

BAZI TIBBİ BİTKİLERİN SICAK HAVALI
KURUTUCUDA KURUTULMASI VE
KURUTMA SICAKLIKLARININ ÜRÜN
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ayça ÖZER

Yüksek Lisans Tezi

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Türkan AKTAŞ

2010

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI TIBBİ BİTKİLERİN SICAK HAVALI KURUTUCUDA
KURUTULMASI VE KURUTMA SICAKLIKLARININ ÜRÜN KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

AYÇA ÖZER

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

DANIŞMAN : DOÇ.DR. TÜRKAN AKTAŞ

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Türkan AKTAŞ danışmanlığında, Ayça ÖZER tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof.Dr.Poyraz ÜLGER

İmza:

Üye : Doç.Dr.Türkan AKTAŞ (Danışman)

İmza :

Üye :Yrd.Doç.Dr. Funda ARSLANOĞLU

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 19.01.2010 . tarih ve 03/20 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Prof.Dr. Adnan ORAK

ÖZET

BAZI TIBBİ BİTKİLERİN SICAK HAVALI KURUTUCUDA KURUTULMASI VE KURUTMA SICAKLIKLARININ ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ayça ÖZER

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Türkan AKTAŞ

Bu çalışmada; Tekirdağ yöresinde yetişen ısırgan otu (*Urtica dioica*) yaprak ve sap örnekleri ile ve zeytin ağacı (*Olea europaea*) yapraklarının sıcak havalı kurutucuda belirli sıcaklıklarda (30, 40,50 ve 60 °C) ve doğal ortamda (güneşte ve gölgede) kurutulması sonucu ürünlerin kuruma davranışlarındaki değişimler saptanmıştır. Farklı kurutma yöntemlerinin (sıcak havalı, gölgede ve güneşte) ve sıcak havalı kurutmada kurutma sıcaklıklarının elde edilen kuru ürün kalitesine etkilerini saptamak amacıyla; örneklerin su aktivitesi (a_w), renk parametreleri, C vitamini (askorbik asit) ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) ve toplam fenolik miktarları ($\text{g-kateşin } \text{kg}^{-1}$) değerleri belirlenmiştir.

Kurutma işlemleri sonucunda en düşük su aktivitesi değeri (a_w) 60 °C sıcaklıktaki sıcak havalı kurutucuda kurutulan örneklerde meydana gelmiştir. Yaş örneklerin nem içeriği %86-89 arasında iken su aktivite değerleri ise (a_w) %76-84 arasında değişmiştir. Örneklerin kuruma eğrileri incelendiğinde 60 °C’de kurutulan örneklerin son nem içeriği % 10’un altına düşmekte ve kuruma süresi ürüne bağlı olarak 5-10 saat arasında değişmiştir. Zeytin yaprağının kuruma süresi ısırgan sap ve yaprak örneklerine göre oldukça yüksek bulunmuştur. Ulaşılan en yüksek son nem içeriği değerleri 30 °C’ de yapılan kurutma işleminde belirlenmiştir. Bu değer ürüne bağlı olarak %25-40 arasında değişmiştir. En uzun kuruma süresi tüm ürünler için gölgede kurutma işleminde tespit edilmiştir. Gölgede kuruma ürüne bağlı olarak 3-8 gün arasında sürmüştür. Kurutma yöntemlerinin ve sıcak havalı kurutma yönteminde denenmiş olan kurutma sıcaklıklarının; su aktivite değeri, kuruma süresi ve son nem içeriğine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Renk değerlerine bakıldığında; kurutma sıcaklığının artışıyla renk kayıplarında arttığı saptanmıştır. Güneşte ve özellikle gölgede kurutma işleminde renk sapsmaları sıcak havalı kurutucuda yapılan kurutma işlemine göre daha fazla olmuştur. 60 °C kurutma sıcaklığında C vitamini ve toplam fenolik bileşik miktarında sırasıyla %40-60 ve %50 civarında kayıp meydana gelmiştir.

Kuruma süresi, ulaşılabilen son nem içeriği ve kuru ürünlerin su aktivitesi değerleri açısından optimum kurutma sıcaklığı ısırgan yaprak, sap ve zeytin yaprağı örneklerinde 50 °C kurutma sıcaklığı optimum sıcaklık olarak belirlenmiştir. Fakat renk, C vitamini ve fenolik madde içeriği açısından 50 °C kurutma sıcaklığında ürünlerdeki kayıpların oldukça fazla olduğu anlaşılmıştır. Genel olarak 30 °C’de kurutulmuş olan örneklerin kalite kriterleri ile 40 °C’de kurutulmuş olan örneklerin kalite kriterleri arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Bu sonuçlar göz önüne alındığında bu çalışma sonucunda ısırgan yaprağı, ısırgan sapı ve zeytin yaprağı için; en optimum yöntem olarak sıcak havalı kurutucuda ve 40 °C kurutma sıcaklığının uygulandığı kurutma işlemi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: ısırgan otu (*Urtica dioica*), zeytin yaprağı (*Olea europaea*), tıbbi bitkiler, kurutma işlemi

2010, 45 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DRYING OF SOME MEDICAL PLANTS USING HOT AIR DRYER AND EFFECTS OF DIFFERENT DRYING TEMPERATURES ON PRODUCT QUALITY

Ayça ÖZER

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Science Division of Agricultural Machinery

Supervisor: Assoc.Prof. Dr. Türkan AKTAŞ

In this study, changing of drying behaviours of leaves and stalk of stinging nettle (*Urtica dioica*) and olive tree (*Olea europaea*) leaves grown in the Tekirdağ Region dried at a specific temperatures (30 ,40, 50 and 60 °C) using hot-air dryer and under sun and shadow were determined. Water activity values (a_w), color parameters, vitamin C (ascorbic acid) (mg 100g⁻¹) and total phenolic content values (g-kateşin kg⁻¹) were determined to find the effects of different drying methods (hot air drying, sun and shadow drying) and drying temperatures at hot air drying on the obtained dry matter quality.

Minimum water activity value (a_w) at the end of drying occurred at samples that were dried at 60 C drying temperature using hot air drying. Moisture content and water activity values (a_w) of fresh samples were determined between 86-89% and 76-84% , respectively. When we check the drying curves, the final moisture content of samples that were hot air dried at 60 °C decreased to %10 and drying time changed between 5-10 hours related to samples namely nettle leaf, stalk and olive oil. Drying time of olive leaves was found highly longer than those nettle leaf and stalk samples. The highest moisture content was found for samples hot air dried at 30 °C. This value was changed between 25-40% in respect of samples. The longest drying time occurred for samples that were dried under shadow. Shadow drying lasted between 3-8 days related to sample. Effects of drying methods, hot air drying temperatures on water activity values, drying time and final moisture content were found important as statistically ($P<0.05$). If we check color parameters, increasing of drying temperature increased color loss values. Color deviations after sun and shadow drying of samples were found higher compared to those hot air dried samples. The highest losses of vitamin C and phenolic matter were determined in samples hot air dried at 60 °C. At this temperature, loss of vitamin C changed between 40-60% related to sample and loss of total phenolic matter was determined about 50%.

According to results, hot air drying method was determined as better drying method compared to sun and shadow drying. In point of drying time, final moisture content and water activity values, optimum drying temperature to dry samples using hot air drier was found as 50 °C. On the other hand this temperature caused to highly high loss of C vitamin and total phenolic matter content. Results showed that there is no difference between quality criteria of dried samples at 30 °C and dried samples at 40 °C using hot air drier ($P>0.05$). According to these results, optimum method for nettle leaves, nettle stalk and olive leaves was proposed as hot air drying at 40 °C.

Key words: stinging nettle (*Urtica dioica*), olive leaf (*Olea europaea*), medicinal plants, drying process

2010, 45 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tezimin her aşamasında ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Danışman Hocam Doç.Dr. Türkan AKTAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tarım Makinaları Anabilim Dalı öğretim üyelerine yüksek lisans eğitimim süresince yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Tez çalışmamın laboratuvar aşamalarında yardımcı olan Yük.Gıda Müh. Mehmet Gülcü'ye, laboratuvarlarını kullanmamı sağlayan Tekirdağ Bağcılık ve Araştırma Enstitüsü'ne teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yanımda olan eşim Tefik Sakallı'ya teşekkür ederim. Tüm eğitimim hayatımda olduğu gibi tez çalışmam sırasında da sevgi ve desteklerini esirgemeyen anneme, babama, ablama ve yeğenim Ata Mert Güler'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE METOT.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.2. Metot	11
3.2.1. Nem içeriklerinin saptanması.....	11
3.2.2. Kurutma kinetiklerinin saptanması.....	12
3.2.3. Su aktivite değerlerinin saptanması.....	13
3.2.4. Renk parametrelerinin saptanması.....	14
3.2.5. Askorbik asit (C vitamini) değerlerinin saptanması.....	15
3.2.6. Üründe toplam fenolik bileşiklerin saptanması.....	16
3.2.7. İstatistik analizlerin Gerçekleştirilmesi.....	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	18
4.1. Kurutma Kinetiklerine İlişkin Sonuçlar.....	18
4.2. Ürünlerin Su Aktivite Değerlerine ilişkin Sonuçlar.....	23
4.3. Ürünlerin Renk Değerlerine İlişkin Sonuçlar	27
4.4. Ürünlerin C Vitamini İçeriklerine İlişkin Sonuçlar.....	31
4.5. Ürünlerin Toplam Fenolik Madde İçeriklerine İlişkin Sonuçlar.....	35
5. SONUÇ.....	40
6. KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. <i>Urtica dioica</i> (a), <i>Urtica urens</i> (b) ve <i>Urtica pilulifera</i> (c) bitkilerinin genel görünüşü.....	3
Şekil 1.2. Zeytin yaprağı.....	4
Şekil 3.1. Sıcak havalı kurutucunun şematik şekli.....	13
Şekil 3.2. Su aktivite ölçüm cihazı.....	14
Şekil 3.3. Renk ölçüm cihazı ve okuma sırasında cihazın monitörü.....	15
Şekil 4.1. Isırgan yaprağının kurutma sıcaklığına bağlı olarak kuruma kinetiğindeki değişimi.....	19
Şekil 4.2. Güneşte ve gölgede kurutulmuş ısırgan yaprağının kuruma kinetiğindeki değişim.....	20
Şekil 4.3. Isırgan sapının kurutma sıcaklığına bağlı olarak kuruma kinetiğindeki değişimi.....	21
Şekil 4.4. Güneşte ve gölgede kurutulmuş ısırgan sapının kuruma kinetiğindeki değişim.....	22
Şekil 4.5. Zeytin yaprağının kurutma sıcaklığına bağlı olarak kuruma kinetiğindeki değişimi.....	22
Şekil 4.6. Güneşte ve gölgede kurutulmuş zeytin yaprağının kuruma kinetiğindeki değişim.....	23
Şekil 4.7. Yaş ve kurutma sonrası ısırgan yaprağındaki su aktivite (a_w) değerlerinin değişimi.....	24
Şekil 4.8. Yaş ve kurutma sonrası ısırgan saplarındaki su aktivite (a_w) değerlerinin değişimi.....	25
Şekil 4.9. Yaş ve kurutma sonrası zeytin yapraklarındaki su aktivite (a_w) değerlerinin değişimi.....	26
Şekil 4.10. Isırgan yaprağının farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucu meydana gelen renk değişimleri.....	28
Şekil 4.11. Isırgan sapının farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucu meydana gelen renk değişimleri.....	29

Şekil 4.12. Zeytin yaprağının farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucu meydana gelen renk değişimleri.....	31
Şekil 4.13. Isırgan yaprağında bulunan C vitamini (mg 100g ⁻¹) değerleri.....	32
Şekil 4.14. Isırgan sapında bulunan C vitamini (mg 100g ⁻¹) değerleri.....	34
Şekil 4.15. Zeytin yaprağında bulunan C vitamini (mg 100g ⁻¹) değerleri.....	35
Şekil 4.16. Isırgan yaprağına ait toplam fenolik madde değerleri.....	37
Şekil 4.17. Isırgan sapına ait toplam fenolik madde değerleri.....	38
Şekil 4.18. Zeytin yaprağına ait toplam fenolik madde değerleri.....	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Zeytin yaprağı ekstraktında bulunan fenolik maddelerin miktarları.....	5
Çizelge 4.1. Yaş ve kurutma sonrası örneklerin son nem düzeyleri ve kuruma süreleri (y.b.).....	18
Çizelge 4.2. Yaş ve kurutma sonrası örneklerdeki su aktivite (a_w) değerlerinin değişimi.....	24
Çizelge 4.3. Isırgan yaprağına ait renk değerleri (yaş ısırgan yaprağında $L^*=34.66$, $a^*=-7.94$, $b^*=13.45$).....	27
Çizelge 4.4. Isırgan sapına ait renk değerleri (yaş ısırgan sapında $L^*=37.67$, $a^*=-5.25$, $b^*=15.25$).....	29
Çizelge 4.5. Zeytin yaprağına ait renk değerleri (yaş zeytin yaprağında $L^*=49.64$, $a^*=-4.75$, $b^*=12.38$)	30
Çizelge 4.6. Isırgan yaprağında bulunan C vitamini ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) değerleri.....	32
Çizelge 4.7. Isırgan sapında bulunan C vitamini ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) değerleri.....	33
Çizelge 4.8. Zeytin yaprağında bulunan C vitamini ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) değerleri.....	35
Çizelge 4.9. Isırgan yaprağına ait toplam fenolik madde değerleri.....	36
Çizelge 4.10. Isırgan sapına ait toplam fenolik madde değerleri.....	38
Çizelge 4.11. Zeytin yaprağına ait toplam fenolik madde değerleri.....	39

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a^*	Kırmızı-yeşil renk eksenini
b^*	Sarı-mavi renk eksenini
A_w	Su aktivitesi
F	Faktör
H	Metrik renk tonu açısı
L^*	Renk parlaklığı
M_{yb}	Yaş baza göre nem miktarı (%)
TEAC	Troloks eşdeğer antioksidan kapasite
W	Titrasyonda kullanılan örnek miktarı
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
W_s	Kurutma öncesi örnek ağırlığı(g)
W_k	Kurutma sonrası örnek ağırlığı(g)
ΔC^*	Kroma sapması
ΔL^*	Renk parlaklığı sapması
ΔE^*	Toplam renk sapması
ΔH	Metrik renk tonu açısı sapması

1. GİRİŞ

İnsanoğlu tarihin en eski devirlerinden beri tıbbi ve aromatik bitkiler ile ilgilenmektedirler. Günümüzde bu konudaki araştırmaların çokluğu konuya ilginin daha da arttığının açık bir belirtisidir. Dünyada 800 000 bitki türü mevcut olup, bunun 20 000' inin tıbbi amaçla kullanıldığı saptanmıştır. Türkiye bitki türü zenginliği ve endemik bitkiler bakımından dünyanın sayılı ölkelerinden birisidir. Toplam bitki türü sayısı son yıllarda yapılan yeni teşhislerle 9000'in üzerine çıkmıştır. Toplam tür sayısının %30 kadarını da endemik bitkiler oluşturmaktadır. Bu tür zenginliği içerisinde tıbbi ve aromatik amaçla kullanılan bitki sayısı oldukça fazladır (Gürbüz 1999).

Tıbbi ve aromatik bitkiler yüzyıllardır birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Eski milletlerin tıbbi bitkiler konusundaki bilgileri, yaşadıkları devirlerden kalma kitabelerde ve arkeolojik materyallerde açıkça görölmektedir. Asurlulardan, Akad uygarlıklarına; Anadolu ve Mezopotamya'da kurulmuş olan Hitit uygarlığından, in ve Hindistan'daki uygarlıklara, Eski Mısır uygarlıklarına kadar pek çok uygarlık, hastaların tedavisinde pek çok çeşit ve türde bitkileri kullanmışlardır. Hatta Kuran'da ismi geçen ve 560 yıl yaşadığı söylenen Lokman Hekim'in, birbiriyle konuşan çiçeklerden ölümsüzlük ilacının nasıl yapıldığını da öğrendiği, fakat bir vesile ile yitirdiği anlatıla gelmektedir (Baytop 1999, Güveloğlu 2008, Sezik 2008).

1900'lü yılların başlarından itibaren, modern tedavi yöntemlerinin gelişmesiyle gündemden düşen tıbbi bitkiler, yüzyılın sonlarına doğru tekrar ilgi çekmeye başlamıştır. Bugün tıbbi bitkiler ve bunlardan elde edilen aktif maddeler üzerindeki çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütünün (WHO) verilerine göre dünya genelinde insanların yüzde 80'i bitkilerden yararlanmaktadır. Yeryüzünde 750 bin ile 1 milyon bitki türünün bulunduğu tahmin edilmektedir. Ülkemiz, 10 binin üzerindeki bitki çeşidiyle ılıman iklim kuşağındaki en zengin floraya sahiptir. Türkiye böylesi bir ekolojik zenginliğe sahip olmasına rağmen tıbbi ve aromatik bitkiler pazarında istenilen düzeyde değildir. Dünyada sağlık amaçlı bitkisel ürün ihracatı 1,2 milyar \$ iken Türkiye bitkisel ürün ihracat eden 12 öлке arasında bulunmamaktadır (Baytop, 1999).

Tıbbi bitkilerin kullanım amacına göre toplama dönemleri değişiklik göstermektedir ve bu bitkiler içermiş oldukları etken maddelerin ve enzimlerin nedeniyle uzun süre muhafaza edilemezler. Tıbbi bitkilerin en etkili korunma şekli kurutmadır. Kurutma ile bitki içerisindeki su belirli bir değere kadar bitkiden alınarak, mikrobiyolojik ya da enzimatik aktivitesi durdurulur ya da sınırlandırılır. Droğların hiçbir zaman % 10-12 den fazla su içermemeleri gerekmektedir. Böylece depolama süresi artmakta, bitkinin renk, aroma ve fiziksel yapısına

ait duyuşal nitelikler korunmaktadır. Kurutma ile su miktarı azaltılmakta, böylece küf mantarları ve bakterilerin drog üzerinde üremeleri engellenmiş olmaktadır.

Günümüzde de kurutma, tıbbi ve aromatik bitkilerde etken madde üzerine etki eden hasat sonrası işlemlerin en önemlilerinden birisidir.

