

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

**ISPARTA GÜLÜ (*Rosa Damascena* Mill.) NEM SORPSİYON
İZOTERMLERİNİN ve EN UYGUN KURUTMA HAVASI
KOŞULLARININ BELİRLENMESİ**

Inas ABDULSATTAR ABDULJABBAR

**Danışman
Prof. Dr. Ahmet Kamil BAYHAN**

**DOKTORA TEZİ
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2018**



©2018 [Inas ABDULSATTAR ABDULJABBAR]

TEZ ONAYI

Inas ABDULSATTAR ABDULJABBAR tarafından hazırlanan “Isparta Gülü (*Rosa Damascena* Mill.) Nem Sorpsiyon İzotermlerinin ve En Uygun Kurutma Havası Koşullarının Belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Ahmet Kamil BAYHAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Kamil EKİNCİ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Yurtsever SOYSAL
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi



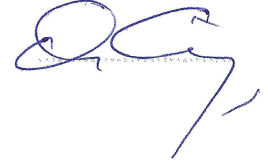
Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU
Süleyman Demirel Üniversitesi



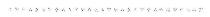
Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Osman GÖKDOĞAN
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Inas ABDULSATTAR ABDULJABBAR



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	8
2.1. Isparta Gülü (<i>Rosa damascena</i> Mill.).....	8
2.2. Su Aktivitesi ve Nem Sorpsiyon İzotermi.....	11
2.3. Kurutma İşleminin Önemi ve Amaçları.....	17
2.4. Kurutma Yöntemleri.....	20
2.5. Kurutma Tekniği ve Kinetiği.....	22
2.6. Kurutma Sırasında Meydana Gelen Kalite Değişimleri.....	27
2.6.1. Uçucu Yağ Oranı, Uçucu Yağ Bileşenleri ve Miktarları.....	28
2.6.2. Renk Değişimi.....	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	36
3.1. Materyal.....	36
3.1.1. Isparta Gülü.....	36
3.1.2. Isparta gülünün denge nem değerlerinin belirlenmesi.....	36
3.1.3. Isparta gülünün farklı kurutma sistemleri ile kurutulması.....	36
3.1.3.1. Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu.....	37
3.1.3.2. 3 Raflı yoğunlaşma üniteli kurutma sistemi.....	40
3.1.3.3. Laboratuvar tipi 3 raflı iklim dolabı.....	42
3.1.4. Deneylerde kullanılan ölçüm alet ve cihazlar.....	43
3.1.4.1. Sıcaklık ve bağıl nem ölçer.....	43
3.1.4.2. Elektronik hassas teraziler.....	43
3.1.4.3. Etüv.....	44
3.1.4.4. Desikatör.....	45
3.1.4.5. Distilasyon ünitesi.....	45
3.1.4.6. Renk ölçüm cihazı.....	46
3.1.4.7. Elektronik hava hızı ölçüm cihazı.....	46
3.1.4.8. Nem ölçüm cihazı.....	47
3.1.4.9. Gaz kromatografisi.....	48
3.2. Yöntem.....	48
3.2.1. Sorpsiyon izotermi oluşturma.....	49
3.2.2. Sorpsiyon izotermi modelleme.....	50
3.2.3. Analiz ve ölçümler.....	52
3.2.3.1. Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri analizleri.....	52
3.2.3.2. Taze ve kuru gül örneklerine ait nem içeriklerinin belirlenmesi.....	52
3.2.3.3. Kuruma eğrilerinin matematiksel modelleme.....	53
3.2.3.4. Taze ve kuru gül örneklerinde renk ölçümü.....	54
3.2.4. İstatistiksel analizler.....	56
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	57

4.1. Isparta Gülünün (<i>Rosa damascena</i> Mill.) Sorpsiyon İzotermine Belirlenmesi.....	57
4.2. Sorpsiyon İzotermine Modellenmesi.....	60
4.3. Isparta Gülünün (<i>Rosa damascena</i> Mill.) Uçucu Yağ Oranı.....	67
4.4. Isparta Gülünün (<i>Rosa damascena</i> Mill.) Uçucu Yağ Bileşenleri.....	77
4.5. Taze ve Farklı Kurutucu, Sıcaklık ve Nemlerde Kurutulmuş Güllerde Renk Değişimi.....	95
4.6. Farklı Kurutucu, Sıcaklık ve Nemlerde Kurutulmuş Güllerin Kuruma Kinetiği.....	105
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	112
KAYNAKLAR.....	125
EKLER.....	172
EK A. Çizelgeler.....	181
EK B. Fotoğraflar.....	181
ÖZGEÇMİŞ.....	185

ÖZET

Doktora Tezi

ISPARTA GÜLÜ (*Rosa Damascena* Mill.) NEM SORPSİYON İZOTERMLERİNİN ve EN UYGUN KURUTMA HAVASI KOŞULLARININ BELİRLENMESİ

Inas ABDULSATTAR ABDULJABBAR

Süleyman Demirel Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Kamil BAYHAN

Araştırma kapsamında taze Isparta gülünün (*Rosa damascena* Mill.) su aktivitesini belirlemek için etüv, desikatör, tuz çözeltileri ve gravimetrik yöntem kullanılarak 25, 30, 35 ve 40°C'de ve %11 ile %93 deney ortamı bağıl nemi aralığında sorpsiyon izotermi belirlenmiştir. Araştırma sonucunda sabit su aktivitesinde ürün denge nemi içeriğinin azalan sorpsiyon sıcaklığına bağlı olarak arttığı; sabit sıcaklıkta ise ürün denge nemi içeriğinin artan su aktivitesine bağlı olarak yükseldiği belirlenmiştir. Isparta gülü için 25°C'ta 0,2-0,8 su aktivitesi aralığında adsorpsiyon ve desorpsiyon izotermi arasında yüksek oranda histerezis bulunduğu, daha yüksek sıcaklıklarda ise, özellikle 35 ve 40°C'ta, histerezis olayının belirgin olmadığı saptanmıştır. Isparta gülü için elde edilen sorpsiyon deney sonuçları yaygın olarak kullanılan 5 modelin (Oswin, Peleg, Henderson, Iglesias-Chirife ve Smith) sorpsiyon deneysel verilerini yüksek tanımlama katsayıları ile ifade ettikleri belirlenmiştir. Peleg modeli'nin Isparta gülü desorpsiyon ve adsorpsiyon izotermi deneysel verilerini tahmin etme yeteneğinin en iyi ($R^2=0,99$) olduğu saptanmıştır.

Taze Isparta gülünden yüksek kalitede kuru gül çiçeği elde edilmesini sağlayan optimum kurutma parametrelerinin belirlenmesi amacıyla farklı kurutucularda, çeşitli kurutma havası sıcaklığı ve nemlerinde gül kurutma denemeleri yapılmıştır. Bu kurutma sistemleri sırasıyla; özel tasarım 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu (4 RDK), 3 raflı iklim dolabı (3 RİD) ve yine özel tasarım 3 raflı yoğunlaşma üniteli kurutma sistemleridir (3 RYÜK). Denemelerde kurutma havası sıcaklık set değerleri 30, 35 ve 40°C ve kurutma havası nem set değerleri ise %20, 30 ve 40 oransal nem olarak seçilmiştir. Taze güllerde yağ oranı %1,26 ml/kgKM iken kurutulmuş güllerde kurutma faktörlerine bağlı olarak bu oran %0,20-0,80 ml/kgKM arasında değişmiştir. Kurutulmuş Isparta güllerinde en yüksek uçucu yağ oranları (%0,80) 30 ve 40°C kurutma havası sıcaklıklarında %40 oransal nemde, 4 RDK'in ikinci ve üçüncü iç raflarında, 3 RİD'nin en üst rafında, 3 RYÜK'ün ise tasarım stabilitesi üstünlüğü ile tüm raflarında elde edilmiştir. Taze Isparta gülünün kalite odaklı en önemli uçucu yağ bileşenleri (aranan oranları) OM grubundan Sitronellol (%20-42), Geraniol (%10-25) ve Nerol (%5-14)'dür ve toplam alınabilen uçucu yağlar içerisindeki ortalama değerleri sırasıyla deneme taze güllerinde %15,01, 23,16 ve 7,16 iken; kurutma ile %9,9, 3,8 ve 0,85 olmuştur. Kurutuculara göre Sitronellol, Geraniol ve Nerol en yüksek oranlarda 4 RDK (%11,9) ve 3 RYÜK (%10,6) ile ve en düşük 3 RİD (%6,9) ile elde edilmiştir. AH grubu bileşenlerin en önemlileri Nonadesan (%5-15), Heptadesan (%1-2,5) ve Heneikosan (%2-6)'dır ve deneme taze güllerinde

ortalama değerleri sırasıyla %16,7, 1,5 ve 11,7 iken; kurutulunca sırasıyla %25,8, 1,4 ve 20,7 olarak elde edilmiştir. Kurutma ile kalite sınırlarını en çok zorlayan Heptadesan ve Heneikosan ortalama değerleri 3 RİD (%1,04 ve %25,6)'de, uygun ve daha uygun ise 4 RDK (%1,78 ve %18,2) ve 3 RYÜK (%1,25 ve %14)'de belirlenmiştir. BC grubundan kalite yönünden en önemlileri Feniletil alkol (%1-8 veya <%3,5) ve Methyl eugenol (%1-5)'dür. Taze gülde sırasıyla %0,66 ve 0,69 iken kurutulunca genel ortalamaları sırasıyla %5,23 ve 1,40 değerlerine yükselmiştir. Feniletil alkol değişiminde en önemli faktör sıcaklık olup bu değer 35°C'de %1,16 en düşük, 30°C sıcaklıkla yapılan kurutmada ise %13,71 ile en yüksektir. Bu parametrenin düşük olması için kurutma sıcaklığı 35-40°C arasında olmalıdır. Metil öjenol içeriği ortalama %2,37 ile 3 RYÜK'de en iyi oranda sağlanırken, %1,58 değeri ile 4 RDK ile de yeterli miktarda Metil öjenol elde edilebilmiştir. 3 RİD ise %0,71 Metil öjenol içeriği ile aranan en az %1 sınırının altında kalmıştır. Son olarak taze gülde en kaliteli koku Sitronellol/Geraniol oranı 1,25-1,30 arasında elde edilir, deneme taze güllerinde de sezon boyunca 0,6-1,8 oranı arasında hesaplanmıştır. Kuru güllerde ise sezon başında yaklaşık 1,5 sezon sonunda ise değişen gül yağı oranı ve kompozisyonuna bağlı olarak 3,0'e yükselmiştir.

Kurutulan Isparta güllerinde ΔL değerlerine göre en parlak ürün rengi 4 RDK ile %30 RH kurutma havası neminde (8,25) ve 30°C kurutma havası sıcaklığında 4. rafta (9,27) elde edilmiştir. Kırmızı renk değişim göstergesi Δa bakımından en yüksek kırmızılaşma %40 RH kurutma havası neminde (9,85) ve 3 RYÜK'ün 2. rafında (16,7), en düşük kırmızılaşma ise %30 RH kurutma havası neminde (4,96) ve 3 RİD'nin 1. rafında (6,13) görölmüştür. Renk tonunun sarıdan maviye dönmesi bakımından Δb renk sapması en yüksek 40°C ve %40 RH nemde (-11,5), 2. rafta 30°C'de (-11,4) ve 4. rafta 30°C'de (-11,3) belirlenirken, en düşük değerler 35°C'de (-8,23), %20 RH nemde (-7,25) ve 4. rafta 35°C kurutma havası sıcaklığında belirlenmiştir (-5,80). En yüksek ΔE toplam renk sapması değerleri Makina3'de (16,72), 3. rafta 40°C'de (19,3), 3 RYÜK ile 40°C'de (22,3) ve 3 RYÜK ile %30 RH nemde, en düşük ΔE değerleri ise 3 RİD'de (14,13), 3 RİD ile %30 RH (13,0), 3 RYÜK ile 30°C'de (9,90) ve 3. rafta 35°C'de (13,6) görölmüştür.

Kurutma işlemi sonunda ulaşılan en yüksek ürün denge nemi içerikleri (%y.b.); 4RDK'de (%11,34), %40 RH'de (%10,77), 4RDK ile 30°C'de (%12,78), 4RDK ile %40 RH'de (%15,19) ve 35°C ile %30 RH'de (%11,90), en düşük ürün denge nemi değerleri ise; 3RİD'de (%7,93), %20 RH'de (%7,75), 3RİD ile 35°C'de (%7,37), 3RİD ile %20 RH'de (%6,64) ve 30°C ile %20 RH'de (%6,55) elde edilmiştir. Ortalama ürün nem değerlerindeki varyasyona göre (en düşük %CV) en iyi tekdüze kurutma işleminin 4RDK'in ikinci rafında (%6,65) ve 40°C ile %40 RH'de (%6,28) kurutma şartlarında elde edildiği saptanmıştır. Ortalama kurutma süresi ana faktör seviyeleri için sırasıyla 904 dk 3RYÜK'de, 1080 dk 35°C'de, 1119 dk %40 RH'de, interaksiyonlarda en düşük ulaşılan kurutma süreleri ise; 3RYÜK ile 35 ve 40°C'de kurutmada sırasıyla 595 ve 683 dk ve 35°C'de %40 RH'de kurutmada ise 979 dakikadır. Taze Isparta gülünün Ayrılabilir Nem Oranı için 9 farklı model uygulanmış bunlar arasından seçilen 4 model (Newton, Page, Logaritmik ve Verma) Isparta gülünün ANO-Kurutma süresi (dakika) için kurutma parametrelerine göre yüksek tanılamakatsayısı ($0,98 < R^2$) ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isparta gülü, Sorpsiyon izotermi, Uçucu yağ oranı, Uçucu yağ bileşenleri, Renk değişimi, Kurutma kinetiği

2018, 185 sayfa

ABSTRACT

Ph.D.Thesis

DETERMINATION OF *Rosa Damascena* Mill. MOISTURE SORPTION ISOTHERMS AND OPTIMUM DRYING AIR CONDITIONS

Inas ABDULSATTAR ABDULJABBAR

Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet Kamil BAYHAN

In the scope of the research sorption isotherms of Isparta rose (*Rosa damascena* Mill.) were determined by static gravimetric method at 25, 30, 35 and 40°C. In this method, nine saturated salt solutions with water activity ranging from 0,11 to 0,93 corresponding to relative humidity varying from 0,11 to 0,93 were used. Mathematical models (Oswin, Peleg, Henderson, Iglesias-Chirife and Smith) describing the sorption isotherms of Isparta rose were used with the predictive performance parameters. The results showed that at constant water activity, equilibrium moisture content increased with declining temperature. At constant temperature, the equilibrium moisture content increased with increasing water activity. Hysteresis effect was dominant between adsorption and desorption for the Isparta rose obtained at 25°C at water activity of between 0,2 and 0,8. Peleg model had the best fitting ($R^2=0,99$) to the experimental data of both desorption and adsorption isotherms of Isparta rose for the studied temperatures.

Various drying experiments were conducted at different drying air temperatures and relative humidities to determine the optimum drying parameters providing the high quality dried rose flower. These drying systems are; experimental medicinal and aromatic plant drier with four shelf (Machine 1=3SED), climate cabinet with three self (Machine 2=3SCC) and specially designed three shelf drying system with condenser unit (Machine 3=3SCUD), respectively. In the experiments, the drying air temperature and humidity values were set as 30, 35 and 40°C and 20, 30 and 40% RH, respectively. The essential oil content of fresh roses was 1,26% and this ratio decreased to 0,20-0,80% depending on the drying factors in dried roses. In the dried Isparta roses, the highest volatile oils (0,80%) were obtained on the second and third inner shelves of the machine 1 at 30 and 40°C temperatures and at 40% relative humidity, and on the top shelf of the machine 2, on all shelves of the machine 3 due to its unique design stability.

The most important essential oil components of fresh Isparta rose were Citronellol, Geraniol and Nerol from the OM group and the average values in extractable total volatile oils were 15,01, 23,16 and 7,16%, respectively; the mean values by drying were 9,90, 3,83 and 0,85%, respectively. The most quality oriented important essential oil components with best percentage of fresh Isparta rose were Citronellol (20-42%), Geraniol (10-25%) and Nerol (5-14%). According to dryer Citronellol, Geraniol and Nerol were with the highest ratio 4SED (%11,9) and 3SCUD (%10,6) and with lowest ratio 3SCC (%6,9) were obtained.

The average values of (5-15%), Heptadecane (1-2,5%) ve Heneicosane (2-6%), which are the most important components of the AH group components extracted from fresh rose were 16,68, 1,5 and 11,68%, respectively. These values were reduced in dried rose to 25,75, 1,40 and 20,70%, respectively. The highest mean increments in Heptadecane and Heneicosane with drying were determined

in Machine 2 and the lowest increments in Machine 1 and Machine 3. The most important groups in the BC group are phenylethyl alcohol (1-8% or <3,5%) and Methyl eugenol (1-5%). The average BC group amount of fresh roses were 0,66 and 0,69%, respectively, where as the dried rose raised to 5,23 and 1,40%, respectively. Temperature is the most important factor on phenylethyl alcohol content. The lowest 1,16% and the hishest 13,71% phenylethyl alcohol content were found at 35°C and 30°C, respectively. The drying temperature should be between 35 and 40°C to obtain low level of phenylethyl alcohol. Methyl eugenol content was found to be the best in Machine 3 with an average of 2,37%, while Machine 1 produced sufficient amount of 1,58%. However, Machine 2 produced 0,73% of Methyl Eugenol which was far from the minimum 1% limit. Finally, the highest quality smell in fresh rose flowers is obtained between 1,25-1,30 Citrenellol / Geraniol ratio, and the fresh roses are calculated to be 0,6-1,8 throughout the season. In the case of dry roses, these ratios varied between 1,6 to 3,0 from the begining of the sesason and at the end of the season, depending on the composition of the rose oil and the composition of the rose.

In realation to the lightness-darkness ΔL indicator, the brightest dried Isparta rose among the drying applications were obtained at the fourth shelf of the machine 1 at 30% RH drying air humidity ($\Delta L=8,25$) and at the 30° C drying air temperature ($\Delta L=9,27$). When the red color difference indicator Δa is examined, the highest redness among the drying applications were obtained at 40% drying air humidity (9,85) and at second shelf of the machine 3 (16,7), while the minimum Δa values were at 30% drying air humidity (4,96) and at first shelf of the machine 2 (6,13). Concerning color change from yellow to blue, the highest Δb values (blueness) among the drying applications were obtained at 40°C and 40% RH (-11,5), second shelf at 30°C (-11,4) and fourth shelf at 30°C drying air temperature (-11,3), while the lowest Δb values were at 35°C drying air temperature (-8,23), 20% drying air humidity (-7,25) and at 35°C drying air temperature on fourth shelf (-5,80). The highest ΔE total color deviation values were obtained at Machine 3 (16,72), Machine 3 at 40°C (22,3), Machine 3 at 30% RH humidity and at 40°C on third shelf 3 (19,3), while the lowest ΔE values were at Machine 2 (14,13), Machine 3 at 30°C (9,90), Machine 2 at 30% RH (13,0) and at 35°C on third shelf (13,6).

The highest equilibrium moisture content (wet basis%) values reached after drying process were obtained at Machine 1 (11,34%), 40% RH (10,77%), Machine 1 to 30°C (12,78%), Machine 1 to 40% RH (15,19%) and 35°C to 30% RH (11,90%), while the lowest equilibrium moisture content values at Machine 2 (7,93), 20% RH (7,75%), Machine 2 to 35°C (7,37%), Machine 2 to 20% RH (6,64%) and 30°C to 20% RH (6,55%). The best uniform drying with respect to the variation in dried product moisture content (lowest CV%) were obtained on second shelf of the Machine 1 (6,65%) and at 40°C drying air temperature and 40% RH (6,28%). Average drying time for each of the main factor levels were 904 min for Machine 3, 1080 min at 35°C, 1119 min at 40% RH, respectively. The lowest drying time for the interactions were 595 and 683 min for Machine at 35°C and 40°C, and 979 min at 35°C drying air temperature and 40% RH, respectively. Newton, Page, Logarithmic and Verma were selected with higher than $0.98 < R^2$ according to the drying parameters for the period of Moisture Ratio-Drying time (minute) of Isparta fresh rose flower.

Keywords: Isparta rose, Sorption isotherms, Essential oil content, Essential oil components, Color difference, Drying kinetics

2018, 185 pages
TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Hocalarım Prof. Dr. Ahmet Kamil BAYHAN'a, Prof. Dr. Kamil EKİNCİ'ye, Prof. Dr. Yurtsever SOYSAL'a, Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU'ya, Dr. Öğr. Üyesi Osman GÖKDOĞAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Sevil KARAASLAN'a, Literatür araştırmalarımnda yardımcı olan değerli diğer Tarım Makinaları ve Teknolojileri bölüm hocalarıma ayrıca SDÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Matlab Programının kullanımında destek veren Arş Gör. Ahmet Fatih ŞENEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Yurtdışı Türkler ve Akraba Toplulukları Başkanlığı (YTB)'na verdiği bu Lisans Üstü Türkiye Bursları için teşekkür ederim.

4950-D2-17 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Inas ABDULSATTAR ABDULJABBAR
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Isparta gülü çiçeğinin gelişim süreci.....	8
Şekil 2.2. Isparta gülü (<i>Rosa damascena</i> Mill.) petal ve sepal.....	9
Şekil 2.3. Isparta gülü tomurcuk gül çayı ve gül yapraklı yeşil çayda kullanımı. 11	
Şekil 2.4. Tipik bir ürün için sorpsiyon izotermi.....	14
Şekil 2.5. Tipik bir ürün için adsorpsiyon ve desorpsiyon izotermi örneği	14
Şekil 2.6. Sorpsiyon izoterm tipleri	15
Şekil 3.1. Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu sistemi şematik görünümü	37
Şekil 3.2. Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu genel dış (a) ve iç (b) görünümü	38
Şekil 3.3. Sürekli tartım sistemine ait yük hücresi ve askı düzeni.....	39
Şekil 3.4. Hava hızı ölçüm noktaları	40
Şekil 3.5. 3 Raflı yoğunlaşma üniteli kurutma sistemi.....	40
Şekil 3.6. Tartım düzeneği.....	41
Şekil 3.7. Laboratuvar tipi 3 raflı iklim dolabı genel görünüşü	42
Şekil 3.8. Dört harici kablosuz sensörlü bağıl nem ve sıcaklık ölçer	43
Şekil 3.9. Denemlerde kullanılan teraziler gram kapasite hassasiyetleri veya doğrulukları.....	43
Şekil 3.10. Etüv	44
Şekil 3.11. Desikatör.....	45
Şekil 3.12. Uçucu yağ distilasyonu	45
Şekil 3.13. Renk ölçüm cihazı.....	46
Şekil 3.14. Hava hızı ölçüm cihazı	47
Şekil 3.15. Nem tayin cihazı.....	47
Şekil 3.16. SDÜ Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi gaz kromatografisi (GC/MS)	48
Şekil 4.1. Isparta gül çiçeği için 25, 30, 35 ve 40°C’lerde elde edilen deneysel sorpsiyon izotermi (a) Desorpsiyon (b) Adsorpsiyon.....	58_Toc519004451
Şekil 4.2. Isparta gül çiçeği için (a) 25°C, (b) 30°C, (c) 35°C ve (d) 40°C’de elde edilen sorpsiyon histerezis eğrileri.....	58
Şekil 4.3.1. Isparta gül çiçeği için (a) 25 °C ve (b) 30 °C’de elde edilen desorpsiyon izotermine yönelik deneysel verilerle modellerin tahmin performansının karşılaştırılması.....	63
Şekil 4.3.2. Isparta gül çiçeği için (c) 35°C ve (d) 40°C’de elde edilen desorpsiyon izotermine yönelik deneysel verilerle modellerin tahmin performansının karşılaştırılması.....	64
Şekil 4.4.1. Isparta gül çiçeği için (a) 25°C ve (b) 30°C’de elde edilen adsorpsiyon izotermine yönelik deneysel verilerle modellerin tahmin performansının karşılaştırılması.....	65
Şekil 4.4.2. (c) 35°C ve (d) 40°C’lerde elde edilen Isparta gül çiçeği adsorpsiyon izotermine yönelik deneysel verilerle modellerin tahmin performansının karşılaştırılması.....	66

Şekil 4.5. Uçucu yağ oranı (ml/kgKM) değişiminde etkili ana faktörler (4 RDK (M1)M1: 4 Raflı deneysel kurutucu; M2: 3 Raflı iklim dolabı; M3: 3 Raflı yoğunlaşma üniteli sistemi)	71
Şekil 4.6. Uçucu yağ oranı (ml/kgKM) için faktörler arası etkileşim (4 RDK (M1)M1: 4 Raflı deneysel kurutucu; M2: 3 Raflı iklim dolabı; M3: 3 Raflı yoğunlaşma üniteli sistemi)	72
Şekil 4.7. KH Sıcaklık (°C) ve KH Nemi (%RH) etkisinde uçucu yağ oranı için “Surface plot”	73
Şekil 4.8. Isparta gülü uçucu yağ oranına (ml/kgKM) ait kovaryeteli ortalamalar	74
Şekil 4.9 . 4RDK 40°C sıcaklık ve %40 RH (y.b) için raflara göre ANO modelleri..	111
Şekil 4.10. 4RDK 3. raf deneysel ANO değerleri ve ANO model eğrileri.....	113
Şekil 4.11. 3RİD 3. raf deneysel ANO değerleri ve ANO model eğrileri.....	113
Şekil 4.12. 3RYÜK’nun 3. raf deneysel ANO dve ANO model eğrileri.....	114
Şekil 4.13. 4RDK’nun 3. raf 40°C ve %40RH kurutma havası koşullarında kuruma hızı eğrisi.....	115
Şekil 4.14. 3RİD 3. raf 40°C ve %40RH kurutma havası koşullarında kuruma hızı.....	115
Şekil 4.15. 3RYÜK 3. raf 40°C ve %40RH kurutma havası koşullarında kuruma hızı	115
Şekil B.1. Uçucu yağ distilasyonu.....	181
Şekil B.2. Nem tayini.....	181
Şekil B.3. Uçucu yağ distilasyonu.....	182
Şekil B.4. Uçucu yağ distilasyon kontrolü	182
Şekil B.5. Taze Isparta gülü	182
Şekil B.6. Kurutulmuş Isparta gülü	182
Şekil B.7. Kurutulmuş gül (4 RDK)	182
Şekil B.8. Kurutulmuş gül (3 RİD)	183
Şekil B.9. Kurutma denemesi (4 RDK).....	183
Şekil B.10. Kurutma denemesi (3 RYÜK).....	184

_Toc519004466

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Isparta gülü (<i>Rosa damascena</i> Mill.)'ndeki >%1 uçucu yağlar.....	31
Çizelge 2.2. Taze, gölgede ve kurutucuda kuru Isparta gülü (<i>Rosa damascena</i> Mill.)'ndeki uçucu yağlar ..	33
Çizelge 2.3. Isparta gülü (<i>Rosa damascena</i> Mill.)'nde kalite standardı olarak aranan bazı uçucu yağlar ve oranları ..	34
Çizelge 3.1. Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucunun teknik özellikleri ..	39
Çizelge 3.2. Kütle sensörü teknik özellikleri.....	41
Çizelge 3.3. Hava hızı ölçüm cihazı teknik özellikleri ..	46
Çizelge 3.4. Doymuş tuz çözeltilerinin farklı sıcaklıktaki su aktivitesi değerleri ve çözelti için gerekli su ve tuz miktarları ..	49
Çizelge 3.5. Gıdaların sorpsiyon izotermi için önerilen bazı modeller.....	50
Çizelge 3.6. Isparta gül çiçeği kuruma eğrilerinin modellenmesinde kullanılan modeller ve eşitlikler ..	50
Çizelge 3.7. Araştırma için planlanan faktoriyel deneme deseni ve gerçekleşen faktörler ve faktör alt seviyeleri.....	50
Çizelge 4.1. Isparta gülü için deneysel desorpsiyon verilerine uygulanan beş farklı modelin tahmin performansı ve model parametreleri ..	61
Çizelge 4.2. Isparta gülü için deneysel adsorpsiyon verilerine uygulanan beş farklı modelin tahmin performansı ve model parametreleri ..	62
Çizelge 4.5. Kurutulmuş Isparta gülü uçucu yağ oranlarına etkili faktörlerin “none” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.6. Isparta gülü uçucu yağ oranına (ml/kgKM) ilişkin “stepwise” GLM varyans analiz sonuçları ..	69
Çizelge 4.7. Isparta gülü uçucu yağ oranına (ml/kgKM) ait kovaryatesiz değerler ..	70
Çizelge 4.8. Isparta kuru gül uçucu yağ oranı rafsız “Stepwise” kovaryans GLM analizi ..	73
Çizelge 4.9. Isparta gülü uçucu yağ oranına (ml/kgKM) ait kovaryeteli ortalamalar ..	75
Çizelge 4.10. Taze ve kuru güllerde gruplandırılmış tam yağ bileşenlerinin ortalama oranları (%) ve tanımlayıcı istatistikleri ve GLM varyans analiz sonuçlarına göre farkları ..	77
Çizelge 4.11. Isparta gülü uçucu yağ bileşenlerine ait “Stepwise” varyans analiz sonuçları.....	78
Çizelge 4.12. Isparta gülü % uçucu yağ bileşenlerinin kurutma faktörlerine göre değişimi.....	79
Çizelge 4.13. Taze ve kuru gül B-Sitronellol/Geraniol tanımlayıcı istatistikleri..	95
Çizelge 4.14. Taze ve kuru Isparta gülü renk değerleri tanımlayıcı istatistikleri.....	96
Çizelge 4.15. Kurutma faktörlerinin kuru gül L*, a*, b* renk ölçümü değerleri üzerine etkisi ve ortalamalar arası fark sonuçları.....	97
Çizelge 4.16. Taze ve kuru Isparta gülü renk değerleri sıcaklıkla değişimi.....	98

