziran, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Örnek ekstraktlarının analize hazırlanması	23
3.2.2. Analiz metotları	24
3.2.2.a. Kuru madde tayini	24
3.2.2.b. C vitamini tayini	24
3.2.2.c. pH tayini	24
3.2.2.d. Yağda-çözünür pigment (β -karoten ve klorofil) tayini	24
3.2.3. Fenolik madde ve antioksidan aktivitesi tayini	25
3.2.3.a. Toplam fenolik madde tayini.....	25
3.2.3.b. Toplam flavonoid madde tayini	26
3.2.3.c. Toplam flavonol madde tayini.....	26
3.2.3.d. DPPH radikali giderme aktivitesi tayini.....	27
3.2.3.e. Fe^{+2} çelatlama aktivitesi tayini	28
3.2.4. Renk analiz (Fiziksel).....	28
3.2.5. İstatistiksel analiz.....	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	30
4.1. Taze ve Liyofilize Edilmiş Semizotu Örneklerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	30
4.2. Semizotu Ekstraktlarının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	42

4.2.1. pH.....	42
4.2.2. C vitamini.....	43
4.2.3. Yağda-çözünür pigmentler (β -karoten ve klorofil).....	44
4.2.4. Fenolik madde ve antioksidan aktivite.....	46
4.2.4.a. Toplam fenolik madde.....	46
4.2.4.b. Toplam flavonoid madde.....	49
4.2.4.c. Toplam flavonol madde.....	51
4.2.4.d. DPPH radikali giderme aktivitesi.....	52
4.2.4.e. Fe^{+2} Çelatlama aktivitesi.....	56
4.2.5. Renk analizi.....	58
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	77

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

µg	Mikrogram
a*	Kırmızı/yeşil renk değeri
A/H	Ağırlık / Hacim
AEAC	Ascorbic acid equivalent antioxidant capacity (Askorbik asit eşdeğeri antioksidan kapasite)
b*	Sarı/mavi renk değeri
BHA	Bütillenmiş hidroksi anisol
BKE	β-karoten eşgeğeri
CIE	Commission Internationale de l'Elclairage
d/dak	devre/dakika
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
FRAP	The ferric-reducing/antioxidant power (Fe +3 İyonu İndirgeme Gücü)
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
HDL	high-density lipoprotein
IC ₅₀	The half concentration of inhibition (Yarı yarıya İnhibisyon konsantrasyonu)
IU	International Units
KE	Kuersetin eşdeğeri
KM	Kuru Madde
L	Litre
LDL	Low-density lipoprotein
mg	Miligram
mm	Milimetre
nm	Nanometre
pg	Pikogram
pH	Potansiyel hidrojen
POG	Portulaca Oleracea gum

RE	Rutin eşdeğeri
TA	Taze ağırlık
TE	Tolüen eşdeğeri
TFM	Toplam Fenolik Madde
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	World Health Organization
α	Alfa
β	Beta
ω -3	Omega 3 yağ asidi



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Semizotu örnekleri.....	22
Şekil 3.2. TFM tayininde kullanılan gallik asit standart grafiği	25
Şekil 3.3. Flavonoid tayininde kullanılan rutin standart grafiği	26
Şekil 3.4. Flavonol tayininde kullanılan rutin (a) ve kuersetin (b) standart grafikleri	27
Şekil 4.1. TFM (a) ve flavonoid (b) miktarı üzerine örnek × kurutma interaksiyonunun etkisi.....	37
Şekil 4.2. TFM içeriği üzerine örnek × ekstrakt interaksiyonunun etkisi.....	48
Şekil 4.3. Semizotu ekstraktlarının flavonol içeriği	52
Şekil 4.4. Semizotu ekstraktların % DPPH radikali giderme aktivitesi.....	54
Şekil 4.5. Semizotu ekstraktların IC ₅₀ değerleri, µg/ml.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. 2002-2017 Yıllarında semizotu üretim miktarı	5
Çizelge 1.2. Semizotunun fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi	8
Çizelge 4.1. Taze ve liyofilize semizotu örneklerine ait kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları	30
Çizelge 4.2. Semizotu örneklerinin kimyasal ve fiziksel analizlerine ait varyans analizi sonuçları.....	31
Çizelge 4.3. pH değerlerine ait varyans analizi	42
Çizelge 4.4. Semizotu ekstraktlarına ait pH değerleri	43
Çizelge 4.5. C vitamini değerlerine ait varyans analizi	43
Çizelge 4.6. Semizotu ekstraktların C vitamini içeriği, mg/g.....	44
Çizelge 4.7. Yağda-çözünür pigmentlere ait varyans analizi	45
Çizelge 4.8. Semizotu ekstraktların β -karoten içeriği, mg/g	45
Çizelge 4.9. Semizotu ekstraktların klorofil a ve klorofil b içerikleri, mg/g.....	46
Çizelge 4.10. Toplam fenolik madde içeriğine ait varyans analizi.....	46
Çizelge 4.11. Semizotu ekstraktların TFM içerikleri, mgGAE/g	47
Çizelge 4.12. Semizotu örnekleri ve ekstraktlarının kimyasal analizlerine ait korelasyon analizi sonuçları	49
Çizelge 4.13. Toplam flavonoid madde içeriğine ait varyans analizi.....	49
Çizelge 4.14. Semizotu ekstraktların flavonoid içerikleri, mg RE/g.....	50
Çizelge 4.15. Toplam flavonol madde içeriğine ait varyans analizi.....	51
Çizelge 4.16. Semizotu ekstraktların flavonol içerikleri, mg/g	51
Çizelge 4.17. %DPPH radikali giderme aktivitesine ait varyans analizi.....	53
Çizelge 4.18. Semizotu ekstraktların DPPH radikali giderme aktivitesi	54
Çizelge 4.19. Semizotu ekstraktların metal çelatlama aktivitesine ait varyans analizi	57
Çizelge 4.20. Semizotu ekstraktların %metal çelatlama aktivitesi	57
Çizelge 4.21. Semizotu ekstraktların renk analizine ait varyans analizi	59
Çizelge 4.22. Semizotu ekstraktların <i>L</i> , <i>a</i> ve <i>b</i> değerleri	60
Çizelge 4.23. Semizotu ekstraktların <i>Hue</i> ^o ve <i>Kroma</i> değerleri	60

Çizelge 4.24. Semizotu örnekleri ve ekstraktlarının renk analizine ait korelasyon analizi	61
--	----



1. GİRİŞ

Sebze ve meyvelerde fenolik bileşikler, karotenoidler, glukozinolatlar, C vitamini ve tokoferol gibi biyoaktif bileşikler çok çeşitli ve önemli miktarlarda bulunmaktadır. Bu bileşikler yüksek antioksidan kapasiteye sahip olup oksidatif stresin azaltılmasında ve makromoleküler oksidasyonun önlenmesinde rol oynayarak kronik hastalıkların riskini düşürebilmektedir (Pereira *et al.* 2007; Carbonell-Capella *et al.* 2013; Barba *et al.* 2014; Aguilera *et al.* 2015; Shashirekha *et al.* 2015).

Son yıllarda yapılan birçok araştırmada bol meyve ve sebze tüketiminin, kalp-damar hastalığı ve kanserden kaynaklanan mortalite azalması ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Nicklett *et al.* 2012). Aynı zamanda ağız, yutak, yemek borusu, akciğer, mide, kolon ve rektum gibi farklı kanser türlerinin azaltılmasında, hipertansiyon kontrolünde ve diyabet gelişmesinin önlenmesinde de önemli rol oynamaktadır. Dolayısıyla, hem kronik hastalık riskini azaltmak, hem de yaşa bağlı sorunların başlangıcını geciktirmek amacıyla, genç ve yaşlıların günlük en az beş porsiyon farklı meyve ve sebze (yaklaşık 400 g/gün) tüketmesi önerilmektedir (Carter *et al.* 2010; Keyte *et al.* 2012; Nicklett *et al.* 2012).

Literatürde çeşitli beslenme ve farmakolojik özelliklere sahip olan semizotu önemli bir sebze ve tıbbi bitki olarak belgelenmektedir. İnsan sağlığı ve beslenmesinde olumlu etkiye sahip bileşiklerin iyi bir kaynağı ve kozmetik katkı maddesi olarak ilgi çekmektedir (Alam *et al.* 2014c; Hussien 2016).

Semizotu (*Portulaca oleracea* L.), semizotugiller Portulacaceae familyasından tek yıllık sebzedir (Danin and Reyes-Betancort 2006). Semizotunun botanik adının (*Portulaca*) iki anlamı vardır; birinci anlamı, kapsülün açılma şeklini ifade eden latince “*portula*” dan türetilen “küçük kapı”, ikinci anlamı ise “*porto*” taşınmak ve “*lac*” süt manalarında etli, dolgun sap ve yapraklı şeklinde ifade edilmektedir (Simopoulos and Salem 1986; Masoodi *et al.* 2011).

Omega-3 yağ asitlerinin en iyi bitkisel kaynaklarından biri olan, yüksek miktarda ham protein ve suda çözünür polisakkarit içeren, antioksidan özellikleri bakımından (özellikle A ve C vitamini, glutatyon, β -karoten ve α -tokoferol) zengin olan semizotunu diğer bitkisel gıdalardan ayıran özelliklerine odaklanmak amacıyla potansiyel “yeni bir ürün” olarak araştırmacılar tarafından yeniden incelenmektedir (Chowdhary *et al.* 2013).

Modern farmakolojik çalışmalar *P.oleracea*'nın, kandaki lipit seviyelerini düşürücü, böbrek ve karaciğer koruyucu, antidiyabetik gibi birçok özelliklerini kanıtlamıştır. Aynı zamanda toksik etki göstermediği ancak fazla tüketilmesiyle görülen yan etkinin kabızlık olduğu bildirilmiştir (Iransahy *et al.* 2017).

Yetiştirme amacına göre, semizotu yaygın (yenilen) ve süs bitkisi olmak üzere iki farklı tipe ayrılabilir, Genellikle süs semizotu büyük ve renkli çiçeklere sahip olmaktadır ve tohum üretmemektedir. Yaygın tipi ise küçük ve sarı çiçeklere sahiptir ve çok miktarda tohum üretmektedir (Alam *et al.* 2014b). *Portulaca*, Portulacaceae ailesindeki tek cinsi olup, yaklaşık 100 tür içermektedir (Ocampo and Columbus 2012), Davis (1967) ve Anonymous (2018b)'a göre semizotunun botanik sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

Alem: Plantae (bitkiler)

Bölüm: Magnoliophyta (çiçekli bitkiler)

Sınıf: Magnoliopsida (dicotyledones: iki çenekliler)

Takım: Caryophyllales

Familiya: Portulacaceae (semizotu familyası)

Cins: *Portulaca* L.

Tür: *Portulaca oleracea* L.

Araplar tarafından “baqla hamka” (çılgın) isimlendirilir çünkü bitkinin dalları kontrolsüz bir şekilde toprak üzerine yayılmaktadır (Masoodi *et al.* 2011). Türkiye’de ise halk tarafından semizotu, parpar, pırpırım, pürpürüm, cibile, elmelik, semizebe, soğukluk, tohmegen gibi farklı isimlerle bilinmektedir (Koç 2004).

Semizotunun çeşitli türleri dünyanın farklı yerlerinde özellikle tropik ve subtropik bölgelerinde yayılmaktadır (Alam *et al.* 2014c). Bu çeşitlilik fenotipik, fizyolojik veya genetik, hatta strese karşı toleranslarında veya bileşiminde farklı olabildiğini göstermektedir (Siriamornpun and Suttajit 2010; Ren *et al.* 2011; Alam *et al.* 2014c).

Kozmopolit yabancı otlar gibi, semizotu da paradoks ve belirsizlik ile karakterize bir tarihe sahiptir (Byrne and McAndrews 1975; Ocampo and Columbus 2012). 1492'den önce semizotunun Avrupa'da bulunduğu ve Mısırda Firavunlar zamanında tüketildiğinden bahsedilmiştir (Byrne and McAndrews 1975; Mohamed and Hussein 1994). Ancak, Avrupa'nın birçok yeri ve Uzak Doğu (Grieve 1971), Güney Amerika (Miyanihi and Cavers 1980) ve Avustralya (Geesink 1969; Sage 2005) semizotunun anavatanı olarak kabul edilmektedir.

Semizotu tek yıllık, %90'ın üzerinde su içeren, yere yatık veya yükselici, tüysüz ve tabandan çok dallanmış bir bitkidir. Kültürlü formlar yabancı formlardan daha dik ve diğndir. Gövdesi silindirik, tüysüz, uzunluğu 30 cm'ye kadar, çapı 2-3 mm ve yeşil veya kırmızı renge sahiptir. Semizotu çok dağınık bir şekilde dallanır; küçük, farklı şekilde bulunan, etli, sapsız veya çok kısa saplı, mumlu üst yüzey, yeşil veya yeşil-kırmızı kenarlı olan yapraklar gövdede alternatif veya subopozit bir şekilde yerleşir. Mayıs- Eylül ayına kadar küçük, beşlik taç yapraklı, turuncu sarı, mor veya açık pembe renkli ve sapların ucunda tek veya salkım şeklinde çiçeklenir. Tohumları ise oldukça küçük, çok sayıda, yumurta şekilli ve siyah, kahverengi veya kırmızı renkte bulunmaktadır (León and Bermejo 1994; Uddin *et al.* 2014).

Eski çağlardan günümüze kadar, birçok kültürde özellikle Akdeniz bölgesinde, semizotu; sebze, hayvan yemi ve tıbbi bitki olarak kullanılmıştır (Nuez and Hernandez-Bermejo 1994; Simopoulos 2004; Yun 2016).

Semizotunun sapsız, yaprakları ve tomurcukları yenilebilir. Kurutulmuş ya da taze olarak, çeşitli salatalarda, çorbalarda ve yemeklerde kullanılabilir, hatta turşusu da yapılmaktadır. Ancak kendine özgü, keskin ve hafif ekşi bir tada sahip olduğu için daha

çok çiğ olarak karışık salatalarda kullanılmaktadır (Demirhan and Özbek 2010; Gonnella *et al.* 2010). Semizotu turşusu ise daha az yaygın ama ilginç bir garnitürdür (Poeydomenge and Savage 2007).

Avrupa, Çin, Orta Asya ve Ortadoğu ülkelerinde çeşitli hastalıkların önlenmesinde veya tedavisinde çok kullanılan bir bitkidir (Chen *et al.* 2003; El-Sayed 2011; Bachar *et al.* 2016; Béné *et al.* 2016; Iranshahy *et al.* 2017).

Semizotu yaprakları, gıdalarda emülsiyeye edici (emülgatör) ve kıvam arttırıcı olarak kullanılabilen iyi ve yeni bir zambak kaynağıdır (Garti *et al.* 1999b; Alam *et al.* 2014c). Garti *et al.* (1999a), yüzey ve ara yüzeyde emülsifikasyon özelliklerine sahip suda çözünen, anyonik, düşük moleküler ağırlıklı bir polisakkariti, semizotunun yapraklarından ekstrakte etmiş ve *P. oleracea* zambak (POG) olarak isimlendirmiştir. POG'un küçük yağ damlacıkları (2–5 mm) ile birkaç ay boyunca su içinde stabil bir yağ emülsiyonu oluşturabileceği bildirilmiştir.

Delfan-Hosseini *et al.* (2017) semizotu tohumunun yağını, biyolojik aktif bileşikler ve cazip yağ asidi kompozisyonu içeriği nedeniyle potansiyel besleyici yağ olarak önermektedir.

Kozmetik alanında ise semizotu, yeni ve doğal bir katkı maddesi adayı olarak oldukça önemli bir yere sahiptir. Cilt bakımı ürünlerinin geliştirilmesinde güçlü antioksidan ve ağartma kapasitesi sayesinde antiaging ve leke giderme yeteneği öne çıkmaktadır (Uddin *et al.* 2014; Zhou *et al.* 2015).

Semizotu yaprak ve kök ekstraktlarının büyüme düzenleyici ve doğal herbisit olarak organik tarımda kullanılma imkânı araştırılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Abd El-Gawad and El-Shora 2015).

Semizotu, kuraklığa ve yüksek tuzlu toprak gibi çeşitli sert şartlara yüksek adaptasyon yeteneği ve toleransı nedeniyle, kozmopolit bir yabancı ot olarak dünyadaki en yaygın

bitkilerden biridir. Yayılış alanı, Avrupa'dan başlayıp Afrika, Asya, Amerika ve Avustralya'ya kadar tüm dünya olarak kabul edilmiştir (Teixeira and Carvalho 2009; El-Sayed 2011; Ren *et al.* 2011; Rahdari *et al.* 2012; Uddin *et al.* 2012b; Petropoulos *et al.* 2016).

Semizotu, ticari üretimi fazla yapılmayan bir bitki olup, genelde sulak yerlerden çayırardan, sebze bahçelerinden ve dere kenarlarından toplanıp yerel marketlerde ve pazarlarda satılmaktadır. Yüksek besleme potansiyeli, kolayca ve ucuza temin edebilen bir bitki olması popülaritesinin giderek artacağı beklentisini doğurmaktadır (Uddin *et al.* 2009; Uddin *et al.* 2010; Tunçtürk 2013).

Türkiye'de, son yıllarda piyasada köklü ve demetlenmiş olarak ortam sıcaklığında tüketiciye sunulduğu görülmektedir (Akdeniz 2007). Türkiye'de 2002 yılında 2,000 ton semizotu üretilirken, 2017 yılı itibariyle %157 oranında artarak 5,149 bin tona ulaşmıştır (Çizelge 1.1) (Anonymous 2018a).

Çizelge 1.1. 2002-2017 Yıllarında semizotu üretim miktarı (Ton)

Yıl	2002	2014	2015	2016	2017
Üretim Miktarı	2,000	5,797	5,878	5,819	5,149

Semizotu yüksek besleyici ve antioksidan özelliklerinden dolayı "power food" olarak tanımlanmıştır (Hussien 2016). Son yıllarda, semizotunun omega-3 yağ asidinin (α -linolenik asit) en iyi bitkisel kaynaklarından biri olduğu ve yüksek oranda ham protein (%2,03, yağ ağırlık) ve suda çözünen polisakkarit içeriğine sahip, aynı zamanda iyi bir vitamin ve mineral kaynağı olduğu bildirilmiştir (Chowdhary *et al.* 2013; Eljach Mosquera 2014; Uddin *et al.* 2014; Petropoulos *et al.* 2015; Anonymous 2018c). Aziz (2016) ve Xiang *et al.* (2005), semizotunda farklı alkaloidler tanımlamışlardır, hatta Zhou *et al.* (2015) bu alkaloidlerin kimyasal yapılarını da açıklamışlardır. Fitokimyasal çalışmaları sonucunda bu bitkinin noradrenalin, dopamin, dopa, kumarin, üre, koenzim Q10, ligninler, stilbenler, terpenoidler, saponinler, tanenler, klorofil, melatonin, bergapten ve robustin dâhil olmak üzere çok çeşitli ikincil metabolitler

içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir. Bunun yanı sıra, oksalatlar, müsilajlar ve pektinler de saptanmıştır. Semizotunun diğer önemli kimyasal bileşikleri flavonoidler (apigenin, kaempferol, luteolin, kuersetin, mirisetin, genistein, genistin, "A,B, C ve D" portulacanonları vs.) ve fenolik asitlerdir (kafeik, klorojenik, p-kumarik, ferulik ve rosmarinik asitler) (Erkan 2012; Yan *et al.* 2012; Okafor *et al.* 2014; Zhou *et al.* 2015).

Taze semizotu %92,86 su, %2,03 protein, %0,36 toplam yağ, %3,9 toplam diyet lif, %3,39 karbonhidrat, %0,25 L-noradrenalin ve %0,15 dopamin içermektedir (Zhang *et al.* 2002; Punna and Rao Paruchuri 2004; Anonymous 2018c). Yüz gram taze semizotunun 20 kcal enerji, 65 mg kalsiyum, 1,99 mg demir, 68 mg magnezyum, 44 mg fosfor, 494 mg potasyum, 45 mg sodyum, 0,17 mg çinko, 21 mg C vitamini, 0,047 mg tiamin, 0,112 mg riboflavin, 0,48 mg niasin, 0,073 mg B-6 vitamin, 12 µg folat, 1320 IU A vitamini içerdiği bildirilmektedir. Aynı zamanda, α-linolenik asit (ω-3) bakımından oldukça zengin bir kaynak olarak 100 g taze semizotu yaprağında 300-400 mg ALA bulunmaktadır (Simopoulos *et al.* 1992; Anonymous 2018c).

Abd El-Aziz *et al.* (2014) 100 g semizotunun kuru maddesinde 18,58 g protein, 17,99 g toplam diyet lif, 3,72 g toplam şekerler, 16,5 g kül, 53,87mg toplam klorofil, 110,97mg toplam karotenoidler, 1178mg kalsiyum, 155,94mg demir, 942,50mg magnezyum, 4,06mg manganez, 4191,52mg potasyum, 649,93mg sodyum ve 1,90mg çinko saptamışlardır.

Ancak birçok çalışmada, kültür koşulları (tuzluluk, stres, vs.), hasat zamanı, türlerin menşei, varyete, topraktaki temel besinlerin mevcudiyeti, bunun yanı sıra çevresel faktörler (kirlilik de dâhil), bitki olgunluğu, yetiştirme ve hasat koşulları gibi çok çeşitli faktörler semizotunun kimyasal bileşimi ve biyolojik aktivitesine anlamlı etki göstermektedir (Uddin *et al.* 2012a; Chowdhary *et al.* 2013; Alam *et al.* 2014a; Alam *et al.* 2014b; Alam *et al.* 2015; Petropoulos *et al.* 2016). Bu bitkinin kimyasal kompozisyonu ve besin değeri, mevsimsel olarak değişirken, kullanılan ekstraksiyon çözücülerini (Petropoulos *et al.* 2016) ve bitki kısımlarına (Chowdhary *et al.* 2013; Alam *et al.* 2015; Petropoulos *et al.* 2016) bağlı olarak da değişebilmektedir. Aynı zamanda,

yabani ve kültür ortamında yetiştirilmiş semizotu örneklerinin kimyasal kompozisyonu, özellikle fenolik maddeler ve antioksidan aktiviteleri arasında değişim de rapor edilmiştir (Spina *et al.* 2008; Güngören 2016).

Gharneh and Hassandokht (2012), İran'ın güney bölgelerinden toplanan farklı semizotu varyeteleri üzerinde yaptıkları çalışmada, kimyasal bileşim ve besin değerindeki farklılıkları gözlemlemişlerdir. Farklı bölgelerden toplanan semizotlarında da benzer farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Ercisli *et al.* 2008). Lim and Quah (2007) de semizotunun toplam fenolik içeriği ve antioksidan potansiyelinde mevsime doğrudan bağlı belirgin bir varyasyon rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Yan *et al.* (2009) semizotunun farklı bir varyetesinin yağ asitleri profilinde, ve Petropoulos *et al.* (2015) altı farklı genotipinin α -linolenik asit ve oksalik asit içeriğinde önemli farklılıklar bulmuşlardır.

Birçok araştırmada semizotu ve ekstraktları, fenolik bileşikler ve diğer biyoaktif bileşikler (özellikle A ve C vitamini, glutatyon, β -karoten ve α -tokoferol) gibi önemli fitokimyasalları yüksek oranda içerdikleri için önemli bir antioksidan kaynağı olarak önerilmektedir (Oliveira *et al.* 2009; Siriamornpun and Suttajit 2010; Uddin *et al.* 2012a; Alam *et al.* 2014c; Youssef and Mokhtar 2014; Gallo *et al.* 2017). Lim and Quah (2007) altı semizotu varyetesinin metanol ekstraktlarının toplam fenol içeriğinin, 127 ila 478mg GAE/100g taze ağırlık, DPPH süpürücü aktivitesi (IC₅₀) 0,89 ila 3,41 mg/ml, ve FRAP 0,93 ila 5,10 mg GAE/g arasında olduğunu bulmuşlarken, Alam *et al.* (2014b) göre bu değerler sırasıyla 0,96 ila 9,12mg GAE/g kuru ağırlık, 2,52 ila 3,29mg/ml, 7,39 ila 104,2 μ mol TE/g kuru ağırlık arasındadır. Başka bir çalışmada da bu değerler 174,5 - 348,5 mgGAE/100g, 1,30 - 1,71 mg/ml, 1,8 - 4,3 mgGAE/g aralığında değişmiştir (Uddin *et al.* 2012a). Antalya'da doğal olarak yetişmiş olan semizotunun metanolik ham ekstraktının IC₅₀ değeri (511,8 μ g/ml) ve toplam fenolik madde miktarları (10,32 mg/kg kuru ağırlık) nispeten düşük bulunmuştur (Erkan 2012).

Semizotunun fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesini etkileyen faktörlerin sadece yukarıda bahsedilen kültür şartları, mevsim, bitki kısımları ve çeşit gibi faktörler

değil, aynı zamanda ekstraksiyon yöntemi ve tekniği, kullanılan çözücü, ekstraksiyon sıcaklığı gibi diğer faktörlere de bağlı olduğu görülmektedir (Uddin *et al.* 2012a; Alam *et al.* 2014b; Güngören 2016; Gallo *et al.* 2017; Sallam and Anwar 2017). Dolayısıyla Çizelge 1.2’de görüldüğü gibi semizotunun fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesinde belirgin farklılıklar bulunmaktadır.