Çalışmalar, tıbbi ve aromatik bitkiler için kurutma işleminin maksimum 30 °C de yapılması gerektiğini ve 35-50 °C arasındaki kurutma sıcaklıklarında ise etkili madde kaybının arttığını göstermiştir(Baytop, 1999). Bu sebeple tıbbi ve aromatik bitkiler yüksek sıcaklıklarda kurutulmamalıdır ve kurutma sıcaklığı 55-60° C' yi geçmemelidir. Kurutma sıcaklığı özellikle bu bitkilerdeki etken maddelerin oranlarını ve bileşenleri etkilemekte dolayısıyla kalite ile çok yakından ilişkili olmaktadır. Bitkiler hasat edildiklerinde yaklaşık olarak % 80 oranında nem içermektedirler. Kontrollü koşullarda bu nemin ortamdan uzaklaştırılarak % 10 raf nemine ulaşılabilmesi için yüksek oranda enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum maliyetleri oldukça arttırmaktadır. Ancak çok özel koşullarda ve özel kurutma koşulları gerektiren ürünlerde bu tip kurutucular kullanılabilir. Doğal (gölgede ve güneş altında) kurutma yöntemleri düşük maliyet nedeniyle günümüzde en yaygın kullanılan yöntemlerdir. Doğal koşullarda yapılan kurutma ile ürünlerde kuş, kemirgen, böcek vs. gibi hayvan kalıntı ve pislikleri kaliteyi bozmakta, ayrıca yağmur ve fırtına gibi çevre faktörleri ile ürüne yabancı maddeler karışmakta veya toplu ürün kayıpları ortaya çıkabilmektedir. Kontrolsüz koşullarda kurutulmuş ürünlerde yabancı maddeler dışında mikroorganizmalardan kaynaklanan, kaliteyi olumsuz etkileyen ve ürünlerin raf ömrünü azaltan problemlerle de karşılaşılabilen bu da ürünün kalitesini olumsuz etkileyerek pazarlamada sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunlarla karşı karşıya kalmamak için nispeten güneşte ve gölgede kurutmaya kıyasla daha masraflı olan sıcak havalı kurutuculardan yararlanılmaktadır. Bu sistemlerin kullanılmasıyla daha kaliteli droglar (tıbbi bitkilerin drog olarak kullanılan kısımları içlerindeki etkili bileşikler nedeniyle yaprak, çiçek, tohum, kök, kabuk v.s.dir) elde edilebilmektedir(Doymaz ve ark. 2003).

Isırgan otu (*Urtica dioica* L.) ve zeytin (*Olea europaea*) yaprağı yıllardır çeşitli hastalıkların önlenmesinde, koruyucu amaçla kullanımı oldukça yaygınlaşmış droglardır. Bu bitkilerin kullanım amacına bağlı olarak özellikle kurutulma işlemleri ve bu işlemler sırasında kalite parametrelerinin değişimi, kaliteli ürün tüketmek açısından önemlidir.

Cronquist (1981), ısırganotugiller familyasını, genellikle yakıcı tüylü, münferit tohumlu, çoğunda sütsü öz bulunmayan, basit yapraklı ve yabancı tozlaşma gösteren özellikleriyle tanımlamıştır. Baytop (1963)'ün bildirdiğine göre Anadolu'da *Urtica urens*, *Urtica pilulifera* ve *Urtica dioica* türleri bulunmaktadır. Bunlardan *U. urens* ve *U. pilulifera*

tek yıllık, *U. dioica* ise çok yıllık özelliğindedir. Bu türlerin etki şekilleri ve kimyasal özellikleri birbirine yakındır. Halk hekimliğinde birbirleri yerine ikame olabilmektedirler. Ülkemizde doğal olarak bulunan 3 türe ait resimler Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. *Urtica dioica* (a), *Urtica urens* (b) ve *Urtica pilulifera* (c) bitkilerinin genel görünüşü

Isırgan otu yaprağının kuru maddesi %18 protein, %14.5-17 albüminli maddeler, %2.5 yağlı maddeler içermektedir. Tohumlarda % 8-10 civarında sabit yağ, yakıcı tüyleri içerisinde ise karınca asidi, asetilkolin, histamin ve formik asit bulunmaktadır. Yapraklar; K, vitamin B1, provitamin A, ürtisin glikozidi, sistosterin, sepi maddeleri, ksantofil, külü ise %6.3 demirtrioksit, silisyum, potasyum, kalsiyum içermektedirler (Koç 2002).

Urtica cinsine dahil olan ve dokunulduğunda acı veren ısırganotu eski çağlardan günümüze çok çeşitli kullanım alanları bulmuştur. Temel olarak bu kullanım alanlarını, ilaç, kozmetik, boya, lif üretimi, gıda ve gübre olarak ayırmak mümkündür. Isırgan otu, kökü ve tohumu insan sağlığı açısından birçok hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Bazı ülkelerde, romatizmal hastalıklar ve ağrıların tedavisinde hala ısırgan otu ile (ağrıyan kısımlara vurularak) tedavi edilmektedir (Chief 1988). Isırgan otu, el ve ayak parmaklarında görülen mantar enfeksiyonları ve egzema tedavilerinde, el ve yüzde çıkan sivilcelerde kullanılmaktadır (Başer ve Kırimer 2002). Tello ve ark.’nın (2008) fareler üzerinde yaptığı çalışmalarda ısırgan otunun yapısındaki kimyasal maddelerin kanser hücrelerinde gelişimi engellediği ve oluşmuş kanser hücrelerinin çoğalmasını durduğunu tespit etmişlerdir.

Isırgan otunun yaprak ve tohumlarından yararlanmanın yanı sıra, eskiden saplarından özellikle lif üretiminde yararlanılmıştır. Günümüzde de yeniden organik lif üretimi amacıyla çalışmalar sürdürülmektedir. 1997’de başlatılmış olan ve Almanya’da yürütülen çalışmalarla ısırgan otu liflerinin tekstil endüstrisinde kullanımını yeniden gündeme gelmiştir (Fraser ve

Whish 1997). Lif üretimi yanında ısırgan otu köklerinden sarı renkli boya elde edilmektedir (Bown 1995).

Özellikle Ege ve Marmara bölgesinde yoğun olarak yetiştirilmekte olan zeytin ağacının yaprakları, küçük, yuvarlak veya hafifçe uzun, etli ve koyu yeşil renktedir. Zeytin yaprağı, yaklaşık 5-6 cm uzunluğunda ve orta kısmı 1-1.5 cm genişliğindedir (Bülbül 2007). Şekil 1.2'de zeytin yapraklarının genel görünüşü verilmiştir.



Şekil 1.2. Zeytin yaprağı

Zeytin yaprağında, 60-90 mg gr⁻¹ oranında, yaprağa acılık veren oleuropein bileşiği bulunmaktadır. Oleuropein, en aktif antioksidanlardan biri olan polifenolik antioksidanlardan biridir. Bu bileşik aynı zamanda tedavi edici etkiye sahiptir. Oleuropeinin içeriğindeki; elonoik asidin, antibakteriyel, antifungal ve antiviral özellikleri, laboratuvar koşullarında kanıtlanmıştır. Bu özelliğiyle, doğal antibiyotik olduğu bilinmektedir. Vücudun bağışıklık sisteminde, soğan ve sarımsak ile benzer etki göstermektedir (Anonim 2008). Zeytin yaprağı bileşiminde oleuropein dışında; A ve C vitaminleri, mineraller, selenyum, tanen, uçucu yağlar ve rezin bulunmaktadır. Çizelge 1.1'de zeytin yaprağı ekstraktında bulunan fenolik maddelerin miktarları görülmektedir.

Çizelge 1.1. Zeytin yaprağı ekstraktında bulunan fenolik maddelerin miktarları (Benavente-Garcia ve ark. 2000).

Fenolik maddeler	% miktar (kuru temel)	TEAC (mM)
Ekstrakt	-	1,58
Oleuropein	24,54	0,88
Hidroksitirosol	1,46	1,57
Luteolin-7glukosit	1,38	0,71
Apigenin-7glukosit	1,37	0,42
Verbaskosit	1,11	1,02
Tirosol	0,71	0,35
Vanilik asit	0,63	0,67
Diosmetin-7glukosit	0,54	0,64
Kafeik asit	0,34	1,37
Luteolin	0,21	2,25
Rutin	0,05	2,75
Diosmetin	0,05	1,42
Vanilin	0,05	0,13
Kateşin	0,04	2,28

TEAC : Troloks eşdeğer antioksidan kapasite

Zeytin ağacından veya yaprağından elde edilen toksik özellikte olmayan oleuropein maddesi, kanseri önleyen bir etkiye sahiptir. Araştırmalar, Oleuropein maddesinin; kanserli hücrelerin etrafını geri dönüşümsüz olarak sararak çoğalmalarını, yayılmalarını ve başka bölgelere sıçramalarını engellediğini göstermiştir. X ışınlarına maruz kalınmasının öncesinde ve sonrasında oleuropeinin, kromozom yapısını koruyarak kanser oluşumunu engellediği tespit edilmiştir (Benavente-Garcia 2002). Zeytin yaprağından elde edilen fenolik bileşikler, E vitamininden daha güçlü antioksidan kapasiteye sahiptir (Ferreira 2006). Zeytin yaprağının; kan basıncını düşürücü, kalp ritmini düzenleyici özelliği ile koroner kan akışı üzerine olan olumlu etkisi ve kardiyovasküler sistemde de bir çok hastalığı önlediği ortaya çıkmıştır. Atardamarların kasılmasıyla gerçekleşen düzensiz kalp atışı olayını da önlemektedir. Ayrıca enfaktüs riskini de azaltıcı özelliğe sahiptir (Andreadou 2007). Ayrıca zeytin yaprağının tansiyonu düşürücü etkisinin de bulunduğu saptanmıştır (Perrinjaquet-Moccetti 2008). Antioksidan ve iltihaplanmayı önleyici özelliğe sahip fenolik bileşikleri sayesinde de,

kemiklerde mineral madde yoğunluğunun azalmasını engellemektedir (Giamarellos ve ark. 2006, Puel ve ark. 2006). Zeytin yaprağının ayrıca; kronik sinüzitler için oldukça iyi bir iyileştirici olduğunu araştırmalar göstermiştir (Kendall 2009). Kozmetik amaçlı olarak da, zeytin yaprağı ekstresi, içerdiği antioksidan etkileriyle cilt bakımında kullanılmaktadır, antiaging kürlerinin hemen hepsinde yer almaktadır (Anonim 2008).

Bu çalışmada; tıbbi kullanımlarının yanı sıra farklı alanlarda da kullanımları oldukça artmış olan ısırgan bitkisinin (*Urtica dioica*) yaprak ve sap kısımları ile özellikle son yıllarda önem kazanmış ve ticari olarak da satışa sunulmuş olan zeytin ağacı (*Olea europea*) yapraklarının uzun süreli ve mümkün olduğunca az kalite kaybıyla muhafazasını sağlamak amacıyla, farklı yöntemler kullanılarak kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kurutma yöntemi olarak, tıbbi bitkilerin kurutulmasında en fazla kullanılan doğal yöntem (gölgede ve güneş altında) ve kaliteli drog elde edilmesine olanak sağlayan sıcak havalı kurutma yöntemleri seçilmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin sıcak havalı sistemlerle kurutulmasında en önemli sınırlayıcı faktör olan kurutma sıcaklıkları değiştirilerek, bu sıcaklıkların, elde edilen kuru ürünün kalitesi üzerine etkileri saptanmış, optimum kurutma sıcaklığının ve en uygun kurutma yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla taze ve farklı yöntemlerle, farklı kurutma koşulları altında kurutulmuş olan kuru ürünlere ait su aktivite değerleri, renk parametreleri, toplam fenolik madde miktarları ve C vitamini içeriğindeki değişimler kalite parametresi olarak saptanmış ve kıyaslanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kurutma tıbbi bitkilerin korunmasındaki en eski ve en yaygın yöntemdir. M.Ö. 2000 yılında Mısırlılar güneşte ve gölgede kurutulan droglar arasındaki farklılık olduğunu belirlemişlerdir (Heeger, 1956). Günümüzde bu şekilde doğal kurutma sadece küçük ölçekli üretimlerde kullanılmaktadır. Genel olarak ısıtma sistemli kurutucular tercih edilmektedir. Aktif bileşenler dikkate alındığında uzun kurutma sürelerinde nispeten düşük kurutma sıcaklıkları genellikle tavsiye edilmektedir (Ebert 1982, Dachler ve Pelzmann 1989).

Bugrova (1971), maydanozu dönerli kurutma odalarında, 45-55 °C sıcaklık aralığında, %13-14 nem içeriğine kadar kurutmuştur. Feinberg (1973) tarafından yapılan çalışmada, hasat edilen maydanozları ayıklandıktan sonra sürekli çalışan bir bantlı kurutucuda 87 °C'de, %4 nem içeriğine kadar kurutmuştur. Araştırmacı, bu nem içeriği değerine ulaşılabilmesi için gereken sürenin 30 dakika olduğunu belirtmiştir.

Müller ve ark. (1992), kurutma sıcaklığının tıbbi adaçayının uçucu yağ üzerine etkilerini inceledikleri ve araştırmada; 30-90 °C arasında değişen kurutma sıcaklıklarında ürünleri % 11 nem düzeyine düşüncüye kadar kurutmuşlardır. Sıcaklığın 30 °C'den 90 °C'ye yükselmesiyle kuruma zamanı kısalmıştır. 60 °C'de uçucu yağ kaybına rastlanılmamış ve bu sıcaklıktan sonra uçucu yağ kaybının arttığını, 90 °C'de % 11'lik nem içeriğinde uçucu yağ kaybının % 30'a ulaştığını, % 11'lik nem içeriğinden sonra kurutma işlemine devam edildiğinde de 50 °C' den daha yüksek sıcaklıklarda uçucu yağ kaybının olduğu ve 90 °C' de % 90'a ulaştığını belirtmişlerdir.

Doymaz ve ark. (2003), maydanoz örneklerini kabin ve mikrodalga kurutucu kullanarak kurutmuşlardır. 30 °C' lik bir sıcaklık artışının kuruma süresini %68.7 kısalttığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda renk değerlerini incelediklerinde sıcaklık artışı ile renk kayıplarının artmış olduğunu belirtmişlerdir.

Hata (2004), tarafından yapılan çalışmada zeytin yaprakları 50, 60 ve 65 °C'de 18 saat, 70 °C'de 3 saat ve 105 °C'de 3 saat kurutulmuştur. Kurutma sonucunda 105 °C'de kurutulan zeytin yapraklarındaki ağırlık kaybı diğer kurutmalar sonucu meydana gelen ağırlık kayıplarından %1 daha fazla olmuştur. Fenolik madde kaybının ise sıcaklık artıka arttığını gözlemlemiştir. 80 °C'de kurutulan zeytin yapraklarında fenolik madde kaybı 0.076 mmol g⁻¹ iken, 110 °C'de kurutulan zeytin yapraklarında kayıp 0.353 mmol g⁻¹'e çıkmıştır.

Özgüven ve ark. (2004), farklı tıbbi bitkilerin değişik kurutma ortamlarında kurutulmasının uçucu yağ oranı üzerine etkilerini araştırmışlar ve geleneksel kurutma yöntemlerinden gölgede ve güneşte kurutma ile kabin tipi (40 °C'de 12 saat) ve solar tünel

kurutucuyu karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, kurutma yöntemlerine göre bitkilerin uçucu yağ oranları değişiklik göstermiştir. En yüksek uçucu yağ oranları; *Lavandula officinalis*, *Origanum onites*, *Thymus eigii* ve *Thymus vulgaris* bitkilerinde solar ve kabin kurutucuda, *Rosmarinus officinalis*'te solar kurutucu ve gölgede, *Salvia officinalis* bitkisinde gölge ve kabin kurutucuda, *Cymbopogon citratus* bitkisinde güneşte, *Artemisia annua*, *Thymbra spicata* ve *Melisa officinalis* bitkilerinde gölgede belirlenmiştir.

Soysal (2004), maydanozu 360 ile 900 W arasındaki farklı güç kademelerinde mikrodalga fırında kurutmuştur. Araştırma sonucunda, kuruma süresinin, mikrodalga gücündeki artışla azaldığını ve kurutulmuş maydanozların renginde ciddi bir değişim olmadığını görmüştür.

Baydar (2005), bugün dünyada yaklaşık 20000 bitkinin tıbbi amaçlar için kullanıma elverişli olduğunu ve özellikle 500'e yakının ekonomik amaçlı olarak ticaretinin yapıldığını bildirmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin sahip oldukları sekonder metabolitler (alkaloitler, uçucu yağlar, glikozitler ve boyar maddeler) ve onların etkili droglarının (bitkinin ilaç olarak kullanıldığı kısmı) temel etken maddelerini oluşturduklarını bildirmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin, insanlığın ilk çağlarından günümüze kadar yiyecekleri lezzetlendirmede ve korunmasında baharat olarak, bitkisel çay, parfüm yapımında, kozmetik ürünlerinde (cilt bakımı, temizliği, sağlığı ve güzelliği), insan sağlığının korunması ve iyileştirilmesi ile ilgili değişik ilaçların yapımında, ve doğal boya üretiminde yaygın olarak kullanıldığını vurgulamıştır.

Alibaş (2007) ilk nem düzeyleri 4.41 (k.b.) olan ısırgan yapraklarını 0.1(k.b.) nem oranına düşünceye kadar mikrodalga ((500, 650, 750 ve 850 W güç seviyelerinde), sıcak havalı ((50, 75, 100 ve 125 °C) ve vakum (20 ve 50 mmHg) kurutma yöntemleri ile kurutmuştur. Bu yöntemlerdeki enerji tüketimleri ve yöntemlerin ürünlerin renkleri üzerine etkilerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda, Page modeli elde edilen sonuçları en iyi temsil eden model olarak saptanmış ve enerji tüketimi ile renk kriterleri açısından en iyi yöntemin 850 W güç uygulanması durumunda yapılan kurutma olduğu belirlenmiştir.

Nicolaev ve ark. (2007) farklı yöntemlerle kurutulmuş olan ısırgan otlarında ortaya çıkan C vitamini ve β -karoten miktarlarındaki değişimleri araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre 65 °C kurutma sıcaklığı koşulunda, sıcak havalı kurutmada C vitamini içeriği mikrodalga kurutma ile sıcak havalı kurutma yöntemi kombinasyonunda kurutulan üründe elde edilen C vitamini içeriğinden daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Boudhrioua ve ark.'nın (2008) yaptıkları çalışmada zeytin yaprakları 40,50 ve 60 °C sıcaklıklarda güneş kolektörlü bir kurutucuda minimum 165 dakika kurutulmuştur. Kurutma

işlemi sonucunda başlangıçta zeytin yaprağında nem miktarı 1.169 kg kg^{-1} (k.b.) iken $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutma sonucunda 0.152 kg/kg (k.b.), $50 \text{ }^\circ\text{C}$ kurutma sonucunda 0.059 kg/kg (k.b.) ve $60 \text{ }^\circ\text{C}$ kurutma sonucunda da 0.019 kg/kg (k.b.) olarak bulmuşlardır.

