



**FARKLI KURUTMA İŞLEMLERİNİN
SEMİZOTUNUN (*Portulaca oleracea*)
BESİNSEL BİLEŞİMİ VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Halil İbrahim BİNİCİ

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT
2018
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KURUTMA İŞLEMLERİNİN SEMİZOTUNUN (*Portulaca
oleracea*) BESİNSEL BİLEŞİMİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ

Halil İbrahim BİNİCİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2018

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**FARKLI KURUTMA İŞLEMLERİNİN SEMİZOTUNUN (*Portulaca oleracea*)
BESİNSEL BİLEŞİMİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Prof. Dr. İhsan Güngör SAT danışmanlığında, Halil İbrahim BİNİCİ tarafından hazırlanan bu çalışma 14.12.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (/)** ile kabul edilmiştir.

Başkan :	Prof. Dr. M. Fatih Ertegunay	İmza :	
Üye :	Prof. Dr. Memnune Serçin	İmza :	
Üye :	Prof. Dr. İhsan Güngör SAT	İmza :	

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 20.12.2018 tarih ve 51.19 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

FARKLI KURUTMA İŞLEMLERİNİN SEMİZOTUNUN (*Portulaca oleracea*) BESİNSEL BİLEŞİMİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Halil İbrahim BİNİCİ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT

Bu çalışma farklı kurutma işlemlerinin semizotu bitkisinin besinsel içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada Antalya ve Mersin illerinde yetiştirilen iki farklı semizotu örneği dört farklı kurutma yöntemi (güneşte, vakumlu fırında, sıcak hava ile ve dondurarak kurutma) ile kurutulmuştur. Örneklerle toplam kuru madde, C vitamini, DPPH, metal çelatlama, toplam fenolik madde, flavonol, flavonoid, β -karoten, klorofil a, klorofil b ve renk analizleri yapılmıştır.

Taze semizotu örneklerinde kuru madde %3,86-5,28, DPPH radikal giderme aktivitesi (IC_{50} değeri) 158,19-168,22 μ g/ml ve metal çelatlama aktivitesi %5,75-22,44 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca taze örneklerde kuru maddede; C vitamini 66,09-101,33 mg/100g, toplam fenolik madde 14,86-17,95 mg GAE/g, flavonol 6,24-12,18 mg KE/g, flavonoid 9,61-28,20 mg RE/g, β -karoten 67,08-61,31 mg/100g, klorofil a 103,11-138,11mg/100g ve klorofil b 56,14-62,06 mg/100g olarak bulunmuştur. Yine taze örneklerde L^* , a^* ve b^* renk değerleri sırasıyla 33,41 ile 35,25, -7,28 ile -22,82 ve 13,51 ile 14,60 olarak ölçülmüştür.

Kullanılan kurutma işlemlerinin semizotu örneklerinin tüm incelenen parametreleri üzerine istatistiki olarak önemli derecede ($p<0,01$) etkili olduğu bulunmuştur. Kurutma işlemiyle, semizotu örneklerinin toplam fenolik madde, β -karoten, flavonoid, flavonol ve C vitamini miktarlarının azaldığı; klorofil a ve klorofil b miktarları ile antioksidan aktivitesinin ise arttığı tespit edilmiştir.

2018, 53 sayfa

Anahtar Kelimeler: Semizotu, Kurutma yöntemleri, Fenolik madde ve Antioksidan aktivitesi

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT DRYING METHODS ON THE NUTRITIONAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PURSLANE (*Portulaca oleracea*)

Halil İbrahim BİNİCİ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT

The aim of this study was to determine the effect of the different drying methods on the nutritional content and antioxidant activity of purslane. In the study, two different type of purslane that obtained from the Erzurum market have been dried using four different methods (sun, vacuum, hot air and freeze drying). Dried and fresh samples were analysed for dry matter, vitamin C, DPPH, metal chellating, total phenolic compounds, flavonol, flavonoid, β -carotene, chlorophyll a and chlorophyll b and color.

The dry matter content of fresh purslane were %3,86-5,28, DPPH scavenging (IC_{50}) capacity ranged from 158,19-168,22 $\mu\text{g/ml}$ and metal chelating activity varied between %5,75 and 22,44. The vitamin C, TPC, flavonol and flavonoid content were 66,09-101,33 mg/g DW, 14,86-17,95 mg GAE/g DW, 6,24-12,18 mg KE/g DW and 9,61-28,20 mg RE/g DW, respectively. While the β -carotene chlorophyll a and b varied from 67,08 to 61,31 mg/100g, 103,11to138,11mg/100g and 56,14 to 62,06 mg/100g respectively on dry weight basis. Fresh purslane color values *L*, *a* and *b* ranged from 33,41 to 35,25, -7,28 to -22,82 and 13,51 to 14,60 respectively.

Dry matter content, total phenolic content, antioxidant activity, β -carotene, flavonoid, flavonol, vitamin C and color (*L*, *a*, *b*) values were significantly affected by drying method. Drying methods caused a significant decrease in dry matter, total phenolic, β -carotene, flavonoid, flavonol, and vitamin C contents of purslane. On the other hand, an increase in metal chelating, chlorophyll a and chlorophyll b have been observed as a result of drying.

2018, 53 pages

Keywords : Purslane, Drying methods, Phenolic substance and Antioxidant activity

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, yanında çalışmaktan onur duyduğum, her zaman bana yılmadan, usanmadan destek olan, bilgi ve deneyimlerini aktarmada hep yanımda duran, tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam Sayın Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT'a şükranlarımı sunarım. Çalışmamın her aşamasında yardımlarını eksik etmeyen değerli arkadaşlarım Gıda Mühendisi Sayın Dipak GHİMİRE'ye, Gıda Mühendisi Sayın Eyad AOUDEH'a ve Gıda Mühendisi Sayın Adem SAVAŞ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Son olarak tezimin bitmesini dört gözle bekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Halil İbrahim BİNİCİ

Aralık, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	11
3. MATERYAL ve METOT	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Metot	16
3.2.1. Kurutma işlemleri.....	16
3.2.1.a. Vakumlu fırında kurutma işlemi.....	16
3.2.1.b. Sıcak hava ile kurutma işlemi	17
3.2.1.c. Dondurarak kurutma işlemi	18
3.2.1.d. Güneşte kurutma işlemi.....	18
3.2.2. Örneklerin analize hazırlanması	19
3.2.3. Kimyasal analizler	19
3.2.4. Fiziksel analizler.....	22
3.2.5. İstatistiki analiz.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	24
4.1. Kuru Madde İçeriği	24
4.2. Toplam Fenolik Madde	27
4.3. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi	30
4.4. Metal Çelatlama Aktivitesi.....	32
4.5. β -Karoten.....	33
4.6. Klorofil a	34
4.7. Klorofil b	36
4.8. Toplam Flavonoid	37

4.9. Flavonol Miktarı.....	39
4.10. C Vitamini	41
4.11. Renk Analizi.....	43
5. SONUÇ	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	54



SİMGELER DİZİNİ

°C	Derece santigrat
AAC	Askorbik Asit İçeriği
ABTS	2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
d/dak	Devir/Dakika
Dak.	Dakika
DPPH	1,1-dipheniyl-2-picriyl hydrazyl
Fe	Demir
FRAP	Demir (II) İyonları Çelatlama
g	Gram
GA	Gallik Asit
GA	Gallik Asit
GAE	Gallik Asit Eş Değerliği
HNO ₃	Nitrik asit
K	Potasyum
KE	Kuersetin Eşdeğerliği
Kg	Kilogram
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
Mn	Mangan
N	Normal
Na	Sodyum
nm	Nanometre
P	Fosfor
pg	Pikogram
pH	Potansiyel hidrojen
RE	Rutin Eşdeğerliği

ROT	Reaktif Oksijen Türleri
SD	Serbestlik Derecesi
STY	Semizotu Tohumu Yağı
TCC	Toplam Karotenoid Miktarı
TEAC	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi
TFC	Toplam Flavonoid
TFM	Toplam Fenolik Madde
TKM	Toplam Kuru Madde



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Mersin örneği.....	15
Şekil 3.2. Antalya örneği	16
Şekil 3.3. Vakumlu fırın	17
Şekil 3.4. Sıcak hava ile kurutma.....	17
Şekil 3.5. Liyofilizatör	18
Şekil 3.6. Güneşte kurutma.....	19
Şekil 4.1. Toplam fenolik miktarı üzerine örnek x kurutma işleminin interaksiyonun etkisi.....	30
Şekil 4.2. Toplam flavonoid miktarı üzerine örnek x kurutma işleminin interaksiyonun etkisi.....	39
Şekil 4.3. C vitamini miktarı üzerine örnek x kurutma işleminin interaksiyonun etkisi.....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Semizotunun yıllara göre üretim miktarları, Ton	3
Çizelge 1.2. 100 g Semizotunun Besin Değerleri	6
Çizelge 4.1. Semizotunun Kuru Madde İçeriğine (%) ait ortalamaların karşılaştırılmaları.....	24
Çizelge 4.2. Kurutulmuş semizotu örneklerinin bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.3. Kurutulmuş semizotu örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait korelasyon analiz sonuçları	28
Çizelge 4.4. Semizotunun Toplam Fenolik Madde İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg GAE/g).....	29
Çizelge 4.5. Semizotunun IC ₅₀ değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılmaları	31
Çizelge 4.6. Semizotunun Metal Çelatlama Aktivitesine ait ortalamaların karşılaştırılmaları	33
Çizelge 4.7. Semizotunun β-Karoten İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları.....	34
Çizelge 4.8. Semizotunun Klorofil a İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları.....	35
Çizelge 4.9. Semizotunun Klorofil b İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları.....	36
Çizelge 4.10. Semizotunun Toplam Flavonoid Madde miktarına ait ortalamaların karşılaştırılmaları	38
Çizelge 4.11. Semizotunun Flovonol Miktarına ait ortalamaların karşılaştırılmaları.....	40
Çizelge 4.12. Semizotunun Flovonol Miktarına ait ortalamaların karşılaştırılmaları.....	41
Çizelge 4.13. Semizotunun C vitamini İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları.....	42
Çizelge 4.14. Semizotunun Renk Analizine ait ortalamaların karşılaştırılmaları.....	43

1. GİRİŞ

Meyve ve sebzeler, beslenme açısından önemli yer tutan gıda maddeleri olarak bilinmektedir. Sadece içerdikleri mineral ve vitaminlerle değil, diyet lifiyle de insan sağlığına önemli katkıda bulunmaktadır. Taze meyve ve sebzeler canlılıklarını henüz yitirmemiş olan bitki hücrelerini içerirler. Meyve ve sebzeler aracılığıyla günlük enerji ve protein gereksinimi tam karşılanamazken vitamin ve mineral madde gereksiniminin önemli bir bölümü karşılanır. Bundan dolayı dengeli bir beslenme uygulayarak meyve ve sebze ile birlikte protein, yağ ve karbonhidrat içeren bir rejim uygulamak gerekmektedir.

Son yıllarda gıda bilimcileri ve beslenme uzmanları, günlük olarak tüketilen meyve ve sebzelerin, kanser ve kalp-damar hastalıkları dâhil olmak üzere bazı hastalık risklerinin azaltılmasına katkıda bulunduğunu kabul etmektedirler (Liu *et al.* 2000; Martin *et al.* 2002). Bu yararlı etkiler, polifenoller, askorbik asit, karotenoidler ve tokoferoller dahil olmak üzere, meyve ve sebzelerde bulunan çeşitli antioksidanlara bağlanmıştır (Knekt *et al.* 2002; Huxley and Neil 2003; Peschel *et al.* 2006).

Sebzeler biyoaktif fenolik bileşikler olan flavonoidler, fenolik asitler, stilbenler, kumarinler ve tanenler açısından zengindirler. Bitkisel gıdalardaki kombine fitokimyasallar hücre yenilenmesi, tümör baskılama, antioksidan aktivitesi gibi çeşitli mekanizmalar ile etki göstermektedirler (Liu 2009). Sebzelerin kanser ve diğer hastalıklar üzerine etkisi konusunda ROT ve serbest radikallerle bağlantılı çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Yapılan birçok çalışma, sebze ve meyve tüketiminin, oksidatif stres sonucu meydana geldiği düşünülen kanser, arteroskleroz gibi birçok hastalık riskinin azaltılmasıyla olan ilişkisini ortaya koymuştur (Spada *et al.* 2008).

Fonksiyonel gıdalar, temel besin öğeleri gereksinimini karşılamanın yanında, vücutta özel fizyolojik etki sağlayan, hastalıklardan korunma ve tedavide etkinlik gösteren gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda gerek besin değeri gerekse de içerdikleri

kimyasal bileşikler nedeniyle, doğal florada kendiliğinden yetişen bitkilerin sağlıklı beslenmedeki önemi giderek daha çok anlaşılmakta ve buna bağlı olarak da tüketimleri artmaktadır. Bu bitkilerden biri olan semizotu (*Portulaca oleracea* L.), semizotugiller (*Portulacaceae*) familyası içerisinde yer alan bir bitkidir (Dweek 2001; Rüveyde 2013). İngilizce’de purslane, purslave, pursley, pusley; İspanyolca ve Katalan dilinde verdolaga, verdalaga, buglosa, hierba grasa, porcelana, tarfela, peplide (İspanya), colchon de nino (El-Salvador), flor de las once (Kolombiya), flor de undia, lega (Arjantin); Portekizce ve Galicia dillerinde beldroega, bredofemea, baldroaga, Bask dilinde ketozki, ketorki, getozca; Fransızca’da pourpeir, portulache isimleri ile bilinen bu sebzenin isim çeşitliliği ve bunların anlamları, semizotu tarımının coğrafik dağılımı ve eskiliği ile ilgili fikir vermektedir. Yaygın isimleri farklı köklerden gelmektedir: lonica veya louina (Sanskritçe), koursa (Hint), kholzave ve perpehen (Farsça), adrajne agria (Yunan) ve portulaca (Latince, kapsüllerin açılış şeklinden dolayı “küçük kapı” anlamındadır). Tarih, arkeoloji ve dilbilim ile ilgili dokümantasyona göre De Candolle bu türün 4000 yıldan fazladır tarımının yapıldığını düşünmektedir (Anonim 1994). Antik Yunanistan’da ateşlenmede, kadın hastalıklarında, mide ağrılarında, hemoroidde ve yara tedavisinde kullanılan semizotu önemli bir tıbbi bitki olarak kabul edilmiştir. Yine eski Mısırlılar döneminden beri, bu bitkinin sebze, tıbbi ve aromatik bir bitki olarak kullanıldığı ve orta çağlarda İngiltere’de çok popüler olduğu bilinmektedir (Dweek 2001). Semizotunun anavatanı Orta Doğu ve Hindistan olarak bilinmektedir. Ayrıca Himalaya Dağları, İran, Güney Rusya ve Anadolu da semizotunun anavatanı olarak kabul edilmektedir (Kaşkar 2009).

Semizotu bitkisinin sistematik yeri, Türkiye Florası adlı kitaba göre aşağıdaki gibidir (Davis 1967):

Alem *Plantae* (bitkiler)

Alt alem *Tracheobionta* (iletme demetleri taşıyan bitkiler)

Bölüm *Magnoliophyta* (çiçekli bitkiler)

Sınıf *Magnoliopsida* (*dicotyledones*: iki çenekliler)

Alt sınıf *Caryophyllidae*

Takım *Caryophyllales*

Familiya *Portulacaceae* (semizotu familyası)

Cins *Portulaca* L.

Tür *Portulaca oleracea* L.