Çizelge 4.17. Gül çiçeğinde (<i>Rosa damascena</i> Miller) farklı uygulamaların çiçek renk özellikleri üzerine etkisi	98
Çizelge 4.18. Isparta Gülü taze ve kuru gül örneklerinin renk değişimi.....	98
Çizelge 4.19. Isparta gülünde renk değişimine ilişkin ΔL varyans analiz sonuçları.....	99
Çizelge 4.20. Isparta gülünde renk değişimine ilişkin Δa varyans analiz sonuçları.....	99
Çizelge 4.21. Isparta gülünde renk değişimine ilişkin Δb varyans analiz sonuçları.....	100
Çizelge 4.22. Isparta gülünde renk değişimine ilişkin ΔE varyans analiz sonuçları.....	100
Çizelge 4.23. Isparta güllerde görülen renk değişimi etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları....	101
Çizelge 4.24. Isparta gülünün kurutma faktörlerine göre ortalama renk değişimleri.....	102
Çizelge 4.25. Isparta gülü ortalama son nem “none” varyans analiz sonuçları.....	105
Çizelge 4.26. Isparta gülü ortalama son nem değişimi “none” varyans analiz sonuçları.....	105
Çizelge 4.27. Isparta gülü kurutma süresi “none” varyans analiz sonuçları	106
Çizelge 4.28. Isparta gülü kurutma kinetiği üzerinde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM varyans analiz sonuçları	106
Çizelge 4.29. Isparta gülünün kurutma faktörlerine göre ortalama son nem (% y.b.), ortalama son nem değişimi (%CV) ve kurutma süresi (dk) değişimleri.....	107
Çizelge 4.30. 4 RDK ile Isparta gülü kuruma kinetiği ANO model sonuçları.....	107
Çizelge 4.31. Kurutucuların 3. raf kuruma sonuçları ile elde edilen ürün ANO ile kuruma süresi arasında geliştirilen en iyi modeller	107
Çizelge A.1. Taze ve kuru güllerde OM grubu 34 bileşen tanımlayıcı istatistikleri.....	138
Çizelge A.2. Taze ve kuru güllerde OM grubu uçucu yağ bileşenlerine ait GLM varyans analiz sonuçları (Taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan 21 adet bileşeni)	139
Çizelge A.3. Taze ve kuru güllerde görülen OM grubu 13 uçucu yağ bileşenindeki değişimlere ait GLM “Stepwise” varyans analiz sonuçları.....	140
Çizelge A.4. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen OM grubu 12 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları	141
Çizelge A.5. Makinalara göre kuru güllerde OM grubu uçucu yağ bileşenleri tanımlayıcı istatistikleri (Taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan bileşenler)	142
Çizelge A.6. KH Sıcaklığına göre OM grubu uçucu yağ bileşenleri tanımlayıcı istatistikleri (Taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan bileşenler)	143
Çizelge A.7. KH Nemine göre OM grubu uçucu yağ bileşenleri tanımlayıcı istatistikleri (Taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan bileşenler)	144
Çizelge A.8. Kuru güllerde görülen OM grubu 21 uçucu yağ bileşeninden kurutma parametrelerinin önemli bulunduğuait “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları	145

Çizelge A.9. Kurutulmuş Isparta gülü Metil palmiate ve Sitronellil valerat % uçucu yağ bileşenlerinin kurutma faktörlerine göre değişimi	145
Çizelge A.10. Taze ve kuru güllerde görülen OM grubu 13 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	146
Çizelge A.11. Isparta gülü OM grubuna ait 13 uçucu yağ bileşeninde % yağ oranlarının kurutma faktörlerine göre değişimi	147
Çizelge A.12. Taze ve kuru güllerde MH grubu (5 koku bileşeni) tanımlayıcı istatistikleri	148
Çizelge A.13. Kuru güllerde görülen MH grubu 5 koku bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları....	148
Çizelge A.14. Isparta gülü MH grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi	149
Çizelge A.15. Taze ve kuru güllerde OS grubu 11 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri	150
Çizelge A.16. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen OS grubu 11 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	150
Çizelge A.17. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen OS grubu 11 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları	151
Çizelge A.18. Taze ve kuru güllerde görülen OS grubu 11 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	152
Çizelge A.19. Isparta gülü OS grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi	153
Çizelge A.20. Taze ve kuru güllerde SH grubu 19 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri	154
Çizelge A.21. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans sonuçları ve ortalama % fark testleri	155
Çizelge A.22. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları	156
Çizelge A.23. Taze ve kuru güllerde görülen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	157
Çizelge A.24. Isparta gülü SH grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi	158
Çizelge A.25. Taze ve kuru güllerde OA grubu ilk 10/40 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri.....	158
Çizelge A.26. Diğer OA grubu bileşen % ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri.....	159
Çizelge A.27. Kurutmaya % değerleri değişen OA grubu 40 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	160
Çizelge A.28. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen OA grubu 40 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	161

Çizelge A.29. Taze ve kuru güllerde görülen OA grubu 40 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	162
Çizelge A.30. Isparta gülü OA grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi	163
Çizelge A.31. Taze ve kuru güllerde AH grubu 18 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri	164
Çizelge A.32. Taze ve kuru güllerde AH grubu 25 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri taze güllerde bulunmamaktadır	165
Çizelge A.33. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	166
Çizelge A.34. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	167
Çizelge A.35. Taze ve kuru güllerde görülen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	168
Çizelge A.35. Taze ve kuru güllerde görülen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları (devam)	169
Çizelge A.36. Isparta gülü AH grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi	170
Çizelge A.37. BC grubu 27 bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri.....	171
Çizelge A.38. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen BC grubu uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	172
Çizelge A.39. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen BC grubu 14 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	172
Çizelge A.40. Taze ve kuru güllerde görülen BC grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	173
Çizelge A.41. Isparta gülü BC grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi	174
Çizelge A.42. Taze ve kuru güllerde HH grubu 2 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri	175
Çizelge A.43. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen BC grubu 2 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	175
Çizelge A.44. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen HH grubu 2 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	175
Çizelge A.45. Taze ve kuru güllerde Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri	176

Çizelge A.46. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	176
Çizelge A.47. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları	177
Çizelge A.48. Taze ve kuru güllerde görülen Aldehit grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	177
Çizelge A.49. Isparta gülü Aldehit grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi	178
Çizelge A.50. Taze ve kuru güllerde Ester grubu 4 uçucu yağ bileşen% oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri	178
Çizelge A.51. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen Ester grubu 4 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri	179
Çizelge A.52. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen Ester grubu 4 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları	179
Çizelge A.53. Taze ve kuru güllerde görülen Ester grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları.....	180
Çizelge A.54. Isparta gülü Ester grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi	180

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ANO	Ayrılabilir nem oranı
a_w	Su aktivitesi
$^{\circ}\text{C}$	Selsiyus
EMC	Equilibrium moisture content (Denge nem içeriği)
ERH	Equilibrium relative moisture (Denge bağıl nemi)
F	Test istatistiği
g	Gram
HKO	Hata kareler ortalaması
HYM	Ham Yağ Miktarı
ISO	International organization for standardization
kg	Kilogram
KHS	Kurutma havası sıcaklığı
KT	Kareler toplamı
KM	Kuru madde
KO	Kareler ortalaması
MAE	Mean absolute error (Gerçekle tahminin mutlak toplamı)
4 RDK	4 Raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu
3 RİD	3 Raflı iklim dolabı
3 RYÜK	3 Raflı yoğuşma üniteli kurutma sistemi
MAPE	Mean absolute percentage error (Ortalamanın yüzde hatası)
$MC_{w.b.}$	Nem içeriği (% y.b.),
$MC_{d.b.}$	Nem içeriği (% k.b.),
M_{exp}	Deneysel nem içeriği
M_{pre}	Tahminlenen nem içeriği
MSE	Mean squared error (Hata kareler ortalaması)
M_w	Su kütlesi (g)
$M_{d.m.}$	Kuru madde kütlesi (g)
mL	Mili Litre
ÖD	Önemli değil
P	Hata olasılık değeri
RH	Relative humidity
R^2	Regresyon katsayısı
RMSE	Root mean squared error (Denemede ortalamanın hatası)
SD, sd	Serbestlik derecesi
SE	Standart Hata
$S_{\bar{x}_e}$	Ortalamanın Standart hatası
TG	Taze gül
$\bar{x}$	Ortalama
y.b.	Yaş baz
Δ	Fark
ΔL	Renk parlaklığı sapması
Δa	Kırmızı renk sapması
Δb	Sarı renk sapması
ΔE	Toplam renk sapması
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler gerek yiyeceklerin tatlandırılması, korunması gerekse insan sağlığının korunması, iyileştirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Dünya nüfusundaki artış, insan ihtiyaçlarının çeşitliliği ve doğal ürünlere olan talebin artmasıyla tıbbi ve aromatik bitkilerin önemi de artmaktadır. Yüksek oranda su içeren bu bitkiler hasattan sonra en kısa sürede kurutulmalıdır. Uçucu yağları içeren tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulmasında en önemli faktör kurutma ortamı sıcaklığı olup, 35 ile 45°C arasında olması uygundur (Müller ve Heindl, 2005).

Quirijins (2006)'e göre tıbbi bitkilere değer katmak için kurutma, üretim zincirinde önemli bir işlemdir. Taze tıbbi bitkiler (ilaç bitkileri) normalde yüksek seviyelerde nem içerdikleri için mikrobiyolojik faaliyet riskleri de yüksektir. Kurutmanın ilk amacı suyu üründen uzaklaştırmak ve böylece biyolojik ürünleri stabilize etmektir. Bununla birlikte, tıbbi bitkileri kurutarak, yapısında oluşabilecek birçok istenmeyen bozulma vb değişiklik engellenmiş ve kalite artışı sağlanmış olacaktır. Genelde, kurutma işlemi üründe nihai kaliteyi anlamlı oranda etkileyen görsel, organoleptik ve fonksiyonel özelliklerin azalmasına neden olmaktadır. Kurutma işlemi esnasında meydana gelen bazı reaksiyonlar taze biyolojik ürünlerde iyi bilinen bir takım değişikliklere neden olmaktadır. Bunlar: Renk değişimi, aroma kaybı, dokusal değişiklikler, uçucu yağ içeriğinin azalması, çatlama ve şekil değişikliğidir. Bu reaksiyonlara ürün sıcaklığındaki artış ve ürün neminin azalması neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, gerekli kalite özelliklerini muhafaza etmek ve enerji tüketiminde düşüş elde etmek amacıyla yeterli kurutma stratejilerini uygulamak ve en uygun işlem parametrelerinin değerlerini belirlemek gereklidir (Andrade, 2011).

Gül, kesme çiçek, dış mekan ve saksı bitkisi olarak süs bitkileri sektörü, tıbbi ve aromatik bir bitki olarak ise gıda, parfümeri ve kozmetik endüstrisinde önemli bir yere sahiptir (Guterman vd., 2002). Dünyada çok sayıda tıbbi ve aromatik bitki değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Bu bitkilerin bir kısmı halk arasında asırlardan beri kullanılan bitkilerdir. Tıbbi bitkilerin kullanım alanlarını, başta

baharat olmak üzere ilaç sanayi, meşrubat, parfüm, kozmetik endüstrisi, diş macunu, sabun, şekerleme yapımında, şifalı ve dinlendirici çay imalatı şeklinde sınıflandırmak mümkündür (Özgüven vd., 2006).

Tarımsal ürünlerin başlangıçtaki nem içeriği yüksektir. Ürün nemini belirli seviyelere kadar düşürmek için uygulanan kurutma işlemi gıda muhafazasında kullanılan en eski ve en yaygın yöntemlerden biridir. Kurutma, eşzamanlı ısı ve kütle transferini içeren bir işlem vasıtasıyla ürün içerisinde bulunan nemin giderilmesine dayanmaktadır (Krokida ve Maroulis, 2000).

Kurutma işleminin temel amacı gıdalardaki su içeriğini (su aktivitesini) mikroorganizma faaliyetlerini önleyecek seviyeye düşürmek, ürün kalitesinde herhangi bir bozulmaya neden olmaksızın ürün nemini en kısa sürede ve en az enerji harcayarak son nem değerine düşürmektir (Polatçı, 2008).

Su aktivitesi ve nem içeriği kurutulmuş gıdaların stabilitesi açısından en önemli özellikleridir. Çeşitli ürünlerden nemi uzaklaştırma (desorpsiyon) ya da bu ürünlerin nem alma (adsorbsiyon) mekanizması her gıda malzemesi için farklıdır. Kurutma maliyetini düşürürken kurutma sürecini iyileştirmek için girdi parametrelerinden biri olarak kullanılan nem sorpsiyon izotermi ile su aktivitesi ve ürün nem içeriği arasında bir ilişki bulunmaktadır. Sorpsiyon izotermi, kurutma, paketlenme veya saklama gibi çeşitli gıda işlemlerinin koşullarını iyileştirme ve korumada, kurutma ve karıştırma gibi birim işlemlerin tasarımında ve optimizasyonunda da önemlidir (Baker, 1997).

Denge Nem İçeriği (EMC), sıcaklık ve bağıl nem açısından çevre ile belirli bir dengede olan higroskopik bir malzemenin nem içeriği olarak tanımlanmaktadır. Ürünün EMC değeri, ürün ve onu çevreleyen ortam arasındaki nem değişiminin nihai sonucudur (Silakul ve Jindal, 2002). Bu bilgi, tarımsal ürünler ve gıdaların kurutulması ve depolanması işlemlerinde (örneğin depolama süresindeki kaliteyi korumak için), kalite kaybını önlemek ve enerjiden tasarruf etmek için, kurutma işlemini istenilen son ürün nem içeriğinde durdurabilmek için gereklidir (Hamer vd., 2000).

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

Tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulmasında renk, koku ve uçucu yağ bileşenleri gibi özellikleri ürün kalitesinin belirlenmesinde önemli kriterler olarak değerlendirilmektedir. Ürün kalite özelliklerinin kurutma prosesi sırasında değişimi ve kayıpların kurutulmuş ürünün pazar değeri üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Kurutma işleminin asıl amacı ürün kalitesini korumanın yanı sıra depolama sırasında ürünün renk, koku, tat ve aromasını muhafaza etmesini sağlamaktır. Ayrıca, üründe hijyen koşullarının sağlanması beklenmektedir (Polatçı, 2008).

Tarımsal bitkilere uygulanan kurutma tekniklerinin geliştirilmesi üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Son yıllarda tıbbi ve aromatik bitkilerin sağlık ve aroma terapi uygulamalarında kullanımının artması, bu tarımsal malzemelerin talep edilmesine neden olmuştur. Renk, lezzet ve uçucu yağın korunması, tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulması sürecinde büyük önem taşımaktadır ve önceliklidir. Bu bilgilere dayanarak, kurutma havasının sıcaklık ve nemi ile kuruma hızı, kurutma süresi arasındaki ilişkiler en uygun şekilde belirlenmelidir (Bayhan vd., 2011).

Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.), sahip olduğu yüksek kalitedeki aromatik bileşenler nedeniyle parfüm ve kozmetik endüstrisinde değerlendirilen en önemli kokulu gül türüdür. Kuru gülden damıtılan gül yağının, taze gül çiçeklerinden damıtılan gül yağına göre uzun zincirli hidrokarbonlar bakımından daha zengin, sitrionellol, geraniol ve nerol gibi monoterpenik alkoller bakımından daha fakir olduğu bildirilmektedir (Baydar vd., 2008).

Uçucu yağlar ve diğer aroma ürünleri bitki materyalinden soğuk presleme veya ekspresyon, distilasyon, solvent ekstraksiyonu, vakum mikrodalga damıtma, maserasyon ve enflaruj gibi farklı ekstraksiyon teknikleriyle izole edilirler. Ekstraksiyon ürünleri genellikle esansiyel yağ olarak kabul edilmeyen konkret, absölüt, pomat ve resinoid olarak adlandırılır. Esansiyel yağ terimi distilasyon ya da ekstraksiyon yoluyla üretilen yağlar için kullanılır. Ekstraksiyon ve damıtma, farklı izolasyon tekniklerine işaret etmekle birlikte, *ekstraksiyon* terimi daha geniş bir anlamda bitkisel materyaller (tıbbi ve aromatik bitkiler), karışımlar ve bileşiklerden uçucu yağlar ve diğer aroma ürünleri gibi çıkarılabilir bileşiklerini kimyasal, fiziksel veya mekanik yollarla ayırma işlemi olarak tanımlanabilir (Soysal and Öztekin, 2007).

Esansiyel yağlar genellikle su buharı distilasyonu, su ve buhar distilasyonu, buhar distilasyonu ve ekspresyon veya soğuk presleme gibi çeşitli damıtma teknikleriyle elde edilmektedirler. Bunların arasında buhar distilasyonu veya hidro-distilasyon, ticari ölçekte uçucu yağların üretimi için en yaygın kabul gören yöntemdir. Uçucu yağların yaklaşık %90'ı bu şekilde üretilmektedir (Soysal and Öztekin, 2007).

Renk, tarımda ve gıda endüstrisinde kalitenin belirlenmesinde önemli bir göstergedir. Çünkü renk, tazelik, olgunluk, genel ürün beğenisi ve gıda güvenliği gibi faktörlerle yakından ilişkili olup, satın alma kararlarının alınmasında genellikle tüketicilerin temel olarak üzerinde durdukları bir kalite faktörüdür. Gıdaların renk değişim kinetiği karmaşık bir işlemdir. Mühendislik hesaplamalarında renk değişimini tahmin etmek için kullanılabilecek güvenilir modeller yoktur. Isıl işlemin gıda maddesinin rengi üzerindeki etkisi çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiş ve gıda maddesinin renk değişikliklerini tanımlamak için farklı renk sistemleri kullanılmıştır (Ahmet ve Orhon, 2009; Arabhosseini vd., 2009).

Isıl işlem en yaygın kullanılan önemli bir gıda muhafaza yöntemi olup, duyuusal değerlendirmeyi veya enstrümantal yöntemlerle ölçülen gıda kalitesini

etkilemektedir (Guine vd., 2009). Renk, bozunma kinetiğinin tespiti yoluyla son ürün kalitesini en üst düzeye çıkarmak için gerekli ve yeterli ısı işlem koşullarını tanımlamak olasıdır.

Kurutma işleminin asıl amacı ürün kalitesini korumanın yanı sıra depolama sırasında ürünün renk, koku, tat ve aromasını muhafaza etmektir. Ayrıca, üründe hijyen koşullarının sağlanması beklenmektedir. Benzer şekilde kurutma parametrelerinin yetersiz seçimi aşağıdaki problemlere neden olmaktadır:

- Aşırı kurutma işlemi sonrasında birbirini izleyen kalite kaybı, aşırı kırılganlık, destek yapının bozulması ve ufalanma gibi ürün yapısına yönelik mekanik zararlara neden olmaktadır.
- Heindl & Müller (1997)'e göre yetersiz kurutma, kurutma işlemiyle elde edilen son ürünün nem içeriğinin kabul edilebilir minimum ürün nem içeriğinin üstünde olduğu anlamına gelmektedir. Örneğin, Deutsches Arzneibuch (1986)'da çeşitli tıbbi ve aromatik bitkiler için önerilen son ürün nem içeriğinin %12 (y.b.)'nin altında olması istenirken, diğer bazı kaynaklarda bu değer %6-8 (y.b.) olarak önerilmektedir. Yüksek son ürün nemi enzim aktivitesi, kahverengileşme ve lipid oksidasyonunu arttırmaktadır böylece:
- Renkte fark edilebilir bir değişiklik ve aşırı esansiyel yağ kaybı sonucunda arzu edilen kaliteli kuru ürün elde edilememektedir. Bu durum sürekli olarak aynı kalitede (tekrarlanabilir kalite özelliklerinde) kuru ürün elde etmek zorluğu ile ilişkilendirilmektedir.
- Kalite ve kurutma süresi bağlamında en uygun çalışma koşullarının belirlenmemesi durumunda uygulanan kurutma işlemi fazladan enerji tüketimi ile sonuçlanacaktır (Andrade, 2011).

Uygun ve etkili uygulama için, kurutma işleminin aşağıdaki gereklilikleri yerine getirmesi gerekmektedir:

a) Kurutma ile ürün nem içeriği belli bir sıcaklık ve bağıl hava nemi için uluslararası standartlar veya son kullanıcılar tarafından depolama koşulları olarak tanımlanan ürün denge nemi seviyesine getirilmelidir.

b) Renk, tat ve aroma gibi aktif bileşenler açısından kalite kaybı minimal olmalıdır.

c) Mikrobiyal içerik saptanan sınırların altında olmalıdır. Kimyasal katkı maddelerinin kullanılması tavsiye edilmemektedir (Andrade, 2011).

Son yıllarda, Isparta ilindeki bazı üreticilerin taleplere bağlı olarak kuru gül üretimi de yaptıkları, ancak önemli aroma ve koku kayıpları, renk farklılıkları, küflenme ve güvelenme sorunları ile karşılaşmaları nedeniyle pazarı geliştiremedikleri tespit edilmiştir. Isparta gülü'nün kullanıldığı deneysel nitelikli çalışmalardan bazılarında doğal kurutma (Baydar vd., 2008; Boyar vd., 2013), bazılarında 30-60°C'de raflı tip kurutucularda (Öztekin ve Soysal, 2000; Boyar vd., 2015; Koksall vd., 2015), diğerlerinde ise hem doğal hem yapay kurutma yöntemleri kullanılmıştır (Verma vd., 2011)

Isparta gülü kurutma ile ilgili problemleri çözmek için gerekli özellikler göz önüne alındığında, aşağıdaki konuların araştırılması gereklidir:

- Gülün nem sorpsiyon izotermi,
- Kurutma işleminde elde edilen sonuçları kalite, kurutma süresi ve enerji tüketimi açısından iyileştirmek için "koşullandırılmalı kurutma" vb. alternatifler ve yenilikler,
- Kurutma parametrelerini birer değişken olarak düşünüp kurutucu havanın optimum sıcaklık ve bağıl nemini kurutma kalitesi ve performansı (kuruma süresi, enerji tüketimi, uçucu yağ miktar ve kalitesi, renk ve koku) açısından belirlenmesi,
- Farklı kurutucular ile gül kurutulmasında kurutma parametrelerinin kalite özelliklerini (uçucu yağ içeriği ve renk değişikliği) ve kuruma süresini kıyaslamalı analizi.

Araştırma kapsamında koşullandırılmalı kurutma ile kısa sürede kurutulacak ürünlerde yüksek uçucu yağ oranlarının elde edilmesi ve renk ve koku kalitesi bakımından da kaliteli kuru gül üretilmesi beklenmektedir. Isparta gül çiçeği (petal ve sepal) sorpsiyon izotermi 25, 30, 35 ve 40°C farklı sıcaklıklar ve 0,11 - 0,93 arasında ortam bağıl nemine bağlı olarak ürünün su aktivitesi incelenerek

uygun kurutma koşulları ve kurutma sonrası kalitesini koruması için yüksek uçucu yağ oranı ve kalitesi, renk, koku, tat ve aromasını olabildiğince muhafaza etmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca Isparta gülünün farklı kurutma sistemlerinde farklı sıcaklık ve nemlerde kurutulması ile yüksek uçucu yağ oranı, standartlara en yakın uçucu yağ bileşenleri, en az renk değişimi hedeflenirken ve kurutma kinetiği de incelenerek kaliteli ve ekonomik kuru gül üretilmesini sağlamaktır.

Bu doktora çalışmasının amacı Isparta gül çiçeği (petal ve sepal) sorpsiyon izotermi (desorpsiyon ve adsorpsiyon) farklı sıcaklık 25 ila 40°C ve 0,11 ila 0,93 bağıl nem arasında belirlemektir. Ayrıca 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu (4 RDK), 3 raflı iklim dolabı (3 RİD) ve yine tıbbi ve aromatik bitkiler için özel tasarım 3 raflı yoğunlaşma üniteli kurutma sistemli (3 RYÜK) üç farklı kurutucuda, 30, 35 ve 40°C üç farklı kurutma havası sıcaklığında ve %20, 30 ve 40 üç farklı kurutma havası bağıl neminde kurutulan gül çiçeklerinde hangi uygulamaların uçucu yağ oranı, uçucu yağ bileşenleri, renk değişimi vb kalite parametreleri yönünden ve kurutma zamanına bağlı ayrılabilir nem oranı modelleri, zamana bağlı kuruma hızı vb kurutma kinetiği yönünden en uygun kurutma havası koşullarını belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Isparta Gülü (*Rosa damascena* Mill.)

Dünyada Avrupa, Asya, Orta Doğu ve Kuzey Amerika'da yaygın olarak yayılış gösteren 100'ün üzerinde gül türü olmasına rağmen (Nilsson, 1997), çoğunun koku özelliklerinin birbirlerinden farklı olduğu bildirilmiştir (Antonelli vd., 1997).

Pembe Yağ Gülü, Yağ Gülü, Sakız Gülü ve Damask-Şam Gülü isimlerinin yanı sıra "Isparta gülü" adıyla Coğrafi işaret belgesine (TPE, 2006) sahip olan ve yaygın olarak tanınan Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.), Rosaceae familyasından değerli bir uçucu yağ bitkisidir (Ercişli, 2005). Yağ gülü Türkiye'de "Isparta gülü" olarak 1888'den beri (120 yıldır), Bulgaristan'da ise "Kazanlık Gülü" olarak 1664'ten beri (340 yıldır) yetiştirilmekte olup, bu gül türünden elde edilen gül yağı dünya piyasalarında 'Türk gül yağı' ve 'Bulgar gül yağı' olarak bilinmektedir. Isparta Gül'ünden elde edilen ürünler tıp, gıda, kozmetik, cilt bakımı, aroma terapi ve içecek başta olmak üzere oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir. Damıtılarak elde edilen gül ürünlerinin yanında gülün kurutulmasıyla farklı şekillerde değerlendirilmesi son yıllarda gündeme gelmeye başlamıştır (Soysal, 2000). Yağ gülünün dünyada en fazla Türkiye'de Isparta yöresinde (850-1450 m rakımlarda) ve Bulgaristan'da Kazanlık yöresinde kültürü yapılmaktadır (Baydar, 2013). Isparta gülü hasat sürecinden gonca halinden başlayarak gelişmekte ve tam açılmış gül haline ulaşmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Isparta gülü çiçeğinin gelişim süreci (Baydar, 2009)

Gül çiçeği petal (pembe renkli taç yapraklar) ve sepal (yeşil renkli çanak yaprak, çiçek sapı ve üreme organları) olmak üzere iki temel bölümden oluşmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.) petal ve sepal

Türkiye’de uçucu yağ üretiminin büyük bir kısmını gülyağı oluşturmaktadır. Türkiye dünyadaki en büyük iki gül yağı üreticisi ülkeden biridir. Dünya gül yağı talebinin %50’si Bulgaristan’dan %40’ı Türkiye’den, ve geri kalan %10’u İran, Hindistan, Fas, Afganistan gibi diğer ülkelerden karşılanmaktadır (Gölar, 2015). *Rosa damascena*, Türkiye’de doğal olarak yetişen *Rosagallica* L. ve *Rosa phoenicia* Boiss. türlerinin doğal bir melez olup, dünyada kültürü yapılan diğer kokulu gül türleri arasında kendine özgü keskin ve yoğun kokusu ile parfüm, kozmetik, ilaç ve gıda endüstrisi için ekonomik değeri en yüksek olan gül türü olarak nitelendirilmektedir (Baydar ve Kazaz, 2013).

Bir yağ gülü bitkisinde, gelişme dönemleri farklı çok sayıda çiçek tomurcuğu bulunduğundan, bütün tomurcukların çiçeklenmesi uzun zaman alır. Isparta ilinde çiçeklenme sezonu, rakıma bağlı olarak (800-1500 m arasında) Mayıs ayının başından Temmuz ayının başına kadar yaklaşık 2 ay sürmektedir. Her 100 m rakım artışında çiçeklenme 2-3 gün gecikmektedir. Rakım artışı ile birlikte sıcaklık, ışık yoğunluğu ve gün uzunluğu azalır, ancak çiçek iriliği ve uçucu yağ oranı artar. Mevsim sıcaklıkları ve yağış rejimi çiçeklenme tarihini ve süresini etkiler. Sıcak ve kurak geçen bahar ayları çiçeklenmeyi öne alır ve çiçeklenme sezonunu kısaltır. Oysa serin ve nemli havalar çiçeklenme tarihini geciktirir ve çiçeklenme sezonunu genişletir (Baydar vd., 2008). Gül çiçeklerinden gül yağı, gül suyu, gül koncreti ve gül absolütü olmak üzere başlıca dört farklı ürün elde edilmektedir. Bu ürünlerin kokularının yayılma güçleri yüksek olduğundan, hem

birçok parfümün ana maddesini oluştururlar, hem de diğer koku verici maddeler ile kolayca karıştırılabilirler. Koku özelliklerinin yanı sıra, kokunun tende veya herhangi bir cisimde kalıcılığını sağlama gibi önemli üstünlüklerinin olması nedeniyle de bunlar birçok parfümeri ve kozmetik üründe hammadde olarak yer almaktadırlar. Bu alanlar dışında gıda (meşrubat, şekerleme, unlu mamuller, jelatin, günlük soğuk tatlılar, alkolsüz içecekler, sakız, puding ve koku verici meyve esansları), kişisel bakım ve temizlik (sabun, deterjan, diş macunu) sanayinde de kullanılmaktadırlar (Khosh-Khui, 2014).

Damıtma sırasında yan ürün olan gül suyu kozmetikte cilt bakım toniği, geleneksel tıpta ateş düşürücü, antiseptik ve mide rahatsızlıklarını giderici, gıda endüstrisinde koku ve tat verici olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Gül suyunun cilt rahatsızlıkları ve yaralanmalarına karşı iyileştirici gücünü, kırıksıklıkları gidermede ve yaşlanma belirtilerini geciktirmede güçlü tonik etkisini, serinletici ve ateş düşürücü özelliğini modern tıp yeni keşfetmeye başlamıştır (Altıntaş, 2009). Ayrıca, gül ürünleri sahip oldukları farmakolojik etkileri nedeniyle de tıp ve eczacılıkta da büyük önem taşımaktadırlar (Shafei vd., 2003; Boskabady vd., 2011; Göktürk Baydar ve Baydar, 2013).