Erbay ve İçier (2008), zeytin yapraklarını $40-60 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 240-480 dakika süreyle tepsili kurutucu sistemde kurutmuşlardır. Kurutma işlemi sonucunda toplam fenolik madde kaybını %41.89 olarak bulmuşlardır. $45-55 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 270-390 dakika süreyle zeytin yapraklarını ısı pompalı kurutma sisteminde kuruttuklarında ise fenolik madde kaybının %44.25 olduğunu tespit etmişlerdir.

Kaya ve Aydın (2008) bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin ince tabaka kurutma karakteristiklerini ve sorpsiyon izotermelerini saptadıkları çalışmalarında bitkisel materyal olarak ısırgan ve nane yapraklarını kullanmışlardır. Kurutma denemeleri $35, 45$ ve $55 \text{ }^\circ\text{C}$ kurutma sıcaklıklarında, $0.2, 0.4$ ve 0.6 m/s kurutma havası hızlarında ve $40\%, 55\%$ ve 70% bağıl nem koşullarında gerçekleştirilmiştir.

Kocabıyık ve Demirtürk' in (2008) nane yaprağı üzerinde yaptıkları çalışmada, nane yapraklarını infrared radyasyonla kurutmuşlardır. $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 0.5 m/s hızla kurutulan nane yapraklarında başlangıç Hue açısı $R(a/b) -78.785$ iken, hava hızı 2.0 m/s 'ye çıkarıldığında Hue açısının $R(a/b)$ değerinin -69.779 'a çıktığını belirtmişlerdir.

Martín-García ve Molina-Alcaide (2008) zeytin yaprağının kurutulduktan sonra hayvan beslemede özellikle keçi beslemede önemli oranda kullanılmakta olduğunu açıkladığı çalışmasında zeytin yaprağını farklı yöntemlerle (dondurarak ve sıcak havada 60 ve $100 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta) kurutmuşlardır. Kurutulan ürünlerin hayvanlarda sindirime etkilerini saptamışlardır.

Bahloul ve ark. (2009) zeytin yapraklarının güneş altında kurutulması sırasında çevre koşullarının (sıcaklık, hava kış oranları vb.) kuruma sürelerine ve kalite parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Örnekleri laboratuvar tipi bir solar kurutucu kullanarak $40, 50$ ve $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de ve iki farklı hava akış oranında (1.62 ve $3.3 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$) 0.10 kg kg^{-1} (k.b.) nem içeriğine ulaşmaya kadar kurutmuşlardır. Kalite parametresi olarak örneklerin renk, toplam fenolik madde içeriği ve serbest radikal yakalama kapasitesi araştırılmıştır. Güneşte kurutma uygulamalarının L^*, a^*b^* parametreleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarlarının kurutma koşullarına bağlı olarak önemli oranda değiştiği ve kurutma süresinin artışıyla toplam fenolik madde içeriklerinin düştüğü saptanmıştır. Taze üründe serbest radikal yakalama kapasitesinin kuru ürünlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Boudhrioua ve ark. (2009) taze ve infrared yöntemle kuruttukları zeytin yapraklarının renk, toplam fenolik madde, nem içeriği, protein, yağ, karbonhidrat ve kül değişimlerini

inceledikleri çalışmada; taze yaprağın yeşil renk ile karakterize edildiği (yeşil renk parametresi olan a^* değerinin -5.01 ± 0.26 ile -9.14 ± 1.21 arasında değiştiğini), toplam fenolik madde miktarının yaklaşık olarak $2.32 - 1.40$ g caffeic acid 100 g^{-1} kuru ürün arasında değiştiğini saptamışlardır. Ürünler infrared kurutucuda $40, 50, 60$ ve $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulduktan sonra kurutma sıcaklıklarına bağlı olarak toplam fenolik madde içeriğinin artış gösterdiği saptanmıştır. Örneğin; yaş ürün için bu değer 1.38 ± 0.02 iken $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulmuş üründe 2.13 ± 0.29 ve $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de kurutulmuş üründe ise 5.14 ± 0.60 g caffeic acid 100 g^{-1} kuru ürün olarak saptanmıştır. Araştırma sonuçları infrared kurutmanın yaprakların renk yeşilliğinin korunmasını sağladığını göstermiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu araştırmada bitkisel materyal olarak Tekirdağ ili ve y6resinde doğal olarak yetişen ısırgan otu (*Urtica dioica ssp.*) ve zeytin ağağlarından (*Olea europaea*) toplanan yapraklar kullanılmıştır. Deneme boyunca kullanılan materyalleri aynı bahçeden, aynı ağağtan ve Mart-Temmuz aylarında alınmıştır.

3.2. Metot

Kurutma denemeleri Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları B6lm laboratuvarında, kimyasal analizler Tekirdağ Bağcılık ve Araştırma Enstitüsü laboratuvarında; Mart 2009- Temmuz 2009 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Nem İçeriklerinin Saptanması

Su, tıbbi ve aromatik bitkilerin en 6nemli bileşenidir. Bu rnler hasat edildikten sonra yapılan en 6nemli işlem bu bitkilerden suyun uzaklaştırılmasıdır. Suyun uzaklaştırılması ile ürün enzimatik ve mikrobiyel aktivitelere korunmuş olur. B6ylece ürünün raf 6mrn uzar ve kalitesi düşmemiş olur. Üründeki suyun uzaklaştırılması da ürünün kurutulmasıyla gerçekleşmektedir.

6rneklerin ilk nem içerikleri yaş baza g6re etüvde kurutma y6ntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla yaş ürünlerden 75'er gram alınıp hassas terazide tartılmıştır. Yaş ağrılıkları belirlenen materyaller 105 6C'de 24 saat süreyle etüvde (MMM Medcenter marka, Venticell marka) kurutulmuştur. Yaş baza g6re nem içeriğinin hesaplanmasında 1 no'lu eşitlik kullanılmıştır (Cemeroğlu ve ark. 2003).

$$\%M_{yb} = [W_s / (W_s + W_k)] * 100 \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

W_s = ürün içerisindeki su ağrılığı (g),

W_k = üründeki kuru madde ağrılığıdır (g).

3.2.2. Kurutma Kinetiklerinin Saptanması

Araştırma kapsamında ısırgan otu ve zeytin yaprağı örneklerinin kurutulması amacıyla 3 farklı yöntem uygulanmıştır. Bunlar:

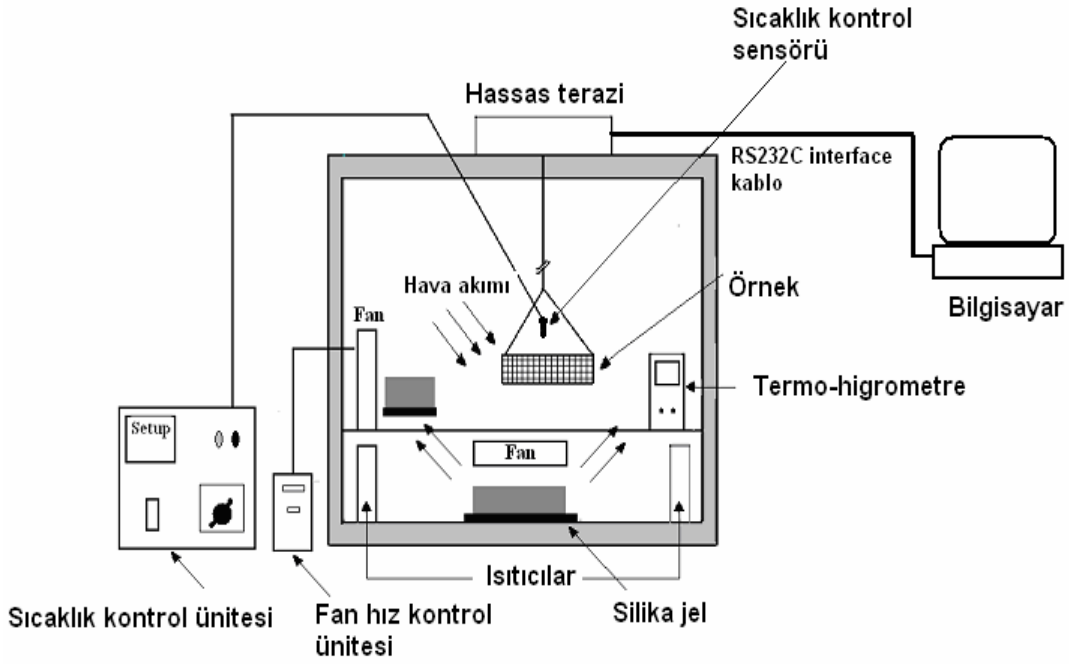
- Örneklerin güneşte kurutulması,
- Örneklerin gölgede kurutulması,
- Örneklerin sıcak havalı kurutucu kullanılarak ince tabaka halinde 4 farklı sıcaklıkta

kurutulmasıdır.

Isırgan örnekler, kurutma işleminden önce içerisindeki yabancı maddelerden temizlenmiş sap ve yapraklar ayrılmıştır. Yapraklar bütün olarak kurutulurken, sapsız ise 3 cm uzunlukta kesilerek kurutmaya alınmıştır. Zeytin yaprakları da dallardan ayrılarak bütün olarak kurutulmuştur.

Örnekler güneş altında kurutulurken direk güneş ışığı altında kir, toz ve zararlılardan korunması amacıyla tablalara serilerek kurutulmuştur. Gölge altında kurutma işleminde de yine aynı şekilde materyaller gölge altında serilerek kurutulmuştur. Güneşte kurutma işleminde sıcaklık 35 ± 2 °C, gölgede kurutma işleminde sıcaklık 28 ± 1 °C olup nem miktarı ise %30 düzeylerinde ölçülmüştür. Ortam sıcaklığı ve neminin ölçülmesi amacıyla Testo marka nem ve sıcaklık ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Örnekler sıcak havalı kurutucuda 30, 40, 50 ve 60 °C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta kurutulmuştur. Her kurutma denemesinde 75 g yaş ürün kurutulmuştur. Ürünlerin yapay olarak kurutulması amacıyla Şekil 3.1'de şematik şekli görülen sıcak havalı kurutma düzeneği kullanılmıştır. Bu kurutucuda kabin malzemesi olarak kurutma işlemi sırasında ürünün görsel olarak kontrolünü sağlamak amacıyla 8 mm kalınlığında plesiglas cam malzeme, sıcak havanın elde edilebilmesi için 2 adet dirençli ısıtıcı, ısıtıcıların kontrolü için bir sıcaklık kontrol ünitesi, kurutucu içindeki nemin uzaklaştırılması için 1 adet aspiratör, kurutucu içindeki sıcak hava akımının sirkülasyonu için 2 adet fan, ortam neminin düşürülmesi ve sabitlenmesi için silika jel, örnek ağırlığının tartılmasında kullanılan AND GF-610 marka 0.001 hassasiyetli terazi, terazinin altına bağlanmış olan sıcak hava akımının ürüne ulaşmasını sağlayan elek malzemesinden yapılmış örnek kabı, ayarlanan aralıklarda ağırlık tartım sonuçlarını bilgisayara iletilmesini sağlayan bilgisayar programından oluşmuştur.



Şekil 3.1. Sıcak havalı kurutucunun şematik görünümü

Ayrıca kurutma havası ortam koşullarına dair özelliklerin ölçülmesi ve kontrolü amacıyla da, hava hızının ölçülmesinde $0.4-3.0 \text{ m s}^{-1}$ aralığında ölçüm yapabilen Lutron Marka AM 4202 Model anemometre kullanılmıştır. Çalışma boyunca kurutucu içerisindeki hava hızı 1.5 m s^{-1} olarak sabitlenmiştir.

3.2.3. Su Aktivite Değerlerinin Saptanması

Su aktivitesi, gıda maddeleri tarafından tutulan suyun özelliğini gösteren bir terimdir. Gıda maddesinin içerdiği suyun buhar basıncının aynı sıcaklıkta saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanır. Tıbbi ve aromatik bitkilerde su aktivitesi (a_w) ve bu değer kurutma şartlarına bağlı olarak değişimi önemli bir unsurdur. Kurutma işlemi ile su aktivitesi (a_w) azalmaktadır (Cemeroğlu 2007). Kurutulmuş tıbbi ve aromatik bitkiler için optimum su aktivitesi değeri diğer sebze kuruları için verilmiş olan $0.20-0.30$ arasında alınabilir (Troller ve Christian, 1978).

Bu çalışmada su aktivitesi (a_w) değerlerini belirlemek için Testo marka su aktivite ölçüm setinden faydalanılmıştır. Bu sistemde su aktivitesi ölçülecek örnekler sızdırmaz çelik bir hazne içerisine konulmakta ve ürün ile hazne içindeki havanın nemlerinin dengeye gelmesi beklenmektedir. Ulaşılan denge nem değeri bu hazne içerisine yerleştirilmiş bir prob

(Testo 650 cihazı ve nem ölçüm probu) yardımıyla direk okunmuştur. Şekil 3.2’de yaş ve kuru örneklerin su aktivite değerlerinin saptanması amacıyla kullanılan cihaz görülmektedir.



Şekil 3.2. Su aktivite ölçüm cihazı

3.2.4. Renk Parametrelerinin Saptanması

Taze ürünler kurutma işlemi sonucunda belirli bir renk değişimine uğramaktadırlar. Bu renk değişimleri Hunter Lab D25LT Renk Ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.3).

Hunter Lab D25LT renk ölçüm sistemi ile renk belirlenirken, belirlenen dalga boyunda (yada boylarında) ışığın ürün üzerinden yansıma değerinden yararlanılmaktadır. Bu sistem genelde gıda maddeleri için kullanılan Hunter Lab ve daha çok koyulaşmış renkli ürünler için kullanılması önerilen CIE $L^*a^*b^*$ renk koordinat sistemlerine göre kalibre edilebilmektedir. Her iki sistemde de renk parametreleri; renk parlaklığı (L^*) ve renk koordinatları (a^* ve b^*). L^* değeri 0 ile 100 arasında değişmekte ve 0 siyah rengi 100 ise beyazı göstermektedir. Renk koordinatları a^* ve b^* belirli bir ölçüm aralığına sahip olmayıp pozitif ve negatif değerler almaktadır. a^* değeri kırmızı-yeşil eksenini temsil etmekte, pozitif değerler kırmızıyı, negatif değerler ise yeşili temsil ederken, 0 ise nötrdür. 2. renk koordinatı b^* de pozitif değerler sarı rengi, negatif değerler ise mavi rengi göstermektedir (Soysal ve ark. 2005, Aktaş ve ark. 2008).

Ölçülen $L^*a^*b^*$ değerlerinden yararlanılarak üründe meydana gelen renk değişimlerinin değerlendirilmesi amacıyla renk parlaklığı sapması (ΔL^*), toplam renk sapması (ΔE^*), kroma sapması (ΔC^*), metrik renk tonu açısı (H), ve metrik renk tonu açısı sapması (ΔH) gibi renk kriterleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır. Isırgan otu ve

zeytin yaprağı ile ilgili herhangi bir renk standardı olmadığı için eşitliklerde standart olarak ifade edilen renk değerleri, taze ve herhangi bir işlemde geçirilmemiş örnekler için ölçülen ve hesaplanan değerlerdir (Aktaş ve ark. 2008).

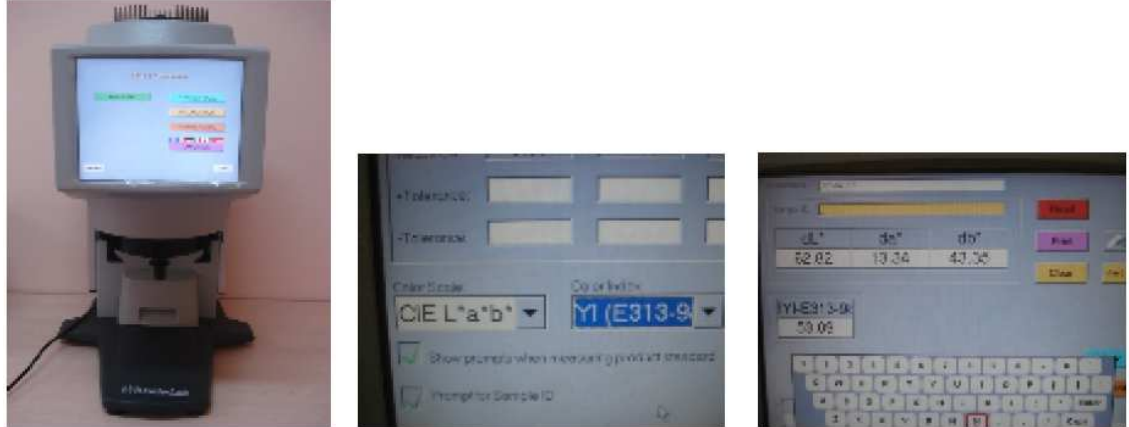
$$\Delta L^* = L^*_{\text{örnek}} - L^*_{\text{standart}} \quad (2)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (3)$$

$$\Delta C^* = C^*_{\text{örnek}} - C^*_{\text{standart}} \quad (4)$$

$$\Delta H^* = \sqrt{\Delta E^{*2} + \Delta L^{*2} + \Delta C^{*2}} \quad (5)$$

$$H = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (6)$$



Şekil 3.3. Renk ölçüm cihazı ve okuma sırasında cihazın monitörü

3.2.5. Askorbik Asit (C Vitamini) Değerlerinin Saptanması

Askorbik asit, bitkisel kökenli gıdaların içerdiği temel vitamindir. Askorbik asit oksidasyonla ve ayrıca yüksek sıcaklıklarda termik yolla çok kolay parçalanmaktadır. Gıdaların işlenmesi, depolanması ve pişirilmesinde en fazla kaybolan vitamin, askorbik asittir. Çeşitli işlemlere bu kadar duyarlı olması nedeniyle, gıdalara uygulanan birçok işlemin

olumsuz etkisinin belirlenmesinde askorbik asitteki kayıp miktarı, bir ölçüt olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada C vitamininin belirlenmesinde titrimetrik yöntem kullanılmıştır. Titrimetrik yöntemle askorbik asit tayininde genel prensip; örnek 2,6-diklorofenolindofenol (boya) çözeltisi ile titre edilerek örnekteki askorbik asit miktarının hesaplanması prensibine dayanmaktadır. Titrasyonun son noktasında, ortamda askorbik asidin tamamen tükenmiş olması nedeniyle, artık reaksiyona giremeyen 2,6-diklorofenolindofenolün asit ortamdaki pembe rengi ortaya çıkmaktadır (Cemeroğlu 2007).

