

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI KURUTMA TEKNİKLERİYLE KURUTULAN NANELERİN
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Merve GÖKBAŞ

**Danışman
Doç. Dr. Alper KUŞÇU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2023**



© 2023 [Merve GÖKBAŞ]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1. Nane.....	5
2.2. Kurutma.....	6
2.2.1. Gıdalarda kurutma yöntemleri.....	8
2.3. Taze Nanenin Kurutulması ile İlgili Çalışmalar	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Nane yapraklarının sıcak hava ile kurutulması.....	15
3.2.2. Nane yapraklarının mikrodalga ile kurutulması	15
3.2.3. Nane yapraklarının vakum kurutucuyla kurutulması.....	16
3.2.4. Nane yapraklarının liyofilizasyon yöntemiyle kurutulması	16
3.2.5. Nane yapraklarının infrared kurutma yöntemiyle kurutulması.....	17
3.2.6. Nane yapraklarının mikrodalga kurutma sonrası infrared kurutucuda kurutulması.....	18
3.2.7. Nane yapraklarının infrared kurutma sonrası mikrodalga ile kurutulması	19
3.2.8. Nane yapraklarının gölgede kurutulması	19
3.3. Analiz Yöntemleri	20
3.3.1. Suda çözünür kuru madde (°Briks) analizi	20
3.3.2. pH tayini	20
3.3.3. Toplam kuru madde analizi	20
3.3.4. Kuruma eğrilerinin oluşturulması ve kuruma hızının hesaplanması. 21	
3.3.5. Su aktivitesi analizi	21
3.3.6. Renk analizi.....	22
3.3.7. Esmerleşme indeksi (BI)	23
3.3.8. Toplam fenolik madde analizi.....	24
3.3.9. Antioksidan aktivitesi tayini.....	25
3.3.10. Toplam klorofil a ve klorofil b analizi	25
3.3.11. Toplam flavonoid madde analizi.....	26
3.3.12. Toplam karotenoid madde analizi.....	26
3.3.13. Aroma bileşenleri analizi.....	27
3.3.14. Duyusal analiz	28
3.3.15. İstatistiksel analiz.....	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Suda Çözünür Kuru Madde Değeri.....	29
4.2. pH Tayini Sonucu.....	29
4.3. Toplam Kuru Madde Tayini Sonuçları.....	30

4.4. Kuruma Hızı Ve Kuruma Eğrileri	31
4.5. Su Aktivite Değeri.....	36
4.6. Renk Analizi	36
4.7. Esmerleşme İndeksi (BI) Sonuçları	38
4.8. Toplam Fenolik Madde Tayini Sonuçları.....	39
4.9. Antioksidan Kapasitesi Sonuçları.....	40
4.10. Klorofil a Ve Klorofil b Analizi Sonuçları	41
4.11. Toplam Flavonoid Analizi Sonuçları.....	42
4.12. Toplam Karotenoid Analizi Sonuçları	43
4.13. Aroma Bileşenleri Analiz Sonuçları	44
4.14. Duyusal Analiz Sonuçları.....	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR	56
EKLER.....	63
EK A. Duyusal Değerlendirme Formu.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	65

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KURUTMA TEKNİKLERİYLE KURUTULAN NANELERİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Merve GÖKBAŞ

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Alper KUŞÇU

Kurutma işlemi, besin maddelerinde bulunan su miktarının belirli bir seviyeye kadar azaltılarak gıdanın bozulmasının önlenmesi işlemidir. Buradaki amaç ise mikroorganizmaların gelişimini azaltarak, ürünün raf ömrünü arttırmaktır. Nane kurutma işleminde ise kurutulan nanenin hacim ve ağırlık azalışı, kullanım alanı ve pişirme yöntemine göre tat ve lezzet katışı, hasat dışı zamanlarda bile kullanılışı, depolanabilme kolaylığı, taşıma ve nakliye maliyetinin daha az olması gibi etkenler gibi olumlu özelliklere sahiptir. Bu çalışmada taze nane yaprakları sekiz farklı yöntem kullanılarak kurutulmuş ve kurutulan nanelerin kurutma yöntemine göre kuruma süresi, bazı kalite özellikleri incelenmiştir. Nane kurutma işlemi öncesinde ve sonrasında belirli duyu analizlerle kurutma sıcaklığı ve mikrodalga gücü belirlenmiştir. Yapılan ön denemelerde naneye, 55 °C sıcak hava kurutma (SHK) , 360 W mikrodalga fırında kurutma (MK), 0,9 bar basınçta 60 °C' de vakumlu kurutma (VK), -60 °C'de, 100 militorr vakumda dondurarak kurutma (liofilizasyon) (LK), 60 °C'de infrared kurutma (IK), mikrodalga kurutma sonrası infrared kurutma (MKIK), infrared kurutma sonrası mikrodalga kurutma (IKMK) ve gölgede kurutma (GK) işlemi uygulanmıştır. Kurutma sırasında numunelerin ağırlık değişimleri düzenli aralıklarla ölçülmüştür. Taze nane örneklerinde ve kurutulmuş örneklerde kuruma süresi, toplam kuru madde, su aktivitesi (a_w), toplam fenolik madde, antioksidan kapasitesi, renk analizi, esmerleşme indeksi, toplam flavanoid, toplam karotenoid, klorofil a ve klorofil b, aroma bileşenlerindeki değişimler ve kurutma sonrası duyu özellikler incelenmiştir.

Kurutma süresi en yüksek 7200 dakika ile gölgede kurutma işleminde, en düşük ise 8 dk ile mikrodalga kurutucuda gerçekleşmiştir. Kurutma sonrası nanenin su aktivite değeri 0,34-0,42 aralığında ölçülmüştür. Kurutma işleminden sonra C.I.E. L*, a*, b* değerleri ölçülmüştür ve değerler bazı gruplar arasında farklılıklar göstermiştir. Renk değişimi (ΔE) 28,75-35,30 arasındadır. Renk değişimi en fazla infrared sonrası mikrodalga kurutmada olmuştur. Renk değişimi en az ise mikrodalga sonrası infrared kurutma yönteminde gözlenmiştir. Esmerleşme indeksi (BI) 22,53-39,98 aralığında değişmektedir. En yüksek değer gölgede kurutma yönteminde gözlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriği 2,55-9,78 mg GAE/g KM arasında değişmektedir. Fenolik madde en fazla gölgede kurutma yönteminde görülmüştür. En az fenolik madde ise infrared kurutma yönteminde

görülmüştür. Antioksidan aktivite değeri 10,07-61,33 $\mu\text{mol T.E./g KM}$ aralığında değişmektedir. Antioksidan aktivite değeri en yüksek kurutma şekli gölgede kurutmada belirlenmiştir. En düşük antioksidan değeri ise mikrodalga sonrası infrared kurutmada tespit edilmiştir. Kurutulmuş örneklerin klorofil a değeri 0,39-0,52 mg/g aralığında bulunmuştur. En yüksek klorofil a değeri vakumda kurutma yönteminde gözlenmiştir. Klorofil b değerleri ise 0,19-0,81 mg/g aralığında bulunmuştur. Toplam flavonoid miktarı 0,55-1,13 mg/g KM aralığında bulunmuştur. Kurutma sonrası toplam karotenoid miktarı ise 9,43-12,11 mg/100g KM aralığında bulunmuştur. Aroma bileşenleri analizinde ise taze nanelerde ve kuru nanelerde en çok karvon ve limonen bileşiği tespit edilmiştir. Duyusal olarak değerlendirme analizinde ise panel grubundaki panelistler farklı yöntemlerle kuruyan naneleri koku, renk ve genel izlenim olarak duyusal değerlendirme formuna göre değerlendirmişlerdir. Renk olarak en fazla beğenilen gölgede kurutma, koku olarak en fazla beğenilen gölgede kurutma, genel izlenim olarak ise gölgede kurutma örnekleri duyusal olarak beğenilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nane, sıcak hava kurutma, infrared kurutma, gölgede kurutma, karotenoid, klorofil, liyofilizasyon, aroma bileşeni

2023, 65 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

MINT DRIED WITH DIFFERENT DRYING TECHNIQUES DETERMINATION OF SOME QUALITY CHARACTERISTICS

Merve GÖKBAŞ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Alper KUŞÇU

Drying is the process of preventing food spoilage by reducing the amount of water in foodstuffs to a certain level. The aim here is to increase the shelf life of the product by reducing the development of microorganisms. In the mint drying process, the dried mint has positive features such as volume and weight reduction, adding taste and flavor according to the area of use and cooking method, use even in non-harvest times, ease of storage, less transportation and transportation costs. In this study, fresh mint leaves were dried using eight different methods and the drying time and some quality characteristics of the dried mint were examined according to the drying method. Drying temperature and microwave power were determined by certain sensory analyzes before and after the mint drying process. In the preliminary experiments, hot air drying at 55 °C (SHK), 360 W microwave oven drying (MK), vacuum drying at 60 °C at 0.9 bar pressure (VK), freeze drying (lyophilization) at -60 °C in 100 millitorr vacuum (LK), infrared drying at 60 °C (IK), infrared drying after microwave drying (MKIK), microwave drying after infrared drying (IKMK) and shade drying (GK) were applied to the mint. The weight changes of the samples were measured at regular intervals during drying. Drying time, total dry matter, water activity (a_w), total phenolic matter, antioxidant capacity, color analysis, browning index, total flavanoids, total carotenoids, chlorophyll a and chlorophyll b, changes in aroma components and sensory properties after drying were investigated in fresh and dried mint samples.

The highest drying time was 7200 minutes in the shade drying process and the lowest was 8 minutes in the microwave dryer. The water activity value of mint after drying was measured in the range of 0.34-0.42. C.I.E. L*, a*, b* values were measured after drying and the values showed differences between some groups. Color change (ΔE) was between 28.75-35.30. The color change was the highest in microwave drying after infrared. The least color change was observed in infrared drying method after microwave drying. Browning index (BI) varies between 22,53-39,98. The highest value was observed in shade drying method. Total phenolic matter content varied between 2.55-9.78 mg GAE/g KM. The highest phenolic content was observed in shade drying method. The lowest phenolic content was observed in infrared drying method. Antioxidant activity value ranged between 10.07-61.33 $\mu\text{mol T.E./g KM}$. The highest antioxidant activity

value was determined in shade drying. The lowest antioxidant value was determined in infrared drying after microwave. Chlorophyll a value of the dried samples was found in the range of 0.39-0.52 mg/g. The highest chlorophyll a value was observed in vacuum drying method. Chlorophyll b values were found in the range of 0.19-0.81 mg/g. Total flavonoid content was found in the range of 0.55-1.13 mg/g KM. Total carotenoid content after drying was found in the range of 9.43-12.11 mg/100g KM. In the analysis of aroma components, the most carvone and limonene compounds were detected in fresh and dried mints. In the sensory evaluation analysis, the panelists in the panel group evaluated the dried mints with different methods according to the sensory evaluation form as smell, color and general impression. Shade drying was the most appreciated in terms of color, shade drying was the most appreciated in terms of odor, and shade drying samples were sensory appreciated in terms of general impression.

Keywords: Mint, hot air drying, infrared drying, shade drying, carotenoids, chlorophyll, lyophilization, flavor component

2023, 65 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda beni her zaman yönlendiren, her türlü zorlukta bana yardımcı olan, bilgisi ve tecrübesiyle bana yol gösteren değerli danışman hocam Doç. Dr. Alper KUŞÇU'ya,

Kurutma çalışmamda laboratuvar imkanlarını kullanmam konusunda yardımını esirgemeyen Doç. Dr. Erkan KARACABEY'e,

Çalışmalarım süresince değerli bilgileriyle beni yönlendiren ve çalışmama değerli katkılarda bulunan Dr. Salih EROĞLU'na,

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen başta Dr. Öğr. Üyesi Özcan BULANTEKİN olmak üzere Dr. Ülkü Hilal USLU, Yüksek Gıda Mühendisi Merve Aslantaş, Yüksek Gıda Mühendisi Sedef AYDIN, Dr. Merve Seçil BARDAKÇI, Araş. Gör. Ayşe ÖZÇELİK, Dr. Muhammed Mustafa ÖZÇELİK, Yüksek Gıda mühendisi Lale GÜMÜŞTEPE 'ye,

FYL-2022-8784 numaralı proje ile çalışmalarımı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne,

Çalışmamda kullandığım ürünleri temin etmem konusunda yardımcı olan Nazmiye Aksu, Hasan Hüseyin AKSU ve ailesine,

Beni her konuda destekleyen değerli çalışma arkadaşlarım Zeynep KALEM, Özgül ÇOŞKUN, Tuğba BÜYÜK, Seda Nur GÜN'e,

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kayınpederim Mehmet GÖKBAŞ'a, kayıinvalidem Gülden GÖKBAŞ'a ve kız kardeşim Dr. Gülin GÖKBAŞ'a,

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan, beni her zaman destekleyen sevgili babam Mehmet Ali BETEDİN, annem Müjgan BETEDİN, erkek kardeşim Sefa BETEDİN, kız kardeşim Melike BUDAK ve eşi Kürşat BUDAK'a

Bu süreçte maddi ve manevi olarak sürekli yanımda olan, sevgisini ve sabrını benden esirgemeyen, desteğini her zaman hissettiren sevgili eşim Kutlukhan Burkay GÖKBAŞ'a ve canımdan çok sevdiğim biricik kızım İpek GÖKBAŞ'a en içten sevgi ve saygılarımı sunarım.

Merve GÖKBAŞ
ISPARTA, 2023

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Taze nane.....	14
Şekil 3.2. Kurutma fırını (a), Taze nane yapraklarının kurutucudaki yerleşimi (b), kurutma sonrası nane yapraklarının tepsideki görüntüsü (c).....	15
Şekil 3.3. Mikrodalga fırını (a), Nane yapraklarının mikrodalga tepsisine yerleşimi (b), kurutma sonrası sabit tartım ağırlığına gelen nane yaprakları (c).....	16
Şekil 3.4. Vakum kurutma makinesinde nanelerin yerleşimi (a), Nanelerin kurutma öncesi tepsiye dizilimi (b), kurutma sonrası naneler (c)	16
Şekil 3.5. Liyofilizatör cihazında kurutma (a), Nane yapraklarının liyafilizatöre konuluşu (b), kurutma işlemi sonrası naneler (c)	17
Şekil 3.6. Infrared kurutma cihazı (a), Nane yapraklarının kurutma öncesi yerleşimi (b), kurutma sonrası cihaz içindeki kurutulmuş naneler (c)	18
Şekil 3.7. Mikrodalgaya kurutma öncesi konulan taze nane (a), Nane yapraklarının mikrodalga sonrası infrared içine yerleşimi (b), infrared sonrası cihaz içindeki kurutulmuş naneler (c).....	18
Şekil 3.8. Infrared öncesi taze nane (a), Nane yapraklarının infrared sonrası mikrodalga kurutma için hazırlanan örnekler (b), mikrodalga sonrası kurutulmuş naneler (c).....	20
Şekil 3.9. Taze nanelerin gölgede kurutulması (a), Kurutma sonrası nane yaprakları (b)	20
Şekil 3.10. Hızlı nem tayin cihazında örneğin nem içeriğinin belirlenmesi	21
Şekil 3.11. Su aktivitesi cihazında örneğin su aktivite değerinin belirlenmesi ...	22
Şekil 3.12. Örneklerin kolorimetrede renk ölçümleri.....	22
Şekil 3.13. C.I.E Renk Skalası.....	23
Şekil 3.14. Ekstrakte edilen nanelerin filtre edilmesi.....	24
Şekil 3.15. Aroma bileşeni analizi için hazırlanan kurutulmuş nane örnekleri	27
Şekil 4.1. MK, IK, MKIK, IKMK ile kuruyan nanelerin nem oranının zamanla değişimi	31
Şekil 4.2. Vakum kurutucu ve sıcak havada kurutulan nanelerin nem oranının zamana bağlı değişimi	32
Şekil 4.3. Gölgede kurutulan nanelerin nem oranının zamanla değişimi.....	32
Şekil 4.4. Vakum kurutucu ve sıcak hava kurutma ile kuruyan nanenin kuruma hız grafiği	33
Şekil 4.5. Mikrodalga kurutma (360W), infrared kurutma (70°C), mikrodalga sonrası infrared kurutma, infrared sonrası mikrodalga kurutma ile kuruyan nanenin kuruma hız grafiği	34
Şekil 4.6. Gölgede kuruyan nanenin kuruma hız grafiği	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan nane örneklerinin kuruma süreleri (dk), toplam kuru madde miktarı(%), su aktivite değeri (a_w)	30
Çizelge 4.2. Farklı yöntemlerle kurutulan nanelerin L^* , a^* , b^* değerleri, renk değerindeki değişimler (ΔE) ve esmerleşme indeksi (BI).....	36
Çizelge 4.3. Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan nanelerin fenolik madde içeriği, DPPH antioksidan aktivite değeri.....	41
Çizelge 4.4. Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan nanelerin klorofil a, klorofil b (mg/g), toplam flavonoid ve toplam karotenoid değerleri	42
Çizelge 4.5. Taze ve farklı yöntemle kurutulan nanenin bazı aroma bileşenleri (%).....	45
Çizelge 4.6. Farklı şekillerde kurutulmuş nanelerin koku, renk, genel izlenim duyuşsal analizi	51

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a _w	Su aktivitesi
bar	Basınç birimi
BI	Esmerleşme indeksi
dk	Dakika
DPPH	2,2 difenil-1-pikrilhidrazil
G	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GK	Gölgede kurutma
GC/MS	Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometresi
IK	Infrared kurutma
IKMK	Infrared sonrası mikrodalga kurutma
kg	Kilogram
KHE	Kuru hidrosol ekstrakt
KM	Kuru madde
LK	Liyofilizasyon kurutma
Mg	miligram
MK	Mikrodalga kurutma
MKIK	Mikrodalga kurutma sonrası infrared kurutma
rpm	Devir/dakika
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
SHK	Sıcak hava kurutma
sn	Saniye
t	zaman
T.E	Troloks eşdeğeri
VK	Vakum kurutma
V	Hacim
W	Ağırlık (g)
W	Watt
ΔE	Toplam renk değişimi
°B _x	Briks derecesi
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
µmol	Mikromolar
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Gıda maddeleri, temel besin öğeleri içerir ve vücuda besin desteği sağlamaktadır. Bunu sağlarken de besinlerin yapısını, bileşenlerini, kalite özelliklerini bilmek, insanoğlunun her zaman yaşam kalitesini arttırmaktadır. Fakat gıda üretimi ve arzı her zaman insanların talebi ile dengelenmez. Gelişmekte olan ülkelerde uygun teknolojinin olmaması, yanlış yetiştirme, gübreleme, hasat sonrası kayıplar, pazarlama ve ulaşım sorunları vb. nedenlerle gıda kayıpları meydana gelmektedir. Kayıplar ise gıda koruma yöntemlerini bilmekle önlenir. Gıda muhafazası, çürümeyi veya bozulmayı önleme sürecidir ve gıdayı gelecekteki amaçlar için yenilebilir durumda tutmak için kullanılır. Gıdaların muhafazası için pek çok yöntem mevcuttur. Gıda muhafaza yöntemleri içinde kurutma kendine üst sıralarda yer bulan bir yöntemdir. Kurutma, bakteri, mikroorganizmaların büyümesini önlemek ve dolayısıyla ürünü korumak için tarım ürünlerinden suyu uzaklaştırmak için yapılmaktadır. Aynı zamanda besin niteliklerinin kaybını ve bozulmayı önlemek için yapılan bir işlemdir (Kesavan, 2018).

Gıdalardaki nemin uzaklaştırılması işlemine kurutma denir. Depolanan ürünün bozulmaması için kurutma işlemi yapılır (Ceylan vd., 2006). Kurutma işlemi, tıbbi ve aromatik bitkilerde hasat sonrası yüksek nemi, güvenli depolamayı sağlamak için uygun bir nem seviyesine getirmektedir. Kurutma işleminin temel amacı ürün zarar görmeden, mümkün olan en kısa sürede ve minimum enerji tüketimi ile ürünün nem değerini düşürmektir (Polatçı ve Tarhan, 2009).

Gıdanın içerdiği su oranı belli bir seviyeye kadar düşürülür böylece mikroorganizma ve enzimatik faaliyetler azaltılmış olur (Kocayığıt, 2010). Diğer teknolojilerin aksine, kurutulmuş gıdalar besleyici olarak konsantre haldedir. Kurutma aynı zamanda ucuz bir koruma yöntemidir. Kuru gıda üretimi daha az ekipman ve işçilik gerektirir, daha az nakliye maliyeti ve rahat depolama sağlar (Erbay ve Küçüköner, 2008; Kocayığıt 2010).