Semizotu, üretimi fazla yapılmayan bir sebzedir. Birçok yerde köylüler sulak yerlerde, dere kenarlarında, çayırlarda veya işletmeleri içinde su arkları kenarında kendiliğinden yetişen semizotlarını toplamakta ve pazarlamaktadırlar. Ancak ticari üretim yapan işletmelerde ekim alanı yaklaşık olarak 160-190 hektar kadardır (Günay, 2005). Ülkemizde semizotu üretimi son 10 yıl içerisinde artış göstermiş ve 2017 yılı itibarıyla üretim 3,025 ton'a ulaşmıştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Semizotunun yıllara göre üretim miktarları, Ton (Anonim, 2018a)

Yıllar	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Üretim	334	354	371	369	393	397	385	464	647	872	1016
Yıllar	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Üretim	1583	1594	1551	2865	3547	3783	4245	3108	3124	2983	3025

Semizotu genellikle pürüzsüz, yere yatık, tüysüz gövdeye, değişimli dizilişe sahip sapsız yeşil ve sarı renkten oluşan iki farklı yaprak kümelerine sahiptir. Taze semizotunun %0,25 noradrenalin içerdiği, aynı zamanda vitaminler (A, B₁, B₂, B₆, C, E, niasin, nikotinik asit, beta karoten, riboflavin, folat vb.), mineraller (özellikle K, Ca, Fe, Mg, Na, P, Cu ve Mn), doymamış yağ asitlerinden özellikle Omega-3 yağ asitleri, glutatyon, glutamik asit ve aspartik asit bakımından zengin olduğu belirtilmiştir. Semizotu aynı zamanda karbonhidrat, nişasta ve selüloz başta olmak üzere önemli polisakkaritleri de içermektedir (Dweek 2001; Liu *et al.* 2009; Çoruh and Ercişli 2011; Unsal *et al.* 2015; Güngören *et al.* 2017; Monica 2018).

Semizotu, salata ve sebze olarak dünyanın her yerinde tüketilmektedir. Kanlı dizanteri, egzama, yılanık, yılan ve böcek sokmalarında bitkisel ilaç olarak faydasının görüldüğü bildirilmiştir. Pakistan’da da astımda, ülserde, ishalde, dizanteride ve hemoroidde, Arabistan’da ise, ateş düşürücü, kas gevşetici, antiseptik, antispazmodik, idrar söktürücü ve kurt düşürücü olarak kullanılmaktadır. Birleşik Arap Emirlikleri, Hindistan ve Pakistan’da semizotu diüretik, kas gevşetici, antipiretik (ateş düşürücü), anti paraziter, inflamasyon giderici ve yara iyileştirici olarak kullanılmaktadır. Semizotu ekstraktının ağrı kesici, inflamasyon giderici ve kas gevşetici etkileri deneylerle ispatlanmıştır (Okwuasaba *et al.* 1986; Radhakrishnan *et al.* 2001; Kaşkar 2009; Ruvéyde 2013; Güngören *et al.* 2017).

Semizotunun içerdiği bazı kimyasal bileşikler besin değeri taşımamakla beraber kanser, kalp damar hastalıkları, diyabet, yüksek tansiyon ve ülser gibi bazı hastalıkların önlenmesinde rol oynayabilmektedir. Bu bileşikler arasında flavanoidler, fenolik asitler, tiyoller, indoller, lignanlar, stilbenler, glukozinolatlar ve organik kükürtlü bileşikler sayılabilir (Palaniswamy *et al.* 2001; Ruvéyde 2013). Semizotunun sulu ekstraktının yüksek fenolik, flavonoid ve antosiyanin, antioksidan etkisi olduğu bildirilmektedir. Bu yönüyle kolay ulaşılabilir doğal bir antioksidan kaynağı olma potansiyeli göstermektedir (Peksel *et al.* 2006; Güngören *et al.* 2017).

Semizotu kandaki trigliseritler ve kolesterolün dengelenmesinin yanısıra antidiyabetik, antiviral ve antitümöral aktiviteleri arasında geniş oranda farmakolojik etkilere sahiptir (Sharma *et al.* 2010; Dong *et al.* 2010; El-Sayed 2011; Zhao *et al.* 2013; Shen *et al.* 2013; Zidan *et al.* 2014; Montoya-García *et al.* 2018).

Semizotunun yaprak, sap ve çiçekleri; akut ve kronik böbrek bozuklukları, böbrek taşı, ateroskleroz, karaciğer bozuklukları, diyabet, kalın bağırsak iltihabı, göz bozuklukları, kas spazmları vb. hastalıkları tedavi etmek amacıyla kullanılmıştır (Catap *et al.* 2018). Tohumları ise; deride kabarcıklar, uyku bozukluğu, beyin iltihabı, karaciğer ve safra kesesi iltihabı, eklem ağrısı, eklem iltihabı, sedef hastalığı gibi hastalıkları tedavi etmede kullanılır (Farkhondeh *et al.* 2018).

Semizotunun henüz keşfedilmemiş birçok tıbbi faydasının olduğu bilinmektedir. Saf, kimyasal işlem ya da suni gübre gerektirmeyen ve ekolojik sistemde başarılı bir şekilde yetişebilen doğal bir bitkidir. Semizotu bazı yörelerde yabani ot olarak kabul edilmekte fakat Amerika kıtasında hatta Fransa, Almanya, Yunanistan, Kıbrıs gibi Avrupa ülkelerinde değer verilmiş ve mutfak ürünlerinde salata şeklinde kullanılan bir sebze olarak tanınmıştır. Semizotu hem gıda olarak hem de bazı hastalıklar için ilaç olarak kullanılır (Venkateshwari *et al.* 2018; Monica 2018).

Piştirilmiş sebze olarak tüketilebilen semizotu yapraklarının diğer tüm yenilebilir bitkilere göre daha fazla Omega-3 yağ asidi içerdiği ve bu sayede beyin ve kardiyovasküler sistemin işleyişini iyileştirmek için uygun olduklarını bildirmiştir (Zheng *et al.* 2018). Aynı zamanda semizotunun diğer denenmiş meyve ve sebzelerden 10 ila 20 kat daha fazla kanseri önlediği antioksidan ve melatonin içerdiği bilinmektedir (Zheng *et al.* 2018).

Semizotu aynı zamanda doğal antioksidan değeri olan yeşil yapraklı sebzeler arasında yüksek A vitamini içermekte ve aynı zamanda akciğer ve ağız boşluğu kanserinden korunmada rol oynamaktadır. Ayrıca C vitamini ve riboflavin, niasin, piridoksin gibi B kompleks vitaminlerini de içerir. Potasyum, magnezyum, kalsiyum, fosfor ve demir gibi besin minerallerini yüksek oranda karşılar (Çizelge 1.2) (Uddin *et al.* 2014).

Semizotu yukarıdaki vitamin ve minerallere ilaveten protein ve karbonhidrat açısından da zengindir (Mohamed and Hussein 1994; Aberoumand 2009; Uddin *et al.* 2014; Vincenzo *et al.* 2018). Beslenme amaçlı kullanım dışında, geleneksel olarak tıbbi bir bitki olarak da kullanılmaktadır. İltihap kesici ve analjezik (ağrı kesici) özelliklerinin yanı sıra anti kanser ve antioksidan aktivitesine de sahiptir (Lim and Quah 2007; Suttajit 2010; Lee *et al.* 2012; Erkan 2012; Lee *et al.* 2014; Zhou *et al.* 2015; Alesaeidi 2016; Ahangarpour *et al.* 2016; Vincenzo *et al.* 2018). Sağlığa olan birçok yararından dolayı Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından listede yer almaktadır (Liu *et al.* 2000; Simopoulos *et al.* 2005; Xu *et al.* 2006; Zhu *et al.* 2010; Erkan 2012; Uddin *et al.* 2014; Vincenzo *et al.* 2018).

Çizelge 1.2. 100 g Semizotunun Besin Değerleri (Uddin *et al.* 2014)

Prensip	Besin Değeri	RDA Yüzdesi
Enerji	16 Kcal	%1,5
Karbonhidrat	3,4 g	%3
Protein	1,30 g	%2
Yağ Asidi	0,1 g	%0,5
Kolesterol	0mg	%0
Folat	12 μ g	%3
Niasin	0,480 mg	%3
Pantotenik Asit	0,036 mg	%1
Pridoksin	0,073 mg	%5,5
Riboflavin	0,112 mg	%8,5
Tiamin	0,047 mg	%4
A Vitamini	1320 IU	%44
C Vitamini	21 mg	%35
Sodyum	45 mg	%3
Potasyum	494 mg	%10,5
Kalsiyum	65 mg	%6,5
Bakır	0,113 mg	%12,5
Demir	1,99 mg	%25
Manganez	0,303 mg	%13
Fosfor	44 mg	%6
Selenyum	0,9 μ g	%2
Çinko	0,17 mg	%1,5

Meyve ve sebzeler, yüksek oranda su içerdiklerinden kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan önemli oranda bozulabilen gıdalardır (Cemeroğlu *et al.* 2009). Dayanma süresi çok kısa olan bu ürünlerin uzun süre kullanımının sağlanması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla işleme gerekliliği doğmaktadır. Bundan dolayı ürünlerin muhafazasını

sağlamak amacıyla bazı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar; kurutma, koruyucu madde ilavesi, ozmotik ön işlem, fermentasyon, haşlama, elektrik alan uygulaması ve yüksek basınç gibi uygulamalar şeklindedir. Fakat bu uygulamaların bir kısmı tek başına kullanıldıklarında avantajlarının yanı sıra maliyet, süre ve son ürünün kabul edilebilirliği açısından da bazı dezavantajlara sahiptir (İlter and Çoban 1996; Moreno *et al.* 2000; Maskan 2001; Khin *et al.* 2007; Ilıcalı and İcier 2010; Erkmen 2010; Ahmet *et al.* 2015).

Gıda muhafazasında geçmişten bu zamana kadar sıkça kullanılan, geleneksel ve önemli bir yöntem olan kurutma; buharlaşma veya süblimleşme yoluyla suyun uzaklaştırılması ile kimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik reaksiyonların en aza indirildiği, gıda maddesinin su aktivitesinin azaltıldığı ve dayanma süresinin ise uzatıldığı bir proses olarak bilinir (Lewicki and Jakubczyk 2000; Louise *et al.* 2012). Ayrıca kurutma, gıda maddelerinde kullanılan çok yaygın bir koruma yöntemidir ve son ürünün kalitesi, uygulama tekniğine ve kullanılan işlem değişikliklerine büyük ölçüde bağlıdır (Doymaz 2005). Nemin uzaklaştırılması ile su aktivitesinde azalma; nakliye ve depolama maliyetleri, ağırlık ve hacimde önemli bir azalmaya neden olur (Okos *et al.* 1992; Youssef and Mokhtar 2014). Bu proses gıdaların diğer fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerini de değiştirir (Demirhan and Özbek 2010). Sıcak hava ile kurutma, gıda dehidrasyonu için en sık kullanılan işlemlerden biridir (Krokida and Maroulis 1999; Youssef and Mokhtar 2014). Sıcak hava ile kurutmanın önemli bir dezavantajı, yüksek sıcaklıkta uzun zaman almasıdır, bu da kurutulmuş ürünlerdeki lezzet, renk ve besin maddelerinde ciddi hasara neden olabilir (Sharma and Prasad 2003; Jing *et al.* 2010; Youssef and Mokhtar 2014). Fakat bu proses, gıda maddelerinin raf ömrünü uzatırken son ürünün kalitesinde orijinal ürünün kalitesine göre belirgin bir şekilde düşüşe neden olabilmektedir (Ratti 2001; Youssef and Mokhtar 2014). Şöyle ki; yüksek sıcaklıkta hava ile kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon yani yeniden su tutma kabiliyeti azalmakta, bu sebeple renk, doku ve tat gibi önemli ürün özelliklerinde arzu edilmeyen değişimler meydana gelmektedir. Ayrıca bazı besin öğelerinde istenmeyen kayıplar meydana gelmektedir. Oluşan bu olumsuz değişiklikleri en aza indirmek için farklı kurutma tekniklerinin geliştirilmesi üzerinde geçmişte pek çok araştırma yapılmış ve günümüzde

de bu çalışmalar halen devam etmektedir (Labuza 1972; Van Arsdel *et al.* 1973; Youssef and Mokhtar 2014).

Güneşden yararlanılarak ürünün yapısındaki su oranının azaltılması için uygulanan basit yöntemle "doğal (güneşte) kurutma" denir (Soysal 2004). Bilinen en eski kurutma yöntemlerinden biri güneşte kurutmadır. Mevsimsel kurutmanın sağlanabilmesi için iklim koşullarının çok uygun olduğu yörelerde üretim, yüksek enerji maliyeti gerektirmeden güneş enerjisinden yararlanarak daha yüksek kalitede yapılabilir (Meier 1985).

Güneşte kurutmada en önemli husus sıcaklıktır. Çünkü ürün içinde bulunan nem, ürün deforme olmadan sadece sıcaklık etkisiyle dışarıya alınarak kurutma havasına aktarılabilir. Ürün özelliğine bağlı olarak toprak, beton kirlilikten koruyabilmek için branda, temiz bezlere ya da naylona serilerek kurutulmaktadır (Anonim 2008).

Gıda son ürün kalitesi açısından incelendiğinde; kurutulan ürünün açık alanda tozlanması, çeşitli böcek, kuş ve benzer hayvanların gıdaya verecekleri zarar, önemli dezavantajlardır. Gıdaların doğal kurutulması için geniş alanlara gereksinim vardır. Kurutma işlemi çok yavaş gerçekleştiğinden kuruma süresi uzundur. Bu olumsuz yönleriyle doğal kurutma birçok gıda için uygun ve yeterli bir yöntem değildir (Soysal 2004).

Vakum kurutma ise alternatif bir kurutma metodu olup, özellikle meyveler gibi uzun sürede kuruyan gıda ürünleri için kullanılan önemli bir yöntemdir (Yongsawatdığul 1995). Yapılan alışmalar bu metodun, kurutma işlem süresini diğer metotlara nazaran çok kısalttığını göstermiştir. Vakum, gıdada bulunan suyun düşük sıcaklıklarda atmosferik koşullardan daha kolay buharlaşmasını sağlamaktadır. Daha da önemli bir diğer nokta, suyun uzaklaştırılması esnasında ortamda hava bulunmadığı için oksidasyon reaksiyonlarını azaltmaktadır. Vakum kurutucularda kurutulmuş olan ürünlerde renk, tekstür ve aroma iyi bir şekilde korunabilmektedir (Zhong and Lima 2003).

Dondurarak kurutma, diğer kurutma yöntemlerine kıyasla yüksek kalitede son ürün elde edilmesiyle en iyi kurutma yöntemi olarak ifade edilmektedir. Bazı çalışmalar dondurarak kurutma işleminin, hava ile kurutmaya kıyasla farklı ürünlerin biyoaktif bileşenlerinin ekstraksiyonunu arttırdığını bildirmiştir (Dorta *et al.* 2012; Pinela *et al.* 2012; Youssef and Mokhtar 2014). Bunun nedeni donmuş bir ürünün süblimasyonu ile dehidrasyonuna dayanmasıdır (Ratti 2001; Youssef and Mokhtar 2014). Dondurarak kurutma, kurutulmuş ürünler üretmek için en pahalı proses tekniği olarak kabul edilmektedir ve uygulanması, son ürünün kullanımına bağlıdır. Bu nedenle şimdiye kadar, dondurarak kurutma teknolojisi sadece kahve, baharat, et ve diğer yüksek değerli gıdalar için endüstriyel ölçekte kullanılmaktadır (Martínez-Las *et al.* 2014).

Günümüzde gıda tüketicileri; besin değerlerinin tamamını koruyan, renk ve tekstür değerlerini kaybetmemiş taze, doğal, lezzetli, sağlıklı ve ayrıca daha az katkı maddesi içeren kaliteli gıda ürünlerine artan bir şekilde ilgi duymaktadır (Jongen 2002). Gıda endüstrisinde yıllar içinde izlenen dinamik gelişmeler ile artan tüketici talepleri, mümkün olan en yüksek kalitedeki ürünleri üreten bazı teknolojik proseslerin geliştirilmesini teşvik etmiştir (Jesionkowska *et al.* 2009; Konopacka *et al.* 2009).