Askorbik asit tayini için öncelikle ısırgan otu yaprak ve sap örnekleri ile zeytin yaprağı örnekleri hassas terazide 5'er gram tartılarak alınmış, örnekler blender yardımıyla homojen bir şekilde parçalanmıştır. Metafosforik asit çözeltisiyle belli oranda seyreltilerek homojen biçimde karıştırılan örnekler filtre kağıdından süzülerek, elde edilen süzüntü boya (2,6-diklorofenol-indofenol) çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya ve bu renk 15 saniye süreyle sabit kalıncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan boya çözeltisi not edilerek örneklerin askorbik asit miktarı ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) hesaplanmıştır (Anonim 1983, Cemeroğlu 2007).

$$\text{Askorbik asit miktarı (mg/100g)} = V \cdot F \cdot 100 / W \quad (7)$$

Burada;

V : Harcanan boya çözeltisi miktarı (ml),

F : Faktör,

W : Titrasyonda kullanılan örnek miktarı,

F : Boya çözeltisinin faktörüdür.

F faktörü 8 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$F = 1 / V \quad (8)$$

3.2.6. Üründe Toplam Fenolik Bileşiklerin Saptanması

Fenolik bileşikler bitkilerde fazla miktarda bulunan, meyve ve çiçeklere renklerini veren, çevresel stres faktörlerine karşı bitkilerde koruma sağlayan fitokimyasallardır. Çeşitli flavonoid türleri bulunmaktadır. Kimyasal yapı ve şekillerinden kaynaklanan farklılıklar nedeniyle fenolik bileşiklerin vücuttaki etkileri de farklıdır. Bitkilerde bulunan fenolik asitler, flavonoidler, isoflavonoidler ve tokoferoller başlıca fenolik bileşiklerdendir (Disilvestro 2001).

Bitkilerde bulunan fenolik maddeler sıcaklık, ısı ve doku tahribatı ile büyük oranda azalmaktadırlar. Bu araştırmada da, ısırgan otu ve zeytin yaprağının sıcaklık etkisi ile

yapılarındaki fenolik madde miktarının değişimi spektrofotometrik yöntem kullanılarak saptanmıştır. Spektrofotometrik okumalar 720 nm dalga boyunda Shimadzu 160 A markalı spektrofotometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Daha önceden kateşin (kıyaslama kimyasalı) ile hazırlanmış standart eğriden yararlanılarak toplam fenolik madde miktarı (mg kg⁻¹) hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.2.7. İstatistik Analizlerin Gerçekleştirilmesi

Çalışma sonucu 3 tekerrür olarak elde edilen verilerin arasındaki farklılıkların ve farklılık düzeylerinin belirlenmesi için varyans analizi gerçekleştirilmiş, bu analizler için PASW Statistics 18 paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kurutma Kinetiklerine İlişkin Sonuçlar

Isırgan yaprağı, ısırgan sapı ve zeytin yaprağı örneklerine ait nem içerikleri yaş ürün ile farklı kurutma yöntemleri sonucunda elde edilen kuru ürünlerin yöntem ve farklı kurutma şartlarına bağlı olarak ulaşabildikleri nem düzeyleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

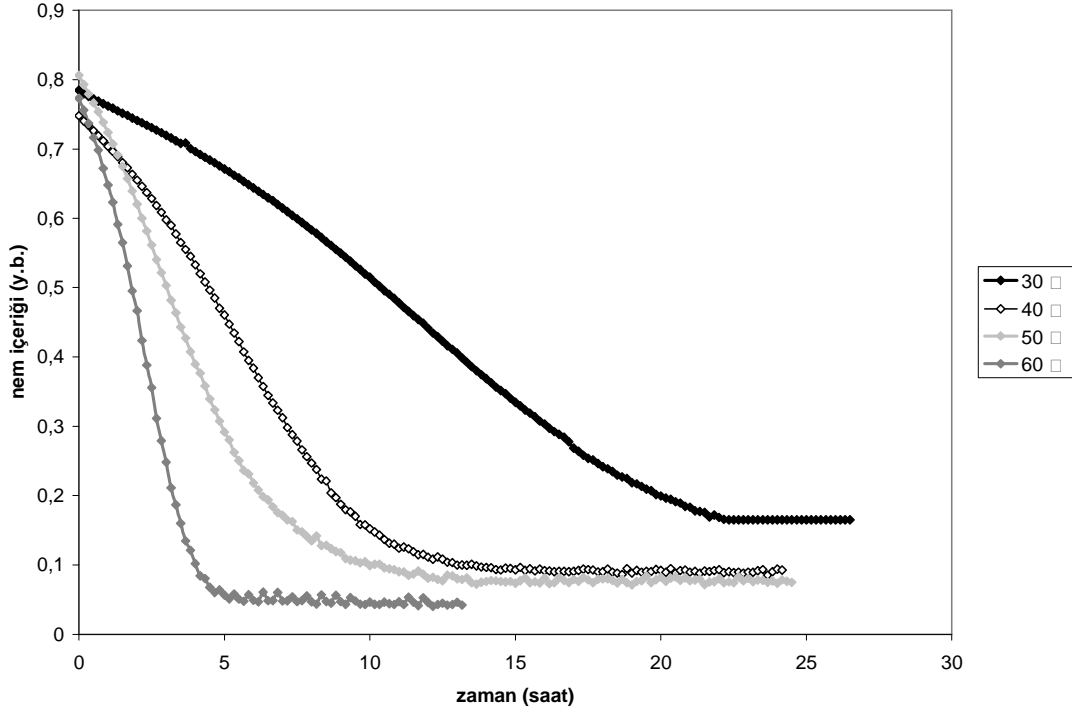
Çizelge 4.1. Yaş ve kurutma sonrası örneklerin son nem düzeyleri ve kuruma süreleri (y.b.)

Kurutma Uygulamaları	Ortalama Son Nem (y.b.) ve Kuruma Süreleri (saat)					
	Isırgan Yapracağı		Isırgan Sapı		Zeytin Yapracağı	
	Son Nem	Süre	Son Nem	Süre	Son Nem	Süre
Yaş örnek	77.29	-	90.39	-	50.34	-
Sıcak havalı (30 °C)	12.84	22.5	25.74	40.5	11.95	43.5
Sıcak havalı (40 °C)	11.24	11.66	16.86	23.66	7.95	35.66
Sıcak havalı (50 °C)	10.98	9.5	12.37	11.5	6.93	22.5
Sıcak havalı (60°C)	10.47	5.66	11.02	6.66	5.04	10.66
Güneşte	12.46	48.0	11.68	120.0	7.71	72.0
Gölgede	13.03	96.0	11.93	168.0	8.44	168.0

Çizelge 4.1.’den görüldüğü üzere kurutulan örnekler farklı sıcaklık koşullarında farklı son nem düzeyine ulaşmışlardır. Kurutma öncesi ürünlerin nem miktarları yaş baza (%) göre hesaplanmıştır. Isırgan yaprağının kurutma öncesi nem içeriği %77.29 iken, 30 °C ‘de kurutma sonrası %12.84’e, 40 °C kurutma sonrası 11.24’e, 50 °C kurutma sonrası %10.98’e, 60 °C kurutma sonrası %10.47’a kadar düşmüştür. Kurutma sıcaklığının 30 °C’den 60 °C’ ye çıkması ile kurutma süresinin %74.8 gibi yüksek bir oranda kısaldığı saptanmıştır. Benzer sonuçlar pek çok araştırmacı tarafından da saptanmıştır. Müller ve ark. (1992), adaçayının kurutulmasına yönelik çalışmalarında kurutma sıcaklığının 30 °C’den 90 °C’ye yükselmesiyle kuruma süresinin oldukça kısaldığını bildirmişlerdir. Polatçı ve Tarhan (2009), Reyhan (*Ocimum basilicum*) bitkisinin etüvde kurutulmasına yönelik çalışmalarında kurutma

sıcaklığının 45 °C den 55 °C'ye artırılmasıyla kuruma süresinin 16 saat kısaldığını saptamışlardır.

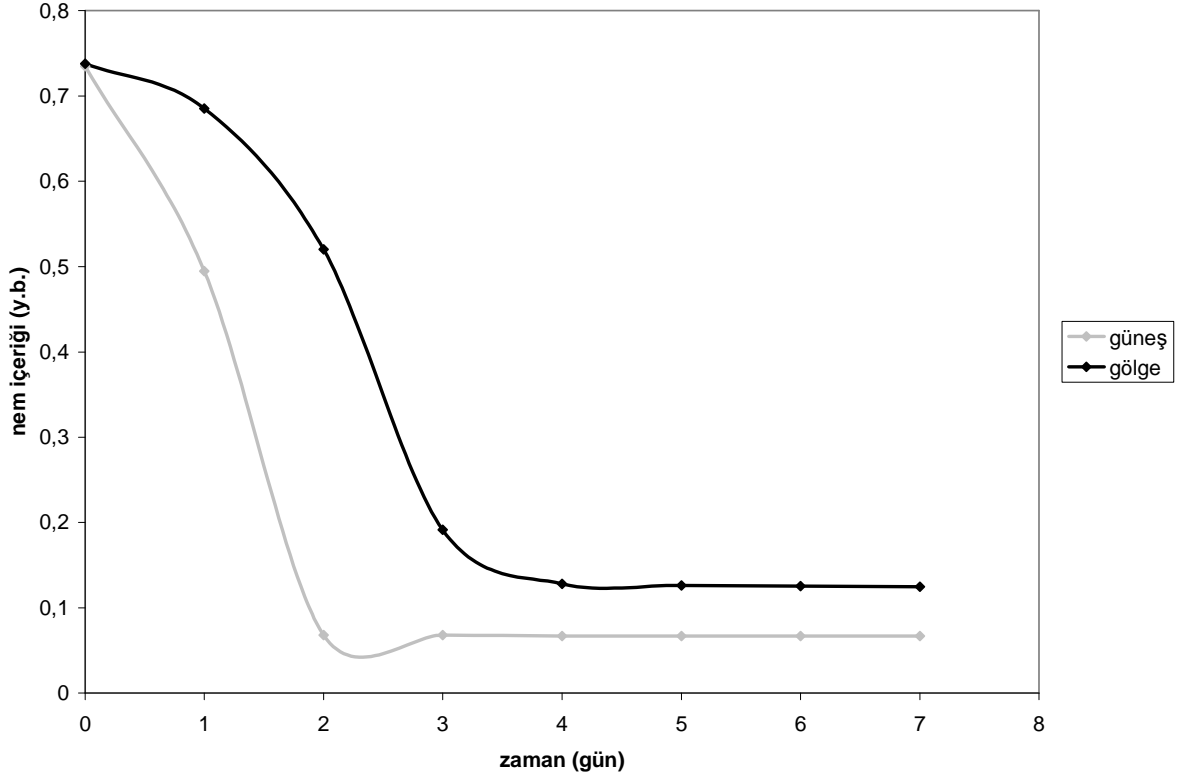
Isırgan yaprağına 30, 40, 50 ve 60 °C kurutma sıcaklıklarında saptanmış olan kurutma kinetiği eğrileri Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Isırgan yaprağının kurutma sıcaklığına bağlı olarak kuruma kinetiğindeki değişimi

Güneşte kurutulan ısırgan yapraklarının nem değerleri ise %12,46'ya düşmesi için gereken süre 2 gün olarak saptanırken, gölgede kurutulan ısırgan yapraklarının nem içeriği %13,03'e kadar ulaşmış, bu nem içeriğine ulaşmak için gereken süre ise güneşte kurumaya göre oldukça uzun sürmüştür ve 4 günü bulmuştur. Isırgan yaprağı örneklerinin güneşte ve gölgede kurutulması ile elde edilen kurutma kinetiği eğrileri Şekil 4.2'de verilmiştir.

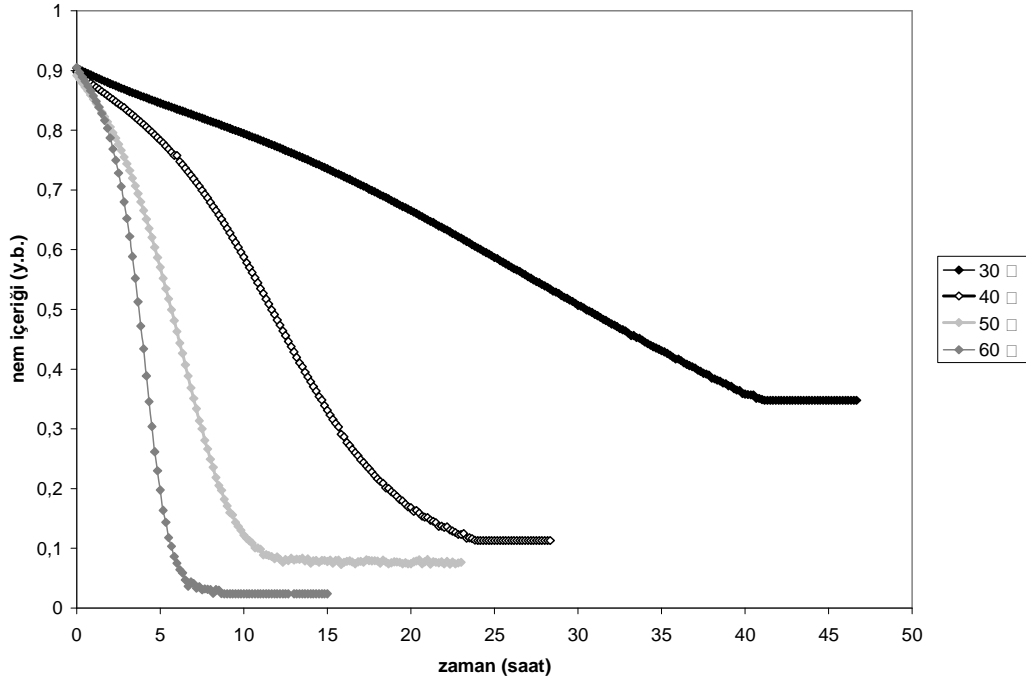
Isırgan yaprağının kurutulmasında uygulanan yöntemlerin kurutma süresine etkisi istatistiksel olarak önemli iken ($P < 0.05$), ulaşılan son nem düzeyine etkisi ise önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Öte yandan sıcak havalı kurutmada kurutmanın kurutma süresi üzerine etkisi incelendiğinde 40 °C ve 50 °C'de kurutma süreleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Yani kuruma süresi ve ulaşılan son nem açısından ısırgan yaprağı için düşük nem ve düşük kurutma zamanlı 60 °C'de sıcak havada kurutma önerilebilir.



Şekil 4.2. Güneşte ve gölgede kurutulmuş ısırgan yaprağının kuruma kinetiğindeki değişim

Isırgan sapına ait sonuçlar incelendiğinde kurutma öncesi nem miktarı %90.39 olarak saptanırken 30 , 40, 50 ve 60 °C'ler de kurutma sonrası nem miktarları sırasıyla %25.74, %16.86, %12.37 ve %11.02'dir. Isırgan yapraklarına ilişkin sonuçlarla benzer olarak sıcaklığın artmasıyla ulaşılan son nem düzeyinin oldukça düştüğü ve kuruma süresinin de %83.55 oranında kısaldığı saptanmıştır.

Isırgan sapının 30, 40, 50 ve 60 °C kurutma sıcaklıklarında saptanmış olan kurutma kinetiği eğrileri Şekil 4.3.'de verilmiştir.



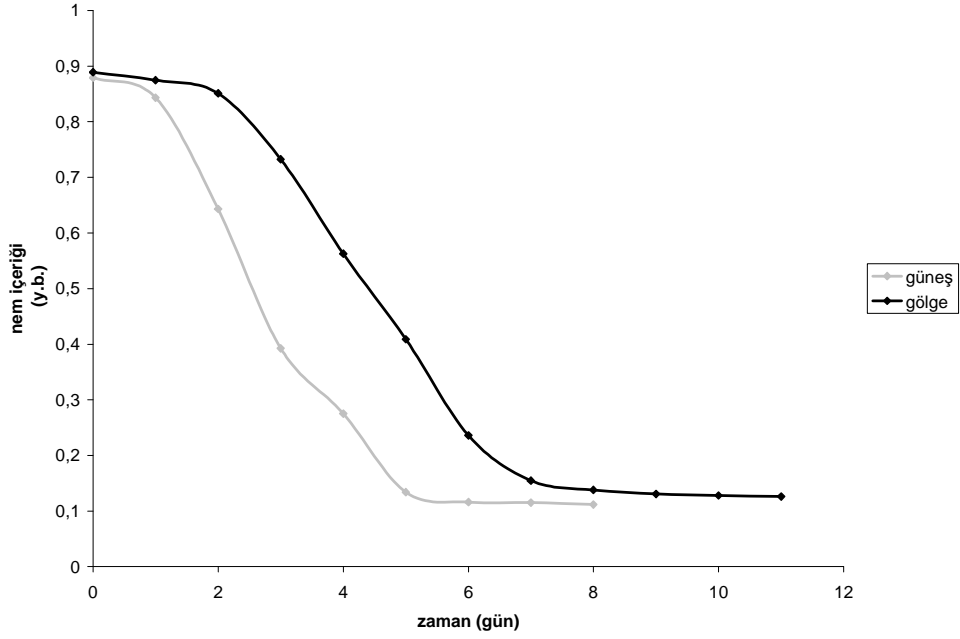
Şekil 4.3. Isırgan sapının kurutma sıcaklığına bağlı olarak kuruma kinetiğindeki değişimi

Güneşte kurutulan ısırgan saplarının nem değerleri %11.68 iken gölgede kurutulan ısırgan saplarının nem değerleri nispeten yüksek olmuştur ve %11.93 değerine kadar düşmüştür. Gölgede kurutma süresinin güneşte kurutma süresine göre %28.57 oranında daha uzun olduğu saptanmıştır. Isırgan sapı örneklerinin güneşte ve gölgede kurutulması ile elde edilen kurutma kinetiği eğrileri Şekil 4.4'de verilmiştir.