Birçok araştırmaya göre metanol, bitki dokularından polifenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda en uygun çözücüdür. Metanol ile yapılan semizotu ekstraksiyonunun saf su veya 50:50 etanol:su'dan daha yüksek toplam fenolik madde ve flavonoid içeriğine sahip olduğu gösterilmiştir (Uddin *et al.* 2012a). Benzer şekilde Sallam and Anwar (2017) metanol:su (50:50) ile ekstraksiyonun diğer ekstraktlardan (su ve su:etanol 50:50) daha yüksek toplam fenolik içerdiğini göstermiştir. Ancak, Cai *et al.* (2004) *P. oleracea* tozunun 20 dakika boyunca 80°C’de elde edilen su ekstraktının (0,6g/100g KM) metanol ekstraktlarından (0,4 g/100g KM) daha yüksek toplam fenolik madde verdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise etanol, su ve aseton arasından, aseton ekstraktının TFM içeriğinin (ort. 4,48 mg/g) diğerlerine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Güngören 2016). Semizotunda toplam Fenolik madde, AEAC ve FRAP arasında iyi bir korelasyon gözlenmiş, IC₅₀ ve TFM arasında negatif bir doğrusal ilişki bulunmuştur (Lim and Quah 2007; Uddin *et al.* 2012a; Salehi *et al.* 2013).

Çizelge 1.2. Semizotunun fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi

Çalışma Yeri	Bitki kısmı	Kullanılan Çözücü	TFM*	%DPPH	FRAP	Kaynak
Mısır	Yaprak	Metanol	14,48	53,23	---	(Youssef and Mokhtar 2014)
İtalya	Yaprak	Saf Su	5,58- 21,61	52,7-172,9	---	(Gallo <i>et al.</i> 2017)
Malezya	Bütün Bitki	Metanol	0,96-9,1	51,35-41,25 2,52-3,29****	7,39-104,2 (mg TE/g)	(Alam <i>et al.</i> 2014b)

Çizelge 1.2. (devam)

Mısır	Bütün Bitki	Metanol:su (50:50)	2,01-3,15	32,70-39,00	3,60-3,93	(Sallam and Anwar 2017)
		Etanol : su (50:50)	1,81-2,65	29,00-24,21	2,88-3,00	
		Saf Su	1,00 – 1,90	20,20-24,21	2,56-2,78	
Malezya	Bütün Bitki	Metanol	1,75-3,49**	1,71-1,30****	1,8-4,3 (mg GAE/g)	(Uddin <i>et al.</i> 2012a)
Türkiye	Bütün Bitki	Su	1,22-6,48***	19,38-50,61	---	(Güngören 2016)
		Etanol	0,74- 5,05***	12,40-25,10		
		Aseton	1,70-8,38***	13,99-29,55		
Tayland	Yaprak	Saf Su	23,5	59,99	---	(Siriamornpun and Suttajit 2010)
				2,80****		
	Gövde	Saf Su	8,5	75,42		
				2,09****		
Çiçek	Saf Su	6,0	80,05			
				0,58****		

*: mg GAE/g Kuru Madde; **: Taze ağırlık; ***: mg GAE/g kuru ekstrakt içinde; ****: IC₅₀: mg/ml.

Semizotunun toplam fenolik madde içeriği bitki olgunluğuna bağlıdır. Olgunlaşmamış bitkilerde anlamlı bir şekilde daha düşük seviyede fenolik madde bulunmaktadır (Chowdhary *et al.* 2013). Bu nedenle bir araştırmada, 25 günlük semizotunun toplanması önerilmiştir (daha yüksek besin ögesi ve daha düşük oksalik asit içeriği) (Yun 2016). Ancak Uddin *et al.* (2012a) yaptıkları çalışmada, 60. günde toplanan bitkinin, daha önceki (15., 30. ve 45. günlerde) toplananlara göre daha yüksek, AEAC, FRAP, DPPH radikali giderme aktivitesi ve TFM içerdiğini bildirmişlerdir. Fakat Lim and Quah (2007)'a göre semizotunun polifenolik içeriği ilk haftadan itibaren üçüncü aya kadar artmış ve ondan sonra (4. ve 5. aylarda) azalmaya başlamıştır.

Silva and Carvalho (2014), semizotu saplarının toplam fenolik ve antioksidan aktivitesinin yapraklara göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde Siriamornpun and Suttajit (2010), semizotunun toplam fenolik asit içeriği ve DPPH giderme aktivitesinin çiçek, sap ve yaprak sıralamasına göre azaldığını bildirmişlerdir. Ancak Uddin *et al.* (2014), yaprakların en yüksek DPPH giderme aktivitesi, β -karoten ve askorbik asit içeriğine sahip olduğunu, ondan sonra çiçek ve sapların geldiğini göstermişlerdir. Bunun yanı sıra, yabani semizotunun kültürü yapılandır, her ikisinde de köklerinin, yapraklarından daha yüksek toplam fenolik madde içerdiği belirlenmiştir (Spina *et al.* 2008). Benzer sonuçlar Güngören (2016) tarafından da bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar Semizotunun, rutin, miyrisetin, kuersetin, apigenin, kamferol, isorhamnetin, hesperetin, kuersitrin, luteolin, naringenin, (+)-kateşin, (-)-epigallocateşin, (-)-epikateşin, (-)-epigallocateşin gallat ve katekol flavonoidlerini; gallik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, protocatekuik asit, p-Hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, vanilik asit, siringik asit, protocatechuic asit, ellagic asit, rosmarinic, salisilik asit ve sinamik asit gibi fenolik asitleri içerdiğini göstermiştir (Cai *et al.* 2004; Xu *et al.* 2006; Huang *et al.* 2007; Spina *et al.* 2008; Özcan 2009; Siriamornpun and Suttajit 2010; Erkan 2012; Abd El-Aziz *et al.* 2014; Sallam and Anwar 2017).

Siriamornpun and Suttajit (2010), semizotunun sap ve çiçek ekstraktlarının sırasıyla 14,95 mg/L ve 18,20 mg/L klorojenik asit içerdiğini belirleyerek tüm (yaprak sap ve çiçek) semizotu kısımlarında başlıca fenolik bileşiğin klorojenik asit olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, Abd El-Aziz *et al.* (2014) rosmarinic asidin (4,847 mg/100g TA) en yüksek fenolik asit olduğunu, bunun yanı sıra Sallam and Anwar (2017) E-vanillic asidin (525,94 mg/100g) semizotunun diğer fenolik asitlerinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Rutin, mirisetin, kuersetin, apigenin ve kamferol flavonoidleri, semizotunun tüm kısımlarında bulunmaktadır. Yapraktaki toplam flavonoidlerin %63'ünü oluşturan rutin ise başlıca flavonoiddir. Sap ve çiçeğin başlıca flavonoidi de mirisetindir (Siriamornpun and Suttajit 2010). Spina *et al.* (2008)'a göre monomerik bileşiklerin kök ekstraktlarında daha yüksek miktarda bulunduğu, polimerik bileşiklerin ise yaprak ekstraktlarında daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Epigallocatechin (252,3

$\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) ve luteolin (163,7 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) yabancı semizotundan elde edilen kök ekstraktının en yüksek miktarda bulunan fenolik bileşenleridir.

Semizotu yüksek oranda potasyum içermekte (400 mg/100g), ardından kalsiyum (210 mg/100g) ve magnezyum (109 mg/100g) gelmektedir (Teixeira and Carvalho 2009; Abbas *et al.* 2011; Yun 2016). Aynı zamanda azot, magnezyum, sodyum, demir, bakır, çinko ve manganez gibi diyet mineralleri semizotunun değerli besin profiline de katkı yapmaktadır (Oliveira *et al.* 2009; Hussain *et al.* 2011; Alam *et al.* 2014b; Petropoulos *et al.* 2015; Viana *et al.* 2015). Olgun bitkinin, olgunlaşmamış olanlara göre daha yüksek Ca, Mg, K, Fe ve Zn içerdiği bildirilmiştir (Uddin *et al.* 2012a; Kong *et al.* 2014).

A, C, B grubu ve tokoferoller gibi vitaminler semizotunda bol miktarda bulunur (Uddin *et al.* 2014; Petropoulos *et al.* 2016; Al-Bishri *et al.* 2017). Yüz gram semizotunun tiamin (0,047 mg), riboflavin (0,112 mg), niasin (0,480 mg), pantotenik asit (0,036 mg), piridoksin (0,073 mg) ve folat (12 μg) gibi B grubu vitaminleri içerdiği rapor edilmiştir (Anonymous 2018c). Tokoferollerden en fazla bulunanı olan α -tokoferol 8,2 ila 22,2 mg/g taze ağırlık arasında değişirken (Simopoulos 2004; Uddin *et al.* 2014) yaprakların β -karoten içeriği 22 - 30 mg/g taze ağırlık aralığındadır (Liu *et al.* 2000). Askorbik asitin ise yaklaşık 38,56 mg/100g olduğu bildirilmiştir (Oliveira *et al.* 2013). Semizotunda farklı karotenoid bileşiklerin önemli miktarda bulunduğu rapor edilmiştir. Raju *et al.* (2007), neoksantin (0,73 mg/100g KM), violaxanthin (11,47 mg/100g), lutein (50,84 mg/100g), zeaksantin (0,94 mg/100g) ve β -karoten (27,05mg/100g) içerdiğini bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada α -karoten tespit edilmezken Portekiz'de yapılan bir çalışmada örneklerde az miktarda (0,009 mg/100g taze) bulunmuştur (Dias *et al.* 2009). Semizotunun β -karoten ve askorbik asit içeriği bakımında yaprakları birinci sırada, ardından çiçek ve sapsarı yer almaktadır (Liu *et al.* 2000; Siriamornpun and Suttajit 2010; Uddin *et al.* 2014). Siriamornpun and Suttajit (2010) yapraktaki β -karoten içeriğini gövdeden iki kat daha fazla bildirmişlerdir.

Semizotunun, Omega-3 yağ asitleri bakımından, özellikle de α -linolenik asit (ALA, C_{18:3}, ω -3) bakımından en zengin bitki kaynaklarından biri olduğu düşünülmektedir (Simopoulos 2004; Erkan 2012; Okafor *et al.* 2014; Uddin *et al.* 2014). Esansiyel yağ asidi olarak bilinen omega-3 yağlarını önemli düzeyde içeren semizotu, vejetaryen ve balık yağı tüketiminin sınırlandığı diyetlerde önemli bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır (Simopoulos *et al.* 1992; Uddin *et al.* 2014). Omega-3 yağ asitleri vücut büyüme, gelişmesinde, ayrıca kardiyovasküler rahatsızlıklar, nörodejeneratif hastalıklar, çeşitli kanser ve diyabet gibi hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynamaktadırlar (Simopoulos and Salem Jr 1996; Simopoulos 2001; Oliveira *et al.* 2009; Huerta-Yépez *et al.* 2016). α -linolenik asit, uzun zincirli omega-3 yağ asitleri eikosapentaenoik asit (EPA, C_{20:5}, ω -3), dokosapentaenoik asit (DPA, C_{22:5}, ω -3) ve dokosahekzaenoik asit (DHA, C_{22:6}, ω -3) sentezlenmesinde önmadde olarak yer almaktadır (Whelan and Rust 2006).

Semizotunun tüm kısımlarının çok düşük lipid içerdiği (yapraklarda %0,37- 0,44, gövdelerde %0,11- 0,57 ve çiçeklerde %0,54) bildirilmiştir (Odhav *et al.* 2007; Oliveira *et al.* 2009; Siriamornpun and Suttajit 2010). Toplam yağ asit içeriği ise yaprakta 1,5-2,5 mg/g taze ağırlık, saplarda 0,6-0,9 mg/g ve tohumlarda 80-170 mg/g arasında değişmiştir. Yaprak ve tohumlarda sırasıyla toplam yağ asidi içeriğinin yaklaşık %60'ı ve %40'ını α -Linolenik asit (C_{18:3}, ω -3) oluşturmuştur (Liu *et al.* 2000). Semizotunun yağ asitlerinin %29,50 - %45,64'ünü oluşturan çoklu doymamış yağ asitleri, en yüksek yağ asidi grubu olarak bildirilmiştir. Ardından doymuş yağ asitleri ve son olarak tekli doymamış yağ asitleri %20,49'dan daha düşük miktarda bulunarak minör grup olmuştur (Oliveira *et al.* 2009; Yan *et al.* 2009; Siriamornpun and Suttajit 2010).

Linolenik ve palmitik yağ asitleri semizotunda en yüksek miktarda bulunan yağ asitleridir (Guil-Guerrero and Rodríguez-García 1999; Liu *et al.* 2000; Oliveira *et al.* 2009), α -Linolenik (C_{18:3}, ω -3) asit, toplam yağ asidinin %24-39'unu oluşturarak birinci sırada yer almakta ardından sırasıyla palmitik (%19-24) ve oleik (%11-19) asitler gelmektedir (Oliveira *et al.* 2009). Siriamornpun and Suttajit (2010), yaprağın toplam

yağ asidinin %50'sini oluşturan α -Linolenik asidin başlıca yağ asidi olduğunu bildirmişlerdir.

Simopoulos and Salem (1986), ilk kez, semizotunun yüksek miktarda omega-3 yağ asidi içerdiğini ve herhangi bir yeşil yapraklı sebzeyle α -linolenik asit (4 mg / g taze ağırlık) bakımından en zengin kaynak olduğunu, aynı zamanda EPA'yı da ($C_{20:5}$, ω -3, 0,01 mg/g TA) az miktarda bulundurduğunu bildirmişlerdir. Daha sonraki bir çalışmada, semizotunda ALA ve EPA ile DPA ve DHA yağ asitlerinin bulunduğu da rapor edilmiştir (Omara-Alwala *et al.* 1991). Bu bulgulardan dolayı semizotuna olan ilginin artmasıyla birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan tüm çalışmalar, ALA bakımından semizotunun oldukça zengin bir kaynak olduğunu vurgulamıştır (Simopoulos 2004; Eljach Mosquera 2014; Uddin *et al.* 2014; Petropoulos *et al.* 2016). Ancak uzun zincirli omega-3 yağ asitleri bazı araştırmacılar tarafından tespit edilememiş (Simopoulos *et al.* 1992; Liu *et al.* 2000; Siriamornpun and Suttajit 2010; Yun 2016), buna karşılık düşük miktarda $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ ve $C_{22:5}$ omega-3 yağ asitlerinin semizotunda bulunduğu, Oliveira *et al.* (2009) tarafından onaylanmıştır.

Yüksek kolesterol ve kalori içeriği olan balık yağlarına kıyasla semizotu, insan beslenmesi için gerekli omega-3 yağ asidi olan α -linolenik asit bakımından kolesterol içermeyen zengin bir kaynaktır (Simopoulos 2001; Siriamornpun and Suttajit 2010; Alam *et al.* 2014c).

Bahsedilen bileşenlerin yanı sıra taze semizotu yaprağında diğer pek çok meyve ve sebzele bildirilenden daha yüksek oranda (19000 pg/g) melatonin tespit edilmiştir (Simopoulos *et al.* 2005). Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin) memeli hayvanlarda epifiz bezi tarafından sentezlenen ve bitkilerde de bulunan, indolamin türevi bir hormondur. 1958 yılında Aaron Lerner tarafından keşfedilen melatonin, triptofan amino asidinden sentezlenen ve uyku ritimlerini düzenleyen bir kronobiyotiktir (Suhner *et al.* 2001; Keijzer *et al.* 2014; Oliveira *et al.* 2014). Uykuya dalış hızını, uyku kalitesini, süresini ve vücudun biyolojik saatini dengeleyen melatoninin aynı zamanda depresyon, davranış sorunları ve ebeveynlik stresi gibi duygu-durum bozukluklarında da yapıcı

etkileri vardır. Melatonin epifiz salgı bezinin, retina tarafından uyarılmasıyla karanlıkta salgılanır bu yüzden uyku hormonu ya da karanlığın hormonu olarak adlandırılır (van Maanen *et al.* 2011; Masters *et al.* 2014). Melatonin takviyesinin uykusuzluk, özellikle skonder uykusuzluk (organik olmayan) tedavisinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Buscemi *et al.* 2006; Liira *et al.* 2014). Bu konuda yapılan çalışmalarda melatoninin ikincil uyku bozuklukları üzerinde hipnotik (uyutucu) bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Suhner *et al.* 2001; Yoon and Song 2002; Sadeghniaat-Haghighi *et al.* 2016; Checa-Ros *et al.* 2018). Ancak birincil uykusuzluk üzerinde belirgin bir etki nadiren görülmüştür (Zhang *et al.* 2016). Melatonin hormonu yetersiz salgılandığında dışarıdan takviye edilmesi gerekebilir. Aynı zamanda melatonin çok güvenli bir moleküldür, yapılan çalışmalarda yüksek dozlarda (200 mg / kg / gün) uygulandığında bile hiç bir yan etkisi bildirilmemiştir (Suhner *et al.* 2001; van Geijlswijk *et al.* 2010; Oliveira *et al.* 2014; Checa-Ros *et al.* 2018). Melatonin, doğrudan ve dolaylı antioksidan etkiler de dâhil olmak üzere çeşitli önemli fonksiyonlara sahiptir. Üstelik anti inflamatuvar etkinin yanı sıra onkostatik özelliklere de sahiptir (Galano *et al.* 2011; Masters *et al.* 2014; Yang *et al.* 2014; Li *et al.* 2017; Reiter *et al.* 2017; Kubatka *et al.* 2018; Yu *et al.* 2018). Simopoulos *et al.* (2005), gaz kromatografisi ve kütle spektrometresi kullanarak yaptıkları araştırmada semizotunun melatonin içeriğinin, diğer incelenen meyve ve sebzelere göre oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Böylece melatonin, semizotunun yüksek besin değerine ilaveten fonksiyonel özellik kazanmasını da sağlayan ek bir bileşendir.

Yüksek besleyici değerine rağmen oksalat ve nitrat gibi antinütrisyonel maddeleri barındırması, özellikle böbrek taşı oluşturma eğilimi olan insanlar için semizotunun fazla kullanımını sınırlayabilir (Poeydomenge and Savage 2007; Kaşkar *et al.* 2008; Gonnella *et al.* 2010; Kaymak 2013). Noonan and Savage (1999), taze semizotunu ıspanakla beraber yüksek oranda oksalat içeren sebzeler grubunda sınıflandırmıştır. Yakın zamanda, Abdel-Moemin (2014) sebzeleri oksalat içeriğine göre, düşük (<10 mg/100 g TA), orta (10-25 mg), yüksek (26-99 mg) ve çok yüksek (100-900 mg) olarak 4 kategoriye ayırmış ve semizotunun çok yüksek oksalat konsantrasyonu içeren sebzelerin grubunda yer aldığını bildirmiştir.

Semizotu özellikle tıbbi açıdan çok değerli maddeler içeren bir sebze olarak Dünya Sağlık Örgütünde en çok kullanılan tıbbi bitkilerden biri olarak listelenmekte, aynı zamanda Çin kültüründe uzun ve sağlıklı ömür için gerekli bir sebze olarak değerlendirilmektedir (Dweck 2001; Zhang *et al.* 2002; Alam *et al.* 2014b). Eski çağlardan beri farklı kültürlerde sağlam farmakolojik profile sahip olan semizotu, böbrek, cilt, karaciğer ve dalak hastalıkları, ateş, ishal, dizanteri gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde halk tarafından tıbbi bitki olarak kullanılmıştır (Sultana and Raheman 2013). Son yıllarda bu bitkinin sağlık üzerinde birçok olumlu etkisi hem *in vitro* ve *in vivo* hem de deney hayvanları ve klinik çalışmalarda kanıtlanmıştır (Petropoulos *et al.* 2016; Iranshahy *et al.* 2017; Petropoulos *et al.* 2018).

Literatürde semizotunun immünomodülatör bir madde olmasının (YouGuo *et al.* 2009; Chen *et al.* 2016) yanı sıra antispazmodik, antiartritik, antiseptik, diüretik, antimikrobiyal, antifungal, antikanser, tonik ve febrifüj (ateş düşürücü) olduğu da bildirilmiştir (Oh *et al.* 2000; Cho *et al.* 2008; Danin *et al.* 2013; Sultana and Raheman 2013; Abd El-Aziz *et al.* 2014; Chen *et al.* 2016; Stadlbauer *et al.* 2016; Wainstein *et al.* 2016). Aynı zamanda oksidatif stresin neden olduğu kardiyovasküler, nörodejeneratif ve diğer kronik hastalıkların önlenmesinde de yararlıdır (Dkhil *et al.* 2011; Guo *et al.* 2016).

Esmailzadeh *et al.* (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, semizotu tohumlarının vücut ağırlığını, vücut kitle indeksini (BMI), kandaki trigliseritleri ve kan basıncını azaltabildiği bildirilmiştir. Diğer araştırmacılar semizotu yaprak ve tohum ekstraktının trigliseritler, LDL, VLDL, HDL ve toplam kolesterol seviyelerini azaltarak anti-hiperlipidemik ve anti-hipokolesterolemik aktiviteye sahip olabileceğini bildirmişlerdir (Movahedian *et al.* 2007; Pragda *et al.* 2012; Changizi-Ashtiyani *et al.* 2013). Aynı zamanda günde 500 mg *Portulaca oleracea* L, tohum ekstraktının tüketilmesiyle obez ergenlerin lipit profillerinin düzenlendiği bildirilmiştir (Sabzghabae *et al.* 2014).

Silva and Carvalho (2014), yaprak, sap ve çiçeklerden elde edilen ekstraktların hidroksil radikaline karşı DNA'yı koruyucu etkisi olduğunu ve bu yönüyle semizotunun antimutagenik bir ajan olabileceğini önermiştir.

Çin geleneksel tıbbında kullanılan semizotunun antidiyabetik olduğu birkaç klinik çalışmayla da kanıtlanmıştır. Semizotunun, lipid profilini düzenlemekle birlikte açlık ve tokluk kan şekeri, insülin, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi ve kan basıncını önemli ölçüde azaltarak tip-2 diyabet tedavisinde destekleyici bir tedavi (adjuvan) olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir (El-Sayed 2011; Wainstein *et al.* 2016). Semizotunun anti-diyabetik etkisinin polisakkarit içeriği ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Gong *et al.* 2009).

Bilindiği üzere ω -3 yağ asitleri ve melatoninin kaynakları sınırlıdır. Semizotu, insan sağlığı ve dengeli beslenmede önemli olan ω -3 yağ asitlerini ve güçlü bir bağışıklık sistemi, sağlıklı bir vücut için gerekli olan ve uyku hormonu denilen melatoninin diğer bitkilerden çok daha yüksek miktarda içeren bir bitkidir. Bunun yanı sıra yüksek besin içeriğine ve antioksidan kapasiteye sahip olan semizotu, Türkiye de dâhil olmak üzere birçok ülkede sevilerek tüketilen bir sebzedir. Semizotunun biyoaktif bileşenler içeriği yanında, kolayca ve ucuza temin edilebilen bir ürün olması popülaritesinin giderek artacağı beklentisini doğurmaktadır. Literatürde, özellikle Türkiye'de semizotu ile ilgili kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur.

Bu çalışmanın amacı, semizotunun taze ve liyofilize edilmiş örnekleri ile; su, metanol ve aseton gibi üç farklı çözücü kullanılarak elde edilen ekstraktlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (toplam fenolik madde, klorofil, β -karoten, toplam flavonoid madde, flavonol, C vitamini, pH ve renk) ile *in-vitro* antioksidan aktivitesini inceleyerek, besinsel bileşimini ortaya çıkarmak ve kullanılan çözücülerin ekstraksiyona olan etkisini belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akdeniz (2007)'in, İzmir'in Bornova ilçesinde yetiştirilmiş olan Temmuz ve Eylül aylarında hasat edilen ve farklı saklama koşullarında depolanan semizotunun kalite ve besin içeriğinde meydana gelen değişimleri incelediği araştırmada, semizotu üç farklı şekilde (köklü-demetli, PE torba-köksüz ve PVC-köksüz) ve 3 saklama sıcaklığında (5, 10 ve 20°C) 7 gün süreyle depolanmıştır, 5°C'de ve PVC tabakta saklanan semizotunun, diğer saklama şekillerine göre kalite parametrelerinin daha iyi olduğu, aynı zamanda pazarlama süresinin de daha uzun olduğu bildirilmiştir.