Kurutmanın temel amacı, mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek raf ömrünü arttırmak, paketleme ihtiyacını en aza indirmek ve nakliye maliyetlerini

azaltmaktır. Kurutma sırasında, kurutma yöntemine ve koşullarına bağlı olarak birçok değişiklik meydana gelmektedir. Bazı biyokimyasal reaksiyonlar engellenir veya yavaşlar, duyu özellikler değişir, bazı bileşiklerde ise, özellikle uçucu bileşiklerde kayıplar olmaktadır (Hamrouni vd.. 2013).

Nane, subtropikal ve ılıman iklimlerde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Fazla yağış alan ılıman iklimler için uygundur. Yetiştirdiği toprak konusunda seçici olmamakla birlikte nemli, humusça zengin topraklarda iyi yetişmektedir. Yetiştirmesi kolay olan bu bitki, tohumlar, yer altı sürgünleri ve gövde çelikleri ile kolaylıkla çoğaltılabilir. Mahsul yerden 5-10 cm yukarıda, genellikle biçme için ideal zaman olan çiçeklenme başlangıcında hasat edilir. Hasat edilen ürün gölgede veya özel kurutma sistemleri ile kurutulur, sap ve yaprakları ayıklanarak yaprak olarak pazarlanmaktadır (Karakaplan, 2017).

Dünyada ve ülkemizde son yıllarda üretim alanları artan nanenin üç önemli türünün (*M. arvensis*-Japon nanesi, *M. piperita*-İngiliz nanesi ve *M. spicata*-Bahçe nanesi) tarımı yapılmaktadır. Günümüzde nanenin oldukça geniş bir kullanım alanı olup özellikle gıda, kozmetik, parfümeri ve sağlık alanlarında değerlendirilmektedir. Ülkemizde üretilen nanelerin neredeyse tamamı bahçe nanesinden oluşmaktadır. Dünyada en önemli nane üreticisi ülkelere baktığımızda, İngiliz nanesi üreticilerimizin Hindistan, ABD, Rusya, Macaristan ve Fransa olduğu, bahçe nanesi üreticilerimizin de ABD, Çin, İtalya, Brezilya, Japonya ve Fransa'nın olduğu görülmektedir. Ülkemizde nane üretim alanı son 5 yılda 9.643 da' dan 12.391 da alana ulaşmıştır. En önemli nane üreticiler arasında Gaziantep ilk sırayı alırken, bunu Mersin, Ankara, Adana ve Elazığ illeri takip etmektedir. Ülkemiz baharatlık nane ihracat değerini son 5 yılda %46 artırırken, nane yağı ithalatımız da %13 oranında artmıştır. 2020 yılında 3.7 milyon USD değerinde nane yağı ithalatımızın olması nane yağında doğrudan dışa bağlı olduğumuzu da göstermektedir (KAGM, 2020).

Nane, Akdeniz iklim kuşağında yaygın şekilde yetiştirilmektedir (Doymaz, 2006). Nane ülkemizde bütün bölgelerde küçük çaplı yetiştiricilik şeklinde yapılmasına karşılık Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde ticari olarak üretimi

gerçekleştirilmektedir. Ülkemizin nane üretimi 2022 yılı verilerine göre 26.911 ton civarındadır. Bu rakam ülkemizdeki toplam sebze üretiminin yüzde %0,1 lik payının nane olduğunu göstermektedir (TUİK, 2022). Taze ve kuru olarak tüketilen nane yaprakları fiziksel, kimyasal ve besleyici özelliklerini kaybetmeden uzun süre taze kalamazlar. Bu nedenle nane, hem gıda endüstrisinde hem de diğer endüstrilerde kullanılan bir kurutma işlemine tabi tutulur. Geleneksel olarak, sürgünler hasattan 1-2 hafta sonra 20-25 °C'de gölgede kurutulmaktadır (Kocabıyık ve Demirtürk, 2008).

Tıbbi kullanımlara ek olarak, nane yaprakları mutfak uygulamalarında nane aromasının ana kaynağıdır ve taze veya kurutulmuş olarak kullanılır. Nane yaprakları A vitamini, C vitamini, kalsiyum, potasyum, demir ve fosfor vb. içerir. Nane yaprakları, yüksek nem içeriği nedeniyle mikroorganizmaların büyümesini önlemek ve bazı istenmeyen biyokimyasal reaksiyonları azaltmak için çoğunlukla kurutulmuş olarak kullanılırlar (Kantan vd., 2020). Nananın taze sürgünleri ve yaprakları yemeklere lezzet katmak için kullanılsa da tıbbi amaçlarla da kullanılmaktadır. Soğuk algınlığı, astım, bronşit ve öksürüğü kontrol etmek, uykusuzluk ve baş dönmesini önlemek ve migreni tedavi etmek için, antimikrobiyal, gaz ve spazm giderici, serinletici ve idrar söktürücü olarak kullanılır. Nananın önemi, içerdiği A ve C vitaminleri ile manganez gibi mineraller nedeniyle de fazladır. Antioksidan özellikteki C vitamini vücuttaki serbest radikal hasarını azaltmaya yardımcı olduğu bilinmektedir, aynı zamanda bir antioksidan olan A vitamini kanseri önlemeye yardımcı olur ve manganez de protein ve yağ metabolizmasına katılmaktadır (Aldiab, 2021).

Kurutma işlemi, eski bir koruma yöntemi olarak bilinir. Ülkemizde dışarıda güneş altında yapılan bazı kurutma işlemleri temel eksiklikler içermektedir. Bu dezavantajlar; kurutma alanına yerleştirilen ürünlerin eşit şekilde kurutulmaması, geniş kurutma alanlarına duyulan ihtiyaç, alanı kontrol etmede zorluklar, uzun kuruma süresi, yüksek işçilik maliyetleri, olumsuz iklim faktörleri, alanın ve üretim ortamının kirlenmesidir. Bunlara ek olarak koruma eksikliği olarak da sıralanabilir. Farklı dalga boylarındaki güneş ışığı, kurutulmuş ürünün kimyasal yapısını, rengini ve gıda hijyenini değiştirmektedir (Kocabıyık

ve Demirtürk, 2008). Ayrıca kurutulmuş ürün kalitesini iyileştirmek için kurutma işleminin uygun koşullarda yapılması esastır (Eltawil vd., 2018). Ürünün tazedden kuruya geçişi sırasında enzimatik ve/enzimatik olmayan reaksiyonlar, bazı bitkilerin fitokimyasal bileşimini, dokusunu ve rengini istenmeyen bir şekilde değiştirebilmektedir (Djamila, 2021).

Bu çalışmada nane sıcak hava kurutma (SHK), mikrodalga fırında kurutma (MK), vakumlu kurutma (VK), dondurarak kurutma (liyofilizasyon) (LK), infrared kurutma (IK), mikrodalga kurutma sonrası infrared kurutma (MKIK), infrared kurutma sonrası mikrodalga kurutma (IKMK) ve gölgede kurutma (GK) işlemi uygulanmış ve kurutma sonrası kalite kriterleri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Nane

Nane, *Lamiaceae* familyasının *Mentha* türüne ait olup, tatlandırıcı ve uçucu yağ olarak kullanılan dünyanın en değerli aromatik bitkilerinden biridir. Anavatanı Orta Avrupa ve Asya olarak bilinen 31 nane türü vardır (Tucker ve Nazci, 2007).

Bir dizi *Lamiaceae* (*Labiatae*) olan *Mentha* cinsi, parfümeri, kozmetik ve ilaç endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan birçok yüksek değerli esansiyel yağ mahsulünü içerir. *Citrus* türünden sonra ikinci en önemli uçucu yağ bitkisi olan *Mentha* türünden dünya çapında yaklaşık 2000 ton uçucu yağ elde edilmektedir (Mucciarelli vd., 2001). Tüm nane türleri içinde *Mentha canadensis* (*M. Canadensis*), *Mentha piperita* (*M. Piperita*) ve *Mentha spicata* (*M. Spicata*) ekonomik öneme sahip başlıca nane türleridir. *M. Canadensis* tropikal ve subtropikal iklimler için, *M. piperita* ise ılıman iklimler için yetiştirilmektedir. Bahçe nanesi olarak adlandırılan *M. piperita*, farklı iklim ve toprak koşullarında geniş adaptasyon kabiliyetine sahipken, ılıman iklimler yüksek kalite için daha uygun olmaktadır (Liu ve Lawrence, 2007).

Ülkemizde ise 7 nane türü (*M. longifolia* L., *M. arvensis* L., *M. spicata* L., *M. pulegium* L., *M. piperita* L., *M. aquatica* L., *M. suaveolens* Ehrh.) ve bu türlerin de 14 adet taksonu bulunmaktadır (Davis, 1982). Türkiye’de en çok karvon bakımından zengin *M. Spicata* türleri yani bahçe nanesi, baharat üretimi amacıyla yetiştirilmektedir (Baydar, 2016).

Nane çok eski bir bitkidir ve şifalı bitkilerden biri haline gelmiştir. *Mentha* çeşitleri; eski çağlardan beri birçok medeniyet tarafından kullanılmasının yanı sıra Osmanlı ve Türk tıbbında da kullanılmıştır. Türkiye’de yaygın olarak kullanılan, her türlü hastalığın tedavisinde kullanılan bir baharat türüdür. Nane, Türk kültüründe; şerbetler, yemekler ve çorbalar için aroma ve tat verici baharat; ayrıca soğuk algınlığı ve grip gibi bazı hastalıklarda da tedavi edici olarak kullanılmıştır (Demirezer, 2007).

Nane dünya üzerinde öncelikle tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Arslan vd., 2010). Genellikle soğuk algınlığı, grip, ateş, zayıf sindirim, taşıt tutması, gıda zehirlenmesi gibi bazı durumlarda ve boğaz ve sinüs rahatsızlıklarında kullanılır (Sallam vd., 2015). Nane yaprakları, genellikle çaylara ve diğer içeceklerle konur ve nane jölesi yapmak için kullanılır. Mor çiçeklere sahip, ferahlatıcı koku ve aromaya sahip çok yıllık bir bitkidir ve sıklıkla garnitür olarak kullanılmaktadır (Kesavan, 2018).

Nane, yıl boyunca kullanılan vazgeçilmez ürünlerden birisidir. Geniş endüstri yelpazesi, yağı ağırlıklı olarak diş macunu, dondurma, şekerlemeler, meşrubatlar, sakızlar ve diğer yiyecek çeşitleri ve tıbbi ürünlerde tedavi edici; şampuanlar, sabunlar, balsamlar ve merhemlerde de kullanılabilir. Ayrıca nane yağının soğutma etkisi vardır. Endüstriyel uygulamalar için taze toplanmış nane yapraklarından veya yarı kurutulmuş ve kurutulmuş yapraklardan damıtma işlemi ile nane yağı ekstrakte edilir. Nane yapraklarının kullanım alanı ise, sebze ve meyve salataları, soslar, çorbalar, tatlılar, meyve suları ve şerbetler olduğu belirtilmektedir (Eltawil vd., 2018).

2.2. Kurutma

Kurutma işlemi; ürün ile hava arasında aynı anda devam eden ısı-kütle transferi olarak tanımlanmaktadır (Kurt, 2019). Kurutma sırasında yiyecekler önce ısınmaya başlar. Daha sonra gıdanın yüzeyindeki su (nem) kuruduktan sonra içindeki nem yüzeye taşınarak buharlaşmaktadır (Aydın, 2015).

Kurutma işlemi, ürünü mikrobiyal büyümeyi veya diğer reaksiyonları sınırlayan bir nem seviyesine getirerek ürünün uzun süreli depolama sırasında bozulmadan kalmasını sağlar. Ayrıca besin değeri ve aroma özelliklerinin korunmasını, ürünün nem miktarının ve hacminin azaltılmasını, depolamada verimliliğinin artması gibi özellikler sağlanmaktadır (Dağhan, 2015).

İnsanlar daha önceleri gıda ihtiyaçlarını karşılayabilmek için geleneksel ürünler kullanmaktaydılar. Şu an için ise geleneksel kurutma yöntemleri kullanılarak

kurutulmuş meyve ve sebzeler ticari bir ürün haline gelmiştir. Kurutulmuş meyve ve sebzeler bu nedenle katma değeri yüksek ürünler kategorisindedir ve ülke ekonomisinde önemli bir katkı sağlamaktadır (Aksoy, 2021).

Gıdalarda kurutma yönteminin amacı ise; su aktivitesi (a_w), değerini güvenli sınır olarak bilinen limit değerin altına düşürmektir. Gıdayı mikrobiyolojik ve kimyasal değişimlere karşı stabilize ederek raf ömrünü arttırır. Bakterilerin gelişebileceği en düşük (a_w), değeri yaklaşık 0,90'dır. Küflerin çalışmadığı (a_w), alt sınırı 0.70-0.75 olarak bilinir. Maya aktivitesi ile ilgili olarak a_w değerinin alt sınırı 0,85 olmalıdır. Tüm mikroorganizmalar için 0,6'dan daha düşük bir su aktivitesi ile sona erer. Kuru gıdada en önemli reaksiyon olan Maillard reaksiyonu (a_w), 0.6-0.8 iken en yüksek seviyede gözlenmiştir (Özer, 2021).

Biyokimyasal ve kimyasal proseslerde oldukça önemli olan kurutma, doğal ve yapay kurutma olarak ayrılabilir. İnsanların eski çağlardan beri kullandığı güneş, ışınlar enerji kaynağı olarak kullanılır ve ürünlerdeki su (nem) miktarının azaltılması ile gerçekleştirilen kurutma şekli "doğal kurutma" olarak adlandırılır. Doğal kurutma doğada insan müdahalesi olmadan da gerçekleşebilir. Tahıl grubunun tarlalarda kendi kendine kuruması buna bir örnek olabilir. Bu yöntem ekonomik olarak uygun olmakla birlikte ürüne toz, yağmur, böcek ve kemirgenler bulaşabilmektedir. Dış etkenlere maruz kalmak ürün kalitenin bozulmasına neden olur. Ayrıca güneşte kurutma işleminde solunum biraz daha devam ettiği için buna bağlı olarak fermantasyon görülebilir. Bu durum istenen verimi düşürdüğünden yapay kurutma işlemine göre bir dezavantaj olarak belirmektedir (Sacilik ve Elicin, 2006).

Yapay kurutma teknikleri ise gıdaları kontrollü koşullar altında ve kapalı bir alanda kurutma işlemine tabi tutar. Doğal kurutmaya kıyasla verim ve Yatırım maliyetleri çok daha yüksek olmasına rağmen ürün kalitesi daha yüksektir, vitamin ve besin kaybı çok daha azdır. Kurutma işlemi çok daha kısa sürer ve ürün istenilen nem içeriğine getirilebilmektedir (Dadalı, 2007).

Kurutma teknolojisinde, gıdanın kuruma hızına bağı olan bazı önemli faktörler vardır. Bunlar, ürün boyutu, kurutma basıncı, ürün bileşimi, kurutma sıcaklığı, kurutucudaki hava hızı, üretim hızı ve bağıl nem, kurutma işleminin sırasında ürün karışımını içermektedir (Şahin, 2019).

2.2.1. Gıdalarda kurutma yöntemleri

Gölgede kurutma

Gölgede kurutma işleminin yapılırken, kurutulan malzemelerin üzeri kapatılır ve yanları açılır, verandada veya doğrudan güneş ışığı almayan alanlarda kurutulur. Yüksek sıcaklıklarda yapısı bozulabilen bitkiler, gölgede kurutulduğunda iyi korunmaktadır (Akgül, 1993).

Gölgede kurutma yöntemi, aromatik bitkileri ve özellikle baharatları kurutmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Enerjiye gerek duyulmayan bu yöntemde kuruma süresi oldukça uzundur ve üründe küf, mantar oluşmasına neden olur. Kapalı ortamın nemini kontrol etmek zor olduğundan geniş alanlar gerektirir. Ayrıca gıdanın açıkta kuruması böcek, sinek ve kemirgen gibi zararlılar için üründe dezavantaj yaratmaktadır (Gürel vd., 2016)

Infrared kurutma

Bu yöntemde gıdayı kurutmak için gerekli olan ısı infrared enerjiden elde edilir. infrared ışınlar gıda maddesi üzerine düşürülür ve üretilen ısı malzemenin iç kısmına aktarılır. Bu sayede kurutma işleminin gerçekleşmektedir (Karakaplan, 2017).

Kızılötesi ısıtma, geleneksel ısıtmaya göre daha ucuz bir yöntemdir ve bu nedenle gıda endüstrisinde giderek yaygınlaşmaktadır. Kızılötesi kurutmanın önemli özellikleri, daha hızlı kurutma ve ısıtma, iyi ısı transferi, daha düşük enerji ve daha düşük enerji maliyetleridir (Sorour ve El Mesery, 2014). Ayrıca gıdanın türü,

kalınlığı ve penetrasyon derinliği de bu yöntemle kurutmanın başarısını etkileyen faktörlerdendir (Bingöl, 2010).

Infrared ısıtma, benzer kurutma koşullarında geleneksel kurutmaya göre birçok avantaj sunar. Nemli malzemeleri ısıtmak veya kurutmak için IR radyasyonu kullanıldığında, radyasyon maruz kalan malzemeye çarpar, içine nüfuz eder ve radyan enerji ısıya dönüşür. Penetrasyon derinliği, meyvenin yapısına ve bileşimine, radyasyonunun dalga boyuna bağlıdır. Malzeme radyasyona maruz kaldığında güçlü bir şekilde ısınır ve malzemenin sıcaklığı çok kısa süre içinde düşer. Aynı zamanda malzemenin ısıtılma periyodunun ardından soğumanın geldiği aralıklı radyasyon uygulamasıyla, nemin merkezden yüzeye yoğun bir şekilde yer değiştirmesi sağlanabilir. Geleneksel kurutmaya kıyasla yüksek oranda ısı transferi sağlar ve ürün daha homojen bir şekilde ısıtılarak daha iyi kalite özellikleri elde edilmektedir (Rastogi, 2012).

Sıcak hava ile kurutma

Sıcak ve kuru hava, gıdanın içerdiği nemi buharlaştırmak ve gıdanın yüzeyinden uzaklaştırmak için kullanılır. Sıcak ve kuru hava, gıdanın üzerine farklı veya aynı yönde yönlendirilir. Isı akışı ve buharlaşma, sıcak hava ile soğuk gıda arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanmaktadır (Ertekin Filiz, 2015).

Sıcak havayla kurutma, meyve ve sebzelerin kurutulması için yaygın olarak kullanılan bir kuruma yöntemidir. Ancak bu yöntemin kuruma süresinin ve enerji tüketiminin yüksek olması, çözünmüş maddelerin ürün içinde eşit olmayan şekilde dağılması, yüksek sıcaklıktan dolayı kuru üründe çeşitli kalite kayıplarının ortaya çıkması ve rehidrasyon kapasitesinin bozulması gibi olumsuz yönleri bulunmaktadır (Akpınar, 2006; Figiel, 2010).

Liyofilizasyon

Dondurarak kurutma, donmuş ürünün suyunun süblimasyon yoluyla kurutulmasına dayanır. Suyun sıvı olarak bulunmaması ve donma için gereken

düşük sıcaklıklar nedeniyle çoğu bozulma ve mikrobiyolojik reaksiyon gecikerek yüksek kaliteli bir ürün elde edilmektedir (Rawson vd., 2011).

Çabuk bozulabilen gıdalardan suyu uzaklaştırmak ve suyun taşınmasını kolaylaştırmak için kullanılan bir işlemdir. Bu işlem için önce su içeren malzeme dondurulur. Donmuş malzemedeki su, yüksek vakumda katı halden doğrudan gaz haline (süblimasyon) geçerek ortamdan uzaklaştırılır. Ortaya çıkan ürünün nem içeriği düşük olduğu için ürün uzun süre saklanabilir ve taşıma, depolama gibi işlemler sırasında daha stabil hale gelmektedir. Ürünün artık ortamdan nem çekmemesi için uygun şekilde paketlenmesi gerekir. Bu şekilde paketlenen ürün oda sıcaklığında donmadan saklanabilmektedir (Akşit, 2013).

Vakum kurutma

Vakum kurutma, kuruması uzun süren gıdaları kurutma yöntemlerinden biridir. Çalışmalar, vakumlu kurutmanın diğer yöntemlere kıyasla kuruma süresini azalttığını göstermiştir. Vakum, atmosfer koşullarına göre düşük sıcaklıklarda gıda içeriğinin daha kolay buharlaşmasını sağlar ve en önemlisi havanın olmaması ve ortamdan suyun uzaklaştırılması oksidasyon reaksiyonlarını azaltır. Vakumla kurutulan ürünler renk, doku ve aromalarını iyi korumaktadır (Aslantaş, 2022).

Vakumlu kurutma, özellikle ısıya duyarlı ve kolayca oksitlenen ürünlerin kurutulması için uygundur. (Dev ve Raghavan, 2012). Vakum uygulaması, sıcak havayla kurutulmuş malzemeye göre daha yüksek gözenekliliğe, daha düşük yağın yoğunluğuna ve daha düşük büzülme oranına sahiptir (Wu vd., 2007).