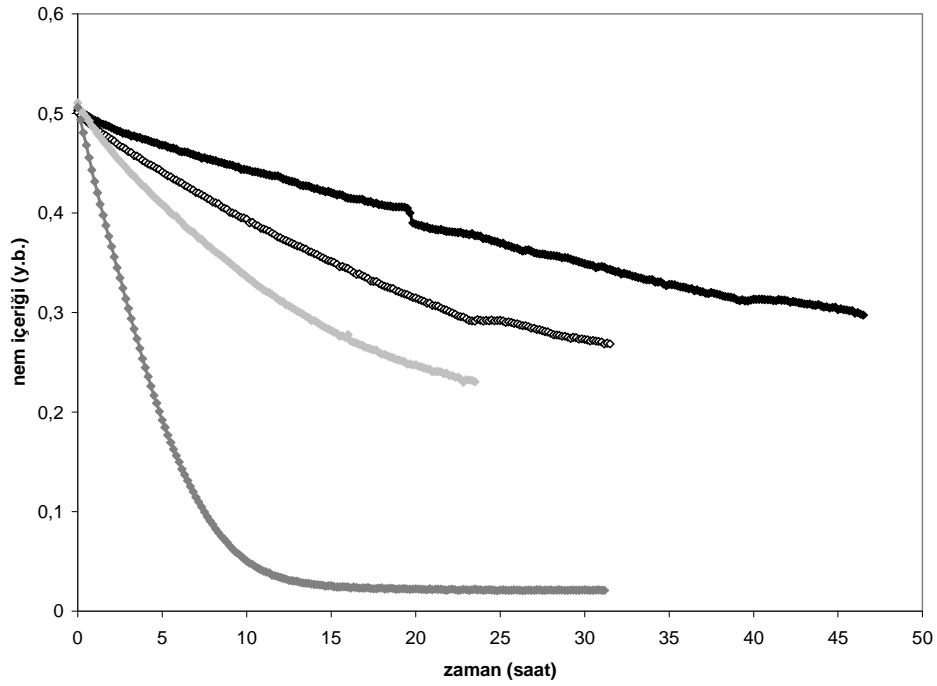
Isırgan saplarının kurutulmasında uygulanan yöntemlerin kurutma süresine ve ulaşılan son nem düzeyine etkisi istatistiksel olarak önemli iken ($P < 0.05$), sıcak havalı kurutmada 50 °C, 60 °C'de kurutma, güneşte ve gölgede kurutmada ulaşılan son nem düzeyi açısından fark olmadığı saptanmıştır ($P > 0.05$). Yani kuruma süresi ve ulaşılan son nem açısından ısırgan sapı için düşük nem ve düşük kurutma zamanlı 60 °C'de sıcak havada kurutma önerilebilir.

Zeytin yaprağına ilişkin sonuçlar incelendiğinde sıcak havalı kurutma sisteminde kuruma sürelerinin ısırgan yaprağına göre oldukça uzun sürdüğü saptanmıştır. Yaş zeytin yaprağının nem içeriği %50.34 iken; 30 , 40 , 50 ve 60 °C sıcaklıklarda kurutma sonrası nem miktarları sırasıyla %11.95, %7.95, %6.94 ve %5.05 olarak saptanmıştır. Sıcaklığın 30 °C'den 60 °C'ye çıkarılması durumunda kuruma süresinin %75.5 azaldığı saptanmıştır.

Zeytin yaprağının 30, 40, 50 ve 60 °C kurutma sıcaklıklarında saptanmış olan kurutma kinetiği eğrileri Şekil 4.5'de verilmiştir.



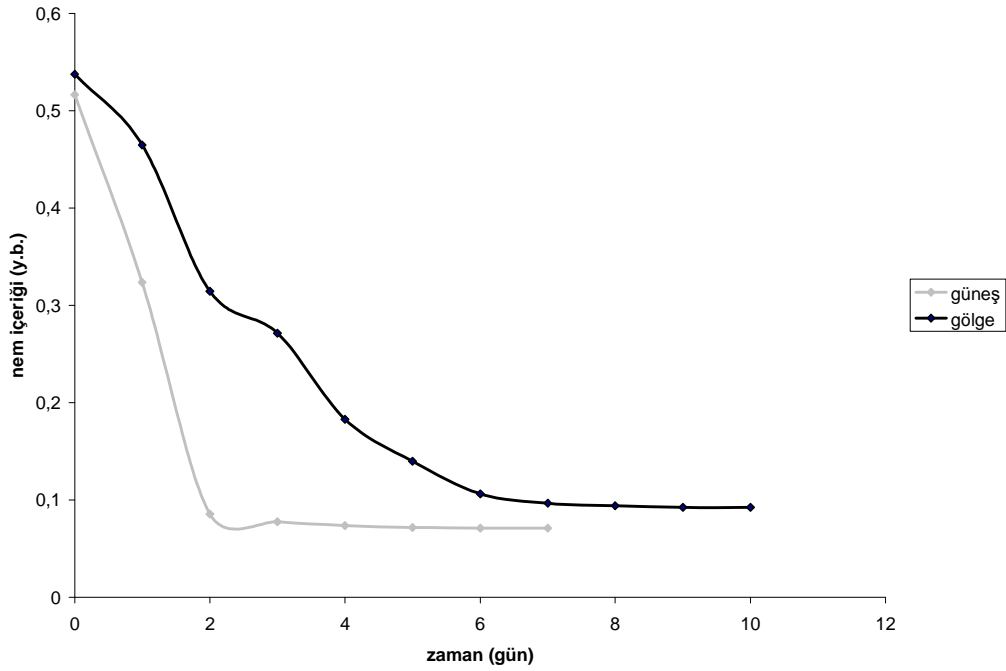
Şekil 4.4. Güneşte ve gölgede kurutulmuş ısırgan sapının kuruma kinetiğindeki değişim



Şekil 4.5. Zeytin yaprağının kurutma sıcaklığına bağlı olarak kuruma kinetiğindeki değişimi

Güneşte kurutulan zeytin yapraklarının son nem değeri %7.7 ve kuruma süresi 3 gün iken gölgede kurutulan zeytin yapraklarının nem değerinin 7 günde %8.44'e düştüğü saptanmıştır. Zeytin yaprağı örneklerinin güneşte ve gölgede kurutulması ile elde edilen kurutma kinetiği eğrileri Şekil 4.6'de verilmiştir.

Zeytin yaprağının kurutulmasında uygulanan yöntemlerin kurutma süresine ve ulaşılan son nem düzeyine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Sıcak havalı kurutmada kurutma sıcaklığının etkisi incelendiğinde de sıcaklığın kuruma süresi ve ulaşılan son nem üzerine etkisinin önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Özellikle kuruma süresi ısrırgan yaprağı ve sapına göre oldukça uzun olan zeytin yaprağı için en kısa kuruma süreli olan 60 °C’de sıcak havada kurutma önerilebilir.



Şekil 4.6. Güneşte ve gölgede kurutulmuş zeytin yaprağının kuruma kinetiğindeki değişim

Ürünlerin yaş nem miktarları incelendiğinde en yüksek nem içeriği ısrırgan sapında, daha sonra ısrırgan yaprağında ve bunu zeytin yaprağı izlemektedir. Ürünlerin kurutma sonrası nem düzeylerine bakılacak olursa, ürünlerde en fazla nem kaybı 60 °C sıcaklıktaki sıcak havalı kurutucuda kurutma sonucunda meydana gelmiştir. Yaklaşık olarak 60 °C sıcaklıktaki kurutma sonucu %86-89'a varan bir nem kaybı gerçekleşmektedir. Güneşte ve gölgede kurutma sonucunda meydana gelen nem kayıpları arasındaki fark ise %0.5-0.7 arasındadır.

4.2. Ürünlerin Su Aktivite Değerlerine İlişkin Sonuçlar

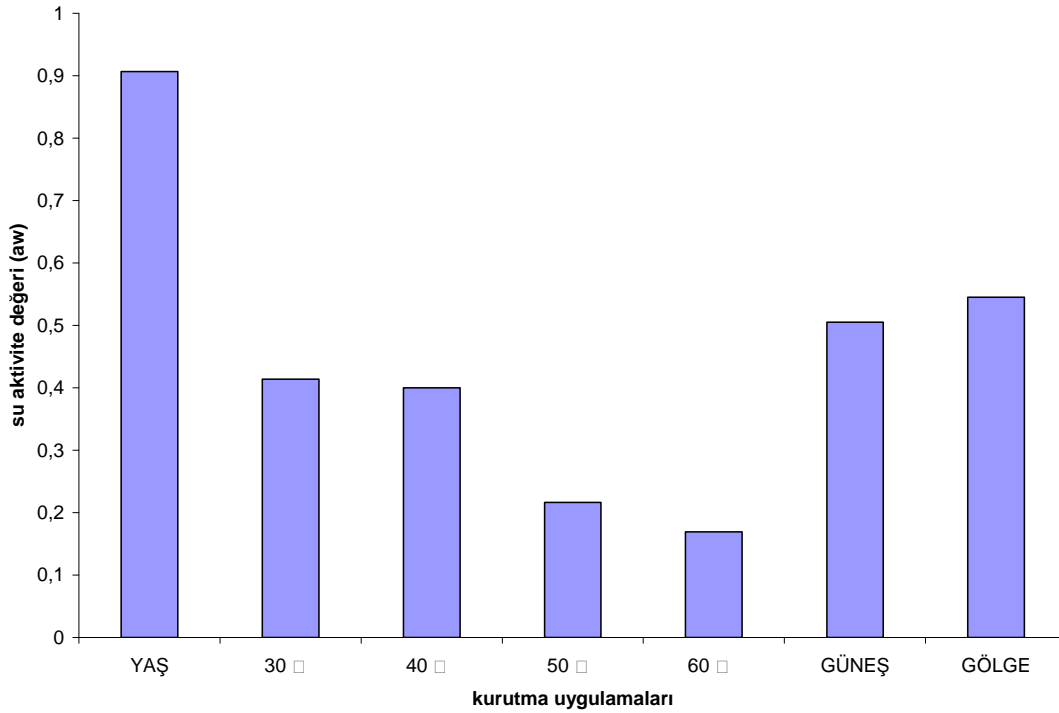
İsrırgan yaprağı, ısrırgan sapı ve zeytin yaprağı örneklerine ait su aktivite değerleri (a_w) Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Yaş örneklerin su aktivitesi (a_w) değerlerine bakıldığında; en yüksek su aktivitesi (a_w) değeri ısrırgan sapında, daha sonra ısrırgan yaprağında ve zeytin yaprağında olduğu görülmektedir. Örneklerin su aktivite (a_w) değerleri ile nem miktarları(%)

arasında paralellik olduğu görülmektedir. En yüksek nem miktarına sahip ısırgan sapının su aktivitesi (a_w) değerinin diğer yaş örneklerine göre de yüksek olduğu Çizelge 4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Yaş ve kurutma sonrası örneklerdeki su aktivite (a_w) değerlerinin değişimi

(a_w)	Isırgan Yaprağı	Isırgan Sapı	Zeytin Yaprağı
Yaş Örnek	0.90	0.91	0.88
Sıcak havalı (30 °C)	0.41	0.41	0.79
Sıcak havalı (40 °C)	0.40	0.33	0.68
Sıcak havalı (50 °C)	0.21	0.26	0.29
Sıcak havalı (60 °C)	0.16	0.22	0.12
Güneşte	0.50	0.54	0.54
Gölgede	0.54	0.54	0.54

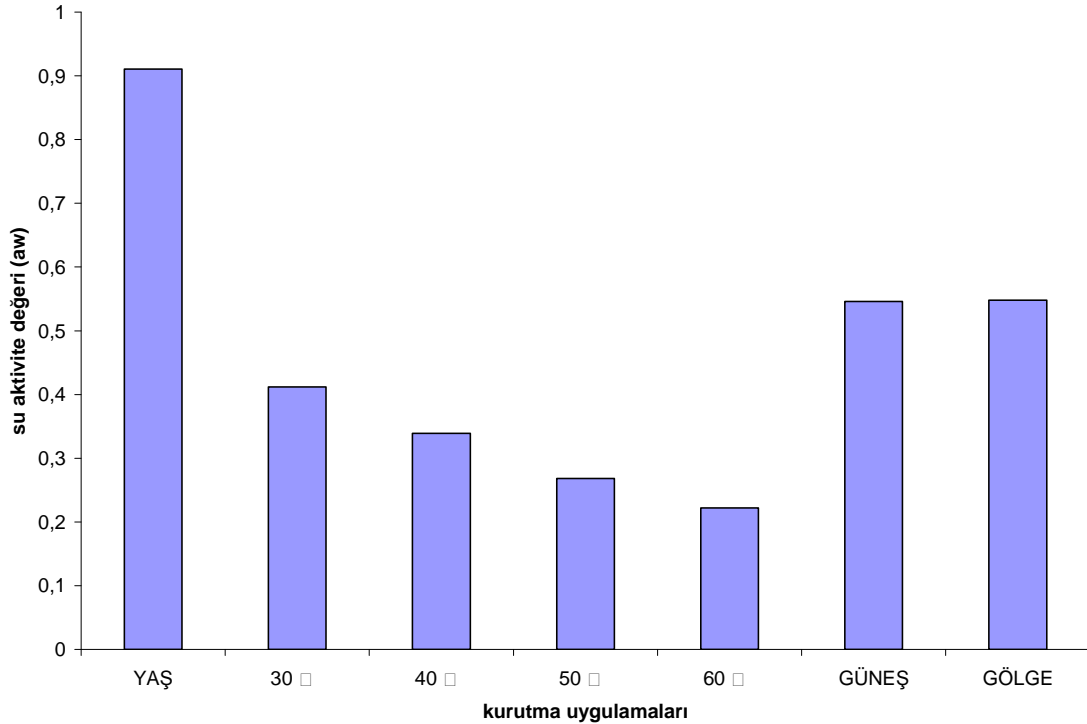
Çizelge 4.2.’den görüldüğü gibi kurutma sonrası su aktivitesi (a_w) değerlerinde düşüşler olduğu görülmüştür. Şekil 4.7’de yaş ve kurutma sonrası ısırgan yaprağındaki su aktivitesi (a_w) değerlerinin değişimi görülmektedir.



Şekil 4.7. Yaş ve kurutma sonrası ısırgan yaprağındaki su aktivite (a_w) değerlerinin değişimi

Şekil 4.7 incelendiğinde ısırgan otu yaprağının kurutma öncesi su aktivite (a_w) değeri 0.90 iken; 30, 40, 50 ve 60 °C sıcaklıktaki sıcak havalı kurutucuda kurutma sonrasında bu değer sırasıyla 0.41, 0.40, 0.21 ve 0.16 olarak ölçülmüştür. Kurutma sıcaklığının artışı ve buna bağlı olarak örneklerin son nem düzeyinin düşmesi su aktivite değerlerinde de önemli düzeyde bir düşüş olmasına sebep olmuştur. Güneşte ve gölgede kurutulan ısırgan yapraklarının su aktivite (a_w) değerleri sırasıyla 0.50, 0.54 olarak saptanmıştır. Bu değerlerin sıcak havalı sistemle kurutulan örneklerle kıyaslandığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

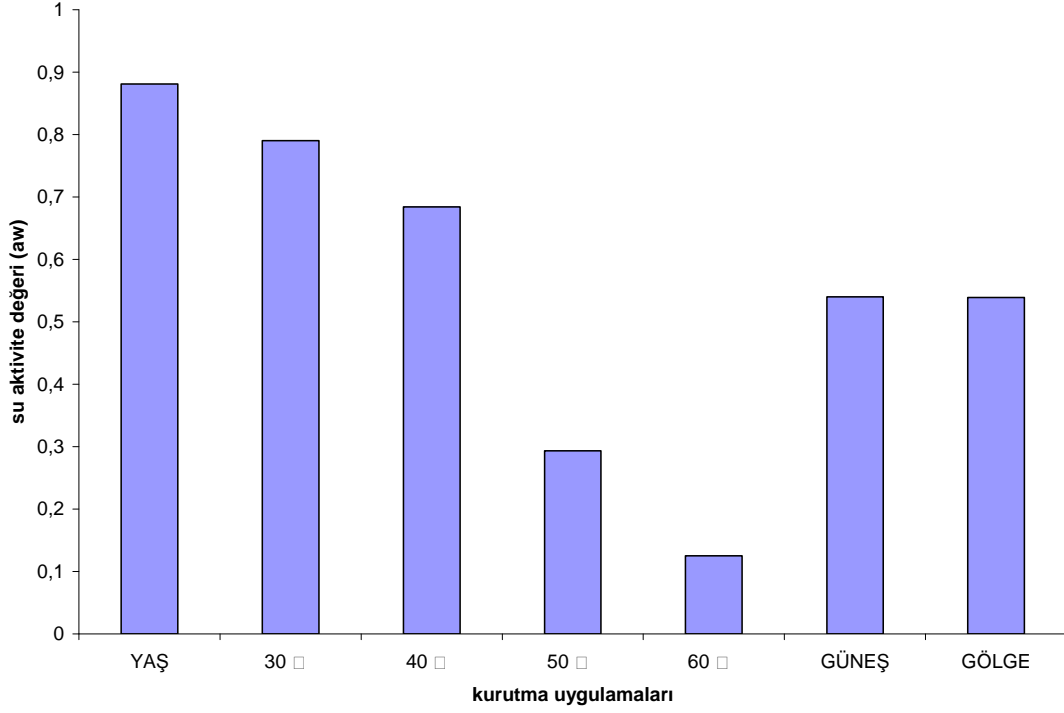
Şekil 4.8’de yaş ve kurutma sonrası ısırgan sapındaki su aktivitesi (a_w) değerlerinin değişimi görülmektedir. Şekil incelendiğinde ısırgan saplarının kurutma öncesi su aktivitesi (a_w) değeri 0.91 iken sıcak havalı kurutucuda 30, 40 , 50 ve 60 °C sıcaklıkta kurutulan örneklerin su aktivite değerlerinin (a_w) sırasıyla 0.41, 0.33, 0.26 ve 0.22 olduğu görülmektedir. Güneşte kurutulan ısırgan sap örneklerinin su aktivite (a_w) değerleri 0.54, gölgede kurutulanlarınkinin ise 0.54 olarak sıcak havalı kurutma yöntemiyle kurutulan örneklerine göre oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.8. Yaş ve kurutma sonrası ısırgan saplarındaki su aktivitesi(a_w) değerlerinin değişimi

Şekil 4.9’da yaş ve kurutma sonrası zeytin yaprağı örneklerinin su aktivite (a_w) değerlerinin değişimi görülmektedir. Şekil incelendiğinde zeytin yapraklarının kurutma öncesi

su aktivitesi (a_w) değerlerinin 0.81 iken; 30 , 40 , 50 ve 60 °C sıcaklıklarda kurutulması sonrası sırasıyla 0.79, 0.68, 0.29 ve 0.12'e düştüğü görülmektedir. Güneşte ve gölgede kurutulan zeytin yapraklarının su aktivite (a_w) değerleri ise sırasıyla 0.54, 0.54 olarak saptanmıştır. Isırgan yaprağı ve sapında belirlenen durumla farklı olarak sıcak havalı kurutucu kullanılarak, düşük kurutma sıcaklıklarında (30 ve 40 °C) kurutulan zeytin yaprak örneklerinin su aktivite değerlerinin güneşte ve gölgede kurutulmuş olan örneklerinkinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.9. Yaş ve kurutma sonrası zeytin yapraklarındaki su aktivitesi (a_w) değerlerinin değişimi

Isırgan yaprağı, sapı ve zeytin yaprağı için yapılan istatistiksel analizler tüm ürünler için kurutma yöntemlerinin ve kurutma sıcaklığının örneklerin su aktivite değerleri üzerine etkisinin önemli olduğunu ($P<0.05$) göstermiştir.