Siriamornpun and Suttajit (2010), semizotunun sap, yaprak ve çiçeklerinin fenolik asit, flavonoid, askorbik asit, β -karoten ve yağ asitleri gibi mikro kimyasal bileşenlerini belirlemeyi amaçladığı çalışmada, çiçek su ekstraktının en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesine sahip olduğunu göstermiştir. Ancak yapraklardan elde edilen ekstraktın toplam flavonoid ve askorbik asit içeriği bakımından en yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada saplarda β -karoten içeriği ise çiçek ve yapraklardan önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Klorojenik asitin tüm semizotunun kısımlarında başlıca fenolik asit olduğu, rutin yaprakta ve mirisetinin ise çiçek ve saplarda başlıca flavonoid olduğu gösterilmiştir. Bunun yanı sıra, α -linolenik asit içeriği yaprak, sap ve çiçeklerde sırasıyla 149, 216 ve 523 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Uddin *et al.* (2012a) tarafından yapılan bir araştırmada, *Portulaca oleracea*'nın mineral içeriği ve antioksidan özelliklerinin farklı olgunluk düzeylerindeki (15, 30, 45 ve 60 günlük) değişimleri incelenmiştir. TFM içeriğinin 174,5-348,5 mg GAE/100g arasında, askorbik asit içeriğinin 60,5-86,5 mg/100g arasında, DPPH radikali giderme aktivitesinin (IC_{50}) 1,30-1,71 mg/ml arasında, askorbik asit ekivalenti antioksidan aktivitesinin (AEAC) 229,5-319,3 mg AA/100g arasında, FRAP'ın ise 1,8 – 4,3 mg GAE/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Olgun semizotunun TFM içeriği, antioksidan aktivitesi ve Ca, Mg, K, Fe ve Zn içeriğinin olgunlaşmamış bitkilerden daha yüksek olduğu ve 60 günlük bitkinin en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Alam *et al.* (2014b)'nin 13 semizotu örneğinin metanolik ekstraktlarında toplam fenolik, flavonoid ve karotenoid içerikleri ve antioksidan aktivitesini inceledikleri bir çalışmada, TFM 0,96-9,12 mg GAE/g KM aralığında, toplam flavonoid 0,13-1,44 mg RE/g KM aralığında, toplam karotenoid 0,52-5,64 mg BKE/g KM aralığında bulunmuştur. Aynı çalışmada DPPH radikali giderme aktivitesi (IC₅₀) 2,52-3,29 mg/ml arasında, Fe⁺³ iyonu indirgeme gücü (FRAP) 7,39-104,2 μ mol TE/g KM arasında değişmiştir. Potasyumun diğer mikro ve makro mineraller arasında en yüksek mineral olduğu ardından N, Na, Ca, Mg, P, Fe, Zn ve Mn'in geldiği belirlenmiştir. Semizotunun süs tiplerinin antioksidan bakımından, sebze olarak kullanılan tiplerinin ise mineral bakımından daha zengin olduğu sonucuna varılmıştır.

Başka bir çalışmada Eljach Mosquera (2014), kullanılan azot formu ve fotoperiyodun (gün uzunluğu-aydınlanma süresi) semizotunun gelişmesi, oksalik asit içeriği ve lipid profili (özellikle LA ve ALA) üzerine etkili olduğunu ispatlamıştır. Çalışmada NO₃⁻ : NH₄⁺ (50:50) kullanılarak 12 saat aydınlanma süresinde yetiştirilen semizotunun, en yüksek miktarda linoleik asit (toplam yağ asidinin %16) ve α -linolenik (toplam yağ asidinin %24,55) asit, en düşük konsantrasyonda da (367,58 mg/100 g TA) oksalik asit içerdiği belirlenmiştir.

Unsal *et al.* (2015) tarafından yapılan başka bir çalışmada Kahramanmaraş bölgesinde farklı marketlerden toplanan semizotu yaprak ve dallarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Semizotunun yaprak ve dallarından elde edilen ekstraktların *E.coli*, *S. aureus*, *M. luteus*, *P. aeruginosa*, *B. megaterium* ve *E. Cloacae*'ya karşı antibakteriyal aktivitesi (7 mm inhibisyon zonu/40 μ l/disk), *Kluyveromyces marxianus* ve *Rhodotorula rubra*'ya karşı da antifungal aktiviteye (7-8 mm inhibisyon zonu/ 40 μ l/disk) sahip olduğu bildirilmiştir. Semizotunun yaprak ekstraktları dal ekstraktlarına göre oldukça yüksek antifungal ve antibakteriyal aktivite göstermiştir. Aynı çalışmada superoksit dismutaz aktivitesi, katalaz aktivitesi ve oksidatif stresin indikatörü olarak bilinen malondialdehit düzeyi semizotu yaprak ekstraktında sırasıyla 1,05 U/mg protein, 210,67 U/mg protein ve 2,83 nmol/mg protein olarak belirlenmiştir.

Türkiye'nin farklı yörelerinde doğal olarak yetişen ve kültür ortamında yetiştirilen semizotunun farklı ekstraktlarının toplam fenolik miktarı ve antioksidan aktivitesinin farklı yöntemler ile incelendiği bir çalışmada, toplam fenolik madde miktarının en yüksek aseton ekstraktında ve en düşük ise etanol ekstraktında olduğu belirlenmiştir (Güngören 2016). Ayrıca, kültür ortamında yetiştirilmiş semizotu örneklerinin en az TFM (1,70 mg GAE/g), DPPH giderme aktivitesi (%3,28), metal çelatlama kapasitesi (%1,37) ve hidrojen peroksit giderme aktivitesine (%3,52) sahip olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada farklı illerde doğal olarak yetişen semizotu aseton ekstraktının TFM içeriğinin 8,38 mg GAE/g, DPPH Giderme aktivitesinin %16,1, metal çelatlama kapasitesinin %6,21 ve hidrojen peroksit giderme aktivitesinin %11,24 olduğu bildirilmiştir.

Yun (2016), aynı şartlarda yetiştirilen iki semizotu alt tipinin (*P.edulis* ve *P.granulatozellulata*) yetiştirme kalitesi ve kimyasal kompozisyonu üzerine yapmış olduğu araştırmada, iki alt tipin de yetiştirme kalitesi, yüksek α -linolenik asit, mineral içeriği, yağ asidi profili ve dengeli ω -6: ω -3 oranı bakımından benzer olduğunu göstermiştir. Ancak C vitamini, toplam flavonoidler, Mg ve Fe'nin *P.granulatozellulata* tipinde daha yüksek olduğunu belirtirken, *P.edulis*'in; K içeriğinin daha yüksek, bitkinin fiziksel özelliklerinin daha iyi ve yetiştirilmesinin daha kolay olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada nitrat ve ağır metal miktarlarının referans aralıkta olduğunu ve tüketim olgunluğunda oksalik asit içeriğinin oldukça azaldığını da belirtmiştir. Bunun yanı sıra, örneklerin yüksek besin öğeleri ve düşük oksalik asit oranına 25 günlük yetiştirme periyodu sonunda geldiğini belirtmiş ve tüketim olgunluğu süresi olarak önermiştir.

Aziz (2016), Irak'ın kuzey yöresinden toplanan semizotu yapraklarından Nandigerin, Retikülin, (R)-3,4-Dehidromagnocurarine, Gitingensin, (S)-Tembetarin, Homolycorine, Angustureine, Siklobullatin-A, 10- (5-p-coumaroyl-6-metilpiperidin-2-yl) dodekan-2 - one ve 10- (5-p-kumaroil-6-metilpiperidin-2-il) tetradekan-2-one olmak üzere on farklı alkaloidi HPLC/ESI-MS (Elektrosprey İyonlaşma-Kütle Spektrometresi) kullanarak ilk kez tanımlamıştır.

Sallam and Anwar (2017), kullanılan çözücü tipi ve gama radyasyon dozunun semizotunun antioksidan aktivitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 50:50 metanol:su ile yapılan ekstraksiyonla elde edilen ekstraktların, 50:50 etanol:su ve %100 su ekstraktlarına göre elde edilenlerden daha yüksek TFM ve toplam flavonoid miktarına, DPPH, FRAP ve β -karoten ağartma yöntemlerinin her üçünde de daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra gama ışınlama uygulamasıyla semizotunun fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesinin arttığı gösterilmiş, radyasyon dozunun arttırılmasıyla bu parametrelerin oranında da artış olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada metanol ekstraktının, ayçiçek yağının oksidatif stabilitesini yükselttiği ve raf ömrünü 2 ay uzattığı rapor edilmiştir, Metanol ekstraktı ayrıca *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella Pneumonia* ve *Bacillus cereus* gibi gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etki göstermiştir.

Gallo *et al.* (2017), yaptıkları çalışmada, semizotu yaprağında bulunan bioaktif ve antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonu için sıcak maserasyon, ultrasonik maserasyon, Naviglio ekstraktör ve sıcak maserasyon-Naviglio ekstraktör olmak üzere dört farklı katı-sıvı ekstraksiyon tekniğini karşılaştırmışlardır. Çalışmada sıcak maserasyon ve Naviglio ekstraktör karma yöntemiyle 237,8 mg GAE/100g TA ile en yüksek fenolik madde oranı elde edilmiştir. Ancak Naviglio ekstraktör ile elde edilen ekstraktın en yüksek DPPH radikal giderme aktivitesine (70%) sahip olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada semizotunun yapraklarında, sıvı kromatografi-tandem kütle spektrometresi (LC / MS / MS) kullanılarak kafeik asit, p-kumarik asit, skopetin, ferulik asit, kuersetin-3-O-ramnozid, kuersetin ve apigenin polifenolik bileşikleri bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Almasoud and Salem (2014) ve Hussien (2016) yaptıkları çalışmalarda semizotunun aperatifleri zenginleştirmede başarıyla kullanılabileceğini önermişlerdir. Semizotu tozu ilavesi ile üretilmiş iki çerez gıdanın (krakerler ve ekstrüde edilmiş aperatif) protein, kül ve lif içeriği önemli ölçüde artmıştır. Aynı zamanda mineral (özellikle Fe, Zn ve Ca) miktarında da artış görülmüştür. Bunun yanı sıra semizotu miktarı arttıkça aperatiflerin

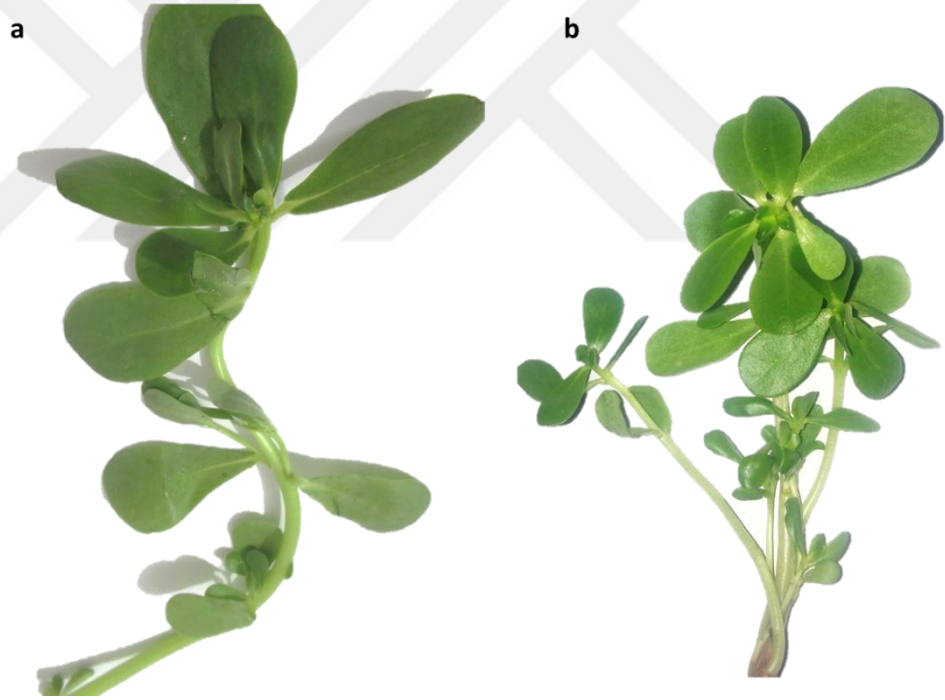
toplam fenolik madde, linoleik ve α -linolenik yağ asidi içerikleri ve antioksidan aktivitelerinin de arttığı bildirilmiştir. Organoleptik analiz sonucunda semizotunun aperatiflere az miktarda (kraker için %5 ve ekstrüde aperatif için %2) ilavesinin duysal özelliklerinde etkili olmadığı ve kontrol ürünlere yakın olduğu gösterilmiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada, 2018 yılının Haziran ayında tüketim olgunluğunda hasat edilmiş iki farklı semizotu örneği Erzurum piyasasından temin edilerek materyal olarak kullanılmıştır. Birinci örneğ (Örneğ 1); yeşil renkli, geniş ve etli yapraklı, kalın saplı iken, ikinci örneğ (Örneğ 2) hafif sarı-yeşil renkli, küçük ve daha ince yapraklı, daha ince saplı ve sapların alt kısmı kırmızı renklidir.



şekil 3.1. Semizotu örneğleri (a- Örneğ 1 ve b- Örneğ 2)

3.2. Yöntem

Taze semizotu bitkileri temizledikten sonra küçük parçalar halinde doğranmıř ve PE torba içinde derin dondurucuda -20°C 'de liyofilizasyon (dondurularak kurutma) yapıłana kadar muhafaza edilmiřtir. Dondurulmuř örneęler -80°C 'de yaklařık 36 saat

liyofilizatörde (OPERON, FDU-8612) %5'ten daha az kuru madde içeriğine ulaşana kadar kurutulmuştur. Ardından yüksek hızlı bir blender (Waring 8011ES) içinde toz haline getirilip homojenize edilmiş ve cam kaplarda 4°C'de muhafaza edilmiştir (Youssef and Mokhtar 2014). Taze ve liyofilize örnekler il su, metanol ve aseton ekstraktların bu analizler yapılmıştır.

3.2.1. Örnek ekstraktlarının analize hazırlanması

Semizotu ekstraktlarının eldesinde Crozier *et al.* (1997) ve Al-Dabbas (2017b)'ın kullandıkları metotlar modifiye edilmiştir. Ekstraksiyonda; saf su, metanol ve aseton olmak üzere üç farklı polariteye sahip çözücü kullanılmıştır. Kuru semizotundan 10 g tartılmış ve üzerine 150 ml (1:15, g/ml) çözücü ilave edilmiştir. Orbital çalkalayıcıda (Biocote-SSL1) 250 d/dak'da, karanlık ortamda ve oda sıcaklığında 14 saat karıştırıldıktan sonra Whatman No:1 filtre kâğıdı ile filtre edilmiştir. Kalıntıya, kullanılan çözücülerden ilave edilerek 3 saat çalkalama suretiyle ekstraksiyon prosedürü tekrar edilmiştir. Rotary evaporatör (Heidolph laborata 4000 efficient- HB digital) yardımıyla kullanılan çözücüler uzaklaştırılarak ekstraktların hacmi 70 ml'ye kadar düşürülmüştür. Konsantre ekstraktlar vakumlu fırın (WiseVen, WOV-30) kullanılarak 45°C'de çözücüler tamamen uçuruluncaya kadar bekletilmiştir. Elde edilen kuru ekstraktlar kapaklı amber cam şişelerde -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve flavonol içeriği, DPPH radikali giderme aktivitesi, metal çelatlama aktivitesi tayini için kuru ekstraktların metanolde 2000 µg/ml konsantrasyona ulaşacak şekilde çözeltileri hazırlanmıştır. Taze ve liyofilize edilmiş örneklerden de; 10'ar g tartılmış ve 100 ml metanol ile orbital çalkalayıcıda 14 saat karıştırılmıştır. Whatman No:1 filtre kâğıdı ile filtre edildikten sonra kalıntıya 50 ml metanol ilavesiyle ekstraksiyon tekrar edilmiştir. Elde edilen toplam ekstraktın hacmi rotary evaporatör kullanılarak 50 ml'ye kadar düşürülmüştür.

3.2.2. Analiz metotları

3.2.2.a. Kuru madde tayini

Taze ve liyofilize edilmiş semizotu örneklerinden $3,0\pm 0,2$ g tartılmış, $104\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma gelinceye kadar tutulmuştur. Elde edilen değerler kullanılarak toplam kuru madde miktarı ve su içeriği belirlenmiştir (Anonymous 1995).

3.2.2.b. C vitamini tayini

Örnekler %1'lik okzalik asit çözeltisi içinde homojenize edilmiş, %0,05'lik 2,6-diklorofenolindofenol boya çözeltisi ile titrasyona tabi tutulmuştur. Boya çözeltisi 20 mg/100 ml'lik askorbik asit standart çözeltisi ile titrasyona tabi tutularak standardize edilmiştir (Anonymous 1995; Chang *et al.* 2016).

3.2.2.c. pH tayini

Tampon çözeltilerle (pH 4,00, 7,00 ve 10,1) kalibre edilen pH-metrede (OHAUS-Starter 3100) ekstraktların doğrudan pH değerleri belirlenmiştir. Taze ve liyofilize örnekler bir miktar saf su ile karıştırılıp pH değeri ölçmüştür.

3.2.2.d. Yağda-çözünür pigment (β -karoten ve klorofil) tayini

500 mg taze semizotu, 200 mg kuru semizotu ya da 100 mg ekstrakt, 10 ml aseton-hekzan çözeltisi (4:6) ile 5 dak şiddetle çalkalanmış ve Whatman No:1 filtre kağıdından geçirilmiştir. Ardından ekstraktlar aseton-hekzan karışımı ile seyreltilmiş ve absorbansları 453, 505, 645 ve 663 nm'de spektrofotometre ile ölçülmüştür. Kör numune olarak aseton-hekzan karışımı kullanılmış ve aşağıdaki formüller ile hesaplandıktan sonra 100g kuru maddede mg olarak klorofil *a*, klorofil *b* ve β -karoten miktarları belirtilenmiştir (Barros *et al.* 2011).

$$\text{Klorofil } a = 0,999 \times A_{663} - 0,0989 \times A_{645}$$

$$\text{Klorofil } b = -0,328 \times A_{663} + 1,77 \times A_{645}$$

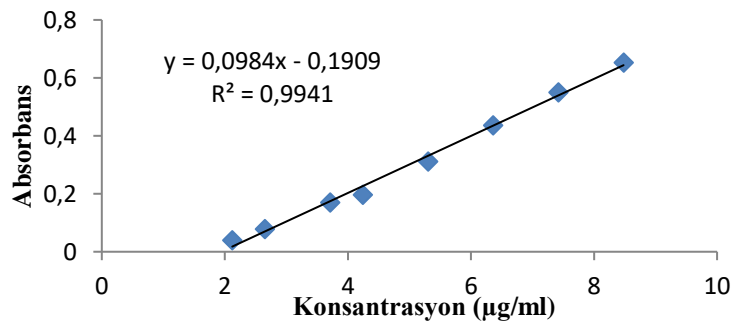
$$\beta\text{-karoten} = 0,216 \times A_{663} - 1,220 \times A_{645} - 0,304 \times A_{505} + 0,452 \times A_{453}$$

3.2.3. Fenolik madde ve antioksidan aktivitesi tayini

3.2.3.a. Toplam fenolik madde tayini

Hazırlanan örnek ekstraktlarından deney tüplerine 0,5 ml aktarıldıktan sonra sırasıyla Folin-Ciocalteu ve Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilip saf suyla hacim 10 ml'ye tamamlanmıştır. Tüpler karanlık ortamda oda sıcaklığında 1 saat inkübe edildikten sonra 760 nm'de, köre karşı absorbans ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit kalibrasyon eğrisine göre regresyon denkleminde mg GAE/g ekstrakt cinsinden hesaplanmıştır (Al-Dabbas 2017a).

Toplam fenolik madde içeriği, gallik asit standart grafik denklemine göre belirlenmiş (Şekil 3.2) ve TFM içeriği mg gallik asit eşdeğeri/g olarak ifade edilmiştir.

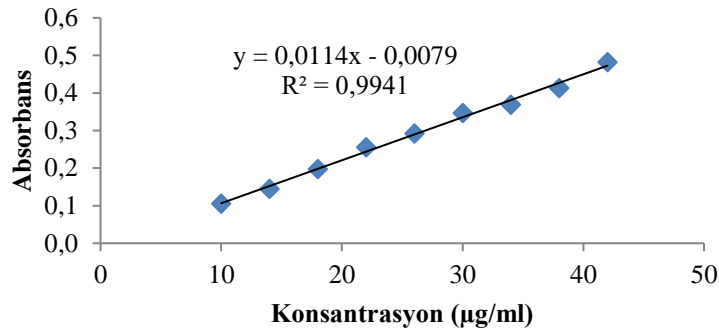


Şekil 3.2. TFM tayininde kullanılan gallik asit standart grafiği

3.2.3.b. Toplam flavonoid madde tayini

Örnek ekstraktından 0,5 ml alınarak 2 ml saf su ile vortekslenip 0,15 ml %5'lik NaNO_2 çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra 0,15 ml %10'luk AlCl_3 ve 2 ml %4'luk NaOH çözeltiden eklenip 10 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Tüpler vorteksledikten sonra örneklerin absorbansı 510 nm'de, köre karşı ölçülmüştür. Rutin standart grafiğine göre toplam flavonoid içeriği mg RE/g cinsinden belirlenmiştir (Pękal and Pyrzynska 2014).

Toplam flavonoid madde içeriği regresyon denkleminde ($y = 0,0114x - 0,0079$, $R^2 = 0,9941$) göre belirlenmiş (Şekil 3.3) ve sonuçlar rutin cinsinde mg RE /g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

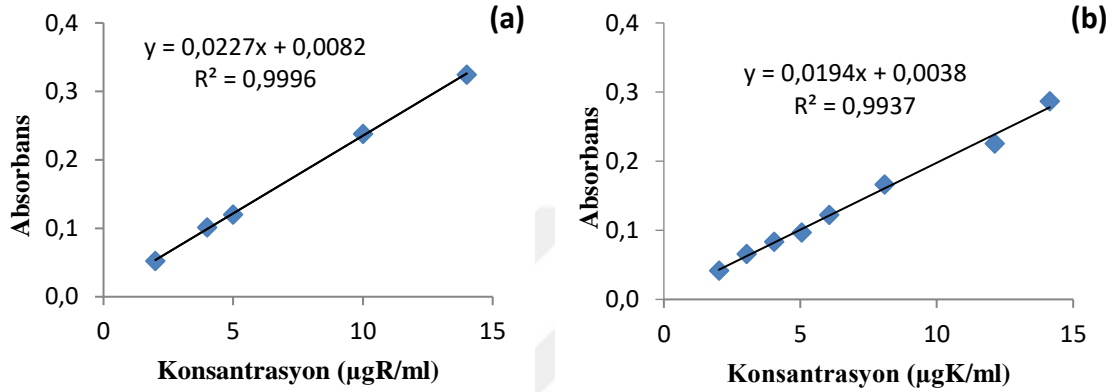


Şekil 3.3. Flavonoid tayininde kullanılan rutin standart grafiği

3.2.3.c. Toplam flavonol madde tayini

0,5 ml örnek ekstraktı, 0,5 ml %2 alüminyum triklorür ve 0,5 ml %5 sodyum asetat deney tüplerine aktarılmış ve 10 ml'ye saf su ile tamamlanıp vortekslenmiştir. Daha sonra 425 nm'de absorbans köre karşı ölçülmüştür. Rutin ve kuersetin standart grafiğine göre toplam flavonoid içeriği mg RE/g ve mg KE/g olarak belirlenmiştir (Almaraz-Abarca *et al.* 2007).

Farklı derişimlerde (2-14,5 µg/ml aralığında) hazırlanan rutin ve kuersetin standart grafik denklemlerine göre toplam flavonol içeriği belirlenmiş (Şekil 3)'u ve sonuçlar 1 gram kuru maddede rutin veya kuersetin cinsinden mg RE /g veya mg KE /g olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.4. Flavonol tayininde kullanılan rutin (a) ve kuersetin (b) standart grafikleri

3.2.3.d. DPPH radikali giderme aktivitesi tayini

DPPH radikalinden 40 mg tartılarak metanol ile 100 ml'ye tamamlanmıştır, Örnek ekstraktları farklı konsantrasyonlarda (0-50 µg/ml) 0,4 ml DPPH çözeltisi ile deney tüplerinde karıştırılmış ve toplam 4 ml'ye tamamlanacak şekilde metil alkol ilave edilerek karıştırıldıktan sonra 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Absorbans ölçümü 517 nm dalga boyunda, köre karşı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen absorbans değerlerinden formül kullanılarak DPPH radikali giderme aktivitesi (%) hesaplanmıştır:

$$\text{DPPH radikali giderme aktivitesi (\%)} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

%50 DPPH radikali giderme aktivitesini sağlayan ekstraktların konsantrasyonu (IC₅₀) ekstrakt konsantrasyon radikal giderme aktivitesi (%) grafiğinden hesaplanmış, değerler µg/ml olarak verilmiştir. Pozitif standart olarak BHA ve α-tokoferol kullanılmıştır (Brand-Williams *et al.* 1995).