Semizotunu birçok farklı yemek ve salata tarifi ile birlikte kullanmak mümkündür. Diğer sebzeler gibi semizotu da dayanıksız olduğundan uzun zaman boyunca saklanabilmesi ve tüketilmesi amacıyla kurutulmaktadır. Bu nedenle genelde taze olarak tüketilmesinin yanında yetiştiği yörelerde kadınlar tarafından doğal yöntemlerle kurutularak özellikle kış aylarında tazesinin tüketildiği gibi tüketilmektedir.

Şuana kadar literatürde semizotunun kurutulması ile ilgili birkaç makale tespit edilmiş ve farklı kurutma işlemlerini kapsayan çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle, taze ve farklı dört kurutma işlemi uygulandıktan sonra, semizotu örneklerinin bazı besinsel bileşimleri ile antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma planlanmıştır. Semizotunda bulunan ve insanlara faydası olduğu düşünülen bileşenlerin; güneşte kurutma, sıcak hava ile kurutma, vakumlu fırında kurutma ve dondurarak

kurutma gibi işlemler sonucunda nasıl bir davranış sergiledikleri belirlenmeye çalışılmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Youssef and Mokhtar (2014), sıcak hava ile kurutma, mikrodalga kurutma ve dondurarak kurutma olmak üzere üç farklı kurutma yöntemlerinin semizotu yapraklarının besinsel içeriği ve antioksidan kapasite üzerine yaptıkları bir çalışmada, tüm kurutma yöntemlerinin toplam fenolik, flavanoid ve antioksidan kapasitesi üzerinde önemli derecede azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada DPPH ve ABTS radikalleri giderme aktivitesi ile toplam fenolik madde içeriği arasında korelasyon olduğunu gözlemlemişlerdir.

Alam *et al.* (2014), 13 farklı çeşit semizotunda yapılan metanolik ekstraksiyonu kullanılarak toplam fenolik madde miktarı (TFM), toplam flavanoid miktarı (TFC), toplam karotenoid miktarı (TCC) ve antioksidan aktiviteleri FRAP ve DPPH radikal süpürme yöntemlerini analiz etmişlerdir. TPC, TFC ve TCC oranlarının sırasıyla kuru ağırlık üzerinden 0,96-9,12 mg GAE / g DW, 0,13-1,44 mg RE / g DW ve 0,52-5,64 mg (β -karoten eşdeğeri) arasında değiştiğini ve DPPH süpürücü (IC_{50}) aktivitesi 2,52-3,29 mg / mL arasında değişirken, FRAP'ında 7,39-104,2 μ mol TE / g DW arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Vincenzo *et al.* (2018), yaptıkları çalışmada semizotunun kimyasal profili ve biyoaktivitesi için taze ve kurutulmuş yapraklara iki farklı çözücü (MeOH/H₂O ve EtOH) kullanmışlardır. HPLC-DAD kullanılarak tüm örneklerde fenolik asitler (kafeik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit) ve flavonoidler (apigenin, kaempferol, luteolin, kuersetin, izorhamnetin, kaempferol-3-O-glukozit ve rutin) tanımlayarak, kuersetin ve p-kumarik asitin en çok bulunan bileşik olduğunu bildirmişlerdir. Toplam antioksidan aktivitesini ABTS, DPPH ve FRAP testlerini kullanarak ölçmüşlerdir. Taze hidroalkolik semizotu ekstresi hem ABTS hem de DPPH testinde en yüksek radikal temizleme potansiyelini sergilerken, kurutulmuş hidroalkolik semizotu ekstresi en yüksek α -glukozidaz inhibitör potansiyelini göstermiştir.

Erkan (2012), yaptığı bir çalışmada semizotunun ham ekstraktından ters faz ayrımı ile elde edilen *Portulaca oleracea* fraksiyonlarının antioksidan aktivitelerini ve fenolik bileşik içeriklerini incelemiştir. Beş farklı fraksiyon 200–400 nm dalga boyu aralığında optik absorpsiyona göre sınıflandırılmış ve fraksiyon 3 (Antalya’da yerel marketlerden alınan semizotu), diğer fraksiyonlardan daha yüksek emilim göstermiştir. Bu fraksiyondaki toplam fenolik madde, ham ekstrakt ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek bulunmuştur. Klorojenik, kafeik, p-kumarik, ferulik ve rosmarinik asitler serbest fenolik asitlerdir ve kuersetin ve kaempferol Fraksiyon 3'te tespit edilen serbest flavonoidlerdir. TEAC değeri yine ham ekstreninkinden yaklaşık dört kat daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, TBARS analizi ile belirlenen en yüksek lipid peroksidasyon önleme kapasitesini gösterdiği belirlenmiştir.

Aberoumand (2009), *Portulaca oleracia L.* yaprak ve köklerinin bileşimi ve mineralleri ile ilgili yaptığı bir çalışmada yapraklar ve gövdenin %22,66 kül, ham %23,47 protein, ham %5,26 lipid, ham %8,0 lif ve %40,67 karbonhidrat içerdiğini bulmuştur. Ayrıca kök ve yaprakların yüksek enerji değerlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir [303,9 kcal / 100 g kuru ağırlık (DW)]. Mineral oranları kuru ağırlıkta sırasıyla potasyum 14,71, sodyum 7,1, kalsiyum 18,71, demir 0,48 ve çinko 03,02 mg / 100 g olduğunu bildirmiştir. Yapraklar ve köklerdeki sonuçlar *P. oleracia L.* yaprak ve kökünün protein, karbonhidratlar, kalsiyum, potasyum, çinko ve sodyum açısından iyi bir destek olabileceğini göstermiştir.

Semizotunun antioksidan özellikte olan melatonin bakımından da diğer bitkisel kaynaklarla karşılaştırılmayacak kadar zengin bir sebze olduğu (Simopoulos *et al.* 2005)’un yaptıkları araştırmayla ortaya konmuştur. Semizotuna en yakın miktarda melatonin içeren sebze olan tatlı mısırdaki 1366 pg/g melatonin bulunurken, semizotunda bu miktar 19,000 pg/g’dır (Simopoulos *et al.* 2005). Melatonin epifiz bezinde üretilen ve ışığın insan beyni üzerinde etkilerini düzenleyen bir hormondur. Bu hormon, doğrudan serbest radikal süpürücü olmasının yanı sıra dolaylı olarak antioksidan etki gösterdiği gibi, semizotunda bulunan diğer antioksidanlarla etkileşime girerek bunların antioksidan etkilerini de arttırmakta ve ayrıca antienflamatuvar ve tümör gelişimini

durdurucu özelliği de bulunmaktadır (Poeggeler *et al.* 1994; Cuzzocrea *et al.* 1999; Blask *et al.* 2002; Blask *et al.* 2004; Rodriguez *et al.* 2004).

Razieh Jalali Mousavi and Niazmand (2017), semizotu tohumu yağının (STY) yağ asitleri bileşimi ve lipit oksidasyonu üzerine yaptığı bir çalışmada STY'daki baskın yağ asitlerinin linoleik asit (C18: 2, %33,63), α -linolenik asit (C18: 3, %26,77), palmitik asit (C16, %16,43) ve oleik asit (C18: 1, %16,36) olduğunu göstermişlerdir. STY'nın doymuş yağ asitleri toplam yağ asitlerinin %21,09'unu oluşturduğunu bildirmişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda, semizotu tohumu su-metanol ekstraktının 2,2-Difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) radikali temizleme aktivitesi %15,41-79,06 arasında değişmiştir. Lipit oksidasyonunun büyük ölçüde sıcaklığa bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Liu *et al.* (2000), Avusturaly'da yaptıkları bir çalışmada semizotunun (*Portulaca oleracea*) yağ asidi profili ve β -karoten içeriğini HPLC ve GC kullanarak belirlediği çalışmada semizotunun toplam yağ asidi içeriğinin taze yapraklarda 1,5-2,5 mg / g, saplarda 0,6-0,9 mg / g ve tohumlarda 80-170 mg / g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Alfa linolenik asit sırasıyla yaprak ve tohumlardaki toplam omega-3 yağ asidinin yaklaşık olarak %40-60'ını oluşturmaktadır. Daha uzun zincirli omega-3 yağ asitleri tespit edilmediğini ve β -karoten içeriğinin taze yapraklarda 22 ila 30 mg / g arasında değiştiğini bulmuşlardır. Bu sonuçlar Avustralyadaki semizotu çeşitlerinin zengin bir α -linolenik asit ve β -karoten kaynağı olduğunu göstermektedir.

Uddin *et al.* (2012), yaptıkları bir çalışmada *Portulaca oleracea*'nın mineral içeriği ve antioksidan özelliklerinin farklı büyüme aşamalarındaki değişimlerini değerlendirdikleri bir çalışmada antioksidan aktivitesini 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), demir indirgeyici antioksidan kapasitesi (FRAP) analizleri kullanılarak ölçmüşlerdir. Askorbik asit içeriğini (AAC) belirlemek için iyot titrasyon yöntemi kullanmışlardır. DPPH süpürücü (IC₅₀) kapasitesi 1,30-1,71 mg / mL arasında değişirken, askorbik asit eşdeğer antioksidan aktivite (AEAC) değerleri 229,5-319,3 mg AA / 100 g, toplam fenol içeriği (TPC) 174,5-348,5 mg GAE / 100 g, AAC 60,5-86,5 mg / 100 g arasında ve FRAP 1,8-4,3 mg GAE / g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. TPC ve AEAC sonuçları ile IC₅₀ ve

FRAP testleri arasında iyi bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. *Portulaca oleracea* çeşitlerinin özellikle fonksiyonel gıda ve nutrasötik uygulamalar için mineral ve antioksidan kaynağı olarak kullanıma uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Simopoulos *et al.* (1992), yaptıkları bir çalışmada hem kültür ortamı içinde hem de yabani olarak yetiştirilen semizotu (*Portulaca oleracea*) yapraklarında saptanan ω -3 yağ asitleri, α -tokoferol, askorbik asit, β -karoten ve glutatyon ıspanakla karşılaştırılmıştır. Semizotu yaprağında, ıspanak yapraklarından daha yüksek miktarda α -linolenik asit (18: 3w3) omega-3 yağ asidi içerdiğini bildirmişlerdir. Yine semizotu yaprakları ıspanaktan daha yüksek α -tokoferol, askorbik asit ve glutatyon içerdiği belirlenmiştir. 100 g taze semizotu yaprağının (bir porsiyon) yaklaşık 300-400 mg omega-3, 12,2 mg α -tokoferol, 26,6 mg askorbik asit 1,9 mg β -karoten, 14,8 mg glutatyon içerdiğini ve semizotunun ω -3 yağ asitleri ve antioksidanlar açısından zengin besleyici bir gıda olduğunu rapor etmişlerdir.

Chan *et al.* (2000), yaptıkları çalışmada semizotunun farklı bir türü olan *Portulaca oleracea L. subsp. sativa (Haw.) Celak*'ın %10 etanol ekstraktı ve diklorofenak sodyum ile karıştırıldığında çok kuvvetli bir analjezik (ağrı kesici) ve anti-enflamatuar (iltihap önleyici) etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Chen *et al.* (2003), Çinde yaptığı bir çalışmada şifalı bitki olarak bilinen semizotunun (*Portulaca oleracea L.*) farklı kısımlarının ekstraktlarını kullanarak nöradrenalin (NA) ve dopamin (DA) tayini yapmışlardır. Yaprak, gövde ve tohumlarda sırasıyla nöradrenalin miktarları (NA) %0,074, %0,029, %0,054 ve dopamin (DA) miktarları da %0,69, %0,18, %0,59 olarak belirlenmiştir. Yine yapılan benzer bir çalışmada ise semizotundaki nöradrenalin ve dopamin miktarlarını belirlemek için hızlı, basit ve güvenilir kapiler elektroforetik metodlar geliştirilmiş ve semizotundaki nöradrenalin ve dopamin miktarları sırasıyla gövde, yaprak ve köklerde %0,011-0,12, %0,084-0,21 ve %0,014-0,23 olarak bulmuşlardır (Yue *et al.* 2005).

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

Denemelerde biri Antalya’da diğeri ise Mersin’de ticari olarak üretilerek pazarlanan iki farklı (*Portulaca oleracea* L.) semizotu sebzesi materyal olarak kullanılmıştır. Mersin örnekleri iri ve sık yapraklı Antalya örnekleri ise daha ince ve seyrek yapraklı örneklerdir (Şekil 3.1; Şekil 3.2). Semizotu örnekleri temizlenerek dört farklı kurutma işlemi (vakum, sıcak hava, dondurarak ve güneşte kurutma) ile kurutulmuştur. Kurutulan örnekler analizlerde kullanılmak üzere cam kavanozlara konularak ağzları kapatılmış ve buzdolabında +4°C’de karanlıkta saklanmıştır.



Şekil 3.1. Mersin örneği



Şekil 3.2. Antalya örneği

3.2. Metot

3.2.1. Kurutma işlemleri

3.2.1.a. Vakumlu fırında kurutma işlemi

Vakumlu kurutma işlemleri WiseVen marka WOV 30 model 0,1°C hassasiyetli vakumlu etüvde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). 300x330x300 mm iç ebatlarında ve paslanmaz çelikten imal edilen bu etüv, 230 VAC’de 50 Hz şebeke geriliminde çalışabilmektedir. Sıcaklığı 200°C’ye kadar arttırılabilmektedir. Semizotu örnekleri 50°C’de yaklaşık 12 saat süre ile kurutulmuştur.



Şekil 3.3. Vakumlu fırın

3.2.1.b. Sıcak hava ile kurutma işlemi

Atmosferik sıcak hava ile kurutma denemeleri Memmert marka UN55 model etüvde gerçekleştirilmiştir. 53 L iç hacme sahip olan bu etüv, 400 mm x 400 mm x 330 mm iç boyutlarındadır. 300°C'e sıcaklığa kadar çalışabilen etüvün duyarlılığı $\pm 1^\circ\text{C}$ 'dir. 230-115 Volt alternatif akımla çalışan etüvün gücü 2000 W'dır. Çalışma sırasında etüv içerisinde biriken nem, doğal havalandırma yoluyla dışarı atılmaktadır (Şekil 3.4). Semizotu örnekleri 50°C'de yaklaşık 24 saat süre ile kurutulmuştur.



Şekil 3.4. Sıcak hava ile kurutma

3.2.1.c. Dondurarak kurutma işlemi

Küçük parçalar halinde doğranan semizotları, buzdolabı poşetlerine aktararak (her poşette 150g) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı'nda -40°C'de derin dondurucuda (VWR® symphony™ Ultra-Low Temperature Freezer Supplier: VWR International) dondurulmuştur. Daha sonra dondurulmuş semizotları yuvarlak tabanlı balonlara aktarılmış ve dondurarak kurutma yaklaşık 72 saat süre ile (Operon marka, min.- 86°C, ALPHA 1-2 / LD Plus) kurutma işlemi yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.5. Liyofilizatör

3.2.1.d. Güneşte kurutma işlemi

İyice temizlenen semizotları güneş gören bir odada pencereler açılarak direk güneş ışığına maruz bırakılmak suretiyle yaklaşık 25°C bir hafta süreyle kurutma işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.6. Güneşte kurutma

3.2.2. Örneklerin analize hazırlanması

5 g örnek tartılarak üzerine 100 ml metanol eklenmiş, 1 gece karanlıkta ve oda sıcaklığında çalkalayıcıya (Stuart – SSL1) bırakılmıştır. Daha sonra whatman (No:1) filtre kâğıdından geçirilerek elde edilen filtrat 50 ml metanol ile 2 saat daha çalkalanmış ve tekrar filtre kâğıdından geçirilmiştir. Elde edilen toplam ekstraktta bulunan metanolün bir kısmı rotary evaporatörde 45°C’de uçurularak hacim 50 ml’ye ayarlanmıştır. Toplam fenolik madde, DPPH, metal çelatlama, toplam flavonoid miktarı ve toplam flavonol miktarı analizleri için bu ekstrakt kullanılmıştır (Stankovic 2011).