Su aktiviteleri açısından bakıldığında güneşte ve gölgede kurutulan tüm ürünlerde su aktivite değerlerinin oldukça yüksek olması ve bunun da ürünlerin raf ömürleri üzerine etkisinin olumsuz olması sebebiyle kurutma işlemi için bu yöntemler önerilmemektedir. Bu ürünler için optimum su aktivite değerleri 0.20-0.30 arasında olması gerektiği göz önünde bulundurulursa (Troller ve Christian 1978) ısırgan yaprağı için 50 °C' de , ısırgan sapı için 50 °C veya 60 °C' de ve zeytin yaprağı için de 50 °C' de sıcak havalı kurutma önerilebilmektedir.

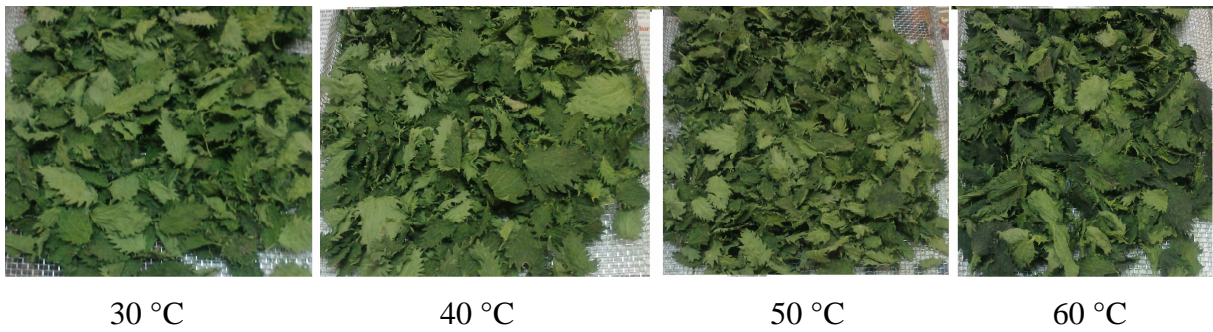
4.3. Ürünlerin Renk Değerlerine İlişkin Sonuçlar

Isırgan yaprağı, ısırgan sapı ve zeytin yaprağının farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucu meydana gelen L^* , a^* ve b^* renk değerleri kullanılarak hesaplanan renk parametrelerindeki değişimler Çizelge 4.3, 4.4 ve 4.5’de görülmektedir. Analizde ölçülen yaş ve kurutulmuş örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak renk parlaklığı sapması (ΔL^*), renk sapması (ΔE^*), kroma sapması (ΔC^*), metrik renk tonu açısı (H) ve metrik renk tonu açı sapması (ΔH) değerleri hesaplanmıştır. Sıcak havalı kurutma düzeneğinde kurutulmuş olan ısırgan yaprak örneklerinin için hesaplanmış olan renk parametreleri incelendiğinde kurutma sıcaklığının artışıyla tüm renk parametrelerindeki sapmanın arttığı görülmektedir. Yaş ürüne en yakın yani renk parametrelerindeki sapmaların en düşük olduğu kurutma koşulunun 30 °C kurutma sıcaklığının kullanıldığı sıcak havalı kurutma koşulu olduğu Çizelge 4.3’de görülmektedir. Gölgede kurutma koşulunda örneklerdeki renk değişimlerinin güneşte kurutmaya kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır. Mutlu ve Ergüneş’in (2008) domateslerin güneş enerjili rafli kurutucularda kurutulması ile ilgili çalışmalarında kurutma işlemi sonunda örneklerin kroma değerlerinin taze örneklerle kıyaslandığında yaklaşık %45 oranında azaldığını saptamışlardır. Isırgan yaprağında en fazla renk kaybının güneşte kurutma metodunda olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Isırgan yaprağına ait renk değerleri (yaş ısırgan yaprağında $L^*=34.66$, $a^*=-7.94$, $b^*=13.45$)

Kurutma yöntemi	ΔL^*	ΔE^*	ΔC^*	ΔH	H
Sıcak havalı (30 °C)	0.22	0.32	0.23	0.45	-62.17
Sıcak havalı (40 °C)	1.91	2.37	1.26	3.29	-60.62
Sıcak havalı (50 °C)	4.41	5.051	2.43	7.13	-60.59
Sıcak havalı (60 °C)	7.94	8.81	3.78	12.44	-60.55
Güneşte	9.71	12.01	6.56	16.78	-70.20
Gölgede	9.59	11.02	5.23	21.10	-63.08

Sıcak havalı kurutma düzeneğinde kurutulan ısırgan yapraklarında renk değişimlerinin kurutma sıcaklığının artışıyla oldukça değiştiği ve 50 ve 60 °C kurutma sıcaklığında kurutulan yapraklarda daha fazla büzülme, kararma ve kahverengileşme olduğu Şekil 4.10'da görülmektedir. Isırgan yaprağı örneklerinin kurutulmasında kurutma yöntemlerinin renk özellikleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Sıcak havalı kurutucuda kurutulan örneklerin renk sapmaları üzerine kurutma sıcaklığının etkisi önemli bulunurken ($P<0.05$), 30 ve 40 °C'de kurutulmuş olan örneklerin ΔL^* ve ΔC^* değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).



Şekil 4.10. Isırgan yaprağının farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucu meydana gelen renk değişimleri

Çizelge 4.4' de sıcak havalı kurutma düzeneğinde kurutulmuş olan ısırgan sapı örnekleri için hesaplanmış olan renk parametreleri incelendiğinde kurutma sıcaklığının artışıyla tüm renk parametrelerindeki sapmanın da ısırgan yapraklarında olduğu gibi artış gösterdiği görülmektedir. Yaş ürüne en yakın yani renk parametrelerindeki sapmaların en düşük olduğu kurutma koşulunun en düşük kurutma sıcaklığında yani 30 °C' de sıcak havalı kurutma düzeneğinde olduğu görülmektedir. Güneşte kurutulmuş örneklerin renk sapması, renk parlaklığı sapmasınının 40, 50 ve 60 °C sıcaklıklarda kurutucuda kurutulan sap örneklerine kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Doymaz ve ark. (2003) maydanoz kurutma ile ilgili çalışmalarında benzer sonuçları bulmuşlar, 40-70 °C sıcaklıklar arasında kurutulmuş olan örneklerde renk değerlerinden parlaklık değerinin (L^*) sıcaklık arttıkça düştüğünü tespit etmişlerdir.

Gölgede kurutulan sap örneklerinde renk sapmalarının diğer kurutma uygulamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu ise güneşte ve gölgede kurutmada ısırgan sap örneklerinin yaklaşık aynı nem düzeyine gelebilmeleri için (güneşte kurutma için %11.69 ve gölgede kurutma için %11.94) gereken sürenin güneşte kurutma için 5 gün iken gölgede

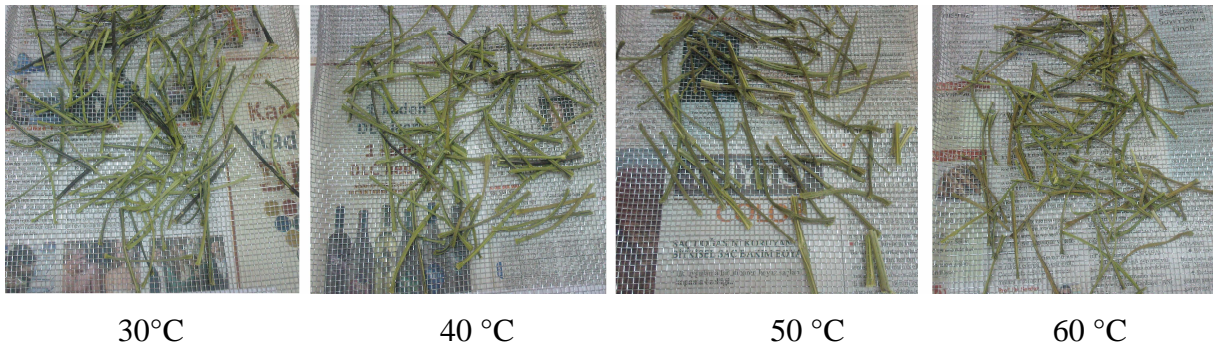
kurutma için 7 gün gibi oldukça uzun bir süre olmasından ve bu süre boyunca dış etkilere maruz kalmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.4. ısırgan sapına ait renk değerleri (yaş ısırgan sapında $L^*=37.67$, $a^*=-5.25$, $b^*=15.25$)

Kurutma yöntemi	ΔL^*	ΔE^*	ΔC^*	ΔH	H
Sıcak havalı (30 °C)	6.24	6.62	2.22	9.36	-72.67
Sıcak havalı (40 °C)	7.44	7.98	2.90	11.29	-72.03
Sıcak havalı (50 °C)	7.83	9.19	4.82	13.00	-71.56
Sıcak havalı (60 °C)	8.29	10.13	5.82	14.33	-70.93
Güneşte	6.53	9.35	6.18	12.97	-87.96
Gölgede	8.60	10.68	6.24	15.07	-76.00

Isırgan sapı örneklerinin kurutulmasında kurutma yöntemlerinin renk özellikleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Sıcak havalı kurutucuda kurutulan örneklerin renk sapmaları üzerine kurutma sıcaklığının etkisi ise önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Aynı şekilde, 30 ve 60 °C’de kurutulmuş olan örneklerle ilişkin ΔL^* , ΔE^* , ΔC^* ve ΔH değerleri arasındaki fark da oldukça önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Sıcak havalı kurutma düzeneğinde kurutulan ısırgan sap örneklerindeki renk değişimlerinin kurutma sıcaklığının artışıyla değiştiği ve 50 ve 60 °C kurutma sıcaklığında kurutulan saplarda daha fazla kararma ve kahverengileşme olduğu Şekil 4.11’de görülmektedir.



Şekil 4.11. ısırgan sapının farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucu meydana gelen renk değişimleri

Çizelge 4.5’ de farklı kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulan zeytin yaprakların renk parametrelerindeki değişim verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi sıcak havalı kurutma düzeneğinde kurutulmuş olan örnekler için hesaplanmış olan renk parametreleri incelendiğinde kurutma sıcaklığının artışıyla tüm renk parametrelerindeki sapmalarında arttığı görülmektedir. Yaş ürüne en yakın kuru örnekler ısırgan yaprak ve sap örneklerinde de olduğu gibi 30 °C’ de sıcak havalı kurutma düzeneğinde kurutulmuş örneklerde saptanmıştır. Renk parametrelerinde en fazla sapma gölgede kurutulmuş örneklerde gerçekleşmiştir. Isırgan sapında olduğu gibi bunun da zeytin yapraklarının gölgede kurutma sırasında son nem içeriğine (güneşte kurutma için 72 saat sonunda %7.71 ve gölgede kurutma için 168 saat sonunda %8.45) ulaşabilmesi için geçen zamanın diğer yöntemlere kıyasla çok uzun olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Polatçı ve Tarhan (2009), reyhan bitkisini güneşte ve gölgede kurutmuşlardır. Güneşte kurutma işlemi sonucunda Hue açısını (H) daha düşük belirlemişlerdir.

Çizelge 4.5. Zeytin yaprağına ait renk değerleri (yaş zeytin yaprağında $L^*= 49.64$, $a^*= -4.75$, $b^*= 12.38$)

Kurutma yöntemi	ΔL	ΔE	ΔC	ΔH	H
Sıcak havalı (30 °C)	8.37	8.41	0.83	11.90	-70.73
Sıcak Havalı (40 °C)	8.97	9.04	1.02	12.77	-69.00
Sıcak havalı (50 °C)	11.86	12.54	2.82	17.49	-68.65
Sıcak havalı (60 °C)	13.84	15.08	5.09	21.09	-67.98
Güneşte	13.26	14.60	5.08	20.37	-89.92
Gölgede	16.76	17.19	3.83	24.31	-69.37

Sıcak havalı kurutma düzeneğinde kurutulan zeytin yaprakları örneklerindeki renk değişimlerinin kurutma sıcaklığının artışıyla oldukça değiştiği ve özellikle 50 ve 60 °C

kurutma sıcaklığında kurutulmuş yapraklarda şekil değişikliği, kahverengileşme ve sararma olduğu Şekil 4.12’de görülmektedir.

Zeytin yaprağı örneklerinin kurutulmasında kurutma yöntemlerinin renk özellikleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Sıcak havalı kurutucuda kurutulmuş örneklerin renk sapmaları üzerine kurutma sıcaklığının etkisi önemli bulunurken ($P<0.05$), 30 ve 40 °C’de kurutulmuş olan örneklerin ΔL^* , ΔC^* , ΔE^* ve ΔH değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).



Şekil 4.12. Zeytin yaprağının farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucu meydana gelen renk değişimleri

4.4. Ürünlerin C Vitamini İçeriklerine İlişkin Sonuçlar

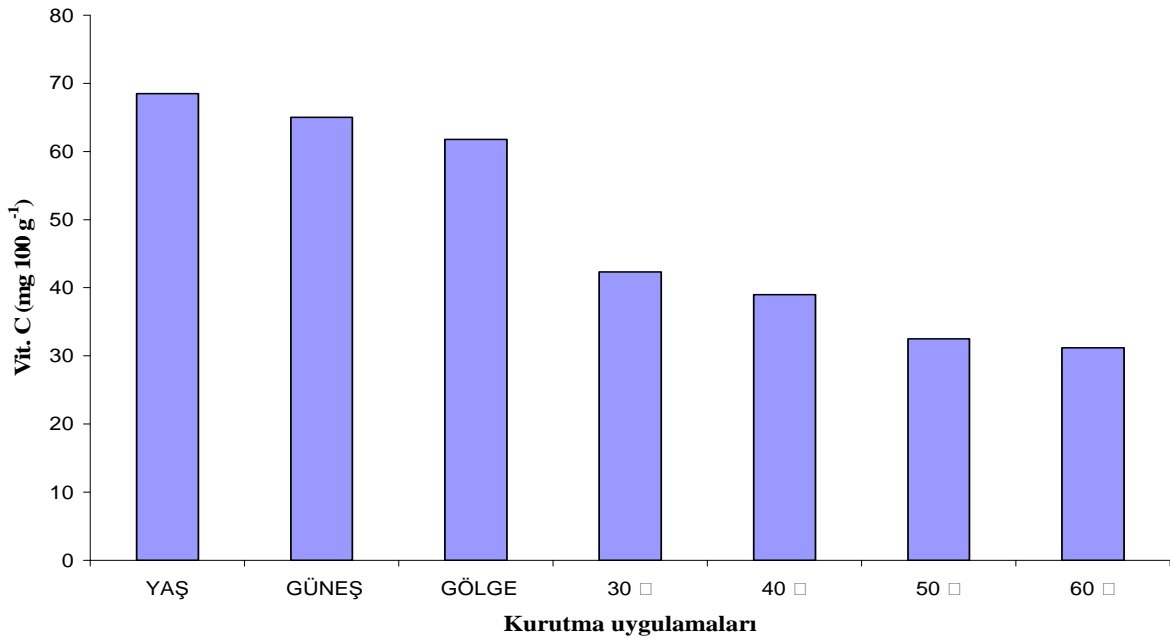
Isırgan yaprağına ait C vitamini ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) değerleri değerlerinin kurutma yöntemlerine ve kurutma sıcaklığına bağlı olarak değişimi Çizelge 4.6. ve Şekil 4.13’de verilmiştir. Çizelge 4.6. ve Şekil 4.13 incelendiğinde yaş ısırgan yaprağında $68.5 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ C vitamini bulunurken kurutma işlemi ile tüm örneklerde C vitamini içeriğinin düştüğü saptanmıştır. Bu düşüşün en fazla sıcak havalı kurutma yönteminde gerçekleştiği ve sıcaklığın artışıyla C vitamini içeriğindeki azalmanın da arttığı Şekil 4.13’ de görülmektedir. En fazla C vitamini kaybı 60 °C sıcaklıktaki sıcak havalı kurutucuda yapılan kurutma işleminde gerçekleşmiştir ve 60 °C’ de kurutma sonrası bu değer $31.2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ’a kadar düşmüştür. 60 °C’de C vitamini kaybı $54.45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ iken 30 °C’de ki C vitamini kaybı $38.24 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ’dır. Nicolaev ve ark. (2007), farklı yöntemlerle kurutulmuş ısırgan otlarında ortaya çıkan C vitamini miktarındaki kayıplarına ilişkin araştırmalarında sıcak havalı kurutucuda 65 °C’de kurutulmuş ısırgan otlarındaki C vitamini miktarı ile mikrodalga-sıcak hava kombinasyonu kurutucuyu kullanarak kuruttıkları örneklerdeki C vitamini miktarını kıyaslamışlardır. sıcak havalı kurutucuda 65 °C’de kurutulmuş üründen elde edilen C vitamini içeriğinin diğer örneklerinkine kıyasla daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Araştırmamızda, güneşte ve gölgede C vitamini kaybının daha düşük düzeyde gerçekleştiği ve %5-9 civarında olduğu saptanmıştır.