Kuru gül çiçekleri en fazla kuru çiçek aranjmanı, tezgah ve vitrin süslemelerinde, aromatik yastıklarda, herbalçay üretiminde, aromaterapi ve hidroterapide (özellikle rahatlatıcı ve dinlendirici banyo sularına dökülerek veya daldırılarak) kullanılmaktadır (Baydar vd., 2008).

Isparta gülü, sadece gül yağı ve türevlerinin üretimi ile kozmetik sanayisi için değil aynı zamanda, gıda, aromaterapi uygulamalarında vazgeçilmez bir kaynaktır. Son yıllarda, kurutularak değerlendirilmesi ile bitkisel temelli çeşitli çaylar arasında yer alması ve çeşitli karışımlara girmeye başladığı görülmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Isparta gülü tomurcuk gül çayı ve gül yapraklı yeşil çayda kullanımı

Diğer yandan, kurutma sonucu elde edilen ürün değeri ile sektöre önemli düzeyde katma değer oluşturulabileceği anlaşılmakla birlikte ürün kalitesi ve sürekliliğinde önemli sorunlar bulunmaktadır. Kuru güle gelen taleplerin, sürekli olarak aynı kalitenin sağlanamaması ve raf ömrünün henüz yeterli düzeye ulaştırılamaması nedeniyle geri çevrilmek zorunda kalındığı bilinmektedir. Isparta gülü hasat sürecinde gonca halinden başlayarak gelişmekte ve tam açılmış gül haline ulaşmaktadır. Yağ gülü çiçeklerinin yaklaşık üçte ikisinin petal ve üçte birinin ise sepalden meydana geldiği, petallerdeki uçucu yağ miktarının diğer çiçek kısımlarına göre yaklaşık 4 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Baydar, 2006). Uçucu yağlar; aromatik, kokulu veya ıtri bitkilerde bulunan ve oda sıcaklığında kolaylıkla buharlaşabilen maddelerdir. Genelde aromatik bitkilerin uçucu yağ oranları %0,5-5 arasında değişmektedir. Uçucu yağlar bitkinin tamamına yayılabildiği gibi, sadece bir organında da yoğunlaşabilir (Baydar vd., 2013).

2.2. Su Aktivitesi ve Nem Sorpsiyon İzotermeleri

Ürün denge nem içeriği (EMC) , sıcaklık ve bağıl nem açısından belirli bir çevre ile dengede olan higroskopik bir malzemenin nem içeriği olarak tanımlanmaktadır. Ürünün EMC değeri, ürün ve numuneyi çevreleyen hava arasındaki nem değişiminin nihai sonucudur. Bu durumda, bir ürünlerdeki su çevre atmosferindeki nem ile dengelidir ve denge bağıl nemi (ERH) olarak bilinir (Silakul ve Jindal,

2002). Nem sorpsiyon izotermi ERH ve EMC (denge bağıl nemi ve denge nem içeriği) arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır (Soysal ve Öztek, 1999). Bu bilgi, tarımsal ve gıda ürünlerinin kurutulması ve depolanmasında, depolama sürecinde kaliteyi korumak, kalite kaybını önlemek ve enerjiden tasarruf etmek için ve ürün kurutma işleminin amaçlanan nem içeriğinde durdurulması için gerekmektedir (Hamer vd., 2000).

Su aktivitesi, ürün bünyesindeki su ile dengedeki kısmi buhar basıncı ile aynı sıcaklıktaki saf suyun denge buhar basıncı arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır. Sorpsiyon izotermi, su aktivitesini, belirli bir sıcaklık ve basınçtaki su ve materyal karışımının su içeriği ile ilişkilendirir (Van, 1981). Bu nedenle, ürünlerdeki suyun durumunu karakterize etmektedir. Sorpsiyon izotermi suyun materyale hangi güçte ve hangi şekilde bağlı olduğuna dair bir fikir vermektedir. EMC, ortamın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak değişmektedir. Sabit sıcaklıkta ve farklı bağıl nemdeki ortamlarda tutulan örneklerin denge nem içerikleri, ortamın artan bağıl nemine bağlı olarak artmaktadır. Ürün denge nem içeriği su aktivitesine (veya ortam bağıl nemine) karşı grafiğe aktarıldığında sorpsiyon izotermi elde edilmektedir. Ürün denge nemi içeriği dengeye ulaşma yönüne de bağlıdır. Sabit sıcaklık ve nemdeki bir ortamda kuru bir maddenin nem kazanarak dengeye ulaşması sonucunda çizilen izoterm “adsorpsiyon”, nemli bir maddenin nem kaybederek dengeye ulaşması sunucu çizilen izoterm ise “desorpsiyon izotermi” olarak bilinmektedir. Sorpsiyon terimi, adsorpsiyon ve desorpsiyon izotermlerinin her ikisini de kapsamaktadır (Şahbaz, 1998; Cemeroğlu ve Özkan, 2009).

Su aktivitesi ve nem içeriği kurutulmuş gıdaların stabilitesi açısından en önemli özellikleridir. Sorpsiyon izotermi doğası, her gıda malzemesi için benzersizdir. Kurutma maliyetini düşürürken kurutma sürecini iyileştirmek için giriş parametrelerinden biri olan nem sorpsiyon izotermi ile su aktivitesi ve nem içeriği arasında bir ilişki vardır (Soysal ve Öztek, 1999).

Su aktivitesi veya denge bağıl nemi, muamele edilecek materyalin türü, sıcaklığı ve nemi ile belirlenmektedir. Benzer şekilde, ortamın nem ve sıcaklığına bağlı

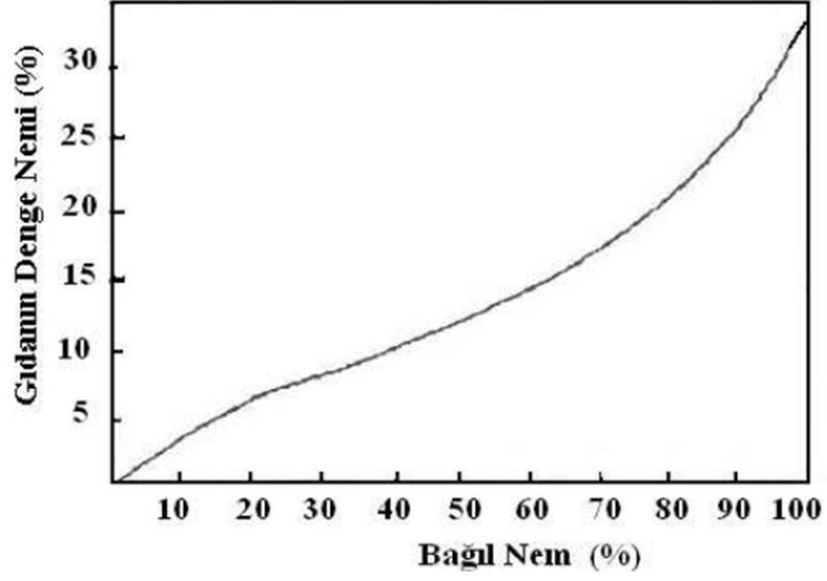
olarak, malzemenin karakteristik bir buhar basıncı vardır. Belirli bir sıcaklıkta bunemli materyalin buhar basıncı materyalin içinde bulunduğu ortamdan nemi adsorbe edip etmediğini belirlemektedir (Barbosa-Canovas vd., 2007).

Nem sorpsiyon izotermlerinin oluşturulmasında en sık olarak izopiestic yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemde farklı bağıl nem ortamlarını sağlamak amacı ile LiCl, CH₃COOK, MgCl₂, K₂CO₃, Mg(NO₃)₂, NaBr, NaCl, KCl ve BaCl₂ gibi doymuş tuz çözeltilerinden yararlanılmaktadır (Işıksal vd., 2009). Gıdalarda denge nemi, su aktivitesi ve sıcaklık arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için çeşitli sorpsiyon izoterm modelleri önerilmiştir. Modifiye Henderson, Modifiye Halsey, Modifiye Oswin ve Guggenheim Anderson–de Bour (GAB) denklemleri, ASAE (American Society of Agricultural Engineers) tarafından sorpsiyon izotermi belirlemede kullanılan standart denklemler olarak tanımlanmıştır (Arslan ve Toğrul, 2006).

Sorpsiyon izotermlerinin bilinmesi ile mikrobiyal gelişme, enzimatik tepkimeler, enzimatik olmayan esmerleşmeler ve yağ oksidasyonu gibi su aktivitesine bağlı olduğu bilinen mekanizmalar açığa çıkarılmakta ve ayrıca denge nem içeriği değerlerinin bilinmesiyle kurutma, depolama, ambalajlama ve harmanlama gibi işlemlerin optimizasyonu sağlanmaktadır (Lagoudaki vd., 1993; Cemeroğlu ve Özkan, 2009).

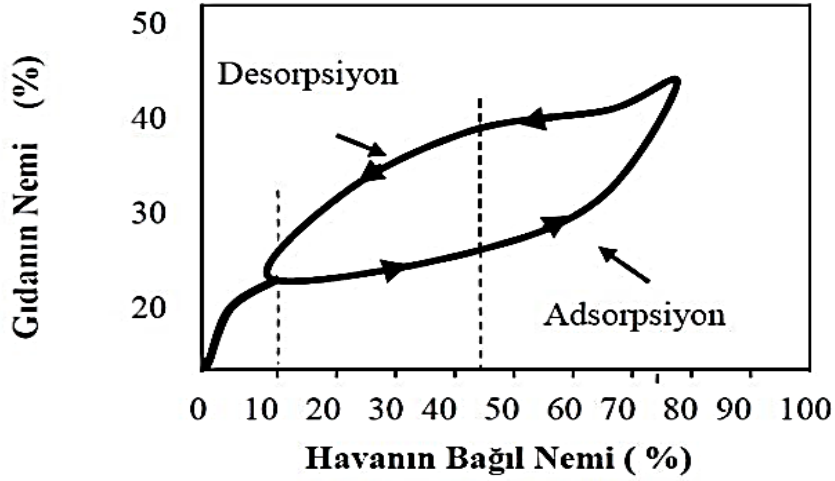
Tarımsal gıdaların ortalama nem miktarı ve bağıl nemleri Şekil 2.4'te bulunan grafikte verilmiştir. Burada içerisinde %40 nem bulunduran ürünü çevreleyen ortam havasının nemi %90 olması durumunda bu ürünün daha fazla nem kaybetmeyeceği görülmektedir. Ürün ortam ile bir nem dengesi kurmuştur. Belli bir sıcaklıkta, farklı bağıl nem içeren koşullarda tutularak dengeye erişmiş bir gıdanın nem içeriği ile çevre havanın bağıl nemi arasındaki ilişkiyi gösteren grafiklere sorpsiyon izoterm eğrileri adı verilir.

Aslında gıda maddesinin adsorpsiyon ile desorpsiyon olayları aynı yolu izlemeyeceği için her iki eğrinin elde edilmesiyle sorpsiyon izotermi çizilmiş olmaktadır.



Şekil 2.4. Tipik bir ürün için sorpsiyon izotermi (Cemeroğlu ve Acar, 1986)

Böyle bir sorpsiyon izotermi Şekil 2.5’de gösterilmektedir. Desorpsiyon izotermi, kurutma sonunda denge neminin belirlenmesinde, adsorpsiyon izotermi kurutulmuş ürünlerin higroskopik nitelikleri ile depolama koşullarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Özbalta ve Tırıs, 1992).



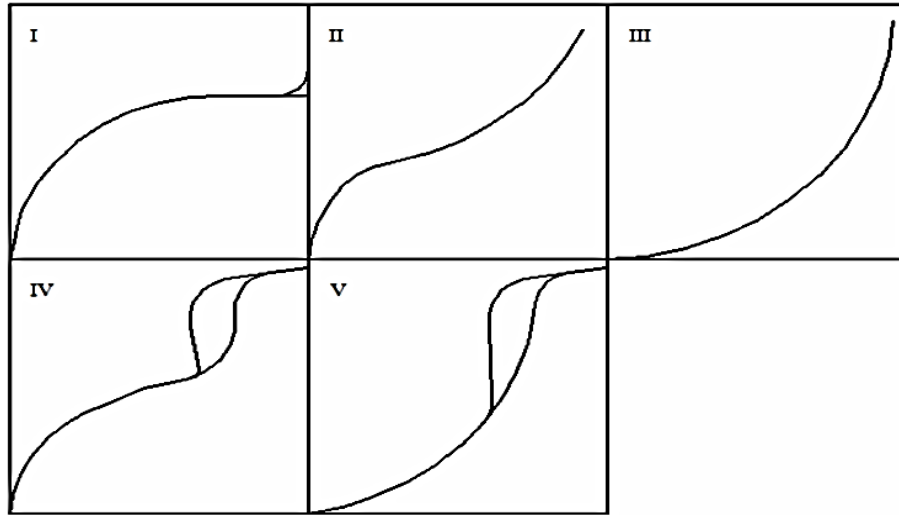
Şekil 2.5. Tipik bir ürün için adsorpsiyon ve desorpsiyon izotermi örneği (Kavak vd., 1999)

Sorpsiyon izotermilerinin sıcaklığa bağlı olduğu gözlemlenebilir. Yüksek sıcaklık moleküller arasındaki bağlanma enerjisini düşürmektedir, artan sıcaklıkla moleküllerin uyarımının da artması nedeniyle moleküller arasındaki mesafeler

artar ve artan mesafe nedeni ile de moleküllerin aralarındaki çekim kuvvetleri azalır. Sonuç olarak, sorptif davranışın sıcaklığa bağımlılığını ortaya koymakta ve sıcaklık artışı sorpsiyon kapasitesini düşürmektedir (Andrade, 2011).

Bu durum sorpsiyonun termodinamiğiyle tutarlıdır (Hossain vd., 2001). Sabit ortam bağıl neminde sıcaklığın (ortam/kurutma) azalması ile kuru baza göre hesaplanan EMC (gıdanın denge nemi) artmaktadır.

Yapılan çalışmalarda, gıda maddelerinin gözeneksiz katılar gibi davrandığını, denge nem içeriklerinin denge bağıl neme karşı işlenmesiyle elde edilen grafiklerin (Şekil 2.6), Tip II (S şekilli) ve Tip III (J-şekilli) izoterm şekline uyduklarını göstermiştir (Dinçer ve Esin, 1995). Sabit sıcaklıkta, su aktivitesinin artmasıyla denge nem içeriği de artmaktadır. Nem içeriği azaldıkça, ürünlerdeki su daha düşük buhar basıncı gösterme eğilimindedir. Atmosferik nemin değişmesiyle, ürünlerdeki buhar basıncının değişmesi, nem sorpsiyon izotermelerinin karakteristik sigmoid şeklinin oluşmasına neden olmaktadır (Caurie, 1970).



Şekil 2.6. Sorpsiyon izoterm tipleri (Van der Wel ve Adan, 1999)

Kaya ve Aydın (2008), bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin ince tabaka kurutma karakteristiklerini ve sorpsiyon izotermelerini saptadıkları çalışmalarında bitkisel materyal olarak ısırgan ve nane yapraklarını kullanmışlardır. Kurutma

denemeleri 35, 45 ve 55 °C kurutma sıcaklıklarında, 0,2, 0,4 ve 0,6 m/s kurutma havası hızlarında ve %40, 55 ve 70 bağıl nem koşullarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, sabit bir denge bağıl neminde, denge nem içeriğinin sıcaklığın artmasıyla azaldığı görülmüştür. Sabit bir sıcaklıkta, artan su aktivitesinde denge nem içeriği de artmıştır.

Özer (2010), yaş ve kurutma sonrası ısırgan ve zeytin sap ve yaprak su aktivitesi (a_w) değerlerinin değişimini incelemiştir. Isırgan saplarının kurutma öncesi su aktivitesi (a_w) değeri 0,91 iken sıcak havalı kurutucuda 30, 40 , 50 ve 60 °C sıcaklıkta kurutulan örneklerin su aktivite değerlerinin (a_w) sırasıyla 0,41, 0,33, 0,26 ve 0,22 olduğu görülmüştür. Güneşte kurutulan ısırgan sap örneklerinin su aktivite (a_w) değerleri 0,54, gölgede kurutulanlarınkinin ise 0,54 olarak sıcak havalı kurutma yöntemiyle kurutulan örneklerine göre oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Isırgan otu yaprağının ise kurutma öncesi su aktivite (a_w) değeri 0.90 iken; 30, 40, 50 ve 60 °C sıcaklıktaki sıcak havalı kurutucuda kurutma sonrasında bu değer sırasıyla 0,41, 0,40, 0,21 ve 0,16 olarak ölçülmüştür. Kurutma sıcaklığının artışı ve buna bağlı olarak örneklerin son nem düzeyinin düşmesi su aktivite değerlerinde de önemli düzeyde bir düşüş olmasına sebep olmuştur. Güneşte ve gölgede kurutulan ısırgan yapraklarının su aktivite (a_w) değerleri sırasıyla 0,50, 0,54 olarak saptanmıştır. Bu değerlerin sıcak havalı sistemle kurutulan örneklerle kıyaslandığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Zeytin yapraklarının kurutma öncesi su aktivitesi (a_w) değerlerinin 0,81 iken; 30 , 40 , 50 ve 60 °C sıcaklıklarda kurutulması sonrası sırasıyla 0,79, 0,68, 0,29 ve 0,12'e düştüğü görülmektedir. Güneşte ve gölgede kurutulan zeytin yapraklarının su aktivite (a_w) değerleri ise sırasıyla 0,54, 0,54 olarak saptanmıştır. Isırgan yaprağı ve sapında belirlenen durumla farklı olarak sıcak havalı kurutucu kullanılarak, düşük kurutma sıcaklıklarında (30 ve 40 °C) kurutulan zeytin yaprak örneklerinin su aktivite değerlerinin güneşte ve gölgede kurutulmuş olan örneklerinkinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

2.3. Kurutma İşleminin Önemi ve Amaçları

Tıbbi bitkilerin kurutulmasından amaç, raf ömrünü uzatmak ve ürün özelliklerini korumaktır. Bu amaç, ürünün su aktivitesini (a_w), patojenik ve bozulma mikro organizmalarının büyümesini ve gelişimini engelleyecek, enzim etkinliğini ve istenmeyen kimyasal reaksiyonların oluşma hızını önemli ölçüde azaltan bir değere indirgeme yoluyla başlar. Bu düzenleme ve uygun paketleme malzemesi kullanımı sayesinde, ürünün raf ömrü, soğukta muhafazaya ihtiyaç duymadan uzatılabilir. Suyun üründen uzaklaştırılması, taşınan birim ürün değerinin kütle azaltmaktadır. Bu, kurutulmuş ürünün taze malzeme ile karşılaştırıldığında taşıma ve nakliye maliyetinde önemli tasarruf sağlamaktadır.

Kurutma, tıbbi bitkilerde istenmeyen değişikliklere de neden olabilmektedir. Katı ürün parçalarının boyutu ve şekli gibi fiziksel ve yapısal değişimler kuruma sırasında gelişir. Renk değişiklikleri, suyun alınması veya kurutma sırasında yüksek sıcaklıklara maruz kalmanın bir sonucu olarak da oluşabilir. Lezzetteki değişiklikler de kuruma sonucunda ortaya çıkabilir. Bunlar, kuruma sırasında uçucu lezzet bileşiklerinin kaybından ve/veya yüksek sıcaklıklara maruz kalmasından nedeni ile istenmeyen pişmiş bir tadın gelişmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bu değişikliklerin niteliği kurutma yöntemine bağlıdır. Bu koşullar, kurutma yönteminin ve koşullarının dikkatle seçilmesi ve kurutma işlemi koşullarının iyi kontrolü ile en aza indirilmelidir (Andrade, 2011).

Kurutma işlemi; gazlardan, sıvılardan veya katılardan su veya diğer sıvıların uzaklaştırılmasıdır. Kurutma terimi yaygın olarak katı maddelerden ısı yöntemleriyle su veya uçucu maddelerin buharlaştırılarak uzaklaştırılmasını ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır. Kurutma uygulamalarında nemin buharlaştırılması için gereken ısı, kurutulacak maddeyi sıcak gazlarla doğrudan temas ettirerek taşıma veya ışınlama veya kurutulacak maddeyle temas eden katı yüzeyden iletimle transfer edilir. Kurutma proseslerinde ısı ve kütle transferi aynı anda meydana gelir. Kurutma ortamı havası koşulları ve kurutulacak

malzemenin özellikleri işlemde önemli parametredir. Bu nedenle nemli havanın ve kurutulacak malzemenin özellikleri bilinmelidir (Güngör ve Özbalta, 2009).

Kurutma; dayanma süresi kısa olan ürünlere uygulanan saklama yöntemlerinden biridir. Kısaca bir maddenin neminin alınması olarak tanımlanabilir (Bulduk, 2004). Kurutma gıdalarda mevcut suyun büyük bir kısmının uzaklaştırılarak, su içeriğinin (su aktivitesinin) mikroorganizma faaliyetlerini önleyecek seviyeye düşürülmesi işlemi olarak ifade edilmiştir (Ertugay vd., 1990).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin tüketiciye ulaşmaya kadar geçen süreçte içerdiği etken maddelerin muhafazası için hasattan hemen sonra işlenmeleri gerekmektedir. Bu bitkilerin hasat sonrası sahip oldukları (%70- 85 y.b.) nem içeriğinden güvenli depolama için (%10-15 y.b.) uygun nem seviyesine indirmek için kurutma işlemi uygulanır (Müller ve Heindl, 2005).

Kurutma işleminin hedefi, ürün kalitesinde herhangi bir bozulmaya imkan vermeden ürün nemini en kısa sürede ve en az enerji harcayarak son nem değerine düşürmektir (Baytop, 1984). Tarımsal ürünlerin korunmasında uygulanan yöntemlerin başlıca amacı, mikrobiyolojik ve enzimatik değişimleri önlemek veya sınırlamaktır. Ortam su açısından mikroorganizmalar için elverişsiz duruma getirilirse, diğer faktörler yeterli düzeyde olsa bile mikroorganizmalar çalışmadığından, tarımsal ürünlerin mikrobiyolojik yollarla bozulmaları önlenabilmektedir. Ortamın mikroorganizmalar açısından elverişsiz duruma getirilebilmesi için tarımsal ürünlerin içerdiği suyun kurutma yoluyla uzaklaştırılması en yaygın uygulamadır (Tarhan vd., 2007).

Bitkilerin sap ve yaprak kısımlarındaki nem oranlarının farklılığı ve bu nemin ortamdan uzaklaşma süresinin de değiştiği dikkate alınırsa bitkilerin kuruma sonunda içerdikleri nem oranlarının farklılık göstermesinin olağan bir durum olduğu düşünülmektedir (Özgüven vd., 2006).

Tarım ürünlerinden uzaklaştırılması gereken nem, temelde bitkinin kendi öz suyu ile çevre koşulları nedeniyle ek olarak bulundurduğu nemden oluşmaktadır.

Hücre suyu olarak adlandırdığımız bitki öz suyu en fazla miktarda, hücre boşluğunda bulunur. Hücre eti ve diğer kısımlarda da bir miktar su bulunmakla birlikte, bu suyun uzaklaştırılması ancak özel şartlar altında gerçekleştirilebilmektedir. Kurutmanın esasını hücre boşluğundaki suyun uzaklaştırılması oluşturmaktadır (Köse, 2008).

Tibbi ve aromatik bitkilerde kurutulan bitkisel aksam çeşidinin (dal, yaprak, kök, çiçek, v.b) çok fazla olması ve bunların kuruma davranışlarının farklılığı nedeniyle mevcut ticari kurutuculardan yararlanma olanağı sınırlı olmakla birlikte ürüne ve bitkisel aksama göre en uygun kurutucuların tasarımı gereklidir (Soysal, 2000).

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

Bir başka araştırmada Boudhrioua vd.'nin (2008), yaptıkları çalışmada zeytin yaprakları 40, 50 ve 60°C sıcaklıklarda güneş kolektörlü bir kurutucuda minimum 165 dakika kurutulmuştur. Araştırma sonucunda, başlangıçta zeytin yaprağında nem miktarı 1,169 kg kg⁻¹ (k.b.) iken 40°C'de kurutma sonucunda 0,152 kg/kg⁻¹ (k.b.), 50°C kurutma sonucunda 0,059 kg/kg⁻¹ (k.b.) ve 60°C kurutma sonucunda da 0,019 kg/kg⁻¹ (k.b.) olarak bulmuşlardır (Özer, 2010).

Torki-Harchegani vd. (2016), 50°C-70°C'de sıcak havayla ve mikrodalga ile kuruttuğu nane yapraklarının kuruma karakteristiğini tanımlayan en iyi modelin Midilli vd. olduğunu, Cakmak vd. (2013), defne yapraklarının 50°C ve 70°C'de kurutulmasında kuruma karakteristiğini tanımlamada en iyi modelin Midilli vd.

olduğunu, Doymaz (2011), 2 m/s hava akış hızıyla 40°C-60°C'de sıcak hava ile kuruttuğu kekik örneklerinin kuruma karakteristiğini tanımlayan en iyi modelin Midilli vd. olduğunu bildirmişlerdir (Karakaplan, 2017).

2.4. Kurutma Yöntemleri

Kurutma, güneşte kurutma ve yapay kurutma olarak iki gruba ayrılabilir (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Güneşte kurutma yönteminde ise sınıflandırma şu şekilde yapılabilir:

- Doğal sistemler; ürünlerinin direkt güneş ısıları altında serilerek kurutulması
- Pasif sistemler; sistemde ek enerji olmadan kurutma
- Aktif sistemler; kurulan sisteme ek enerji verilerek kurutma

Yapay kurutma yönteminin esasını, kurutmaya tabi tutulan ürünlerdeki nemin uzaklaştırılması amacı ile sağlanan ısı transfer şekli oluşturmaktadır. Kurutmada üç şekilde ısı geçişi olmaktadır: Taşınım ile ısı geçişi, iletim ile ısı geçişi ve ışınlama ile ısı geçiştir. Yaş ve kurutulmuş ürünlerdeki su miktarı, ürün özelliklerine etki eden en önemli faktördür. Her gıdanın belli kurutma koşullarında ulaştığı ve çevresindeki ortama bağlı olan denge nemi, farklı ve kendine özgü olmaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Doğal kurutma ile Isparta gülünün kurutulmasına yönelik yapılan denemelerde nemli ve yağışlı gül hasat dönemleri elverişsiz iklim koşulları nedeniyle gülün doğal olarak kurutulmasında zorluklar oluşturmaktadır. Ayrıca, gülün doğal koşullarda kurutulması sırasında gündüz-gece sıcaklık ve nem düzeyinin farklılıklarından yüksek düzeyde etkilendiği görülmüştür (ROSENSE, 2012).

Alternatif kurutma yöntemlerinden biri olan vakum kurutma özellikle meyveler gibi uzun sürelerde kuruyan gıda ürünleri için kullanılmakta olan bir yöntemdir. Bu yöntemle yapılan çalışmalar, kurutma süresinin diğer yöntemlere kıyasla çok kısaltıldığını göstermiştir. Vakum, üründe bulunan suyun düşük sıcaklıklarda atmosferik koşullardan daha kolay buharlaşmasını sağlamaktadır. Suyun

uzaklaştırılması sırasında ortamda hava bulunmadığı için oksidasyon reaksiyonlarını azaltmaktadır (Erbay ve Küçüköner, 2008).

Dondurarak kurutma yöntemi genel olarak iki basamaktan oluşur: Dondurarak kurutma, ürün sıcaklığının düşürülerek nemin çok önemli bir kısmının katı hale getirilmesi ve sonrasında ürün etrafındaki basıncın da düşürülmesi ile yapıdaki buzun katı fazdan sıvı faza geçmeden buharlaşması (süblimleştirilmesi) ile gerçekleştirilmektedir. İlk olarak ürün dondurulur, ikinci basamak olarak ürün indirgenmiş basınç altında direkt süblimasyon ile kurutulur. Süblimasyonu sağlamak için sistem basıncı kritik noktanın altına indirilirken sıcaklık arttırılır (Bingöl, 2010).

Ozmotik kurutma, ürünlerin ozmotik bir çözelti içinde bekletilmesiyle su oranının düşürülmesi uygulamasıdır. Ozmotik kurutmada üründen uzaklaştırılan su miktarı ile suyun uzaklaştırılma hızı üzerine farklı faktörler etkili olmaktadır. Ozmoz uygulanan bir meyvenin ağırlık kaybının; ozmotik çözeltinin konsantrasyonu, uygulama süre ve sıcaklığı, çözelti/meyve oranı ve meyvelerin özgül yüzey alanı gibi değerlerin yükselmesiyle birlikte arttığı belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2004).

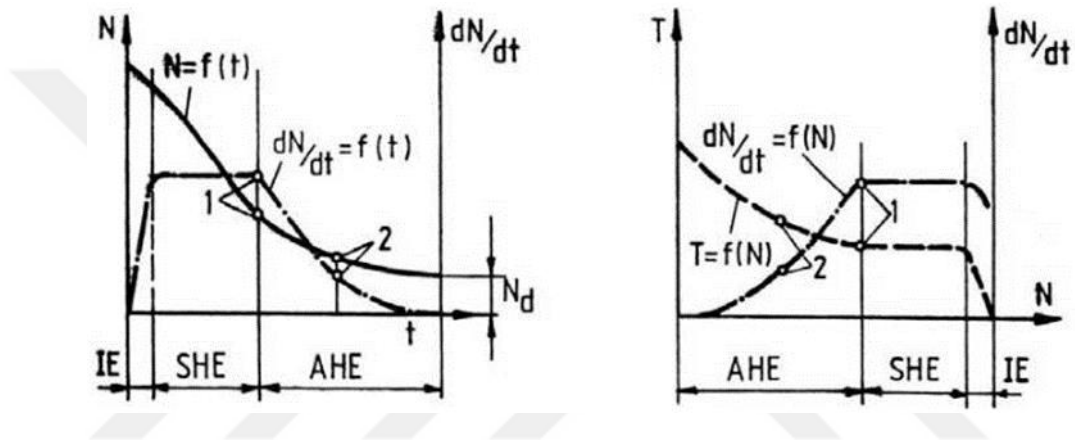
Mikrodalga ile kurutma yönteminde, elektromanyetik alan materyali bir bütün olarak etkilediğinden geleneksel kurutma yöntemlerinden farklı olarak, doğrudan materyal bünyesindeki su molekülleri hedef alınarak seçici bir ısıtma yapılmaktadır (Drouzas vd., 1999).