3.2.3. Kimyasal analizler

1. Toplam Kurumadde Tayini

Taze ve kurutulmuş semizotlarından $5 \pm 0,1$ g örnek alınarak alüminyum kurutma kaplarına konulmuş $65 \pm 1^\circ\text{C}$ ’lik etüvde 24 saat kurutulmuştur. Daha sonra sıcaklık 105°C ’ye çıkarılarak sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Elde edilen değerler kullanılarak toplam kuru madde (KM) miktarı belirlenmiştir (Keleş 1983).

2. Toplam Fenolik Madde (TFM) Tayini

Hazırlanan örnek ekstraktlarından 0,1 ml alınarak ölçülü deney tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra sırasıyla Folin-Ciocalteu ve Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilip hacim saf suyla 10 ml'ye tamamlanmıştır. Tüpler oda sıcaklığında 1 saat inkübe edildikten sonra 760 nm'de absorbans ölçülmüştür. Günlük hazırlanan gallik asit standart eğrisiyle TFM miktarı mg GAE/100g ekstrakt cinsinden hesaplanmıştır (Gülçin *et al.* 2012).

3. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

DPPH radikalinden 39 mg tartılarak etil alkol ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Örnek ekstraktlarından 10, 20, 30 ve 40 mg deney tüplerine aktarılmış üzerlerine 0,5 ml DPPH çözeltisi ve toplamda 3 ml olacak şekilde etil alkol ilave edilmiştir. Deney tüplerinin kapakları kapatılıp vortekste karıştırıldıktan sonra 30 dakika süreyle karanlıkta bekletilmiştir. Absorbans değeri 517 nm de köre karşı ölçülmüştür. Absorbanstaki azalma DPPH serbest radikal giderme aktivitesini göstermiştir. Elde edilen absorbans değerlerinden yola çıkılarak IC₅₀ değerleri hesaplanmıştır (Spada *et al.* 2008).

$$\% \text{ inhibisyon} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ekstrakt}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100$$

A_{DPPH} : DPPH şahit örneğin absorbans değeri

A_{ekstrakt} : Örnek ekstraktın absorbans değeri

4. Metal Çelatlama Aktivitesi Tayini

Ekstrakt çözeltilerinin 1 mL'sine 3,7 mL destile su ve 100 µL 2 mM FeCl₂ çözeltisi ilave edilmiş oda şartlarında 30 dakika inkübasyona bırakıldıktan sonra 200 µL 5 mM ferrozin çözeltisi eklenmiş ve vortekslenip 10 dakika dinlendirilmiştir. Karışımların absorbans değerleri 562 nm'de ölçülmüştür. Kontrol, örnek yerine 1 mL deiyonize su kullanılarak hazırlanmış ve aynı dalga boyunda çalışılmıştır. Standart olarak 200-1000

$\mu\text{g/mL}$ konsantrasyonlarında EDTA (Etilen diamin tetraasetikasit) çözeltileri kullanılmıştır (Dinis *et al.* 1994).

Metal çelatlama aktivitesi (%) aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Çelatlama aktivitesi} = (\text{Kontrolün Absorbansı} - \text{Örneğin absorbansı} / \text{Kontrolün Absorbansı}) \times 100$$

5. β -karoten ve Klorofil tayini

200 mg kurutulmuş semizotu yaprağı toz haline getirilmiş, 10 ml aseton-heksan karışımı (4:6) ile 5 dakika çalkalanmış ve filtre kâğıdından (Whatman No: 102) geçirilmiştir. Örnekler aseton-heksan karışımı ile seyreltilmiş ve absorbansı 453, 505, 645 ve 663 nm’de spektrofotometre ile ölçülmüştür. (Youssef and Mokhtar 2014).

$$\beta\text{-karoten (mg/100 ml)} = 0,216 \cdot A_{663} - 1,220 \cdot A_{453} - 0,304 \cdot A_{505} + 0,452 \cdot A_{453}$$

$$\text{Klorofil a (mg/100 ml)} = 0,999 \cdot A_{663} - 0,0989 \cdot A_{645}$$

$$\text{Klorofil b (mg/100 ml)} = -0,328 \cdot A_{663} + 1,77 \cdot A_{645}$$

6. Toplam Flavonoid Tayini

Örneklerden 0,5 g alınarak 2 ml saf su ile karıştırılmış ve 0,15 ml NaNO_2 (%5) çözeltisi eklenmiştir. 6 dakika bekletildikten sonra 0,15 ml AlCl_3 (%10) çözeltisi eklenmiştir. Tekrar 6 dakikalık bir beklemeden sonra 2 ml NaOH (%4) çözeltisi eklenmiş ve 5 ml ye saf su ile tamamlanmıştır. Homojen hale geldikten 15 dakika sonra absorbans değeri 510 nm de ölçülmüştür. Standart olarak kuersetin ve rutin kullanılmıştır (Youssef and Mokhtar 2014).

7. Toplam Flavonol Tayini

0,5 ml örnek ekstraktı, 0,5 ml %2 alüminyum triklorür ve 0,5 ml %5 sodyum asetat karıştırılarak 10 ml'ye saf su ile tamamlanmış ve 425 nm'de absorbans ölçülmüştür. Rutin ve kuersetin standartlarına göre toplam flavonol içeriği belirlenmiştir (Almaraz-Abarca *et al.* 2007).

8. C vitamini (Askorbik Asit) Tayini

Homojenize edilmiş semizotu örneklerinde C vitamini miktarının belirlenmesinde örneklerin 2,6- Diklorofenolindofenol boyası ile titrasyonu yöntemi kullanılmıştır. Analizde %1'lik okzalik asit ve %0,05'lik 2,6-Diklorofenolindofenol boya çözeltisi kullanılmıştır. Ayrıca boya çözeltisi %0,02'lik askorbik asit standart çözeltisi ile titrasyona tabi tutularak standardize edilmiştir. Semizotu örnekleri %1'lik okzalik asit çözeltisi içinde homojenize edilmiş ve boya çözeltisi ile titrasyona tabi tutulmuştur. Örneklerde ve standardizasyonda harcanan boya çözeltisi miktarından yola çıkılarak C vitamini miktarları hesaplanmıştır (Keleş 1983).

3.2.4. Fiziksel analizler

1. Renk

Semizotu parçalanmış halde beyaz zemin üzerine konulmuş, üç boyutlu renk ölçme esasına dayanan Minolta kolorimetre (Chroma Meter, CR-200 Japan) cihazı ile renk yoğunluğu L , a , b olarak belirlenmiştir. Renk okumadan önce cihaza ait standart kalibrasyon skalası ile cihaz kalibre edilmiştir (M. Youssef and Mokhtar 2014).

L ; 0=siyah, 100=beyaz koyuluk /açıklık, (Y) ekseninde

a ; +a kırmızı, -a yeşil, (X) ekseninde

b; +b sarı, -b mavi (Z) ekseninde renk yoğunluklarını göstermiştir.

3.2.5. İstatistiki analiz

Araştırmamız 2 semizotu örneği 4 kurutma yöntemi ve taze semizotu 2x5 faktöriyel düzende 3 tekerrür olmak üzere tam şansa bağlı deneme planına göre yürütülmüştür. Sonuçlara SPSS version 20 IBM SPSS Statistics paket programında varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kuru Madde İçeriği

Taze ve kurutulmuş örneklerin antioksidan aktivitelerinin tartışılabilmesi ve kuru madde içeriği farkından doğabilecek yanlış anlaşılmalara önüne geçilebilmesi için hem taze hem de kurutulmuş örneklerin kuru madde miktarları belirlenmiş ve Çizelge 4.1’de verilmiştir. Yapılan varyans analizinde kurutulmuş semizotu örneklerinin TKM değerleri üzerine kurutma işlemlerinin $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Semizotunun Kuru Madde İçeriğine (%) ait ortalamaların karşılaştırılmaları

İşlem	Örnek	
	Antalya	Mersin
Taze	5,28±0,55 ^{bA}	3,86±0,39 ^{eB}
Dondurarak kurutma	94,75±2,51 ^{aA}	93,17±0,40 ^{cA}
Güneşte kurutma	95,08±0,32 ^{aB}	96,37±0,22 ^{bA}
Vakumda kurutma	96,89±0,22 ^{aA}	97,61±0,95 ^{aA}
Sıcak hava ile kurutma	95,49±0,22 ^{aA}	86,64±0,30 ^{dB}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p < 0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.1’den görüldüğü gibi taze semizotlarının toplam kuru madde miktarları Antalya örneğinde %5,27±0,54 iken mersin örneğinde %3,85±0,38 olarak tespit edilmiştir. Akdeniz (2007), semizotu (*Portulaca oleracea* L.; Çiftçi çeşidi “Halkapınar”) üzerinde yaptığı çalışmada kuru madde değerlerinin 5,28 ile 7,24 g/100 g arasında değiştiğini tespit etmiştir. İsmail *et al.* (2015) yaptıkları bir çalışmada güneşte kurutma işleminin semizotu karakteristik özellikleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada semizotunun kuru madde oranını %7,75 olarak bulmuşlardır. Anonim (2018b)’e göre semizotunun kuru madde oranı %7,13 olduğu bildirilmiştir. Sonuçlar

arasındaki farklılıklar çeşit, yetiştirme şartları iklim ve kurutma yönteminden kaynaklanabilir.

Çizelge 4.2. Kurutulmuş semizotu örneklerinin bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Bağımlı Değişkenler	SD	KO	F
Semizotu Örnekleri (A)	Kuru_Madde	1	29,123	35,769**
	C_vitamini	1	825,120	3,578
	β -Karoten	1	2514337,109	1416,996**
	Klorofil-a	1	59940190,341	4217,816**
	Klorofil-b	1	10820263,638	2643,924**
	TFM	1	23,413	169,527**
	Flavonoid	1	0,035	387,062**
	Flavonol-RE	1	356,840	197,634**
	Flavonol-KE	1	215,011	85,810**
	Çelatlama	1	5735,253	397,989**
	L	1	72,288	6,155*
	a	1	9,910	19,038**
	b	1	12,103	4,204*
Kurutma İşlemleri (B)	Kuru_Madde	4	9737,111	11959,175**
	C_vitamini	4	6380,969	27,673**
	β -Karoten	4	253619,328	142,931**
	Klorofil-a	4	6813886,554	479,473**
	Klorofil-b	4	1574734,089	384,785**
	TFM	4	138,490	1002,752**
	Flavonoid	4	0,013	142,081**
	Flavonol-RE	4	74,370	41,189**
	Flavonol-KE	4	55,371	22,099**
	Çelatlama	4	1626,730	112,884**
	L	4	853,248	72,651**
	a	4	130,618	250,925**
	b	4	116,001	40,291**
A *B	Kuru_Madde	4	24,603	30,217**

Çizelge 4.2. (devam)

A*B	C_vitamini	4	413,467	1,793
	β -Karoten	4	253605,740	142,924**
	Klorofil-a	4	6995588,206	492,259**
	Klorofil-b	4	1604158,536	391,975**
	TFM	4	4,613	33,401**
	Flavonoid	4	0,010	113,157**
	Flavonol-RE	4	33,019	18,287**
	Flavonol-KE	4	14,570	5,815**
	Çelatlama	4	526,067	36,506**
	L	4	60,220	5,128**
	a	4	5,880	11,296**
	b	4	,160	,055
Hata	Kuru_Madde	20	0,814	
	C_vitamini	20	230,583	
	β -Karoten	20	1774,414	
	Klorofil-a	20	14211,192	
	Klorofil-b	20	4092,502	
	TFM	20	0,138	
	Flavonoid	20	9,092E-005	
	Flavonol-RE	20	1,806	
	Flavonol-KE	20	2,506	
	Çelatlama	20	14,411	
	L	40	11,744	
	a	40	,521	
	b	40	2,879	
Genel		80		

Farklı yöntemlerle kurutmuş olduğumuz semizotlarının toplam kuru madde oranları en düşük %86,64 ile mersin örneğinin sıcak havada kurutulmuş olanlarında tespit edilirken en yükseği ise %97,61 ile yine aynı örneğin vakumda kurutulanlarında bulunmuştur. İsmail *et al.* (2015) yaptıkları çalışmada güneşte kurutulan semizotunun kuru madde oranının %90'ın üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Sıcak havada ve dondurarak kurutulan semizotunun kuru madde içeriği sırasıyla %93,37 ve %95,65 olarak

bulunmuştur (Youssef and Moahtar 2014). Yaptığımız çalışma literatür ile uyum içerisindedir. Antalya örneğinin kuru madde oranları üzerine farklı kurutma işlemlerinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenirken ($p<0,01$) Mersin örneğinde kurutma işlemlerinin önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. Buna göre vakumda kurutulan mersin örneğine ait örneğin diğer kurutma yöntemlerine göre daha yüksek kuru madde içerdiği görülmektedir. Antalya örneğinde de oransal olarak vakumda kurutulan örneğin diğerlerinden daha fazla kuru madde içerdiği görülmektedir. Farklı işlemlerle kurutulan örneklerin kuru madde oranlarının farklı olması, kurutma işlemlerinin sonunda örneklerin kurumuş olmalarına sübjektif olarak karar verilmesinden kaynaklanabilir. Nitekim sebzeler kurutulurken yaklaşık %10 rutubet düzeyine kadar kurutularak muhafazaları sağlanmakta ve bununla ilgili kesin bir standart bulunmamaktadır.

4.2. Toplam Fenolik Madde

Kurutulmuş semizotu örneklerinin TFM değerleri üzerine kurutma işlemlerinin $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Toplam fenolik madde miktarlarına ait ortalamaların karşılaştırılmaları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Toplam fenolik madde ile flavonoid ($r=0,701$) ve flavonoller ($r=0,698$) arasında istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) pozitif korelasyon olduğu görülmüştür. Ancak çelatlama ($r= -0,415$) ile negatif korelasyon görülmüştür (Çizelge 4.3).

Taze semizotlarının toplam fenolik madde miktarları Antalya örneğinde 14,85 mg GAE/g iken Mersin örneğinde 17,95 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Bir çalışmada taze semizotunun toplam fenolik madde içeriği 14,47 mg GAE/g olarak bulunmuştur (Youssef and Moahtar 2014). Petropoulos et al (2015), yaptıkları bir çalışmada semizotunun toplam fenolik madde içeriğinin 9-12 mg GAE/g arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.3. Kurutulmuş semizotu örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait korelasyon analiz sonuçları

	TKM (%)	C_vit.	β - Karoten	Klorofil- -a	Klorofil- b	TFM	Flavonoid	Flavonol- RE	Flavonol- KE	Çelatlama	L*	a*
C_vitamini	-0,583**											
β -Karoten	0,364*	-0,052										
Klorofil-a	0,381*	-0,170	0,880**									
Klorofil-b	0,352	-0,156	0,817**	0,988**								
TFM	-00,952**	0,576**	-0,453*	-0,510**	-0,496**							
Flavonoid	-4,483**	0,456*	-0,374*	-0,442*	-0,452*	0,701**						
Flavonol-RE	-0,583**	0,574**	-0,554**	-0,559**	-0,521**	0,698**	0,790**					
Flavonol-KE	-0,579**	0,546**	-0,631**	-0,640**	-0,596**	0,671**	0,660**	0,942**				
Çelatlama	0,586**	-0,134	-0,203	-0,396*	-0,425*	-0,415*	0,069	0,047	0,075			
L*	0,682**	0,023	0,534**	0,435*	0,403*	-0,686**	-0,326	-0,322	-0,318	0,495**		
a*	0,339	-0,801**	-0,306	-0,139	-0,128	-0,261	-0,120	-0,260	-0,301	0,100	-0,407*	
b*	0,700**	-0,081	0,244	0,227	0,242	-0,711**	-0,400*	-0,298	-0,312	0,574**	0,834**	-0,132

Farklı işlemlerle kurutulan semizotlarının toplam fenolik madde oranları en düşük 3,85 mg GAE/g ile Antalya örneğinin güneşte kurutulmuş olanlarında tespit edilirken en yükseği ise 9,32 mg GAE/g ile Mersin örneğinin sıcak havada kurutulmuş olanlarında bulunmuştur. Youssef and Moahtar (2014), farklı kurutma işlemleri ile semizotunda yaptıkları bir çalışmada sıcak havada ve dondurarak kurutulmuş semizotunun toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 9,58 ve 9,23 mg GAE/g olarak bulmuşlardır. Antalya ve Mersin örneklerinin toplam fenolik madde miktarları üzerine kurutma işlemlerinin istatistiki olarak önemli ($p < 0,01$) derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Buna göre sıcak havada kurutulan Mersin ve Antalya örneklerinin diğer kurutma işlemlerine göre daha yüksek toplam fenolik madde içerdiği görülmektedir.