Gölgede kurutma işlemi sonucu meydana gelen C vitamini kaybı güneşte kurutma sonucu ortaya çıkan kayıptan daha fazladır. Bu kayıpların fazla olmasının kuruma süresince örneğin uzun süre dış ortam etkilerine maruz kalmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Isırgan yaprak örneklerinde kurutma yönteminin C vitamini içeriğindeki değişime etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Öte yandan 30 °C ve 40 °C’de kurutulan üründen elde edilen C vitamini içeriği arasındaki ve 50 °C ve 60 °C’ de kurutulan üründen elde edilen C vitamini içeriği arasındaki farklarda önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Çizelge 4.6. Isırgan yaprağında bulunan C vitamini ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) değerleri

Kurutma Uygulamaları	Vitamin C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)
Yaş ürün	68.5
Güneşte	65.0
Gölgede	61.8
Sıcak havalı (30 °C)	42.3
Sıcak havalı (40 °C)	39.0
Sıcak havalı (50 °C)	32.5
Sıcak havalı (60 °C)	31.2

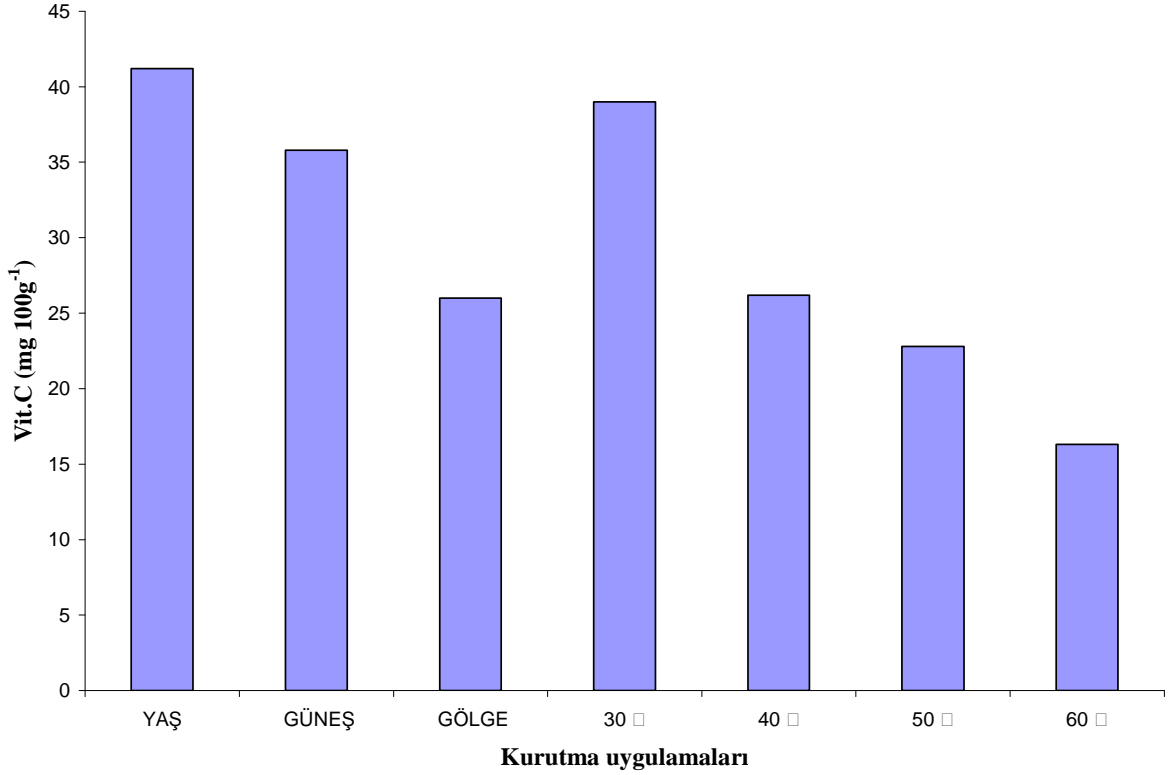


Şekil 4.13. Isırgan yaprağında bulunan C vitamini ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) değerleri

Isırgan sapına ait C vitamini ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) değerleri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.14’de verilmiştir. Yaş ısırgan sapında $41.2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ C vitamini bulunurken en fazla C vitamini kaybı $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ’de yapılan sıcak havalı kurutma işleminde olmuştur. $60 \text{ }^\circ\text{C}$ kurutma sonrası bu değer oldukça düşmüş ve $16.3 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ’a ulaşmıştır. Isırgan yaprağından farklı olarak $30 \text{ }^\circ\text{C}$ kurutma sonucu üründe C vitamini miktarı güneşte ve gölgede kurutulan örneklerinkine kıyasla oldukça yüksek bir değerde $39 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ olarak tayin edilmiştir. Kuşçu (2002)’nin yaptığı çalışmada ; kırmızı biberler doğal kurutma ve hava akımlı kurutucu ile kurutulmuştur. Kurutma sonucu doğal kurutma yönteminde askorbik asit kaybı %63 iken, hava akımlı kurutucuda kayıp %54 olarak bildirilmiştir. $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ’de ki kurutma sonucu C vitamini kaybı %60.43 iken $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ’de C vitamini kaybı %5,33’tür. Güneşte ve gölgede kurutma sonucu bu kayıp miktarı %13-36 arasında değiştiği saptanmıştır. Kurutma yöntem ve kurutma sıcaklığının ısırgan sap örneklerinde C vitamini içeriğindeki değişime etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Isırgan sap örneklerinde kurutma yönteminin C vitamini içeriğindeki değişime etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.7. Isırgan sapında bulunan C vitamini ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) değerleri

Kurutma Uygulamaları	Vitamin C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)
Yaş ürün	41.2
Güneşte	35.8
Gölgede	26.0
Sıcak havalı ($30 \text{ }^\circ\text{C}$)	39.0
Sıcak havalı ($40 \text{ }^\circ\text{C}$)	26.2
Sıcak havalı ($50 \text{ }^\circ\text{C}$)	22.8
Sıcak havalı ($60 \text{ }^\circ\text{C}$)	16.3



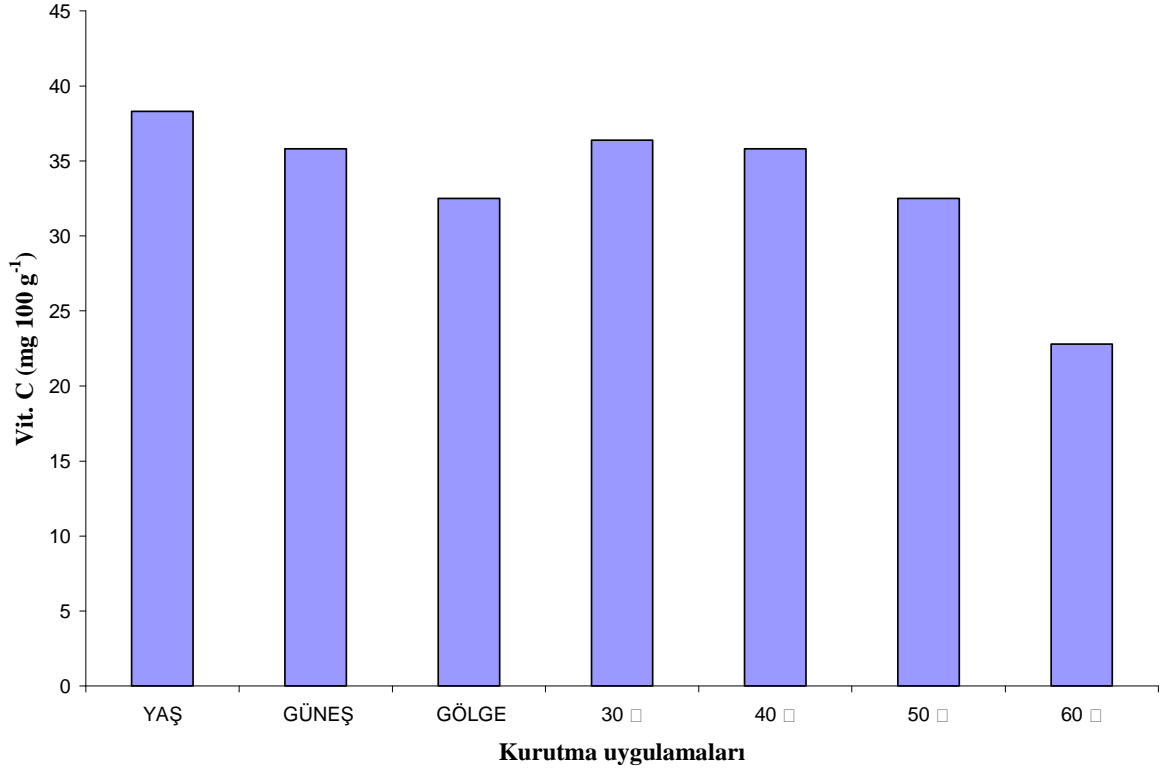
Şekil 4.14. Isırgan sapında bulunan C vitamini (mg 100g⁻¹) değerleri

Zeytin yaprağında farklı kurutma işlemleri ve sıcaklıklarına bağlı olarak örneklerin C vitamini (mg 100g⁻¹) içeriğindeki değişimler Çizelge 4.8. ve Şekil 4.15.'de görülmektedir. en fazla C vitamini kaybının ısırgan yaprak ve sap örneklerinde olduğu yine sıcak havalı kurutucuda 60 °C sıcaklıkta kurutulan örneklerde olduğu saptanmıştır. Yaş zeytin yaprağında 38.3 mg 100g⁻¹ C vitamini bulunurken, 60 °C kurutma sonrası değer 22.8 mg 100g⁻¹'a düşmüştür. 60 °C'de görülen C vitamini kaybı %40.46, iken 30 °C'de görülen C vitamini kaybının oldukça düşük düzeyde kaldığı ve %4.96 civarında olduğu saptanmıştır.

Güneşte ve gölgede kurutma sonucu meydana gelen C vitamini kaybı ise %6-15 arasında değişmiştir. Zeytin yaprak örneklerinde kurutma yöntemlerinin C vitamini içeriğindeki değişime etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Öte yandan sıcak havalı kurutma yönteminde 60 °C'de kurutulan üründen elde edilen C vitamini içeriği arasındaki fark ile 30, 40 ve 50 °C'de kurutulan üründen elde edilen C vitamini içeriği arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.05).

Çizelge 4.8. Zeytin yaprağında bulunan C vitamini(mg 100g⁻¹) değerleri

Kurutma Uygulamaları	Vitamin C (mg 100g⁻¹)
Yaş ürün	38,3
Güneşte	35,8
Gölgede	32,5
Sıcak havalı (30 °C)	36,4
Sıcak havalı (40 °C)	35,8
Sıcak havalı (50 °C)	32,5
Sıcak havalı (60 °C)	22,8



Şekil 4.15. Zeytin yaprağında bulunan C vitamini(mg 100g⁻¹) değerleri

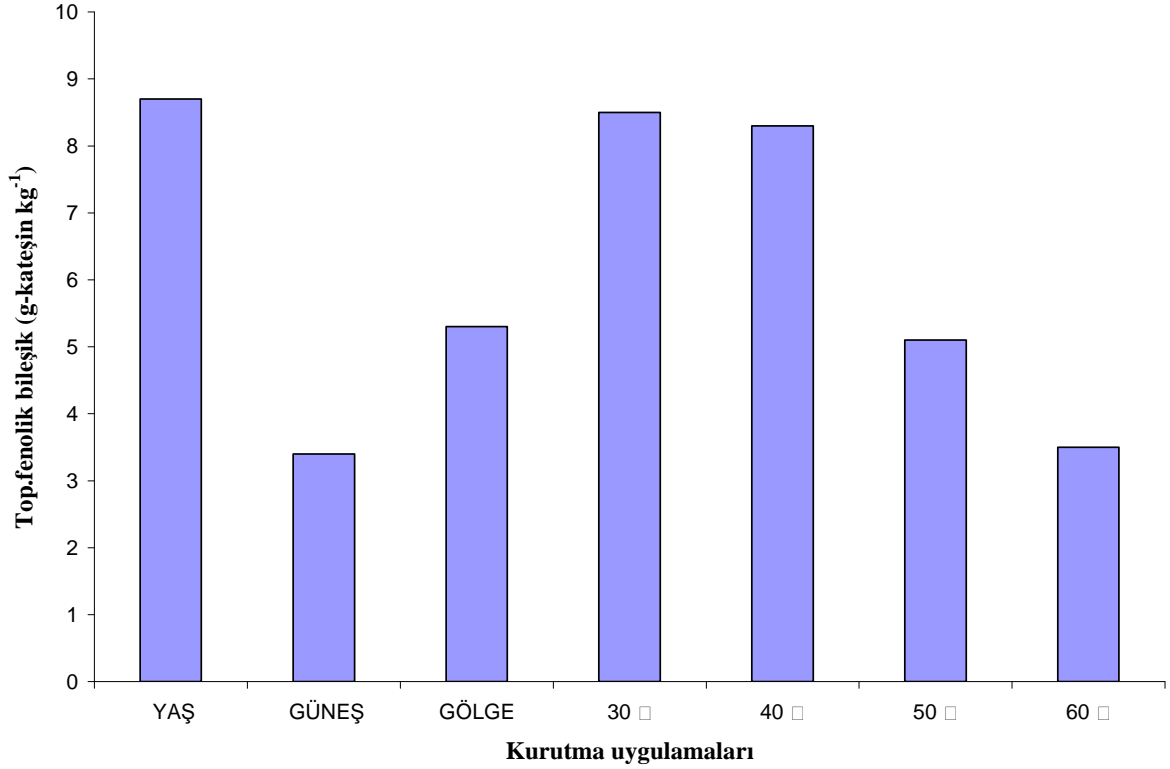
4.5. Ürünlerin Toplam Fenolik Madde İçeriklerine İlişkin Sonuçlar

Isırgan yaprak örneklerine ait toplam fenolik madde değerleri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.16 'da verilmiştir. Yaş ısırgan yaprağında toplam fenolik bileşik miktarı 8.7 g-kateşin kg⁻¹ iken, sıcaklık değeri arttıkça bu değer 3.5 g-kateşin kg⁻¹'a düştüğü görülmüştür. 60 °C

sıcaklıktaki kurutma ile toplam fenolik bileşik miktarındaki düşüş %59.77 iken 30 °C sıcaklıkta kurutmada ise kayıp oldukça düşük, yani %2.29 düzeyinde olmuştur. Güneşte ve gölgede kurutma yönteminde toplam fenolik bileşik miktarındaki kayıp ise %39-60 arasında değişmektedir. Sonuçlar incelendiğinde gölgede kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde içeriği ile 50 °C’de kurutulmuş örneklere ait değerlerin birbirine yakın olduğu saptanmıştır. Güneşte kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde içeriği ile de 60 °C’de kurutulmuş örneklere ait değerlerin diğer örneklerinkine göre oldukça yüksek ve birbirine oldukça yakın olduğu belirlenmiştir. Araştırmamızda, ısırgan yaprak örneklerinde kurutma yöntemlerinin toplam fenolik madde içeriğindeki değişime etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Öte yandan sıcak havalı kurutma yönteminde 30 °C’de kurutulan üründeki toplam fenolik madde içeriği ile 40°C’de kurutulan üründeki toplam fenolik madde içeriği arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (P>0.05)

Çizelge 4.9. Isırgan yaprağına ait toplam fenolik madde değerleri

Kurutma Uygulamaları	Top.Fenolik Bileşik (g-kateşin kg⁻¹)
Yaş ürün	8.7
Güneşte	3.4
Gölgede	5.3
Sıcak havalı (30 °C)	8.5
Sıcak havalı (40 °C)	8.3
Sıcak havalı (50 °C)	5.1
Sıcak havalı (60 °C)	3.5



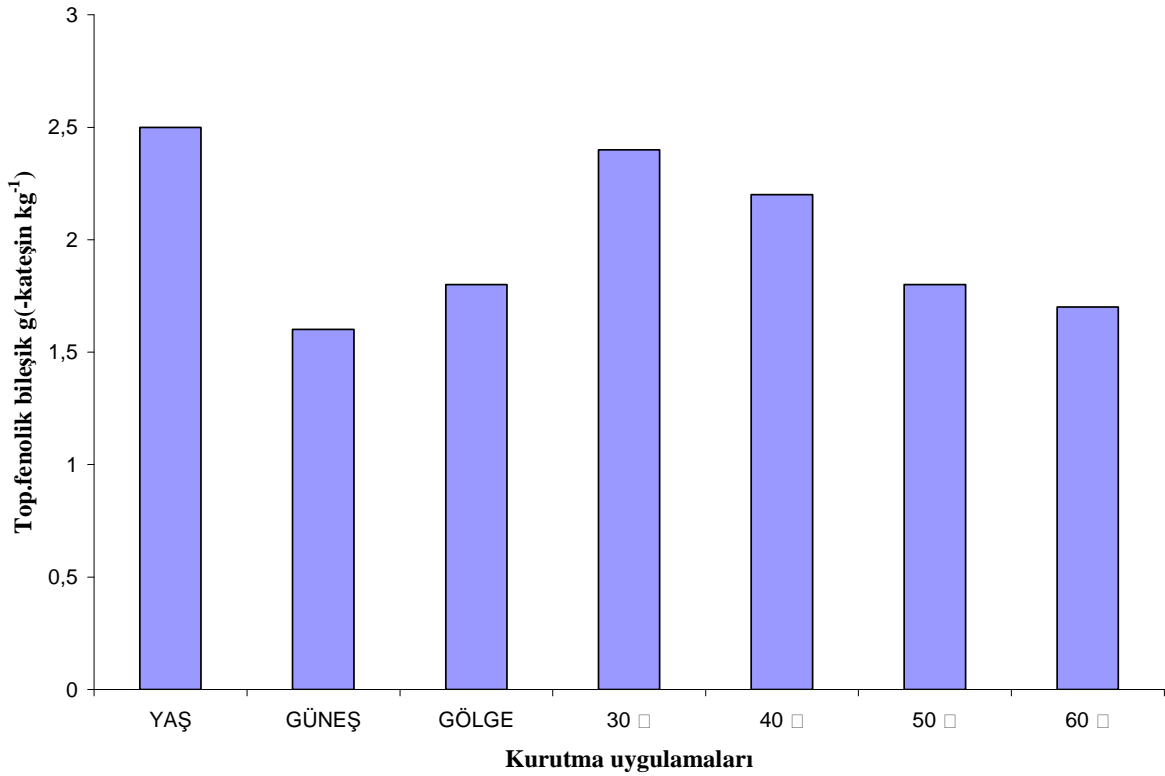
Şekil 4.16. Isırgan yaprağına ait toplam fenolik madde değerleri

Isırgan sap örneklerine ait toplam fenolik madde değerleri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.17’de verilmiştir. Yaş ısırgan sapında toplam fenolik bileşik miktarı 2.5 g-kateşin kg⁻¹ iken sıcaklık değeri arttıkça toplam fenolik bileşik miktarı 1.6 g-kateşin kg⁻¹’a kadar düşmüştür. 60 °C sıcaklıkta kurutma ile toplam fenolik bileşik miktarındaki düşüş %32 iken, 30 °C sıcaklıkta ki kurutma sonucunda düşüş ısırgan yapraklarında olduğu gibi oldukça düşük olmuştur (%4). Güneşte ve gölgede kurutma methodunda toplam fenolik bileşik miktarındaki düşüş %28-36 civarındadır. En fazla toplam fenolik bileşik g-kateşin kg⁻¹ miktarındaki kayıp güneşte kurutma ve 60 °C’ de sıcak havalı kurutucuda yapılan kurutma işleminde görülmüştür.