Bu yöntemde, ısı doğrudan ürün içerisinde oluşmaktadır. Ürün içerisindeki nem çok kısa sürelerde ısınarak buharlaştırılmakta ve iç ve dış ortamda oluşan buhar basıncı farkı nedeniyle nem transferi içten dışa doğru olmaktadır. Böylece geleneksel kurutma yöntemlerinde meydana gelen ısı transferi sorunu mikrodalga ile kurutma yönteminde ortadan kalkmaktadır (Soysal vd., 2009).

2.5. Kurutma Tekniği ve Kinetiği

Mühendislik açısından fiziksel yapı ile ilgili özelliklerin bilinmesi, kurutma sırasında gıdaların difüzyonel özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra kütle ve ısı transferlerinin modellenmesinde de önemli olmaktadır (Mavroudis vd., 1998).

Tarım ürünü ile bulunduğu ortamdaki nemli hava arasında nem transferi ile kuruma süresi boyunca geçen zaman dikkate alındığında Şekil 2.7' de verilmiş olan eğriler çizilebilir. Bu eğriler kinetik kuruma eğrileridir.



Şekil 2.7. Tarım ürünlerinin kinetik kuruma eğrileri (Demir ve Günhan, 2002)

Herhangi bir ürün kuruma kinetiği açısından incelendiğinde aşağıdaki ilişkiler dikkate alınır (Yağcıoğlu, 1999):

- Materyalin nemi ile kuruma süresi: $N=f(t)$
- Kuruma hızı ile materyal nemi: $dN/dt=f(N)$
- Kuruma hızı ile kuruma süresi: $dN/dt=f(t)$
- Materyal sıcaklığı ile nemi: $T=f(N)$

Kurutma olayının gerçekleşmesi sırasında üç evre ile karşılaşmaktadır (Güneş, 1994):

- Materyalin ısınma evresi (IE)
- Sabit hızla kuruma evresi (SHE)
- Azalan hızla kuruma evresi (AHE).

Isınma evresinde, ürünün sıcaklığının artışı kurutma havasının sıcaklığı ile dengeye ulaşınca kadar sürer (Doğantan, 1986). Bu evrede verilen ısı miktarı, ürünün ve bu ürünün bünyesindeki suyun sıcaklığını yükseltir. Bu evrede buharlaşma hızı yaklaşık t değişkenli bir fonksiyon uyarınca, sıcaklıkla birlikte artar (Güneş, 1994).

Sabit hızla kuruma evresi, ürünün üzeri ince bir su tabakası ile kaplı olduğundan, önce su tabakası buharlaşmaya başlar. Başlangıçta çok hızlı olan buharlaşma, bir süre sonra yüzeyin hemen üzerinde oluşan buhar tabakası nedeniyle yavaşlar. Bu evrede kurutma hızı sabittir ve sadece katı maddenin yüzeyine etki eden değişkenler tarafından kontrol edilir. Bu değişkenler genellikle havanın hızı, akış şekli, sıcaklığı ve nemidir (Güneş, 1994). Şekil 2.7’de 1 noktası, ürünün yüzeyinde serbestçe buharlaşabilen nemin sona erdiği noktayı belirtir, bu noktada sabit hızda kuruma sona erer ve bu noktadaki neme "kritik nem" adı verilir. Ürünlerde sabit kuruma hızı evresi, genellikle çok kısa sürmektedir (Doğantan, 1986).

Bu evre iki bölgeye ayrılabilir; azalan hızla kuruma ön evresi ve azalan hızla kuruma son evresi (Güneş, 1994). Bu iki evrede buharlaşma, ürünün içinde başlar. Su yüzeye difüzyon ile ulaşır. Yüzeye yakın bölümler, hem doğrudan yüzeye ve hem de kılcal (kapiler) nem verdiklerinden, iç katmanlara göre daha çok su kaybederler (Doğantan, 1986).

Kurutma hızı; ısı ve kütle transferine etki eden havanın bağıl nemi, kurutucu içerisindeki hızı, sıcaklığı, kurutulacak malzemenin hava ile temas eden yüzey alanı gibi fiziksel özellikleri ile ürünün kendine özgü niteliklerinden etkilenmektedir (İsaeva, 2007). Kurutma hızına etki eden kurutulacak materyalin fiziksel özellikleri denildiğinde; ürünün şekli, büyüklüğü, yerleştiriliş şekli, yüzey alanı ve kalınlığı akla gelmektedir. Yüzey alanının büyüklüğü ile kalınlığın azlığı, kuruma hızını artırmaktadır (Sarsılmaz, 1998).

Kuruma sırasında materyal neminde meydana gelen değişimler ve etkili unsurlar, statik ve kinetik açılarından incelenebilir. Kurumanın statığı, hava ile materyal arasındaki nem dengesi desorpsiyon (materyalin çevre havasına nem vermesi)

ve adsorpsiyon (materyalin çevreden nem alması) ile gerçekleşebilir (Demir ve Günhan, 2002).

Kurutucu seçiminde öncelikle materyal statik ve kinetik kuruma özellikleri ve kurumuş ürünlerden beklenen şekil ve dış görünüm özellikleri belirlenmelidir. Materyalin kuruma özellikleri, sorpsiyon ve adsorpsiyon izotermi ile kritik nemi; denge nemi, kurutma sıcaklığı, kuruma hızı gibi parametrelerin belirlenmesi için bilinmesi gereken önemli unsurlardır (Çanakçı, 2005).

Bazı üstünlüklerinden (kurutma süresi, enerji kullanım etkinliği, kullanım ve ayar kolaylığı gibi) dolayı infrared ısı kaynaklarının kurutma amacıyla kullanılabileceği bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Strumillo ve Kudra, 1986; Lewis, 1996; Fasina, 2003; Hebbar vd., 2004).

Biyolojik malzemeler düşük nem içeriğinde azalan bir kuruma hızına sahiptirler. Çoğu kurutma modellerinde, bu davranış difüzyon katsayısını nem içeriğine bağlı olarak ele geçirilmektedir. Kurutma esnasında, etkili difüzyon katsayısı kritik bir nem içeriğine kadar nem ile sabittir. Bu kritik değerin altındaki difüzyon katsayısı azalan su konsantrasyonu ile büyük bir düşüş göstermektedir (Van, 1981).

Gözlemlenen kurutma hızının azalmasına, özellikle azalan serbest su moleküllerinin bulunmasının sebep olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayım iki su sınıfının varlığına dayandırılmaktadır: bunlar bağlı su ve serbest sudur. Bağlı nem, malzeme moleküllerine son derece bağlı su moleküllerine benzemektedir. Serbest nem, malzeme moleküllerine gevşek bir şekilde bağlı su moleküllerine benzemektedir. Bitki içerisinde ısı transferi olur ve bu, yüzey ile bunun içerisindeki su yüzeyi arasında bulunan sıcaklık eğimi ile ilgilidir. Bitki içerisindeki ve dışındaki su buharı basınç eğimi yüzeye kadar su buharı difüzyonuna neden olmaktadır (Srikiatden ve Roberts, 2007).

Parlak (2014), yaptığı çalışmada kurutma havasının sıcaklığı, hızı ve bağlı neminin zencefil dilimlerinin kuruma kinetiğine olan etkisi incelemek üzere, zencefil örneklerini 2 mm kalınlığında dilimleyerek akışkan yataklı kurutucuda

kurutmuştur. Deneyler farklı kurutma havası (40, 50, 60 °C) sıcaklıklarında ve farklı (3 ve 4 m/s) hava hızlarında gerçekleştirilmiştir. Kurutma esnasında belli zaman aralıklarında alınan numunelerin kuru baza göre nem değerleri belirlenmiş ve nem oranları kullanılarak difüzyon katsayıları hesaplanmıştır. Deneylerde kurutma havası sıcaklığının ve neminin kuruma hızında oldukça etkili bir parametre olduğu, artan sıcaklık ve azalan bağıl nem ile kuruma hızının arttığı görülmüştür. Difüzyon katsayıları $1,346 \times 10^{-7}$ ila $2,174 \times 10^{-7}$ m²/s değerleri arasında bulunmuş, literatürdeki mevcut değerler ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmüştür. Deneysel veriler literatürde var olan ince tabaka kuruma kinetiği modelleri ile karşılaştırılmış, % 99 regresyon katsayısı (R^2) ile en uygun modelin Page modeli olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışma, yüksek nem içeriğine sahip zencefil gibi bir gıda ürününün akışkan yataklı kurutucular kullanılarak yüksek kurutma hızlarında kurutulabileceğini göstermiştir.

Karakaplan (2017), gölgede ve sıcak hava koşullarında iki farklı yöntemle kurutulan nane örneklerinin nem içeriklerinin zamanla değişimini incelemiştir. Çalışmalar sonucunda nane örneklerinin kuruma süreleri gölgede kurutulan örnekler için 1380 dakika, 35°C sıcaklıkta kurutulan örnekler için 780 dakika ve 50°C sıcaklıkta kurutulan örnekler için 360 dakika olarak belirlenmiştir. Kurutma şartları karşılaştırıldığında en kısa kurutma süresinin beklenildiği üzere 50°C'de sıcak hava ile kurutma yönteminde olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre kuruma süreleri dikkate alındığında nane örneklerinin sıcak hava ile kurutma yöntemiyle kurutulmasının zaman kazanımı açısından büyük avantaj sağladığı görülmüştür.

Soysal (2000), araştırmasının ön denemelerinde tomurcuk ve açmış gül çiçeklerinin 40,0°C'de kurutulmasında farklı sonuçlar elde etmiştir. Tomurcuk halindeki çiçeklerin 40,0°C sıcaklıkta kurutulması durumunda tomurcuk çiçeklerin henüz açılmamış taç yaprakları ovaryumdan buharlaşan nemin dışarı çıkışına engel olduğu ve sıcaklığı yüksek olan bu nemin çiçeğin doğal yapısını bozarak önemli renk ve orama değişimlerine neden olduğunu saptamıştır. Açmış gül çiçeklerinde ise kurutulan ürünün doğal aroma ve renk özelliklerini önemli

ölçüde daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Bu nedenle tomurcuk gül çiçekleri 46,8°C ile 53,3°C arasında değişen kurutma havası sıcaklıklarında, kurutucu raflara taze gül yükleme miktarına bağlı olarak 5 ile 9 saat arasında kurutulabilmiştir.

Boyar vd. (2013), 17,5-20,0°C ile %41,6-60,6 arasında değişen günlük ortalama ortam sıcaklığı ve bağıl neminde üç ile yedi gün arasında değişen sürelerde yağ gülü ile 4 kez gölgede kurutma denemeleri yapmışlardır. Bu kurutmalarda kaydettikleri veriler ile zamana göre kuru ve yaş baz nem içerikleri, ayrılabilir nem oranları ve kuruma hızlarına ait kuruma kinetiklerini incelemişlerdir. Deneysel verileri kullanarak 9 farklı ayrılabilir nem oranı kinetik model (Newton, Henderson&Pabis, Page, Logaritmik, İki terimli, Verma vd., Wang&Singh, Midilli vd. ve Bala) elde etmişlerdir. Kurutma deneylerinde başlangıçta 1,000 kg aldıkları taze gül çiçeklerinin başlangıç nemlerini %79,6±2,32 (y.b.) arasında, kurutma sonu ağırlıklarını 214,1±24,6 g ve denge nemlerini ise %7,11±0,83 (y.b.) olarak belirlemişlerdir. Kuruma zamanının kurutma periyodundaki iklim koşullarına bağlı olarak 72-162 saat (3-7 gün) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Geliştirilen kuruma hızı modelleri arasından Bala (1998) ve Verma vd. (1985)'ne ait modellerini Isparta gülünün gölgede kuruma eğrisini sırasıyla yüksek R^2 (1,00 ve 0,99), denemede düşük χ^2 (0,000023 ve 0,001813) ve ortalamanın düşük hatası ($4,6 \times 10^{-12}$ ve 0,038388) ile en uygun olarak seçmişlerdir. Sonuç olarak, gül çiçeği kurutma işleminin kurutma havasının sıcaklık ve bağıl neminden yüksek derecede etkilenen higroskopik bir karaktere sahip olduğunu bildirmiş, bu nedenle kurutma işleminin en uygun koşullarda ve en kısa sürede yapılmasını önermişlerdir.

Boyar vd. (2015), tasarladıkları 3RYÜK'de 35, 40 ve 45°C'de gül çiçeklerinin kuruma kinetiğini incelemişlerdir. Kurutucu raflarına taze olarak serilen gül çiçeklerinin kapladıkları alan kurutma başında %100 iken kurutma sonunda büzülerek %60'a düştüğünü sürekli kamera kaydı ile belirlemişlerdir, buna göre toplam gülün yüzeysel kapladığı alan başlangıç değerinden %40 kaybettiğinde kurumunun tamamlandığına karar vermişlerdir. Kuruma ile olan alan değişimi ile ayrılabilir nem oranının ayrı ayrı zamana bağlı kuruma eğrilerini 7 farklı modelde

incelemişlerdir. Denenen Lewis (Newton), Henderson & Pabis, Logaritmik, İki Terimli, Page, İki terim-Gaussian ve ANFİS modelleri içerisinde kurumayla görüntü yüzdelik alanı değişimini en iyi ($R^2 \geq 0,98$) üç model (Çift terim Gaussian, Çift terim exponensiyel ve ANFİS), ayrılabilir nem oranını ise en iyi ($R^2 \geq 0,99$) dört model (Çift terim Gaussian, Çift terim exponensiyel, Page ve ANFİS) ile göstermişlerdir. Ortalama kurutma sürelerini 35°C; %25RH, 40°C; %21RH ve 45°C; %18RH kurutma havası koşullarında sırasıyla 1038, 1026 ve 739 dakika (17,3, 17,1 ve 12,3 saat) olarak bildirmişlerdir.

2.6. Kurutma Sırasında Meydana Gelen Kalite Değişimleri

Son ürün kalitesi, gıda materyalinin başlangıç kalitesine ve kurutma sırasında meydana gelen fiziko-kimyasal değişimlere bağlıdır. Kurutma sırasında ürünün şekli ve boyutu fark edilebilir düzeyde değişmekte bu durum ürünün kitle yoğunluğu, parça yoğunluğu ve gözeneklilik gibi fiziksel özelliklerini etkileyerek son ürünün tekstürünün, rehidre edilebilirliğinin ve taşınma özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır (Senadeera vd., 2000).

Kurutma, fiziksel ve yapısal değişimlerin meydana geldiği ve karşılıklı kütle ve ısı transferinin gerçekleştiği kompleks bir prosestir. Kurutma sırasında meydana gelen kalite değişimlerini anlamada ilk olarak nem transfer mekanizmasının ve kurutmanın farklı aşamalarında materyaldeki değişimlerin belirlenmesi önemlidir. Kuru ürünlere ait özellikleri iki grupta toplamak mümkündür. Birincisi; kuru ürünlerin mühendislik özellikleridir ki bu özellikler (etkili nem dağılımı, etkili ısıl iletkenlik, özgül ısı, denge nem içeriği ve viskozite'dir) kuruma işleminin ve ekipmanların dizaynı için çok önemlidir. İkincisi; kalite özellikleridir. Kalite ile ilgili özellikleri şu şekilde gruplara ayırmak mümkündür:

- Yapısal Özellikler (yoğunluk, gözeneklilik, gözenek boyutu, özgül hacim)
- Optik Özellikler (renk ve görünüş)
- Tekstürel Özellikler (sıkıştırma testi, gerilme testi, gerilme-gevşeme testi)
- Termal Özellikler (ürünün durumu: camsı, kristal, lastiğimsi)
- Duyusal Özellikler (aroma, tat)
- Besinsel Özellikler (vitaminler, proteinler vd.)

- Rehidrasyon Özellikleri (rehidrasyon hızı, rehidrasyon kapasitesi) (Senadeera vd., 2000; Krokida ve Maroulis, 2000).

2.6.1. Uçucu Yağ Oranı, Uçucu Yağ Bileşenleri ve Miktarları

Uçucu yağ, bitkilerin yaprak, meyve, kabuk veya kök kısımlarından elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, kolaylıkla kristalleşebilen genellikle renksiz veya açık sarı renkli, uçucu, kuvvetli kokulu, doğal bir üründür. Güzel kokulu olmasından dolayı esans ya da eterik yağda denilmektedir. Su ile karışmadıkları için yağ olarak tanımlansalar da sabit yağlardan farklıdır (Ceylan, 1983).

Dünyada uçucu yağ üretimi birçok ülkede yapılmaktadır. Uçucu yağ üreten ülkeler arasında gelişmekte olanların yanında gelişmiş ülkeler de bulunmaktadır. Bu durum uçucu yağ bitkilerinin üretiminin gelişmiş ülkelerde kârlı olması nedeni ile yapıldığını göstermektedir. Ayrıca fazla bir yatırıma gerek duymadan uçucu yağın elde edilebileceği, uçucu yağın gelişmiş ülkeler yanında az gelişmiş ülkelerde de elde edilmesinden anlaşılmaktadır. Türkiye özellikle uçucu yağ içeren bitkiler bakımından çok zengin bir flora sahiptir. Ancak gül dışında hemen hemen hiçbir uçucu yağ bitkisinin büyük bir üretim alanı bulunmamaktadır. Sadece uçucu yağ bitkileri bakımından zengin bir flora sahiptir olmamız nedeni ile floradan toplanan bitkilerin bir kısmından yağ elde edilmektedir (Tanker,1976; Ceylan, 1997).

Uçucu yağlar genellikle oda sıcaklığında sıvıdır. Ancak gül yağı, anason yağı gibi sıvı olmayan bazı uçucu yağlarda vardır. Buharlaştırıldıklarında geride herhangi bir kalıntı bırakmazlar. Fiziksel özellikleri yönünden uçucu yağlar birbirlerine genellikle benzerler. Uçucu yağların kırılma indisleri yüksek olup çoğunluğu optikçe aktiftir. Kırılma indisinde ve polarize ışığı çevirme derecesinde oluşan değişimler uçucu yağın saflığının bozulduğunu göstermektedir (Demirçakmak, 1994). Uçucu yağlar koku ve tat özelliklerine göre de gruplandırılabilirler. Bu gruplar:

- Aromatika (çok kokulu ve tadı iyi olanlar),
- Aromatika-aroma (kokulu ve tadı acı olanlar) ve

- Aromatika-acria (kokulu ve tadı keskin olanlar) olmak üzere üçe ayrılırlar (Ceylan, 1997).

Özgüven vd. (2004), farklı tıbbi bitkilerin değişik kurutma ortamlarında kurutulmasının uçucu yağ oranı üzerine etkilerini araştırmışlar ve geleneksel kurutma yöntemlerinden gölgede ve güneşte kurutma ile kabin tipi (40°C'de 12 saat) ve solar tünel kurutucuyu karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, kurutma yöntemlerine göre bitkilerin uçucu yağ oranları değişiklik göstermiştir. En yüksek uçucu yağ oranları; *Lavandula officinalis*, *Origanum onites*, *Thymus eigii* ve *Thymus vulgaris* bitkilerinde solar ve kabin kurutucuda, *Rosmarinus officinalis*'te solar kurutucu ve gölgede, *Salvia officinalis* bitkisinde gölge ve kabin kurutucuda, *Cymbopogon citratus* bitkisinde güneşte, *Artemisia annua*, *Thymbra spicata* ve *Melisa officinalis* bitkilerinde gölgede belirlenmiştir.

Uçucu yağlar; aromatik, kokulu veya ıtri bitkilerde bulunan ve oda sıcaklığında kolaylıkla buharlaşabilen maddelerdir. Genelde aromatik bitkilerin uçucu yağ oranları % 0,5-5 arasında değişmektedir. Uçucu yağlar bitkinin tamamına yayılabildiği gibi, sadece bir organında da yoğunlaşabilir. Uçucu yağlar yoğunluğu 0,8-1,3 arasında değişir ve suda çok az çözünürler. Uçucu yağlar, yapılarında yağ asitleri ve gliserol bulunmadığı için acılaşmazlar. Uçucu yağların birçoğu güzel kokulu olduğu için parfüm ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılırlar. Isparta ilinden toplanan yayla kekiğine Clevenger aygıtı ile su buharı destilasyon uygulamışlardır. Örnekler, tomurcuklanma sonu, çiçeklenme başı devresi, tam çiçeklenme devresi, çiçeklenme sonu devresi ve tohum olgunlaştırma devresi olmak üzere beş farklı dönemde toplama yapılmıştır. Çalışma sonunda yayla kekiğinde yüksek uçucu yağ verimi için çiçeklenme başı veya en geç tam çiçeklenme dönemleri, yüksek uçucu yağ kalitesi için ise çiçeklenme sonunu beklenmesi sonucuna varılmıştır (Baydar, 2005).

Henüz üzerlerindeki çiğ kurumadan sabahın erken saatlerinde toplanan çiçeklerin yağ verimi daha fazladır. Sabah en geç saat 10'a kadar toplanan çiçeklerin uçucu yağ randımanı ve kalitesi daha fazladır. Sabah erken saatlerde toplanan çiçeklerde %0,04 oranında (1 kg gül yağı 2,5 ton çiçekten), öğleden sonra toplanan çiçeklerde ise %0,02 oranında (1 kg gül yağı 5 ton çiçekten) uçucu yağ

elde edilir. Bu nedenle gül çiçekleri günün çok erken saatlerinde toplanması ve vakit geçirmeden (en geç 6 saat içinde) damıtılması gerekir. 12 saatten fazla bekletilen çiçeklerde yağ verimi %20 düşer, sitronellol ve parafinler 2 kat artarken, geraniol ve nerol 2 kat azalır. Hasat sezonu sonuna doğru sitronellol oranı azalır, geraniol ve nerol oranları artar. Çiçekler bütün (tam) olarak damıtıldığında ortalama %0,035 oranında, aynı çiçeklerin sadece petal yaprakları ayrılıp damıtıldığında %0,060 oranında ve petal yaprakları dışında kalan kısımlar damıtıldığında ise %0,015 oranında uçucu yağ verimi elde edilmektedir. Taze yağ gülü çiçeğinin yaklaşık ağırlıkça üçte ikisini meydana getiren pembe renkli petal (taç) yapraklardan elde edilen yağ çiçekteki toplam uçucu yağların ortalama %80'ine tekabül etmektedir (Baydar, 2006).

Soysal (2000), yaptığı doktora çalışmasında geliştirdiği Çukurova II kurutucusu ile 46,8-53,3°C kurutma havası sıcaklığında gül çiçeği kurutma denemesinde ve dış ortamda gölgede kurutulan çiçeklerden elde edilen kalite yönünden önemli eterik yağ miktarı ve bileşenlerini taze gülden elde edilenler ile karşılaştırmıştır. Taze güllerde kuru drog üzerinden hesaplanan eterik yağ verimini %0,17-0,19 arasında, gölgede veya 53,3°C kurutma havası sıcaklığındaki kurutucuda sırasıyla %0,10 veya %0,09'u (alınabilir yağın % 44 veya %50'si) bildirmiştir.

Andrade (2011), koşullandırılmalı kurutmayı optimizasyon yöntemleri ile kuramsal ve uygulamalı olarak oğul otunda her yönü ile araştırdığı doktora çalışmasında 40°C ve %40RH kurutma havası koşulları ile yapılan en uygun kurutmada aynı sıcaklığın düşük neminden (40°C ve %11RH) %26, yüksek neminden (40°C ve %68RH) %17, aynı nemin yüksek sıcaklığından (54°C ve %40RH) tekerrürlere göre %26-44 arasında, daha yüksek sıcaklık ve nemde (50°C ve %60RH) yapılan kurutmadan elde edilen uçucu yağ oranından ise %95-123 arasında tekerrürlere göre daha fazla oranda yağ elde edilmiştir.

Boyar vd. (2015), tasarladıkları 3RYÜK'de 35°C; %24, 40°C; 19,9 ve 45°C ; %17,5 kurutma havası sıcaklık ve bağıl nem koşullarına göre gül çiçeklerinin kuruma kinetiği yanında kuru gül içerisinde muhafaza edilebilen kuru madde cinsinden alınabilir yağ oranı değişimi (%) uçucu yağ miktarlarını sıcaklık artışına bağlı olarak sırasıyla %40,1±16,21, %37,8±9,69 ve %36,7±12,25 belirlemişlerdir.

Dünyada uçucu yağ üretiminde kullanılan başlıca dört gül türünden (*Rosa damascena* Mill., *Rosa gallica* L., *Rosa moschata* Herrm ve *Rosa centifolia* L.) en önemlisi *Rosa damascena* Mill.'dir (Tucker ve Maciarello, 1988). Uçucu yağlar, yapılarında yağ asitleri ve gliserol bulunmadığı için acılaşmazlar. Uçucu yağların birçoğu güzel kokulu olduğu için parfüm ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılırlar (Baydar , 2013).

Isparta gülünde en çok öne çıkan başlıca uçucu yağ bileşenleri: Sitronellol, Geraniol, Nonadesan/1-Nonadesen, Nerol, Heneikosan'dır. Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.)'de %1'in üzerinde tespit edilen en önemli uçucu yağ bileşenleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. En fazla %35 oranında Sitronellol ve daha sonra %20 Geraniol bulunmaktadır, bunları %10 Nonadesan ve 1-Nonadesen ve bunu da %8 Nerol takip etmektedir. Isparta yağ gülündeki Sitronellol'den Linalol'e ($\geq$ %1 oranında) baskın 13 uçucu yağ bileşenin oranı, sayıları yüzleri aşan güldeki uçucu yağ bileşenleri toplamının %90,4'üdür (Baydar , 2009).

Çizelge 2.1. Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.)'ndeki >%1 uçucu yağlar (Baydar , 2009)

Bileşen Adı	Bulunma Miktarı (%)	Bileşen Adı	Bulunma Miktarı (%)
Sitronellol	35	Etanol	2,1
Geraniol	20	Öjenol	1,5
Nonadesan/1-Nonadesen	10	Heptadesen	1,5
Nerol	8,0	Alfapinen	1,2
Heneikosan	4,0	Geranil asetat	1,1
Feniletil alkol	2,5	Linalol	1,0
Metil öjenol	2,2	TOPLAM	90,4

Başer (1992), tarafından yapılan ayrıntılı analizlerde Türkiye'de üretilen gül yağında 85 farklı bileşenin tespit edildiği, bunlardan 68 adet bileşenin tam olarak tanımlandığı ifade edilmektedir. Çalışmada gül yağına esas gül kokusu ve aramasını veren ana bileşenin sitrenellol içeriği olduğu belirtilerek, köy tipi gül yağında bu bileşenin %25-%39 oranında, fabrika tipi gül yağında ise %31-%43 oranında bulunduğu saptanmıştır. Sitrenellol ve geraniol içeriğinin yüksek olmasının gül kokusunu tatlılaştırarak, güçlendirdiği vurgulanmıştır. Çalışmada

ayrıca köy tipi gül yağında sitrenellol/geraniol oranının %0,83 ile %1,92, fabrika tipi gülyagında ise %2,30 ile %4,84 arasında değiştiği bildirilmiştir. Diğer taraftan gül yağının bileşenlerinden nerolün gülyagına gül kokusu vermenin yanında tazelik hissi veren kokusunu da güçlendirdiği vurgulanarak, bu bileşenin köy tipi gül yağında %7,5 ile %13,4, fabrika tipi gül yağında ise %4,52 ile %8,89 arasında değişen oranlarda saptandığı belirtilmektedir. Aynı çalışmada en iyi gül kokusunun elde edilmesi için citrenellol/geraniol oranının %1,25 ile %1,30 arasında olması gerektiği, bu oranın düşük olması durumunda hafif otsu bir kokunun oluştuğu bildirilmektedir (Soysal, 2000).

Başer vd. (1993), kurutulan gül çiçeği eterik yağ verimlerinde %50 oranında bir azalma olmaktadır, Krimmer (2000)'e göre ise kurutucuda kurutulan gül çiçeklerinin eterik yağ kompozisyonu bakımından gölgede kurutulan çiçeklere kıyasla daha kaliteli olduğu ve koku özelliğinin korunduğu görölmüştür (Soysal, 2000).

Soysal (2000), Ayrıca taze güldeki uçucu yağların içerik ve miktarları; 53,3°C kurutma havası sıcaklığında kurutucuda elde edilen kuru güllerde gölgede kurutularak elde edilen gülleze güldeki rdekinden daha iyi korunduğunu belirlemiştir (izelge 2.2). Bulgulara göre; Sitronellol, Geraniol, Nerol, Metil eugenol ve Nonadesan/1-Nonadesen oranları, kurutucuda kurutulan güllerde gölgede kurutulan güllerdekinden daha fazla iken; Heneikosan, Trikosan ve Eikosan/(E)-9-eikosan daha azdır. Ayrıca taze güllerde ; Sitronellol, Geraniol, Nerol oranları taze güllerde daha yüksektir. Etanol, Geranil asetat, Alfapinen, Feniletil alkol, Linalol, Oktadekan, Heptadekan/ δ -guaien taze güllerde bulunurken gölgede ve kurutucuda kurutulanlarda rastlanmamıştır. Ayrıca taze güllerde %87,59 olan koku bileşenleri; gölgede kurutulanlarda %62,70 kurutucuda kurutulanlarda ise %73,30 oranındadır.