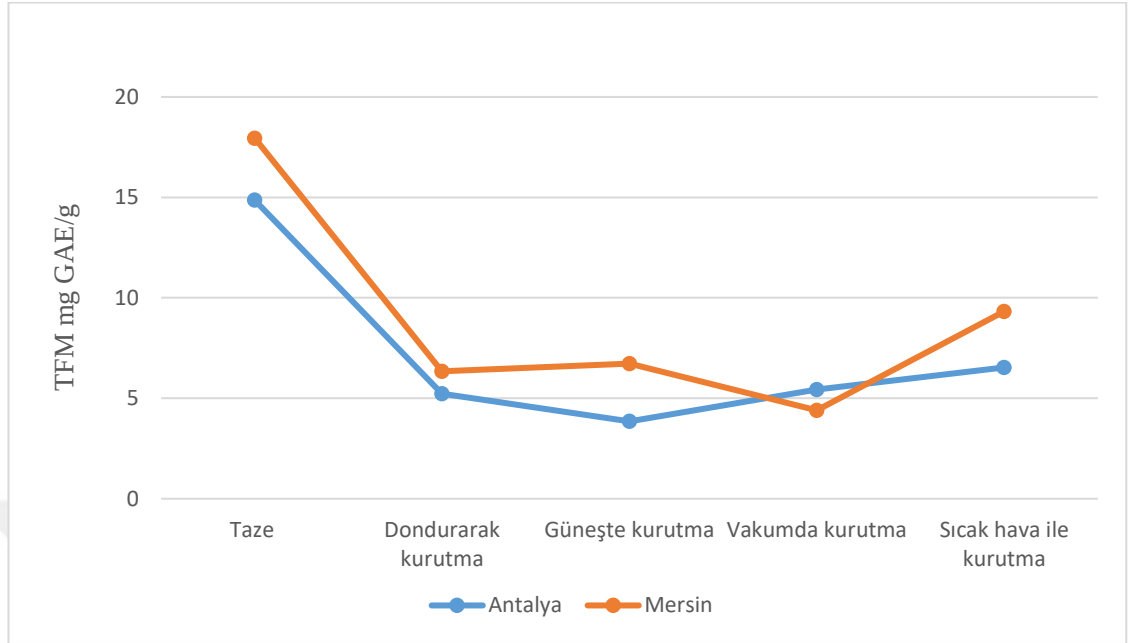
Çizelge 4.4. Semizotunun Toplam Fenolik Madde İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg GAE/g)

İşlem	Örnek*	
	Antalya	Mersin
Taze	14,86±0,04 ^{aB}	17,95±0,84 ^{aA}
Dondurarak kurutma	5,22±0,09 ^{dB}	6,34±0,36 ^{cA}
Güneşte kurutma	3,85±0,04 ^{eB}	6,73±0,64 ^{cA}
Vakumda kurutma	5,44±0,18 ^{cA}	4,40±0,16 ^{dB}
Sıcak hava ile kurutma	6,53±0,11 ^{bB}	9,32±0,25 ^{bA}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p < 0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p < 0,05$).

*Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

Kurutma işlemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında, toplam fenolik madde miktarları çoktan aza doğru, Antalya örneğinde; sıcak havada, dondurarak, vakumda ve güneşte, Mersin örneğinde ise; sıcak havada, dondurarak, güneşte ve vakumda kurutma şeklinde sıralanmaktadır. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları sıcak hava ile kurutma işleminde diğer kurutma işlemlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Ekstraksiyon esnasında fenolik maddelerin infüzyonu üzerine kurutma yönteminin önemli derecede etkili olduğu bildirilmiştir (Martínez-Las Heras *et al.* 2014). Nitekim Youssef and mokhtar (2014), yaptıkları araştırmada taze örneklerle göre fenolik bileşiklerin kaybını, sıcak hava ile 50°C'de kurutmada %33,75 bulurken, dondurarak kurutmada %36,18 olarak daha yüksek tespit etmişlerdir. Buradan da anlaşıldığı üzere sıcak havada kurutulan örneklerin ekstraksiyonunda ekstraktta daha fazla miktarda fenolik madde infüze olmuş ve sonuçlarda buna göre daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.1. Toplam fenolik miktarı üzerine örnek x kurutma işleminin interaksyonunun etkisi

Semizotu örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler kurutma işlemlerine bağlı olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli derecede farklı bulunmuştur (Şekil 4.1). Taze örneklerde toplam fenolik miktarı en yüksek olurken Antalya örneğinin güneşte kurutulmuş olanları ile Mersin örneklerinin vakumda kurutulmuş olanlarında en düşük çıkmıştır.

4.3. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

Antalya ve Mersin örneklerinin DPPH radikali giderme aktiviteleri kuru madde üzerinden IC_{50} değerleri hesaplanarak Çizelge 4.5'te verilmiştir. Kontrol olarak BHA ve α -tokoferol kullanılmıştır.

Farklı işlemlerle kurutulan semizotlarının IC_{50} değerleri, en düşük 283,06 $\mu\text{g/ml}$ ile Mersin örneğinin sıcak havada kurutulmuş olanlarında tespit edilirken en yükseği ise 1436,63 $\mu\text{g/ml}$ ile Antalya örneğinin güneşte kurutulmuş örneklerinde belirlenmiştir. Ayrıca farklı kurutma işlemleri karşılaştırıldığında, IC_{50} değeri büyükten küçüğe doğru

Antalya örneğinde güneşte, vakumlu fırında, sıcak hava ile ve dondurarak kurutma; Mersin örneğinde ise vakumlu fırında, dondurarak, güneşte ve sıcak hava ile kurutma sıralaması izlemiştir. Kontrol olarak kullanılan BHA ve α -Tokoferolün IC_{50} değerleri sırası ile 2,035 ve 4,116 olarak bulunmuştur. Gıdalarda kullanılan bu antioksidanların kapasitelerinin yüksek olduğu bilinmektedir. Alam *et al.* (2015), 12 farklı semizotu üzerinde yaptıkları çalışmada IC_{50} değerlerini 2,52-3,29 mg/mL arasında bulmuşlardır. Petropoulos *et al.* (2015) 6 farklı semizotu çeşidi üzerinde yaptıkları bir çalışmada IC_{50} değerlerini 6,4 ile 19,9 mg/mL arasında olduğunu saptamışlardır. Taze örneklerimiz için bu değerler Antalya olanında 158,19 μ g/ml, Mersin olanında 168,22 μ g/ml olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda örneklerimizin antioksidan aktivitelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Doğal antioksidanlar içinde oldukça önemli yeri olan polifenoller, yetiştirme şartları, iklim, hasat zamanı ve depolama şartları gibi bir çok dış faktörden etkilenmektedir (Heimler *et al.* 2007). Youssef and Moahtar (2014), yaptıkları bir çalışmada kurutma ile DPPH radikali giderme aktivitesinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde kurutma işlemlerinin tümünde antioksidan aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Kurutma işlemleri sonucunda artan infüzyon oranına bağlı olarak yüksek çıkan fenolik madde miktarlarına paralel şekilde antioksidan aktiviteleri de yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Semizotunun IC_{50} değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılmaları (μ g/ml)

İşlem	Örnek *	
	Antalya	Mersin
Taze	158,19	168,22
Dondurarak kurutma	673,65	557,58
Güneşte kurutma	1436,63	390,69
Vakumda kurutma	802,38	983,70
Sıcak hava ile kurutma	704,19	283,06
BHA	2,035	
α -Tokoferol	4,116	

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$).

*Soniclar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

4.4. Metal Çelatlama Aktivitesi

Semizotu örneklerinin farklı kurutma işlemleriyle, çözeltideki Fe^{2+} iyonlarını bağlayabilmek için ferrozine karşı yarışması esasına dayanan metal çelatlama kapasiteleri değerlendirilmiştir. Standart madde olarak iyi bir metal çelatlayıcı olan EDTA seçilmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. Kurutulmuş semizotu örneklerinin metal çelatlama aktivitesi üzerine kurutma işlemlerinin $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Semizotu örneklerine ait metal çelatlama kapasiteleri %5,62-66,60 arasında değişmektedir (Çizelge 4.6).

Taze Antalya örneklerinin metal çelatlama aktivitesinin %5,75, dondurarak kurutulmuş örneklerde %46,12, güneşte kurutulmuş örneklerde %5,63, vakumda kurutulan örneklerinde %41,56 ve sıcak havada kurutulan örneklerinde %34,20; Mersin örneğinde ise taze olanların %22,44, dondurarak kurutulmuş olanların %64,59, güneşte kurutulmuş olanların %66,60, vakumda kurutulmuş olanların %61,88 ve sıcak havada kurutulmuş olanların %56,02 oranında olduğu bulunmuştur. Metal çelatlama aktivitesi en yüksek oranda olan örneğin güneşte kurutulan Mersin örneği olduğu görülmektedir. Dondurarak, vakumda ve sıcak hava ile kurutma işlemlerinde elde edilen çelatlama aktiviteleri sırasıyla bunu takip etmiştir. Güneşte kurutma işleminde Antalya örneğinin DPPH radikali giderme aktivitesinde olduğu gibi metal çelatlama aktivitesi de düşük bulunmuştur. Antioksidan aktivite bakımından bu iki örnek benzer şekilde düşük çıkmıştır. Antioksidan özellik gösteren fenolik madde miktarının düşük çıkması bunun sebebi olarak gösterilebilir. Peksel *et al.* (2006)'nin yaptıkları bir çalışmada metal çelatlama aktivitesinin yaklaşık %10 ile 50 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Güngören (2016), farklı yörelerdeki yabani semizotu (*Portulaca oleracea L.*) ile kültür ortamında yetiştirilmiş semizotunun in vitro antioksidatif kapasitesinin belirlenmesi ile ilgili yaptığı çalışmada Fe^{+2} iyonları çelatlama aktivitesini %0,37 ile 87,61 arasında bulmuştur. Yaptığımız çalışma literatür ile uyum içerisindedir. Taze ve kurutulmuş örneklerin metal çelatlama aktivitelerinin istatistiki olarak önemli derecede ($p < 0,05$) farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Buna göre mersin örneklerinin metal çelatlama kapasitelerinin Antalya örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek metal çelatlama kapasitesine sahip olan maddeler geçiş metallerini bağlayarak koruyucu antioksidan etki göstermektedirler.

Çizelge 4.6. Semizotunun Metal Çelatlama Aktivitesine ait ortalamaların karşılaştırılmaları (%)

İşlem	Örnek	
	Antalya	Mersin
Taze (yaş ağırlık)	5,75±2,01 ^{cB}	22,44±0,76 ^{cA}
Dondurarak kurutma	46,13±0,68 ^{aB}	64,59±3,07 ^{abA}
Güneşte kurutma	5,63±1,82 ^{cB}	66,60±5,15 ^{aA}
Vakumda kurutma	41,57±4,50 ^{aB}	61,88±2,60 ^{abA}
Sıcak hava ile kurutma	34,21±3,38 ^{bB}	56,03±7,83 ^{bA}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$).

4.5. β -Karoten

Yapılan varyans analizinde kurutulmuş semizotu örneklerinin β -Karoten miktarı üzerine kurutma tekniğinin ($P<0,01$) seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). β -Karoten miktarı ile klorofil a ($r=0,880$) ve klorofil b ($r=0,817$) arasında istatistiki olarak çok önemli seviyede ($P<0,01$) pozitif korelasyon olduğu görülmüştür. Ancak TFM, flavonoid ve flavonol ile negatif korelasyon görülmüştür (Çizelge 4.3).

Farklı yöntemlerle kurutulmuş semizotlarının β -Karoten içeriği en düşük 12,27 mg/100g ile Mersin çeşidinin güneşte kurutulmuş örneklerinde tespit edilirken en yükseği ise 67,07 mg/100 g ile Antalya çeşidinin taze örneklerinde belirlenmiştir. Ayrıca farklı kurutma yöntemleri karşılaştırıldığında, β -Karoten içeriği çoktan aza doğru hem Antalya çeşidinde hem de Mersin örneğinde sırasıyla vakum, dondurarak kurutma, sıcak hava ve güneşte kurutma şeklinde olduğu tespit edilmiştir. β -Karoten bakımından Antalya ve Mersin taze örnekleriyle, vakum, sıcak hava ve güneşte kurutulmuş örnekleri arasında istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.7). Ancak her iki çeşidin de dondurarak kurutulmuş örnekleri arasında

önemli ($p<0,05$) fark olduğu görülmüştür. Genel olarak kurutma işlemleriyle β -karoten miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar, geleneksel ve mikrodalga fırında kurutma sırasında toplam karotenoid kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Karotenoidler, içerdikleri çok sayıda konjuge çift bağ nedeniyle kolaylıkla okside olmaktadır. Karotenoidlerin oksidasyona duyarlılığı, ortam koşullarına bağlı olup dokudaki fiziksel zararlanma veya ekstraksiyon gibi işlemlerle artmaktadır ve Karotenoidlerdeki oksidatif değişimler; haşlama, dondurma, kurutma gibi işlemlerde azalabilmektedir. Uddin *et al.* (2014), yaptıkları bir çalışmada semizotunda β -karoten içeriğini 38,2-43,5 mg/100g arasında bulmuşlardır. Alam *et al.* (2014), semizotu ile ilgili yaptığı çalışmada β -karoten içeriğini 52-328 mg/100g arasında bulmuşlardır.

Çizelge 4.7. Semizotunun β -Karoten İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg/100g)

İşlem	Örnek*	
	Antalya	Mersin
Taze	67,08±24,05 ^{aa}	61,31±17,96 ^{aa}
Dondurarak kurutma	50,33±2,94 ^{abA}	57,80±0,99 ^{ab}
Güneşte kurutma	13,99±1,19 ^{ca}	12,27±0,70 ^{ca}
Vakumda kurutma	54,03±6,23 ^{abA}	61,40±4,55 ^{aa}
Sıcak hava ile kurutma	33,21±3,29 ^{bcA}	35,62±10,81 ^{ba}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$)

*Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir

4.6. Klorofil a

Yapılan varyans analizinde kurutulmuş semizotu örneklerinin klorofil a değeri üzerine kurutma işlemlerinin $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Taze örneklerin klorofil a miktarları Antalya örneğinde 103,11mg/100g iken Mersin örneğinde 138,11 mg/100g olarak tespit edilmiştir. klorofil a ile klorofil b arasında istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) pozitif korelasyon ($r=0,988$) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3).

Kurutma işlemi ile semizotunun klorofil a miktarında artış görülmektedir. Mersin örneğinin güneşte kurutulmuş semizotu olanlarında klorofil a miktarları en düşük (74,33 mg/100g) ve en yükseği ise Antalya örneğinin dondurarak kurutulmuş olanlarında (192,58 mg/100 g) bulunmuştur.