3.2.3.e. Fe⁺² çelatlama aktivitesi tayini

Örnek ekstraktları, 2 mM FeCl₂ ve 5 mM ferrozin çözeltileri ile karıştırılmış, dengeye ulaştıktan sonra 562 nm'de, köre karşı absorbans ölçülmüştür. Etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) standart çözelti olarak kullanılmıştır. Kontrol, örnek yerine saf su kullanılarak hazırlanmıştır (Kumar *et al.* 2008).

$$\text{Çelatlama aktivitesi (\%)} = 1 - [(A_{\text{ekstrakt}} - A_{\text{kör}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

3.2.4. Renk analiz (Fiziksel)

Kolorimetre cihazı (Chroma Meter CR-400 Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan) kullanılarak semizotunun CIE parametre değerleri (L^* parlaklık, a^* kırmızı-yeşil renk tonu ve b^* sarı-mavi renk tonu) belirlenmiştir. Ölçüm yapmadan önce cihaz beyaz renkteki kalibrasyon aparatı ile kalibre edilmiş ve her örnek için 5 farklı ölçüm yapılmıştır. Elde edilen L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak rengin niteliğini belirten Hue° açısı ve rengin canlılığını ifade eden kroma değeri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (McGuire 1992; McLellan *et al.* 2007):

$$Hue^\circ = \arctan (b^* / a^*)$$

$$Kroma = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

3.2.5. İstatistiksel analiz

Araştırma, 3 farklı ekstraksiyon, taze ve liyofilize edilmiş semizotu bitkisi ve 2 farklı semizotu örneği olmak üzere üç tekerrürlü olarak tam şansa bağlı deneme planına göre yürütülmüştür. Elde edilen verilere IBM SPSS Statistics (version 20, SPSS Inc) paket programında varyans analizi yapılmıştır. Sonuçlar Ortalama \pm standart sapma olarak

ifade edilmiş ve önemli olan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Test yöntemi ile karşılaştırılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Taze ve Liyofilize Edilmiş Semizotu Örneklerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Çalışmada kullandığımız iki farklı semizotuna (Örnek 1 ve Örnek 2) ait taze ve liyofilize (dondurarak kurutulmuş) edilmiş örneklerin bazı kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Taze ve liyofilize semizotu örneklerine ait kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları (kuru maddede)

	Örnek 1		Örnek 2		
	Taze	Liyofilize edilmiş	Taze	Liyofilize edilmiş	
Kuru madde (%)	5,28 ± 0,55 ^{Ab}	94,75 ± 2,51 ^{Aa}	3,86 ± 0,39 ^{Ab}	93,17 ± 0,40 ^{Aa}	
Su (%)	94,72 ± 0,46 ^{Aa}	5,25 ± 2,51 ^{Ab}	96,14 ± 0,33 ^{Aa}	6,83 ± 0,40 ^{Ab}	
pH	4,57 ± 0,03 ^{Ba}	4,61 ± 0,01 ^{Aa}	5,12 ± 0,15 ^{Aa}	4,49 ± 0,03 ^{Ab}	
C vitamini (mg/g)	0,66 ± 0,08 ^{Aa}	0,75 ± 0,18 ^{Aa}	1,01 ± 0,39 ^{Aa}	0,78 ± 0,18 ^{Aa}	
β-karoten (mg/g)	0,80 ± 0,23 ^{Aa}	0,59 ± 0,18 ^{Aa}	0,50 ± 0,20 ^{Aa}	0,44 ± 0,23 ^{Aa}	
Klorofil a (mg/g)	1,24 ± 0,35 ^{Ab}	1,95 ± 0,054 ^{Aa}	1,14 ± 0,41 ^{Ab}	1,95 ± 0,26 ^{Aa}	
Klorofil b (mg/g)	0,72 ± 0,26 ^{Aa}	0,67 ± 0,23 ^{Aa}	0,54 ± 0,14 ^{Aa}	1,00 ± 0,42 ^{Aa}	
TFM (mg/g)	15,75 ± 0,04 ^{Ba}	5,53 ± 0,09 ^{Bb}	19,02 ± 0,89 ^{Aa}	6,72 ± 0,38 ^{Ab}	
Toplam flavonoid (mg/g)	9,61 ± 0,84 ^{Ba}	10,91 ± 0,82 ^{Aa}	28,19 ± 2,09 ^{Aa}	12,32 ± 0,78 ^{Ab}	
Toplam flavonol (RE) (mg/g)	9,08 ± 2,39 ^{Ba}	0,67 ± 0,30 ^{Bb}	12,1 ± 4,39 ^{Aa}	10,5 ± 0,48 ^{Ab}	
Toplam flavonol (KE) (mg/g)	12,79 ± 2,79 ^{Aa}	1,02 ± 0,35 ^{Bb}	12,1 ± 4,39 ^{Aa}	10,5 ± 0,48 ^{Aa}	
DPPH	%DPPH aktivitesi	9,31 ± 0,34 ^{Ba}	3,26 ± 0,46 ^{Ab}	11,74 ± 1,72 ^{Aa}	3,60 ± 0,11 ^{Ab}
	IC₅₀	170,12	638,31	160,82	549,60
Metal çelatlama(%)	3,67 ± 1,28 ^{Ba}	1,62 ± 0,02 ^{Bb}	19,15 ± 0,65 ^{Aa}	2,31 ± 0,11 ^{Ab}	
Renk	L*	37,59 ± 1,54 ^{Ab}	51,11 ± 3,16 ^{Aa}	38,35 ± 3,57 ^{Ab}	52,87 ± 0,79 ^{Aa}
	a*	-7,67 ± 0,97 ^{Aa}	-8,02 ± 0,80 ^{Aa}	-8,18 ± 0,81 ^{Aa}	-7,11 ± 1,07 ^{Aa}
	b*	15,97 ± 1,92 ^{Bb}	20,17 ± 1,34 ^{Aa}	18,86 ± 1,97 ^{Aa}	20,45 ± 2,25 ^{Aa}
	Hue°	115,98 ± 0,97 ^{Ab}	111,66 ± 1,14 ^{Ab}	113,80 ± 1,50 ^{Ba}	109,12 ± 0,82 ^{Bb}
	Kroma	17,74 ± 2,15 ^{Bb}	21,71 ± 1,51 ^{Aa}	20,57 ± 2,08 ^{Aa}	21,66 ± 2,47 ^{Aa}

Her bir örneğe ait satırda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır (p<0,05).

Örnekler arasındaki aynı muameleye ait (taze-taze; liyofilize-liyofilize) aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır (p<0,05).

Çizelge 4.2. Semizotu örneklerinin kimyasal ve fiziksel analizlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Bağımlı değişken	SD	KO	F
Semizotu Örnekleri	Kuru madde	1	6,810	3,941
	pH	1	0,139	23,705**
	C vitamin	1	0,112	2,042
	β -Kaoten	1	0,152	3,459
	Klorofil-a	1	0,008	0,090
	Klorofil-b	1	0,018	0,228
	TFM	1	14,978	63,680**
	Flavonoid	1	299,708	188,944**
	Flavonol-RE	1	219,020	43,773**
	FLavonol-QE	1	59,489	8,684*
	Çelatlama	1	196,004	375,987**
	%DPPH	1	5,723	7,038*
	<i>L</i> *	1	0,043	0,006
	<i>a</i> *	1	0,775	1,759
	<i>b</i> *	1	2,350	0,855
	<i>Hue</i> [°]	1	19,533	58,939**
	<i>Kroma</i>	1	1,191	0,376
Kurutma işlemi (Dondurarak kurutma)	Kuru madde	1	23973,029	13874,081**
	pH	1	0,261	44,628**
	C vitamin	1	0,017	0,306
	β -Kaoten	1	0,054	1,238
	Klorofil-a	1	1,740	18,911**
	Klorofil-b	1	0,125	1,582
	TFM	1	380,384	1617,196**
	FLavonoid	1	159,268	100,407**
	Flavonol-RE	1	194,471	38,867**
	FLavonol-QE	1	134,635	19,653**
	Çelatlama	1	267,367	512,880**
	%DPPH	1	150,968	185,670**
	<i>L</i> *	1	677,402	96,803**
	<i>a</i> *	1	0,049	0,112
	<i>b</i> *	1	32,571	11,854**
	<i>Hue</i> [°]	1	61,517	185,624**
	<i>Kroma</i>	1	27,000	8,528*
Örnek \times kurutma	Kuru madde	1	0,020	0,012
	pH	1	0,337	57,551**

Çizelge 4.2. (devam)

	C vitamin	1	0,076	1,397
	β-Kaoten	1	0,016	0,366
	Klorofil-a	1	0,007	0,078
	Klorofil-b	1	0,203	2,557
	TFM	1	3,233	13,746**
	FLavonoid	1	221,112	139,395**
	Flavonol-RE	1	0,389	0,078
	FLavonol-QE	1	76,986	11,238*
	Celatlama	1	164,042	314,675**
	%DPPH	1	3,280	4,034
	L*	1	0,198	0,028
	a*	1	8,217	18,649**
	b*	1	22,825	8,307*
	Hue°	1	4,095	12,356**
	Kroma	1	29,705	9,383*
Hata	Kuru madde	8	1,728	
	pH	8	0,006	
	C vitamin	8	0,055	
	β-Kaoten	8	0,044	
	Klorofil-a	8	0,092	
	Klorofil-b	8	0,079	
	TFM	8	0,235	
	FLavonoid	8	1,586	
	Flavonol-RE	8	5,004	
	FLavonol-QE	8	6,851	
	Celatlama	8	0,521	
	%DPPH	8	0,813	
	L*	8	6,998	
	a*	8	0,441	
	b*	8	2,748	
	Hue°	8	0,331	
Kroma	8	3,166		

** p<0,01 ; * p<0,05

Çalışmada taze semizotu örneklerinin %90'ın üzerinde su içerdiği, buna göre örnek 1'in %5,28, örnek 2'nin ise %3,86 kurumadde oranına sahip olduğu belirlenmiş, kuru madde bakımından örnekler arasında anlamlı (p<0,05) bir fark olmadığı da tespit edilmiştir

(Çizelge 4.1; Çizelge 4.2). Semizotunun %90'ın üzerinde su içeren bir bitki olarak bilindiği birçok araştırmada rapor edilmiştir. Taze semizotunun %92,86, liyofilize semizotunun ise %4,35 oranında su içerdiği belirlenmiştir (Youssef and Mokhtar 2014; Anonymous 2018c). Benzer şekilde Oliveira *et al.* (2009), taze semizotunun sap ve yapraklarında sırasıyla %90,5 ve %91,8 oranı ile suyu başlıca bileşen olarak bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada taze semizotunun kuru maddesinin 5,28-7,24 g/100g arasında değiştiği saptanmıştır (Akdeniz 2007).

Semizotu örneklerinin pH değerlerinin $p<0,01$ seviyesinde farklı olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda kurutma işleminin semizotunun pH değerleri üzerinde önemli ($p<0,01$) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Taze semizotu örneklerinin (Örnek 1 ve Örnek 2) pH değerleri 4,57 ve 5,12 olarak bulunurken, dondurarak kurutulmuş olanları 4,61 ve 4,49 olarak tespit edilmiştir. Dondurarak kurutma işlemi sonucunda Örnek 2'nin pH değerinde önemli ($p<0,05$) bir azalma görülmüştür (Çizelge 4.1). Kurutulmuş semizotunun pH değeri 5,7 ve toplam asitliği %0,68 olarak bildirilmiştir (Abd El-Aziz 2012).

Çalışmada kullanılan taze semizotu örneklerinin kuru ağırlık üzerinden C vitamini oranlarının 0,66-1,01 mg/g (Çizelge 4.1) ile literatürde bildirilenlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak Uddin *et al.* (2012a) tarafından bulunan değerlere (60,5-86,5 mg/100 g) yakın olduğu görülmektedir. Bu farklılığın çevresel şartlar, yetiştirme koşulları, hasat zamanı, depolama, çeşit ve genotipe bağlı olabileceği düşünülmüştür (Rinaldi *et al.* 2010; Uddin *et al.* 2012a; Zhou *et al.* 2015).

Semizotu örnekleri istatistiki bakımından benzer oranda C vitamini içermektedir (Çizelge 4.1; Çizelge 4.2). Semizotunun C vitamini bakımından zengin bir bitki olduğu bildirilmiştir (Simopoulos *et al.* 1992; Aberoumand 2011; Uddin *et al.* 2014; Yun 2016). Kültür ortamında yetiştirilen semizotunun kuru ağırlık üzerinden 5,06 mg/g ile doğal olarak yetişmiş olandan daha fazla C vitamini içerdiği bildirilmiştir (Simopoulos *et al.* 1992). Uddin *et al.* (2012a); farklı olgunluk düzeylerindeki semizotunun C

vitamini içeriğinin 60,5 ile 86,5 mg/100 g arasında değiştiğini ve olgunlaşma ile miktarın azaldığını rapor etmişlerdir. Bir gram taze semizotunun 0,38 mg (Oliveira *et al.* 2013) ve 0,17-0,31 mg (Yun 2016) C vitamini içerdiği bildirilmiştir.

Liyofilizasyon, ürünlerin kalite özelliklerini korumak amacıyla kullanılan en iyi kurutma yöntemlerinden biri olarak bilinmektedir. Çalışmamız sonucunda dondurarak kurutma işleminin semizotunun C vitamini içeriği üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1; Çizelge 4.2).

Birçok çalışmada, klorofil ve karotenoidler dâhil olmak üzere semizotu bitkisinin çeşitli biyoaktif bileşiklerin iyi bir kaynağı olduğu bildirilmiştir (Liu *et al.* 2000; Gonnella *et al.* 2010; Siriamornpun and Suttajit 2010).

Yapılan çalışmada, taze semizotunun β -karoten içeriği 0,50-0,80 mg/g KA aralığında bulunmuş (Çizelge 4.1) ve Siriamornpun and Suttajit (2010) yaptıkları çalışmada elde edilen sonuçlara yakın olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra dondurarak kurutma işlemi uygulamasıyla, semizotunun β -karoten içeriğinin az miktarda azaldığı belirlenmiştir. Ancak istatistiki olarak önemli olmadığı için kullanmış olduğumuz kurutma yönteminin β -karoten üzerine etkili olmadığı söylenebilir.

Semizotunun önemli miktarda farklı karotenoid bileşikleri içerdiği rapor edilmiştir. Liu *et al.* (2000); taze semizotunun yapraklarının 22-30 mg/g (TA) karotenoid içerdiğini ve Avustralya'nın semizotu varyetelerinin β -karoten bakımında zengin bir kaynak olduğunu bildirmişlerdir. Kültür ortamında yetişmiş semizotunun 0,38 mg/g ve yabani olanın 0,43 mg/g β -karoten içerdiği Simopoulos *et al.* (1992) tarafından bildirilmiştir. Alam *et al.* (2014b) 13 semizotu çeşidinin metanol ekstraktlarının β -karoten cinsinden toplam karotenoid içeriklerinin 0,52-5,64 mgBKE/g KM aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Raju *et al.* (2007) 50,84 mg/100 g ile semizotunun başlıca karotenoidinin lutin olduğunu, ardından 27,05 mg/100g ile β -karotenin geldiğini bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada semizotunun β -karoten içeriği 3,5 mg/100g ve lutin içeriği 5,4 mg/100g bildirilmiştir (Dias *et al.* 2009). Siriamornpun and Suttajit

(2010) Tayland'da doğal olarak yetişen semizotunun β -karoten içeriğinin literatürdeki değerlere göre yaklaşık 10 kat daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, yaprakların 0,58 mg/g β -karoten içerdiği tespit edilmiştir. Abd El-Aziz *et al.* (2014) yaptıkları çalışmada, kurutulmuş semizotunun toplam karoten içeriğini 110,97 mg/100g (KM) olarak bildirmişlerdir.

Kara (2011) yaptığı çalışmada semizotunun klorofil a ve klorofil b içeriğini sırasıyla 2,616 ve 1,619 mg/TA bildirmiştir. Semizotunda taze yaprakların 0,51 mg/g (KM) klorofil a ve 0,19 mg/g KM klorofil b içerdiği Youssef and Mokhtar (2014) tarafından rapor edilmiştir. Kurutulmuş semizotunun klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriği sırasıyla 0,32, 0,22 ve 0,54 mg/g (KM) olarak bildirilmiştir (Abd El-Aziz *et al.* 2014). Çalışmada elde edilen sonuçların (Çizelge 4.1), Kara (2011)'nin bildirdiği klorofil a ve b değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Ancak Youssef and Mokhtar (2014) ve Abd El-Aziz *et al.* (2014)'in tespit ettikleri miktarlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu farklılığın yetiştirme şartlarına bağlı olabileceği düşünülmüştür. Semizotunun klorofil içeriği, aydınlanma süresi, topraktaki azot formu ve azot oranına bağlıdır (Langton *et al.* 2003; Osorio *et al.* 2003; Eljach Mosquera 2014). Kuraklık ve yüksek sıcaklık ortamında yetişmiş semizotunun klorofil içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Jin *et al.* 2016). Ancak yüksek tuzlu ortamda yetişmiş olanların daha yüksek oranda klorofil a ve klorofil b içerdiği rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra 5°C sıcaklıkta depolanmasıyla renk bozulması ve klorofil kaybı bildirilmiştir (Rinaldi *et al.* 2010).

Klorofil a ve klorofil b içeriği bakımından taze ve liyofilize örneklerin benzer olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1; Çizelge 4.2). Bunun yanı sıra dondurarak kurutma işlemi ile semizotunun klorofil a içeriğinde artış görülmüştür. Benzer şekilde Youssef and Mokhtar (2014) yaptıkları çalışmada, dondurarak kurutma ile semizotunun klorofil a içeriğinin arttığını bulmuşlardır. Bu artışın sebebi olarak, kurutma işlemi sırasında meydana gelen matriks değişikliklerinden dolayı klorofil a'nın daha iyi bir şekilde ekstrakte edilebildiği ve çözücüye daha kolay geçebildiği düşünülmüştür.

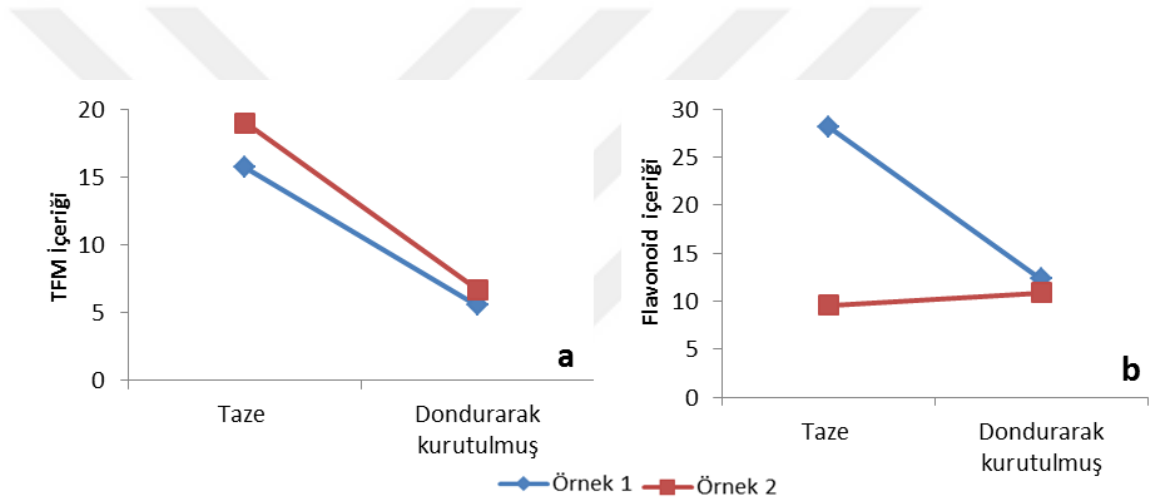
Çalışmada kullanılan semizotu örnekleri arasında TFM içeriği bakımından önemli fark ($p<0,01$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2). Taze örneklerin 15,75 ve 19,02 mg GAE/g (KM) fenolik madde içeriği ile literatürdeki değerlere yakın olduğu bulunmuştur (Siriamornpun and Suttajit 2010; Youssef and Mokhtar 2014; Gallo *et al.* 2017). Ancak bazı çalışmalarda bulunan değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür (Uddin *et al.* 2012a; Alam *et al.* 2014b). Kültür şartları, mevsim, bitki kısımları, olgunluk düzeyi ve çeşit gibi faktörlerin semizotunun fenolik madde içeriği üzerinde anlamlı bir şekilde etkili olduğu bildirilmiştir (Uddin *et al.* 2012a; Chowdhary *et al.* 2013; Alam *et al.* 2014a; Alam *et al.* 2014b; Alam *et al.* 2015; Petropoulos *et al.* 2016; Yun 2016). Bunun yanı sıra ekstraksiyonda kullanılan çözücü, ekstraksiyon yöntemi ve ekstraksiyon sıcaklığı gibi faktörlerin de etkili olduğu rapor edilmiştir (Uddin *et al.* 2012a; Alam *et al.* 2014b; Gallo *et al.* 2017; Sallam and Anwar 2017). Bu bağlamda farklı çalışmalarda semizotunun toplam fenolik madde miktarlarının (0,96-21,61 mgGAE/g KM) geniş bir aralığa sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 1.2).

Youssef and Mokhtar (2014), taze semizotu yaprağının toplam fenolik madde içeriğini 14,47 mgGAE/g (KM) olarak bildirmişlerdir. Onüç semizotu örneğinin metanolik ekstraktlarının 0,96-9,12 mgGAE/g (KM) aralığında toplam fenolik madde içerdiği rapor edilmiştir (Alam *et al.* 2014b). Lim and Quah (2007) semizotunun fenolik madde içeriğinin 1,27-4,78 mgGAE/g TA aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Farklı olgunluk düzeyindeki semizotunun TFM içeriğinin 1,74-3,48 mgGAE/g arasında olduğu bildirilmiştir (Uddin *et al.* 2012a). Antalya’da doğal olarak yetişen semizotunun metanol ekstraktı fraksiyonlarının TFM içeriğinin 0,03- 316,35 mg/kg (KM) arasında değiştiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada metanolik ham ekstraktının değeri 10,32 mg/kg (KM) ile nispeten düşük bulunmuştur (Erkan 2012). Kurutulmuş semizotunun toplam fenolik içeriğinin 3,54 mgGAE/g (KM) olduğu bildirilmiştir (Abd El-Aziz *et al.* 2014).

Taze semizotu ve liyofilize edilmiş örneklerin toplam fenolik madde içerikleri arasında istatistiki bakımından önemli fark ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Dondurarak kurutma uygulamasıyla taze semizotunun toplam fenolik madde içeriğinde önemli ($p<0,05$) bir azalma görülmüştür (Çizelge 4.1). Benzer şekilde Youssef and

Mokhtar (2014) tarafından liyofilize edilmiş semizotu yapraklarında toplam fenolik maddelerin %36 azaldığı bildirilmiştir. Kurutma işlemi sırasında enzim, ışık ve oksijen gibi faktörlere bağlı olan çeşitli kimyasal reaksiyonların fenolik maddelerin parçalanmasına ve azalmasına sebep olabileceği düşünülmüştür.

Semizotu örneklerinin toplam fenolik madde içeriğinde meydana gelen değişimler dondurarak kurutmaya bağlı olarak çok önemli düzeyde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.2; Şekil 4.1). Kurutma işlemi sonucunda Örnek 1 ve örnek 2'nin TFM miktarlarının benzer oranda azaldığı bulunmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. TFM (a) ve flavonoid (b) miktarı üzerine örnek × kurutma interaksiyonunun etkisi

Örnek 2'nin, Örnek 1'e göre önemli ($p < 0,05$) oranda daha yüksek miktarda flavonoid içerdiği bulunmuştur (Çizelge 4.1). Liyofilizasyon işleminin semizotunun flavonoid içeriği üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Dondurarak kurutma uygulanmasıyla flavonoid içeriği bakımından Örnek 1'de fark görülmezken, Örnek 2'de önemli ($p < 0,05$) bir azalma olmuştur (Çizelge 4.1). Liyofilizasyon işlemiyle flavonoid içeriğinde gözlenen azalma Youssef and Mokhtar (2014)'ın yaptıkları çalışmanın sonuçları ile uyumludur. Semizotu örneklerinin flavonoid içeriği üzerinde $p < 0,01$ seviyesinde önemli etkisi saptanan örnek × kurutma interaksiyonu Şekil 4.1'de verilmiştir.

Literatürde semizotunun toplam flavonoid miktarlarında büyük bir varyasyon olduğu görülmektedir. Alam *et al.* (2014b), Abd El-Aziz *et al.* (2014) ve Sallam and Anwar (2017)'in bildirdikleri değerler nispeten düşük ise de, Uddin *et al.* (2012a) ve Yun (2016) tarafından bildirilen değerlerin yaklaşık 50 kat daha yüksek olduğu görülmüştür. Yetiştirme şartları, bitki kısımları ve çeşit gibi faktörler bu farklılığa sebep olabilir.

Onüç semizotu örneğinin metanolik ekstraktının 0,13-1,44 mgRE/g (KM) aralığında toplam flavonoid madde içerdiği rapor edilmiştir (Alam *et al.* 2014b). Sallam and Anwar (2017) yaptıkları çalışmada semizotunun toplam flavonoid içeriğinin 0,25-0,65 mgKE/g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Semizotunun kısımları farklı oranlarda toplam flavonoid içermekle birlikte yapraklarda, çiçek ve saplardan daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir (Siriamornpun and Suttajit 2010). Uddin *et al.* (2012a); semizotunun metanol ekstraktının flavonoid içeriğini 28,7-49,18 mgRE/g (KM) aralığında tespit etmişlerdir. Çinde çok kullanılan iki çeşit semizotu üzerine yapılan bir çalışmada toplam flavonoid içeriği 20,3-45,4 mg RE/g (KM) arasında bulunmuştur. Aynı çalışmada toplam flavonoid maddenin olgunluk düzeylerine bağlı olarak değiştiği, olgun bitkinin daha yüksek toplam flavonoid içerdiği rapor edilmiştir (Yun 2016). Elde ettiğimiz değerler literatürdeki değerler ile uyum içindedir.