Çizelge 2.2. Taze, gölgede ve kurutucuda kuru Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.)’ndeki uçucu yağlar (Soysal, 2000)

Bileşen Adı	Gül çiçeği uçucu yağ oranları (%)		
	Taze	Gölgede Kurutulan	Kurutucuda kurutulan
Sitronellol	32,21	6,20	11,30
Geraniol	21,33	1,90	6,90
Nerol	10,38	0,30	2,00
Metil eugenol	2,07	2,20	2,40
Nonadesan/1-Nonadesen	8,97	28,1	28,6
Heneikosan	2,53	14,8	14,1
Trikosan	-	5,50	4,60
Eikosan/(E)-9-eikosan	-	3,70	3,40
Etanol	1,63	-	-
Geranil asetat	1,56	-	-
Alfapinen	1,29	-	-
Feniletil alkol	1,22	-	-
Linalol	1,17	-	-
Oktadekan	1,12	-	-
Heptadekan/ δ -guaien	2,11	-	-
TOPLAM	87,59	62,70	73,30

Verma vd. (2011), gölgede kurutulmuş gül petallerinin hidrodistilasyonu ile elde edilen gül yağı ve suyunda 61 baskın uçucu yağ bileşenlerini 7 kimyasal grupta toplayarak vermişlerdir. Bu gruplar: Monoterpen Hidrokarbonlar (MH), Oksijenli Monoterpenler (OM), “Sesquiterpene”li Hidrokarbonlar (SH), Oksijenli “Sesquiterpene”ler (OS), Benzenoidli Bileşenler (BB), Alifatik Hidrokarbonlar (AH), Oksijenli Alifatikler (OA)’dır. Gölgede kurutulmuş gül petallerinin hidrodistilasyonu ile elde edilen gül yağı ve suyunda sırasıyla toplam AH bileşenlerini %56,4 ve %46,3 oranlarında, OM bileşenlerini ise %14,7 ve %8,7 oranlarında elde etmişlerdir. Ana alifatik hidrokarbonlardan olan heneikosan %19,7 ve %15,7, Nonadesan %13,0 ve %8,4, Trikosan %11,3 ve %9,3, Pentakosan %5,3 ve %5,1 ve (2-) Feniletil Alkol ise %0,4 ve %7,1 oranlarında sırasıyla gül yağı ve gül suyunda bildirmişlerdir. Gölgede oda sıcaklığında kurutulmuş *Rosa damascena* Mill. petallerinde uçucu bileşenler taze çiçeklerdekinden cins ve miktar olarak oldukça farklı olduğunu vurgulamışlardır.

Taze yağ gülünden hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ bileşenlerinden bazılarının yüksek oranda olması kalite göstergesi olarak aranırken bazılarının da yine kalite göstergesi olarak belirli sınırlarda kalması istenir ya da fazla yükselmesi istenilmez. Bu konuda Bulgaristan standartları gözardı edilir ise iki

farklı standard bulunmaktadır. Bunlardan ilki ISO 9842:2003 numaralı “Oil of Rose (*Rosa x damascena* Miller), diğeri 100 yılı aşkın bir süredir Isparta yöresinde yapılan yağ gülü tarımının 1954 yılında kurulan halen 8000 yağ gül üreticisi ortaklı GÜLBİRLİK isimli tarımsal kooperatife ait TDS No: 150001 no ve 08.03.2015 tarihli “GÜLBİRLİK Turkish Rose Oil” isimli üretim standardıdır. Bu iki standarta bir de Başer (1992)’e göre en iyi gül kokusunun elde edilmesi için Sitrenellol/Geraniol oranının %1,25 ile %1,30 arasında olması gerektiği ekleyebiliriz (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.)’nde kalite standardı olarak aranan bazı uçucu yağlar ve oranları (Başer, 1992; ISO 9842, 2003; GÜLBİRLİK, 2015)

Bileşen Adı	Kalite Standardı (%)		
	(Başer, 1992)	(ISO, 2003)	(GÜLBİRLİK, 2015)
Sitronellol	-	20-34	25-42
Geraniol	-	15-22	10-25
Nonadesan	-	8-15	5-12
Sitronellol/Geraniol	1,25-1,30	-	-
Nerol	-	5-12	6-14
Heneikosan	-	3-5,5	2-6
Metil öjenol	-	-	1-5
1-Nonadesen	-	-	2-10
Geranil asetat	-	-	1-5
Feniletıl alkol	-	<%3,5	1-8
Heptadesan	-	1-2,5	-

2.6.2. Renk Değişimi

Soysal (2000), taze ve iki farklı yöntemle kurutulmuş yağ gülü çiçeğinde renk değişimini incelemiştir. Kurutma yöntemlerinden ilki 40°C ve %29 (y.b.) neme kadar hava akımlı raflı kurutucu iledir. Diğeri ortalama 30°C ve %38 oransal neme sahip dış ortamda %15 (y.b.) neme kadar 10 gün süreyle gölgede kurutmadır. Taze ve kurutulmuş gül çiçeklerinde renk tonu renk parlaklığı ve renk doygunluğu değişimidir. Yapılan LSD ortalama fark testlerine göre taze ürün ile doğal halde gölgede kurutulan ürünlerin renk parlaklığı L^* , renk tonu açısı α (°), renk doygunluğu C^* (-), sarı renk faktörü b^* ve kırmızı renk faktörü a^* değerlerinin önemli oranda farklı olduğu saptanmıştır ($P<0,01$). Gölgede doğal halde kurutulan gül çiçekleri orijinal rengini kaybederek açık parlak sarı bir renk aldığı bildirilmiştir. Taze gül ile kurutucuda kurutulan güllerin renk parlaklığı,

renk doygunluğu ve kırmızı renk faktörü önemli oranda farklı bulunmasına karşın, sarı renk faktörleri ve renk tonları arasında istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P<0,01$). Kurutucuda kurutulan gül çiçekleri kurumaya bağlı olarak taze çiçeğe kıyasla daha mat bir kırmızı renk tonuna sahip, ancak ürün nem içeriği gölgede kurutulan çiçeğe kıyasla daha yüksektir. Taze güle kıyasla L^* ve b^* renk değerleri 40°C ; %29 (y.b.) kurutma havası koşullarında rafli kurutucuda azalıp gölgede kurutmada artarken a^* değeri kurutucuda azalıp gölgede artmaktadır. Hue renk tonu açısı (α°) taze güle kıyasla rafli kurutucuda değişmezken ($372,7^{\circ}$) gölgede kurutmaya değişirken ($81,6^{\circ}$), $C^*(-)$ renk doygunluğu değişmemiştir.

Boyar vd. (2015), Isparta Gülünde kurutma öncesinde taze ve kurutma sonrasında kuru örneklerinde yapılan renk ölçümüne göre kurutma sıcaklığı ile bir değişim yaşandığı görülmektedir. Nitekim 35, 40 ve 45°C tüm kurutma sıcaklıklarında L ve a renk değerlerinin sayısal olarak azalırken b renk değerlerinin arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca kurutma havası sıcaklığı 35'den 40°C 'ye arttıkça L ve a değerleri hafif azalırken b değerin hafif arttığını tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemeler Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü kurutma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Isparta Gülü

Çalışmada kurutma materyali olarak Isparta Merkezi Deregüme mahallesinden sabahın erken saatlerinde toplanan taze Isparta Gülleri kullanılmıştır.

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama Isparta güllünün denge nem değerlerinin farklı sıcaklık ve su aktivitesi koşullarında belirlenmesini içermektedir. İkinci aşama ise Isparta güllünün farklı kurutma sistemlerinde kurutulmasını içermektedir.

3.1.2. Isparta güllünün denge nem değerlerinin belirlenmesi

Bu çalışmada, Isparta güllü (*Rosa damascena* Mill.)'nün sorpsiyon izotermelerinin belirlenmesi amacıyla, 25 – 40°C aralığında sıcaklık değerleri ve %11-93 bağıl nem arasında desikatör+etüvde denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, desikatörlerde farklı tip ve konsantrasyonlarda kimyasal tuz çözeltileri (LiCl, CH₃COOK, MgCl₂, K₂CO₃, Mg(NO₃)₂, NaBr, NaCl, KCl ve BaCl₂) kullanılmıştır.

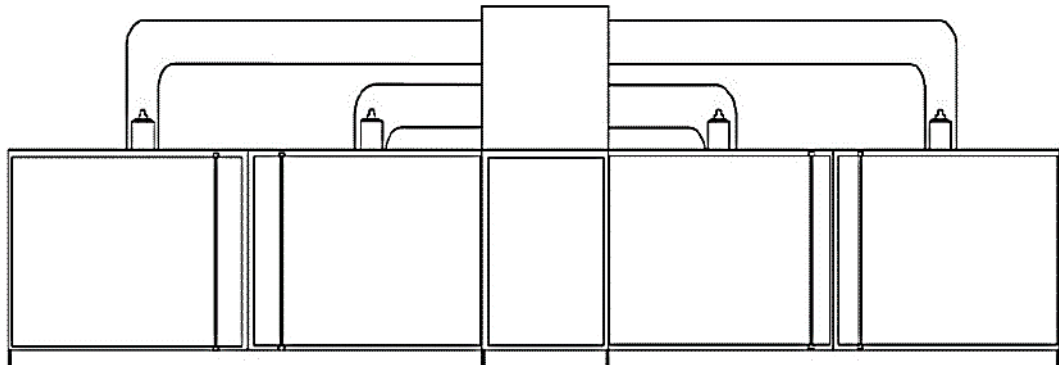
3.1.3. Isparta güllünün farklı kurutma sistemleri ile kurutulması

Kurutma sistemleri ile tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılan genel ve yaygın uygulama kurutma süresinin tümünün sabit sıcaklıkta gerçekleştirilmesidir. Son yıllarda, özellikle düşük sıcaklıkta kurutulması önerilen ürünlerde farklı sıcaklık uygulanmasına yönelik kurutma sistemi tasarımlarına öncelik verildiği ve araştırmaların bu sürecin incelenmesine doğru kaydığı gözlenmektedir. Denemelerde, Tarım Makinaları ve Teknolojileri

Mühendisliği Bölümü kurutma laboratuvarında bulunan, laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu (4RDK) ve 3 raflı yoğuşma üniteli kurutucu (3RYÜK) ve Bahçe Bitkileri bölümünde bulunan laboratuvar tipi 3 raflı iklim dolabı (3RİD) kullanılmıştır.

3.1.3.1. Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu

Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu (4RDK); elektrikli ısıtıcı, değişken devirli hız sürücüsü ile kontrol edilen bir fan, kurutucu kabini, 4 adet askılı kurutma rafı, sürekli tartım ve kayıt sisteminden oluşmaktadır. Şekil 3.1’de 4RDK’nin şematik çizimi, Şekil 3.2’de dış (a) ve iç (b) genel görünümü verilmiştir Elektrikli ısıtıcı tarafından ısıtılan hava, fan tarafından kurutucu raflarının bulunduğu bölmelere yönlendirilmektedir. Kurutucu raf bölmeleri birbirinden bağımsız çıkışlara sahip olup, kurutucu arka bölümünde yer alan nemli hava karıştırma odasına boru tipi kanallarla bağlanmıştır. Kurutulacak ürün üzerinden geçtikten sonra kurutucu çıkışına yönlendirilen nemli ve sıcak hava nemli hava karıştırma odası yardımıyla doğrudan dışarıya atılmadan dış ortamdan alınan kuru hava ile karıştırılarak tekrar ürün üzerine verilebilmektedir. Böylece, kurutulacak ürün üzerine gönderilen hava kısmi olarak nemlendirilebilmektedir. Kurutucuya dış ortamdan alınacak olan taze hava miktarı, taze hava giriş ağzı ve nemli hava çıkış ağzı açıklığı değiştirilerek ayarlanabilmektedir (Bayhan vd., 2011).



Şekil 3.1. Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu sistemi şematik görünümü (Bayhan vd., 2011)



a



b

Şekil 3.2. Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucu genel dış (a) ve iç (b) görünümü

Sistemde kurutma havasının sıcaklığı 10-70°C aralığında 0,1°C aralıklar ile ayarlanabilmektedir. Isıtılan hava fan yardımıyla kurutucu içerisinde dolaştırılmaktadır. Kurutma havası hızı sistemde hava hareketini sağlayan fana bağlı olan değişken devirli hız sürücüsü yardımıyla kontrol edilmekte bu sayede kurutma havası hızını, her bir kurutma rafı bölmesini terkeden kurutma havası çıkış boruları üzerindeki klapelerden de kurutma havası debisi ayarlanabilmektedir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Laboratuvar tipi 4 raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucunun teknik özellikleri

Raf sayısı (adet)	4
Birim raf alanı (1m x 1m) (m ²)	1
Tartım ve kayıt sistemi ölçüm aralığı, hassasiyeti ve doğruluğu (g)	50.000, 2,5 ve 6
Sıcaklık kayıt sensörü ölçüm aralığı ve doğruluğu (°C) Model: SHT75	-40 ... +80 ve ±1,5 +20... +40 ve ±0,3
Nem kayıt sensörü ölçüm aralığı ve doğruluğu (%RH)	10 ... 90 ve ±1,8

Laboratuvar kurutucunun sıcaklık ve nem sensörleri raf bölümlerinin giriş ve çıkışı olmak üzere 8 ayrı ölçüm noktasına yerleştirilmiştir. Raflar kilitli bir sabitleme düzeneği yardımıyla ürünlerin raflara yerleştirilmesi sırasında tartım sisteminden ayrılarak kazağa alınabilmektedir. Kurutma sırasında tartım yapılabilmesi için kilitleme ve sabitleme sistemi itilerek rafın yük hücresine bağlı askıda asılı kalması sağlanmaktadır (Şekil 3.3). Hava hızı ölçüm noktaları Şekil 3.4’de verilmiştir (Arık, 2014).



Şekil 3.3. Sürekli tartım sistemine ait yük hücresi ve askı düzeni



Şekil 3.4. Hava hızı ölçüm noktaları (Arık, 2014).

3.1.3.2. 3 Rafı yoğuşma üniteli kurutma sistemi

Kurutma sistemi 3 bölmeye sahip olup, her bölmede 1 raf olacak şekilde tasarlanmıştır (3RYÜK). Ayrıca, her bölme için gözetleme pencereleri bulunmaktadır. Gözetleme penceresi sayesinde kurutma esnasında içerideki değişiklikler gözle görülüp izlenebilir şekilde imal edilmiştir. Sistemin arka bölümünde ayarlanabilir hava giriş ve çıkışları bulunmaktadır. Sıcak havanın sisteme girişi için 3 ayrı hava giriş noktası ve orta alt kısmında hava çıkış noktası bulunmaktadır. Sistem iç içe bulunan iki iskeletten oluşmaktadır. Bunun amacı iki iskelet arasında bulunan yalıtım malzemeleri sayesinde ısı kaybını en aza indirerek enerjiden tasarruf etmek ve maliyeti azaltmaktır. Hava girişlerinin hemen arkasında bulunan rüzgârlıklar ile sisteme giren hava önce tavana çarptırılarak kırılmakta, ürünün içeride uçuşmasını engellemekte ve hava dağılımının eşit olmasını sağlamaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. 3 Rafı yoğuşma üniteli kurutma sistemi

Kütle sensörü, kurutma sitemine ait her bir bölmede bulunan ana çatıya bağlı bir platform işlevini görecek ve üzerine raf yerleşimine uygun kefenin oturabileceği şekilde monte edilmiştir. Kapak kapatıldığında raf kütle sensörünün bağlı olduğu kefe üzerinde hiçbir bölme kenarına temas etmeden ortalı olarak durmaktadır. Kefeler 60x60 cm boyutlarında ve raflar (delikli yüzey) 100x80 cm boyutlarında paslanmaz malzeme kullanılarak imal edilmiştir (Çizelge 3.2; Şekil 3.6).

Çizelge 3.2. Kütle sensörü teknik özellikleri (TEDEA-HUNTLEIGH Model:1042)

Parametre	Değerler
Toplam kapasite (R.C ; Emax)	100 kg
Kompanse edilmiş ve emniyetli sıcaklık aralığı	(-10...+40) ve (-20...+70) °C
Maksimum emniyetli ve en yüksek merkezi yük	150 ve 300 % R.C.
Giriş ve çıkış empedansı	415±20 ve 350±3 Ohm
İzolasyon direnci	>2000 Mega Ohm
Malzeme	Kaplama (anodize) alüminyum
Çevre koruma sınıfı	IP66
Maksimum platform ölçüleri	400 x 400 mm
Önerilen tork (≤ 30 kg'a kadar veya ≥ 35 kg)	7 Nm veya 10 Nm



Şekil 3.6. Tartım düzeneği

3.1.3.3. Laboratuvar tipi 3 raflı iklim dolabı

Laboratuvar tipi 3 raflı iklim dolabı (3RİD) ile, 5°C ile 45°C arasında sıcaklık ve %20 ile 90 RH arasında nem kontrol edilmektedir. Sıcaklık kontrolünde $\pm 0,1$ kontrol hassasiyeti, nem kontrolünde $\pm 2,5$ kontrol hassasiyeti sağlanmaktadır. Nemlendirme “sıcak buhar” yöntemi ile yapılmış, homojen dağılmayan su püskürtme yöntemi veya sıcaklık değişimine neden olan su ısıtma yöntemi kullanılmamıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Laboratuvar tipi 3 raflı iklim dolabı genel görünüşü

İklim dolabının hacmi 900 literdir. Kabin içi sıcaklık ve nem dağılımı homojen ve hava dolaşımı 0,48 m/s den düşüktür. Kabin içi minimum kullanılabilir taban veya birim raf alanı en az 0,72 m² (1,2 x 0,6)'dir.

Sistem tek bir kumanda sisteminden kolayca kontrol ve kumanda edilmektedir. Kumanda ekranı kolay kullanım için renkli, dokunmatik grafik ekrandır. Bu ekranda devam eden deneye ait sıcaklık, nem ve ışıkdeğişimleri deney periyodu boyunca grafiksel olarak gözlenebilmektedir. Aynı kontrol ekranından deney parametreleri değiştirilerek günlük, haftalık veya aylık rejimler bir kerede girilebilir özelliktedir.

3.1.4. Deneylerde kullanılan ölçüm alet ve cihazlar

3.1.4.1. Sıcaklık ve bağıl nem ölçer

Sorpsiyon izotermelerinin oluşturulmasında TFA KLIMALOGG...pro sıcaklık ve bağıl nem ölçer ve kontrol eder kullanılmıştır (Şekil 3.8). Sıcaklık sensörünün ölçüm aralığı 0°C ile 50°C arasında olup ± 1 °C doğrulukta ölçüm yapmaktadır. Bağıl nem sensörü ölçüm aralığı %1 - %99 arasında olup, ± 3 doğruluk ile çalışmaktadır.



Şekil 3.8. Dört harici kablosuz sensörlü bağıl nem ve sıcaklık ölçer

3.1.4.2. Elektronik hassas teraziler

Denemelerde farklı kapasite, hassasiyet ve doğrulukta teraziler kullanılmıştır. Bunlardan ilki Isparta gülü çiçeklerinin sorpsiyon izotermelerinin belirlenmesi sırasında ağırlık değişimlerinin 0,001 gram hassasiyet ile belirlendiği nem terazisi tartım düzenidir (a), diğeri 0,01 g hassasiyetli (b) ve sonuncusu gül kurutma denemelerinde kullanılan 1 gram hassasiyet ve doğruluğu garanti eden 40 kg kapasiteli elektronik terazidir (c). Her üç terazi de bilgisayara bağlantılı istenen hız ve aralıkta veri transfer ve kaydı yapabilecek özelliktedir (Şekil 3.9).



a

b

c

Şekil 3.9. Denemelerde kullanılan teraziler gram kapasite hassasiyetleri veya doğrulukları: (a) 10 ve 0,001 g; (b) 2200 ve 0,01 g; (c) 40 kg ve 1 g

3.1.4.3. Etüv

Sorpsiyon izotermelerinin oluşturulmasında MEMERT marka UN 110 Model etüv kullanılmıştır (Şekil 3.10). Etüv 300°C'ye kadar ısıtma ve 0,1°C yüksek hassasiyette çalışma özelliğine sahiptir. Digital PID Microprosesör sahip olup doğal hava sirkülasyonu veya fanlı hava sirkülasyonu özelliğine sahiptir.



Şekil 3.10. Etüv

3.1.4.4. Desikatör

Sorpsiyon izotermelerinin oluşturulmasında 300 mm çapında vakumlu desikatör kullanılmıştır (şekil 3.11).



şekil 3.11. Desikatör

3.1.4.5. Distilasyon ünitesi

Taze ve kurutulmuş çöl çiçeklerinden uçucu yağ çıkarmak için 5 litre balon kapasiteli min 0,05 ml skalalı distilasyon ünitesi kullanılmıştır (şekil 3.12).



şekil 3.12. Uçucu yağ distilasyonu

3.1.4.6. Renk ölçüm cihazı

Taze ve kuru güllerde renk değişimi için Konica MINOLTA marka CR-400 Chroma Meter model renk ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Renk ölçüm cihazı

3.1.4.7. Elektronik hava hızı ölçüm cihazı

Kurutma havası hızının belirlenmesinde hacimsel debi ölçümü de yapabilen pervaneli tip proba sahip TESTO 416 hava hızı ölçüm cihazı (anemometre) (Şekil 3.14) kullanılmıştır. Ölçümler 6 ayrı ölçüm noktasında 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Hava hızı ölçüm cihazı teknik özellikleri Şekil 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Hava hızı ölçüm cihazı teknik özellikleri

Teknik özellikler	Çalışma sıcaklığı	-20...+50 °C
	Batarya ömrü	200 saat (tipik pervane ölçümü)
	Boyutlar	220 x 74 x 46 mm
Pervane	Ölçüm aralığı	0...60 m/s
	Çözünürlük	0,1 m/sn (16 mm pervane)



Şekil 3.14. Hava hızı ölçüm cihazı

3.1.4.8. Nem ölçüm cihazı

Taze ve kuru güllerde nem tayini için AND MX-50 Model hızlı nem ölçme cihazı (nem terazisi) kullanılmıştır. Bu cihaz ile 50-200°C arasında 1'er °C adımlar ile kurutma sıcaklıklarında nem tayini yapılabilmektedir. Cihaz standart modda çalıştırıldığı zaman 10, 5 ve 1 g olarak seçilebilen örneklerden sırasıyla %0,02, 0,05 ve 0,10 doğrulukla materyal nemini belirleyebilmektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Nem tayin cihazı

3.1.4.9. Gaz kromatografisi

Isparta gülü yağının temel koku bileşenleri SD Deneysel ve Gözlemsel ğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan GC/MS (QP5050 Gas Chromatography/ Mass Spectrometry) cihazında yapılmıştır (şekil 3.16). Kolon olarak CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm; film thickness = 0.25 µm) kullanılmıştır. Fırın sıcaklık programı: 60°C'den 220°C'ye dakikada 10°C artırılarak çıkartılmış ve 220°C'de 10 dakika bekletilmiştir. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240°C, Dedektör sıcaklığı 250°C, Dedektör enerji akışı 70 V, İyonlaştırma türü: EI, Kullanılan gaz: Helyum (20 ml/dak.), Akış hızı 10 psi, Kullanılan kütüphaneler: Wiley, Nist, Tutor, Numune hazırlık: 7.5 mikrolitre uçucu yağ üzerine 1500 mikrolitre diklorometan katılmıştır.



şekil 3.16. SD Deneysel ve Gözlemsel renci Araştırma ve Uygulama Merkezi gaz kromatografisi (GC/MS)

3.2. Yöntem

Su aktivitesi ve kurutma denemelerinde kullanılan Isparta gl çiçeği sabahın erken saatlerinde gl toplama merkezlerine gidilerek gelen gller arasından seçilerek alınmıştır. Süleyman Demirel niversitesi yerleşkesinde çalışılan laboratuvara getirilen gl materyalinin tartımları, nem ve yağ tayinleri yapılarak su aktivitesi veya kurutma için desikatör ve etüv veya kurutucuların raflarına tartılarak yerleştirilmiştir.

3.2.1. Sorpsiyon izotermlerinin oluşturulması

Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.) sorpsiyon izotermi 25°C, 30°C, 35°C ve 40°C’de gravimetrik metot kullanılarak belirlenmiştir. Analizler beş farklı gül üzerinden tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin konulduğu ortamda istenilen bağıl nemi ya da su aktivitesini (a_w) sağlamak için dokuz adet doymuş tuz çözeltisi (LiCl, CH₃COOK, MgCl₂, K₂CO₃, Mg(NO₃)₂, NaBr, NaCl, KCl ve BaCl₂) hazırlanmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Doymuş tuz çözeltilerinin farklı sıcaklıktaki su aktivitesi değerleri ve çözelti için gerekli su ve tuz miktarları (Fıratlıgil-Durmuş, 2008; Bertuzzi vd., 2007)

Tuz Çözeltisi	Su (ml)	Tuz (g)	a_w			
			25°C	30°C	35°C	40°C
LiCl	42,5	75	0,1131	0,1128	0,108	0,1121
CH ₃ COOK	37,5	100	0,237	0,2161	0,216	0,2010
MgCl ₂	12,5	100	0,329	0,3244	0,318	0,3160
K ₂ CO ₃	45	100	0,443	0,4317	0,436	0,4230
Mg(NO ₃) ₂	15	100	0,536	0,5140	0,516	0,4842
NaBr	35	100	0,653	0,5603	0,638	0,5317
NaCl	30	100	0,762	0,7509	0,743	0,7468
KCl	40	100	0,934	0,8362	0,855	0,8232
BaCl ₂	35	125	0,900	0,8980	0,881	0,8910

Çizelge 3.4’te kullanılan doymuş tuz çözeltilerinin farklı sıcaklıklardaki su aktivitesi değerleri ve bu çözeltileri hazırlamak için gerekli tuz ve su miktarları verilmiştir. Isparta gülü sıcaklığı 25°C, 30°C, 35°C, 40°C seviyelerinde $\pm 1^\circ\text{C}$ hassasiyetle kontrol edilen etü ve desikatör içerisinde konularak (Şekil 3.9), örneklerin 11-93 % nispi nem arası 9 farklı denge nemine sırayla erişmeleri beklenmiştir. Örneklerin 25°C en düşük deneme sıcaklığında denge nemine gelmesi yaklaşık 2 hafta sürmüştür. Dengeye gelen örneklerin bulunduğu ortamın bağıl nemleri 4 harici kablosuz bağıl nem ve sıcaklık sensörle ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Daha sonra örneklerle nem/kuru madde analizi yapılarak denge nemleri, gravimetrik yöntemle kuru madde (KM) temelinde hesaplanmıştır. Farklı sıcaklıklardaki adsorpsiyon ve desorpsiyon izotermi % bağıl nemlere karşılık gelen denge nemlerinin (g su/g KM) grafiğe geçirilmesiyle elde edilmiştir.

3.2.2. Sorpsiyon izotermlerinin modellenmesi

Gıdaların nem sorpsiyon izotermelerini belirlemek amacıyla en çok önerilen bazı modeller Çizelge 3.5'te gösterilmiştir (Arslan ve Toğrul, 2006). Isparta gülü dört farklı sıcaklıkta (25, 30, 35 ve 40°C) deneysel olarak belirlenen EMC (X_e) (a_w fonksiyonu olarak) sorpsiyon değerleri Oswin, Peleg, Henderson, Iglesias-Chirife ve Smith eşitliklikleri kullanılarak modellenmiştir.

Sorpsiyon modellerinin eğri ve parametreleri (a,b,c ve d), deneysel verilerden MATLAB ve MINITAB paket programları kullanılarak doğrusal olmayan regresyon analizi ile belirlenmiştir.

Çizelge 3.5. Gıdaların sorpsiyon izotermi için önerilen bazı modeller (Arslan ve Toğrul, 2006)

Model	Matematiksel Denklem	Kaynaklar
Oswin	$X_e = a \left[\frac{a_w}{1 - a_w} \right]^b$	Barbosa-Canovas vd. (2007)
Peleg	$X_e = aa_w^c + ba_w^d$	Timmerman vd. (2001)
Henderson	$X_e = c \left[-\frac{\ln(1-a_w)}{a} \right]^{1/b}$	Bell ve Labuza (1984)
Iglesias and Chirife	$X_e = a a_w + b$	Arslan ve Toğrul (2006)
Smith	$X_e = a + B \ln(1 - a_w)$	Al-Muhtaseb vd.(2002)

* a, b, c ve d denklemlerde kullanılan sabit değerler.

Modellerin deneysel verileri temsil etme yeteneği, regresyon katsayısı (R^2), Gerçekle Tahminin Mutlak Toplamı (MAE=Mean absolute error), Denemede Ortalamanın Hatası (RMSE=Root Mean Squared Error), Hata Kareler Ortalaması (MSE=Mean Squared Error) ve Ortalamanın Yüzde Hatası (MAPE=Mean absolute percentage error) ile belirlenmiştir. Sırasıyla aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$MAE = \frac{100}{N} \sum \left| \frac{M_{exp} - M_{pre}}{M_{pre}} \right| \quad (3.1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (M_{exp} - M_{pre})^2}{df}} \quad (3.2)$$

$$MSE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{x}_i - x_i)^2 \quad (3.3)$$

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{x_i - \hat{x}_i}{x_i} \right| \quad (3.4)$$

Bu eşitliklerde; MAE : Mean absolute error (Gerçekle tahminin mutlak toplamı) M_{exp} ve M_{pre} sırasıyla deneysel ve tahminlenen nem içeriği değerleri, N ise deneysel veri sayısı ve df serbestlik derecesidir, x_i ve $\hat{x}_i$ sırasıyla gerçek gözlem değeri ve tahmin edilen değerdir.

3.2.3. Isparta gülünün farklı kurutma sistemleri ile kurutulması

Kurutma denemeleri, 4RDK, 3RİD ve 3RYÜK olmak üzere üç farklı raflı kurutucuda, 30, 35 ve 40 °C olmak üzere üç farklı kurutma havası sıcaklığı ve % 20, 30 ve 40 olmak üzere üç farklı kurutma havası bağıl neminde gerçekleştirilmiştir. Bütün kurutucular sıcak hava akımlı konvektif kurutucu olmakla birlikte kurutma havasının kurutulacak ürünlerin serildiği raflara giriş ve çıkış yönleri farklıdır. 4RDK'ye kurutma havası rafın altından girip ürün içerisinden geçip rafın üzerinden çıkarken, 3RYÜK'ye rafın üzerinden girip ürün içerisinden geçip rafın altından çıkmaktadır, 3RİD'de ise kurutma havası diğer iki kurutucuda olduğu gibi raflara aşağıdan veya yukarıdan düşey olarak değil raflara paralel olarak devridaim ettirilmektedir.