Mikrodalga kurutma

Mikrodalga teknolojisi, İkinci Dünya Savaşı sırasında mühimmat üretimi ve tasarımı üzerine yapılan araştırmalar sırasında keşfedilmiştir. Mikrodalga teknolojisinin kullanıldığı alanlar; gıda işleme (ısıtma, eritme, kalite kontrol), endüstriyel ürünlerin kurutulması (kağıt, ahşap), kimyasal reaksiyonların

hızlandırılması, endüstriyel ürünlerin eritilmesi (cam, kauçuk, bulamaç), sinterleme (seramik, mineral tozu), plazma üretimi, mineral işleme (kaya kırma, öğütme), atık yönetimi ve geri dönüşümden oluşmaktadır (Gwarek ve Marcysiak 2004).

Mikrodalga fırında kurutma yapılırken yüksek frekanslı dalgalar üründen hızla geçerek emilerek ısı enerjisine dönüşür ve üründeki su buharlaşır. Mikrodalga fırında kurutulan gıdanın iç sıcaklığı yüzey sıcaklığından yüksektir. Bu yöntemde geleneksel kurutma yöntemine göre daha dinamik bir nem transferi gerçekleşmektedir (Karabacak, 2015).

Mikrodalga fırın, hacimsel ısıtma sağlayan dielektrik ısıtma teknolojilerinden biridir. Isıtıldığında malzemenin içinde bir miktar ısı oluşması, mikrodalga ürünün penetrasyonunun çok yüksek olduğu anlamına gelir. Yüksek konsantrasyonu ve su moleküllerini emmesi nedeniyle, ürünler geleneksel yöntem kurutma işlemine göre daha kısa sürede istenilen sıcaklığa getirilebilir. Bu nedenle mikrodalga fırında ısıtma, geleneksel yöntemlere göre daha hızlıdır. Düşük enerji gereksinimine karşın enerji verimliliği yüksektir. Ek olarak cihazlar kolayca temizlenebilir, daha az yer kaplar, besin değerini koruduğu için geleneksel yöntemlere alternatif olabilmektedir (Başkaya Sezer ve Demirdöven, 2015).

Mikrodalgalar gıda endüstrisinde pişirme, pastörizasyon, eritme, kurutma, sterilizasyon ısıtma gibi birçok işlemde çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Yiyeceklerin mikrodalga ısıtma frekansı, fiziksel geometri, ısıtma hızı, sıcaklık, yiyecek kütlesi, su içerik, yoğunluk, mikrodalga gücü, elektriksel iletkenlik ve dielektriğe etki etmektedir (Konak vd., 2009).

2.3. Taze Nanenin Kurutulması ile İlgili Çalışmalar

Polatçı vd. (2022), yaptıkları araştırmada farklı kurutma yöntemlerinin nanenin kurutma kinetiği ve kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve güneşte kurutma yöntemini olarak en kısa kuruma süresi 3,5 saat olarak belirlemişlerdir. Renk kriterleri açısından özelliklerini en iyi koruyan yöntemi 50⁰C'de sıcak hava kurutma olarak belirlemişlerdir.

Berktaş vd. (2020), nane (*Mentha piperita L.*) distilasyonundan arta kalan hidrosolün kek üretiminde değerlendirilmesini araştırmışlar. Nane distilasyon yan ürünlerinden biri olan hidrosoller, içerdikleri fenolik bileşikler sayesinde eklendikleri çeşitli ürünler için biyoaktif bileşenler içerebilen uçucu yağ elde edildikten sonra bitkilerden elde edilen ikincil ürünlerdir. Kurutulmuş nane hidrosollerinin formülasyonlara eklenmesinin, ürünlerin fonksiyonel özelliklerini önemli ölçüde arttırdığı ve antioksidan aktivite üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Hidrosollerin kurutulması işlemi ile bu değerli bileşenler korunur ve ürünlerin zenginleştirme işlemi gerçekleştirilir. Kek hidroselleri (KHE) içeren ürünler arasında, %1,5 KHE içeren ürünler, kontrol ürünlerinden önemli ölçüde daha fazla toplam fenol ve toplam flavonoid içerdikleri için daha iyi antioksidan aktiviteye sahiplerdir. Dondurma ve kek preparatlarına KHE ilave edilerek daha fazla biyoaktif bileşen içeren ve daha etkin antioksidan etkiye sahip ürünler elde edilmiştir.

Akşit (2013), nane (*Mentha piperita L.*) ve kekik (*Thymus vulgaris*) bitkilerinden, iki farklı kurutma yöntemi ile suda çözünen çay tozu elde edilmiştir. Tüm analizlerin sonuçları kekik ve nane ile yüksek benzerlik göstermiştir. Her iki bitkiden elde edilen suda çözünür çaylar birçok biyoaktif bileşen içerir ve tüketici için kullanımı kolaydır. Çay tozunun hazırlanmasında sprej kurutma tekniği ile yapılan analiz sonuçlarına göre; hem uzun ömürlü hem de yüksek oranda çözünür çay tozları üretilmiştir. Günümüzde doğal antioksidanlara ve fenolik bileşiklere atfedilen değer, bu teknikle yapılan çayı tüketiciler için cazip hale getirebilmektedir. Bununla birlikte, püskürterek kurutma işleminde, yüksek sıcaklık hemen hemen tüm aroma bileşenlerinin kaybına neden olmuştur. Bu nedenle elde edilen çayların duyuşal özellikleri ve genel tanınırlığı düşüktür. Suda çözünen çayın sprej kurutma ile hazırlanmasında tat ve renk katkı maddelerinin eklenmesinin önemli olduğuna inanılmaktadır. Fenol içeriği sis çaylarından daha düşük olmasına rağmen, geleneksel demlenmiş çaydan daha iyidir. Aromatik bileşenler, püskürtülen numunelerden daha fazladır. Daha yüksek aromatikliğe rağmen, yöntemin duyuşal özellikleri ve genel kabulü düşüktür. Püskürtmeli kurutucuda olduğ gibi tat ve renk katkı maddeleri gereklidir.

Aldiab (2021), nane ve kırmızı pul biber ilavesinin labnenin özelliklerine etkisi adlı çalışmada labneye pul biber ve nane ilave edilmiş ve eklenen baharatların labnenin duyuşal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bunun için kontrol, nane, kırmızı pul biber ve kırmızı pul biber ilaveli dört farklı labne hazırlanmıştır. Labne örnekleri buzdolabında 30 gün süreyle saklanmıştır. (1, 10, 20 ve 30. günler) sırasında duyuşal, kimyasal, fiziksel, yapısal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Baharat ilavesinin labnenin fiziksel, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini geliştirdiği, nane ve pul biberin labnenin hazırlanmasında başarıyla kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Nane ve kırmızı biber karışımı ile hazırlanan labnenin daha iyi antioksidan kapasiteye ve mikrobiyolojik kaliteye sahip olduğu ve ayrıca duyuşal olarak daha fazla beğenildiği belirlenmiştir.

Çam vd. (2012), farklı nane türlerine ait klonların uçucu yağlarının buğday bitine fumigant etkisini incelemişlerdir. Ülkemizde ve subtropikal bölgede farklı nane türlerinin klonlarından elde edilen uçucu yağların, buğday üzerinde fumigant bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca bu çalışmada uçucu yağın ana bileşenlerinden biri olan karvonun da oldukça yüksek oranda fumigant etkisi olduğu belirlenmiştir.

Demir (2019), nanenin kızılötesi kurutucuda optimum kurutma sıcaklığının belirlenmesi adlı çalışmada, tasarlanan ve üretilen kızılötesi kurutucu ile donatılmış bir kurutma fırınında nane yaprakları farklı sıcaklıklarda kurutulmuş ve optimum kurutma sıcaklığı belirlenmiştir. Etüvde kurutulan nane yaprakları 50°C, 60°C, 70°C, 80°C ve 90°C'de kurutulmuştur. Kuruma süreleri, özgül enerji tüketimi, nem içeriği belirtilmiştir. Spesifik enerji tüketiminin 21,10 mj/kg ile 52,08 mj/kg arasında değiştirdiği bulunmuştur. Tüm deneylerde elde edilen kuru ürünün özellikleri birbirinden farklı olmakla birlikte renk, koku, koku ve enerji tüketimi bir bütün olarak değerlendirildiğinde optimum kurutma sıcaklığının 70°C olduğu görölmüştür. Bunun altında bir sıcaklıkta gerçekleştirilen kurutma işlemlerinde enerji tüketiminin arttığı bildirilmiştir. 70°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise kurutma işlemlerinde enerji tüketiminin azaldığı bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmamızda kullandığımız taze nane Şekil 3.1'de Isparta/Çünür'de seradan temin edilmiş ve zaman kaybedilmeden kurutma işlemine geçilmiştir.



Şekil 3.1. Taze nane

3.2. Yöntem

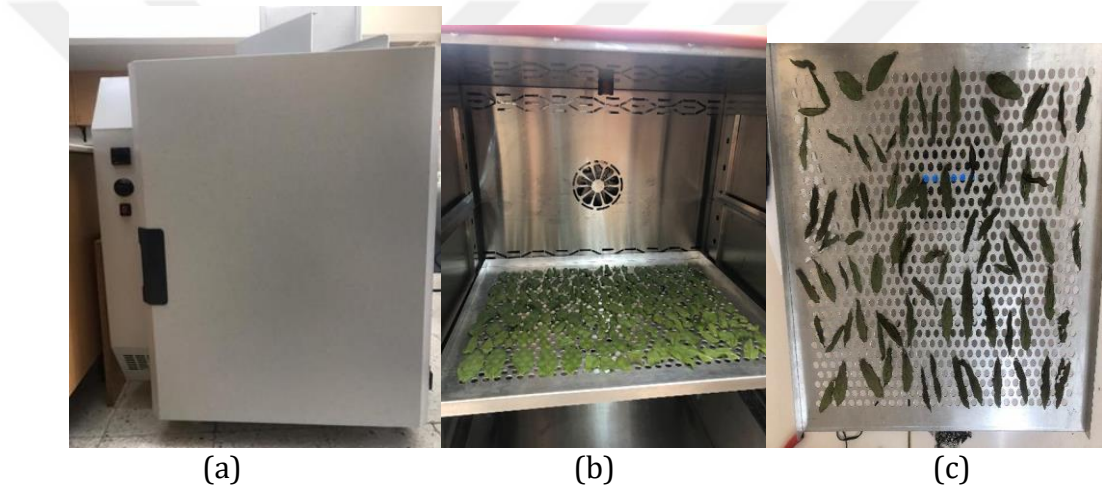
Taze nane, saplarından, siyah ve lekeli yapraklarından ve baş kısımlarından ayrılmıştır. Boyutları birbirine yakın olan yapraklar ön işleme tabi tutulmamıştır ve 8 farklı kurutma yöntemi ile kurutulmuştur.

Yapılan kurutma öncesi bazı ön denemeler yapılmış, sıcaklık değerleri ona göre belirlenmiştir. Sıcak hava kurutma için 40, 50, 55, 60, 70°C'de kurutma yapılmıştır. En uygun sıcaklık olarak 55°C sıcaklık seçilmiştir. Mikrodalga kurutma işleminde 180W, 360W, 600W gibi üç farklı güç tespit edilmiş ve 600W güç nane yaprakları yüksek enerji nedeniyle çok kısa sürede yanmaya başlamıştır. 180 W güç süre olarak uzun sürdüğü için duyusal olarak koku kaybolmuştur. Bu yüzden 360 W denenmiştir. Duyusal olarak renk ve koku özelliklerinin daha iyi olması sebebiyle 360 W gücünde kurutmaya karar verilmiştir. Vakum kurutma için 50, 60 ve 70 °C sıcaklıkları araştırılmış ve en uygun sıcaklığın 60 °C olduğu belirlenmiştir. Renk ve duyusal analiz sonuçlarına

göre 50, 60, 70 ve 80°C sıcaklıklarında yapılan ön denemelerde infrared kurutma için 70 °C'nin uygun olduğu bulunmuştur.

3.2.1. Nane yapraklarının sıcak hava ile kurutulması

Taze nane yaprakları 55°C'de sıcak hava fırınında kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma için 5 dakikada bir tartım alınmıştır. Bu durum sabit bir ağırlığa ulaşana kadar devam etmiştir. Kurutulmuş numuneler vakum ortamında ambalajlanmış ve -18°C'de saklanmıştır. Örneklerin sıcak hava ile kurutulması Şekil 3. 2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Kurutma fırını (a), Taze nane yapraklarının kurutucudaki yerleşimi (b), kurutma sonrası nane yapraklarının tepsideki görüntüsü (c)

3.2.2. Nane yapraklarının mikrodalga ile kurutulması

Saplarından ve siyah benekli yapraklarından ayıklanmış nane yaprakları, Şekil 3.3'deki mikrodalga kurutucuda (mutfak tipi Bosch 5870 GH, Almanya) 360 W mikrodalga gücünde sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan ürünler vakumlanarak, -18°C' de depolanmıştır.



(a)

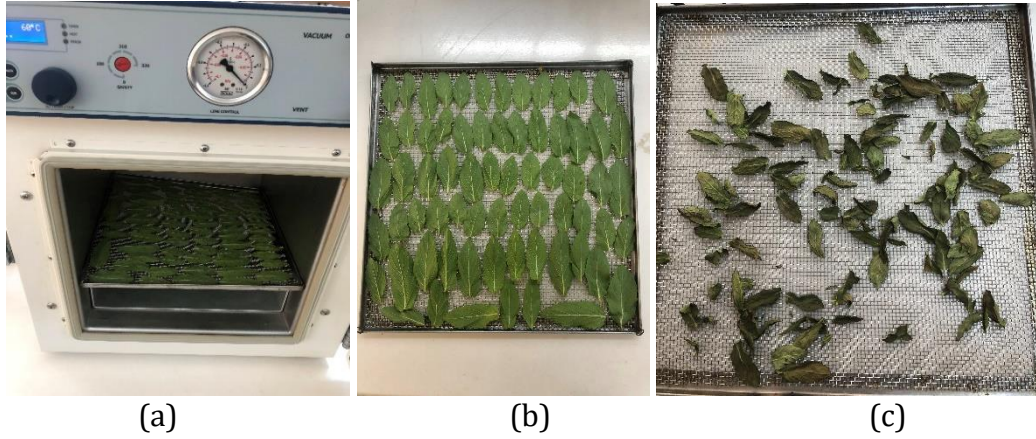
(b)

(c)

Şekil 3.3. Mikrodalga fırını (a), Nane yapraklarının mikrodalga tepsinine yerleşimi (b), kurutma sonrası sabit tartım ağırlığına gelen nane yaprakları (c)

3.2.3. Nane yapraklarının vakum kurutucuyla kurutulması

Taze nane yaprakları vakum altında 60°C sıcaklıkta 0,90 bar basınçta her 5 dakikada bir tartım alınarak kurutma yapılmıştır. Sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Kurutulmuş naneler vakumla paketlenmiştir ve -18°C'de saklanmıştır. Nanelerin vakumlu kurutucuda kuruması Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



(a)

(b)

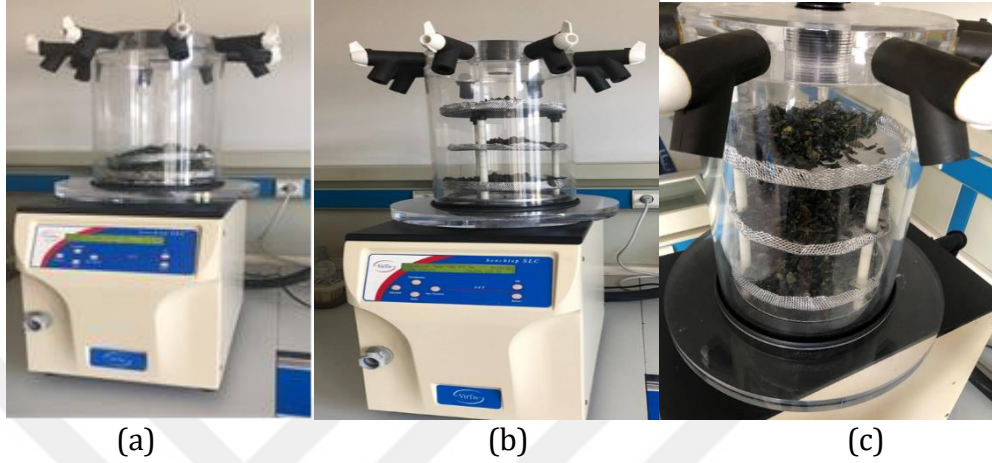
(c)

Şekil 3.4. Vakum Kurutma Makinesinde Nanelerin yerleşimi (a), Nanelerin kurutma öncesi tepsiye dizilimi (b), kurutma sonrası naneler (c)

3.2.4. Nane yapraklarının liyofilizasyon yöntemiyle kurutulması

Taze nane yaprakları ayıklanarak -18 °C'de iki gün yani 48 saat dondurulduktan sonra liyofilizatöre (VirTis k2 ABD) konulmuştur. -60°C ,150 militorr (0,1333

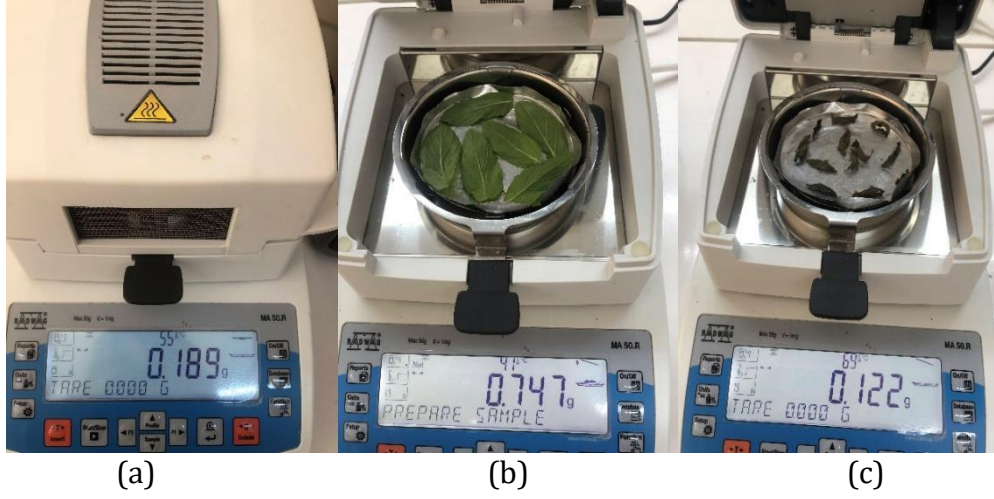
milibar) vakumda kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kesikli olarak 16 saatte kuruyan örnekler vakumlanmış ve analizleri yapmak için -18 °C'de depolanmıştır. Örneklerin liyofilizasyon (dondurarak kurutma) kurutma işlemi Şekil 3.5'te gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Liyofilizatör cihazında kurutma (a), Nane yapraklarının liyofilizatöre konuluşu (b), kurutma işlemi sonrası naneler (c)

3.2.5. Nane yapraklarının infrared kurutma yöntemiyle kurutulması

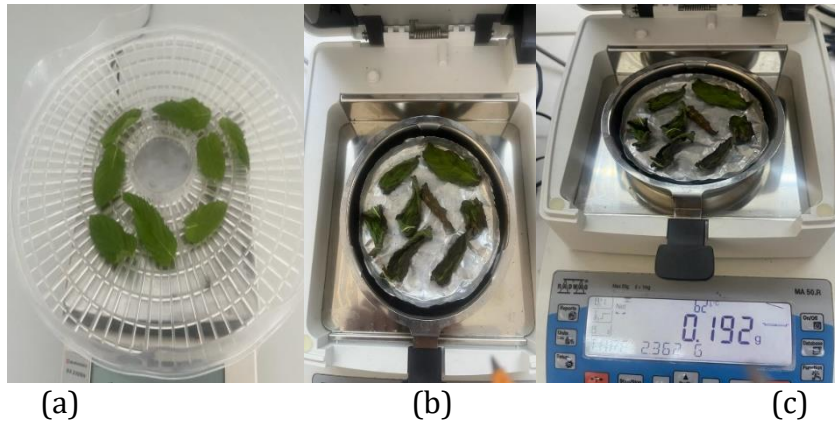
Nane yaprakları, infrared ısı kullanılarak bir nem belirleme cihazında (RADWAG MA 50.R) 70 °C'de hazırlanmıştır. Ürünlerin ağırlık kayıpları belirli aralıklarla ekranda okunarak kayıt altına alınmıştır. Kurutulmuş numuneler vakumla paketlenerek -18°C'de saklanmıştır. Numunelerin infrared kurutulması Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Infrared kurutma cihazı (a), Nane yapraklarının kurutma öncesi yerleşimi (b), kurutma sonrası cihaz içindeki kurutulmuş naneler (c)