Flavonol miktarı bakımından örnekler arasında önemli (Rutin eşdeğeri $p < 0,01$, kuersetin eşdeğeri $p < 0,05$) fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Literatür taramasında semizotu bitkisinin toplam flavonol içeriğini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak flavonol sınıfına ait olan rutin, mirisetin, kuersetin ve kamferol gibi bileşiklerin semizotunun tüm kısımlarında bulunduğu birçok çalışmada rapor edilmiştir (Siriamornpun and Suttajit 2010; Erkan 2012; Abd El-Aziz *et al.* 2014; Gallo *et al.* 2017). Semizotu yapraklarının başlıca flavonoidi rutin iken, sap ve çiçeğin başlıca flavonoidinin mirisetin olduğu bildirilmiştir (Siriamornpun and Suttajit 2010).

Dondurarak kurutma işleminin semizotunun flavonol içeriği üzerine etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2). Dondurarak kurutma işlemi sonucunda her iki örneğin de flavonol içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

DPPH radikali giderme aktivitesi bakımından örnekler arasında önemli ($p<0,05$) fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Taze semizotu örneklerinin (Örnek 1 ve Örnek 2), 37 µgKM/ml konsantrasyonda, DPPH radikali giderme aktivitesi %9,31 ve 11,74 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Çalışmada elde edilen değerler Sallam and Anwar (2017)'ın bildirdiği değerlere yakın iken, diğer kaynaklara göre belirgin bir şekilde daha düşük bulunmuştur (Siriamornpun and Suttajit 2010; Uddin *et al.* 2012a; Alam *et al.* 2014b). Bu farklılık çeşit, yetiştirme şartları, kullanılan bitki kısımları, olgunluk düzeyi gibi faktörlerden kaynaklanabilir. Ayrıca çalışmada kullandığımız konsantrasyonların diğer çalışmalardan daha düşük olmasından dolayı elde ettiğimiz değerler de diğer çalışmalara göre daha düşük çıkmış olabilir.

Taze semizotu yaprağının DPPH radikali giderme aktivitesi Youssef and Mokhtar (2014) tarafından %53,23 olarak bildirilmiştir. Alam *et al.* (2014b), yaptıkları çalışmada Onüç semizotu örneğine ait değerleri %41,25- 66.81 aralığında bulmuşlardır. Sallam and Anwar (2017) yaptıkları bir çalışmada semizotunun DPPH aktivitesini %20-39 olarak tespit etmişlerdir. Portekiz'in farklı yörelerinden toplanan semizotu yapraklarının DPPH radikali giderme aktivitesi, 0,55 mg/ml konsantrasyonunda %60 ile %80 arasında değişmiştir (Oliveira *et al.* 2009). Siriamornpun and Suttajit (2010) yaptıkları çalışmada, 0,1 mg/ml konsantrasyonda DPPH giderme aktivitesini semizotu yapraklarında %13,71, saplarında ise %28,53 olarak tespit etmişlerdir.

Liyofilizasyon, sıcaklığa duyarlı bileşikleri korumak için en uygun kurutma işlemi olarak bilinmektedir. Ancak mevcut bu çalışmada, antioksidan kapasiteden sorumlu olan bileşiklerin korunmasında ideal bir işlem olmamıştır. Dondurarak kurutma işlemi uygulamasıyla semizotunun DPPH radikali giderme aktivitesinde önemli ($p<0,01$) bir azalma olmuştur. Gözlenen azalma %31 civarındadır (Çizelge 4.1; Çizelge 4.2). Daha önce de yapılan bir çalışmada dondurarak kurutulmuş semizotu yapraklarının, taze

yapraklara oranla, DPPH radikali giderme aktivitesinde önemli bir şekilde azalış meydana geldiği tespit edilmiştir (Youssef and Mokhtar 2014).

Bulgularımızda örneklerin daha önceki çalışmalara oranla daha düşük IC₅₀ değerleri ile daha güçlü DPPH radikal giderme yeteneğine sahip oldukları belirlenmiştir. Buna karşılık pozitif standart olarak kullanılan α -tokoferol ve BHA'ya göre daha az DPPH aktivitesi bulunmuştur. Genellikle antioksidan aktivitesi tayininde ilk adım olarak kurutma işlemi yapılmakta daha sonra kurutulmuş örnekten ekstrakt elde edilip antioksidan aktivitesi tayini yapılmaktadır. Taze örnek üzerinde yapılan çalışmalar daha azdır. Literatürde taze semizotu örneklerinin antioksidan aktivitesini inceleyen sadece iki adet çalışmaya rastlanmıştır (Lim and Quah 2007; Youssef and Mokhtar 2014). Taze örneklere ait elde ettiğimiz IC₅₀ değerleri Lim and Quah (2007)'nin bulduklarına göre belirgin bir şekilde daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Portulaca oleracea'nın farklı olgunluk düzeyindeki örneklerinin IC₅₀ değeri 1,30–1,71 mg/ml arasında değişmiştir (Uddin *et al.* 2012a). Lim and Quah (2007) tarafından yapılan çalışmada taze semizotunun farklı kültür çeşidine ait olan bir örneğinde IC₅₀ değerinin 0,89-3,41 mg/ml olduğunu bildirmişlerdir. Malezya'da yapılan bir çalışmada semizotunun DPPH radikal giderme aktivitesi (IC₅₀) 2,50-3,29 mg/ml olarak bildirilmiştir (Alam *et al.* 2014b). Siriamornpun and Suttajit (2010) yaptıkları başka bir çalışmada IC₅₀ değerini semizotu örneklerinde 0,58-1,80 mg/ml arasında bulmuşlardır.

Taze ve liyofilize edilmiş semizotu örneklerinin metal çelatlama aktivitesinin tayininde 100 μ g/mL'lik konsantrasyon kullanılmıştır. Örnek 2'ye ait metal çelatlama aktivitesinin istatistikî bakımından önemli ($p < 0,01$) bir şekilde Örnek 1'den daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bunun yanı sıra dondurarak kurutma işleminin metal çelatlama aktivitesi üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Liyofilize edilmiş örneklerin metal çelatlama aktivitesinin taze örneklerindekiinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Meyve sebzelerin rengi tüketici tercihlerinde oldukça önemli bir faktördür. Genellikle meyve ve sebzelerin rengi bazı vitaminlerin, minerallerin ve fitokimyasal maddelerin varlığını belirtmektedir. Sağlıklı diyetler, çeşitli renklerde sebze ve meyve çeşitlerini içermelidir (Guitart *et al.* 2014). Bunun yanı sıra 2015-2020 yılına ait USDA Beslenme Politikası ve Tanıtım Merkezi'nden yayınlanmış olan diyet kılavuzundaki Temel Önerilerde koyu yeşil, kırmızı ve turuncu sebzelerin tüm halk için önemi vurgulanmıştır (Anonymous 2015). Çalışmada kullanılan semizotu taze örneklerine ait renk parametreleri L^* (37,59 - 38,35), a^* (-7,67- -8,18), b^* (15,97-18,86) ve kroma (17,74-20,57) değerleri olarak tespit edilmiştir. Kullanılan iki semizotu örneğine ait L^* , a^* , b^* , ve kroma renk değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.1; Çizelge 4.2). Ancak Örnek 1'e ait hue° açısının, Örnek 2'ininkiden önemli ($p<0,01$) şekilde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 0° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° ise materyalin mavi renkte olduğunu bu açı değerlerinin aralarına karşılık gelen kısımlarda ara renklerin oluştuğunu ifade etmekte, Örnek 2, 113° ile, çemberdeki sarı renk kısmına Örnek 1'den daha yakın olurken, Örnek 1'in $115 hue^\circ$ açısı ile yeşil renk kısmına daha yakın olduğu tespit edilmiştir. Bilindiği üzere meyve ve sebzelerde bulunan klorofil (yeşil), karotenoid (sarı, turuncu ve kırmızı) antosiyanin (kırmızı, mavi) ve flavonoidler (sarı) gibi doğal pigmentler ürünün rengini oluşturmaktadır. Örnek 1'in klorofil miktarının, Örnek 2'den daha yüksek oluşmasıyla hue° çemberinde yeşil renk bölgesine daha yakın olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Örnek 2'nin flavonoid içeriği daha yüksek olmakla birlikte hue° çemberinde sarı renk bölgesine daha yakın olduğu belirlenmiştir.

Renk parametreleri bazı bileşenlerin tipi ve miktarlarına bağlı olduğundan, farklı işlemlerin renk özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi sıklıkla incelenmektedir. Çalışmada liyofilize işleminin, semizotunun a^* değeri hariç tüm renk parametreleri üzerine etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Dondurarak kurutmaya parlaklık ifade eden L^* değerinde artış tespit edilmiş, kurutulmuş örneklerin taze olanlara göre daha parlak bir renge sahip olduğu görülmüştür. Kroma değeri ve sarı-mavi ifade eden b^* değerinde de artış tespit

edilmiştir. Ancak hue° açısının azaldığı bulunmuştur. Nitekim dondurarak kurutma ile daha parlak, daha sarı ve daha canlı renkli bir ürün elde edilmiştir. Benzer şekilde Youssef and Mokhtar (2014) tarafından yapılan çalışmada da dondurarak kurutma işlemi ile semizotu yapraklarının parlaklık ve sarılığının arttığı bildirilmiştir.

4.2. Semizotu Ekstraktlarının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

4.2.1. pH

Farklı çözücüler ile elde edilen semizotu ekstraktlarının pH değerlerine ait varyans analizi Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Hem semizotu örneklerinin hem de elde edilen ekstraktlarının pH değerlerinin $p < 0,01$ seviyesinde farklı olduğu tespit edilmiştir. Aynı seviyede Örnek \times Ekstrakt interaksiyonunun da istatistiki bakımından önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. pH değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	1	0.065	75.252**
Ekstrakt	2	1.658	1924.961**
Örnek \times Ekstrakt	2	0.168	194.574**
Hata	12	0.001	

** $p < 0,01$

Semizotunun farklı ekstraktlarına ait pH değeri 5,90-7,01 arasında bulunmuştur. En yüksek pH değeri her iki örneğin de su ekstraktında belirlenmiştir. Genel itibarıyla aseton ekstraktının en düşük pH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Abd El-Aziz *et al.* (2014) semizotunun su ekstraktına ait pH değerini 4,9 ve toplam asitliği %0,13 olarak bildirmiştir. Bulgularımızla olan bu farklılık çeşit ve ekstraksiyon yönteminden kaynaklanabilir.

Çizelge 4.4. Semizotu ekstraktlarına ait pH değerleri

	Örnek 1	Örnek 2	Ortalama
Su ekstraktı	6,98 ± 0,05 ^{Aa}	7,01 ± 0,04 ^{Aa}	7,00 ± 0,04 ^a
Metanol ekstraktı	5,90 ± 0,03 ^{Bc}	6,39 ± 0,00 ^{Ab}	6,15 ± 0,27 ^b
Aseton ekstraktı	6,12 ± 0,02 ^{Ab}	5,96 ± 0,02 ^{Bc}	6,04 ± 0,09 ^c

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır, büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).

4.2.2. C vitamini

Çalışmamız sonucunda 1,19-1,01 mg/g C vitamini miktarı ile su ekstraktının diğer ekstraktlardan daha yüksek oranda C vitamini içerdiği görülürken istatistiki bakımından bu farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. C vitamini değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	1	0,002	0,031
Ekstrakt	2	0,181	2,279
Örnek × Ekstrakt	2	0,031	0,389
Hata	12	0,079	

Askorbik asit molekülü çoklu hidroksil gruplarından dolayı polar özellikte ve hidrojen bağlama yeteneğine sahip bir moleküldür. Dolayısıyla çözücünün polaritesinin artmasıyla askorbik asidin çözünürlüğü de artmaktadır. Shalmashi and Eliassi (2008) yaptıkları çalışmada, L-(+)-askorbik asidin sudaki çözünürlüğünün diğer çözücülerden daha yüksek olduğunu bildirmiş çözünürlüğün su, metanol ve aseton sırasıyla azaldığını rapor etmişlerdir. Buna uygun olarak çalışmamız sonucunda 1,19-1,01 mg/g C vitamini miktarı ile semizotunun su ekstraktının diğer ekstraktlardan daha yüksek olduğu bulunmuştur ancak bu farkın istatistiki bakımından önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.5; Çizelge 4.6).

Bilindiği üzere C vitamini ısı, ışık ve oksijene karşı çok duyarlıdır. Igwemmar *et al.* (2013) yaptıkları çalışmada ısı işlem süresinin sebzelerin C vitamini içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmakla beraber, süre arttıkça C vitamini kaybının da arttığını bildirmişlerdir. Semizotu ekstraktları hazırlanırken çözücü uzaklaştırma süresinin, aseton, metanol ve su sırasıyla artması nedeniyle C vitamini kaybının da arttığı düşünülmüştür. Bu sebeple farklı polariteye sahip çözücülerin benzer miktarda C vitamini içerdiği görülmüştür.

Çizelge 4.6. Semizotu ekstraktların C vitamini içeriği, mg/g (kuru madde)

	Örnek 1	Örnek 2	Ortalama
Su ekstraktı	1,19 ± 0,30 ^{Aa}	1,01 ± 0,24 ^{Aa}	1,10 ± 0,26 ^a
Metanol ekstraktı	0,75 ± 0,33 ^{Aa}	0,75 ± 0,33 ^{Aa}	0,75 ± 0,29 ^a
Aseton ekstraktı	0,85 ± 0,30 ^{Aa}	0,98 ± 0,16 ^{Aa}	0,93 ± 0,22 ^a

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır, bir satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır (p<0,05).

4.2.3. Yağda-çözünür pigmentler (β -karoten ve klorofil)

Klorofil ve karotenoidler gıdaların farklı renklerini sağlayan, antioksidan aktivitesine sahip bileşiklerdir. Özellikle kalp-damar ve göz hastalıklarında bağışıklık sisteminin modülasyonu antimitojenik ajan olarak önemli rol oynanan önemli moleküllerdir (Caballero-Salazar *et al.* 2002; Voutilainen *et al.* 2006; Rao and Rao 2007; Dias *et al.* 2009).

Semizotunun su, metanol ve aseton ekstraktları ekstraktların β -karoten, klorofil a ve klorofil b miktarları arasında istatistiki olarak önemli (p<0,01) fark tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Yağda-çözünür pigmentlere ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Bağımlı değişken	SD	KO	F
Örnek	β-karoten	1	13,053	1,970
	Klorofil-a	1	1,977	0,020
	Klorofil-b	1	24,140	1,597
Ekstrakt	β-karoten	2	324,377	48,950**
	Klorofil-a	2	2608,726	26,894**
	Klorofil-b	2	177,399	11,734**
Örnek × Ekstrakt	β-karoten	2	6,463	0,975
	Klorofil-a	2	2,548	0,026
	Klorofil-b	2	20,343	1,346
Hata	β-karoten	12	6,627	
	Klorofil-a	12	97,002	
	Klorofil-b	12	15,119	

** p<0,01

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre en yüksek β-karoten oranı aseton ekstraktlarında (12,15 ve 16,18 mg/g KM) elde edilmiştir (Çizelge 4.8). Ardından sırasıyla metanol ve su ekstraktı gelmektedir. Bunun sebebinin kullanılan çözücünün polaritesine bağlı olabileceğini düşünülmüştür. Bu durum, semizotu hücrelerinin içerisindeki β-karotenin asetonda, su ve metanol çözücülerinden daha kolay çözünebilmesinden kaynaklanabilir.

Çizelge 4.8. Semizotu ekstraktların β-karoten içeriği, mg/g (KM)

	Örnek 1	Örnek 2	Ortalama
Su ekstraktı	0,0076±0,001 ^{Ab}	0,05 ± 0,0005 ^{Ab}	0,03 ± 0,02 ^c
Metanol ekstraktı	3,06 ± 0,55 ^{Ab}	4,10 ± 0,06 ^{Ab}	3,58 ± 0,67 ^b
Aseton ekstraktı	12,15 ± 5,57 ^{Aa}	16,18 ± 2,89 ^{Aa}	14,16 ± 4,54 ^a

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).

Semizotunun aseton ekstraktında, en yüksek klorofil a ve klorofil b miktarının (40,55 ve 9,94 mg/g) bulunduğu tespit edilmiştir. Metanol ekstraktı, klorofil a 11,37 mg/g ve klorofil b 1,07 mg/g içererek ikinci sırada geldiği ve su ekstraktın klorofil a ve klorofil b içerikleri çok düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.9). Suda çözünmeyen ve yağda çözünen bir pigment olarak klorofil a ve klorofil b organik çözücülerde daha kolay ve daha yüksek oranda çözünebileceğini düşünülmüştür.

Çizelge 4.9. Semizotu ekstraktların klorofil a ve klorofil b içerikleri, mg/g (KM)

	Örnek 1		Örnek 2		Ortalama	
	klorofil a	klorofil b	klorofil a	klorofil b	klorofil a	klorofil b
Su ekstraktı	0,027 ± 0,0008 ^{Ab}	0,057 ± 0,007 ^{Ab}	0,32 ± 0,0005 ^{Ab}	0,064 ± 0,0003 ^{Ab}	0,03 ± 0,00 ^b	0,06 ± 0,01 ^b
Metanol ekstraktı	10,29 ± 1,25 ^{Ab}	1,26 ± 0,34 ^{Ab}	12,45 ± 2,25 ^{Ab}	0,87 ± 0,17 ^{Ab}	11,37 ± 2,01 ^b	1,07 ± 0,32 ^b
Aseton ekstraktı	40,55 ± 22,94 ^{Aa}	13,22 ± 9,46 ^{Aa}	40,36 ± 7,02 ^{Aa}	6,66 ± 0,99 ^{Aa}	40,46 ± 15,17 ^a	9,94 ± 7,01 ^a

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p < 0,05$).

4.2.4. Fenolik madde ve antioksidan aktivite

4.2.4.a. Toplam fenolik madde

Toplam fenolik madde içeriği bakımından semizotu ekstraktları ve semizotu örnekleri arasında istatistiki olarak $p < 0,05$ ve $p < 0,01$ seviyesinde önemli fark bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Toplam fenolik madde içeriğine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	1	88.611	8.617*
Ekstrakt	2	443.019	43.084**
Örnek × Ekstrakt	2	58.552	5.694*
Hata	12	10.283	

** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

51,01 mg GAE/g ile en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olan aseton ekstraktı iken 34,24 mgGAE/g ile su ekstraktı en düşük miktara sahip olmuştur (Çizelge 4.11). Fenolik maddelerin çözünürlüğü, bitkilerde bulunuş şekli ve kimyasal yapıları ile oldukça bağımlıdır. Karbonhidrat ve proteinler gibi diğer bitki bileşenleri ile reaksiyona girerek farklı çözünürlük özellikli kompleksler ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla aynı bitkiden farklı çözücü sistemi kullanılarak farklı çeşit ve farklı miktarda fenolik madde elde edilebilmektedir (Nacz and Shahidi 2006).

Çizelge 4.11. Semizotu ekstraktların TFM içerikleri, mgGAE/g (KM)

	Örnek 1	Örnek 2	Ortalama
Su ekstraktı	29,18 ± 0,47 ^{Bb}	39,31 ± 4,42 ^{Ab}	34,24 ± 6,22 ^c
Metanol ekstraktı	47,03 ± 3,57 ^{Aa}	44,78 ± 5,03 ^{Ab}	45,90 ± 4,09 ^b
Aseton ekstraktı	48,29 ± 1,81 ^{Aa}	53,72 ± 0,79 ^{Aa}	51,01 ± 3,23 ^a

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p < 0,05$).

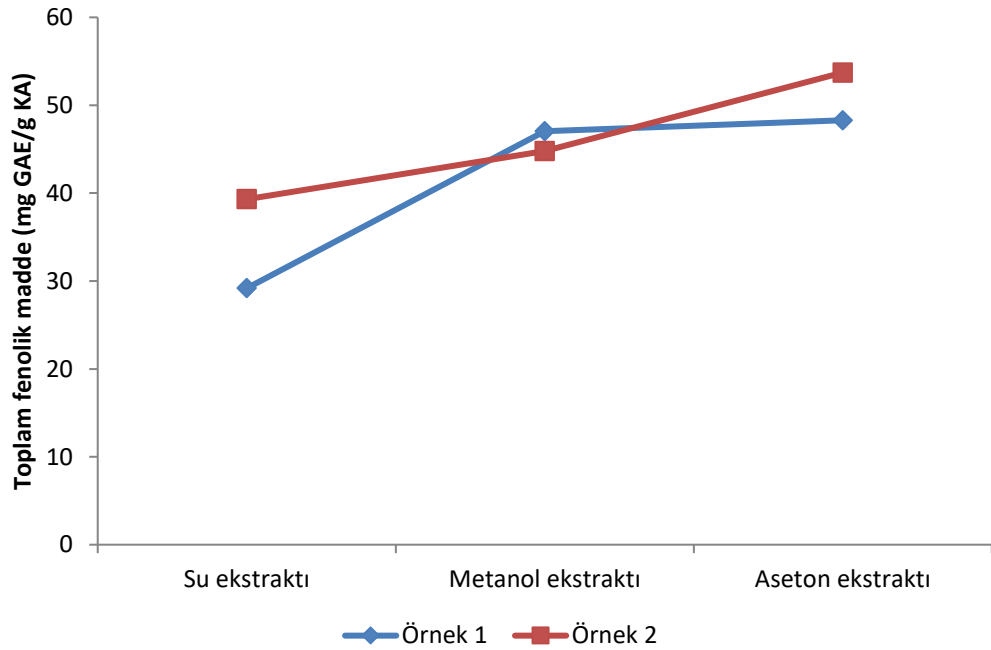
Güngören (2016)'in Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen semizotu örnekleri üzerinde yaptığı çalışmada, su, etanol ve aseton ekstraktlarının TFM içeriğinin sırasıyla 1,22-6,48, 0,74-5,05, 1,70-8,38 mg GAE/g arasında olduğu, aynı zamanda aseton ekstraktının en fazla toplam fenolik madde içerdiği bildirmiştir. Sallam and Anwar (2017) yaptıkları çalışmada semizotu toplam fenolik madde içeriği metanol ekstraktında 2,01-3,15 mg GAE/g arasında, etanol ekstraktında 1,78-2,65 mg GAE/g arasında, su ekstraktında 1,00-1,90 mg GAE/g arasında bildirmiş; ve fenolik madde ekstraksiyonunda en iyi çözücünün, metanol olduğu sonucuna varmışlardır. Yine Uddin *et al.* (2012a) tarafından; metanol ekstraktının, kullanılan diğer ekstraktlardan daha yüksek TFM içerdiği rapor edilmiştir.

Çalışmamız sonucunda aseton ekstraktı diğer ekstraktlara göre en fazla toplam fenolik madde içermekte Güngören (2016)'in sonuçları ile uyum göstermektedir. Yaptığımız çalışma sonuçlarına göre TFM'nin ekstraksiyonunda metanolün, suya göre daha etkili

olduğu belirlenmiş ve bu sonuç Uddin *et al.* (2012a) ve Sallam and Anwar (2017)'a göre de doğrulanmış.

Ekstraksiyon sırasında protein-polifenol kompleksi oluşumunu inhibe etmesi veya fenolik grup ile protein karboksil grubu arasında oluşan hidrojen bağlarını parçalama yeteneğine sahip olması, asetonun, TFM'nin ekstraksiyonunda daha etkili olmasının sebebi olarak düşünülebilir (Hagerman 1988; Kallithraka *et al.* 1995; Wang *et al.* 2009).

TFM üzerine örnek \times ekstrakt interaksiyonunun önemli ($p < 0,05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9; Şekil 4.2). Aseton ve metanol çözücüler su ile karşılaştırıldığında, semizotu örneklerinden fenolik bileşiklerin ekstrakte edilmesinde daha etkili oldukları bulunmuştur.