Kurutma havası hızları her üç kurutucuda fanların devir sayısı frekans kısıyıcı elektronik hız kontrol ünitesi ile ayarlanarak sabit tutulmaya çalışılmıştır. Kurutma havası sıcaklık ($\leq \pm 1,0^\circ\text{C}$) ve bağıl nemi ($\leq \pm \%2,5\text{RH}$) elektronik olarak kontrol edilip kaydedilmiştir. Deneyler kurutucu tipine bağlı olarak 3 yada 4 raf tekerrürlü olacak şekilde, 3RYÜK'de 1,56 ve 3RİD'de 1,39 4RDK'de 1,5 kg/m² taze gül yoğunluğunda raflara serilerek yürütülmüştür. Denemeler Makina x KH Sıcaklık x KH Nem faktöriyel deneme desenine göre planlanmış ve yürütülmüştür.

3.2.3. Analiz ve ölçümler

3.2.3.1. Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri analizleri

Taze ve kuru Isparta gülünün uçucu yağ oranı laboratuvar koşullarında Clevenger hidro distilasyon aparatı ile belirlenmiştir. Bu amaçla 500 g taze Isparta gülü çiçeği Clevenger balonuna doldurulup ve üzerine 3 katı saf su ilave edilir veya 300 g kuru Isparta gül çiçeği Clevenger balonuna doldurulup ve üzerine 5 katı saf su ilave edilip sonrasında 3 saat süreyle distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Gül yağları ve miktarları 4RDK ve 3RYÜK ile aynı mekanda Clevenger hidro distilasyon aparatı ile Tarım Makinaları ve Mühendisliği Bölümü SARGESEM laboratuvarında elde edilen yağ miktarının değişmediği gözlemlendiğinde (3,0-3,5 saat arasında) ml olarak ölçülmüş ve % uçucu yağ oranı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda ölçülen yağ miktarı taze ve kuru güllerde KM miktarlarına oranlanarak sonuçlar ortak bir skalada eşitlenmiştir, böylece yağ % oranları (ml) hacim/ (kg) KM ağırlık (v/w) olarak ml/kgKM cinsinden belirlenebilmiştir. Isparta gülü yağının temel koku bileşenleri ve oranları ise SDÜ Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan GC/MS (QP5050 Gas Chromatography/ Mass Spectrometry) cihazında "3.1.4.9. Gaz kromatografisi" bölümünde anlatılan yöntemle göre yapılmıştır.

3.2.3.2. Taze ve kuru gül örneklerine ait nem içeriklerinin belirlenmesi

Nem tayini, her bir deneme için 3 tekerrürlü olarak 5'er g örnek alınarak 105°C sıcaklık değerinde nem tayin cihazı (Şekil 3.13) kullanılarak yapılmıştır. Örnekler, 0,001 g duyarlılığa sahip elektronik dijital terazi yardımıyla hazırlanmıştır. Nem terazisinden elde edilen yaş ve kuru kütleleri dikkate alınarak denklemler yardımı ile kuru ve yaş bazdaki nem ve kütle oranları hesaplanmıştır (Kneule, 1975; Martinov ve Mujic, 2007; ASABE, 2012).

$$MC_{w.b.} = \frac{M_w}{M_w + M_{d.m.}} \times 100 \quad (3.5)$$

$$MC_{d.b.} = \frac{MC_{w.b.}}{1 - MC_{w.b.}} \quad (3.6)$$

Burada:

$MC_{w.b.}$: Nem içeriği (% y.b.),

$MC_{d.b.}$: Nem içeriği (% k.b.),

M_w : Su kütlesi (g),

$M_{d.m.}$: Kuru madde kütlesi (g).

3.2.3.3. Kuruma eğrilerinin matematiksel modellenmesi

Deneysel verilerden yararlanarak nem içeriği yani ayrılabilir nem oranı (MR) ile dakika olarak kuruma süresi (t) arasında bir ilişki sağlanması amacıyla Newton (Ayensu, 1997), Page (Agrawal ve Singh, 1977), Logaritmik (Yaldız vd., 2001), Henderson ve Pabis (Akpınar vd., 2006), Difüzyon Yaklaşımı (Toğrul ve Pehlivan, 2003.), İkiterimli (Henderson, 1974), İki Terimli Üstel (Sharaf-Elden vd., 1980), Verma (Verma vd., 1985) ve Wang ve Singh (Wang ve Singh, 1978) olmak üzere toplam dokuz model istatistiksel olarak kıyaslanmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Isparta gül çiçeği kuruma eğrilerinin modellenmesinde kullanılan modeller ve eşitlikler

No	Model	Model adı	Kaynak
1	$MR^* = \exp(-kt)$	Newton	Ayensu (1997)
2	$MR = \exp(-ktn)$	Page	Agrawal ve Singh (1977)
3	$MR = a \exp(-kt) + c$	Logaritmik	Yaldız vd. (2001)
4	$MR = a \exp(-kt)$	Henderson& Pabis	Akpınar vd. (2006)
5	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kbt)$	Difüzyon Yaklaşımı	Toğrul ve Pehlivan (2003)
6	$MR = a \exp(-kt) + b \exp(-k_1t)$	İki terimli	Henderson (1974)
7	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(kat)$	İki terimli üssel	Sharaf-Eldenn vd. (1980)
7'	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-mkt)$	İki terimli üssel	Kullanılan denklem
8	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-gt)$	Verma	Verma vd. (1985)
9	$MR = 1 + at + bt^2$	Wang ve Singh	Wang ve Singh (1978)

* MR=ANO (Moisture Ratio=Ayrılabilir Nem Oranı)

Yapılan denemelerde elde edilen veriler literatürde bulunan on bir farklı ayrılabilir nem oranı modellerinden elde edilen değerlere göre karşılaştırılmış, belirtme katsayısı (R^2), HKO hata kareler ortalaması (RSS) ve TSH tahminin standart hatası (SEE) değerlerine göre değerlendirilerek en uygun model bulunmuştur.

Kuruma sabitleri ve katsayıların hesaplanmasında doğrusal olmayan regresyon analizi yapan SIGMAPLOT ve EXCEL gibi bilgisayar programları kullanılmıştır. Ayrılabilir nem oranı (ANO) belirli bir tanında materyalde bulunan alınabilir nem miktarını gösterir. Boyutsuz bir terim olan ve aşağıdaki eşitlikle ifade edilen ayrılabilir nem oranı (ANO) genel kurutma denklemlerinin sol tarafında yer alan 0 ile 1 arasında değişen oransal bir ifadedir (Yağcıoğlu, 1999).

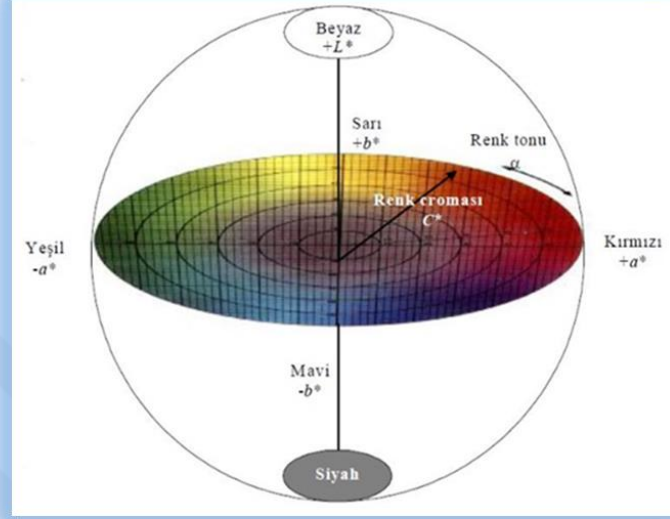
$$ANO = \frac{M1 - Me}{Mo - Me} \quad (3.7)$$

Burada M1 (kg su/kg KM) herhangi bir andaki su miktarını, Mo (kg su/kg KM) kurutmaya başlamadan önceki ürünün içerdiği su miktarını, Me kurutulan ürünün denge nem içeriğidir ve kurutma koşullarındaki havanın içerdiği su miktarı ile belirtilebilir. Bunu ya bir higrometre ile ya da kurutma dolabındaki yaş ve kuru termometre sıcaklıkları yardımıyla psikometri diyagramından bulunur. Genelde diğer nem miktarlarına göre küçük olduğundan dolayı birçok çalışmada ihmal edilmiştir (Doymaz, 2005).

3.2.3.4. Taze ve kuru gül örneklerinde renk ölçümü

Kurutma işlemi öncesinde ve sonrasında Isparta gülü örneklerinde rastgele 10 farklı örnek alınarak kurutma öncesi (ilk renk değeri) ve sonrasında (son renk değeri) 3 tekrarlı olmak üzere renk ölçme cihazı yardımıyla elde edilmiştir. Ölçülen her okumasında üç farklı renk skalasına (L^* , a^* , b^*) ait sayısal değer vermektedir “L” renk skalası parlaklığı, “a” renk skalası kırmızılığı, “b” renk skalası sarılığı ifade etmektedir. “L” değeri; 0 ile 100 arasında değerler alabilmektedir. L, 0 değerini hiçbir yansımanın olmadığı durumda siyah renkte alırken, 100 değerini mükemmel yansımanın olduğu beyaz renkte almaktadır. “a”

değeri, pozitif ise kırmızı, negatif ise yeşil rengi temsil etmektedir. “b” renk değeri; pozitif ise sarı, negatif ise mavi rengi göstermektedir, $a = 0$ ve $b = 0$ olduğu sıfır kesim noktasında renksizlik yani grilik olmaktadır (Şekil 3.17). Kurutma öncesi ve sonrası renk değişimi en az olmalıdır (Soysal vd., 2005; Andrade, 2011).



Şekil 3.17. L, a, b renk uzayı

- Parlaklık değeri (L), 0-100 arasında değişmektedir, 0 değeri (siyah) ve 100 değeri (beyaz),
- Kırmızılık (a) ve yeşillik (-a) değerleri, -90 ve +90 arasında değişmektedir, -90 değeri (yeşil) ve +90 değeri (kırmızı),
- Sarılık (b) ve mavilik (-b) değerleri, -90 ve +90 arasında değişmektedir, -90 değeri (mavi) ve +90 değeri (sarı) olarak ifade edilmektedir.

Toplam renk sapması (ΔE): Kurutulan ürünlerin taze ürünlere göre renk değişimini belirlemek amacıyla yapılmaktadır.

$$\text{Toplam Renk Değişimi } (\Delta E) = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2} \quad (3.8)$$

ΔL : Renk parlaklığı sapması ($\Delta L = L_{\text{örnek}} - L_{\text{standart}}$)

Δa : Kırmızı renk sapması ($\Delta a = a_{\text{örnek}} - a_{\text{standart}}$)

Δb : Sarı renk sapması ($\Delta b = b_{\text{örnek}} - b_{\text{standart}}$).

3.2.4. İstatistiksel analizler

Üç kurutucu tipi, üç kurutma havası sıcaklığı ve 3 kurutma havası bağıl nemi (3x3x3) faktöriyel deneme deseninde 4 veya 3 raf tekerrürlü olarak planlanan kurutma denemeleri Çizelge 3.7’de “X” işareti ile gösterilmiştir 3RYÜK’da meydana gelen arızanın sezon sonuna kadar giderilememesi nedeni ile bu makinanın bazı deneme seviyeleri eksik kalmıştır. Faktöriyel deneme deseni bazı faktör alt seviyelerinde eksik gözlem oluşan böyle durumlarda önerilen GLM varyans analizi tercih edilerek ve $P < 0,05$ güven aralığında Tukey çoklu karşılaştırma testleri ile birlikte MINITAB 18 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

Isparta yağ gülü çiçeğinin sorpsiyon izotermi ve ayrılabilir nem oranı eğrileri için model çalışmaları sırasıyla Matlab ve SigmaPlot programları kullanılarak elde edilmiştir. Grafiklerin çiziminde Excel paket programı kullanılmıştır.

Çizelge 3.7. Araştırma için planlanan faktöriyel deneme deseni ve gerçekleşen faktörler ve faktör alt seviyeleri

KURUTUCU MAKİNA TİPİ	RAF TEKERRÜRÜ	KURUTMA HAVASI SICAKLIĞI (°C)								
		30			35			40		
		KURUTMA HAVASI BAĞIL NEMİ (%)								
		20	30	40	20	30	40	20	30	40
4RDK	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3RYÜK	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3RİD	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

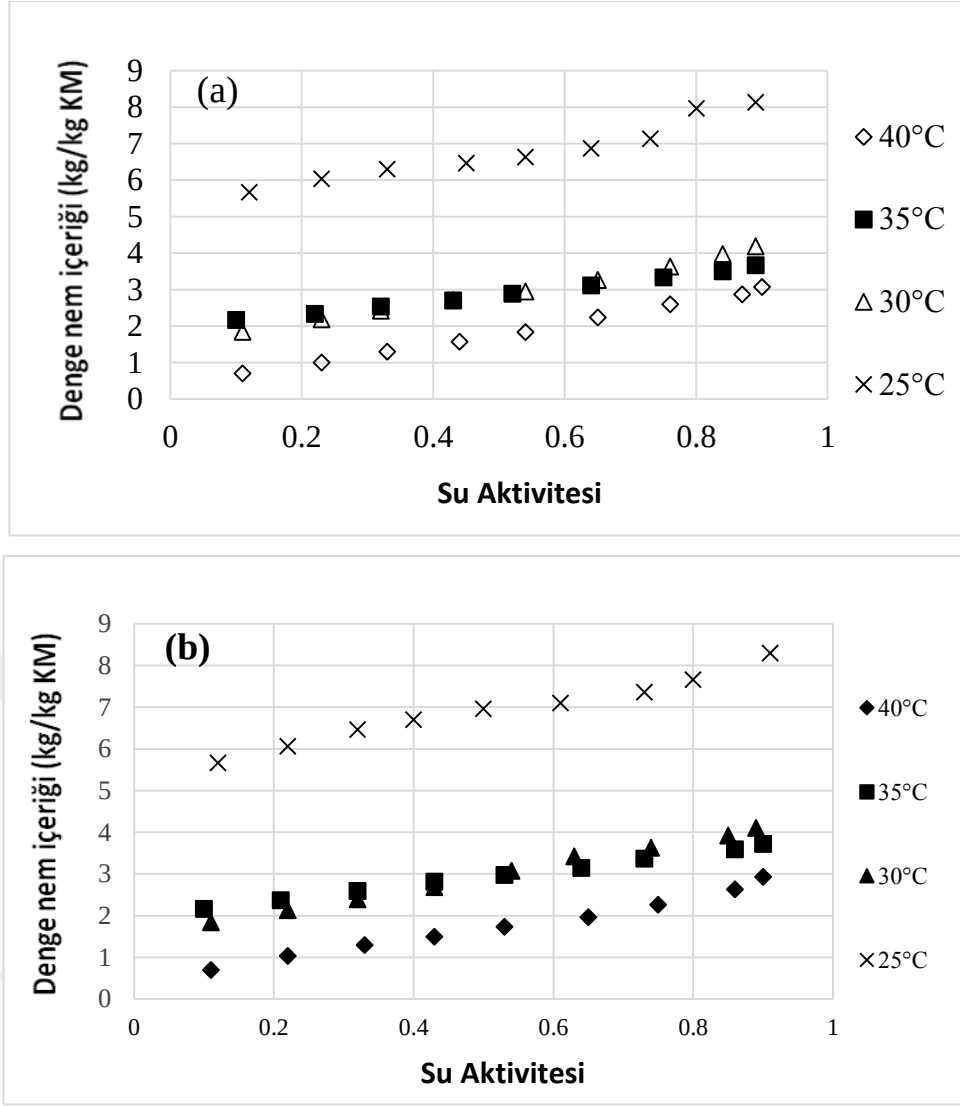
4.1. Isparta Gülünün (*Rosa damascena* Mill.) Sorpsiyon İzotermnin Belirlenmesi

Tarımsal ürünlerin nem sorpsiyon davranışını tanımlamak için kullanılan birçok matematiksel model bulunmaktadır. Sorpsiyon modellerinin bazıları sorpsiyon mekanizması teorilerine dayanırken, bazıları ise, deneysel ya da yarı deneyseldir (Kaymak-Ertekin ve Gedik, 2004).

Denge nem içeriğinin 25, 30, 35 ve 40°C'de desorpsiyon ve adsorpsiyon izotermi için elde edilen bir fonksiyon olarak denge nem içeriğinin deneysel verileri, Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Gül çiçeği sorpsiyon izotermlerinin, Braunauer sınıflandırmasına göre (Braunauer, 1943) karakteristik Tip II (S-şekilli) izoterm sekline uyduğu belirlenmiştir (Blahovec, 2004; Mathlouthi ve Rogé, 2003). Sabit su aktivitesinde sıcaklık arttıkça, ürünün aldığı su miktarı azalmakta, yani sıcaklık arttıkça nem içeriği tüm su aktivitesi değerlerinde azalmaktadır. Yani, ortam sıcaklığının yüksek olması nem sorpsiyonunu olumsuz yönde etkileyen bir faktördür (Isiksal vd., 2009).

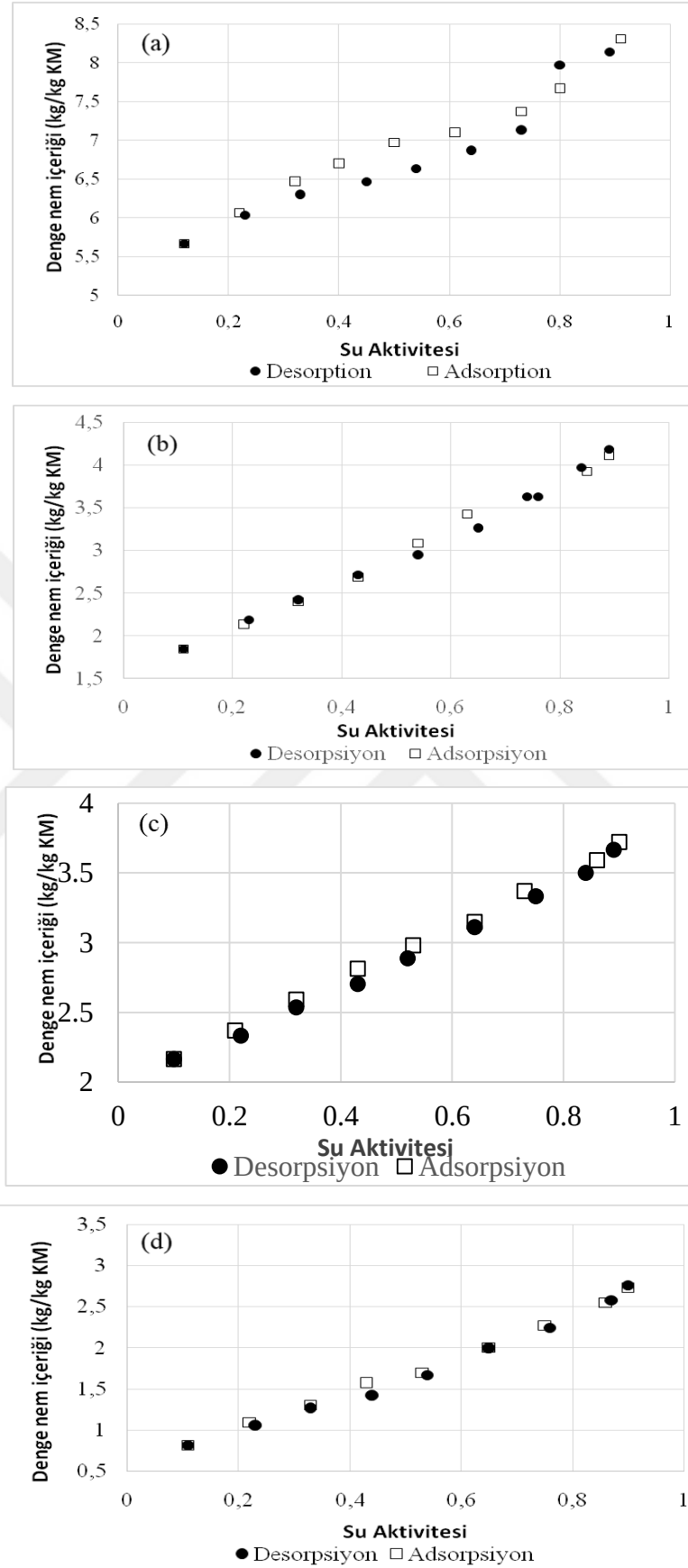
Yüksek sıcaklıklarda, su molekülleri arasındaki mesafe artar ve aralarındaki çekim gücü azalır. Bu da artan sıcaklıklarda sabit su aktivitesinde su sorpsiyon derecesinde azalmaya neden olmaktadır (Bejar vd., 2012).

Sabit sıcaklıkta, artan su aktivitesinde Isparta gül çiçeği X_e değeri artmaktadır. Nem içeriği azaldıkça, ürün içindeki nem daha düşük buhar basıncı gösterme eğilimindedir. Atmosferik neminin değişmesiyle, ürün içindeki buhar basıncının değişmesi, nem sorpsiyon izotermi'nin karakteristik sigmoid şeklinin oluşmasına neden olmaktadır (Caurie, 1970).



Şekil 4.1. Isparta gül çiçeği için 25, 30, 35 ve 40°C’lerde elde edilen deneysel sorpsiyon izotermi (a) Desorpsiyon (b) Adsorpsiyon

25, 30, 35 ve 40°C’de elde edilen Isparta gül çiçeği için gözlenen histerezis etkisi Şekil 4.2’de verilmiştir. Aynı nem içeriğinde gözlemlenen farklı denge nem içerikleri, adsorpsiyon ve desorpsiyon işlemleri arasındaki histerezis döngüsünü oluşturmaktadır. 25°C’de elde edilen Isparta gül çiçeği için adsorpsiyon ve desorpsiyon arasında 0,2 ile 0,8 arasında bir su aktivitesi tespit edilmiştir. Ayrıca, daha yüksek sıcaklıklarda histerezis etkileri özellikle 35 ve 40°C’de belirgin değildir (Şekil 4.2. c ve d), çünkü daha yüksek sıcaklıklar kullanıldığında, gözeneklerin yapısal değişiklikleri ve yüzey karakteristik modifikasyonları teşvik edilmektedir (Moreira vd., 2005).



Şekil 4.2. Isparta gül çiçeği için (a) 25°C, (b) 30°C, (c) 35°C ve (d) 40°C'de elde edilen sorpsiyon histerezis eğrileri (desorpsiyon ve adsorpsiyon)

Desorpsiyon eğrisi için belirli bir su aktivitesindeki daha yüksek denge nem içeriği değerlerinin, adsorpsiyona kıyasla, adsorpsiyon için denge nem içeriği değerinin, genellikle desorpsiyondan daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu durum, histerezis etkilerinin büyüklüğünün, biyolojik malzeme bileşenlerinin yapısına ve durumuna bağlı olmasından kaynaklanabilir (Bahlou vd., 2008). Enerjik olarak uygun kutup bölgelerinin erişilebilirliğini değiştiren yapısal ve konfirmasyonla yeniden düzenlemelerini yansıtabilir ve böylece nem hareketini engelleyebilir (Al-Muhtaseb, 2002). Bu araştırmada, 40°C sıcaklıkta elde edilen sorpsiyon histerezis eğrisinin davranışı, 40°C'de Limon Balsamı ile yapılan çalışmada elde edilen eğriye benzerdir (Andrade, 2011).

4.2. Sorpsiyon İzotermlerinin Modellenmesi

Modellerin istatistiksel olarak R^2 , MAE, MSE, RMSE ve MAPE ile deneysel verilere uydurulması için doğrusal olmayan regresyon analizi kullanılarak tahmin edilen sabitler ile modelin tahmini performansları, incelenen sıcaklık için desorpsiyon ve adsorpsiyon olmak üzere sırasıyla Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir. Matematiksel modelleme için literatürde çok sayıda model bulunmasına rağmen, Oswin, Peleg, Henderson, Iglesias-Chirife ve Smith modelleri ürünlerin sorpsiyon davranışlarının modellenmesinde en yaygın olarak kullanılan modellerdir. Elde edilen sonuçlar Peleg modelinin, çalışılan sıcaklıklar için geniş bir a_w aralığında (0,11-0,93) her iki Isparta gül çiçeği desorpsiyon ve adsorpsiyon izotermelerinin deney verilerine en uygun model olduğunu göstermiştir. Ayrıca, Peleg modeli en yüksek R^2 değerlerine (0,9726'dan 0,9985'e), en düşük MAE, MSE, RMSE ve MAPE değerlerine (0,9726'dan 0,9985'e, 0,0137'den 0,0317'ye, 0,0003'ten 0,0168'e, 0,017'den 0,1296'ya ve 0,4658 ila 1,2446) sahiptir. Tüm modellerin deneysel sıcaklıklarda desorpsiyon ve adsorpsiyon izotermelerine ilişkin performans verileri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir.

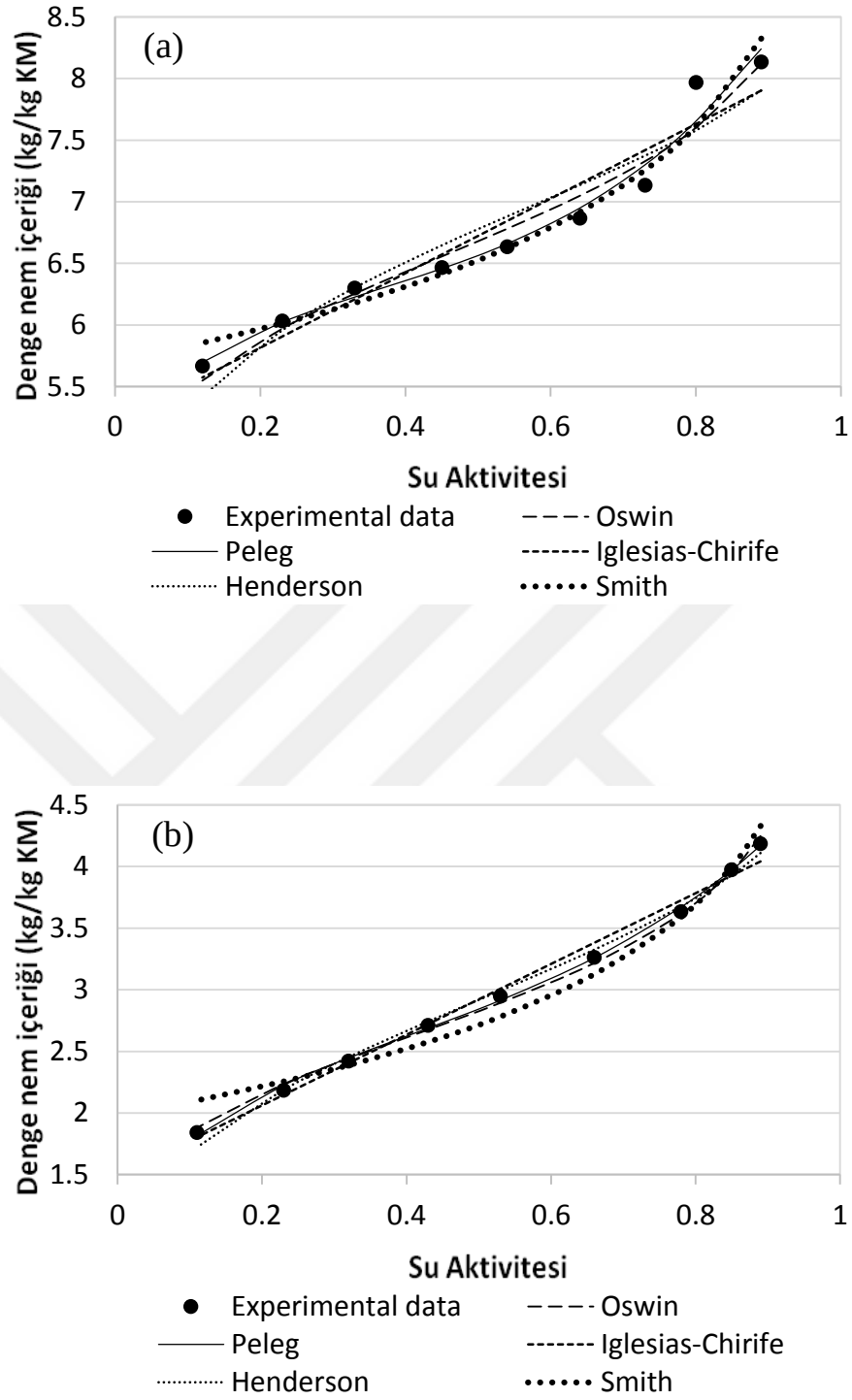
Tüm modellerin 25°C'de desorpsiyon ve adsorpsiyon izotermeleri için tahmin performansının genellikle 30, 35 ve 40°C'de daha düşük olduğu göstermiştir.