3.2.6. Nane yapraklarının mikrodalga kurutma sonrası infrared kurutucuda kurutulması

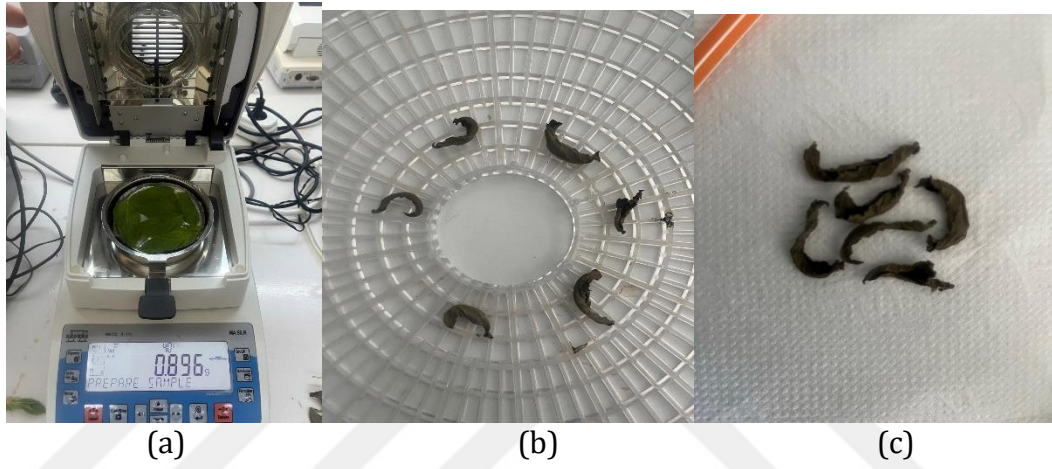
Mikrodalga sonrası infrared kurutma tekniğinde nane yaprakları, 240 saniye mikrodalga işleminden sonra infrared kurutma cihazında 460 saniye daha kurutulmuştur. Şekil 3.7'de örneklerin mikrodalga ve sonrasında infrared kurutucuda, kurutma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Mikrodalgaya kurutma öncesi konulan taze nane (a), Nane yapraklarının mikrodalga sonrası infrared içine yerleşimi (b), infrared sonrası cihaz içindeki kurutulmuş naneler (c)

3.2.7. Nane yapraklarının infrared kurutma sonrası mikrodalga ile kurutulması

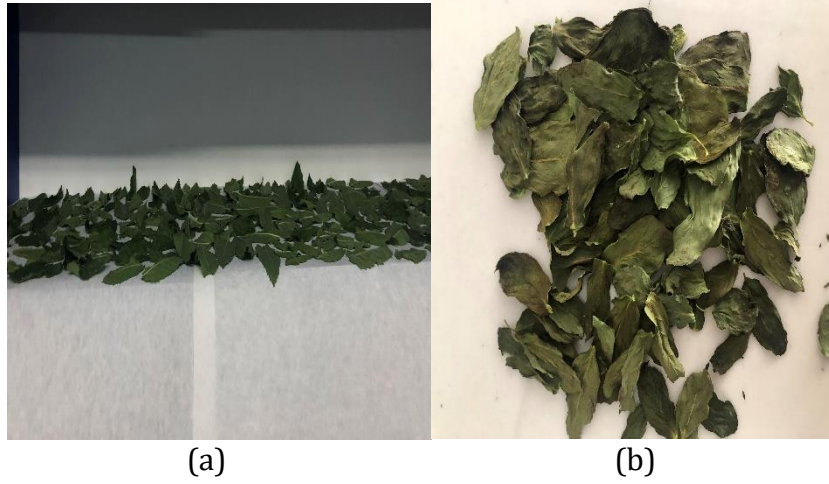
Infrared sonrası mikrodalga kurutmada, nane yaprakları önce infrared kurutma ile 7.5 dakika kurutulmuş daha sonra mikrodalga ile 3 dakika daha kurutulmuştur. Kurutulan ürünler -18°C'de vakumlu paketlerde saklanmıştır. Şekil 3.8'de örneklerin infrared sonrası mikrodalga kurutma aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Infrared öncesi taze nane (a), Nane yapraklarının infrared sonrası mikrodalga kurutma için hazırlanan örnekler (b), mikrodalga sonrası kurutulmuş naneler (c)

3.2.8. Nane yapraklarının gölgede kurutulması

Taze nane yaprakları ortalama 5 günde ortam hava sıcaklığının 24°C, ortamın nemi %36, dış hava sıcaklığının 21°C, dış hava neminin %46 olduğu ortamda kurutulmuştur. Sabit ağırlığa gelen nanelerde kurutma işlemi sonlandırılmıştır. Şekil 3.9' da gölgede kurutulan nanelerin kuruma başlangıcı ve sonundaki durumları gözlemlenmektedir.



Şekil 3.9. Taze nanelerin gölgede kurutulması (a), Kurutma sonrası nane yaprakları (b)

3.3. Analiz Yöntemleri

3.3.1. Suda çözüner kuru madde (°Briks) analizi

Taze nanenin suda çözüner kuru madde değeri (°Briks) Cemeroğlu'na (2010) göre hesaplanmıştır. Başlangıçta taze nane, dijital bir refraktometre (HANNA HI 96801, Romanya) kullanılarak ölçülmüştür.

3.3.2. pH tayini

Taze nane örneklerinin pH'ı, InoLab pH-Level1(Weilheim, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür. 3-4 g örnek üzerine 15 ml kadar su eklenip blendırda homojen edildikten sonra pH probu daldırılarak ölçüm yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.3.3. Toplam kuru madde analizi

Nem tayin cihazı (Kern 085, DBS 60-3, Almanya) kullanılarak taze ve kurutulmuş örneklerin nemi ölçülmüştür (Şekil 3.10). Kurutma yapılmadan önce ve kurutma yapıldıktan sonra kuru nanelerin nem % değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Hızlı nem tayin cihazında örneğin nem içeriğinin belirlenmesi

3.3.4. Kuruma eğrilerinin oluşturulması ve kuruma hızının hesaplanması

Kurutma eğrileri, gıdanın neminin zamana bağlı değişimidir. Kuruma hızı, belirli bir t zamanındaki nem miktarının kuru madde miktarına bölünmesiyle elde edilen (X) değeri kullanılarak hesaplanmıştır (Velic vd., 2004). Hesaplama Eşitlik 3.1. kullanılmıştır.

$$\text{Kuruma Hızı (DR)} = \frac{L_s}{A} \times \frac{\Delta X}{\Delta t} \quad (3.1)$$

L_s : Kuru madde miktarı (g)

A: Kurutma tepsi yüzey alanını (m²)

3.3.5. Su aktivitesi analizi

Taze ve kurutulmuş nanelerin su aktivitesi, Novasina (LabSwift, Lachen, İsviçre) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Taze ve kuru nane örnekleri cihazın küçük kaplarına küçük parçalar halinde yerleştirilmiş ve süre sonunda okuma yapılmıştır. Analizde kullanılan su aktivitesi ölçüm cihazı Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Su aktivitesi cihazında örneğin su aktivite değerinin belirlenmesi

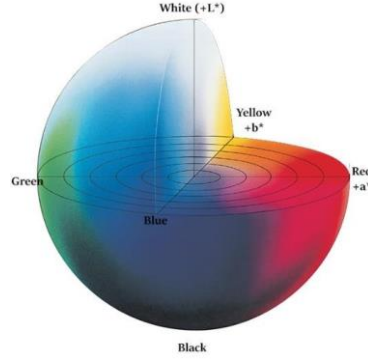
3.3.6. Renk analizi

Taze ve kurutulmuş örneklerin renk ölçümleri Şekil 3.12'deki kolorimetre (Yüksek Kalite Kolorimetre, 3nh, Çin) ile belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Örneklerin kolorimetrede renk ölçümleri

Taze örneklerin ön ve arka yüzeylerinin farklı noktalarından renk ölçümleri yapılmıştır. Ortalamaları alınıp gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Kuru numuneler ise öğütücüde belli miktar öğütüldükten sonra farklı noktalardan ölçüm yapılmıştır. Elde edilen değerlerin ortalaması, o numunenin rengini ifade etmektedir. Renk değerleri L^* (beyazlık veya açıklık/koyuluk), a^* (kırmızılık/yeşillik) ve b^* (sarılık/mavilik) olarak ifade edilmiştir. Ayrıca kurutma sırasındaki renk değişimini ifade etmek için toplam renk farkı değerleri Eşitlik 3.2'de hesaplanmıştır. L^* , a^* , b^* değerleri C.I.E renk sistemine göre belirlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. C.I.E Renk Skalası (Kulcu, 2018)

Ürünlerin ΔE (kuruma sırasında başlangıç ürüne göre meyvedeki renk değişimini) değeri Eşitlik 3.2'ye göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E = [(L_0 - L^*)^2 + (a_0 - a^*)^2 + (b_0 - b^*)^2]^{1/2} \quad (3.2)$$

ΔE =Toplam renk değişimi

L_0 : Taze örneğin aydınlık değeri

a_0 : Taze örneğin kırmızılık/yeşillik değeri

b_0 : Taze örneğin sarılık/mavilik değeri

L^* : Kurutulan örneğin aydınlık değeri

a^* : Kurutulan örneğin kırmızılık/yeşillik değeri

b^* : Kurutulan örneğin sarılık/mavilik değeri

Eşitliklerde kullanılan "0" alt simgesi, taze örneklerin renk okumasını ifade etmektedir. Referans olarak taze örnekler kullanılmaktadır ve daha büyük bir ΔE değeri, referans örnek ile arasında daha fazla bir renk değişikliği olduğu anlamına gelmektedir (Dadali vd., 2007).

3.3.7. Esmerleşme indeksi (BI)

Kuru nanenin L^* , a^* , b^* değerleri kullanılarak Mohammadi vd. (2008)'ne göre, Eşitlik 3.3 ve Eşitlik 3.4 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$BI = \frac{100(x-0,31)}{0,17} \quad (3.3)$$

$$X = \frac{a^* + 1,75L^*}{(5,645L^* + a^* - 3,012b^*)} \quad (3.4)$$

L*: Kurutulan örneğin aydınlık değeri

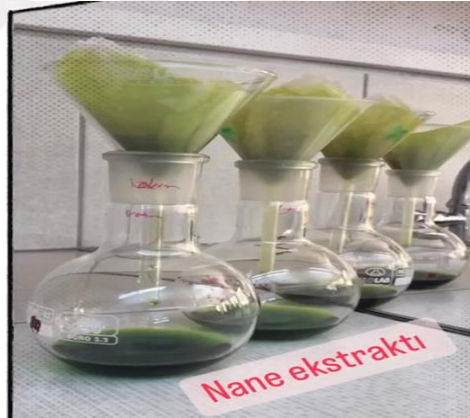
a*: Kurutulan örneğin kırmızılık/yeşillik değeri

b*: Kurutulan örneğin sarılık/mavilik değeri

BI: Esmerleşme indeksi

3.3.8. Toplam fenolik madde analizi

2 g kuru nane 20 ml metanol ile karıştırılarak ultraturax cihazında (IKA T18 basic, Türkiye) homojenize edilmiştir. Daha sonra nane ekstraktı 3000 devirde 15 dk santrifüj edilmiştir ve elde edilen numuneler (Şekil 3.14)'de filtre kağıdı ile filtre edilmiştir. Daha sonra elde ettiğimiz ekstraktlar fenolik madde, antioksidan aktivite, klorofil a, klorofil b, toplam karotenoid ve toplam flavonoid tayinlerinde kullanılmak üzere +4°C'de saklanmıştır (Sezer, 2017).



Şekil 3.14. Ekstrakte edilen nanelerin filtre edilmesi

Taze nane ve kuru nanenin toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir. Analiz için 40 µl ekstraktan alınıp 25 ml balon jøjeye aktarılmıştır. Şahit için ise sadece 1 ml metanol kullanılmıştır. Daha sonra her iki test tüpüne 2,4 ml saf su ve 0,2 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (Merck, 1.09001, Almanya) ilave edilmiştir ve vortekslenerek homojenleştirilmiştir. Bu işlemlerden sonra ekstraktın bulunduğu tüpe 0,6 ml sodyum karbonat çözeltisi (%35 w/v) ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 2 saat karanlıkta bekletildikten sonra oluşan çözeltiye 0,76 ml saf su ilave edilerek vortekslenerek homojen hale getirilmiştir.

ve köre karşı 765 nm dalga boyunda absorbanı spektrofotometre (T70 UV/VIS spektrofotometre, PG Instruments, İngiltere) ile okuma yapılmıştır. Sonuçları okunan absorbanlara karşılık gelen gallik asitin farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlanmıştır. 765 nm'de absorbanları ölçülmüş ve standart kurve çizilmiştir. Çizilen standart kurve ile elde edilen formülden, nane örneklerinin sonuçları gallik asit eşdeğeri mg GAE/g KM olarak hesap edilmiştir. Analizler 3 paralelli olarak yapılmıştır (Gül , 2018).

3.3.9. Antioksidan aktivitesi tayini

Kurutulan örneklerin antioksidan aktivitesi, DPPH (2,2-difenil-1-pikril-hidrazil) radikalini yakalama yetenekleriyle ölçülmüştür (Singh vd., 2002). Nane ekstraktlarından 50 µl alınmıştır. Üzerine 450 µl Tris çözeltisi eklenip tüpler vorteks ile karıştırılmıştır. Daha sonra 0,8 ml metanol ve 0,2 ml DPPH çözeltisi eklenerek tüpler tekrar vorteks ile karıştırıldıktan sonra ve 30 dk süre ile karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 515 nm'de okuma yapılmıştır. Taze ve kuru nanelerin bu şekilde absorbanları ölçülmüştür. Kontrol absorpsiyonunda numune yerine saf su kullanılmıştır.

3.3.10. Toplam klorofil a ve klorofil b analizi

Numunelerin konsantrasyonu, Arnon'un (1949) yöntemine göre hesaplanmıştır. Filtre kağıdı ile filtrelenen ekstraktların absorbanları UV-VIS spektrofotometre ile ölçülmüştür. Ekstraktların absorbanları toplam klorofil için 652 nm'de, klorofil a için 663 nm'de, klorofil b için 645 nm'de, karotenoidler de 470 nm'de ölçülmüştür. Farklı dalga boylarında ölçülen absorbanlar Lichtenthaler ve Wellburn (1983) tarafından verilen formüllere ikame edilerek Eşitlik 3.5 ve Eşitlik 3.6 hesaplamaları yapılmıştır. Formüller aşağıda gösterilmiştir.

$$\text{Klorofil b Miktarı} \left(\frac{mg}{g} \right) = \frac{((22,91.A_{645}) - (4,68.A_{663})) \cdot V}{1000.W} \quad (3.5)$$

$$\text{Klorofil a miktarı} \left(\frac{mg}{g} \right) = \frac{((11,7.A_{663}) - (2,69.A_{645})) \cdot V}{1000.W} \quad (3.6)$$

A_{663} : 663 nm dalga boyundaki absorbans değeri

A_{645} : 645 nm dalga boyundaki absorbans değeri

V: Tamamlanan ekstrakt hacmi (ml)

W: Ekstrakte edilen nane ağırlığı (g)

3.3.11. Toplam flavonoid madde analizi

Daha önce metanol ile elde edilen ekstraktların metanollerini rotary evaporatörde (Heidolph, Heizbad Hei-VAP, Almanya) tamamen buharlaştırılmış ve ekstraktlar bu analize uygun olarak etanolde çözündürülmüştür. Taze ve kurutulmuş örneklerin toplam flavonoid içeriği, Zaporozhets vd. (2004) tarafından açıklanan yöntemine göre belirlenmiştir. Referans bileşik olarak rutin kullanarak çözelti absorbanları spektrofotometrede 510 nm'de okunmuştur. Spektrofotometrede okuma öncesi örnekler filtre kağıdı ile filtre edilmiştir. Kalibrasyon eğrisi, standart rutin çözeltisi kullanılarak oluşturulmuştur. Flavonoid içeriği, mg /g KM olarak ifade edilmiştir.

3.3.12. Toplam karotenoid madde analizi

Taze nane örneğinden 0,5 g alınarak santrifüj tüpüne koyulmuştur. Üzerine 10 ml %80'lik aseton(aseton/su) ilave edilerek 10 dakika 2500 rpm'de santrifüj edilmiştir. Santrifüjün ardından ekstrakt 10 ml'lik balon jöjeye konulmuş ve 10 ml çizgiye kadar %80 aseton ile tamamlanıp spektrofotometrede 450 nm dalga boyunda okuma yapılmış ve Eşitlik 3.7. yardımıyla hesaplanmıştır (Arnon, 1949).

$$\text{Karotenoid Miktarı} \left(\frac{mg}{g} \right) = \frac{[(1000 \cdot A_{450}) - (2,27 \cdot K_{la}) - (81,4 \cdot K_{lb})] / 227}{V} \cdot g \quad (3.7)$$

A_{450} : 450 nm dalga boyundaki absorbans değeri

K_{la}: Klorofil a miktarı $\left(\frac{mg}{g} \right)$

K_{lb}: Klorofil b miktarı $\left(\frac{mg}{g} \right)$

V: Tamamlanan ekstrakt hacmi (ml)

g: Ekstrakte edilen nane ağırlığı (g)

3.3.13. Aroma bileşenleri analizi

Aroma bileşenleri analizi, Yang ve Peppard (1994) tarafından kullanılan metotlar modifiye edilerek yapılmıştır. Şekil 3.15'te 2 g taze ve kurutulmuş örnekler 60°C de fibersiz 15 dakika, fiber ile 30 dakika bekletilip 250°C de desorbe edilerek Shimadzu (Japan) GC 2010 Plus cihazında analiz yapılmıştır.



Şekil 3.15. Aroma bileşeni analizi için hazırlanan kurutulmuş nane örnekleri

SPME Şartları;

- Kullanılan Cihaz: Shimadzu (Japan) GC- 2010 Plus/Shimadzu GCMS-QP2010 SE (Dedektör)
- Enjeksiyon Bloğu: 250°C
- Dedektör: 250°C
- Akış Hızı (ml/dakika): 1,61
- Dedektör: 70 eV
- İyonlaştırma Türü: El
- Kullanılan Gaz: Helyum
- Kullanılan Kolon: Restek Rx-5Sil MS 30 m * 0.25 mm, 0.25 um
- Sıcaklık Programı: 40°C'de 2 dakika bekledikten sonra 250°C'ye dakikada 4°C'lik artışla ulaşılmaktadır. 250°C' de 5 dakika bekletilmiştir.
- Kullanılan Kütüphaneler: Tutor, Nist, FFNSC, Wiley
- SPME şartları: Fused silica SPME fiber CAR/PDMS 60°C'de fibersiz 15 dakika, fiber ile 30 dakika bekletilip 250°C'de desorbe edilmektedir.

3.3.14. Duyusal analiz

Duyusal analiz için Süleyman Demirel Üniversitesi'nden panel üyeleri, gıda teknolojisi çalışanları ve öğrenciler seçildi. Örnekler küçük şeffaf kaplara kodlandı ve 15 eğitilmiş paneliste tekrar ve 2 sunum olarak sunuldu. Tanımlayıcı kelimeler içeren duyusal analiz formu oluşturulmuştur. Duyusal olarak değerlendirmede esas alınan parametreler maksimum 8 puan üzerinden ayrıntılı hale getirilerek bir tablo oluşturulmuştur. 1 puan yani en az beğenilenden, 8 puan en fazla beğenilene göre oluşturulan tabloda ve kurutulan nanelerin renk, koku ve genel izlenim özellikleri değerlendirilmiştir. Tüm analizlerin sonuçları değerlendirilmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır (Lawless ve Heymann, 1999).

3.3.15. İstatistiksel analiz

Bu çalışmada analizler iki tekerrür üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, SPSS 16.0 paket program kullanılarak, ANOVA varyans analizine tabi tutulmuş ve Duncan çoklu karşılaştırma testine göre %95 güven aralığında değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kuruma Suresi

Farklı yöntemlerde kuruyan nane örneklerinin kurutma süreleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Farklı kurutma yöntemlerinin uygulanması ile elde edilen nanelere ait kurutma süreleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Sıcak hava ile kurutmada 55 dk, mikrodalga ile kurutmada 8 dk, vakum ile kurutmada 75 dk, liyofilizasyon ile kurutmada 960 dakika, infrared kurutmada 17 dk, mikrodalga sonrası infrared kurutma 11,4 dk, infrared sonrası mikrodalga kurutma 10,4 dk, gölgede kurutmada 7200 dk olarak hesaplanmıştır. Çalışmamızda en uzun süren kurutma süresinin gölgede kurutma yöntemi olduğu, en kısa süren kurutma süresinin ise mikrodalga kurutma yöntemi olduğu tespit edilmiştir.