Şekil 4.2. TFM içeriği üzerine örnek \times ekstrakt interaksiyonunun etkisi

Semizotu örneklerinin ve ekstraktlarının toplam fenolik madde ile flavonoid ($r=0,757$), flavonol (RE $r=0,704$ ve KE $r=0,696$) ve DPPH radikal giderme aktivitesi ($r=0,91$)

arasında istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) pozitif korelasyon belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Semizotu örnekleri ve ekstraktlarının kimyasal analizlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	C vitamin	pH	β -Karoten	Klorofil a	Klorofil b	TFM	FLavonoid	Flavonol-RE	FLavonol-KE	Çelatlama
pH	0,385*									
β -Kaoten	0,004	0,191*								
Klorofil-a	-0,005	0,199	0,979**							
Klorofil-b	-0,017	0,113	0,821**	0,910**						
TFM	0,17	0,730**	0,651**	0,636**	0,424*					
FLavonoid	-0,071	0,268	0,713**	0,752**	0,652**	0,757**				
Flavonol-RE	-0,132	0,232	0,842**	0,817**	0,603**	0,704**	0,725**			
FLavonol-KE	-0,197	0,188	0,852**	0,865**	0,725**	0,696**	0,862**	0,945**		
Metal çelatlama	0,138	0,377*	-0,053	-0,1	-0,254	0,335	-0,051	0,26	0,029	
%DPPH	0,101	0,577**	0,687**	0,660**	0,431*	0,901**	0,665**	0,811**	0,738**	0,437*

** $p<0,01$

* $p<0,05$

4.2.4.b. Toplam flavonoid madde

Semizotu örnekleri, ekstrakt ve örnek \times ekstrakt interaksiyonunun, toplam flavonoid madde üzerine istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Toplam flavonoid madde içeriğine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	1	7043.880	61.145**
Ekstrakt	2	23916.591	207.612**
Örnek \times Ekstrakt	2	2444.062	21.216**
Hata	12	115.199	

** $p<0,01$

Ekstraktların ortalama flavonoid madde içerikleri düşükten yükseğe doğru su, metanol ve aseton ekstraktı olarak sıralanmıştır. (Çizelge 4.14). Buna göre toplam flavonoid madde ekstraksiyonunda asetonun daha etkin olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.14. Semizotu ekstraktların flavonoid içerikleri, mg RE/g (KM)

	Örnek 1	Örnek 2	Ortalama
Su ekstraktı	7,65 ± 0,43 ^{Ac}	14,30 ± 0,75 ^{Ac}	10,98 ± 3,68 ^c
Metanol ekstraktı	128,18 ± 12,18 ^{Ab}	70,76 ± 3,06 ^{Bb}	99,47 ± 32,44 ^b
Aseton ekstraktı	167,19 ± 19,81 ^{Aa}	99,27 ± 11,85 ^{Ba}	133,23 ± 39,96 ^a

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).

Sallam and Anwar (2017) yaptıkları bir çalışmada semizotunun metanol (50:50), etanol (50:50) ve saf su ile elde edilen ekstraktlarının toplam flavonoid içeriğinin sırasıyla 0,50-0,65 mgKE/g, 0,42-0,60 mgKE/g ve 0,25-0,30 mgKE/g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırma sonucunda flavonoid madde ekstraksiyonunda metanolün en fazla etkili, suyun ise en az etkili çözücü olduğunu belirtmişlerdir. Uddin *et al.* (2012a) semizotunun flavonoid içeriğinin metanol ekstraktında 49,18 mg RE/g KM, etanol ekstraktında 41,3 mg RE/g KM ve su ekstraktında 28,7 mg RE/g KM olduğunu bildirmiş ve sonuç olarak metanol ekstraktının en yüksek flavonoid madde miktarı içerdiğini belirtmişlerdir.

Yaptığımız çalışmanın sonuçlarına göre aseton ekstraktının flavonoid miktarının, su ve metanol ekstraktlarından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kullanılan semizotu örneklerinin metanolik ekstraktlarının flavonoid içeriği Uddin *et al.* (2012a) ve Yun (2016) tarafından belirlenen değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz değerlerin yüksek olması, çeşit ya da ekstraksiyon yönteminden kaynaklanabilir.

4.2.4.c. Toplam flavonol madde

Flavonol madde içeriği bakımından semizotu ekstraktları arasında istatistiki olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli fark tespit edilmiştir. Bununla beraber rutin eşdeğeri olarak belirlenmiş olan semizotu örnekleri ve Örnek \times Ekstrakt interaksiyonu arasında önemli ($p < 0,05$) fark belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Toplam flavonol madde içeriğine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Bağımlı değişken	SD	KO	F
Örnek	Flavonol-RE	1	865,269	23,326**
	FLavonol-KE	1	0,027	0,001
Ekstrakt	Flavonol-RE	2	2962,020	79,852**
	FLavonol-KE	2	3594,018	70,174**
Örnek \times Ekstrakt	Flavonol-RE	2	223,594	6,028*
	FLavonol-KE	2	191,348	3,736
Hata	Flavonol-RE	12	37,094	
	FLavonol-KE	12	51,216	

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

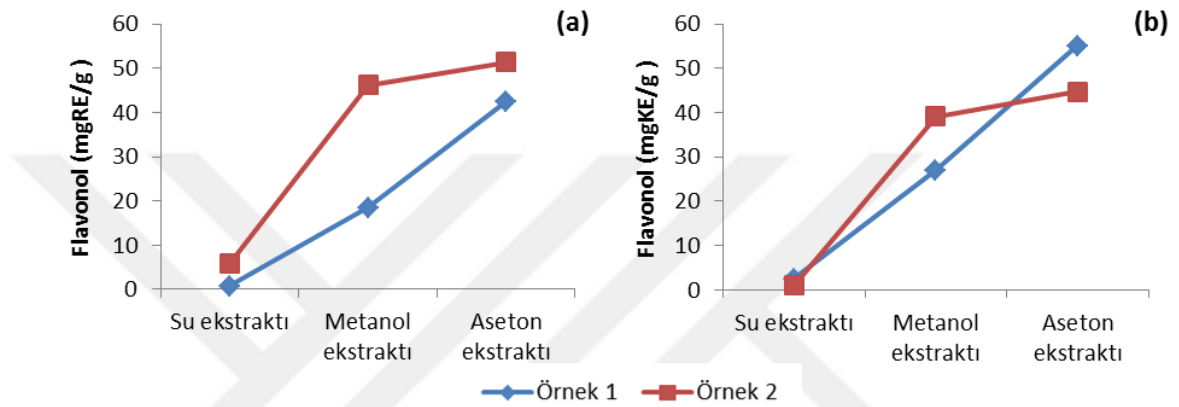
Farklı çözücüler ile elde edilmiş ekstraktlar arasında 46,94 mgRE/g ile aseton ekstraktının en yüksek flavonol içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Bunu metanol ekstraktı ve su ekstraktı takip etmiştir. Benzer şekilde kuersetin eşdeğeri olarak belirlenmiş semizotu ekstraktlarının flavonol içeriği, aseton, metanol ve su sıralaması ile azalan bir seyir izlemiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Semizotu ekstraktların flavonol içerikleri, mg/g (KM)

	Örnek 1		Örnek 2		Ortalama	
	mg RE/g	mg KE/g	mg RE/g	mg KE/g	mg RE/g	mg KE/g
Su ekstraktı	0,80 \pm 1,28 ^{Ac}	2,41 \pm 2,40 ^{Ac}	5,76 \pm 1,16 ^{Ab}	0,92 \pm 0,84 ^{Ab}	3,28 \pm 2,93 ^c	1,67 \pm 1,82 ^c
Metanol ekstraktı	18,41 \pm 5,63 ^{Bb}	27,02 \pm 6,59 ^{Ab}	46,19 \pm 4,03 ^{Aa}	39,10 \pm 4,72 ^{Aa}	32,30 \pm 15,84 ^b	33,05 \pm 8,37 ^b
Aseton ekstraktı	42,51 \pm 10,20 ^{Aa}	55,06 \pm 11,93 ^{Aa}	51,36 \pm 8,23 ^{Aa}	44,71 \pm 9,62 ^{Aa}	46,94 \pm 9,60 ^a	49,89 \pm 11,23 ^a

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p < 0,05$).

Rutin ve kuersetin cinsinden belirlenen flavonol miktarı her iki semizotu örneğinin, su ekstraktında en düşük iken aseton ekstraktında en yüksek miktarda bulunmuştur. Su ekstraktlarının flavonol içeriği, metanol ve aseton ekstraktlarından belirgin bir şekilde daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.16; Şekil 4.3). Böylece flavonol ekstraksiyonunda asetonun en etkili çözücü olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Semizotu ekstraktlarının flavonol içeriği

Semizotu ekstraktları arasında yüksek flavonol madde içeren ekstrakta paralel şekilde toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları da yüksek bulunmuştur. Bunun yanı sıra semizotu bitki ve ekstraktlarının flavonol madde içeriği ile toplam fenolik madde, flavonoid ve DPPH radikal giderme aktivitesi arasında pozitif ve istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) korelasyon bulunmuştur (Çizelge 4.12).

4.2.4.d. DPPH radikali giderme aktivitesi

Semizotu ekstraktlarının serbest radikalleri temizleme yeteneği DPPH analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlarımız, DPPH radikali giderme aktivitesinde doza bağlı bir şekilde artış göstermiştir. DPPH radikali giderme aktivitesi bakımından, kullanılan semizotu örnekleri ve ekstraktları arasında istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. %DPPH radikali giderme aktivitesine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	1	221,672	11,898**
Ekstrakt	2	220,035	11,810**
Örnek × Ekstrakt	2	2,263	0,121
Hata	12	18,631	

** p<0,01

Bununla beraber ekstraksiyon tekniği, sıcaklığı ve süresi gibi faktörler, aynı zamanda bitki parçalarının büyüklüğü de antioksidan aktivitesine katkıda bulunan maddelerin (fitokimyasal maddeler gibi) ekstrakta geçmesine ve dolayısıyla antioksidan kapasite üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Naczki and Shahidi 2006). Gallo *et al.* (2017) yaptıkları çalışmada semizotu yaprağından farklı ekstraksiyon teknikleri ile elde edilen ekstraktların DPPH radikali giderme aktivitesi değerinin %52-70 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

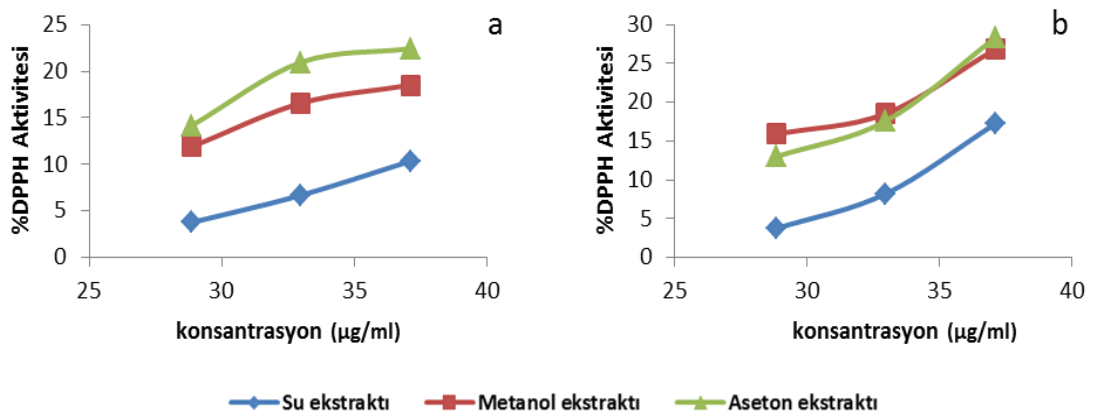
Ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücülerden aseton ekstraktlarına ait her iki semizotu örneğinin DPPH radikali giderme aktivitesi (%22,42 ve %28,29) en yüksek değere sahip iken, su ekstraktlarının en düşük (%10,34 ve %17,22) değere sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber aseton ve metanol ekstraktlarının DPPH radikali giderme aktiviteleri arasında istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.18; Şekil 4.4). Aseton ve metanol ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin yüksek oluşu daha yüksek toplam fenolik, flavonoid ve flavonol içermeleriyle açıklanabilir (Çizelge 4.11; Çizelge 4.14; Çizelge 4.16).

Çizelge 4.18. Semizotu ekstraktların DPPH radikali giderme aktivitesi, (37 µg/ml konsantrasyonda)

	Örnek 1	Örnek 2	Ortalama
Su ekstraktı	10,34 ± 3,84 ^{Ab}	17,22 ± 2,62 ^{Ab}	13,78 ± 4,78 ^b
Metanol ekstraktı	18,50 ± 0,07 ^{Ba}	26,81 ± 6,44 ^{Aa}	22,66 ± 6,11 ^a
Aseton ekstraktı	22,42 ± 1,72 ^{Aa}	28,29 ± 6,76 ^{Aa}	25,35 ± 5,45 ^a

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p < 0,05$).

Türkiye'nin farklı yörelerinde yetişmiş olan semizotuna ait su ekstraktının 0,2 mg/ml konsantrasyonunda DPPH radikali giderme aktivitesi %1,64-16,77 arasında ve aseton ekstraktının %3,28-16,1 arasında değiştiği bulunmuştur (Güngören 2016). Sallam and Anwar (2017) yaptıkları bir çalışmada, %32,70 DPPH radikali giderme aktivitesi ile semizotunun metanol:su (50:50) ekstraktının, su ekstraktından daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Daha önceki çalışmalara (Güngören 2016; Sallam and Anwar 2017) benzer şekilde aseton, metanol ve su ekstraktlarının azalan sıraya göre DPPH radikali giderme aktivitesine sahip olduğu elde ettiğimiz sonuçlarla ortaya çıkmıştır.

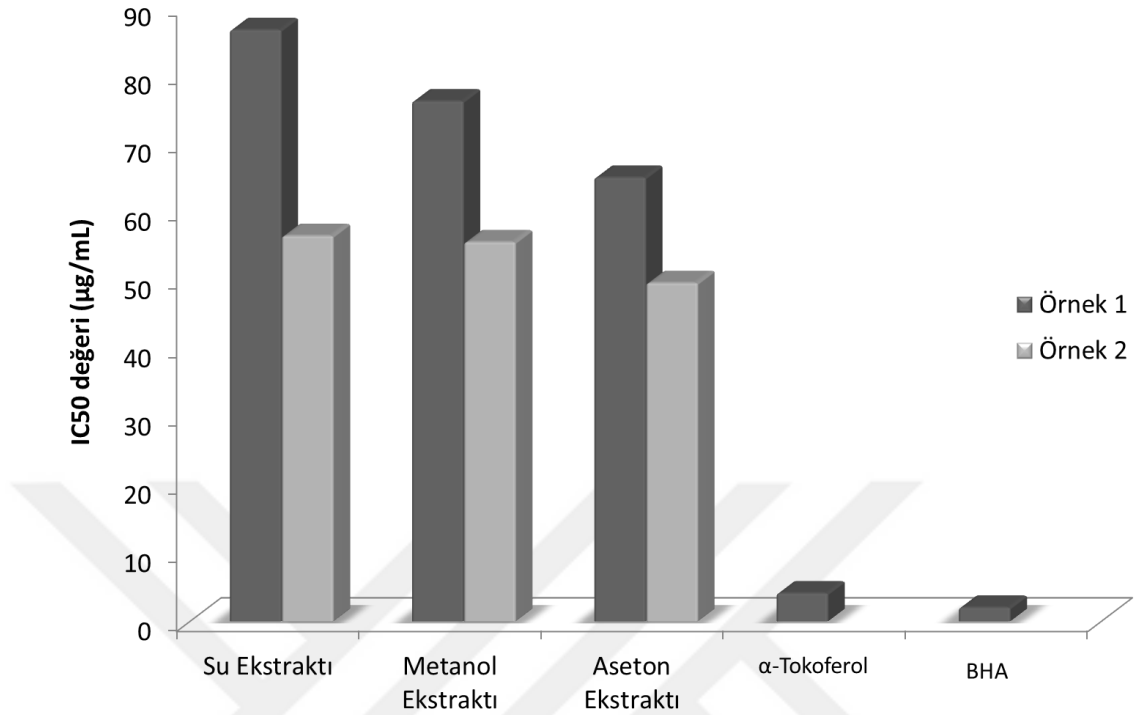


Şekil 4.4. Semizotu ekstraktların % DPPH radikali giderme aktivitesi (a: Örnek 1 ve b: Örnek 2)

Oksidasyon reaksiyonları sırasında ortaya çıkan serbest radikalleri giderme yeteneğine sahip olan pigmentler, toplam fenolik ve flavonoid gibi maddelerin antioksidan kapasitesi ile ilişkili olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Miliauskas *et al.* 2004; Al-Dabbas *et al.* 2006; Uddin *et al.* 2012a). Semizotunun antioksidan aktivitesi, toplam fenolik madde içeriği ile iyi bir korelasyon göstermiş, aynı zamanda IC₅₀ ve TFM arasında negatif bir doğrusal ilişki tespit edilmiştir (Lim and Quah 2007; Uddin *et al.* 2012a; Salehi *et al.* 2013). Çalışmamız sonucunda benzer şekilde, semizotu bitki ve ekstraktlarının DPPH radikali giderme aktivitesi ile flavonoid ($r = 0,665$), flavonol (RE, $r = 0,811$ ve KE, $r = 0,738$) ve toplam fenolik madde ($r = 0,901$) içerikleri arasında çok önemli ($p < 0,01$) pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra semizotu bitki ve ekstraktlarında bulunan pigmentler ile β -karoten ($r = 0,687$) ve klorofil a ($r = 0,660$) arasında çok önemli ($p < 0,01$) bir korelasyon bulunmuştur. Ancak klorofil b de ($r = 0,431$) ise $p < 0,05$ seviyesinde korelasyon tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Bulunan korelasyon sonuçlarına göre semizotu bitki ve ekstraktlarının DPPH radikali giderme aktivitesinin fenolik maddelerden kaynaklanabileceği söylenebilir.

Semizotu ekstraktlarına ait IC₅₀ değerleri 49,52-86,53 $\mu\text{g/ml}$ arasında bulunmuştur. DPPH radikali giderme aktivitesi ile paralel bir şekilde aseton ekstraktının en düşük ve su ekstraktının ise en yüksek IC₅₀ değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5).

Semizotu metanol ekstraktlarının IC₅₀ değerleri 2,50-3,29 mg/mL ve 1,30–1,71 mg/mL arasında olduğu bildirilmiştir (Uddin *et al.* 2012a; Alam *et al.* 2014b). Erkan (2012); Antalya’da doğal olarak yetişmiş ve dondurarak kurutulmuş semizotu bitkisinden elde edilen metanol ham ekstraktının IC₅₀ değerini 511,8 $\mu\text{g/ml}$ olarak bildirmiştir. Bu ekstraktın farklı fraksiyonlarının IC₅₀ değeri 154,1-1014,2 $\mu\text{g/ml}$ arasında değişmiştir. Başka bir çalışmada semizotu yaprağının saf su ekstraktına ait IC₅₀ değeri 2,80 mg/ml olarak bulunmuştur (Siriamornpun and Suttajit 2010). Bulgularımız daha önceki çalışmalara göre daha düşük IC₅₀ değerleri ile daha güçlü DPPH radikal giderme kapasitesine ortaya çıkarmıştır. Pozitif standart olarak kullandığımız α -tokoferol ve BHA’ya göre daha yüksek IC₅₀ değerine sahip olmasına rağmen semizotu ekstraktları iyi bir antioksidan kaynak olduğu söylenebilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Semizotu ekstraktların IC₅₀ değerleri, µg/ml

4.2.4.e. Fe⁺² Çelatlama aktivitesi

Bakır, krom ve demir gibi geçiş metallerinin, canlı hücrelerine zarar veren radikallerin oluşumunda katalizör olarak görev yaptığı bilinmektedir. Bazı bileşiklere ait metal çelatlama aktivitesinin, ortamda bulunan metal iyonlarını bağlayarak, oksiradikal oluşumunu ve oksidatif hasarı engellediğinden antioksidan mekanizmasında önemli bir rol oynadığı bildirilmektedir. Metal ile σ -bağı oluşturan çelatlama ajanları redoks potansiyelini azalttığından metal iyonlarının okside olmuş şeklini stabilize edebilir ve dolayısıyla metal çelatlama yeteneğine sahip olan bileşikler etkili sekonder antioksidan madde olarak söylenebilir.

Metal çelatlama aktivitesi bakımından iki semizotu örneği ve ekstraktlar arasında istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) fark bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Semizotu ekstraktların metal çelatlama aktivitesine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	1	340,518	85,172**
Ekstrakt	2	68,442	17,119**
Örnek × Ekstrakt	2	0,363	0,091
Hata	12	3,998	

** p<0,01

Semizotu ekstraktlarının metal çelatlama aktivitesinin tayininde 100 ug/ml'lik konsantrasyon kullanılmıştır. Metanol ekstraktının metal çelatlama aktivitesi diğer ekstraktlardan daha yüksek iken, aseton ekstraktının en düşük çelatlama aktivitesine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.20). Türkiye'de farklı yörelerden toplanan semizotunun su ekstraktlarına ait metal çelatlama aktivitesinin genel itibariyle, aseton ekstraktlarına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Güngören 2016). Benzer şekilde Wang *et al.* (2009)'ın yosun üzerine yaptıkları çalışmada aseton ekstraktının metal çelatlama aktivitesinin, su ekstraktına göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. *Bauhinia vahlii* yapraklarının kloroform, aseton, metanol ve sıcak su ile elde edilen ekstraktları arasında, metanol ekstraktının en yüksek metal çelatlama aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Sowndhararajan and Kang 2013).

Çizelge 4.20. Semizotu ekstraktların %metal çelatlama aktivitesi (100µg/ml konsantrasyonunda)

	Örnek 1	Örnek 2	Ortalama
Su ekstraktı	5,82 ± 3,30 ^{Ba}	14,57 ± 3,05 ^{Aa}	10,20 ± 5,57 ^b
Metanol ekstraktı	8,69 ± 1,27 ^{Ba}	16,87 ± 1,15 ^{Aa}	12,78 ± 4,61 ^a
Aseton ekstraktı	1,50 ± 0,68 ^{Bb}	10,66 ± 0,64 ^{Ab}	6,08 ± 5,05 ^c

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir (p<0,05).

Farklı semizotu örneklerinin su ekstraktının metal çelatlama aktivitesi, 0,2 mg/ml konsantrasyonunda %3,96-42,57 ve aseton ekstraktının %1,37-6,21 arasında olduğu bildirilmiştir (Güngören 2016). Peksel *et al.* (2006)'ın yaptıkları çalışmada 1,0 mg/ml

konsantrasyonunda semizotu su ekstraktının %40'dan daha yüksek çelatlama aktivitesi gösterdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise semizotu metanol ekstraktının 1,0 mg/ml konsantrasyonunda, %8,63 civarında metal çelatlama aktivitesi olduğunu göstermişlerdir (Hutadilok-Towatana *et al.* 2008). Semizotu ekstraktlarının metal çelatlama aktivitesini inceleyen önceki çalışmalara göre mevcut bu çalışmada kullanılan ekstraktların belirgin bir şekilde daha yüksek çelatlama aktivitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum çeşit ve yetiştirme şartlarının farklılığından kaynaklanabilir. Yada kullanmış olduğumuz ekastraksiyon yöntemi ile bitkilerdeki metal çelatlama aktivitesi gösteren bileşiklerin daha iyi bir şekilde korunmuş olduğu düşünülebilir.

Bazı fenolik bileşikler fonksiyonel gruplarından dolayı metal çelatlayıcı olarak görev yapabilir. Bu yeteneğin potansiyeli, özgün fenolik yapı, hidroksil gruplarının sayısı ve konumuna bağlıdır (Thompson *et al.* 1976; Chew *et al.* 2008; Santoso *et al.* 2014). Ancak mevcut bu çalışmada, semizotu örneklerinin toplam fenolik madde, flavonoid, flavonol, DPPH radikal giderme aktivitesi ve metal çelatlama aktivitesi ile korelasyon göstermediği ($p < 0,05$) tespit edilmiştir. Dolayısıyla örneklerdeki polisakkaritler, proteinler veya peptitler gibi diğer bileşenlerin metal çelatlama yeteneğinin, fenolik bileşiklerden daha etkili olduğu düşünülebilir. Wang *et al.* (2009)'ın yosun üzerine yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

4.2.5. Renk analizi

Semizotu ekstraktlarına ait tüm renk değerleri arasında $p < 0,01$ seviyesinde önemli fark tespit edilmiştir. Ancak Hue açısının $p < 0,05$ önem seviyesinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Semizotu ekstraktların renk analizine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Bağımlı değişken	SD	KO	F
Örnek	<i>L*</i> değeri	1	0,588	0,101
	<i>a*</i> değeri	1	11,029	16,566**
	<i>b*</i> değeri	1	5,200	1,289
	<i>Hue</i> ^o	1	717,784	0,154
	<i>Kroma</i>	1	1,983	0,449
Ekstrakt	<i>L*</i> değeri	2	2444,281	419,597**
	<i>a*</i> değeri	2	117,553	176,562**
	<i>b*</i> değeri	2	2461,741	610,052**
	<i>Hue</i> ^o	2	4674,565	5,281*
	<i>Kroma</i>	2	2543,254	576,322**
Örnek × Ekstrakt	<i>L*</i> değeri	2	306,980	52,698**
	<i>a*</i> değeri	2	21,873	32,853**
	<i>b*</i> değeri	2	85,125	21,095**
	<i>Hue</i> ^o	2	197,840	1,731
	<i>Kroma</i>	2	96,874	21,952**
Hata	<i>L*</i> değeri	24	5,825	
	<i>a*</i> değeri	24	0,666	
	<i>b*</i> değeri	24	4,035	
	<i>Hue</i> ^o	24	139,366	
	<i>Kroma</i>	24	4,413	

*p<0,05 ; ** p<0,01

Semizotu ekstraktlarına ait *L** değeri değerlendirildiğinde, su ekstraktının parlaklığının diğer ekstraktlara nazaran daha fazla olduğu belirlenmiştir. Daha sonra metanol ekstraktı ve en düşük *L** değeri ile aseton ekstraktının en az parlaklığa sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Bu fark, su ekstraktının, diğer ekstraktlara göre daha az pigment ve fenolik madde içermesinden kaynaklanabilir. Yine *a** değerlerini su ekstraktında en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.22). Diğer bir ifade ile metanol ve aseton ekstraktlarının *-a** (yeşillik) yönüne daha yakın olduğu belirlenmiştir. Metanol ve aseton elde edilen ekstraktların *b** değerleri, su ekstraktına göre daha yüksek olduğu ve bu değerlerin *+b** (sarılık) tarafına daha ilerlediği bulunmuştur. Yani su ekstraktında daha az sarı renk bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu durum semizotunda sarı rengi veren

moleküllerin (β -karoten, flavonoid vs.) suda çözünürlüğünün daha düşük olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.22. Semizotu ekstraktların L^* , a^* ve b^* değerleri

	Örnek 1			Örnek 2		
	L^* değeri	a^* değeri	b^* değeri	L^* değeri	a^* değeri	b^* değeri
Su ekstraktı	63,74±3,48 ^{Aa}	-0,64±0,89 ^{Aa}	1,22±0,29 ^{Ab}	64,69±1,39 ^{Aa}	-0,95±0,09 ^{Aa}	1,14 ± 0,26 ^{Ac}
Metanol ekstraktı	33,95±1,79 ^{Bc}	-7,12±0,95 ^{Ab}	27,26±2,23 ^{Aa}	44,08±1,49 ^{Ab}	-7,79±0,52 ^{Ac}	34,34±1,46 ^{Ba}
Aseton ekstraktı	41,55±3,40 ^{Ab}	-7,86±0,91 ^{Bb}	27,20±1,10 ^{Aa}	29,62±1,98 ^{Bc}	-3,24±1,09 ^{Ab}	22,71±3,97 ^{Ab}

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0,05$).