Çizelge 4.1. Isparta gülü için deneysel desorpsiyon verilerine uygulanan beş farklı modelin tahmin performansı ve model parametreleri

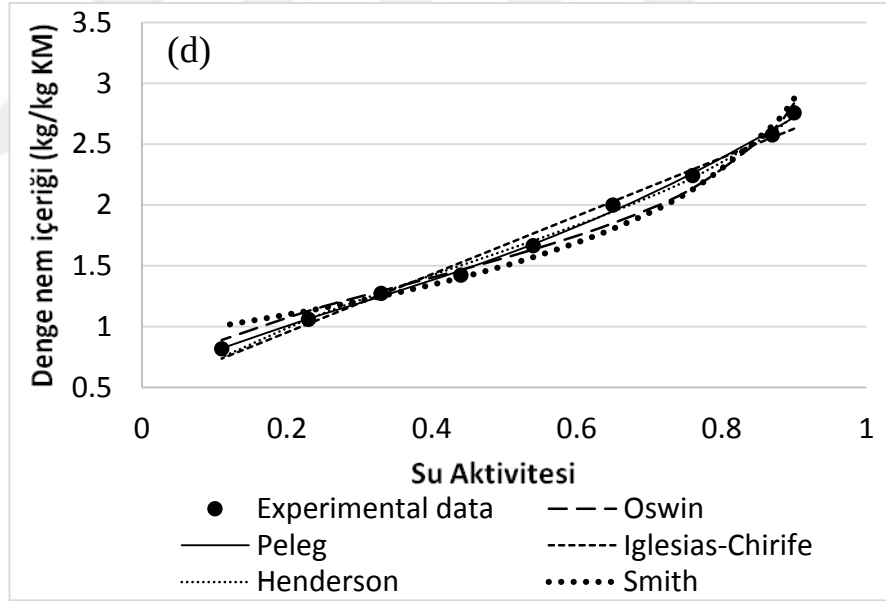
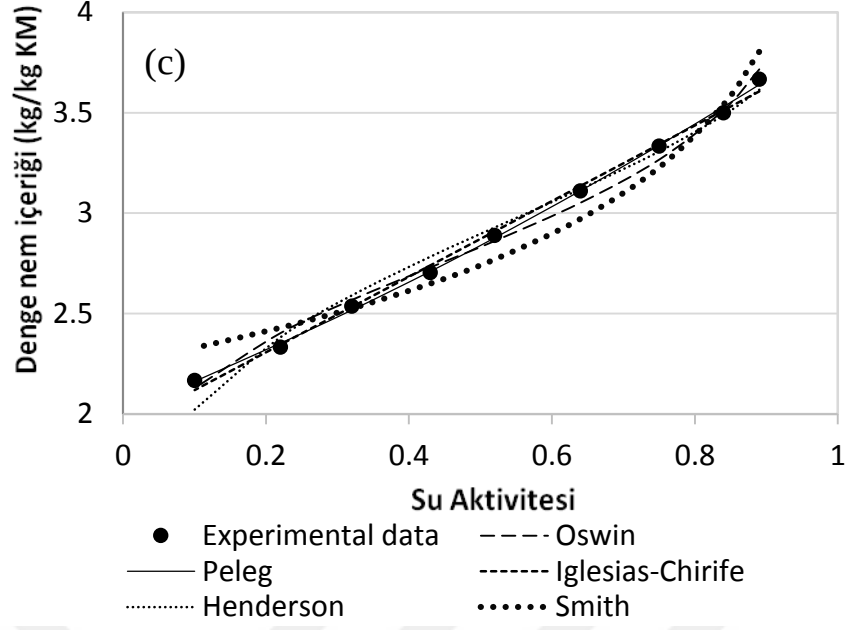
Model	Parametreler	Sıcaklıklar			
		25°C	30°C	35°C	40°C
Oswin	R ²	0,9538	0,9971	0,9913	0,9853
	MAE	0,1362	0,0370	0,0423	0,0673
	MSE	0,0283	0,0017	0,0021	0,0060
	RMSE	0,1683	0,0408	0,0462	0,0775
	MAPE	1,9638	1,3265	1,4993	4,2201
	a	6,6794	2,8265	2,8325	1,5647
	b	0,0931	0,1948	0,1299	0,2706
Peleg	R ²	0,9726	0,9988	0,9988	0,9978
	MAE	0,0910	0,0231	0,0137	0,0248
	MSE	0,0168	0,0007	0,0003	0,0009
	RMSE	0,1296	0,0265	0,0170	0,0298
	MAPE	1,2446	0,8777	0,4658	1,3238
	a	2,4113	1,5108	1,6522	1,5757
	b	6,8012	3,3126	2,2348	1,5243
	c	4,0469	3,8897	1,3454	0,3015
	d	0,0836	0,2726	0,0295	2,3017
Henderson	R ²	0,9101	0,9939	0,9829	0,9954
	MAE	0,2093	0,0510	0,0517	0,0346
	MSE	0,0551	0,0035	0,0042	0,0019
	RMSE	0,2347	0,0595	0,0648	0,0434
	MAPE	3,0238	1,8606	2,0027	2,4772
	a	0,0000	0,0185	0,0026	0,2275
	b	7,5488	3,3825	5,2377	2,2977
Iglesias-Chirife	R ²	0,9248	0,9900	0,9961	0,9867
	MAE	0,1953	0,0627	0,0250	0,0622
	MSE	0,0461	0,0058	0,0010	0,0054
	RMSE	0,2146	0,0763	0,0310	0,0738
	MAPE	2,7878	1,9585	0,8812	4,0733
	a	3,0208	2,8665	1,8816	2,3951
	b	5,2124	1,4887	1,9309	0,4722
Smith	R ²	0,9579	0,9693	0,9579	0,9670
	MAE	0,1231	0,1121	0,1231	0,1004
	MSE	0,0258	0,0179	0,0258	0,0135
	RMSE	0,1606	0,1337	0,1606	0,1163
	MAPE	1,7502	4,2959	1,7502	6,7596
	a	5,7038	1,9790	5,7038	0,9069
	b	-1,1870	-1,0649	-1,1870	-0,8550

Çizelge 4.2. Isparta gülü için deneysel adsorpsiyon verilerine uygulanan beş farklı modelin tahmin performansı ve model parametreleri

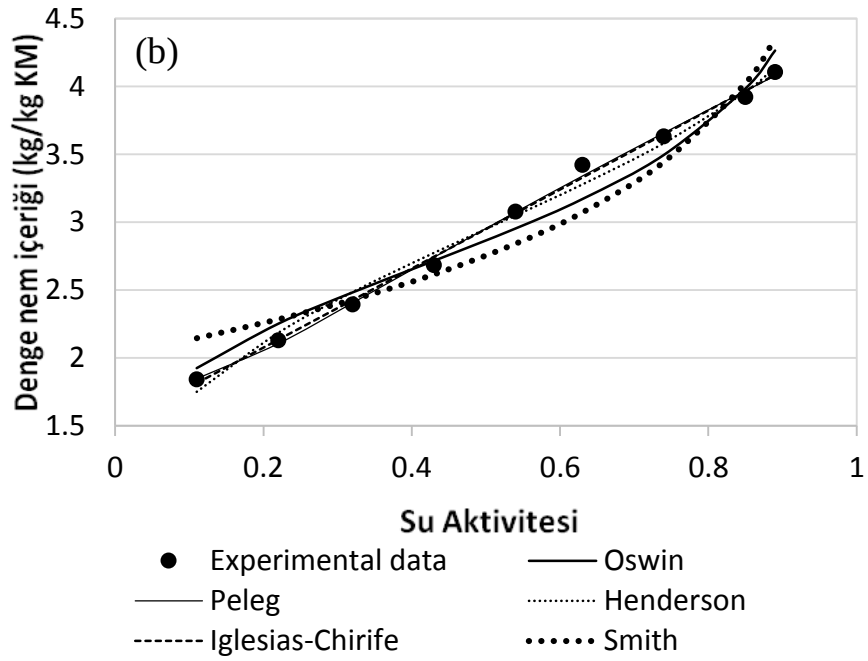
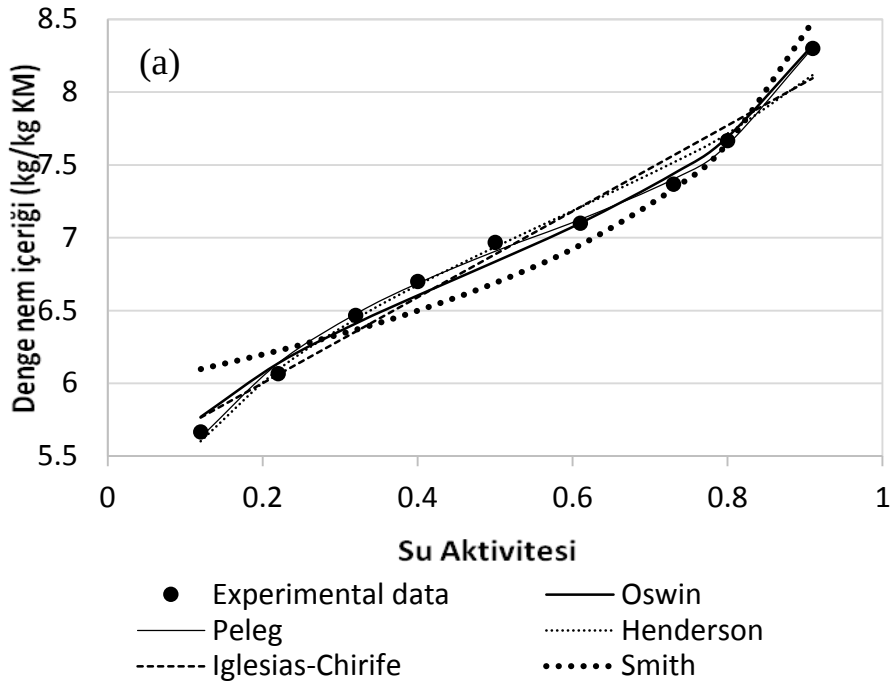
Model	Parametreler	Sıcaklıklar			
		25°C	30°C	35°C	40°C
Oswin	R ²	0,9902	0,9700	0,9869	0,9862
	MAE	0,0639	0,1172	0,0521	0,0712
	MSE	0,0057	0,0174	0,0034	0,0067
	RMSE	0,0757	0,1318	0,0580	0,0819
	MAPE	0,9690	3,9442	1,7486	5,5417
	a	6,8346	2,8641	2,8852	1,5851
	b	0,0851	0,1902	0,1252	0,2900
Peleg	R ²	0,9975	0,9973	0,9985	0,9982
	MAE	0,0317	0,0316	0,0171	0,0211
	MSE	0,0015	0,0016	0,0004	0,0007
	RMSE	0,0382	0,0398	0,0198	0,0259
	MAPE	0,4790	1,0155	0,5611	1,2294
	a	1,7827	0,4070	1,3964	1,0134
	b	7,6208	3,9700	2,5121	2,0512
	c	8,6929	-0,4252	1,3783	2,9195
	d	0,1430	0,7221	0,0773	0,4205
Henderson	R ²	0,9853	0,9897	0,9925	0,9978
	MAE	0,0737	0,0688	0,0360	0,0251
	MSE	0,0086	0,0060	0,0019	0,0008
	RMSE	0,0926	0,0773	0,0438	0,0288
	MAPE	1,0222	2,5441	1,3706	1,5153
	a	0,0000	0,0171	0,0022	0,1966
	b	7,9196	3,4202	5,3250	2,4434
Iglesias-Chirife	R ²	0,9724	0,9967	0,9982	0,9941
	MAE	0,1137	0,0348	0,0158	0,0378
	MSE	0,0161	0,0019	0,0005	0,0023
	RMSE	0,1268	0,0438	0,0215	0,0476
	MAPE	1,6016	1,1679	0,4950	2,2164
	a	2,9489	2,9109	1,9024	2,3313
	b	5,4117	1,4935	1,9755	0,5429
Smith	R ²	0,9246	0,9220	0,9260	0,9497
	MAE	0,1722	0,1870	0,1242	0,1219
	MSE	0,0440	0,0451	0,0191	0,0193
	RMSE	0,2097	0,2125	0,1380	0,1389
	MAPE	2,6338	6,6036	4,3774	8,3806
	a	5,9640	2,0239	2,3262	0,9688
	b	-1,0474	-1,0539	-0,6738	-0,8320



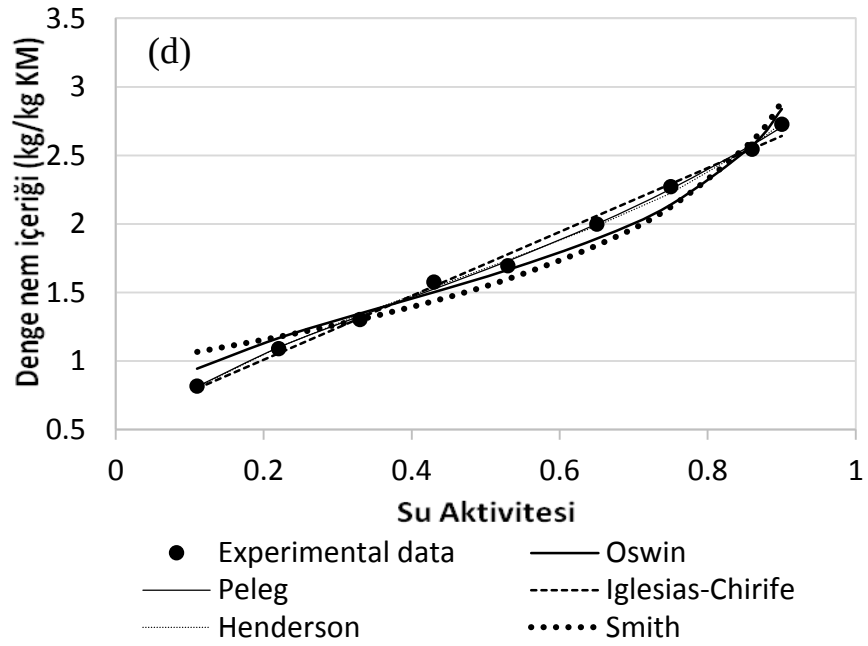
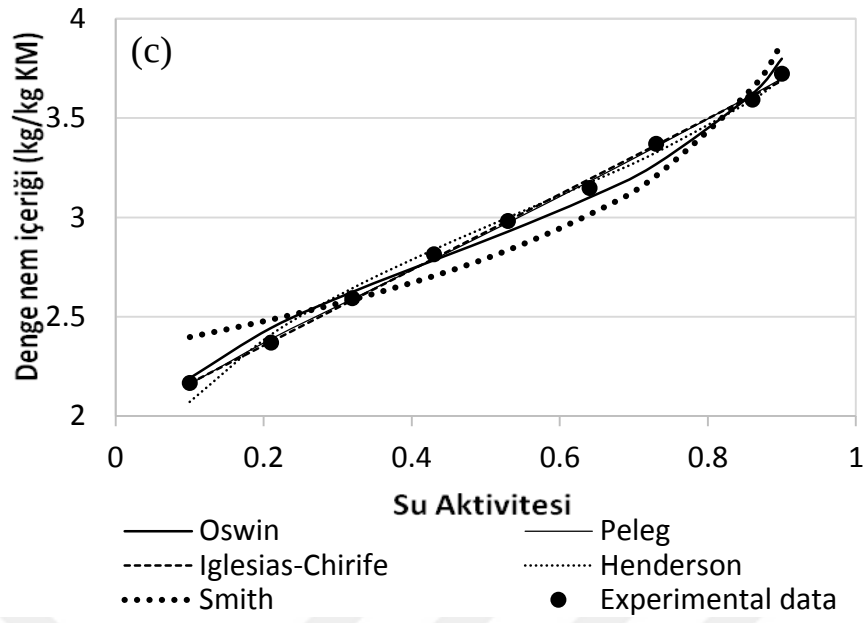
Şekil 4.3.1. Isparta gül çiçeği için (a) 25 °C ve (b) 30 °C’de elde edilen desorpsiyon izotermelerine yönelik deneysel verilerle modellerin tahmin performansının karşılaştırılması



Şekil 4.3.2. Isparta gül çiçeği için (c) 35°C ve (d) 40°C'de elde edilen desorpsiyon izotermelerine yönelik deneysel verilerle modellerin tahmin performansının karşılaştırılması



Şekil 4.4.1. Isparta gül çiçeği için (a) 25°C ve (b) 30°C'de elde edilen adsorpsiyon izotermine yönelik deneysel verilerle modellerin tahmin performansının karşılaştırılması



Şekil 4.4.2. (c) 35°C ve (d) 40°C'lerde elde edilen Isparta gül çiçeği adsorpsiyon izotermine yönelik deneysel verilerle modellerin tahmin performansının karşılaştırılması

4.3. Isparta Gülünün (*Rosa damascena* Mill.) Uçucu Yağ Oranı

Isparta gülünün uçucu yağ miktarı, uçucu yağ bileşenleri ve oranlarını farklı kurutma uygulamalarında belirlemek için yapılan denemelerde 3RYÜK tip kurutucuda meydana gelen arıza sezon içerisinde giderilemediği için, bazı faktör ve seviyeleri eksik kalmıştır. Planlanan ve gerçekleştirilebilen deneme deseni Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Araştırma için kurutma denemeleri için planlanan ve gerçekleşen faktörler ve faktör alt seviyeleri

KURUTUCU MAKİNA TİPİ	RAF TEKERRÜRÜ	KURUTMA HAVASI SICAKLIĞI (°C)								
		30			35			40		
		KURUTMA HAVASI BAĞIL NEMİ (%)								
		20	30	40	20	30	40	20	30	40
4RDK	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3RİD	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3RYÜK	1	-	X	-	X	-	-	X	-	X
	2	-	X	-	X	-	-	X	-	X
	3	-	X	-	X	-	-	X	-	X

X: Fiziki olarak gerçekleştirilen denemeler;

- : Fiziki olarak yapılamayan MINITAB istatistik paket programı genel lineer modelleme (GLM) metodu ile tamamlanan eksik faktör ve alt seviyeleri

Yapılan denemelerde öncelikle her kurutma denemesi için standard olarak sabahın (06-08) erken saatlerinde alınan güllerde vakit kaybetmeden başlangıç (taze gül) nem ve yağ oranları, kurutma işlemi tamamlanan raflarda da derhal kurutma sonu ağırlık kaybı üzerinden son (kuru gül) nem ve yağ oranları belirlenmiştir. Denemelerde ml/kgKM (v/w) taze ve kuru güllerdeki yağ oranlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Taze ve kuru güllerdeki yağ oranlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Varyasyon Kaynakları	Makina	N	$\bar{x}$	$S_{\bar{x}e}$	%CV	Min	Max
T HYM (ml)/kg KM	4RDK	36	1,1950	0,0587	29,49	0,5102	1,6438
	3RİD	27	1,1950	0,0681	29,63	0,5102	1,6438
	3RYÜK	12	1,6237	0,0464	9,90	1,4542	1,8717
T HYM (ml)/kg KM	GENEL	75	1,2636	0,0419	28,71	0,5102	1,8717

$\bar{x}$: Ortalama $S_{\bar{x}e}$: Ortalamanın Standart hatası %CV: % Varyasyon Katsayısı

Araştırmaya konu olan esas denemeler yağışlı ve serin geçen 2018 gül hasad sezonunun 11 Haziran ile 3 Temmuz tarihleri arasında yütülmüştür. 4RDK ve 3RİD makinaları ile yapılan denemeler 17 Haziran-3 Temmuz tarihleri arasında gerçekleştirilirken, 3RYÜK makinasının esas denemelerinin ancak 1/3 (% 33) 'ü meydana gelen arıza nedeni ile sezon başlangıcı olan 11-14 Haziran arasında yapılabilmektedir. Bu durum 3RYÜK ile yapılan kurutmalarda kullanılan taze güllerin hidrodistilasyonundan elde edilen $1,624 \pm 0,0464$ ml/kgKM (v/w) veya kuru drog üzerinden $0,1624 \pm 0,00464$ olan ortalama başlangıç yağ oranının diğer 4RDK ve 4RDK makinaları ile yapılan denemelerdeki THYM'lerden sırasıyla $1,195 \pm 0,0587$ ve $\pm 0,0681$ ml/kgKM veya $0,1195 \pm 0,00587$ ve $0,00681$ oran değerleri ile farklı olmasına neden olmuştur. Bu durum istatistik analizlerde kovaryans analizleri ile eşitlenmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmanın materyali olan taze Isparta yağ gülünde kuru drog üzerinden %0,12-0,16 arasında hesaplanan uçucu yağ oranı, Soysal (2000)'de %0,17-0,19 arasında hesaplanan değerle uyumludur. Diğer çalışmalarda % v/w olarak verilen sonuçlara bakıldığında; Başer (1992)'in %0,033, Baydar (2006)'ın %0,02-0,04, Erbaş ve Baydar (2016)'ın en çok %0,045 bildirilen değerler bu çalışmada sezon boyunca hesaplanan %0,010-0,035 değerlerle uyumludur. Kurutulmuş Isparta gülü uçucu yağ oranlarına etkili faktörlerin "none" GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Bu çalışmada, denemelerde kullanılan taze güllerin başlangıç uçucu ham yağ miktarları (THYM, ml/kgKM), kurutulan güllerin uçucu ham yağ miktarı (Kuru gül HYM, ml/kgKM) üzerinden etkisi araştırılmış ve genelde önemli bulunmuştur ($P < 0,01$).

Çizelge 4.5. Kurutulmuş Isparta gülü uçucu yağ oranlarına etkili faktörlerin “none” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Hasat Günü	1	0,01007	0,010074	0,75	0,390
Hasat Günü ²	1	0,00539	0,005388	0,40	0,529
Hasat Günü ³	1	0,00081	0,000810	0,06	0,807
TG H Y M (ml) / kg KM	1	0,23654	0,236541	17,68	0,000
Makina	2	0,02785	0,013925	1,04	0,361
Raf	3	0,34618	0,115394	8,63	0,000
KH Sıcaklığı (°C)	2	0,14445	0,072226	5,40	0,008
KH Nemi (% RH)	2	0,32944	0,164721	12,31	0,000
Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	0,33170	0,082925	6,20	0,000
Raf x KH Sıcaklığı (°C)	6	0,06231	0,010385	0,78	0,593
Raf x KH Nemi (% RH)	6	0,04465	0,007441	0,56	0,763
Hata	45	0,60198	0,013377		
Toplam	74	2,78776			

KT: Kareler Toplamı; KO: Kareler Ortalaması; F: Test istatistiği; P:Hata olasılık değeri

Bununla birlikte yağ oranları değişiminin incelendiği “stepwise” GLM varyans analiz sonuçlarında bir çok kurutma parametresi ve birbirleriyle etkileşimleri yani interaksiyonları oldukça önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Isparta gülü uçucu yağ oranına (ml/kgKM) ilişkin “stepwise” GLM varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Makina	2	0,02903	0,014515	2,76	0,092
Raf	3	0,38451	0,12817	24,33	0,000
Kurutma Havası Sıcaklığı (°C)	2	0,30046	0,150231	28,52	0,000
Makina x Kurutma Havası Nemi (%RH)	4	0,73125	0,182811	34,71	0,000
Raf x Kurutma Havası Sıcaklığı (°C)	6	0,09666	0,01611	3,06	0,032
KH Sıcaklığı (°C) x KH Nemi (% RH)	4	0,55127	0,137817	26,17	0,000
Makina x Raf x KH Sıcaklığı (°C)	12	0,4782	0,03985	7,57	0,000
Makina x Raf x KH S. (°C) x KH N. (%RH)	24	0,46922	0,019551	3,71	0,004
Hata	17	0,08954	0,005267		
Toplam	74	2,78776			

S=0,0726; R2=%96,79; R2(adj)=%86,02 R2(pred)=%39,79

Rafların faktör alınarak yapıldığı uçucu varyans analiz sonuçlarına göre; Makina ($P<0,10$) ve Raf x KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) interaksyonunu ($P<0,032$) hariç diğer aşağıdaki faktör ve interaksyonları istatistik olarak çok yüksek düzeyde ($P<0,01$) önemli bulunmuştur. Rafların ve diğer tüm değişkenlerin tam faktöriyel (4'lü interaksiyon) olarak alındığı en iyi S , R^2 , $R^2(\text{adj})$ ve $R^2(\text{pred})$ gibi "Stepwise" GLM model gösterge değerleri denemelerin yüksek oranda tanımlanabildiğini göstermiştir (Çizelge 4.6). Kovaryatesiz analizde istatistiksel gruplandırma için yapılan Tukey Testi sonuçları ise Çizelge 4.7'de verilmiştir.

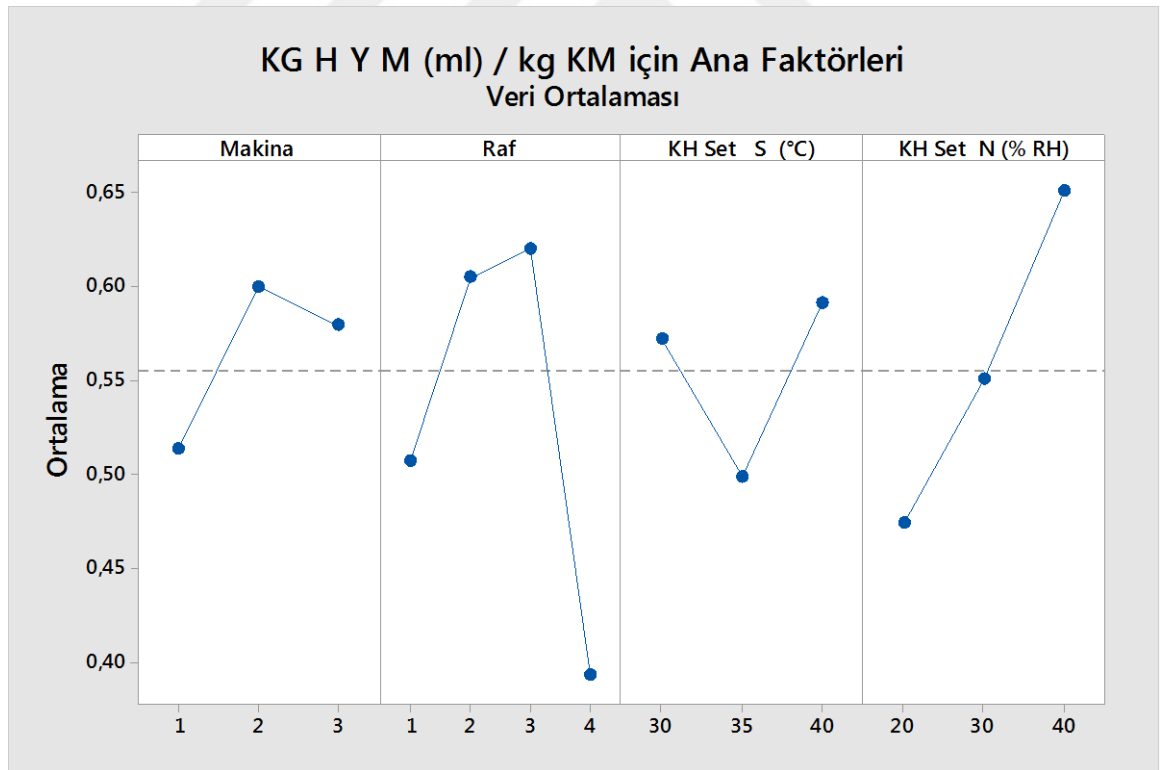
Raflar faktör alınarak yapılan GLM varyans analizi ve fark test sonuçlarına göre Makina, Raf ve Kurutma Havası (KH) Sıcaklığı faktörlerinin yalın etkilerinde alt seviye grupları arasında $P<0,05$ düzeyinde aşağıdaki fark sonuçları elde edilmiştir. Farklı yöntemler ile çalışan kurutuculardan elde edilen yağ oranlarının (ml/kgKM) makina rafları arasındaki değişimden önemli derecede ($P<0,001$) etkilendiği görülmüştür. Raflar arası değişimin en az olduğu kurutucu 3 nolu 3 Raflı yoğunlaşma üniteli sistemdir. Diğer iki makinada raflar arası kurutma etkinlikleri farklıdır. Özellikle 3 katlı (Raflı) iklim dolabında ayarlanan (KH) sıcaklık ve nem değerleri sadece en üstteki 3 nolu rafta sağlanabilmiş, alta doğru inildikçe sıcaklık düşerken nem oranları aşırı yükselmiştir. 4 Raflı deneysel tıbbi ve aromatik bitki kurutucusunda da ortadaki 2 ve 3 nolu raflar ayarlanan sıcaklık değerini korurken 1 ve 4 nolu iki baştaki dış raflarda düşük sıcaklıklar elde edilmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.5).

Çizelge 4.7. Isparta gülü uçucu yağ oranına (ml/kgKM) ait kovaryatesiz değerler

Varyasyon Kaynakları		N	Ortalama	Gruplar
Makina	4 Raflı deneysel (4 RDK)	36	0,514174	b
	3 Raflı iklim dolabı (3 RİD)	12	0,559666	a
	3 Raflı yoğunlaşma üniteli sistemi (3RYÜK)	27	0,517969	ab
Raf	Raf 1	22	0,491368	b
	Raf 2	22	0,589079	a
	Raf 3	22	0,632830	a
	Raf 4	9	0,409140	c
KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	30 $^{\circ}\text{C}$	24	0,629503	a
	35 $^{\circ}\text{C}$	24	0,409158	c
	40 $^{\circ}\text{C}$	27	0,553149	b

Bu durum genelde faktörler arası interaksiyonun önemli çıkmasına, özellikle 4 Raflı deneysel 4 RDK'de ve 3 Raflı iklim dolabı 3 RİD'de model sonuçlarının gerçek tanımlayıcı istatistik sonuçlarından farklılaşmasına neden olmuştur. Rafın faktör alındığı bu modelde makinalardaki kurutma raf sayısı ve özellikleri eşit olmadığı için raf ve interaksiyonlarının etkisi öne çıkmakta, makinalar arasındaki farkın kısmi önemi azalmaktadır. Bu nedenle GLM varyans analizinde rafların faktör olarak değil sadece makina tekerrürü olarak alınmasının daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

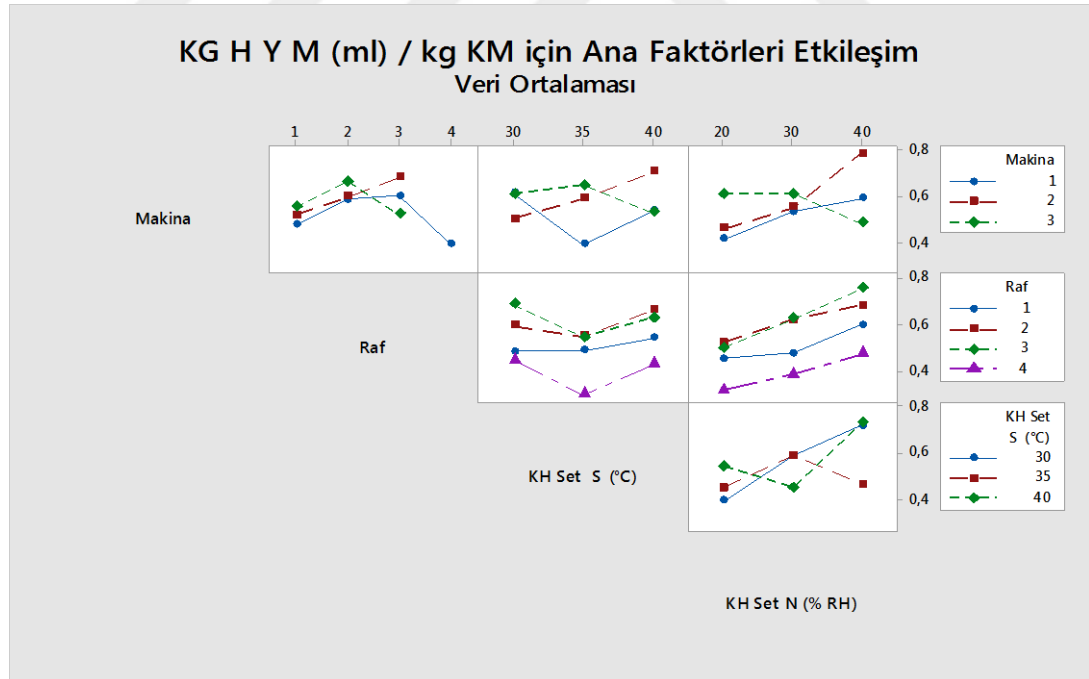
Ayrıca, 2 ve 3 nolu iç raflarda kondüksiyon ve konveksiyon ısı kayıplarının az olması nedeni ile bu raflarda kurutma daha kısa sürelerde tamamlanmış ve bunun sonucu olarak uçucu yağ oranlarında da önemli artışlar gözlenmiştir. Benzer şekilde, kurutma havası set nem (%RH) değerinin artışı uçucu yağ oranının kayda değer lineer bir artışına da neden olmuştur.