4.1. Suda Çözünür Kuru Madde Değeri

Çalışmamızda taze nanelerin °Briks (°Bx) değeri $6,21\pm 0,22$ olarak bulunmuştur. *M.spicata* cinsi naneleri etüvde, iklimlendirme cihazında, gölgede ve güneşte kurutmuşlardır. Taze nanenin °Bx değeri $6,00\pm 0,01$ olarak bulunmuştur. Etüvde 45°C 'de °Bx değeri $24,00\pm 4,00$, iklimlendirme cihazı %20 bağıl nemde kurutma işleminde °Bx değeri $36,00\pm 0,00$, gölgede kurutma işleminde °Bx değeri $46,72\pm 0,22$, güneşte kurutma işleminde ise °Bx değeri $48,00\pm 10,58$ olarak bulunmuştur. Tüm kurutma denemelerinde °Bx değeri taze naneye göre artış göstermiştir (Polatçı ve Aksüt,2019).

4.2. pH Tayini Sonucu

Çalışmamızda sadece taze nanenin pH 'ına bakılmış $5,78 \pm 0,48$ bulunmuştur.

Polatçı ve Aksüt (2019), nane (*M.spicata*) bitkisine uygulanan farklı kurutma yöntemlerinin kuruma kinetiği ve kalite özelliklerine etkisini incelemiştir. Naneleri etüvde, iklimlendirme cihazı, gölgede ve güneşte kurutmuşlardır. Taze, nanenin pH'ını 5,58 bulmuşlardır. Etüvde 45°C'de pH'ı 5,95, iklimlendirme cihazı %20 bağıl nemde kurutma işleminde pH'ı 6,15, gölgede kurutma işleminde pH 5,96, güneşte kurutma işleminde ise pH 6,22 bulunmuştur. Tüm kurutma denemelerinde pH taze naneye göre artış göstermiştir. Taze nane pH'ı makalemiz ile paralellik göstermiştir.

4.3. Toplam Kuru Madde Tayini Sonuçları

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan nanelerin % kuru madde miktarı sonuçları Çizelge 4.1'de görülmektedir. Kurutma sonundan itibaren kuru madde miktarı konsantrasyonlarındaki istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir ($p<0,05$). Kurutulmuş örneklerin % kuru madde miktarı 90,30- 98,03 arasında ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan nane örneklerinin kuruma süreleri (dk), toplam kuru madde miktarı(%), su aktivite değeri (a_w)

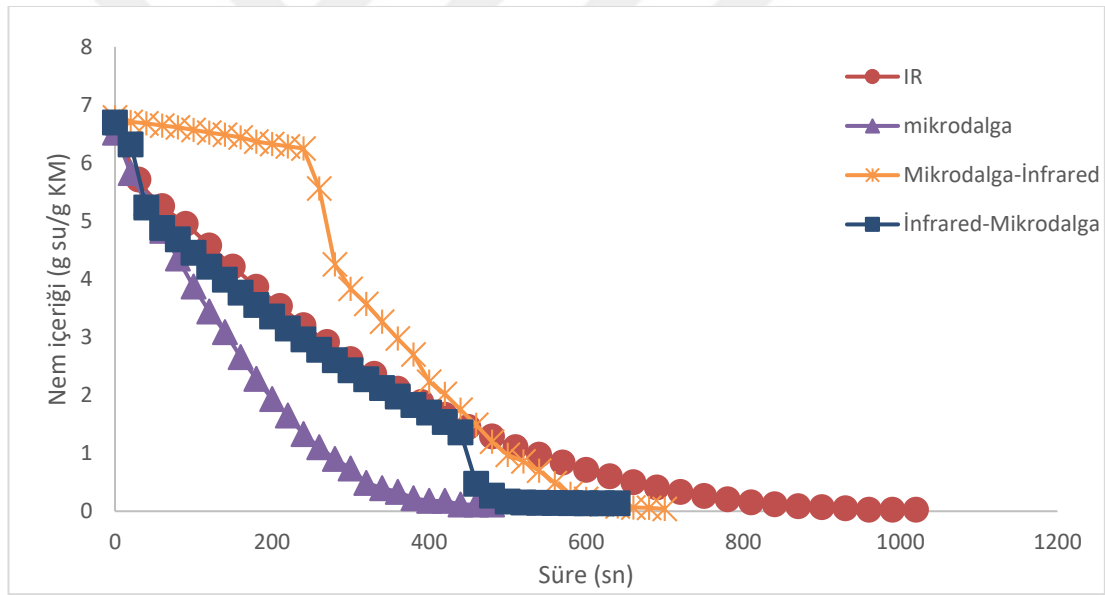
İşlem	Kuruma süreleri (dk)	Toplam kuru madde (%)	Su aktivitesi (a_w),
Taze nane		14,6±0,22	0,975±0,03
SHK	55±0,20 ^e	94,76±0,10 ^e	0,342±0,02 ^a
MK	8±0,32 ^a	94,20±0,11 ^d	0,406±0,03 ^e
VK	75±0,34 ^f	92,11±0,09 ^b	0,376±0,20 ^c
LK	960±0,45 ^g	90,30±0,43 ^a	0,378±0,01 ^c
İK	17±0,57 ^d	98,03±0,05 ^g	0,363±0,01 ^b
MKİK	11,4±0,33 ^c	97,38±0,16 ^f	0,348±0,02 ^a
İKMK	10,4±0,21 ^b	92,84±0,02 ^c	0,385±0,31 ^d
GK	7200±0,66 ^h	90,34±0,49 ^a	0,418±0,02 ^f

^{a-g} Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel fark olduğunu belirtmektedir. ($p<0,05$).

Çizelge 4.1'e bakıldığında toplam kuru madde miktarı en fazla infrared kurutmada, en az ise gölgede kurutma yönteminde olduğu görülmektedir.

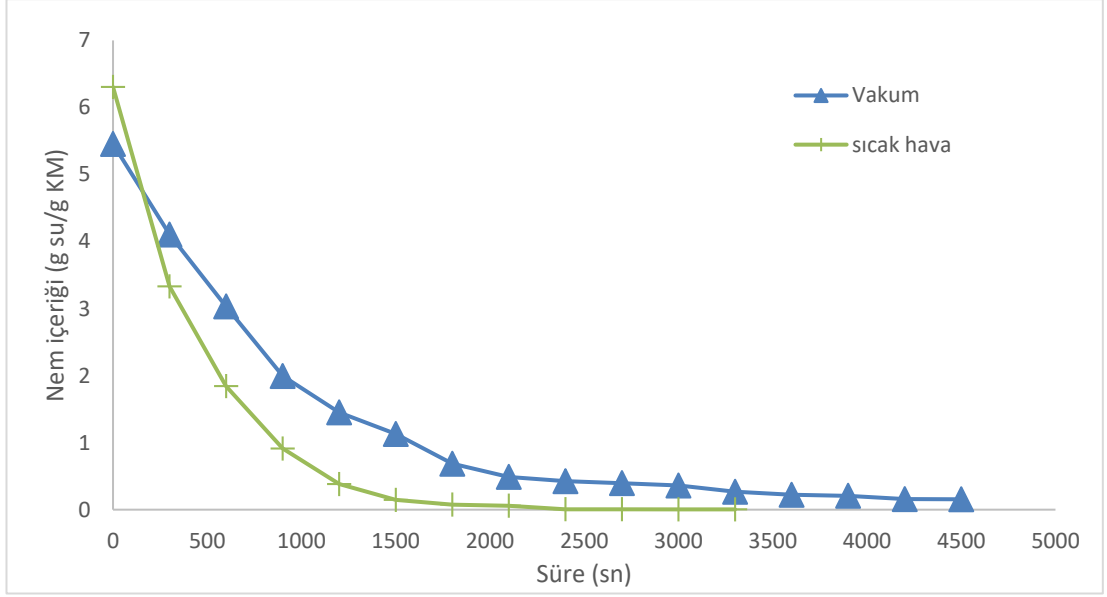
4.4. Kuruma Hızı Ve Kuruma Eğrileri

Şekil 4.1'de MK, IK, MKIK, IKMK teknikleriyle kurutulan nanelerin nem oranının zamana bağlı olarak değişimini gösteren kuruma eğrileri verilmiştir. Bu yöntemlerden en kısa sürede mikrodalgada kurutma işlemi gerçekleşmiştir. En uzun süre ise infrared kurutucuda kurutma işlemi gerçekleşmiştir. Mikrodalga sonrası infrared ve infrared sonrası mikrodalga kurutma kombine yöntemlerinin infrared kurutmaya göre daha kısa, mikrodalga kurutmaya göre ise daha uzun sürede gerçekleştiği görülmüştür.



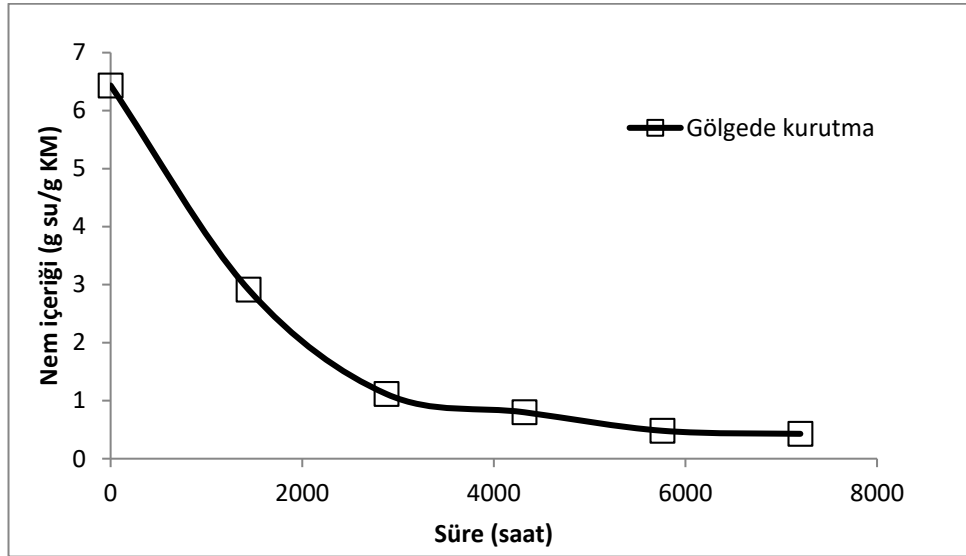
Şekil 4.1. MK, IK, MKIK, IKMK ile kuruyan nanelerin nem oranının zamanla değişimi

Şekil 4.2'de vakum kurutucu ile sıcak hava kurutulan nanelerin nem oranının zamana bağlı olarak değişen kuruma eğrileri verilmiştir. Sıcak hava kurutucuda 55 dk, vakum kurutucuda ise 75 dk süreyle kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.2. Vakum kurutucu ve sıcak havada kurutulan nanelerin nem oranının zamana bağlı değişimi

Şekil 4.3'te gölgede kurutulan ürünlerin nem içeriğinin zamanla değişimi gösterilmiştir. Gölgede kurutulan naneler ise 7200 dakika süreyle kurutulmuştur. Farklı kurutma yöntemlerine göre süre olarak en uzun süren kurutma yöntemi gölgede kurutma yönteminin olduğu tespit edilmiştir.



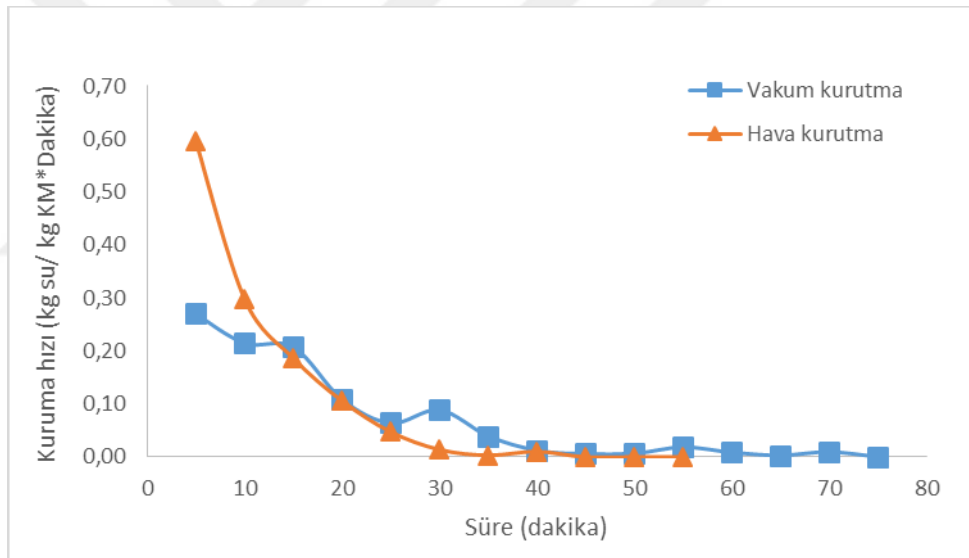
Şekil 4.3. Gölgede kurutulan nanelerin nem oranının zamanla değişimi

Karakaplan (2017), yaptığı çalışmalarda nane örneklerinin kuruma sürelerini 35°C'de kurutulan naneleri 780 dk, 50°C'de kurutulan naneleri 360 dk, gölgede

kurutulan naneleri ise 1380 dk boyunca kurutmuştur. En kısa kurutma süresini 50°C'de etüvde kurutmada belirlemiştir. Nane örneklerinin sıcak hava ile kurutulmasının gölgede kurutma yöntemine göre zaman açısından büyük avantajı olduğu görülmüştür.

Sıcak hava kurutucu ile kurutulan nanelerin kuruma hız grafiği Şekil 4.4'de azalan hız evresiyle başlayıp bir süre sonra sabit hız ve azalan hız periyoduyla devam etmektedir.

Vakum kurutma yöntemi ile kuruyan nanelerin kuruma hız grafiği Şekil 4.4'te artan hız, sabit hız ve genel olarak ise azalan hız periyodunda devam ettiği gözlemlenmektedir.



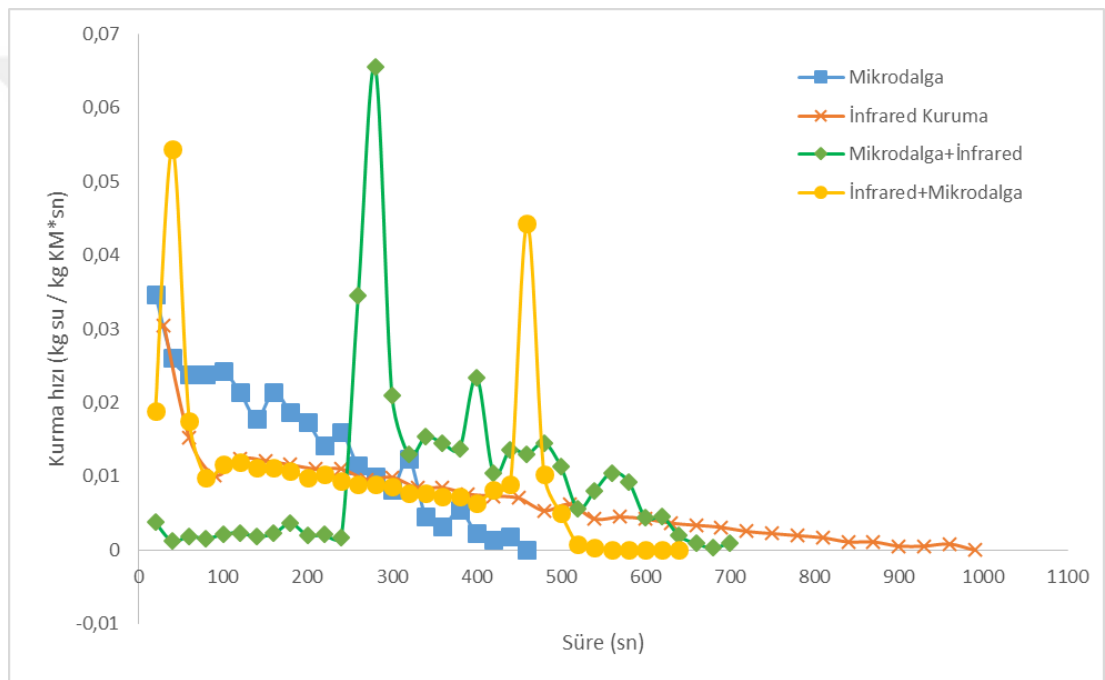
Şekil 4.4. Vakum kurutucu ve sıcak hava kurutma ile kuruyan nanenin kuruma hız grafiği

Mikrodalga kurutma işleminde kurutma işlemi azalan hız, sabit hız ve azalan hız periyodunda devam etmektedir (Şekil 4.5).

Infrared (kızılötesi) kurutma işlemi sırasında genellikle kurutma boyunca azalan hız periyodunda devam etmektedir (Şekil 4.5).

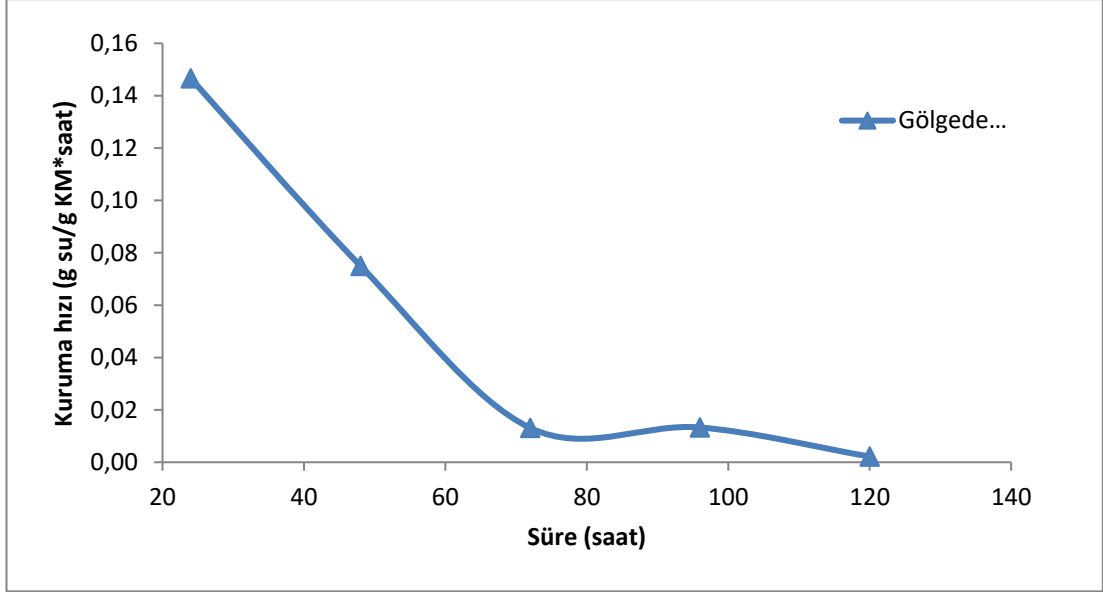
Mikrodalga sonrası infrared kurutmada başlangıçta azalan hız periyodunda devam etmekte daha sonra mikrodalgadan infrared kurutmaya geçiş süresinde kısa süreli artmış gibi görülmekte çoğunlukla azalan hız ve sonunda sabit hız periyoduyla devam etmektedir (Şekil 4.5).

Infrared sonrası mikrodalga kurutma işleminde başlangıçta kısa süreli artan hız evresi görülmekte genellikle azalan hız ve kurutma sonunda sabit hız evresinde devam etmektedir. Kısa süreli artışlar sadece başlangıçta ve infrared kurutmadan mikrodalgaya kurutma süresinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Mikrodalga kurutma (360W), infrared kurutma (70°C), mikrodalga sonrası infrared kurutma, infrared sonrası mikrodalga kurutma ile kuruyan nanenin kuruma hız grafiği

Şekil 4.6' da gölgede kuruyan nanelerin kuruma hızının zamana bağlı değişim grafiği verilmiştir. Kuruma hız grafiğinde, gölgede kurutma işlemi önce azalan hız, sabit hız ve tekrar azalan hız periyodunda devam etmektedir.



Şekil 4.6. Gölgede kuruyan nanein kuruma hız grafiği

Geankoplis (2011), kuruma hızı eğrisi genellikle sabit hız periyodu ve azalan hız periyodundan meydana gelir. Sabit hızda ürün yüzeyi üstünde sürekli bir sıvı film tabakası bulunur. Bu, bağlanmamış sudur ve katıdan bağımsız olarak çalışır.

Kadam vd. (2010), nane yapraklarını (*M. spicata*) 45°C–65 °C sıcaklık aralığında sıcak hava ile kuruturken, kurutmanın düşük hız yani azalan hızda ve tüm kurutma sıcaklıklarında sabit hız periyodunda gerçekleşmediğini gözlemlemişlerdir.