Her iki örneğin klorofil a miktarları üzerine farklı kurutma işlemlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Buna göre dondurarak kurutulan Mersin örneğinde ve vakumda kurutulan Antalya örneğine ait olanların diğer kurutma işlemlerine göre daha yüksek klorofil a içerdiği görülmektedir. Bunun yanı sıra tüm kurutulmuş semizotu örneklerinin klorofil a içeriğinin taze örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Youssef and Mohtar (2014), yaptıkları bir çalışmada taze semizotunun klorofil a değerinin 50,75 mg/100g olduğunu ve farklı kurutma işlemleri uygulandıktan sonra ise 50-80 mg/100g arasında değiştiğini bulmuşlardır. Abd El-Aziz *et al.* (2014), yaptıkları bir çalışmada taze semizotunun klorofil a içeriğini 32,23 mg/100g olarak bulmuşlardır. Bu duruma, kurutma sonucunda bitki matriksindeki değişimler ile bu gibi maddelerin ekstrakte edilebilirliğinin artması sebep olarak gösterilebilir.

Çizelge 4.8. Semizotunun Klorofil a İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg/100g)

İşlem	Örnek*	
	Antalya	Mersin
Taze	103,11±33,33 ^{ca}	138,11±44,21 ^{bcA}
Dondurarak kurutma	192,58±1,53 ^{aA}	180,56±3,27 ^{abB}
Güneşte kurutma	123,79±1,07 ^{bcA}	74,33±3,93 ^{dB}
Vakumda kurutma	181,43±19,10 ^{aA}	189,05±10,73 ^{aA}
Sıcak hava ile kurutma	141,92±16,99 ^{bA}	130,07±32,20 ^{ca}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$).

*Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

4.7. Klorofil b

Yapılan varyans analizinde kurutulmuş semizotu örneklerinin klorofil b değeri üzerine kurutma işlemlerinin $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.9. Semizotunun Klorofil b İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg/100g)

İşlem	Örnek*	
	Antalya	Mersin
Taze	56,14±23,319 ^{bcA}	62,06±16,78 ^{aA}
Dondurarak kurutma	79,34±4,12 ^{aA}	78,38±5,95 ^{aA}
Güneşte kurutma	59,90±2,26 ^{abcA}	34,84±2,30 ^{cB}
Vakumda kurutma	76,47±8,14 ^{abA}	76,40±1,51 ^{aA}
Sıcak hava ile kurutma	43,42±6,03 ^{cA}	39,62±7,52 ^{bA}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$).

*Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

Taze semizotu örneklerinde klorofil b miktarları Antalya örneğinde 56,14 mg/100g iken Mersin örneğinde 62,01 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Klorofil b miktarları en düşük 34,84 mg/100g ile Mersin örneğinin güneşte kurutulmuş olanlarında tespit edilirken en yükseği ise Antalya örneğinin dondurarak kurutulmuş olanlarında 79,34 mg/100 g bulunmuştur.

Hem Antalya hem de Mersin Örneklerinin klorofil b miktarları üzerine farklı kurutma işlemlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Buna göre dondurarak kurutulan Mersin ve Antalya Örneklerine ait olanların diğer kurutma işlemlerine göre daha yüksek klorofil b içerdiği görülmektedir. Bunun yanı sıra klorofil a da olduğu gibi tüm kurutulmuş semizotu örneklerinin klorofil b içeriği taze örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Klorofil b içeriği bakımından her iki çeşidinde genel olarak tüm örnekler arasında istatistiki olarak fark olmadığı tespit edilmiştir. Ancak güneşte kurutulmuş örneklerde her iki örnek arasında önemli ($p<0,05$) fark olduğu görülmüştür. Abd El-Aziz *et al.* (2014), yaptıkları bir

çalışmada taze semizotunda klorofil b miktarını 21,63 mg/100g bulmuşlardır. Youssef and Moahtar (2014), yaptıkları bir çalışmada taze semizotunun klorofil b miktarı 19,12 mg/100g ve farklı kurutma işlemleri uygulandıktan sonra klorofil b miktarını 70-110 mg/100g arasında bulmuşlardır.

4.8. Toplam Flavonoid

Kurutulmuş semizotu örneklerinin toplam flavonoid içeriği üzerine kurutma işlemlerinin $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Toplam flavonoid ile flavonol madde arasında istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) pozitif korelasyon ($r=0,790$) olduğu görülmüştür. Ancak çelatlama ile istatistiki olarak önemli korelasyon görülmemiştir (Çizelge 4.3).

Taze semizotu örneklerinin toplam flavonoid madde miktarları Antalya örneklerinde 9,60 mg RE/g iken Mersin örneklerinde 28,20 mg RE/g olarak tespit edilmiştir. Farklı işlemlerle kurutulmuş semizotlarının toplam flavonoid miktarı en düşük 5,57 mg RE/g ile Mersin örneğinin vakumlu sıcak havada kurutulmuş olanlarında tespit edilirken en yükseği ise Mersin örneğinin sıcak havada kurutulmuş olanlarında $19,01\pm0,61$ mg RE/g bulunmuştur.

Hem Antalya hem de Mersin örneklerinin toplam flavonoid miktarları üzerine farklı kurutma işlemlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Buna göre sıcak havada kurutulan Mersin ve Antalya örneklerine ait olanların diğer kurutma işlemlerine göre daha yüksek toplam flavonoid miktarı içerdiği görülmektedir. Bu duruma sıcak havada kurutulan örneklerde ekstrakte edilebilen toplam flavonoid miktarının daha yüksek olması sebep olarak gösterilebilir.

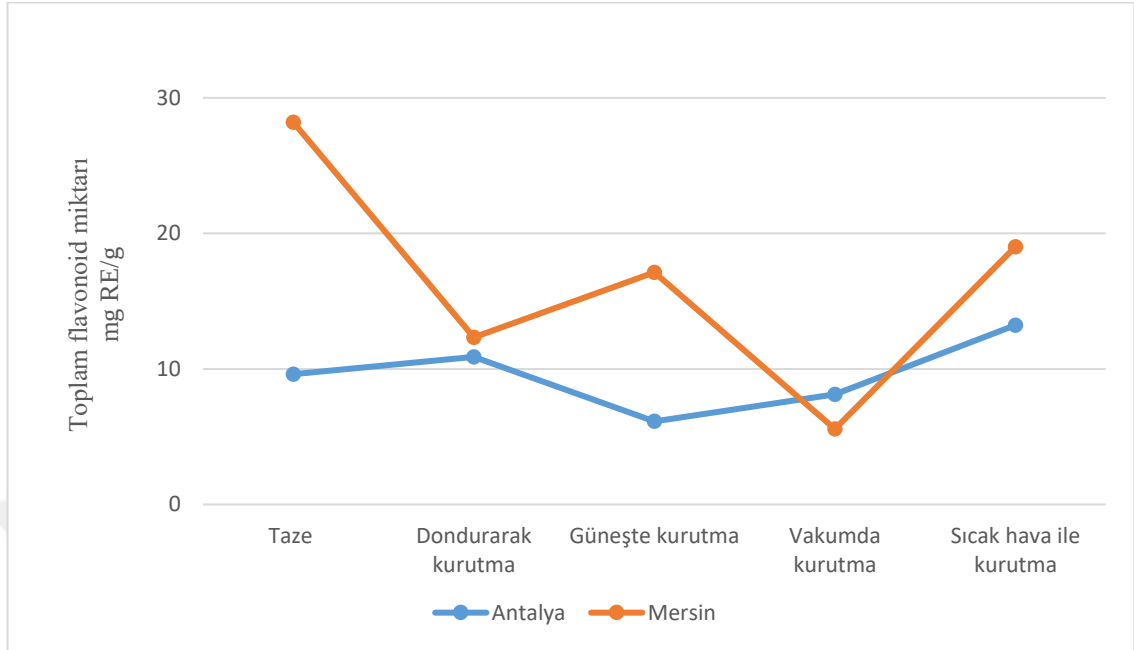
Çizelge 4.10. Semizotunun Toplam Flavonoid Madde miktarına ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg RE/g)

İşlem	Örnek*	
	Antalya	Mersin
Taze	9,61±0,85 ^{cB}	28,20±2,11 ^{aA}
Dondurarak kurutma	10,90±0,78 ^{bA}	12,33±0,78 ^{cA}
Güneşte kurutma	6,13±0,21 ^{eA}	17,13±1,21 ^{bB}
Vakumda kurutma	8,13±0,75 ^{dA}	5,57±0,32 ^{dB}
Sıcak hava ile kurutma	13,23±0,40 ^{aB}	19,01±0,61 ^{bA}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

Ayrıca farklı kurutma yöntemleri karşılaştırıldığında, toplam flavonoid miktarı büyükten küçüğe sıralanacak olursa Antalya örneklerinde sıcak hava ile, dondurarak, vakumda ve güneşte; Mersin örneklerinde ise sıcak hava ile, güneşte, dondurarak ve vakum kurutma şeklinde sıralanabilmektedir. Taze ve kurutulmuş her iki örnek arasında önemli fark olduğu tespit edilmiştir. Ancak dondurarak kurutmada kurutulmuş örneklerde önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Alam *et al.* (2014), yaptıkları bir çalışmada taze semizotunun toplam flavonoid miktarları 0,45-1,44 mg RE/g olarak bulmuşlardır. Petropoulos *et al.* (2015), yaptıkları bir çalışmada taze semizotunun toplam flavonoid miktarlarını 0,40-5,30 mg CE/g olarak bulmuşlardır. Uddin *et al.* (2017), yaptıkları bir çalışmada taze semizotunun toplam flavonoid miktarlarını 0,96-1,15 mg KE/g arasında bulmuşlardır. Abd El-Aziz *et al.* (2014), yaptıkları bir çalışmada 60°C sıcak havada kurutulmuş semizotunun toplam flavonoid miktarlarını 95,94 mg KE/100g olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Toplam flavonoid miktarı üzerine örnek x kurutma işleminin interaksyonun etkisi

Semizotu örneklerinin toplam flavanoid madde miktarlarında meydana gelen değişimler kurutma işlemlerine bağlı olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli derecede farklı bulunmuştur (Şekil 4.2).

4.9. Flavonol Miktarı

Yapılan varyans analizinde kurutulmuş semizotu örneklerinin toplam flavonol içeriği üzerine kurutma tekniğinin $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

Semizotunun flavonol madde miktarı mg RE/g ve mg KE/ olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların rutin ekivalenti olarak 0,10-17,27 mg RE/g arasında ve kuersetin ekivalenti olarak 0,28-12,18 mg KE/g arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.11 ve 4.12).

Taze semizotlarının flavonol miktarı Antalya örneğinde 3,48 mg RE/g iken Mersin örneğinde 17,27 mg RE/g ve kuersetin eş değeri ise Antalya örneğinde 6,24 mg KE/g iken Mersin örneğinde 12,18 mg KE/g olarak tespit edilmiştir. Farklı işlemlerle kurutmuş olduğumuz semizotlarının flavonol miktarı rutin eşdeğerine göre en düşük 0,10 mg RE/g ile Antalya örneğinin sıcak havada kurutulmuş olanlarında tespit edilirken en yükseği ise Mersin örneğinin dondurarak kurutulmuş olanlarında 9,58 mg RE/g bulunmuştur ve farklı yöntemlerle kurutmuş olduğumuz semizotlarının flavonol miktarı kuersetin eşdeğerine göre en düşük 0,28 mg KE/g ile Antalya örneklerinin sıcak havada kurutulmuş olanlarında tespit edilirken en yükseği ise Mersin örneklerinin dondurarak kurutmada kurutulmuş olanlarında 10,54 mg KE/g bulunmuştur. Hem rutin hem de kuersetin eşdeğerine göre dondurarak kurutmada kurutulan Mersin örneğine ait olanların diğer kurutma yöntemlerine göre daha yüksek flavonol madde içerdiği görülmektedir.

Ayrıca farklı kurutma işlemleri karşılaştırıldığında, flavonol miktarı çoktan aza doğru sıralanacak olursa Mersin örneğinde dondurarak, sıcak hava ile, güneşte ve vakumda kurutma şeklinde sıralanabilmektedir. Antalya örneğinde ise farklı kurutma yöntemleri arasında fark olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.11. Semizotunun Flovonol Miktarına ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg RE/g)

İşlem	Örnek*	
	Antalya	Mersin
Taze	3,48±0,73 ^{aB}	17,27±3,75 ^{aA}
Dondurarak kurutma	0,67±0,30 ^{bB}	9,58±0,41 ^{bA}
Güneşte kurutma	0,35±0,38 ^{bB}	4,64±0,92 ^{cA}
Vakumda kurutma	0,80±0,69 ^{bA}	2,31±0,94 ^{dA}
Sıcak hava ile kurutma	0,10±0,09 ^{bB}	6,10±0,93 ^{cdA}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır (p<0,05), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır (p<0,05).

*Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4.12. Semizotunun Flovonol Miktarına ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg KE/g)

İşlem	Örnek*	
	Antalya	Mersin
Taze	6,24±0,85 ^{aA}	12,18±4,39 ^{aA}
Dondurarak kurutma	1,02±0,35 ^{bB}	10,54±0,48 ^{aA}
Güneşte kurutma	0,59±0,51 ^{bB}	4,79±1,07 ^{bcA}
Vakumda kurutma	1,09±0,94 ^{bA}	2,07±1,10 ^{cA}
Sıcak hava ile kurutma	0,28±0,23 ^{bB}	6,43±1,08 ^{Ba}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Soniclar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

4.10. C Vitamini

C vitamini suda çözünen ve aynı zamanda kolajen üretiminde rol oynayan insan sağlığı için önemli bir vitamindir. Çalışmamızda kullandığımız semizotu örneklerinin C vitamini içeriği 66,08-101,32 mg/100g arasında tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizinde kurutulmuş semizotu örneklerinin C vitamin miktarı üzerine kurutma işlemlerinin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çalışmada kullanılan her iki örnekte de C vitaminini bakımından taze semizotu ile kurutulmuş örnekler (dondurarak kurutma hariç) arasında p<0,05 seviyesinde önemli derecede fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Buna göre kurutma ile örneklerin C vitamini miktarı önemli derecede azalmıştır (p<0,05). C vitamininin sıcaklığa bağlı olarak parçalandığı bilinmektedir. Bu da kurutma işlemi esnasında C vitamini içeriğinin önemli ölçüde kaybolduğunu göstermektedir. Bununla birlikte dondurarak kurutma işleminin C vitamini üzerine istatistiki düzeyde etkili olmadığı görülmüştür.

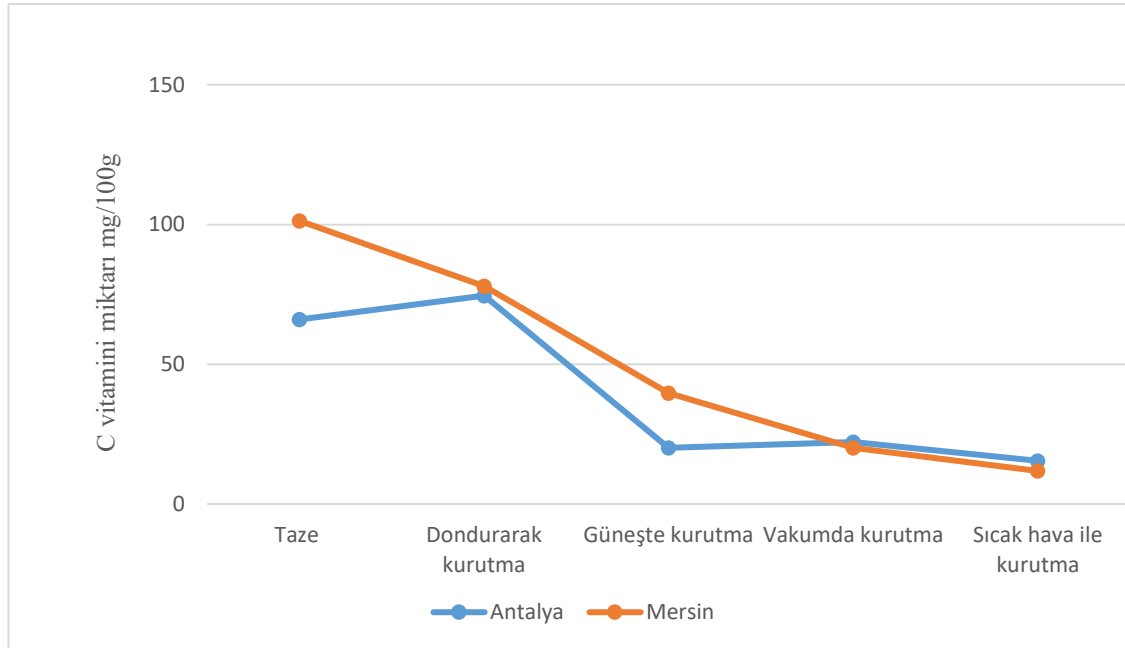
Çizelge 4.13. Semizotunun C vitamini İçeriğine ait ortalamaların karşılaştırılmaları (mg/100g)

İşlem	Örnek*	
	Antalya	Mersin
Taze	66,09±8,33 ^{aA}	101,33±38,71 ^{aA}
Dondurarak kurutma	74,57±17,65 ^{aA}	77,91±17,51 ^{aA}
Güneşte kurutma	20,10±2,49 ^{bA}	39,66±6,10 ^{bB}
Vakumda kurutma	22,19±3,39 ^{bA}	20,14±5,03 ^{bA}
Sıcak hava ile kurutma	15,46±5,60 ^{bA}	11,83±2,87 ^{bA}

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$).

*Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre Antalya örneğinin taze olanlarının C vitamini içeriğinin mersin örneğine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı zamanda taze semizotunun güneşte, vakumda, sıcak hava ile kurutma işlemlerinde C vitamininin azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.3. C vitamini miktarı üzerine örnek x kurutma işleminin etkisi

Semizotu örneklerinin C vitamini miktarlarında meydana gelen değişimler kurutma işlemlerine bağlı olarak $p<0,01$ seviyesinde önemli derecede farklı bulunmuştur (Şekil 4.1). Taze örneklerde C vitamini miktarları en yüksek olurken sıcak hava ile kurutma işlemi sonucunda en fazla azalmanın meydana geldiği tespit edilmiştir.

4.11. Renk Analizi

Çizelge 4.14. Semizotunun Renk Analizine ait ortalamaların karşılaştırılmaları

	Antalya			Mersin		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Taze	33,41± 4,59 ^d	-7,28±1,28 ^c	13,51 ± 2,48 ^c	35,25 ± 7,22 ^e	-6,70±1,24 ^d	14,60 ± 3,20 ^c
Dondurarak kurutma	6,07± 2,56 ^a	-10,83±0,41 ^d	21,35 ± 0,61 ^a	55,37 ± 2,57 ^a	-7,56 ± 0,35 ^d	21,95 ± 0,68 ^a
Güneşte kurutma	48,15±3,49 ^b	-2,77±0,80 ^b	19,74 ± 1,16 ^{ab}	49,76 ± 1,41 ^b	-3,63±0,66 ^c	20,75 ± 0,71 ^a
Vakumda kurutma	45,71 ± 2,21 ^{bc}	-1,84± 0,18 ^{ab}	19,80 ± 0,47 ^{ab}	45,68 ± 1,20 ^{bc}	-1,62±0,42 ^b	21,09 ± 0,10 ^a
Sıcak hava ile kurutma	45,22 ± 2,34 ^{bc}	-1,29± 0,52 ^a	14,87 ± 2,86 ^c	37,47 ± 2,23 ^{ce}	-0,04 ± 0,45 ^a	15,80 ± 0,57 ^b

Aynı kolonda aynı küçük harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$), aynı satırda aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ($p<0,05$).

Renk ölçer ile ölçülen Lightness (L*) değeri 0 ile 100 arasında değişmekte olup 0 gönderilen ışığın tamamını soğuran siyah, 100 ise gönderilen ışığın tamamını yansıtan beyaz rengi ifade etmektedir. Antalya örnekleri semizotunun taze yaprak ve gövdesinde L* değerleri 33,41- 45,22 arasında değişmektedir (Çizelge 4.14). Genel olarak kurutma işlemlerinin sonunda L* değerlerinde artış, dolayısıyla da renkte bir açılma gözlenmektedir. Antalya örneğine ait taze semizotunun yapraklarında L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 33,41, -7,28 ve 13,51 ve gövde kısmında ise sırasıyla 41,77, -8,05 ve 18,44 bulunmuştur. Kurutma işlemlerinin örnekler üzerine istatistiki olarak anlamlı derecede etkili olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Tüm kurutma işlemlerinde L* değerinde bir artış görülmektedir. Ancak dondurularak kurutulmuş her iki örneğin diğer kurutma yöntemlerine kıyasla L* (açıklık) ve b* (sarılık-mavilik) değerlerinde artış, a* (kırmızı-

yeşil) değeriinde ise azalış görölmüştür. Sıcaklığın artmasıyla meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları nedeniyle kurutulmuş semizotu örneklerinde a^* değeriinde azalma meydana geldiği söylenebilir.



5. SONUÇ

Bu çalışmada Antalya ve Mersin illerinde üretimi yapılarak piyasaya sürülen semizotlarının taze ve vakum kurutma, sıcak hava ile kurutma, dondurarak kurutma, güneşte kurutma olmak üzere dört farklı kurutma işlemi uygulanarak kurutulmuş örneklerinin bazı besinsel bileşimleri ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir.

Taze örnekleri incelendiğinde semizotunun toplam fenolik madde, C vitamini, β -karoten, klorofil a ve klorofil b bakımından zengin bir kaynak olduğu saptanmıştır.

Kullanılan iki semizotu örneğinin de β -karoten, klorofil a, klorofil b ve IC₅₀ değerleri bakımından istatistiki olarak farksız olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Ancak kuru madde, toplam fenolik madde, metal çelatlama ve flavonoid içeriği bakımından istatistiki olarak önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Kullanılan tüm kurutma işlemlerinde L* ve b* renk değerleri ile klorofil a ve klorofil b içeriklerinin taze örneklerle göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dondurarak kurutulmuş örneklerde renk parametrelerinin diğer işlemlere göre daha yüksek olduğu böylece bu işlemle rengin daha iyi korunduğu görülmüştür. Kurutma uygulamasıyla semizotunun a* renk değeri, β -karoten ve C vitamini içeriğinde azalma görülmüştür.

Dondurarak kurutma ile elde edilen örneklerin en yüksek metal çelatlama aktivitesine ve Antalya örneğinde en düşük IC₅₀ değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Mersin örneğinde ise sıcak hava ile kurutulanların IC₅₀ değeri en düşük olmuştur. Toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde içerikleri bakımından sıcak havada kurutulmuş semizotu örneklerinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde, IC₅₀ ve flavonoid miktarları bakımından fırında kurutulan örneklerin daha iyi korunduğu belirlenmiştir. Metal çelatlama aktivitesi ise dondurarak ve güneşte kurutulan örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Vakumlu kurutma ile

kurutulan örneklerin de β -karoten içeriği daha yüksek bulunmuştur. Renk, flavonol ve klorofil b içeriği bakımından dondurarak kurutma daha avantajlı olmuştur. Ayrıca dondurarak kurutma ile semizotunun C vitamini içeriği korunmuştur. Klorofil a pigmenti de dondurarak ve vakum kurutma işlemleriyle daha iyi korunmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda antioksidan özellik ve besinsel içerik açısından, uygulanan kurutma işlemine göre etkinliğin de önemli derecede değiştiği ortaya çıkmıştır. Her bir kurutma işlemi incelenen her bir bileşen için farklı etkilerde bulunduğundan semizotu örneklerinin fonksiyonel kalitesini ve değerini korumak için ideal bir kurutma işleminin ortaya konulması mümkün görünmemektedir. Fakat incelenen parametrelerin çoğunluğu açısından dondurarak kurutma ve vakumda kurutma işlemlerinin daha avantajlı olduğu söylenebilir.

Güneşte kurutma işlemi ile bir örnekte sadece metal çelatlama aktivitesinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu işlemin uzun sürmesi, geniş alana ihtiyaç duyulması ve özellikle açık havada uygulanması nedeniyle toz, toprak ve kontaminasyon riskinin yüksek olması gibi dezavantajlar sebebiyle de bu işlemin semizotu sebzesinin kurutulmasında uygun olmadığı düşünülmektedir.

Kurutma işlemleri uygulandıktan sonra incelenen parametrelerin değişkenliği ve dondurarak kurutma ile vakumda kurutmanın yüksek maliyetli oluşları ayrıca sıcak hava ile kurutma işlemiyle elde edilen değerlerin vakumda kurutmaya yakın olması göz önünde bulundurulduğunda fırında kurutmanın semizotu için önerilebilecek bir kurutma işlemi olduğu sonucuna varılmıştır.

Halkımız tarafından sevilen ve taze olarak tüketilmesinin yanında farklı şekillerde işlenerek kullanılan semizotu, kuru ürün olarak üretim mevsimi dışında da rahatlıkla günlük diyetle girebilir. Böylece bu değerli ürünün tüketimi yıl boyunca yayılarak besinsel özelliklerinden faydalanılması sağlanmış olacaktır. Ayrıca omega-3 yağ asitleri açısından zengin olan semizotunun bu bileşenleri üzerine farklı işlemlerin etkisinin belirlenmesi açısından benzer araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- A. Abd El-Aziz, Hanan, Sobhy M.H, Kawkab Ahmed, Azza K. Abd El hameed, and Zeinab A. Rahman and Wedad A. Hassan. 2014. Chemical and remedial effects of purslane (*portulaca oleracea*) plant.
- Abas, F., Lajis, N.H., Israf, D.A., Khozirah, S. ve Kalsom, Y.U., 2006. Antioxidant and nitric oxide inhibition activities of selected Malay traditional vegetables, *Food Chemistry*, 95, 566-573.
- Aberoumand, Ali. 2009. Nutritional Evaluation of Edible *Portulaca oleracea* as Plant Food.
- Ahangarpour, A., Z. Lamoochi, H. Fathi Moghaddam, and S. M. T. Mansouri. 2016. 'Effects of *Portulaca oleracea* ethanolic extract on reproductive system of aging female mice', *Int J Reprod Biomed (Yazd)*, 14: 205-12.
- Ahmet, I., I. Mabood Qazi, and S. Jamal. 2015. 'Developments in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetables.', *Inn. Food Sci. Emer. Tech.*, 34:29-43.
- Akdeniz, P. Z., 2007. *Semizotunda (Portulaca oleracea L.) Farklı Saklama Koşullarının Kalite ve Besin İçeriği Üzerine Etkileri*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Alam, Md Amirul, Abdul Juraimi, M. Rafii, Azizah Abdul Hamid, Farzad Aslani, Mamun Hasan, Mohd Zainudin, and Md Kamal Uddin. 2014. Evaluation of Antioxidant Compounds, Antioxidant Activities, and Mineral Composition of 13 Collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Accessions.
- Alesaeidi, Samira. 2016. *Portulaca Oleracea: A Review Study With Anti-Inflammatory And Muscle Relaxant Perspective*.
- Anonim, 2008. Web sitesi. <http://www.bahce.biz>
- Anonim, 1994. Food and Agricultural Organization of United Nations (FAO). *Plant Production and Protection Series*. No:26. ISBN 92-5-103217-3. 10.
- Catap, E. S., M. J. L. Kho, and M. R. R. Jimenez. 2018. 'In vivo nonspecific immunomodulatory and antispasmodic effects of common purslane (*Portulaca oleracea* Linn.) leaf extracts in ICR mice', *J Ethnopharmacol*, 215: 191-98.
- Cemeroğlu, B., A. Yemenicioğlu, and M. Özkan. 2009. 'Meyve ve Sebzelerin Bileşimi. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi Cilt 1.', *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, Ankara.
- Chan, K., Islam M.W., Kamil M., Radhakrishnan, R., Zakaria, M.N.M. ve Habibullah, M., Attas, A., 2000. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *Sativa* (Haw.), *Celak Journal of Ethnopharmacology*, 73, 445-451.
- Chen, J., Shi, Y. ve Liu, J., 2003. Determination of noradrenaline and dopamine in Chinese herbal extracts from *Portulaca oleracea* L. By high-performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, 1003, 127-132.
- Çoruh, İ., and S. Ercişli. 2011. 'Semizotu (*Portulaca oleracea* L.): Tıbbi ve Aromatik Amaçla Kullanılan Yenilebilir Yabani Bir Bitki.', *An International Conference "Medicinal And Aromatic Plants In Generating Of New Values in 21" Century"*, 9-12: 246.

- Davis, P. H., 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburgh at the University press, Printed in Great Britain by Robert Cunningham and Sons Limited, Alva, 13-14.
- de Lorgeril, M., and P. Salen. 2004. 'Alpha-linolenic acid and coronary heart disease', *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 14: 162-9.
- de Lorgeril, M., S. Renaud, N. Mamelle, P. Salen, J. L. Martin, I. Monjaud, J. Guidollet, P. Touboul, and J. Delaye. 1994. 'Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease', *Lancet*, 343: 1454-9.
- Demirhan, Elçin, and Belma Özbek. 2010. 'Drying kinetics and effective moisture diffusivity of purslane undergoing microwave heat treatment', *Korean Journal of Chemical Engineering*, 27: 1377-83.
- Dinis, T. C., V. M. Maderia, and L. M. Almeida. 1994. 'Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxyl radical scavengers', *Arch Biochem Biophys*, 315: 161-9.
- Dkhil, Mohamed, Ahmed Abdel Moneim, Saleh Al-Quraishy, and Reda Awadallah. 2011. Antioxidant effect of Purslane (*Portulaca oleracea*) and its mechanism of action.
- Dong, C. X., K. Hayashi, J. B. Lee, and T. Hayashi. 2010. 'Characterization of structures and antiviral effects of polysaccharides from *Portulaca oleracea* L', *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 58: 507-10.
- Dorta E, Lobo MG, and González M. 2012. 'Using drying treatments to stabilize mango peel and seed: Effect on antioxidant activity', *LWT*: 45: 261-68.
- Doymaz, I. 2005. 'Drying behaviour of green beans.', *J Food Eng.*: 69: 161-65.
- Dweek, A. C. 2001. 'Purslane (*Portulaca oleracea*) the global panacea,' *Personal Care Magazine*, 2, 4,: p. 7-15.
- El-Sayed, Mohamed- I. Kotb. 2011. 'Effects of *Portulaca oleracea* L. seeds in treatment of type-2 diabetes mellitus patients as adjunctive and alternative therapy', *Journal of Ethnopharmacology*, 137: 643-51.
- Erkan, Naciye. 2012. 'Antioxidant activity and phenolic compounds of fractions from *Portulaca oleracea* L', *Food Chemistry*, 133: 775-81.
- Erkmen, O. 2010. 'Gıda Mikrobiyolojisi', Efil yayınevi, Ankara, Türkiye.
- Farkhondeh, T., S. Samarghandian, M. Azimi-Nezhad, and S. Hozeifi. 2018. 'The hepato-protective effects of *Portulaca oleracea* L. extract: review', *Curr Drug Discov Technol*.
- Gülçin, İlhami, Mahfuz Elmastaş, and Hassan Y. Aboul-Enein. 2012. 'Antioxidant activity of clove oil – A powerful antioxidant source', *Arabian Journal of Chemistry*, 5: 489-99.
- Günay, A., 2005. Sebze Yetiştiriciliği, Cilt 2, İzmir, s. 155-157.
- Güngören, Muhammed, Sinan Saydam, and Fikret Karataş. 2017. 'Farklı Yörelerdeki Yabani Semizotu (*Portulaca Oleracea* L.) ile Kültür Ortamında Yetiştirilmiş Semizotunun In Vitro Antioksidatif Kapasitesinin Belirlenmesi', *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*: 29(2), 15-22,.
- Heimler D., Isolani L., Vignolini P., Tombelli S. ve Romani A., 2007. Polyphenol content and antioxidative activity in some species of freshly consumed salads, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1724-1729.