Hue° açısı değerlendirildiğinde semizotu ekstraktlarının sarı-yeşil renk bölgesinde, hue° çemberinde yer aldığı belirlenmiştir. Metanol ve aseton ekstraktlarının hue° açıları arasında istatistiki bakımından önemli ($p<0,05$) fark bulunmazken su ekstraktının önemli şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Su ekstraktının 122,26 hue° açısı ve 1,54 kroma değeri ile soğuk kahverengi bir renge sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, daha yüksek kroma değerleri ile metanol ve aseton ekstraktları canlı yeşil bir renge sahip olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Semizotu ekstraktların Hue° ve $Kroma$ değerleri

	Örnek 1		Örnek 2		Ortalama	
	Hue°	$Kroma$	Hue°	$Kroma$	Hue°	$Kroma$
Su ekstraktı	113,95 ± 37,44 ^{Aa}	1,60 ± 0,20 ^{Ab}	130,57 ± 5,48 ^{Aa}	1,49 ± 0,24 ^{Ac}	122,26±26,71 ^{Aa}	1,54±0,22 ^{Ac}
Metanol ekstraktı	104,59 ± 0,76 ^{Ab}	28,18 ± 2,40 ^{Ba}	102,78 ± 0,43 ^{Ab}	35,21 ± 1,52 ^{Aa}	103,68±1,12 ^{Ab}	31,69±4,16 ^{Aa}
Aseton ekstraktı	106,08 ± 1,23 ^{Ab}	28,32 ± 1,29 ^{Aa}	97,92 ± 1,38 ^{Ab}	22,95 ± 4,08 ^{Bb}	102,00±4,47 ^{Ab}	25,63±4,02 ^{Ab}

Bir sütunda aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır; büyük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0,05$).

L^* değerinin, β -karoten, klorofil a, flavonoid ve flavonol miktarı ile önemli ($p<0,01$) ve negatif bir korelasyona (sırasıyla $R=-0,534$, $R=-0,483$, $R=-0,578$ ve $R=-0,618$) sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.24). Materyale renk veren moleküllerin miktarı artıkça maddenin parlaklığı azaldığı mantıklıdır. Ancak b^* değeri, β -karoten, klorofil a, flavonoid ve flavonol miktarı ile pozitif bir korelasyon (sırasıyla $R=0,446$, $R=0,474$, $R=0,644$ ve $R=0,666$) bulunmuştur. Başka bir ifade ile semizotu bitkisi ve ekstraktların β -karoten, flavonoid ve flavonol miktarı artıkça sarı rengi gösteren parametresinde artış görülmüştür. Benzer şekilde kroma değeri, β -karoten, klorofil a, flavonoid ve flavonol miktarı ile pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra Hue° açısı, sarı renk veren moleküller (β -karoten, flavonoid ve flavonol) ile negatif korelasyon belirlenmiştir. Yani β -karoten, flavonoid ve flavonol miktarları artıkça Hue° açısı azalır ve dolayısıyla Hue° çemberinde sarı bölgesine yaklaşır.

Çizelge 4.24. Semizotu örnekleri ve ekstraktlarının renk analizine ait korelasyon analizi

	β -Karoten	Klorofil a	Klorofil b	TFM	Flavonoid	Flavonol-RE	Ortalama %DPPH		L^*	a^*	b^*	Hue°
L^*	-0,534**	-0,483**	-0,294	-0,338	-0,578**	-0,618**	-0,139	-0,434*				
a^*	-0,015	-0,083	-0,159	0,278	-0,263	-0,183	0,119	0,119	0,505**			
b^*	0,446*	0,474**	0,347	0,271	0,644**	0,666**	0,029	0,390*	-0,676**	-0,768**		
Hue°	-0,370*	-0,358	-0,246	-0,155	-0,401*	-0,474**	-0,098	-0,343	0,572**	0,574**	-0,642**	
Kroma	0,421*	0,452*	0,337	0,233	0,623**	0,640**	0,018	0,356	-0,676**	-0,799**	0,999**	-0,642**

* $p<0,05$; ** $p<0,01$

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çeşitli beslenme ve farmakolojik özellikleriyle önemli bir sebze ve tıbbi bitki olarak bilinen semizotunun (*Portulaca oleracea*) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktiviteleri bu çalışmada araştırılmıştır. Önce taze ve dondurarak kurutulmuş örneklerde sonra su, metanol ve aseton ile elde edilmiş ekstraktlarda besinsel bileşim ve antioksidan analizleri gerçekleştirilmiştir.

Semizotunun örnek 1 ve örnek 2'nin kuru madde, C vitamini, β -karoten, Klorofil a, Klorofil b (mg/g), L^* değeri ve a^* değeri, sırasıyla %5,28- 3,86, 0,66-1,01 mg/g, 0,80-0,50 mg/g, 1,24 -1,14 mg/g, 0,72-0,54 mg/g, 37,59-38,35 ve -7,67 - -8,18 olarak bulunmuş ve bu değerler arasında istatistiki olarak önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. Ancak örnek 2'ye ait TFM, toplam flavonoid, toplam flavonol, DPPH aktivitesi, metal çelatlama, b^* değeri ve kroma değerinin, istatistiki olarak örnek 1'den daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın çevresel şartlar, yetiştirme koşulları, hasat zamanı, depolama, çeşit ve genotipe bağlı olabileceği düşünülmüştür. Semizotu örnekleri literatür ile olanlara karşılaştırıldığında daha düşük C vitamin ancak fenolik madde, β -karoten, ve klorofil bakımından zengin bir kaynak olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte daha yüksek DPPH radikal giderme aktivitesi ve metal çelatlama aktivitesi belirlenmiştir.

Ürünlerin kalite özelliklerini korumak amacıyla kullanılan ve en iyi kurutma yöntemlerinden biri olarak bilinen dondurarak kurutmanın semizotunun a^* değeri, C vitamini, β -karoten ve klorofil b içerikleri üzerine etkili olmadığı tespit edilmiştir. Ancak diğer incelenen parametreler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kurutma işlemi sırasında meydana gelen matriks değişikliklerinden dolayı daha iyi ekstrakte edildiği ve çözücüye geçişi arttığından dolayı dondurarak kurutulmuş örneklerde klorofil a'nın arttığı belirlenmiştir. Diğer yandan toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam flavonol içeriğinde önemli azalma görülmüştür. Kurutma işlemi sırasında ısı, enzim, ışık ve oksijen gibi faktörlere bağlı olan çeşitli kimyasal reaksiyonların fenolik maddelerin parçalanmasına ve azalmasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu azalma

neticesinde kurutulmuş semizotunun metal çelatlama ve DPPH aktivitesinde de azalma tespit edilmiştir. Dondurarak kurutma işlemi ile semizotunun parlaklık, canlılık ve sarılığının arttığı bilirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, farklı polaritelere sahip olan çözücüler ile semizotundan elde edilen ekstraktların, farklı antioksidan aktiviteleri gösterdiği ve bu aktivitelerin temel olarak fenolik bileşik içerikleri ile bağımlı olduğu belirlenmiştir. Yağ çözebilen bir çözücü olan aseton ile elde edilen ekstraktlarda en yüksek oranda β -karoten, Klorofil a ve Klorofil b tespit edilmiştir. Ekstraksiyon sırasında protein-polifenol kompleksi oluşumunu inhibe etme veya fenolik grup ile protein karboksil grubu arasında oluşan hidrojen bağlarını parçalama yeteneğiyle aseton ile elde edilen ekstraktların en yüksek TFM, flavonoid ve flavonol miktarların sahip oldukları aseton ekstraktında da belirlenmiştir. Bununla birlikte aseton ekstraktının yüksek DPPH radikali giderme aktivitesine sahip olduğu bulunmuştur. Ancak en düşük metal çelatlama aktivitesi aseton ekstraktında tespit edilmiştir. Metanol ekstraktının ise en yüksek metal çelatlama yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. C vitamini ve metal çelatlama aktivitesi hariç tüm incelenen özellikleri bakımından su ekstraktı diğer ekstraktlara göre en düşük değerleri almıştır.

Semizotu bitki ve ekstraktlarının DPPH radikali giderme aktivitesi ile toplam fenolik madde, flavonoid, flavonol, β -karoten, klorofil a ve klorofil b arasında güçlü korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde ile güçlü bir korelasyon olduğundan DPPH radikali giderme aktivitesinin esasen fenolik maddelerden kaynaklanabileceği sonucu çıkarılabilir. Bununla birlikte örneklerde bulunan pigmentlerin de antioksidan aktivite üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan semizotunun toplam fenolik madde, flavonoid, flavonol, DPPH radikali giderme aktivitesi ve metal çelatlama aktivitesi ile korelasyon göstermediğinden dolayı örneklerin polisakkaritler, proteinler veya peptitler gibi diğer bileşenlerin metal çelatlama yeteneğinin, fenolik bileşiklerden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma, semizotunun insan sağlığı için faydalı olan polifenolik maddeleri ve besinsel bileşikleri iyi miktarda içerdiğini göstermiştir. Semizotunun zengin nutrasötik ve antioksidan profilinden dolayı halk tarafından tıbbi bitki olarak kullanımı desteklenebilir. Bunun yanı sıra farklı polar çözücüler ile elde edilen ekstraktlar farklı antioksidan aktiviteler göstermiş ve bu aktivitelerin esas olarak polifenolik bileşik içerikleri ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak semizotunun yararlı bir sebze olarak tüketilmesinin yanında ekstraktlarının da gıda ve ecza sanayiinde doğal antioksidan olarak kullanımı önerilebilir.



KAYNAKLAR

- Abbas, J., Arif, M., Khan, F., Faridullah, F., Amin-ur-Rehman and Hussain, I., 2011. Proximate Composition, Minerals and Vitamins Content of Selected Vegetables Grown in Peshawar.
- Abd El-Aziz, H.A., M.H, S., Ahmed, K., K. Abd El hameed, A. and A. Rahman and Wedad A. Hassan, Z., 2014. Chemical and remedial effects of purslane (*portulaca oleracea*) plant. *Life Science Journal* 11(6), 31-42.
- Abd El-Gawad, A. and El-Shora, H., 2015. Physiological and biochemical responses of *cucurbita Pepo* L. Mediated by *portulaca Oleracea* L. Allelopathy.
- Abdel-Moemin, A., 2014. Oxalate Content of Egyptian Grown Fruits and Vegetables and Daily Common Herbs.
- Aberoumand, A., 2011. Protein, Fat, Calories, Minerals, Phytic acid and Phenolic In Some Plant Foods Based Diet. *Journal of Food Processing & Technology*, 02(03).
- Aguilera, Y., Martin-Cabrejas, M.A. and González de Mejia, E., 2015. Phenolic compounds in fruits and beverages consumed as part of the mediterranean diet: their role in prevention of chronic diseases. *Phytochemistry Reviews*, 15(3), 405-423.
- Akdeniz, P.Z., 2007. Semizotunda (*Portulaca oleracea* L.) farklı saklama koşullarının kalite ve besin içeriği üzerine etkileri. Yüksek Lisans, Ege Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü - Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı,
- Alam, M.A., Juraimi, A., Rafii, M., Abdul Hamid, A. and Hakim, A., 2014a. Morpho-physiological and mineral nutrient characterization of 45 collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions.
- Alam, M.A., Juraimi, A.S., Rafii, M.Y., Abdul Hamid, A., Aslani, F., Hasan, M.M., Mohd Zainudin, M.A. and Uddin, M.K., 2014b. Evaluation of antioxidant compounds, antioxidant activities, and mineral composition of 13 collected purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. *BioMed research international*, 2014, 296063.
- Alam, M.A., Juraimi, A.S., Rafii, M.Y., Hamid, A.A., Arolu, I.W. and Abdul Latif, M., 2015. Genetic diversity analysis among collected purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions using ISSR markers. *Comptes Rendus Biologies*, 338(1), 1-11.
- Alam, M.A., Juraimi, A.S., Rafii, M.Y., Hamid, A.A., Kamal Uddin, M., Alam, M.Z. and Latif, M.A., 2014c. Genetic improvement of purslane (*Portulaca oleracea* L.) and its future prospects. *Molecular biology reports*, 41(11), 7395-7411.
- Al-Bishri, W.M., Abdel-Reheim, E.S. and Zaki, A.R., 2017. Purslane protects against the reproductive toxicity of carbamazepine treatment in pilocarpine-induced epilepsy model. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(4), 339-346.
- Al-Dabbas, M., 2017a. Antioxidant activity of different extracts from the aerial part of *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori, from Jordan.
- Al-Dabbas, M.M., 2017b. Antioxidant activity of different extracts from the aerial part of *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori, from Jordan. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 30(6), 2151-2157.

- Al-Dabbas, M.M., Kitahara, K., Suganuma, T., Hashimoto, F. and Tadera, K., 2006. Antioxidant and alpha-amylase inhibitory compounds from aerial parts of *Varthemia iphionoides* Boiss. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 70(9), 2178-2184.
- Almaraz-Abarca, N., da Graça Campos, M., Ávila-Reyes, J.A., Naranjo-Jiménez, N., Herrera Corral, J. and González-Valdez, L.S., 2007. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee-collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae). *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(2), 119-124.
- Almasoud, A.G. and Salem, M.E., 2014. Nutritional Quality of Purslane and its Crackers. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 4(3).
- Anonymous, 1995. Official methods of analysis of AOAC international, 16th Edition ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Anonymous, 2015. 2015 – 2020 Dietary Guidelines for Americans. U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture, <https://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>. (04.02.2019).
- Anonymous, 2018a. Bitkisel Üretim (2002-2017 Sebze Üretim Miktarı ve Değişimi) T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI, <https://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Urunler-Ve-Uretim>. (06.09.2018).
- Anonymous, 2018b. *Portulaca oleracea* L. Database. (USDA, NRCS) United State Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=POOL>. (9.12.2018).
- Anonymous, 2018c. USDA. United State Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory, National Nutrient Database for Standard Reference, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/11427?fgcd=&manu=&format=&count=&max=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=Purslane%2C+raw&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=&ing=>. (03.01.2019).
- Aziz, D., 2016. Isolation and Identification of New Alkaloids from Purslane (*Portulacaoleracea* L.)Leaves Using HPLC/ESIMS.
- Bachar, M., Zidane, L. and Atmane, R., 2016. Ethno-medicinal and traditional phytotherapy of plants used in bouhachem natural regional park "Rif of Morocco" -case of tazroute district.
- Barba, F., Esteve, M.J. and Frigola, A., 2014. Bioactive Components from Leaf Vegetable Products.
- Barros, L., Cabrita, L., Boas, M.V., Carvalho, A.M. and Ferreira, I.C.F.R., 2011. Chemical, biochemical and electrochemical assays to evaluate phytochemicals and antioxidant activity of wild plants. *Food Chemistry*, 127(4), 1600-1608.
- Béné, K., CAMARA, D., FOFIE, N.G.B.Y., ANGA, K., YAPI, A.B., YAPO, Y.C., AMBE, S.A. and ZIRIHI, G.N., 2016. Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua, District du Zanzan (Côte d'Ivoire) *Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(2), 4230-4250.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.

- Buscemi, N., Vandermeer, B., Hooton, N., Pandya, R., Tjosvold, L., Hartling, L., Vohra, S., Klassen, T.P. and Baker, G., 2006. Efficacy and safety of exogenous melatonin for secondary sleep disorders and sleep disorders accompanying sleep restriction: meta-analysis. *BMJ (Clinical research ed.)*, 332(7538), 385-393.
- Byrne, R. and McAndrews, J., 1975. Pre-Columbian purslane (*Portulaca oleracea* L) in the New World.
- Caballero-Salazar, S., Riveron-Negrete, L., Ordaz-Tellez, M.G., Abdullaev, F. and Espinosa-Aguirre, J.J., 2002. Evaluation of the antimutagenic activity of different vegetable extracts using an in vitro screening test. *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 45, 101-103.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M. and Corke, H., 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life sciences*, 74(17), 2157-2184.
- Carter, P., Gray, L.J., Troughton, J., Khunti, K. and Davies, M.J., 2010. Fruit and vegetable intake and incidence of type 2 diabetes mellitus: systematic review and meta-analysis. *BMJ (Clinical research ed.)*, 341, c4229.
- Chang, S.K., Ismail, A. and Daud, Z.A.M., 2016. Ascorbic Acid: Properties, Determination and Uses, in: Caballero, B., Finglas, P.M. and Toldrá, F. (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health*. Academic Press, Oxford, pp. 275-284.
- Changizi-Ashtiyani, S., Zarei, A., Taheri, S., Rasekh, F. and Ramazani, M., 2013. The effects of *Portulaca oleracea* alcoholic extract on induced hypercholesterolemia in rats. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 15(6), 34-39.
- Checa-Ros, A., Muñoz-Gallego, A., de los Ángeles Muñoz-Gallego, M., Molina-Carballo, A., Narbona-Galdó, S., Jeréz-Calero, A., del Carmen Agustín-Morales, M. and Muñoz-Hoyos, A., 2018. Clinical Considerations Derived From the Administration of Melatonin to Children With Sleep Disorders. *Pediatric neurology*, 78, 61-69.
- Chen, J., Shi, Y.-P. and Liu, J.-Y., 2003. Determination of noradrenaline and dopamine in Chinese herbal extracts from *Portulaca oleracea* L. by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1003(1), 127-132.
- Chen, Y.X., Li, G.Z., Zhang, B., Xia, Z.Y. and Zhang, M., 2016. Molecular evaluation of herbal compounds as potent inhibitors of acetylcholinesterase for the treatment of Alzheimer's disease. *Molecular medicine reports*, 14(1), 446-452.
- Chew, Y.L., Lim, Y.Y., Omar, M. and Khoo, K.S., 2008. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. *LWT - Food Science and Technology*, 41(6), 1067-1072.
- Cho, Y.-J., Ju, I.-S., Kwon, O.-J., Chun, S.-S., An, B.-J. and Kim, J.-H., 2008. Biological and antimicrobial activity of *Portulaca oleracea*. *Applied Biological Chemistry*, 51(1), 49-54.
- Chowdhary, V.C., Meruva, A., K, N. and Kumar A. Elumalai, R., 2013. A review on phytochemical and pharmacological profile of *Portulaca oleracea* Linn. (Purslane).
- Crozier, A., Lean, M.E.J., McDonald, M.S. and Black, C., 1997. Quantitative Analysis of the Flavonoid Content of Commercial Tomatoes, Onions, Lettuce, and Celery. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(3), 590-595.
- Danin, A. and Reyes-Betancort, J., 2006. The status of *Portulaca oleracea* L. in Tenerife, the Canary Islands.

- Danin, A., Buldrini, F., Bandini Mazzanti, M. and Bosi, G., 2013. The history of the *Portulaca oleracea* aggregate in the Emilia-Romagna Po Plain (Italy) from the Roman Age to the present.
- Davis, P.H., 1967. Flora of Turkey and the East Aegean islands Vol. 2. Vol. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Delfan-Hosseini, S., Nayebzadeh, K., Mirmoghtadaie, L., Kavosi, M. and Hosseini, S.M., 2017. Effect of extraction process on composition, oxidative stability and rheological properties of purslane seed oil. *Food Chemistry*, 222, 61-66.
- Demirhan, E. and Özbek, B., 2010. Drying kinetics and effective moisture diffusivity of purslane undergoing microwave heat treatment.
- Dias, M.G., Camões, M.F.G.F.C. and Oliveira, L., 2009. Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 113(3), 808-815.
- Dkhil, M.A., Moniem, A.E.A., Al-Quraishy, S. and Saleh, R.A., 2011. Antioxidant effect of purslane (*Portulaca oleracea*) and its mechanism of action. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(9), 1589-1593.
- Dweck, A.C., 2001. Dweck FLS FRSC FRSH. Purslane (*Portulaca oleracea*)-the global panacea, Consultant, Dweck Data.
- Eljach Mosquera, S., 2014. Purslane (*Portulaca oleracea* L.) an excellent source of omega-3 and omega-6 fatty acids with abatement of risk factors. MSc Thesis McGill University, Department of Plant Science,
- El-Sayed, M.I., 2011. Effects of *Portulaca oleracea* L. seeds in treatment of type-2 diabetes mellitus patients as adjunctive and alternative therapy. *Journal of ethnopharmacology*, 137(1), 643-651.
- Ercisli, S., Çoruh, İ., Ala Gormez, A. and Sengul, M., 2008. Antioxidant and antibacterial activities of *portulaca oleracea* l. grown wild in Turkey.
- Erkan, N., 2012. Antioxidant activity and phenolic compounds of fractions from *Portulaca oleracea* L. *Food Chemistry*, 133(3), 775-781.
- Esmailzadeh, A., Zakizadeh, E., Faghihimani, E., Gohari, M. and Jazayeri, S., 2015. The effect of purslane seeds on glycemic status and lipid profiles of persons with type 2 diabetes: A randomized controlled cross-over clinical trial. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 20(1), 47.
- Galano, A., Tan, D.X. and Reiter, R.J., 2011. Melatonin as a natural ally against oxidative stress: a physicochemical examination. *Journal of pineal research*, 51(1), 1-16.
- Gallo, M., Conte, E. and Naviglio, D., 2017. Analysis and Comparison of the Antioxidant Component of *Portulaca Oleracea* Leaves Obtained by Different Solid-Liquid Extraction Techniques. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 6(3).
- Garti, N., Aserin, A. and Slavin, Y., 1999a. Competitive adsorption in O/W emulsions stabilized by the new *Portulaca oleracea* hydrocolloid and nonionic emulsifiers. *Food Hydrocolloids*, 13(2), 139-144.
- Garti, N., Slavin, Y. and Aserin, A., 1999b. Surface and emulsification properties of a new gum extracted from *Portulaca oleracea* L. *Food Hydrocolloids*, 13(2), 145-155.
- Geesink, R., 1969. An account of the genus *Portulaca* in Indo-Australia and the Pacific (*Portulacaceae*). *Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 17(2), 275 - 301.