Doymaz (2005), nane yapraklarını (*M. spicata*) 35°C-60°C sıcaklıkta sıcak hava ile kurutmuşlardır. Kurutma süresince kuruma hız grafiğinde nane yaprakları sabit hız, azalan hız periyodunda gerçekleşmiştir.

Kamkat meyvesi üzerinde yapılan bir çalışmada sıcak havayla kurutma sırasında kuruma hızının sabit ve azalan bir periyotta devam ettiği saptanmıştır. Mikrodalgada kurutulan ürünlerin kuruma hızlarının artan, sabit ve azalan hızlarda devam ettiği gözlenmiştir (Uslu, 2015).

4.5. Su Aktivite Değeri

Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan nanelerin su aktivite değeri sonuçları Çizelge 4.1'de gösterilmektedir Kurutulmuş örneklerde su aktivite değeri (a_w) 0,342-0,418 aralığında ölçülmüştür.

En yüksek su aktivitesi değeri gölgede kurutma yönteminde görülmüştür. Bütün kurutma yöntemlerinde su aktivite değeri güvenli sınır (0,7) altına inmiştir.

4.6. Renk Analizi

Çizelge 4.2' de farklı yöntemlerle kurutulan nanelerin L^* , a^* , b^* değerleri, renk değerindeki değişimler (ΔE) ve esmerleşme indeksi (BI) verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı yöntemlerle kurutulan nanelerin L^* , a^* , b^* değerleri, renk değerindeki değişimler (ΔE) ve esmerleşme indeksi (BI)

İşlem	L^*	a^*	b^*	ΔE	BI
Taze nane	25,65±0,15	-2,27±0,24	8,56±0,54		
SHK	24,55±0,19 ^e	-0,30±0,95 ^a	6,51±0,42 ^c	31,55±0,01 ^c	29,11±0,52 ^d
MK	22,43±0,38 ^b	1,23±0,04 ^c	3,84±0,53 ^a	34,65±0,09	22,53±0,42 ^a
VK	24,64±0,20 ^e	0,60±0,13 ^b	5,00±0,08 ^b	32,07±0,03 ^d	24,01±0,11 ^c
LK	23,26±0,11 ^d	2,77±0,26 ^f	5,20±0,23 ^b	33,94±0,01 ^c	33,64±0,50 ^d
İK	22,77±0,15 ^c	1,99±0,23 ^e	3,61±0,48 ^a	34,54±0,01 ^f	23,37±0,21 ^b
MKİK	27,22±0,03 ^g	-0,09±0,05 ^a	8,53±0,43 ^d	28,74±0,01 ^a	22,56±1,04 ^a
İKMK	21,86±0,07 ^a	1,66±0,18 ^d	3,48±0,26 ^a	35,29±0,001	36,35±0,71 ^e
GK	26,85±0,11 ^f	-0,12±0,11 ^a	9,10±0,22 ^d	28,98±0,01 ^b	39,98±0,22 ^f

^{a-g} Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel fark olduğunu bildirmektedir ($p<0,05$).

L^* değeri en fazla mikrodalga sonrası infrared kurutmada artış göstermiştir. Kuruyan ürünlerin L^* değeri genellikle artar. Çünkü nem kaybıyla birlikte ürün daha açık hale gelir. Fakat yüksek sıcaklıklarda kurutulan ürünlerde, ısının etkisiyle L^* değeri azalabilir. Çünkü pigmentler bozulabilir. L^* değerinin seyri, kurutma koşullarına ve ürün özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

a* değeri bütün kurutma şekillerinde artış göstermiştir. Bunun nedeni olarak a* değeri kırmızı renk için pozitif, yeşil renk için negatiftir. Kuruyan maddelerin a* değeri normalde artmaktadır. Çünkü nem kaybıyla birlikte kırmızı pigmentler yoğunlaşmaktadır.

b* değeri gölgede kurutma yöntemi haricinde bütün kurutma şekillerinde azalış göstermektedir.

Kurutulan maddelerin a* değeri kurutma sırasında genellikle artmaktadır. a* değerindeki artışın anlamı kahverengileşme reaksiyonunun göstergesi olan kırmızı kroma değerini göstermektedir (Krokida ve Maroulis, 2000).

Aksüt ve Polatçı (2021), Nane bitkisine ait gölgede, güneşte, etüvde, ve farklı sıcaklıklarda iklimlendirme cihazında kurutma yapmıştır. Yaptıkları çalışmalarda a* değerleri tazeye kıyasla daha yüksek çıkmıştır. a* değerinde taze naneye benzer en yakın değer gölgede kurutma yöntemidir. b* değeri açısından kurutma yöntemine göre benzerlikler ve farklılıklar görülmüştür. b* değeri taze üründe 9,46 iken en düşük 4,81 değeri ile güneşte ve en yüksek 11,49 değeri ile gölgede kurutma yönteminde bulunmuştur. L* değeri ise taze örnekte 31,05 iken gölgede kurutma yönteminde 36,27 L* değerine sahiptir. En düşük L* değeri ise 55°C'de etüvde kurutma yönteminde bulunmuştur. Bu çalışmadaki L*değeri bizim çalışmamızdaki değer ile paralellik göstermektedir. En yüksek L* değeri gölgede kurutma yönteminde bulunmuştur. Aynı şekilde çalışmamızda a* değeri de taze ürüne göre gölgede kurutma yönteminde daha yüksek bulunmuştur. b* değeri de en yüksek gölgede kurutma yönteminde bulunmuştur. Bu konuda da çalışmamızla makale benzerlik göstermektedir.

Kurutulmuş nane örneklerinde ΔE değeri en düşük olarak mikrodalga sonrası infrared kurutma ve sonrasında gölgede kurutma yönteminde görülmektedir.

Güler (2019), biberiye, kekik, fesleğen, nane ve stevyayı gölgede, güneşte, buzdoabında, mikrodalgada ve sıcak hava kurutucu ile kurutulmuştur. Kuruttuğu

ürünlerden biri olan nanede a^* değerinin kurutma ile tüm kurutma yöntemlerinde arttığı tespit edilmiştir.

Güler (2019), nanenin farklı kurutma yöntemlerinden ΔE değerini gölgede 9,64, 50°C ' de kurutma tüneline 12,29 ve 450 W mikrodalga fırında 11,71 değerini bulmuştur. Çalışmamızda ise ΔE değeri gölgede kurutmada daha az, mikrodalga kurutmada daha fazla bulunmuştur. Çalışmamızdaki sonuçlar bu makaleyle benzerlik göstermektedir. Fakat mikrodalga fırındaki renk değişimi, kurutma tünelineki nane kurutmaya göre daha düşük bulunmuştur. Burada ise çalışmamız ile farklılık göstermektedir. Bunun nedeninin ise, kurutma sıcaklıkları, kurutma süresi ve kurutma koşulları olduğu düşünülmektedir.

Korra vd. (2015), gölgede, sıcak havada (45°C , 55°C , ve 65°C) ve mikrodalgada (150 W ve 900W) yaptığı kurutmalarda L^* , a^* , b^* değerlerinde taze örneğe oranla önemli azalma olduğunu göstermiştir. Sıcaklık artışı ile nane yapraklarının renginin koyulaştığını ve yaprakların daha fazla kızardığını ifade etmektedir. Bununla birlikte, üç farklı kurutma yönteminin tümü, yeşil rengin bir dereceye kadar korunduğunu gösteren negatif ' a^* ' değerleri verilmiştir. Yeşil renk, 45°C 'de sıcak havada ve ardından 900W'da mikrodalga kurutucuda en iyi korunmuştur.

4.7. Esmerleşme İndeksi (BI) Sonuçları

Kurutma işleminden sonra nanedeki esmerleşme indeks değerleri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Esmerleşme indeksi 22,56-39,98 aralığında değişmektedir. BI değerinin en az olduğu kurutma yöntemi mikrodalga kurutma ve infrared sonrası mikrodalga kurutma yöntemidir. En yüksek olduğu değer ise gölgede kurutma ve sonrasında mikrodalga sonrası infrared kurutmadır.

Rahman ve Rubbab (2022), *Mentha spicata* yapraklarını açık güneşte ve gölgede kurutma yöntemi uygulamıştır. Yapılan analizler, açık güneşte kurutulan numunelerin gölgede kurutulan numunelere göre daha fazla esmerleştiğini ortaya koymuştur. Renkteki değişikliğin, bitkilerin esmerleşme indeksinin ve

besin deęerinin deęiřmesiyle baęlantılı olduęu dūřunūlmektedir. özünūrlük, lezzetin bozulmasına ve bazı dokusal deęiřikliklere de neden olmaktadır.

Aksüt ve Polatçı (2021), *Mentha spicata* cinsi naneleri farklı yöntemlerle kurutmuştur. Bu yöntemler gölgede, güneşte, etüvde ve iklimlendirme cihazındadır. Esmerleşme indeksi değerini en fazla %50 bağıl nem ile 50°C' de ve sonrasında gölgede kurutma yönteminde, en az ise güneşte kurutma yönteminde bulunmuştur.

4.8. Toplam Fenolik Madde Tayini Sonuçları

Taze nane örneęinde toplam fenolik madde miktarı 13,41±0.11 mg GAE/g KM, kurutulmuř nane örneklelerinde ise 2,59-9,78 mg GAE/g KM aralıęında belirlenmiřtir. Çizelge 4.3'te farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan nanelerin fenolik madde içerięi görūlmektedir.

Çizelge 4.3. Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan nanelerin fenolik madde içeriği, DPPH antioksidan aktivite değeri

İŞLEM	Fenolik madde (mg GAE/g KM)	Antioksidan aktivite (μmol T.E/g KM)
Taze nane	13,41±0.11	69,77±0,15
Sıcak hava kurutma	3,65±0,10 ^b	24,63±0,43 ^c
Mikrodalga kurutma	5,02±0,04 ^c	34,68±0,68 ^d
Vakum kurutma	6,77±0,22 ^d	58,09±0,61 ^f
Liyofilizasyon	5,57±0,06 ^c	43,09±0,32 ^e
Infrared kurutma	2,55±0,28 ^a	13,06±0,43 ^b
Gölgede kurutma	9,78±0,13 ^e	61,33±0,74 ^g
Mikrodalga sonrası infrared	2,59±0,82 ^a	10,07±0,68 ^a
Infrared sonrası mikrodalga	3,20±0,14 ^b	13,59±0,39 ^b

^{a-e}Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel fark olduğunu bildirmektedir (p<0,05).

Gölgede kurutma yöntemi en az fenolik madde kaybına sahiptir. İnfrared kurutma ve mikrodalga sonrası infrared kurutma ise en fazla fenolik madde kaybına sahip kurutma olarak gösterilmektedir.

Cirlini vd. (2016), kurutulan nane örneklerinde Toplam fenolik bileşik miktarını yaklaşık 260 mg/g ekstrakt olduğunu, bu da nane ekstraktının fenolikler açısından zengin bir matris olduğunu belirtmektedir. Nane ekstraktındaki başlıca fenolik bileşikler rosmarinik asit ve türevleri ile temsil edilmiştir (toplam fenoliklerin %88'i). Tanımlanan diğer moleküllerin arasında hidrosibenzoik, salvianolik, kafeoilkinik, hidroksisinnamik asitlerin yanı sıra az miktarda flavon, flavanon ve flavonol tespit edilmiştir.

Dhifi vd. (2020), Tunus'taki *Mentha spicata* L. uçucu yağının kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri adlı çalışmada bir odada 2 hafta boyunca kurutulan M. spicata yapraklarındaki toplam fenolik maddeyi 10,38 mg GAE/ g KM olarak belirlemiştir. Gölgede kuruttuğumuz sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Karadağ (2019), Türkiye'deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin fenolik kompozisyonlarını incelemiştir. Aktarlardan aldığı kuru nanenin toplam fenolik madde içeriğini 16.37 ± 0.88 mg GAE/g KM bulmuştur. Gölgede kuruttuğumuz örnekler ile benzer değer göstermektedir.

4.9. Antioksidan Kapasitesi Sonuçları

Taze nane örneklerinde antioksidan miktarı $69,765 \pm 0,155$ μ mol T.E /g KM olarak belirlendi. Farklı kurutma tekniklerinin antioksidanları değiştirmede istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). Kurutma işlemi sonrası nanenin antioksidan miktarları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Kurutulan nane örneklerinde en yüksek antioksidan aktivite değeri gölgede kurutma yönteminde gözlenmiştir. En düşük antioksidan aktivite değeri ise mikrodalga sonrası infrared kurutma yönteminde bulunmuştur. Bu değerleri infrared ve infrared sonrası mikrodalga kurutma yöntemleri takip etmektedir.

İçli (2022), Taşköprü’de yetiştirilen tıbbi nanenin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi adlı çalışmasında *Mentha piperita L.* nanelerini oda koşullarında kurutulmuştur. Kurutulan bu nanelerin antioksidan aktivite değerleri 55,23 $\mu\text{mol T.E/g KM}$ bulunmuştur.

Karadağ (2019), Türkiye’ de bazı kurutulmuş bitkilerin fenolik ve antioksidan değerlerini bulmayı amaçlamıştır. Bu bitkilerden biri de nanedir. Naneyi Türkiye’ de farklı bölgelerdeki aktarlardan temin etmiştir. Taze nanenin antioksidan değerini $62,52 \pm 0.15 \mu\text{mol T.E /g KM}$ olarak bulmuştur. Bu sonuç çalışmamızdaki gölgede kurutulmuş örnekler ile benzerlik göstermektedir.

4.10. Klorofil a Ve Klorofil b Analizi Sonuçları

Çizelge 4.4’da taze ve kurutulmuş nane yapraklarının klorofil a ve klorofil b değerleri gösterilmiştir.

Klorofil a değeri 0,39-0,5 mg/g aralığında değişmektedir. En yüksek klorofil a değeri gölgede kurutma yönteminde gözlenmiştir. En düşük klorofil a değeri ise mikrodalga kurutma işleminde görülmüştür. Kurutma sırasında oluşan sıcaklık ve kuru havaya bağlı olarak klorofil pigmentinin bozunması artar.

Klorofil b değeri 0,81-0,19 mg/g aralığında değişmektedir. En yüksek klorofil b değeri sıcak hava ile kurutma işleminde, en düşük klorofil b değeri ise liyofilizasyon ile kurutma yönteminde bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulanan nanelerin klorofil a ,klorofil b (mg/g), toplam flavonoid ve toplam karotenoid değerleri

İşlem	Klorofil a (mg/g)	Klorofil b (mg/g)	Flavonoid (mg/g KM)	Karotenoid (mg/100g KM)
Taze nane	0,54±0,12	0,93±0,02	2,01±0,24	14,07±0,52
SHK	0,48±0,02 ^d	0,81±0,01 ^h	0,74±0,52 ^c	11,89±0,52 ^{bc}
MK	0,39±0,03 ^a	0,52±0,21 ^e	0,99±0,42 ^a	12,01±0,42 ^b
VK	0,52±0,02 ^g	0,38±0,03 ^d	0,63±0,11 ^b	12,11±0,11 ^a
LK	0,43±0,03 ^b	0,19±0,01 ^a	0,83±0,50 ^d	9,43 ±0,50 ^e
IK	0,45±0,04 ^c	0,21±0,34 ^b	0,69±0,21 ^{ab}	10,37±0,21 ^d
MKIK	0,49±0,02 ^e	0,68±0,20 ^f	0,56±0,71 ^{ab}	11,93±0,71 ^{bc}
IKMK	0,49±0,14 ^e	0,68±0,22 ^g	1,03±1,04 ^f	11,94±1,04 ^{bc}
GK	0,50±0,21 ^f	0,27±0,03 ^c	1,13±0,22 ^e	10,75±0,22 ^c

^{a-g} Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel fark olduğunu bildirmektedir (p<0,05).

Çelik vd. (2023), su stresi altındaki yağ gülü fidanlarının toplam klorofil içeriğini incelemişlerdir. Bu çalışmada su düzeyi ile klorofil içeriği arasında önemli bir ilişki bulmuşlardır. Su düzeyi miktarının azalmasıyla klorofil a ve klorofil b içerikleri de azalmıştır. Bu makale ile çalışmamızdaki sonuçlar benzerlik göstermektedir. Yani taze naneye göre tüm yöntemlerde klorofil a ve klorofil b değerleri düşmüştür.

4.11. Toplam Flavonoid Analizi Sonuçları

Çizelge 4.4'de taze ve kurutulmuş nane yapraklarının toplam flavonoid değerleri gösterilmiştir. Nane yapraklarının toplam flavonoid değeri 0,63- 1,14 mg/g KM aralığında değişmektedir. En yüksek flavonoid değerine sahip kurutma şekli gölgede kurutma yöntemi, en düşük flavonoid değeri ise vakumda kurutma yönteminde görülmektedir. Gölgede kurutma yönteminde nane yaprakları yüksek sıcaklığa maruz kalmadığı ve karanlık ortamda kurutulduğu için flavonoid değerinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

İçli (2022), Taşköprü'de *Mentha piperita L.* tıbbi nanesini oda şartlarında kurutmuştur. Nane yapraklarının ve saplarının flavanoid içeriğini incelemiştir. Yaprakların ortalama flavanoid değeri 2,68± 0,027 mg/g KM olarak bulmuşlardır. Çalışmamızdaki gölgede kurutma yöntemi ile paralellik göstermektedir.

Karataş vd. (2019), bazı tıbbi aromatik bitkilerinin flavonoid içeriklerine bakmışlardır. *M. Piperita* nanesini kuru olarak aktarlardan temin etmişlerdir. Flavonoid içeriğini $0,53 \pm 0,003$ mg /g KM olarak bulmuşlardır.

4.12. Toplam Karotenoid Analizi Sonuçları

Çizelge 4.4'de taze ve kurutulmuş nane yapraklarının toplam karotenoid değerleri gösterilmiştir.

Çalışmamızda taze nanenin karotenoid içeriği $14,07 \pm 0,52$ mg/100g KM bulunmuştur. Karotenoid miktarı 9,43-12,01 mg/100 g KM aralığında değişmektedir. En yüksek değer mikrodalga kurutucu ile kurutulan örneklerde görülmüştür. En düşük değer ise liyofilizasyon kurutma yönteminde görülmektedir. Liyofilizasyon işleminde nane yaprakları kurutma öncesi 48 saat dondurma işlemine tabi tutulmuştur. Dondurma işlemiyle yaprak dokusundaki bir miktar bozulmanın karoten içeriğini azaltmış olabileceği düşünülmektedir.

Taraseviciene ve Velicka (2020), farklı kurutma yöntemlerinin organik olarak yetiştirilen nanenin yaprak ve saplarındaki biyokimyasal bileşik miktarı ve fiziksel özelliklerdeki değişim üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Taze organik nane yapraklarının karotenoid içeriğini 0,196 mg/g bulmuşlardır. Bu değer çalışmamızdaki taze nane karotenoid içeriği ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda ise sıcak hava ile kurutmada karoten kaybı %16, liyofilizasyon ile kurutmada karoten kaybı %36' dır.

Hebbar (2019), yaptığı çalışmada infrared sonrası sıcak hava, radyofrekans sonrası sıcak hava, düşük nemli havada kurutma ve farklı sıcaklıklarda hava kurutma yöntemlerini kullanmıştır. Karoten miktarındaki azalış en fazla 30 °C hava kurutmada, en az ise 50°C düşük nemli havada kurutma işleminde bulunmuştur.

4.13. Aroma Bileşenleri Analiz Sonuçları

Nane kurutma işleminde çok farklı aroma bileşenlerine rastlanılmıştır. Taze nanede oluşan bileşenlerden bazıları kaybolurken, kurutma sonrasında bazı bileşenler ise kurutma sonucu oluşmuştur. GC/ MS analizi sonucunda taze nanede 75 bileşen bulunmuştur. Carvone, limonen, trans-caryophyllene, Germacrene D, eucalyptol, beta- mycrene, bicyclogermacrene, beta bourbonene, gibi bazı bileşenler %1 üzerinde bulunan bileşenlerdir. Sıcak hava ile kurutmada 59, mikrodalga ile kurutmada 59, vakum ile kurutmada 66, liyofizasyon kurutmada 66, infrared kurutmada 63, mikrodalga sonrası infrared kurutmada 68, infrared sonrası mikrodalga kurutmada 68 ve gölgede kurutma işleminde 68 adet aroma bileşeni tanımlanmıştır. Çizelge 4.5'de farklı yöntemlerde kurutulan nanelerin aroma madde bileşen isimleri ve oranları listelenmiştir.