Isırgan sapı örneklerinde kurutma yöntemlerinin toplam fenolik madde içeriğindeki değişime etkisi önemli bulunmuştur (P<0.05). Sıcak havalı kurutma yönteminde 30 °C’de kurutulan ürünlerdeki toplam fenolik madde içeriği ile 40°C’de kurutulan ürünlerdeki toplam fenolik madde içeriği arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Çizelge 4.10. Isırgan sapına ait toplam fenolik madde değerleri

Kurutma Uygulamaları	Top.Fenolik Bileşik (g-kateşin kg⁻¹)
Yaş ürün	2.5
Güneşte	1.6
Gölgede	1.8
Sıcak havalı (30 °C)	2.4
Sıcak havalı (40 °C)	2.2
Sıcak havalı (50 °C)	1.8
Sıcak havalı (60 °C)	1.7



Şekil 4.17. Isırgan sapına ait toplam fenolik madde değerleri

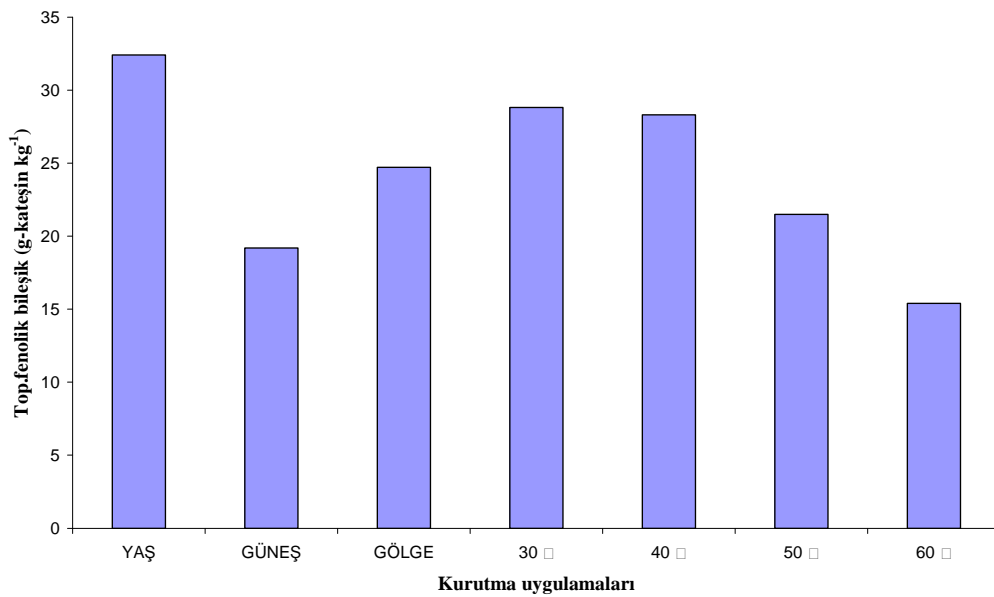
Zeytin yaprak örneklerine ait toplam fenolik madde değerleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.18 'de verilmiştir. Yaş zeytin yaprağında toplam fenolik bileşik miktarı ısırgan yaprağı ve sapına kıyasla oldukça yüksek bulunmuştur. Yaş zeytin yaprağında bu miktar 32.4 g-kateşin kg⁻¹ iken, bu değer sıcaklık arttıkça düşmüş ve 60 °C'de kurutulmuş örneklerde 15.4 g-kateşin kg⁻¹'a kadar düşmüştür. 60 °C sıcaklıkta kurutma ile toplam fenolik bileşik miktarındaki düşüş %52.4, 30 °C sıcaklıkta ki kurutma işleminde ise bu düşüş miktarı %11.1'dir. Güneşte ve gölgede kurutma işleminde ise toplam fenolik bileşik miktarındaki

kayıp %23-40 civarında saptanmıştır. Benzer şekilde Erbay ve İçier (2008), zeytin yapraklarını 40-60 °C’de 240-280 dakika süreyle tepsili sistemde kurutmuşlardır. Kurutma işlemi sonunda toplam fenolik madde kaybını %41.85 olarak bulmuşlardır. Hata (2004) zeytin yapraklarını 70 °C ve 105°C’de 3 saat kurutmuşlar ve kurutma sonucu fenolik madde kaybının sıcaklık arttıkça arttığını bildirmişlerdir.

Zeytin yaprağı örneklerinde kurutma yöntemlerinin toplam fenolik madde içeriğindeki değişime etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Sıcak havalı kurutma yönteminde 30 °C’de kurutulan ürünlerdeki toplam fenolik madde içeriği ile 40°C’de kurutulan ürünlerdeki toplam fenolik madde içeriği arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Çizelge 4.11. Zeytin yaprağına ait toplam fenolik madde değerleri

Kurutma Uygulamaları	Top.Fenolik Bileşik (g-kateşin kg⁻¹)
Yaş ürün	32.4
Güneşte	19.2
Gölgede	24.7
Sıcak havalı (30 °C)	28.8
Sıcak havalı (40 °C)	28.3
Sıcak havalı (50 °C)	21.5
Sıcak havalı (60 °C)	15.4



Şekil 4.18. Zeytin yaprağına ait toplam fenolik madde değerleri

5. SONUÇ

Bu çalışmada son yıllarda gerek sağlıklı yaşamı destekleyici ürün olarak tüketilen ısırgan(çay, yemek çeşitleri, kozmetik ürünleri gibi) ve zeytin yaprağı(çay) ile boya ve lif üretiminde kullanılan ısırgan sapı için optimum kurutma yöntemi saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla laboratuvar tipi sıcak havalı kurutucu kullanılarak 4 farklı sıcaklıkta yapay kurutma ile doğal kurutma (gölgede ve güneşte) sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sadece kuruma süresinin kısalığı değil ulaşılabilen son nem düzeyi ve bazı kalite kriterleri açısından gerçekleştirilmiştir ki bu kriterler kuru ürünün raf ömrünü ve tüketici talebini etkileyen kriterlerdir. Bu kalite kriterleri su aktivitesi değerleri, renk sapmaları, C vitamini değişimi ve toplam fenolik madde miktarlarıdır. Bu kriterler hem yaş ürün için hem de kurutulmuş örnekler için saptanmıştır.

Elde edilen kurutma denemeleri ve kalite kriterlerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde; güneşte ve gölgede kurutmanın kuruma süresinin uzun olması ve incelenen kalite kriterlerine etkisinin olumsuz olması sebebiyle kabul edilir sonuçlar vermediği görülmüştür. Öte yandan sadece ısırgan yaprak ve sap örneklerinde C vitamini kaybının doğal kurutmada daha az olduğu saptanmıştır ki bunun kuruma süresinin çok uzun olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat uzun kuruma süresinin ısırgan yaprak ve sap örneklerinde diğer kalite parametrelerine olumsuz etkisi olduğu saptanmıştır. Bu sebeple tüm örnekler için sıcak havalı kurutma sisteminde kurutma önerilmektedir.

Sıcak havalı kurutucuda düşük sıcaklık derecesinde (30 °C) kurutulan örneklerde kalite kriterleri kabul edilir düzeyde, fakat bu sıcaklıkta da diğer sıcak havalı yöntemlere kıyasla kuruma süresi çok uzun olmuş ve ulaşılabilen son nem düzeyi tıbbi bitkiler için olması gereken nem içeriğinden yani %10-12'den yüksek düzeyde kalmıştır .

Kuruma süresi, ulaşılabilen son nem içeriği ve kuru ürünlerin su aktivitesi değerleri açısından optimum kurutma sıcaklığı ısırgan yaprak, sap ve zeytin yaprağı örneklerinde 50 °C kurutma sıcaklığı optimum sıcaklık olarak belirlenmiştir. Fakat renk, C vitamini ve fenolik madde içeriği açısından 50 °C kurutma sıcaklığında ürünlerdeki kayıpların oldukça fazla olduğu anlaşılmıştır. Öte yandan ürünlerde genel olarak 30 °C'de kurutulmuş olan örneklerin kalite kriterleri ile ve 40 °C'de kurutulmuş olan örneklerin kalite kriterleri arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır (P>0.05). Bu sonuçlar göz önüne alındığında bu çalışma sonucunda ısırgan yaprağı, ısırgan sapı ve zeytin yaprağı için; en optimum yöntem olarak sıcak havalı kurutucuda ve 40 °C kurutma sıcaklığının uygulandığı kurutma işlemi önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Aktaş T, Ülger P, Dağlıoğlu F, Hastürk F (2008). Effect of Storage Time on Quality of Plum Osmotically Pretreated with Trehalose and Sucrose Solutions Before Drying. Proc. 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 904-909, Antalya.
- Alibaş İ (2007). Energy Consumption and Colour Characteristics of Nettle Leaves during Microwave, Vacuum and Convective Drying. Biosystems Engineering, 96(4): 495-502.
- Andreadou I, Sigala F, Papaefthimiou M, Sigalas C (2007). Acute Doxorubicin Cardiotoxicity is Successfully Treated With The Phytochemical Oleuropein Through suppression of Oxidative and Nitrosative Stres. J Mol Cell Cardiol, 42(3):549-58.
- Anonim (1983). Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Metotları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. Yayın No.65, 225-226, Ankara.
- Anonim (2008). Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi. www.uzzk.org/zeytinagaci.aspx (erişim tarihi, 19.03.2009).
- Bahloul N, Boudhrioua N, Kouhila M and Kechaou N (2009). Effect of Convective Solar Drying on Colour, Total Phenols and Radical Scavenging Activity of Olive Leaves (*Olea europaea* L.).International Journal of Food Science and Technology, 44(12):2561-2567.
- Başer C ve Kırimer N (2002). Anadolu'da Halk Arasında Bitkilerin Kullanılış Amaçları Üzerinde Etnobotanik bir Çalışma. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler 29-31 Mayıs, Eskişehir.
- Baydar H (2005). Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın No:55. Bent, S., Ko, R., 2004.
- Baytop T (1963). Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No.1039 Tıp Fak.No.59, İstanbul.
- Baytop T (1999). Türkiye'de Bitkilerle Tedavi. Nobel Tıp Yayınevi, 2. Baskı, İstanbul.
- Benevante- Garcia O, Castillo J, Lorente J, Ortuna A and Del JA (2000). Antioxidant Activity of Phenolies Extracted From *Olea Europea* L.Leaves. Food Chemistry 68:457-462.
- Benevante- Garcia O, Castillo J, Lorente J, Alcaraz M (2002). Radioprotective Effects Invivo of Phenolics Extracted From *Olea Europea* L.Leaves Against X-Ray-İnduced Chromosomal Damage. J Med Food, 5(3):125-35.

- Boudhrioua N, Kouhila M, Kechaou N (2008). Experimental and Mathematical Investigations of Convective Solar Drying of Four Varieties of Olive Leaves. *Food Bioprod. Process*, 86:176-184.
- Boudhrioua N, Bahloul N, Ben Slimen I, Kechaou N (2009). Comparison on the Total Phenol Contents and The Color of Fresh and Infrared Dried Olive Leaves. *Industrial Crops and Products*, 29(2-3): 412-419.
- Bown D (1995). *Encyclopedia of Herbs and Their Uses*, Dorling Kindersley, London.
- Bugrova LN (1971). Dehydration of Cubes of Parsley, Celery and Parsnip Roots. *Konservnaya-i-Ovoshchesushil'naya- Promyshlennost*. 8: 11-13.
- Bülbül E (2007). *Her Yönüyle Zeytincilik*. İnkılap Yayınevi 98s., İstanbul.
- Cemeroğlu B, Karadeniz F ve Özkan M (2003). Meyve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*. No.28, 672-673, Ankara.
- Cemeroğlu B (2007). *Gıda Analizleri*. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*. No.34, 130-141s , Ankara.
- Chief R (1988). *The Mcdonald Encyclopedia of Medicinal Plants*. Mcdonald & Co.Ltd, 66-73. Shoe Lane London.
- Cronquist A (1981). *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. Colombia Üniv. Pres, NY.1262 p, Colombia.
- Dachler M, Pelzman H (1989). *Heil- und Gewürzpflanzen. Anbau – Ernte – Aufbereitung*. Österreichischer Agrarverlag. Druck- und Verlagsgesellschaft m. b. H.
- Disilvestro RA (2001). *Flavonoids as Antioxidants*. *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. Edit: R.E.C. Wildman, CRC Pres. 127-138p, USA.
- Doymaz İ, Tuğrul N ve Pala M (2003). Maydanozun Kurutma Karakteristiklerinin İncelenmesi. *Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi* (3).
- Ebert, K (1982). *Arznei- und Gewürzpflanzen. Ein Leitfaden für Anbau und Sammlung*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.
- Erbay Z, İçier F (2008). Zeytin Ağacından Faydalanmanın Yeni Bir Yolu Olarak Zeytin Yaprağı ve Gıda Endüstrisindeki Potansiyel Uygulama Alanları. *Akademik Gıda*, 3: 27-36.
- Feinberg B (1973). *Vegetables*. In *Food Dehydration, Vol. II: Practices and Applications*. 2nd Edition, AVI Publishing Co., Westport, CT.
- Ferreira R, Barros L, Soares ME, Bastos ML, Pereira JA (2006). Antioxidant Activity and Phenolic Contents of *Olea Europea L*. Leaves Sprayed with Different Copper Formulations. *Food Chemistry*, 103:188-195.

- Fraser S, Whish JPM (1997). A Commercial Herb Industry for NSW – an Infant Enterprise. University of New England, RIRDC Research Paper Series No 97/18.
- Giamarellos EJ, Geladopoulos T, Chrisofos M, Koutoukas P, Vassiliadis J (2006). Oleuropein A Novel Immunomodulator Conferring Prolonged Survival in Experimental Sepsis by *Pseudomonas Aeruginosa*. 26(4):410-416, Shock.
- Gürbüz, B., 1999. Çok yıllık tıbbi ve aromatik bitkiler. Türk-Koop. Ekin Dergisi, Yıl: 3/7, Ankara, (s:83-87).
- Güveloğlu E (2008). Tıbbi Bitkiler. www.elifguveloglu.com.tr (erişim tarihi, 09.03.2009).
- Hata S (2004). Effect of Drying Temperature on The Oleuropein Content of Olive (*Olea Europea L.*) Leaves. Food Preservation Science 30(4).
- Heeger EF (1956). Handbuch des Arznei-und Gewürzpflanzenbaues, Deutscher Bauernverlag, Berlin.
- Kaya A, Aydın O (2008). An Experimental Study on Drying Kinetics of Some Herbal Leaves. Energy Conversion and Management, 50(1): 118-124.
- Kendall RU (2009). Potent Herbal Remedy Against Infectious Diseases and Other Health Problems Relative to Animal Husbandary. Technical Bulletin.
- Kocabıyık H, Demirtürk B S (2008). Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 5(3): 239-246.
- Koç H (2002). Bitkilerle Sağlıklı Yaşama. G.O.P. Üniversitesi Ümit Ofset, 388s, Ankara.
- Kuşçu A (2002). Sürekli Sistemde Kurutma İşleminin Kırmızı Biberde Kalite Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Martín-García AJ, Molina-Alcaide E (2008). Effect of Different Drying Procedures on the Nutritive Value of Olive (*Olea europaea var. europaea*) Leaves for Ruminants. Animal Feed Science and Technology, 142(3:4): 317-329.
- Mutlu A ve Ergüneş G (2008). Tokat'ta Güneş Enerjili Rafli Kurutucu ile Domates Kurutma Koşullarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 1(1) 61-68.
- Müller J, Köll-Weber M, Kraus W (1992). Effect of Drying on the Essential Oil of *Salvia officinalis*. Planta Medica No: 58 (1):78.
- Nicolaev O, Dupouy E, Mija N (2007). The Content of Vitamin C and β -carotene in Nettle and Ramsons and Its Modification at culinary Treatment and Drying International Sempodium Euro-aliment, 23-26, Republic of Moldova.
- Özgüven M, Bux M, Koller WD, Şekeroğlu N, Kırpık M (2004). Trocknung von ätherisches Öl führenden Pflanzen mit Solarenergie in der Türkei. Fachtagung für Arznei- und Gewürzpflanzen 2004. 7. bis 9. September 2004, Jena, Germany.

- Perrinjaquet-Moccetti T, Busjahn A, Schmidlin C, Schmidt A, Brad B, Aydoğan C (2008). Food Supplementation with an Olive (*Olea europea* L.) Leaf Extract Reduces Blood Pressure in Borderline Hypertensive Monozygotic Twins. *Phytotherapy Research*. 22:1239-1242.
- Puel C, Mathey J, Agalias A, Kati S, Mardon J, Obled C, Lebecque P, Coxam V (2006). Dose-response Study of Effect of Oleuropein, an Olive Oil Polyphenol, in an Ovariectomy/Inflammation Experimental Model of Bone Loss in The Rat. *Clin Nutritive*, 25(5):859-68.
- Polatçı H ve Tarhan S (2009). Farklı Kurutma Yöntemlerinin Reyhan (*Ocimum basilicum*) Bitkisinin Kuruma Süresine ve Kalitesine Etkisi. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(1), 61-70.
- Sezik E (2008). Tıbbi Bitkilerin Tarihçesi. *Mised Dergisi* 3-4 TEB Yayını, www.bilgidenizi.net/alternatif_tip/23342-tibbi-bitkiler-tarihçesi.html (erişim tarihi, 11.04.2009).
- Soysal Y (2004). Microwave Drying Characteristics of Parsley. *Biosystems Engineering*. 89(2):167-173.
- Soysal Y, Öztekin S, Işıkber AA, Duman AD, Dayısoylu K S (2005). Kurutulmuş Kırmızı Biberde Rengin Bir Kalite Parametresi Olarak Önemi. III. Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği Çalıştayı, 2-4 Mayıs, Antalya.
- Tello S, Halifeoğlu İ, Bozkurt M, bulmuş Ö (2008). Meme Kanseri Oluşturulmuş Ratlarda Isırgan Otunu Total Antioksidan Durumu Üzerine Etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi* 22:179-183, Elazığ.
- Troller JA, Christian JHB (1978). *Water Activity and Food*, Academic Press, New York.

ÖZGEÇMİŞ

Ayça Özer 1982 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk, ortaokul ve lise eğitimini Tekirdağ'da tamamladı. 2006 yılında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde lisans eğitimini tamamlayarak Gıda Mühendisi unvanı ile mezun oldu. 1 yıl süreyle Tekirdağ Maxi Marketler grubunda görev yaptı. 2007 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2007 yılında Ekimsan Catering'te göreve başladı ve 2 yıl süreyle bu şirkette gıda mühendisliği görevini yaptı. Evli olan Ayça Özer şuanda mesleki kariyeri için ÜDS kurslarına devam etmektedir.