- Gharneh, A.H. and Hassandokht, R.M., 2012. Chemical composition of some Iranian purslane (*Portulaca oleracea*) as a leafy vegetable in south parts of Iran.
- Gong, F., Li, F., Zhang, L., Li, J., Zhang, Z. and Wang, G., 2009. Hypoglycemic effects of crude polysaccharide from purslane. *International journal of molecular sciences*, 10(3), 880-888.
- Gonnella, M., Charfeddine, M., Conversa, G. and Santamaria, P., 2010. Purslane: A Review of its Potential for Health and Agricultural Aspects.
- Grieve, M., 1971. *A Modern Herbal: The Medicinal, Culinary, Cosmetic and Economic Properties, Cultivation and Folk-lore of Herbs, Grasses, Fungi, Shrubs, & Trees with All Their Modern Scientific Uses*. Dover Publications.
- Guil-Guerrero, J.L. and Rodríguez-García, I., 1999. Lipids classes, fatty acids and carotenes of the leaves of six edible wild plants. *European Food Research and Technology*, 209(5), 313-316.
- Guitart, D.A., Pickering, C.M. and Byrne, J.A., 2014. Color me healthy: food diversity in school community gardens in two rapidly urbanising Australian cities. *Health & place*, 26, 110-117.
- Güngören, M., 2016. Farklı yörelerdeki yabani semizotu (*Portulaca oleracea* L.) ile kültür ortamında yetiştirilmiş semizotunun in vitro antioksidatif kapasitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü - Kimya Anabilim Dalı - Biyokimya Bilim Dalı, Biyokimya; Kimya,
- Guo, G., Yue, L., Fan, S., Jing, S. and Yan, L.-J., 2016. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Purslane Seed Oil. *Journal of hypertension : open access*, 5(2), 218.
- Hagerman, A.E., 1988. Extraction of tannin from fresh and preserved leaves. *Journal of chemical ecology*, 14(2), 453-461.
- Huang, Z., Wang, B., Eaves, D.H., Shikany, J.M. and Pace, R.D., 2007. Phenolic compound profile of selected vegetables frequently consumed by African Americans in the southeast United States. *Food Chemistry*, 103(4), 1395-1402.
- Huerta-Yépez, S., Tirado-Rodríguez, A.B. and Hankinson, O., 2016. Role of diets rich in omega-3 and omega-6 in the development of cancer. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 73(6), 446-456.
- Hussain, J., Rehman, N., Khan, A., Hussain, H., Al-Harrasi, A., Ali, L., Sami, F. and Shinwari, Z., 2011. Determination of macro and micronutrients and Nutritional prospects of six vegetable species of Mardan, Pakistan.
- Hussien, H., 2016. Development of Gluten Free Snacks Fortified with Purslane (*Portulaca oleracea*) Powder.
- Hutadilok-Towatana, N., Chaiyamutti, P., Panthong, K., Mahabusarakam, W. and Rukachaisirikul, V., 2008. Antioxidative and Free Radical Scavenging Activities of Some Plants Used in Thai Folk Medicine.
- Igwemmar, N.C., Kolawole, S.A. and Imran, I.A., 2013. Effect of heating on vitamin C content of some selected vegetables.
- Iranshahy, M., Javadi, B., Iranshahi, M., Jahanbakhsh, S.P., Mahyari, S., Hassani, F.V. and Karimi, G., 2017. A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Portulaca oleracea* L. *Journal of ethnopharmacology*, 205, 158-172.

- Jin, R., Wang, Y., Liu, R., Gou, J. and Chan, Z., 2016. Physiological and metabolic changes of purslane (*Portulaca oleracea* L.) in response to drought, heat, and combined stresses. *Frontiers in plant science*, 6, 1123.
- Kallithraka, S., Garcia-Viguera, C., Bridle, P. and Bakker, J., 1995. Survey of solvents for the extraction of grape seed phenolics. *Phytochemical Analysis*, 6(5), 265-267.
- Kara, M., 2011. Üzerlik (*Peganum harmala* L.) Bitki Ekstraktının Buğday (*Triticum vulgare* L.) ve Semiz otu (*Portulaca oleracea* L.) Tohumlarının Gelişim Üzerine Etkisinin Araştırılması. yüksek lisans, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı,
- Kaşkar, Ç., Fernández, J., Ochoa, J., Niñirola, D., Conesa, E. and Tüzel, Y., 2008. Agronomic behaviour and oxalate and nitrate content of different purslane cultivars (*Portulaca oleracea*) grown in a hydroponic floating system, *International Symposium on Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate* 807. pp. 521-526.
- Kaymak, H., 2013. Effect of nitrogen forms on growth, yield and nitrate accumulation of cultivated purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(3), 444-449.
- Keijzer, H., Smits, M.G., Duffy, J.F. and Curfs, L.M., 2014. Why the dim light melatonin onset (DLMO) should be measured before treatment of patients with circadian rhythm sleep disorders. *Sleep medicine reviews*, 18(4), 333-339.
- Keyte, J., Harris, S., Margetts, B., Robinson, S. and Baird, J., 2012. Engagement with the National Healthy Schools Programme is associated with higher fruit and vegetable consumption in primary school children. *Journal of human nutrition and dietetics : the official journal of the British Dietetic Association*, 25(2), 155-160.
- Koç, H., 2004. Bitkilerle sağlıklı yaşam. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Kong, Y., Rozema, E. and Zheng, Y., 2014. The Effects of NaCl on Calcium-deficiency Disorder Vary with Symptom Development Stage and Cultivar in Hydroponic Purslane.
- Kubatka, P., Zubor, P., Busselberg, D., Kwon, T.K., Adamek, M., Petrovic, D., Opatrilova, R., Gazdikova, K., Caprnda, M., Rodrigo, L., Danko, J. and Kruzliak, P., 2018. Melatonin and breast cancer: Evidences from preclinical and human studies. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 122, 133-143.
- Kumar, K.S., Ganesan, K. and Rao, P.V.S., 2008. Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty – An edible seaweed. *Food Chemistry*, 107(1), 289-295.
- Langton, F., Adams, S. and Cockshull, K., 2003. Effects of photoperiod on leaf greenness of four bedding plant species. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(3), 400-404.
- León, J. and Bermejo, J.E.H., 1994. Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective. Food and Agriculture Organization of the United Nations and The Botanical Garden of Córdoba (Spain) Etnobotánica 92 Programme, Rome.
- Li, Y., Li, S., Zhou, Y., Meng, X., Zhang, J.-J., Xu, D.-P. and Li, H.-B., 2017. Melatonin for the prevention and treatment of cancer. *Oncotarget*, 8(24), 39896-39921.

- Liira, J., Verbeek, J.H., Costa, G., Driscoll, T.R., Sallinen, M., Isotalo, L.K. and Ruotsalainen, J.H., 2014. Pharmacological interventions for sleepiness and sleep disturbances caused by shift work. *Cochrane Database of Systematic Reviews*,(8).
- Lim, Y.Y. and Quah, E.P.L., 2007. Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. *Food Chemistry*, 103(3), 734-740.
- Liu, L., Howe, P., Zhou, Y.F., Xu, Z.Q., Hocart, C. and Zhan, R., 2000. Fatty acids and beta-carotene in australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. *Journal of chromatography. A*, 893(1), 207-213.
- M Carbonell-Capella, J., Barba, F., Esteve, M.J. and Frigola, A., 2013. Quality Parameters, Bioactive Compounds and Their Correlation with Antioxidant Capacity of Commercial Fruit-Based Baby Foods.
- Masoodi, M., Ahmad, B., Mir, S.R. and Zarger, B., 2011. *Portulaca oleracea* L. A Review.
- Masters, A., Pandi-Perumal, S.R., Seixas, A., Girardin, J.-L. and McFarlane, S.I., 2014. Melatonin, the Hormone of Darkness: From Sleep Promotion to Ebola Treatment. *Brain disorders & therapy*, 4(1), 1000151.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- McLellan, M., R. Lind, L. and W. Kime, R., 2007. Hue angle determinations and statistical analysis for multiquadrant Hunter L,a,b Data.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P.R. and van Beek, T.A., 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85(2), 231-237.
- Miyaniishi, K. and Cavers, P.B., 1980. THE BIOLOGY OF CANADIAN WEEDS.: 40. *Portulaca oleracea* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 60(3), 953-963.
- Mohamed, A.I. and Hussein, A.S., 1994. Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*). *Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 45(1), 1-9.
- Movahedian, A., Ghannadi, A. and Mahboobeh, V., 2007. Hypocholesterolemic Effects of Purslane Extract on Serum Lipids in Rabbits Fed with High Cholesterol Levels.
- Naczka, M. and Shahidi, F., 2006. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(5), 1523-1542.
- Nicklett, E.J., Semba, R.D., Xue, Q.L., Tian, J., Sun, K., Cappola, A.R., Simonsick, E.M., Ferrucci, L. and Fried, L.P., 2012. Fruit and vegetable intake, physical activity, and mortality in older community-dwelling women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(5), 862-868.
- Noonan, S.C. and Savage, G.P., 1999. Oxalate content of foods and its effect on humans. *Asia Pac J Clin Nutr*, 8(1), 64-74.
- Nuez, F. and Hernandez-Bermejo, J., 1994. Neglected horticultural crops. *Neglected crops*, 1492, 303-332.
- Ocampo, G. and Columbus, J.T., 2012. Molecular phylogenetics, historical biogeography, and chromosome number evolution of *Portulaca* (*Portulacaceae*). *Molecular phylogenetics and evolution*, 63(1), 97-112.

- Odhav, B., Beekrum, S., Akula, U. and Baijnath, H., 2007. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(5), 430-435.
- Oh, K.B., Chang, I.M., Hwang, K.J. and Mar, W., 2000. Detection of antifungal activity in *Portulaca oleracea* by a single-cell bioassay system. *Phytotherapy research : PTR*, 14(5), 329-332.
- Okafor, I., B Ayalokunrin, M. and Abu Orachu, L., 2014. A review on *Portulaca oleracea* (Purslane) plant – Its nature and biomedical benefits.
- Oliveira, D.d.C.d.S., Wobeto, C., Zanuzo, M.R. and Severgnini, C., 2013. Mineral composition and ascorbic acid content in four non-conventional leafy vegetables species. *Horticultura Brasileira*, 31, 472-475.
- Oliveira, I., Valentão, P., Lopes, R., Andrade, P.B., Bento, A. and Pereira, J.A., 2009. Phytochemical characterization and radical scavenging activity of *Portulaca oleracea* L. leaves and stems. *Microchemical Journal*, 92(2), 129-134.
- Oliveira, P.F., Sousa, M., Monteiro, M.P., Silva, B. and Alves, M.G., 2014. Pineal Gland and Melatonin Biosynthesis.
- Omara-Alwala, T.R., Mebrahtu, T., Prior, D.E. and Ezekwe, M.O., 1991. Omega-three fatty acids in purslane (*Portulaca oleracea*) Tissues. *Journal of the American oil chemists' society*, 68(3), 198-199.
- Osorio, N.W., Shuai, X., Miyasaka, S., Wang, B., Shirey, R.L. and Wigmore, W.J., 2003. Nitrogen level and form affect taro growth and nutrition.
- Özcan, C., 2009. Semizotu, ısırgan otu, menengiç ve kuşburnu gibi tıbbi ve aromatik bitkilerde flavonollerin HPLC-MS ile tayini. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü - Kimya Bölümü Kimya Anabilim Dalı,
- Pełkal, A. and Pyrzynska, K., 2014. Evaluation of Aluminium Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay. *Food Analytical Methods*, 7(9), 1776-1782.
- Peksel, A., Arisan-Atac, I. and Yanardag, R., 2006. Antioxidant activities of aqueous extracts of purslane (*Portulaca oleracea* subsp. *sativa* L.).
- Pereira, J.A., Oliveira, I., Sousa, A., Valentao, P., Andrade, P.B., Ferreira, I.C., Ferreres, F., Bento, A., Seabra, R. and Estevinho, L., 2007. Walnut (*Juglans regia* L.) leaves: phenolic compounds, antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 45(11), 2287-2295.
- Petropoulos, S., Karkanis, A., Fernandes, A., Barros, L., Ferreira, I.C., Ntatsi, G., Petrotos, K., Lykas, C. and Khah, E., 2015. Chemical Composition and Yield of Six Genotypes of Common Purslane (*Portulaca oleracea* L.): An Alternative Source of Omega-3 Fatty Acids. *Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 70(4), 420-426.
- Petropoulos, S., Karkanis, A., Martins, N. and Ferreira, I.C.F.R., 2016. Phytochemical composition and bioactive compounds of common purslane (*Portulaca oleracea* L.) as affected by crop management practices. *Trends in Food Science & Technology*, 55, 1-10.
- Petropoulos, S.A., Karkanis, A., Martins, N. and Ferreira, I.C.F.R., 2018. Edible halophytes of the Mediterranean basin: Potential candidates for novel food products. *Trends in Food Science & Technology*, 74, 69-84.
- Poeydomenge, G. and Savage, G., 2007. Oxalate content of raw and cooked purslane.

- Pragda, S.S., Kuppast, I., Mankani, K. and Ramesh, L., 2012. Evaluation of antihyperlipidemic activity of leaves of *Portulaca oleracea* Linn against dexamethasone induced hyperlipidemia in rats. *Int J Pharm Pharm Sci*, 4(4), 279-283.
- Punna, R. and Rao Paruchuri, U., 2004. Effect of maturity and processing on total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian green leafy vegetables. *International journal of food sciences and nutrition*, 55(7), 561-567.
- Rahdari, P., Tavakoli, S. and Meysam Hosseini, S., 2012. Studying of Salinity Stress Effect on Germination, Proline, Sugar, Protein, Lipid and Chlorophyll Content in Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Leaves.
- Raju, M., Varakumar, S., Lakshminarayana, R., Krishnakantha, T.P. and Baskaran, V., 2007. Carotenoid composition and vitamin A activity of medicinally important green leafy vegetables. *Food Chemistry*, 101(4), 1598-1605.
- Rao, A.V. and Rao, L.G., 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacological research*, 55(3), 207-216.
- Reiter, R.J., Rosales-Corral, S., Tan, D.X., Jou, M.J., Galano, A. and Xu, B., 2017. Melatonin as a mitochondria-targeted antioxidant: one of evolution's best ideas. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 74(21), 3863-3881.
- Ren, S., Weeda, S., Akande, O., Guo, Y., Rutto, L. and Mebrahtu, T., 2011. Drought tolerance and AFLP-based genetic diversity in purslane (*Portulaca oleracea* L.).
- Rinaldi, R., Amodio, M.L. and Colelli, G., 2010. Effect of temperature and exogenous ethylene on the physiological and quality traits of purslane (*Portulaca oleracea* L.) leaves during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 58(2), 147-156.
- Sabzghabae, A.M., Kelishadi, R., Jelokhanian, H., Asgary, S., Ghannadi, A. and Badri, S., 2014. Clinical effects of portulaca oleracea seeds on dyslipidemia in obese adolescents: a triple-blinded randomized controlled trial. *Medical Archives*, 68(3), 195.
- Sadeghniaat-Haghighi, K., Bahrami, H., Aminian, O., Meysami, A. and Khajeh-Mehrzi, A., 2016. Melatonin therapy in shift workers with difficulty falling asleep: A randomized, double-blind, placebo-controlled crossover field study. *Work*, 55(1), 225-230.
- Sage, R.F., 2005. Atmospheric CO₂, Environmental Stress, and the Evolution of C₄ Photosynthesis, in: Baldwin, I.T., Caldwell, M.M., Heldmaier, G., Jackson, R.B., Lange, O.L., Mooney, H.A., Schulze, E.D., Sommer, U., Ehleringer, J.R., Denise Dearing, M. and Cerling, T.E. (Eds.), *A History of Atmospheric CO₂ and Its Effects on Plants, Animals, and Ecosystems*. Springer New York, New York, NY, pp. 185-213.
- Salehi, P., Asghari, B., Esmaeili, M.A., Dehghan, H. and Ghazi, I., 2013. -Glucosidase and-amylase inhibitory effect and antioxidant activity of ten plant extracts traditionally used in Iran for diabetes. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(6), 257-266.
- Sallam, E.M. and Anwar, M.M., 2017. Antioxidant Activity of some Extracts from Gamma irradiated Purslane (*Portulaca oleracea*) Plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 19(1).
- Santoso, J., Yoshie-Stark, Y. and Suzuki, T., 2014. Anti-oxidant activity of methanol extracts from Indonesian seaweeds in an oil emulsion model.

- Shalmashi, A. and Eliassi, A., 2008. Solubility of 1-(+)-Ascorbic Acid in Water, Ethanol, Methanol, Propan-2-ol, Acetone, Acetonitrile, Ethyl Acetate, and Tetrahydrofuran from (293 to 323) K. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 53(6), 1332-1334.
- Shashirekha, M.N., Mallikarjuna, S.E. and Rajarathnam, S., 2015. Status of bioactive compounds in foods, with focus on fruits and vegetables. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(10), 1324-1339.
- Silva, R. and Carvalho, I.S., 2014. In vitro antioxidant activity, phenolic compounds and protective effect against DNA damage provided by leaves, stems and flowers of *Portulaca oleracea* (Purslane). *Natural product communications*, 9(1), 45-50.
- Simopoulos, A.P. and Salem Jr, N., 1996. Fatty acids and lipids from cell biology to human disease. *Lipids*, 31(1Part1), S1-S1.
- Simopoulos, A.P. and Salem, N., Jr., 1986. Purslane: a terrestrial source of omega-3 fatty acids. *The New England journal of medicine*, 315(13), 833.
- Simopoulos, A.P., 2001. Evolutionary aspects of diet, essential fatty acids and cardiovascular disease. *European Heart Journal Supplements*, 3(suppl_D), D8-D21.
- Simopoulos, A.P., 2004. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biological research*, 37(2), 263-277.
- Simopoulos, A.P., Norman, H.A., Gillaspay, J.E. and Duke, J.A., 1992. Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *J Am Coll Nutr*, 11(4), 374-382.
- Simopoulos, A.P., Tan, D.X., Manchester, L.C. and Reiter, R.J., 2005. Purslane: a plant source of omega-3 fatty acids and melatonin. *J Pineal Res*, 39(3), 331-332.
- Siriamornpun, S. and Suttajit, M., 2010. Microchemical Components and Antioxidant Activity of Different Morphological Parts of Thai Wild Purslane (*Portulaca oleracea*).
- Sowndhararajan, K. and Kang, S.C., 2013. Free radical scavenging activity from different extracts of leaves of *Bauhinia vahlii* Wight & Arn. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(4), 319-325.
- Spina, M., Cuccioloni, M., Sparapani, L., Acciarri, S., Eleuteri, A.M., Fioretti, E. and Angeletti, M., 2008. Comparative evaluation of flavonoid content in assessing quality of wild and cultivated vegetables for human consumption. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(2), 294-304.
- Stadlbauer, V., Haselgrubler, R., Lanzerstorfer, P., Plochberger, B., Borgmann, D., Jacak, J., Winkler, S.M., Schroder, K., Hoglinger, O. and Weghuber, J., 2016. Biomolecular Characterization of Putative Antidiabetic Herbal Extracts. *PloS one*, 11(1), e0148109.
- Suhner, A., Schlagenhauf, P., Höfer, I., Johnson, R., Tschopp, A. and Steffen, R., 2001. Effectiveness and tolerability of melatonin and zolpidem for the alleviation of jet lag. *Aviation, space, and environmental medicine*, 72(7), 638-646.
- Sultana, A. and Raheman, K., 2013. *Portulaca oleracea* Linn: A global panacea with ethnomedicinal and pharmacological potential.
- Teixeira, M. and Carvalho, I., 2009. Effects of salt stress on purslane (*Portulaca oleracea*) nutrition.

- Thompson, M., Williams, C.R. and Elliot, G.E.P., 1976. Stability of flavonoid complexes of copper(II) and flavonoid antioxidant activity. *Analytica Chimica Acta*, 85(2), 375-381.
- Tunçtürk, R., 2013. Fonksiyonel Gıda Olarak Tüketilen Semizotunun (*Portulaca oleracea* L.) Tıbbi Bitki Olarak Değerlendirilmesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*,(1), 101-103.
- Uddin, M.K., Juraimi, A., Hossain, M., Nahar, M.A.U., Ali, M. and Rahman, M., 2014. Purslane weed (*Portulaca oleracea*): A prospective plant source of nutrition, omega-3 fatty acid, and antioxidant attributes.
- Uddin, M.K., Juraimi, A.S., Ali, M.E. and Ismail, M.R., 2012a. Evaluation of antioxidant properties and mineral composition of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) at different growth stages. *International journal of molecular sciences*, 13(8), 10257-10267.
- Uddin, M.K., Juraimi, A.S., Anwar, F., Hossain, M.A. and Alam, M.A., 2012b. Effect of salinity on proximate mineral composition of purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 6(12), 1732.
- Uddin, M.K., Juraimi, A.S., Begum, M., Ismai, M.R., Rahim A.A and Othman, R., 2009. Floristic composition of weed community in turf grass area of west peninsular Malaysia. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11, 13-20.
- Uddin, M.K., Juraimi, A.S., Ismail, M.R. and Brosnan, J.T., 2010. Characterizing Weed Populations in Different Turfgrass Sites throughout the Klang Valley of Western Peninsular Malaysia. *Weed Technology*, 24(2), 173-181.
- Unsal, V., Toroglu, S., Belge Kurutaş, E., Şeyma Taner, S., Atalay Çubuk, F. and Bahar, G., 2015. Dereotu, Semizotu ve Roka'da Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitenin Araştırılması.
- van Geijlswijk, I.M., Korzilius, H.P. and Smits, M.G., 2010. The use of exogenous melatonin in delayed sleep phase disorder: a meta-analysis. *Sleep*, 33(12), 1605-1614.
- van Maanen, A., Meijer, A.M., Smits, M.G. and Oort, F.J., 2011. Termination of short term melatonin treatment in children with delayed Dim Light Melatonin Onset: effects on sleep, health, behavior problems, and parenting stress. *Sleep medicine*, 12(9), 875-879.
- Viana, M.M., Carlos, L.A., Silva, E.C., Pereira, S.M., Oliveira, D.B. and Assis, M.L., 2015. Composição fitoquímica e potencial antioxidante de hortaliças não convencionais. *Horticultura Brasileira*, 33, 504-509.
- Voutilainen, S., Nurmi, T., Mursu, J. and Rissanen, T.H., 2006. Carotenoids and cardiovascular health. *The American journal of clinical nutrition*, 83(6), 1265-1271.
- Wainstein, J., Landau, Z., Bar Dayan, Y., Jakubowicz, D., Grothe, T., Perrinjaquet-Moccetti, T. and Boaz, M., 2016. Purslane Extract and Glucose Homeostasis in Adults with Type 2 Diabetes: A Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial of Efficacy and Safety. *Journal of medicinal food*, 19(2), 133-140.
- Wang, T., Jónsdóttir, R. and Ólafsdóttir, G., 2009. Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from Icelandic seaweeds. *Food Chemistry*, 116(1), 240-248.

- Whelan, J. and Rust, C., 2006. Innovative dietary sources of n-3 fatty acids. *Annu. Rev. Nutr.*, 26, 75-103.
- Xiang, L., Xing, D., Wang, W., Wang, R., Ding, Y. and Du, L., 2005. Alkaloids from *Portulaca oleracea* L. *Phytochemistry*, 66(21), 2595-2601.
- Xu, X., Yu, L. and Chen, G., 2006. Determination of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41(2), 493-499.
- Yan, G., Aryamanesh, N. and Wang, S., 2009. Purslane: A Potential Vegetable Crop. RIRDC.
- Yan, J., Sun, L.R., Zhou, Z.Y., Chen, Y.C., Zhang, W.M., Dai, H.F. and Tan, J.W., 2012. Homoisoflavonoids from the medicinal plant *Portulaca oleracea*. *Phytochemistry*, 80, 37-41.
- Yang, Y., Sun, Y., Yi, W., Li, Y., Fan, C., Xin, Z., Jiang, S., Di, S., Qu, Y. and Reiter, R.J., 2014. A review of melatonin as a suitable antioxidant against myocardial ischemia-reperfusion injury and clinical heart diseases. *Journal of pineal research*, 57(4), 357-366.
- Yoon, I.-Y. and Song, B.-G., 2002. Role of morning melatonin administration and attenuation of sunlight exposure in improving adaptation of night-shift workers. *Chronobiology International*, 19(5), 903-913.
- YouGuo, C., ZongJi, S. and XiaoPing, C., 2009. Evaluation of free radicals scavenging and immunity-modulatory activities of Purslane polysaccharides. *International journal of biological macromolecules*, 45(5), 448-452.
- Youssef, M.K. and Mokhtar, S., 2014. Effect of Drying Methods on the Antioxidant Capacity, Color and Phytochemicals of *Portulaca oleracea* L. Leaves.
- Yu, L.-m., Di, W.-c., Dong, X., Li, Z., Zhang, Y., Xue, X.-d., Xu, Y.-l., Zhang, J., Xiao, X. and Han, J.-s., 2018. Melatonin protects diabetic heart against ischemia-reperfusion injury, role of membrane receptor-dependent cGMP-PKG activation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 1864(2), 563-578.
- Yun, J., 2016. Growth and Nutritional Quality Comparison Between Two Common Purslanes, *Portulaca granulatostellulata* and *P. Edulis*.
- Zhang, J.-y., Chen, X.-g., Hu, Z.-d. and Ma, X., 2002. Quantification of noradrenaline and dopamine in *Portulaca oleracea* L. by capillary electrophoresis with laser-induced fluorescence detection. *Analytica Chimica Acta*, 471(2), 203-209.
- Zhang, W., Chen, X.-y., Su, S.-w., Jia, Q.-z., Ding, T., Zhu, Z.-n. and Zhang, T., 2016. Exogenous melatonin for sleep disorders in neurodegenerative diseases: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Neurological Sciences*, 37(1), 57-65.
- Zhou, Y.X., Xin, H.L., Rahman, K., Wang, S.J., Peng, C. and Zhang, H., 2015. *Portulaca oleracea* L.: a review of phytochemistry and pharmacological effects. *BioMed research international*, 2015, 925631.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Suriye'nin Şam şehrinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Şam'da tamamladı. 2007'de girdiği Damascus Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümünden 2012 yılında mezun oldu. 2015'te Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