Çizelge 4.5. Taze ve farklı yöntemle kurutulanan nanenin bazı aroma bileşenleri (%)

İŞLEM	Taze	VK	GK	LK	MK	MKIK	SHK	IKMK	IK
alpha- Thujene	0,08	0,08	0,04	0,07	0,06	0,10	0,09	0,12	0,11
alpha- Pinene	0,74	0,51	0,39	0,28	0,47	0,31	0,26	0,24	0,31
Sabinene	0,78	0,37	0,29	0,30	0,41	0,32	0,21	0,24	0,22
beta- Pinene	1,24	0,75	0,60	0,44	0,74	0,50	0,41	0,40	0,46
Octen-3-ol	0,07		0,04	0,03	0,04	-	-	-	-
beta- Myrcene	2,36	1,56	1,56	1,45	1,65	1,33	1,31	1,54	0,99
3-Octanol	0,24	0,27	0,35	0,20	0,28	0,10	0,45	0,20	-
cis-p-Mentha-1(7),8-dien-2-ol	0,10	-	-	-	-	0,19	0,26	0,21	0,18
Hex-3(Z)-enyl acetate	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
alpha- Terpinene	0,04	0,04	-	0,03	0,04	0,08	-	0,10	0,07
Limonene	19,80	7,15	8,01	11,90	10,71	16,37	5,17	4,45	6,57
Eucalyptol (1,8-Cineole)	2,97	5,50	4,26	2,81	4,50	2,07	3,08	4,31	2,69
cis-Ocimene	1,73	1,41	1,10	0,73	0,92	1,06	1,07	0,95	0,96
trans- beta- Ocimene	0,43	0,80	0,48	0,41	0,52	0,71	0,52	0,61	0,63
gamma- Terpinene	0,09	0,06	-	0,05	0,06	0,13	0,06	0,16	0,11
trans-Sabinene hydrate	0,76	0,64	0,17	0,66	0,71	1,17	0,31	1,53	0,64
Citral	0,14	0,13	0,08	0,06	0,13	0,07	-	0,16	-
alpha- Terpinolen	0,09	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	-	0,07	0,07
p.alpha.-Dimethylstyrene	0,40	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	-		-
Linalool	0,16	0,06	0,09	0,12	0,18	0,14	0,07	0,15	0,10
Butyrate < 2-methyl-, 3-methylbutyl->	0,09	-	0,05	0,06	0,09	0,05	-	0,09	-
Amyl isovalerate	0,09	0,11	0,12	0,08	0,07	0,11	0,10	0,15	0,10
iso- Amyl isovalerate	0,08	0,11	0,12	0,03	-	0,07	0,10	0,10	-
(3E,5E)-2,6-Dimethyl-1,3,5,7-octatetraene	0,04	-	0,09	-	0,06	0,06	-	-	-
Alloocimene	0,12	0,12	0,28	0,04	-	0,07	0,18	0,08	-

p-Mentha-1,5,8-triene	0,03	0,12	-	0,08	0,20	0,11	-	0,11	-
Limonene-1,2-epoxide	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-
Limonene oxide	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	-	-	-	-
p-menth-1-en-8-ol	0,07	-	0,08	0,09	0,14	-	0,08	0,12	-
(3E,5Z)-1,3,5-undecatriene	0,10	-	0,11	0,10	0,14	-	0,05	-	-
4-Terpineol	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtenal	0,11	0,03	0,09	0,10	0,13	0,06	-	-	-
p-Menth-8-en-2-one Dihydrocarvone	0,27	3,75	0,37	0,55	0,49	1,00	3,73	1,46	0,68
L-Perrillaldehyde	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulegone	0,47	0,27	0,43	0,55	0,55	0,37	-	0,27	0,52
Carvone	70,11	64,95	68,28	61,16	52,05	51,89	59,74	61,58	42,89
Perillaldehyde	0,18	0,18	0,38	0,33	0,35	0,33	0,17	-	-
Bicycloelemene	0,20	0,39	0,13	0,12	0,13	0,25	0,91	0,37	0,51
alpha- Copaene	0,39	0,20	0,15	0,18	0,29	0,36	0,46	0,43	0,88
Eugenol	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
alpha- Guaiene	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
alpha- Ylangene	0,06	-	-	0,04	0,06	0,07	0,14	-	0,15
beta- Bourbonene	1,51	2,10	1,19	2,30	3,52	3,34	3,33	4,15	8,56
alpha- Bourbonene	0,16	0,14	0,10	0,19	0,30	0,25	0,20	0,28	0,57
beta- Elemene	0,34	0,10	0,18	0,28	0,36	0,26	0,77	0,22	0,41
cis-Jasmone	0,12	-	0,07	0,15	0,09	0,21	-	0,17	0,17
cis- Caryophyllene	0,03	-	-	0,05	0,09	0,08	0,08	0,11	0,21
alpha- Gurjunene	0,16	0,04	0,04	0,04	0,07	0,10	-	0,07	0,15
Cycloisosativene	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-Caryophyllene	8,58	4,09	-	6,31	8,72	6,62	6,73	6,73	12,59
beta- Cubebene	0,31	0,22	0,16	0,31	0,44	0,48	0,37	0,47	0,84
Isoledene	0,06	-	-	0,04	0,04	0,05	-	-	0,08
Aromadendrene	0,22	0,05	0,11	0,12	0,12	0,18	0,11	0,13	0,30

alpha- Amorphenone	0,25	0,17	0,17	0,29	0,45	0,43	0,42	0,46	1,02
gamma- Muurolene	0,45	0,07	0,05	0,06	0,30	0,34	0,22	0,18	0,16
trans-beta- Farnesene	0,78	0,39	0,47	0,42	0,85	1,12	0,43	0,53	1,19
alpha- Humulene	0,29	0,11	0,16	0,20	-	-	0,22	0,22	0,45
Alloaromadendrene	0,25	0,12	0,09	-	0,29	0,34	0,22	0,21	0,47
(+)-Epi-bicyclosquiphellandrene	0,15	0,05	0,11	0,21	-	-	0,29	0,12	0,25
(-)-Germacrene D	0,10	0,12	0,09	0,17	0,27	0,24	0,18	0,25	0,51
Cadina-1(6),4-diene <10betaH->	0,07	-	-	-	0,04	0,05	-	-	0,08
Germacrene D	4,41	0,81	1,84	2,83	4,32	2,85	1,59	0,25	3,05
beta- Selinene	0,09	-	-	-	0,06	0,10	0,12	-	0,14
Copaene	0,38	-	0,16	0,23	0,24	0,27	0,22	0,15	0,45
Bicyclogermacrene	1,92	0,27	0,52	0,09	1,20	1,06	0,55	0,62	1,25
alpha- Muurolene	0,07	-	0,07	0,09	0,05	0,14	0,11	0,07	0,23
gamma- Cadinene	0,39	0,07	0,18	0,16	0,25	0,27	0,28	0,20	0,47
delta- Cadinene	0,73	0,10	0,31	0,34	0,51	0,55	0,72	0,39	0,99
Cadina-1,4-diene	0,06	-	-	-	-	0,05	-	-	-
alpha- Cadinene	0,15	-	0,06	0,03	0,09	0,09	0,11	-	0,16
alpha- Calacorene	0,05	-	0,04	0,05	0,04	0,04	-	-	0,07
Spathulenol	0,03	-	-	0,04	0,09	0,07	-	-	0,20
dl-2-Ethylhexyl chloroformate	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
Nonadecane	-	0,04	0,04	-	-	-	-	-	-
(E,E) -2,4-Heptadienal	-	0,04	-	-	-	-	0,13	-	-
Octanol	-	0,22	0,20	0,18	0,19	-	-	-	-
Nonanal	-	0,10	0,08	0,08	0,08	0,13	0,18	0,18	0,19
(-)-trans pinucaryl acetate	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
Methyl octanoate	-	0,08	-	-	-	-	0,16	0,08	-
Dihydrocarveol	-	0,14	0,19	0,18	0,17	0,28	0,37	0,13	-
Carvone oxide trans	-	0,05	-	0,07	0,10	-	-	0,07	-

Neodihydrocarveol	-	0,05	-	-	-	-	0,24	-	
Dihydrocarvyl acetate	-	0,30	0,06	0,04	-	-	0,97	0,51	
L-carveol	-	0,16	-	-	-	0,07	-	-	
Benzen acetaldehyde	-	-	0,06	-	0,11	-	-	-	
2-isopropenyl-5-methyl-4-hexenal	-	-	0,04	-	-	-	-	-	
2,2,8-Trimethyl decane	-	-	0,04	0,03	-	-	-	0,17	
alpha-cubebene	-	-	0,07	0,05	0,07	0,08	0,10	-	0,16
Limonen-10-yl-acetate	-	-	0,06	-	0,04	0,06	-	-	
Trans-Caryophyllene	-	-	4,46	6,31	-	-	-	-	
Gamma- Muurolene	-	-	0,16	0,19	0,30	-	-	-	
Calamenene	-	-	0,07		-	-	-		
Dodecane	-	-	-	0,05	-	-	-	0,30	0,37
(-)Caryophyllene oxide	-	-	-	-	0,09	-	-	-	
p-Cimene	-	-	-	-	-	-	0,07	-	
Cis- carveol	-	-	-	-	-	-	0,72	0,18	
7-Methyl-4-oc-tylacetate	-	-	-	-	-	-	0,14	-	
Germacrene D	-	-	-	-	-	2,85	-	-	
Decane	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,09
Cis-Limonene oxide	-	-	-	-	-	-	-	0,27	
8-Sabinene	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22
Solusterol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14
Neolallicimene	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09
6-Menthy-5-hepten-2-one	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05
2,2,4,6,6-Pentamethylheptane	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73

M. spicata türü nane, %29-74 karvon, 4-24 limonen ve %3-18 cireol yapısında olup, yaklaşık %0.21-2.1 uçucu yağ içerir. Tatlı ve hoş aromasının kaynağı *M. spicata* nanesinde en bol bulunan karvon bileşiğidir. Karvon ve limonen, *M. spicata* bitkisinden elde edilen uçucu yağın önemli bileşenleridir. Hoş kokusu nedeniyle karvon, likör ve sakız gibi gıdalarda aroma maddesi olarak, sabun, parfüm ve diş macunlarının aromasını iyileştirmek için kullanılmaktadır. Karvone ayrıca antibakteriyel ve antifungal gibi çeşitli biyolojik etkilerinden dolayı ilaç endüstrisinde de kullanım alanı bulmuştur. Limonen ise hoş narenciye kokusundan dolayı parfümlerde, sabunlarda, gıdalarda, sakızlarda ve içeceklerde aroma ve koku katkı maddesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca mide asidini nötralize etme ve peristaltizmi iyileştirme yeteneği nedeniyle kolesterol içeren safra taşlarını eritmek ve mide yanmasını hafifletmek için klinik olarak da kullanılır. Limonen ayrıca birçok kanser türüne karşı kemopreventif etkilere sahip olabilmektedir (Karakaplan, 2017).

Nanenin bitkisel uçucu bileşenleri: alkoller, ketonlar (menton, karvon), aldehitler (sital), fenol türevleri (karamol, anetol) ve terpenlerden (limonen, menthon) oluşmaktadır (Antal vd., 2011).

Altan vd. (2011), Macaristan'da eylül ayında hasat ettiği *Mentha spicata* türü nanelerini önce su altında durulayıp daha sonra 43°C sıcak havada, yüksek basınçta dondurarak kurutma ve düşük basınçta dondurarak kurutma yöntemlerini uygulamıştır. Taze nanede karvon miktarını 605,43 mg/100 g, sıcak hava kurutmada 359,24 mg/100 g, düşük basınçta dondurarak kurutma yönteminde 476.31 mg/100 g, yüksek basınçta dondurarak kurutma yönteminde ise 519.04 mg/100g bulmuştur. Yani karvon miktarı taze örneğe göre düşüş göstermiştir. Liyofilize nane örnekleri ve sıcak hava ile karşılaştırıldığında liyofilizasyonun nane özelliklerini çok daha iyi koruduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni olarak ise sıcak hava kurutucudaki hava akımının nane uçucu parçacıklarını kolayca kurutucudan buharlaştırıp oksidasyona neden olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca uçucu bileşen olarak en fazla karvone, sitronellol, limonen, menthone, a-terpineol, cis-dihidrokarvon, (E)-b-kariyofilen, linalool, b-pinene bulunmaktadır. Kurutma sırasında nanenin uçucu bileşiklerinin

konsantrasyonlarındaki değişiklikler, kurutma koşulları (sıcaklık, hava hızı), nem içeriği, bitkinin çeşidi ve yaşı, iklim, toprak ve hasat yöntemi gibi birkaç faktöre de bağlı olmaktadır.

Dragland vd. (2005), sıcak hava kurutucuda hava sıcaklığının 43⁰C'den 50⁰C'ye çıkarılmasının nane uçucu yağ içeriğini azalttığını bildirmiştir. Ayrıca *mentha piperita L.* Cinsi nanenin uçucu bileşen analizini yapmıştır. Oran olarak en çok bulunandan en aza doğru mentol, menton, 1,8 sineol, neomentol, limonen, mentofuran, isomenton, mentil asetat, piperiton gibi uçucu bileşenlere rastlamıştır. Bahçe nanesinde yani *M.spicata L.* Cinsinde mentol ve menton bileşeni yok denecek kadar azdır. En fazla karvon ve limonen bileşeni bulunmaktadır. *Mentha piperita L.* cinsi İngiliz nanesidir en fazla bulunan bileşen mentol ve mentondur. Carvon bileşeni bu *Mentha piperita L.* cinsi nanede bulunmamaktadır.

Bakchiche vd. (2018), Uçucu yağ ve aroma bileşenleri ülkelere hatta yörelere göre değişmektedir. Değişmesindeki önemli faktörler ise; iklim değişikliği, kullanılan yöntemler, ekstraksiyon şartları gibi etkenler olabilmektedir.

4.14. Duyusal Analiz Sonuçları

Farklı yöntemlerle kurutulmuş nanelerde duyusal analiz yapmak için, panelistlere ön bilgilendirme yapılmıştır. Sonrasında 15 panelist paralelli olarak kurutulan nanelerin beğenilen ve beğenilmeyen özelliklerini forma işaretlemişlerdir.

Kuru nanelerde renk anlamında istatistiki farklar belirlenmiştir(p<0,05). Panelistler tarafından en fazla beğenilen gölgede kurutma örneği, en az beğenilen ise infrared kurutma ve infrared sonrası mikrodalgada kurutulan örneklerdir.

Kurutma farklılığının kuru naneler üzerindeki renk, koku ve genel izlenim olarak duyusal analizi çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı şekillerde kurutulmuş nanelerin koku, renk, genel izlenim duyusal analizi

İşlem	RENK	KOKU	GENEL İZLENİM
SHK	7,11±0,38 ^e	4,25±0,15 ^c	6,85±0,16 ^f
MK	6,98±0,27 ^d	3,12±0,12 ^a	6,33±0,33 ^e
VK	7,32±0,01 ^f	5,85±0,43 ^d	7,01±0,39 ^g
LK	5,12±0,45 ^c	5,98±0,21 ^d	5,03±0,17 ^c
İK	4,13±0,06 ^a	3,67±0,28 ^b	4,41±4,41 ^b
MKİK	5,01±0,39 ^c	3,81±0,06 ^b	5,19±0,33 ^d
İKMK	4,33±0,03 ^b	7,61±0,15 ^e	4,13±0,38 ^a
GK	7,78±0,12 ^g	7,91±0,02 ^f	7,15±0,11 ^h

^{a-h} Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel fark olduğunu bildirmektedir (p<0,05).

Duyusal analiz sonucunda kuru naneler renk özelliğine göre değerlendirilmiştir. Panelistler tarafından en fazla beğenilen kurutma yöntemi gölgede kurutulan örnekler, en az beğenilen ise infrared kurutma yöntemi ile kurutulan naneler olmuştur.

Kurutulan nanelerde koku açısından istatistiki farklar belirlenmiştir (p<0,05). Panelistler tarafından koku olarak en fazla beğenilen gölgede kurutma örneği, en az beğenilen ise mikrodalga kurutma ile kurutulan örnekler olmuştur.

Yapılan duyusal analiz sonucunda kuru nanelerde genel izlenim açısından istatistiki farklar belirlenmiştir(p<0,05). Genel izlenim olarak panelistler tarafından en beğenilen gölgede kurutulan nane örnekleri, en az beğenilen kurutma yöntemi ise infrared sonrası mikrodalgada kurutulan örnekler olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada taze nane yaprakları, 55 °C sıcak hava kurutma, 360 W mikrodalga fırında kurutma, 0,9 bar basınçta 60 °C' de vakumlu kurutma, -60 °C'de, 100 militorr vakumda dondurarak kurutma (liyofilizasyon), 60°C'de infrared kurutma, mikrodalga kurutma sonrası infrared kurutma, infrared kurutma sonrası mikrodalga kurutma ve gölgede kurutma yöntemleriyle kurutulmuştur.

Nanelerin kurutma süreleri değişiklik göstermektedir. Sıcak hava ile kurutmada 55 dk, mikrodalga ile kurutmada 8 dk, vakum ile kurutmada 75 dk, liyofilizasyon ile kurutmada 960 dakika, infrared kurutmada 17 dk, gölgede kurutmada 7200 dk, mikrodalga sonrası infrared kurutma 11,4 dk, infrared sonrası mikrodalga kurutma 10,4 dk olarak hesaplanmıştır. Burada en uzun süren kurutma süresi gölgede kurutma, en kısa süren kurutma süresi ise mikrodalga kurutma olmuştur. Nane kurutma işleminde kullanılan ard arda farklı kurutma işlemleri ürün süresini olumlu yönde etkilemiştir. Çünkü MKIK ve IKMK yöntemlerinin, MK yöntemi ile 8 dk ve IK yöntemi ile 17 dk arasında bir süre değeri beklenmiştir. Çalışmamızda IKMK yöntemi 10,4 dk ve 11,2 ile bu değerler süre anlamında başarılı olmuştur.

Nanelerin kuruma hızları ve kuruma süresi farklıdır. En uzun süren kurutma süresi ise gölgede kurutmada 5 gün yani 7200 dk tespit edilmiştir. Gölgede kurutma süre anlamında diğer yöntemlere göre uzun sürdüğü için kullanışlı bir yöntem olmayabilmektedir.

Taze nanenin başlangıç su aktivitesi (a_w) değeri ortalama 0,975'tir. Tüm kurutma yöntemlerinde mikroorganizmaların çoğalmaması için (a_w) değeri güvenli bölge olan 0,70 değeri altına inmiştir.

Çalışmada kullanılan taze nanenin başlangıç L^* a^* b^* değerleri sırasıyla 25,65, -2,27 ve 8,56' dır. L^* değeri en fazla gölgede kurutmada, en düşük ise infrared sonrası mikrodalga kurutmada gözlenmiştir. a^* değeri en fazla liyofilizasyon kurutmada, en az ise sıcak hava ile kurutmada gözlenmiştir. b^* değeri en yüksek

gölgede kurutma işleminde, en düşük değer ise infrared sonrası mikrodalga kurutmada bulunmuştur. Kurutulmuş nanede renk değişimi değerleri (ΔE) 28,75-35,30 aralığında bulunmuştur. En fazla renk değişimi infrared sonrası mikrodalga kurutma ve en az renk değişiminin ise mikrodalaga sonrası infrared kurutma ile olduğu görülmektedir.

Farklı yöntemlerle kurutulan nanelerin esmerleşme indeksi (BI) 22,53-39,98 aralığında değişmektedir. Esmerleşme indeksinin en yüksek olduğu kurutma yöntemi gölgede kurutma yöntemi, en düşük olduğu değer ise mikrodalga kurutma yönteminde görülmektedir.

Toplam fenolik madde içeriği 2,55-9,78 mg GAE/g KM arasında değişmektedir. Gölgede kurutma yönteminde en yüksek fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. En az fenolik madde miktarı ise infrared kurutma yönteminde bulunmuştur.

Taze nanenin antioksidan kapasitesi kurutma sonrası değişiklik göstermiştir. Antioksidan aktivite değeri 10,07- 61,33 $\mu\text{mol T.E/g KM}$ aralığında değişmektedir. En yüksek antioksidan miktarı gölgede kurutma yönteminde, en düşük antioksidan miktarı ise mikrodalga sonrası infrared kurutma yönteminde izlenmektedir.

Kurutulmuş örneklerin klorofil a değeri 0,39-0,52 mg/g aralığında değişmektedir. En yüksek klorofil a değeri vakumda kurutma yönteminde bulunmuştur. Klorofil a değeri kurutma sırasında düşüş göstermiştir. Bu düşüşün nedeni olarak kurutma sıcaklığı ve kurutma sırasında bazı enzimlerin klorofili parçalaması düşünülebilmektedir.

Klorofil b değeri 0,19- 0,81 mg/g aralığında değişmektedir. Burada infrared kurutma ve gölgede kurutma yönteminde klorofil b değeri taze örneğe göre düşüş göstermiştir. Diğer bütün kurutma yöntemlerinde bu değer artmıştır. Klorofil b değeri ise bazı kurutmalarda düşüş bazı kurutma yöntemlerinde yükseliş göstermiştir. Bunun nedeni olarak ise klorofil b* değerinin farklı ışık dalga boylarını emerek fotosenteze katıldığı düşünülmektedir.