- Huxley, R. R., and H. A. Neil. 2003. 'The relation between dietary flavonol intake and coronary heart disease mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies', *Eur J Clin Nutr*, 57: 904-8.
- Ilıcalı, C., and F. İcier. 2010. 'Freezing time prediction for partially dried papaya puree with infinite cylinder geometry.', *J. Food Eng.*,: 100:696-704.
- İlter, E., and H. Çoban. 1996. 'Yuvarlak çekirdeksiz üzüm çeşidinin kurutulmasında Novchem (süper bandırma konsantresi)'in kullanılmasının kuruma süresi, randıman ve kalite özelliklerine etkisinin araştırılması', *Ege üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*,: 33:2-3.
- Ismail, Osman, Aysel Figen, and Sabriye Pişkin. 2015. Effects of open-air sun drying and pre-treatment on drying characteristics of purslane (*Portulaca oleracea L.*).
- Jesionkowska, K., S.J. Sijtsma, D. Konopacka, and R. Symoneaux. 2009. 'Dried fruits and its functional properties from a consumer's point of view.', *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*: 84:85–88.
- Jing Y, Jin-Feng C, Yu-Ying Z, and Lin-Chun M. 2010. 'Effects of Drying Processes on the Antioxidant Properties in Sweet Potatoes', *Agric Sci China*.
- Jongen, W. 2002. 'Introduction, (Fruits and vegetable Processing, 388s, Jongen W eds, Woodhead Publ, Ltd and CRC Press, LLC.'
- Kamal Uddin, Md, Su Ging Sam, Azwan Awang, Abdul Juraimi, Mohamadu Boyie Jalloh, Mohd Selamat, and S. M. Shamsuzzaman. 2017. Effect of water regimes on growth, total flavonoid and phenolic content of purslane (*Portulaca Oleracea L.*).
- Kaşkar, Ç. 2009. 'Genotiplerinin Bazı Morfolojik Özellikleri ve Moleküler Karakterizasyonu', *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*,.
- Keleş, F. 1983. 'Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Laboratuvar Notları', *Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum*.
- Khin, M.M., W. Zhou, and S.Y. Yeo. 2007. 'Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by maltodextrin as the coating material and their textural properties.', *J Food Eng.*: 81:514-22.
- Khodadadi, H., R. Pakdel, M. Khazaei, S. Niazmand, K. Bavarsad, and M. A. Hadjzadeh. 2018. 'A comparison of the effects of *Portulaca oleracea* seeds hydro-alcoholic extract and Vitamin C on biochemical, hemodynamic and functional parameters in cardiac tissue of rats with subclinical hyperthyroidism', *Avicenna J Phytomed*, 8: 161-69.
- Knekt, P., J. Kumpulainen, R. Jarvinen, H. Rissanen, M. Heliovaara, A. Reunanen, T. Hakulinen, and A. Aromaa. 2002. 'Flavonoid intake and risk of chronic diseases', *Am J Clin Nutr*, 76: 560-8.
- Konopacka, D., K. Jesionkowska, R. Klewicki, and C. Bonazzi. 2009. 'The effect of different osmotic agents on the sensory perception of osmo-treated dried fruits.', *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*,: 84:80–84.
- Krokida MK, and Maroulis ZB. 1999. 'Effect of microwave drying on some quality properties of dehydrated products.', *Drying Technol*: 17: 449-66.
- Labuza, T.P. 1972. 'Nutrient losses during drying and storage of dehydrated foods.', *CRC Crit. Rev. Food Tech.*,: 3:217-40.

- Lee, A. S., J. S. Kim, Y. J. Lee, D. G. Kang, and H. S. Lee. 2012. 'Anti-TNF-alpha activity of *Portulaca oleracea* in vascular endothelial cells', *Int J Mol Sci*, 13: 5628-44.
- Lee, S., K. H. Kim, C. Park, J. S. Lee, and Y. H. Kim. 2014. '*Portulaca oleracea* extracts protect human keratinocytes and fibroblasts from UV-induced apoptosis', *Exp Dermatol*, 23 Suppl 1: 13-7.
- Lewicki, P.P., and E. Jakubczyk. 2000. 'Effect of hot air temperature on mechanical properties of dried apples.', *J. Food Eng.*, 64:307-14.
- Lim, Y. Y., and E. P. L. Quah. 2007. 'Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*', *Food Chemistry*, 103: 734-40.
- Liu, C. J., D. Y. Liu, L. Xiang, W. Zhou, and N. N. Shao. 2009. '[Studies on the chemical constituents of *Portulaca oleracea*]', *Zhong Yao Cai*, 32: 1689-91.
- Liu, L., P. Howe, Y. F. Zhou, Z. Q. Xu, C. Hocart, and R. Zhan. 2000. 'Fatty acids and beta-carotene in australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties', *J Chromatogr A*, 893: 207-13.
- Louise, E.K., M.A. Patrícia, E.X.M. Fernanda, and J.P. Kil. 2012. 'Drying Kinetic of Fresh And Osmotically Dehydrated Mushroom (*Agaricus Blazei*).', *J. Food Process Eng.*, 35:295-313.
- Martin, A., A. Cherubini, C. Andres-Lacueva, M. Paniagua, and J. Joseph. 2002. 'Effects of fruits and vegetables on levels of vitamins E and C in the brain and their association with cognitive performance', *J Nutr Health Aging*, 6: 392-404.
- Martínez-Las Heras R, Heredia A, Castelló ML, and Andrés A. 2014. 'Influence of drying method and extraction variables on the antioxidant properties of persimmon leaves.', *Food Biosci*, 6: 1-8.
- Martínez-Las Heras R, Heredia A, Castelló ML, Andrés A (2014) Influence of drying method and extraction variables on the antioxidant properties of persimmon leaves. *Food Biosci* 6: 1-8.
- Maskan, M. 2001. 'Drying, shrinkage ve rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying', *J. Food Eng.*, 48:177-82.
- Meier RW (1985). Fruit and vegetable processing, Vegetable Dehydration. Food. 23-25.62
- Mohamed, A. I., and Hussein, A. S., 1994. 'Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*)', *Plant Foods Hum Nutr*, 45: 1-9.
- Monica, Butnariu. 2018. '*Portulaca Oleracea* Phytochemistry and Pharmacological Considerations', Monica Butnariu, Department of Chemistry & Biochemistry Discipline, 3: 1149.
- Montoya-García, César Omar, Víctor Hugo Volke-Haller, Antonio Trinidad-Santos, and Clemente Villanueva-Verduzco. 2018. 'Change in the contents of fatty acids and antioxidant capacity of purslane in relation to fertilization', *Scientia Horticulturae*, 234: 152-59.
- Montoya-García, César Omar, Víctor Hugo Volke-Haller, Antonio Trinidad-Santos, and Clemente Villanueva-Verduzco. 2018. 'Change in the contents of fatty acids and antioxidant capacity of purslane in relation to fertilization', *Scientia Horticulturae*, 234: 152-59.
- Moreno, J., A. Chiralt, I. Escriche, and J. Serra. 2000. 'Effect of blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries.', *Food Res. Int.*, 33:609-16.

- Mosquera, Sara Marcela Eljach 2013. 'Purslane (*Portulaca oleracea* L.) an excellent source of omega-3 and omega-6 fatty acids with abatement of risk factors', McGill University, Montreal.
- Okos MR, Narsimhan G, Singh RK, and Witnauer AC. 1992. 'Food dehydration. In Heldman DR, Lund DB (eds) Handbook of food engineering. New York, Marcel Dekker.'
- Okwuasaba, F., C. Ejike, and O. and Parry. 1986. 'Skeletal Muscle Relaxant, Properties of the Aqueous Extract of *Portulaca oleracea*', *J. Ethnopharmacol.*; 17: 139-60.
- Palaniswamy, U.R., J.R. McAvoy, and B.B. Bible. 2001. 'Stage of Harvest and Polyunsaturated Essential Fatty Acid Concentrations in Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Leaves.', *J. Agric. Food Chem.*; 9: 3490-93.
- Peksel, A., I. Arisan-Ataç, and R. and Yanardağ. 2006. 'Antioxidant Activities of Aqueous Extracts of Purslane (*Portulaca oleracea* L.)', *Ital. J. Food Sci.* 18(3):295-308.
- Peschel, Wieland, Ferran Sánchez-Rabaneda, Wilfried Diekmann, Andreas Plescher, Irene Gartzía, Diego Jiménez, Rosa Lamuela-Raventós, Susana Buxaderas, and Carles Codina. 2006. 'An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes', *Food Chemistry*, 97: 137-50.
- Petropoulos, SAlpha, A. Karkanis, A. Fernandes, L. Barros, I. C. Ferreira, G. Ntatsi, K. Petrotos, C. Lykas, and E. Khah. 2015. 'Chemical Composition and Yield of Six Genotypes of Common Purslane (*Portulaca oleracea* L.): An Alternative Source of Omega-3 Fatty Acids', *Plant Foods Hum Nutr*, 70: 420-6.
- Petropoulos, SAlpha, A. Karkanis, A. Fernandes, L. Barros, I. C. Ferreira, G. Ntatsi, K. Petrotos, C. Lykas, and E. Khah. 2015. 'Chemical Composition and Yield of Six Genotypes of Common Purslane (*Portulaca oleracea* L.): An Alternative Source of Omega-3 Fatty Acids', *Plant Foods Hum Nutr*, 70: 420-6.
- Pinela J, Barros L, Dueñas M, Carvalho AM, Santos-Buelga C, and *et al.* 2012. 'Antioxidant activity, ascorbic acid, phenolic compounds and sugars of wild and commercial *Tuberaria lignosa* samples: Effects of drying and oral preparation methods.', *Food Chemistry*: 135: 1028-35.
- Radhakrishnan, R., M.N.M. Zakaria, M.W. Islam, H.B. Chen, M. Kamil, K. Chan, and A. and Al-Attas. 2001. 'Neuropharmacological actions of *Portulaca oleracea* L v. *Sativa* (Hawk).', *J. Ethnopharmacol.*; 76: 171-76.
- Ratti, C. 2001. 'Hot air and freeze-drying of high value foods: a review.', *J. Food. Eng.*; 49:311-19.
- Rüveyde, Tunçtürk. 2013. 'Fonksiyonel Gıda Olarak Tüketilen Semizotunun (*Portuleca oleracea* L.) Tıbbi Bitki Olarak Değerlendirilmesi', *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*: 6 (1): 101-03.
- Sharma GP, and Prasad S. 2003. 'Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination.', *J Food Eng.*; 50: 99-105.
- Sharma, Alok, Gaurav Kaithwas, M. Vijayakumar, M.K. Unnikrishnan, and Ch. V. Rao. 2010. 'Antihyperglycemic and antioxidant potential of polysaccharide fraction from *Portulaca oleracea* seeds against streptozotocin-induced diabetes in rats', *J. Food Biochem.*, 36: 378-82.
- Shen, H., G. Tang, G. Zeng, Y. Yang, X. Cai, D. Li, H. Liu, and N. Zhou. 2013. 'Purification and characterization of an antitumor polysaccharide from *Portulaca oleracea* L', *Carbohydr Polym*, 93: 395-400.

- Simopoulos, A. P. 2008. 'The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases', *Exp Biol Med* (Maywood), 233: 674-88.
- Simopoulos, A. P., and N. Salem, Jr. 1986. 'Purslane: a terrestrial source of omega-3 fatty acids', *N Engl J Med*, 315: 833.
- Simopoulos, A. P., D. X. Tan, L. C. Manchester, and R. J. Reiter. 2005. 'Purslane: a plant source of omega-3 fatty acids and melatonin', *J Pineal Res*, 39: 331-2.
- Simopoulos, A. P., H. A. Norman, J. E. Gillaspay, and J. A. Duke. 1992. 'Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants', *J Am Coll Nutr*, 11: 374-82.
- Soysal, Y., 2004. Microwave Drying Characteristic of Parsley. *Biosystems Engineering*, 89:(2)167-173.
- Spada, P. D., G. G. de Souza, G. V. Bortolini, J. A. Henriques, and M. Salvador. 2008. 'Antioxidant, mutagenic, and antimutagenic activity of frozen fruits', *J Med Food*, 11: 144-51.
- Stankovic, Milan. 2011. Total phenolic content, flavonoid concentration and antioxidant activity of *Marrubium peregrinum* L. Extracts. *Kragujevac Journal of Sciences*. 33. 63-72.
- Suttajit, Maitree. 2010. Microchemical Components and Antioxidant Activity of Different Morphological Parts of Thai Wild Purslane (*Portulaca oleracea*).
- Uddin, M. K., A. S. Juraimi, M. S. Hossain, M. A. Nahar, M. E. Ali, and M. M. Rahman. 2014. 'Purslane weed (*Portulaca oleracea*): a prospective plant source of nutrition, omega-3 fatty acid, and antioxidant attributes', *ScientificWorldJournal*, 2014: 951019.
- Unsal, Velid, Sevil Toroglu, Ergül Belge Kurutaş, Safiye Şeyma Taner, Filiz Atalay Çubuk, and Güllü Bahar. 2015. Dereotu, Semizotu ve Roka'da Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitenin Araştırılması.
- Van Arsdel, W.B., M.J. Copley, and vA.I.Jr. Morgan. 1973. 'Food dehydration. Drying methods and phenomena.', eds. Copley, M. J., The Avi Pub. Comp., Inc., Westport, Conn.
- Venkateshwari, V., A. Vijayakumar, A. K. Vijayakumar, L. P. A. Reddy, M. Srinivasan, and R. Rajasekharan. 2018. 'Leaf lipidome and transcriptome profiling of *Portulaca oleracea*: characterization of lysophosphatidylcholine acyltransferase', *Planta*.
- Xu, X., L. Yu, and G. Chen. 2006. 'Determination of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by capillary electrophoresis with electrochemical detection', *J Pharm Biomed Anal*, 41: 493-9.
- Yongsawatdigul J. 1995. Microwave-Vacuum Drying of Cranberries: Part II. Quality Evaluation.
- Youssef M., Khaled, and Sayed Mokhtar. 2014. Effect of Drying Methods on the Antioxidant Capacity, Color and Phytochemicals of *Portulaca oleracea* L. Leaves.
- Zhao, R., X. Gao, Y. Cai, X. Shao, G. Jia, Y. Huang, X. Qin, J. Wang, and X. Zheng. 2013. 'Antitumor activity of *Portulaca oleracea* L. polysaccharides against cervical carcinoma in vitro and in vivo', *Carbohydr Polym*, 96: 376-83.

- Zheng, G., F. Mo, C. Ling, H. Peng, W. Gu, M. Li, and Z. Chen. 2018. 'Portulaca oleracea L. alleviates liver injury in streptozotocin-induced diabetic mice', *Drug Des Devel Ther*, 12: 47-55.
- Zhong T, Lima M. 2003. The Effect of Ohmic Heating on Vacuum Drying Rate of Sweet Potato Tissue. *Bioresource Technology*, 87: 215–220.
- Zhou, Y. X., H. L. Xin, K. Rahman, S. J. Wang, C. Peng, and H. Zhang. 2015. 'Portulaca oleracea L.: a review of phytochemistry and pharmacological effects', *Biomed Res Int*, 2015: 925631.
- Zhu, H.B., Y.Z. Wang, Y.X. Liu, Y. Xia, and T. Tang. 2010. 'Analysis of flavonoids in Portulaca oleracea L. by UV-vis spectrophotometry with comparative study on different extraction technologies.', *Food Anal. Method*: 3, 90-97.
- Zidan, Y., S. Bouderbala, F. Djellouli, M. A. Lacaille-Dubois, and M. Bouchenak. 2014. 'Portulaca oleracea reduces triglyceridemia, cholesterolemia, and improves lecithin: cholesterol acyltransferase activity in rats fed enriched-cholesterol diet', *Phytomedicine*, 21: 1504-8.

ÖZGEÇMİŞ

1994’de Bitlis’in Adilcevaz ilçesinde doğdu. İlköğrenimi Adilcevaz Şehit Yusuf Sayan İlköğretim Okulu’nda, orta öğrenimini ise Adilcevaz Düz Lisesi’nde tamamladı. 2012 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimin başlayıp 2016 yılında mezun oldu. 2016 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine halen daha devam etmektedir.