Toplam flavonoid miktarı 0,55-1,13 mg/g KM aralığında değişmektedir. Toplam flavonoid içeriğinin en fazla olduğu kurutma şekli gölgede kurutma yöntemi, en az olduğu kurutma şekli ise mikrodalga sonrası infrared kurutma yönteminde görülmektedir. Burada gölgede kurutma yönteminde flavonoid değerinin yüksek olmasının nedeni olarak, gölgede kurutma işleminde nane daha ılımlı sıcaklıklara maruz kaldığı için flavonoidler üzerindeki sıcaklığın olumsuz etkisinin azaldığı düşünülmektedir. Ayrıca ışık etkisi minimuma indiğinden flavonoid parçalanmalarının azalacağı düşünülmektedir.

Nanede toplam karotenoid miktarı 9,43-12,11 mg/ 100g KM aralığında belirlenmiştir. En yüksek değer vakum kurutma yönteminde, en düşük karotenoid değeri ise liyofilizasyon ve sonrasında gölgede kurutma yönteminde görülmüştür. Uzun süre kurutma işlemi, nanenin karotenoid değerini gölgede kurutma yönteminde olduğu gibi düşürebilmektedir.

Aroma bileşenleri analizinde en çok oluşan aroma bileşeni karvon ve limonen bileşenidir. Bu iki değer tüm kurutma yöntemlerinde azalış göstermiştir. Ayrıca transcaryophyllene, Germacrene-D, eucalyptol, beta-myrcene, beta-bourbonene bicyclogermacrene gibi bazı bileşenler açığa çıkmıştır. Bitkisel baharat olarak en fazla ülkemizde üretilen nane cinsi *Mentha spicata L.*' dir . *M. Spicata* nanesinde en fazla bulunan aroma bileşeni karvondur ve nanenin güzel aromasını sağlamaktadır. Bu yüzden ülkemizde yemeklerde hoş kokusu ve görüntüsü için tercih edilmektedir.

Farklı yöntemlerle kurutulan nanelerde duyusal olarak yapılan analizde renk, koku ve genel izlenim olarak değerlendirme yapılmıştır. Renk olarak en beğenilen gölgede kurutma yöntemi, koku olarak en beğenilen gölgede kurutma ve genel izlenim olarak da panelistler tarafından en beğenilen kurutma yöntemi gölgede kurutma yöntemi olmuştur.

Bu çalışmada ayrıca infared ve mikrodalga kurutma birlikte kullanılarak kuruma süresine olumlu etki yaptığı görülmüştür. Kuruma süresi mikrodalga sonrası infrared kurutucuda 10 dk 40 sn iken, infrared sonrası mikrodalga yönteminde

11 dk 40 saniyedir. Sadece mikrodalga kurutmada 8 dk, sadece infrared kurutmada 17 dk'dır. Bu konuda nanede kombineli yöntem kullanımıyla ilgili çok fazla çalışma bulunamamıştır. Bu yöntemlerin daha fazla araştırılıp geliştirilmesinin ürün kalitesi üzerinde olumlu etki yapacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızda farklı kurutma teknikleriyle kurutulan nanelerin bazı özelliklerinin gölgede kurutma yönteminde korunduğu ya da çok az azaldığı görülmektedir. Klorofil a, flavonoid madde miktarı, fenolik madde miktarı, antioksidan madde miktarı, duyuşal özellik (renk, koku, genel izlenim) gibi analizlerde elde edilen sonuçlarda en yüksek değerler gölgede kurutma yönteminde rastlanmıştır. Süre olarak uzun süren bir kurutma şekli olmasına rağmen, koku ve renk olarak en çok tercih edilen kurutma şekli olmuştur. Ülkemizde genellikle baharat olarak kullanılan nanenin, duyuşal özelliklerini iyi olmasını istemekteyiz. Gölgede kurutma yöntemi düşük maliyetlidir, özel donanım ve enerji gerektirmemektedir. Kolay uygulanabilir ve üründe ısı hasarı olmadığı için yaprakları çabuk kararmamaktadır. Yani ürünün rengi ve dokusu korunmaktadır. Enerji tüketimi minimum düzeydedir ve bu yüzden çevreye duyarlı bir kurutma yöntemi olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akpınar, E. K., 2006 . Determination of Suitable Thin Layer Drying Curve Model For Some Vegetables And Fruits. *Journal of Food Engineering*, 73(1), 75–84.
- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 15 (2) 449.
- Aksoy, A., Pehlivanoglu, H., 2021. Meyve Ve Sebzelerin Kurutulmasında Uygulanan Modern Yöntemler. 4 Th International Nowruz Conference On Scientific Research, 18-21 Mart, Azerbeycan, 174-186.
- Aksüt, B., Polatçı, H., 2022. Nane Bitkisine Uygulanan Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kuruma Kinetiği ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 18(1), 1-8.
- Akşit, Z., 2013. Nane (*Mentha Piperita L.*) Ve Kekik (*Thymus Vulgaris*) Bitkilerinden Üretilen Suda Çözünebilir Çayın Özelliklerinin Belirlenmesi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 41s, Malatya.
- Aldiab, N., 2021. Nane Ve Kırmızı Pul Biber İlavesinin Labne'nin Özelliklerine Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 61s, Şanlıurfa.
- Antal, T., Figiel, A., Kerekes, B., Sikolya, L., 2011. Effect of drying methods on the quality of the essential oil of spearmint leaves (*Mentha spicata L.*). *Drying Technology*, 29(15), 1836–1844.
- Arnon, D.I., 1949. Copper Enzymes In Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase In Beta Vulgaris. *Plant Physiology*, 24(1): 1–15.
- Arslan, D., Özcan, M. M., 2010. Study The Effect Of Sun, Oven And Microwave Drying On Quality Of Onion Slices. *LWT-Food Science and Technology*, 43(7), 1121-1127.
- Aslantaş, M., 2022. Kırmızı Soğanın Farklı Kurutma Teknikleriyle Kurutulması Ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 52s, Isparta.
- Aydın, A.S, 2015. Domates Tozu Üretiminde Farklı Kurutma İşlemlerinin Kullanımının Bazı Besinsel Ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 59s, Isparta.

- Bardaweel, S. K., Bakchiche, B., ALSalamat, H. A., Rezzoug, M., Gherib, A., & Flamini, G., 2018. Chemical Composition, Antioxidant, Antimicrobial And Antiproliferative Activities Of Essential Oil Of *Mentha Spicata L.* (*Lamiaceae*) From Algerian Saharan Atlas. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1), 1–7.
- Başkaya Sezer, D., Demirdöven, A., 2015. Meyve Sebze İşlemede Mikrodalga Haşlama Uygulamaları. *Gıda / the Journal of Food*, 40(3), 171–177.
- Baydar, H., 2005. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, 339s, Isparta.
- Berktaş, S., Çam, M., 2020. Nane (*Mentha piperita L.*) distilasyonundan arta kalan hidrosolün kek üretiminde değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1), 17–25.
- Bingöl, G., 2010. Gıda işlemede Kurutma Teknolojilerinin Temel ilkeleri. Kısaltılmış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 96s, İstanbul.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 657s, Ankara.
- Ceylan, İ., Aktaş, M., Doğan, H., 2006. Güneş Enerjili Kurutma Fırınında Elma Kurutulması. *Politeknik Dergisi*, 9(4), 289-294.
- Cirlini, M., Mena, P., Tassotti, M., Herrlinger, K. A., Nieman, K. M., Dall'Asta, C., Rio, D. Del., 2016. Phenolic and Volatile Composition of A Dry Spearmint (*Mentha Spicata L.*) Extract. *Molecules*, 21(8), 1007-1022.
- Çam, H., Karakoç, Ö. C., 2012. Farklı nane türlerine ait klonların uçucu yağlarının buğday biti [*Sitophilus granarius L.* (*Coleoptera* : *Curculionidae*)] ne fumigant etkisi. *Türk Entomoloji Dergisi*, 36(2), 255–263.
- Dadali, G., 2007. Bamyı Ve Ispanağın Mikrodalga Tekniğı Kullanılarak Kurutulması, Doku Ve Renk Özelliklerinin İncelenmesi Ve Modellenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 195s, İstanbul.
- Dağhan, Ş., 2015. Farklı Kurutma Metodlarının Pul Biber Kalitesi Ve Kurutma Kinetiğı Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 91s, Şanlıurfa.
- Davis, P.H., 1982. *Flora of Turkey and the East Aegean Island*. Edinburgh University Press, 947s, Edinburgh.
- Demir, Ö., 2019. Kızılötesi Kurutucuda Nane Bitkisinin Optimum Kurutma Sıcaklığının Belirlenmesi Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 8 (3), 1094-1100.

- Demirezer, L. O., 2007. FFD Monografıları Bitkiler ve Etkileri. Akademisyen kitabevi, 1148s, Ankara.
- Dev, S. R. S., Raghavan, V. G. S., 2012. Advancements in Drying Techniques for Food, Fiber, and Fuel. *Drying Technology*, 30(11-12), 1147-1159.
- Dhifi, W., Jelali, N., Mnif, W., Litaiem, M., Hamdi, N., 2013. Chemical Composition Of The Essential Oil Of *Mentha Spicata L.* From Tunisia And Its Biological Activities. *Journal of Food Biochemistry*, 37(3), 362-368
- Djamila, B., Fatima Zohra, K., Lahcene, K., Zohra, R. F., 2021. Drying methods affect the extracts and essential oil of *Mentha aquatica L.* *Food Bioscience*, 41, 101007.
- Doymaz, I., 2006. Thin-layer drying behaviour of mint leaves. *Journal of Food Engineering*, 74(3), 370-375.
- Dragland, S., Rohloff, J., Mordal, R., Iversen, T. H., 2005. Effect of harvest time and drying method on biomass production, essential oil yield, and quality of peppermint (*Mentha piperita L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4143-4148.
- Elicin, A. K., Sacilik, K., 2006. The thin layer drying characteristics of organic apple slices. *Journal of Food Engineering*, 73(3), 281-289.
- Eltawil, M. A., Azam, M. M., Alghannam, A. O., 2018. Energy analysis of hybrid solar tunnel dryer with PV system and solar collector for drying mint (*MenthaViridis*). *Journal of Cleaner Production*, 181, 352-364.
- Erbay, B., Küçüköner, E., 2008. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum, 587-590.
- Ertekin Filiz, B., 2015. Elma Cipsinin Bazı Kalite ve Antioksidan Özelliklerine Kurutma, Ambalajlama ve Depolamanın Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 158s. Isparta.
- Figiel, A., 2010. Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. *Journal of Food Engineering*, 98(4), 461-470.
- Geankoplis CJ. 2011. Taşınma Süreçleri ve Ayırma Süreci İlkeleri, Çev. Yapıcı S, İzmir Güven Kitabevi, İzmir, Türkiye.
- Gül, C., 2018. Mandarin Meyvesinin Dilimlenerek Kurutulması ve Kurutma Kriterlerinin Optimizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56s, Isparta.

- Güler H. D., 2019. Biberiye, Fesleğen, Kekik, Nane Ve Stevyanın Toplam Fenolik Madde Ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Kurutma Yöntemlerinin Etkisi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s. Bursa.
- Gürel, A.E., Ceylan, İ., Aktaş, M. 2016. Meyve ve Sebzelerin Kurutma Parametrelerinin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(4): 267-273.
- Gwarek, W. K., Celuch-Marcysiak, M., 2004. A Review of Microwave Power Applications In Industry and Research. 15th International Conference on Microwaves, Radar and Wireless Communications, 17-19 May, Poland, 843-848.
- Hamrouni-Sellami, I., Rahali, F.Z., Rebey, I.B., Bourgou, S., Limam, F., Marzouk, B., 2013. Total Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity of Sage (*Salvia Officinalis L.*) Plants as Affected by Different Drying Methods. Food and Bioprocess Technology, 6(3), 806-817.
- Hebbar, H. U, Nalawade, S. A., Ghiwari, G. K., 2019. Process Efficiency Of Electromagnetic Radiation (EMR)-Assisted Hybrid Drying In Spearmint (*Mentha spicata L.*). Journal of Food Processing and Preservation, 43(11), 1-10.
- İçli 2022 Taşköprüde Yetiştirilen Tıbbi Nananın Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 1 (1), 1-10.
- Kadam, D. M., Goyal, R. K., Singh, K. K., & Gupta, M. K. (2011). Thin Layer Convective Drying of Mint Leaves. Journal of Medicinal Plants Research, 5(2), 164-170.
- Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü, 2020. Nane Tarımı ve Endüstrisi Fizibilite Raporu. ErişimTarihi:05.09.2022.
<https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokuman/nane-tarimi-ve-endustrisi-fizibilite-raporu/2683>
- Karabacak, A. Ö., Sinir, G. Ö., Suna, S., 2015. Mikrodalga ve Mikrodalga Destekli Kurutmanın Çeşitli Meyve ve Sebzelerin Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2), 125-135.
- Karadağ, A., 2019. Türkiye'deki Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Antioksidan Potansiyelleri ve Fenolik Kompozisyonları. European Journal of Science and Technology, 16, 631-637.
- Karakaplan, N., 2017. Nane (Mentha Spicata) Bitkisinden Uçucu Yağ Eldesi İçin Optimum Koşulların Araştırılması. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125s, Malatya.

- Karataş İ., Karataş, R., Elmastaş, M., 2019. Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Sıcak Su İnfüzyonlarının Sekonder Metabolit İçeriği ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 8(2), 49-57.
- Kesavan, S., Arjunan, T. V., 2018. Experimental study on triple pass solar air heater with thermal energy storage for drying mint leaves. International Journal of Energy Technology and Policy, 14(1), 34-48.
- Kocabıyık, H., Demirtürk, B. S., 2008. Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(3), 239-246.
- Kocayığit, F., 2010. Bazı Sebzelerin Kurutma Karakteristiklerinin İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107s, İstanbul
- Konak, Ü. İ., Certel, M., Helhel, S., 2009. Gıda Sanayisinde Mikrodalga Uygulamaları. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(3), 20-31.
- Kripanand S.M., Guruguntla S., Korra S., 2015. Effect of Various Drying Methods on Quality and Flavor Characteristics of Mint Leaves (*Mentha spicata L.*). Journal of Food and Pharmaceutical Sciences. 3, 38-45.
- Krokida, M. K., Karathanos, V. T., Maroulis, Z. B., & Marinou-Kouris, D., 2003. Drying kinetics of some vegetables. Journal of Food Engineering, 59(4), 391-403.
- Kulcu, R., 2018. Determination of the Effects of Different Packaging Methods and Materials on Storage Time of Dried Apple. International Journal of Science Technology, 4(2), 238-255.
- Kurt, C., 2019. Çeşitli Kurutma Tekniklerinin Kerevizin Kurutma Kinetiği Üzerindeki Etkisi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73s, İstanbul.
- Lawless, H.T., Heymann, H., 1999. Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices Editorial Services. Kluwer academic, 827s, Gaithersburg, Maryland.
- Lichtenthaler, H., Wellburn, AR., 1983. Determination Of Total Carotenoids And Chlorophyll a And b of Leaf Extracts In Different Solvents. Biochemical Society Transactions 603, 591-593.
- Liu, W., Lawrence, B.M., 2007. Production of Mints and Mint Oil In China. Lawrence, B.M. (Ed.), Mint: Genus Mentha (165-184). CRC Press, 598s, Boca Raton, FL
- Lüttge, U., 2018. Plant physiology. Encyclopedia of Ecology, 24(1), 549-557.

- Mohammadi, A., Rafiee, S., Emam-Djomeh, Z., Keyhani, A. 2008. Kinetic Models for Colour Changes in Kiwifruit Slices During Hot Air Drying. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (3), 376-383.
- Mucciarelli, M., Camusso, W., Berteza, C. M., Bossi, S., Maffei, M., 2001. Effect of (+)-Pulegone and Other Oil Components of *Mentha Piperita* On Cucumber Respiration. *Phytochemistry*, 57(1), 91-98.
- Ogawa, T., Wu, L., Orikasa, Y., Tagawa, A., 2007. Vacuum Drying Characteristics of Eggplants. *Journal of Food Engineering*, 83(3), 422-429.
- Özer, Z., 2021. Ayva Meyvesinin Farklı Metotlarla Kurutulması ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Isparta.
- Polatçı, H., Aksüt, B., 2021. Nane Bitkisine Uygulanan Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kuruma Kinetiği ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Tarım Makinaları Dergisi*, 18(1), 1-8.
- Polatçı, H., Tarhan, S., 2009. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Reyhan (*Ocimum Basilicum*) Bitkisinin Kuruma Süresine Ve Kalitesine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 61-70.
- Rastogi, N. K., 2012. Recent Trends And Developments In Infrared Heating In Food Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(9), 737-760.
- Rehman, S., Rubab, S., 2022. Solar radiation impact on drying parameters of mint (*Mentha spicata L.*). *International Journal of Health Sciences*, 6(S6), 3235-3246.
- Sacilik, K., ve Elicin, A. K. 2006. The Thin Layer Drying Characteristics of Organic Apple Slices. *Journal of food engineering*, 73(3), 281-289.
- Sallam, K. I., Abd-Eleghany S. M., 2015. Rapid determination of total aflatoxins and ochratoxins A in meat products by immuno-affinity fluorimetry. *Food Chemistry*, 179 (1), 253-256.
- Sezer, S., 2017. Soğan Dilimlerinin Çeşitli Yöntemlerle Kurutma Karakteristiklerinin ve Kurutma Esnasında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüleri, Yüksek Lisans Tezi*, 77s, Osmaniye.
- Shittu, S. K., Shehu, M. I., Suleiman, J., 2021. Effect Of The Drying Method On The Quality And Drying Characteristic Of Mint Leaves (*Mentha spicata L.*). *Fudma Journal of Sciences*, 5(2), 72-78.

- Singh, R. P., Chidambara Murthy, K. N., and Jayaprakasha, G. K., 2002. Studies on The Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 81-86.
- Sorour, H., El-Mesery, H., 2014. Effect Of Microwave And İnfrared Radiation On Drying of Onion Slices. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, 2(5), 119-130.
- Şahin, Ö., 2019, Melocan (*Smilax Excelsa L.*) Bitkisinin Farklı Kısımlarının Ultrason Ve Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon İle Elde Edilen Bileşenlerinin Tanımlanması. Haccettepe Üniversitesi. Haccettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125s, Ankara.
- Tucker, A.O., Naczi, R.F.C, 2007. Mentha: An Overview of Its Classification and Relationships in, Lawrence, B. M. (Ed.), *Mint-The genus Mentha* (34-74). CRC Press, Taylor & Francis Group, 598s, Boca Raton, Florida.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2022. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Erişim Tarihi: 08.03.2023).<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504>.
- Uslu, Ü. H., 2015. Kamkat Meyvesinin Ultrases (Ultrason) Destekli Kurutulması Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 94s, Isparta.
- Velic, D., Planinic, M., Tomas, S., Bilic, M., 2004. Influence of Airflow Velocity on Kinetics of Convection Apple Drying. *Journal of Food Engineering*, 64, 97-102.
- Velička, A., Tarasevičienė, Ž., 2020. Genotipo ir d žiovinimo būdų įtaka ekologiškai augintų mėtų (*Mentha*) savybėms. 3, 125-134.
- Wu, L., Orikasa, T., Ogawa, Y., Tagawa, A., 2007. Vacuum Drying Characteristics of Eggplants. *Journal of Food Engineering*, 83(3), 422- 429
- Yang, X., Peppard, T., 1994. Solid-Phase Microextraction For Flavor Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(9), 1925-1930.
- Zaporozhets, O. A., Krushynska, O. A., Lipkovska, N. A., Barvinchenko, V. N., 2004. A New Test Method for the Evaluation of Total Antioxidant Activity of Herbal Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(1), 21-25.

EKLER

EK A. Duyusal değerlendirme formu



EK A. Duyusal Değerlendirme Formu

DİREKTİFLER: Belirlenen parametreler aşağıdaki skalaya göre değerlendirilecektir.

RENK: Ürüne özgü nane rengi yönünden değerlendirilecektir.

KOKU: Ürüne özgü nane kokusu yönünden değerlendirilecektir.

En çok beğenilenden en az beğenilene doğru 1-8 arasında puanlama yapılacaktır.

ÖRNEK KODU	RENK	KOKU	GENEL İZLENİM
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Şekil 1. Kurutulmuş nane örneklerine ait duyusal değerlendirme formu örneği

8: Aşırı beğendim 7: Çok beğendim 7: Orta derecede beğendim
6: Beğendim 5:kararsızım 4: Beğenmedim
3:Orta derecede beğenmedim 2: Hiç beğenmedim 1: Aşırı beğenmedim