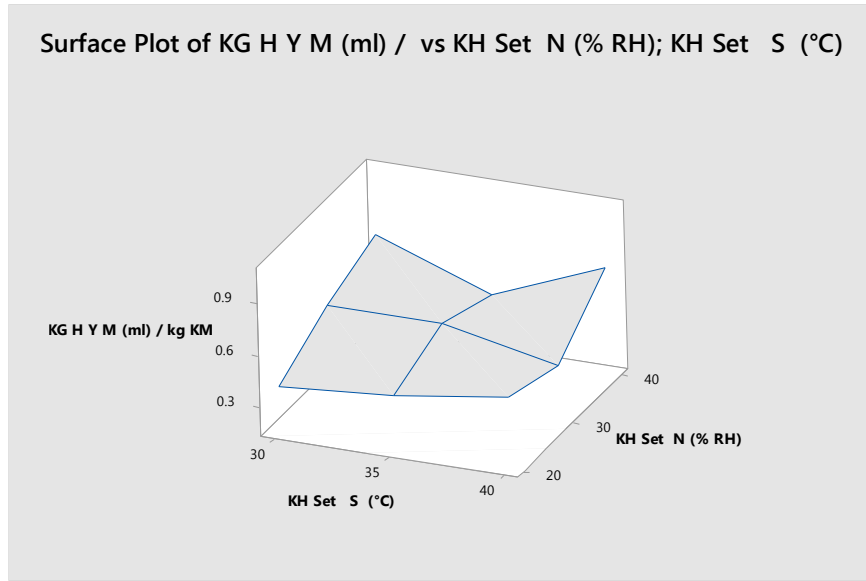
Şekil 4.5. Uçucu yağ oranı (ml/kgKM) değişiminde etkili ana faktörler (4 RDK (M1)M1: 4 Raflı deneysel kurutucu; M2: 3 Raflı iklim dolabı; M3: 3 Raflı yoğunlaşma üniteli sistemi)

Uçucu yağ oranı üzerinde Makina tipi, Raf, KH Sıcaklık (°C) ve nem (%RH) temel faktörlerin etkileri sunulmaktadır. Raf ve KH Sıcaklık (°C) kısmi etkileri diğer faktörlerden önemli ölçüde daha yüksektir. Ayrıca, uygun raf kurutma koşullarının, uçucu yağ oranında önemli bir artışa neden olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, KH Nemi (%RH) değerindeki bir artış, uçucu yağ oranında kayda değer bir artışına neden olmuştur. Makina tipi ve KH Sıcaklık (°C) değişimlerinin, uçucu yağ oranı üzerinde ılımlı bir etkiye neden olduğu gözlenmiştir. Makina tipi, raf, KH Sıcaklığı (°C) ve neminin (%RH) uçucu yağ oranı değişimi üzerinde temel yalın faktör etkileri Şekil 4.6'da verilmiştir.

Ortalama $1,26 \pm 0,042$ ml/kgKM olan taze gül yağ oranı ile yapılan kurutma denemeleri sonucu kuru güllerde kurutma faktörlerine göre 0,4-0,8 ml/kgKM, alınabilir mevcut uçucu yağın %32-63 arasında elde edilebilmiştir. En yüksek yağ oranlarına 30°C ve 40°C'de kurutma sıcaklıklarının %40 RH yüksek nemlerinde ulaşılmıştır (Şekil 4.6. ve Şekil 4.7).



Şekil 4.6. Uçucu yağ oranı (ml/kgKM) için faktörler arası etkileşim (4 RDK (M1)M1: 4 Raflı deneysel kurutucu; M2: 3 Raflı iklim dolabı; M3: 3 Raflı yoğuşma üniteli sistemi)

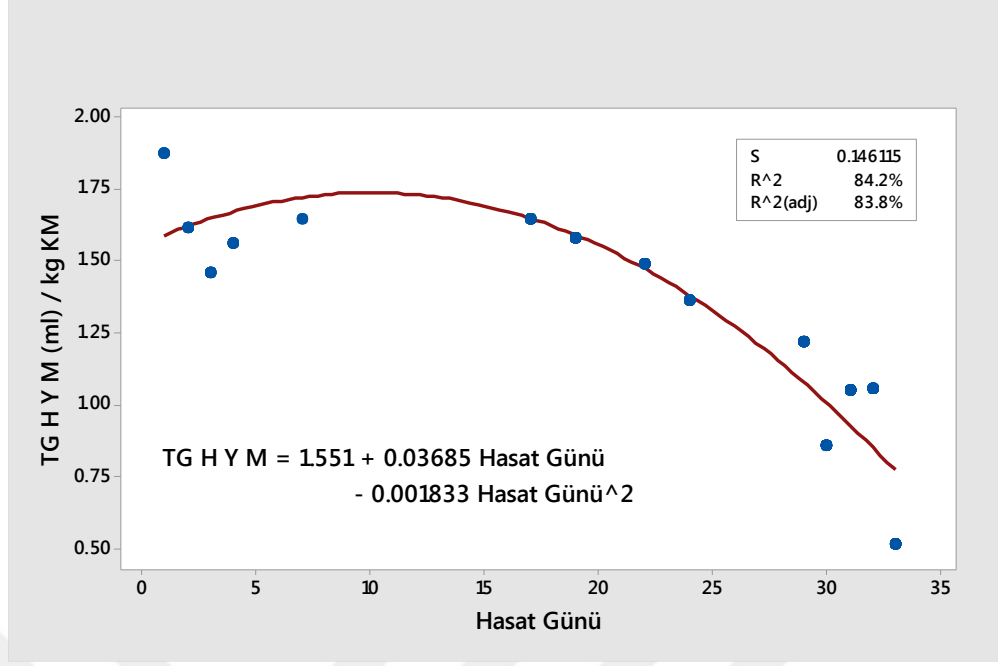


Şekil 4.7. KH Sıcaklık (°C) ve KH Nemi (%RH) etkisinde uçucu yağ oranı için “Surface plot”

Rafların tekerrür, diğer tüm kesikli ve sürekli (kovaryans) faktörlerin alındığı “Stepwise GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge 4.8, çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.9, ortalamalar tablosu ve Şekil 4.8 hasat gününe bağlı olarak taze gül yağ oranının değişimini göstermektedir. Taze güllerde ilerleyen hasat günlerinde (hasat sezonu sonunda) yağ oranının azalmasına bağlı olarak kurutulan güllerde de yağ oranı azalmıştır. 35°C sıcaklıkta yapılan tüm kurutmalar sezonun sonunda yapıldığı için bu sıcaklığın sonuçları düşük olmuştur.

Çizelge 4.8. Isparta kuru gül uçucu yağ oranı rafsız “Stepwise” kovaryans GLM analizi

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Hasat Günü ³	1	0,1532	0,15324	9,33	0,003
Makina	2	0,2337	0,11687	7,12	0,002
Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	0,3040	0,07601	4,63	0,003
Makina x KH Nemi (% RH)	4	0,4181	0,10453	6,37	0,000
KH Sıcaklığı (°C) x KH Nemi (% RH)	4	0,2602	0,06505	3,96	0,006
Hata	59	0,9686	0,01642		
Toplam	74	2,7878			



Şekil 4.8. Isparta gülü uçucu yağ oranına (ml/kgKM) ait kovaryeteli ortalamalar

Hasat günü yanısıra hasadın gün içinde yapılma saati (gecikilince yağ oranı düşüyor) ayrıca o günün hava sıcaklığı ve bağıl nemi de taze gülün dolayısıyla kurutulan gülün yağ oranını etkilemektedir. Hasat günü serin ve nemli ise yağ oranı artarken sıcak ve kuru günlerde azalmaktadır. Bu da hasat gününün 3. kuvveti ile kuru güldeki yağ oranı arasında bir ilişki olarak karşımıza çıkmıştır. Bu etki kovaryans modelde düzeltilindiğinde faktör ve interaksiyonlarına ilişkin yukarıdaki ortalamalar tahminlenmiştir.

Orta ve alt rafları oldukça nemli olan 3 RİD (iklim dolabı) bu analizde raflar tekerrür kabul edildiği için muhtemelen alt 1 ve 2 nolu raflardaki yüksek nemden veya başka özel faktörlerden kaynaklanan sebeplerle ml/kgKM yağ oranı yüksektir (%0,63). 4 RDK ve 3 RYÜK ile kurutulmuş güllerin genel ortalama uçucu yağ oranları ise daha düşük sırasıyla %0,55 ve %0,41 olmuştur.

Orta ve alt rafları oldukça nemli olan 3 RİD (iklim dolabı) bu analizde raflar tekerrür kabul edildiği için muhtemelen alt 1 ve 2 nolu raflardaki yüksek nemden veya başka özel faktörlerden kaynaklanan sebeplerle ml/kgKM yağ oranı yüksektir (%0,63). 4 RDK ve 3 RYÜK ile kurutulmuş güllerin genel ortalama uçucu yağ oranları ise daha düşük sırasıyla %0,55 ve %0,41 olmuştur.

Çizelge 4.9. Isparta gülü uçucu yağ oranına (ml/kgKM) ait kovaryeteli ortalamalar

Varyasyon Kaynakları		N	Ortalama	Gruplar
Hasat Günü ³	KG H Y M (ml) / kg KM = 0,6766 - 0,000007 Hasat Günü ³ S=0,173357 R ² =%21,30			
Makina	4 RDK	36	0,546053	b
	3 RİD	12	0,630432	a
	3 RYÜK	27	0,406828	b
Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4 RDK x 30	12	0,623392	ab
	4 RDK x 35	12	0,507097	c
	4 RDK x 40	12	0,507672	c
	3 RİD x 30	9	0,512140	bc
	3 RİD x 35	9	0,703722	a
	3 RİD x 40	9	0,675433	a
	3 RYÜK x 30	3	0,447781	c
	3 RYÜK x 35	3	0,372494	c
	3 RYÜK x 40	6	0,400208	c
Makina x KH Nemi (%RH)	4 RDK x 20	12	0,505531	b
	4 RDK x 30	12	0,549731	b
	4 RDK x 40	12	0,582899	b
	3 RİD x 20	9	0,552909	b
	3 RİD x 30	9	0,567551	b
	3 RİD x 40	9	0,770836	a
	3 RYÜK x 20	6	0,524873	b
	3 RYÜK x 30	3	0,466031	b
	3 RYÜK x 40	3	0,229579	c
KH Sıcaklık (°C) x KH Nemi (%RH)	30 x 20	7	0,596354	a
	30 x 30	10	0,451468	d f
	30 x 40	7	0,535491	cdef
	35 x 20	10	0,503168	d f
	35 x 30	7	0,629203	ab
	35 x 40	7	0,450941	f
	40 x 20	10	0,483791	d f
	40 x 30	7	0,502641	b ef
	40 x 40	10	0,596881	abce

Makina x KH Sıcaklığı (°C) ortak etkisi ile 3 RİD ile 35°C ve 40°C sıcaklıklarında uçucu yağ oranları sırasıyla %0,704 ve %0,675 ml/kgKM (1,195±0,0681 ml/kgKM başlangıç yağ oranı için: %59 ve %56'sı) değerlerinde sağlanmıştır. Buna genellikle ayarlandığından daha yüksek koşullandırılmalı kurutma yapan 3RİD'nin yüksek nemi sebep olmuş olmakla birlikte artan bu yağ oranlarının kalitatif bir artış olup olmadığı daha önemli bir konudur. Daha sonra 4 RDK ve 3RİD ile 30°C düşük sıcaklıklarda yapılan kurutmalarda da uçucu yağ oranları sırasıyla %0,623 ve %0,512 ile kısmen (%0,52 ve 0,44 alınabilen) yüksektirler.

Diğer uygulamalarda uçucu yağ oranları %0,372-507 arasında değişerek en düşük grubu oluşturmışlardır. Bunların ortak özellikleri 1 ve 3 nolu makinaların yüksek sıcaklıkları olduğu söylenebilir. Kısaca yüksek sıcaklıklar nem olmadığı durumda kurutulan gülde yağ oranının artmasına değil azalmasına neden olmaktadır. Bu bulgu koşullandırılmalı kurutmanın önemine işaret etmektedir.

Makina x KH Nemi (%RH) ortak etkisi ile yine 3 RİD ile %40 RH yüksek nemde %0,77 en yüksek ortalama alınabilir kuru gül yağ oranı (%64,4) elde edilmiştir. KH Sıcaklığı (°C) x KH Nemi (%RH) ortak etkisi de çok önemlidir. Düşük sıcaklıkta düşük, yüksek sıcaklıklarda daha yüksek nemler ile kurutma en iyi sonuçları göstermiştir. 30°C ile %20 RH, 35°C ile %30 RH ve 40°C ile %40 RH kurutma uygulamalarında sırasıyla %0,596, %0,629 ve %0,597 değerlerinden yüksek yağ oranları elde edilmiştir.

Araştırma konusu olan Isparta yağ gülünün koşullandırılmalı kurutma yöntemi ile elde edilen kuru güllerde yağ uçucu yağ oranı daha önceki güneşte, gölgede veya değişik kurutucu ve ilave yöntemler ile elde kuru gül yağ oranları ile kıyasladığımızda şu sonuçlar dikkat çekicidir: Başer vd. (1993)'nin kurutmayla kuru drog üzerinden hesaplanan eterik (uçucu) yağ verimleri taze gül çiçeği yağ veriminin yaklaşık yarısı kadar olduğu beyanı ve Soysal (2000)'in taze güllerde kuru drog üzerinden %0,17-1,19 olan yağ oranı gölgede kurutmada %0,10 ve raflı kurutucuda 53,3 °C de %0,09'a sırasıyla %44 ve %50 oranında düşüş tesbiti bu araştırmanın taze güllerinde %0,12-0,16 olan yağ oranını (farklı kurutucu, farklı kurutma havası sıcaklık ve bağıl nemlerinde) koşullandırılmalı kurutma yöntemleriyle %0,04-0,08 ml/kgKM veya alınabilirin %33-67'si arasında genel ortalama oranlarında elde edilebilmiş olması koşullandırılmalı kurutmanın kuru gül uçucu yağ oranında makina genel ortalamaları olarak %50'den %67'ye %34'lük bir artış sağladığını göstermiştir. Kurutma havası sıcaklık ve bağıl nemi yanında makina tipi ve raf bazında üçlü ve dörtlü interaksiyonlarda alınabilir yağ oranının %67'den %75'e çıkması; 40°C ve %40 RH vb optimum koşullarda kurutulan oğul otunda (*Melissa officinalis* L.) tazesindeki uçucu yağın %85,8-98,2' sine kadar ulaşılması ile çok uyumludur (Andrade, 2011).

4.4. Isparta Gülünün (*Rosa damascena* Mill.) Uçucu Yağ Bileşenleri

Denemeye alınan taze ve kuru Isparta güllerinden elde edilen uçucu yağ bileşenleri on grupta birleştirilerek sınıflandırılmıştır. Bu gruplar aşağıda verildiği gibidir (Verma vd., 2011):

- Oksijenli Monoterpen (OM)
- Monoterpen Hidrokarbon (MH)
- Oksijenli Seskuiterpen (OS)
- Seskuiterpen Hidrokarbon (SH)
- Oksijenli Alifatik (OA)
- Alifatik Hidrokarbon (AH)
- Benzenoidli Bileşenler (BB)
- Halojenli Hidrokarbon (HH)
- Aldehid ve
- Esterler

Gruplara ait uçucu yağ bileşenleri % oranları taze ve kurutulmuş güllerde farklıdır. OM, SH ve OS grupları kurutma ile azalırken diğerleri artmıştır. Kurutma ile en büyük azalmalar OS ve OM (%80 ve %6); en büyük artışlar ise sırasıyla OA ve AH gruplarında (%839 ve %63) görülmüştür (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Taze ve kuru güllerde gruplandırılmış tam yağ bileşenlerinin ortalama oranları (%) ve tanımlayıcı istatistikleri ve GLM varyans analiz sonuçlarına göre farkları

Varyasyon Kaynakları	Kuru - Taze	N	SE Ort	% CV	Ort.	GLM
Oksijenli Monoterpenler (OM)	Kuru Taze	75 13	1,54 6,77	79,43 46,96	16,79 51,98	16,79 b 51,98a
Seskuiterpen Hidrokarbon (SH)	Kuru Taze	75 13	0,331 0,457	113,27 58,97	2,531 2,795	2,531 2,795
Alifatik Hidrokarbon (AH)	Kuru Taze	75 13	2,81 7,17	35,33 61,30	68,83 42,20	68,83a 42,20 b
Oksijenli Alifatik (OA)	Kuru Taze	75 13	0,378 0,203	139,89 293,96	2,339 0,249	2,339a 0,249 b
Oksijenli Seskuiterpen (OS)	Kuru Taze	75 13	0,0588 0,263	240,25 90,59	0,2119 1,048	0,211 b 1,048a
Monoterpen Hidrokarbon (MH)	Kuru Taze	75 13	0,0270 0,0608	231,66 360,56	0,1008 0,0608	0,1008 0,0608
Benzenoidli Bileşenler (BB)	Kuru Taze	75 13	1,68 0,332	205,05 73,47	7,08 1,631	7,080 1,631
Halojenli Hidrokarbon (HH)	Kuru Taze	75 13	0,0009 0,0000	866,03 *	0,0009 0,0000	0,0009 0,0000
Aldehit	Kuru Taze	75 13	0,133 0,039	240,48 360,56	0,479 0,039	0,479 0,039
Ester	Kuru Taze	75 13	0,250 0,000	725,78 *	0,298 0,000	0,298 0,000

*Taze güllerde Halojenli Hidrokarbon (HH) ve Ester rastlanmamıştır.

Uçucu yağ bileşenleri de MINITAB 18 GLM “Stepwise” modülünde her uçucu yağ bileşeni grubunu yüksek regresyon katsayısı (R^2), düşük Varyans (S) ve Hata Kareler Ortalaması (HKO)’na göre en iyi tanımlayan modellerde; bazı gruplarda sadece makina, diğerlerinde makinaya ek olarak kurutma havasının sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) ve/veya nemi (% RH) de önemlidir. En ideal modellerin seçildiği en çok üçlü interaksyonlu “Stepwise” varyans analiz tabloları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Isparta gülü uçucu yağ bileşenlerine ait “Stepwise” varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
OM	Makina	2	1687	4178,8	5,29	0,007
	Hata	72	11480	159,4		
	Toplam	74	13167			
MH	Makina	2	0,15863	0,07931	1,59	ÖD*
	KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	2	0,04827	0,02413	0,49	ÖD
	Makina x KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	4	0,53956	0,13489	2,71	0,037
	Hata	66	3,28364	0,04975		
	Toplam	74	4,03515			
OS	Makina	2	1,009	0,5045	2,50	0,090
	KH Nemi (% RH)	2	1,882	0,9408	4,67	0,013
	Makina x KH Nemi (% RH)	4	4,771	1,1927	5,92	0,000
	Hata	66	13,305	0,2016		
	Toplam	74	19,172			
SH	Hasat Günü	1	21,79	21,793	3,27	0,075
	KH Nemi (% RH)	2	27,13	13,564	2,04	0,139
	Makina x KH Sıc. ($^{\circ}\text{C}$) x KH Nemi (%RH)	8	134,40	16,799	2,52	0,019
	Hata	63	419,84	6,664		
	Toplam	87	641,4			
OA	Makina	2	161,00	80,501	10,21	0,000
	KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	2	21,58	10,788	1,37	ÖD
	Makina x KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	4	85,34	21,334	2,71	0,038
	Hata	66	520,29	7,883		
	Toplam	74	791,92			
AH	Makina	2	5995	2997,3	5,89	0,004
	KH Nemi (% RH)	2	2179	1089,4	2,14	0,125
	Hata	70	35621	508,9		
	Toplam	74	43753			
BC	Makina	2	1435	717,71	4,03	0,022
	KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	2	1950	975,21	5,48	0,006
	Makina x KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	4	1761	440,16	2,47	0,053
	Hata	66	11750	178,03		
	Toplam	74	15617			
ALD	Makina	2	6,933	3,466	2,73	0,072
	Hata	72	91,444	1,270		
	Toplam	74	98,377			
EST	Makina	2	37,859	18,9296	5,32	0,007
	KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	2	51,193	25,5964	7,19	0,001
	Makina x KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	4	76,374	19,0935	5,37	0,001
	Hata	66	234,834	3,5581		
	Toplam	74	345,538			

*ÖD: Önemli değil

ALD: ALDEHİD

EST: ESTER

Faktörler ve seviyelerine göre ortalama uçucu yağ bileşen oranları (%) ve fark testleri sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Makina tipi tek başına OM’nin değişiminde çok önemli düzeyde ($P<0,01$) belirleyici iken Aldehid değerlerinde kısmen ($P=0,072$) etkilidir.

Çizelge 4.12. Isparta gülü % uçucu yağ bileşenlerinin kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		OM	MH	OS	SH	OA	AH	BC	Aldehid	Ester
Hasat Günü (P)		-	-	-	0,075	-	-	-	-	-
Makina	4 RDK	21,2 a	0,13	0,24 b		1,54 b	65,0 b	8,35 b	0,29 b	0,08 b
	3 RİD	10,7 b	0,04	0,11 b	-	4,24 a	79,9 a	2,50 b	0,42 b	0,03 b
	3RYÜK	17,2 b	0,15	0,47 a		0,39 b	55,3 b	15,8 a	1,16 a	2,08 a
Sıcaklık (°C)	30		0,15			1,53		17,3 a		0,03 b
	35	-	0,09	-	-	1,78	-	2,99 b	-	2,10 a
	40		0,08			2,86		6,34 b		0,06 b
Nem (%RH)	20			0,08 b	2,16		67,8 ab			
	30	-	-	0,51 a	3,40	-	59,5 b	-	-	-
	40			0,22 ab	2,02		72,8 a			
Makina x Sıcaklık	4RDK x 30		0,05c			1,63 b		13,1 b		0,06 b
	4RDK x 35		0,28 a			2,00 b		4,27 b		0,06 b
	4RDK x 40		0,07 c			0,10 b		7,72 b		0,12 b
	3RİD x 30		0,06 c			2,43 b		1,80 b		0,03 b
	3RİD x 35	-	0,00 c	-	-	3,35 b	-	1,45 b	-	0,00 b
	3RİD x 40		0,06 b			6,93 a		4,26 b		0,05 b
	3RYÜK x 30		0,34b			0,52 b		37,0 a		0,00 b
	3RYÜK x 35		0,00 c			0,00 b		3,25 b		6,25 a
	3RYÜK x 40		0,11c			0,65 b		7,05 b		0,00 b
Makina x Nem	4RDK x 20			0,25 b						
	4RDK x 30			0,11 b						
	4RDK x 40			0,37 b						
	3RİD x 20			0,00 b						
	3RİD x 30	-	-	0,03 b	-	-	-	-	-	-
	3RİD x 40			0,30 b						
	3RYÜK x 20			0,00 b						
	3RYÜK x 30			1,40 a						
	3RYÜK x 40			0,00 b						

OA’nın değişiminde Makina çok çok önemli ($P<0,001$), Makina x KH Sıcaklığı ise önemli ($P<0,05$) düzeyde etkilidir. AH grubu uçucu yağ bileşenleri toplam oranının değişiminde Makina tipi çok önemli ($P<0,01$) ve KH nemi kısmen ($P=0,125$) önemlidir.

MH'nin değişiminde Makina x KH Sıcaklığı interaksyonu önemli ($P<0,05$), **OS** değişiminde Makina tipi kısmen ($P=0,09$), KH Nemi önemli ($P<0,05$) ve Makina x KH Nemi interaksyonu çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkili olmuşlardır. **SH** grubu uçucu yağ bileşenleri toplam oranının değişiminde ise hasat gününün ($P=0,075$) kovaryete etkisi ile birlikte Makina x KH Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) x KH Nemi üçlü interaksyonu önemli düzeyde ($P<0,05$) belirleyici olmuştur. **BC** grubu bileşenleri oranında ise KH Sıcaklığı çok önemli ($P<0,01$), Makina tipi ve Makina tipi x KH Sıcaklığı önemli ($P<0,01$) düzeyde etkilidir. Son olarak **Ester** grubunun değişiminde Makina, KH Sıcaklığı ve Makina x KH Sıcaklık ikili interaksyonu çok önemli ($P>0,01$) düzeylerde önemli bulunmuştur.

OM'nin yüksek olması taze gül koku özelliklerine yakınlık yönünden aranan bir özelliktir. Bu koku kalite parametresi yönünden en iyi sonucu %21,2 oranla daha önceki bir çalışmada tıbbi ve aromatik bitkileri kurutmak için tasarlanmış olan 4 raflı deneysel kurutucu (4 RDK), %10,7 oranı ile de en düşük sonucu 3 raflı iklim dolaplı (3 RİD) kurutucu gösterirken, yine tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulması için tasarlanmış bir diğer makina olan 3 raflı yoğunlaşma üniteli kurutma (3 RYÜK) sistemi diğer iki makina arasında ve 4 RDK'e yakın (%17,2) yer almıştır. MH parametresinin değişiminde Makina x Sıcaklık interaksyonu önemlidir ($P<0,05$). OS parametresi üzerinde ise Makina x Nem interaksyonu çok önemlidir ($P<0,001$). 3 RYÜK ile 30°C de kurutma OS değerlerinde en az düşüşün görüldüğü uygulamadır ve en iyi olandır.

SH uçucu yağ bileşenlerin değişiminde ise: Hasat Günü kovaryans etkisi ($P=0,075$) ve Makina x Sıcaklık x Nem üçü bir arada etkilidir ($P=0,019$). SH değerleri 35°C kurutma havası sıcaklığı ve yüksek kurutma havası nemlerinde (30 ve 40 %RH) taze güle en yakın olmuştur. OA değerlerinde en az değişimler 3 RYÜK (%0,52-0,65) ve 4 RDK'de (%1,00-2,00), en çok değişim ise 3 RİD'dedir (%2,43-6,93).

Taze güle en yakın AH değerleri OA da olduğu gibi en az değişimler 3 RYÜK (%55,3) ve 4 RDK'de (%65,0), en çok değişim ise 3 RİD'dedir (%79,9). BC değerleri 3 RİD'nin 35°C ve 40°C sıcaklıklarında düşük ve taze güle yakındır. Aldehid değerlerinde en az değişim 4 RDK'de en çok değişim 3 RYÜK'de

görülürken, 3 RİD değerleri ikisi (4 RDK-3 RYÜK) arasında ve 4 RDK'e yakındır. Ester ve HH koku bileşenlerine taze gülde hiç bulunmaz iken 30 ve 35°C sıcaklıkta kurutma ile bazen Estere rastlanılmıştır.

OM Grubu 34 farklı koku bileşeni ölçülmüştür. Taze ve kuru güllerde OM grubu bileşenlerin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.1'de verilmiştir.

Taze gül uçucu yağ bileşenleri analizlerinde rastlanmayıp kurutma sonucu oluşan 21 adet maddeye rastlanılmıştır. Bunlar: Linalilasetat, Rose oksit trans, Sitronellil bütirat, Kamfor, sis-Myrtanol, Metil Palmitat, Cyclodecanol, Sitronellil valerat, trans-Geraniol, 4-Terpineol, Sitronellil format, 3-Hidroksi-2,2,4-trimetilpentil, 5,9-Undecanien-2-one,6,10-dimet, 2-Hekzadesen-1-ol,3,7,11,15-tetr, Sitronellil tiglat, p-Menth-1-en-8-ol, (S)-(-)-trans, Trans-2,4-Decadienal, Siklododesanol (CAS) Siklododesan, Linalol oxide CIS, alfa Terpineol ve 2-undecanone. Taze güllerde bulunup kurutma ile değerleri azalan maddeler bir bakıma uçucu bileşenlerin kurutma ile azaldığı anlamına gelir, bu bileşenler içerisinde en önemlileri: Beta-Sitronellol, Geraniol ve Nerol 'dür.

Taze ve kuru güllerde OM grubu uçucu yağ bileşenlerine ait GLM varyans analiz sonuçları (taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan 21 adet koku bileşeni) Çizelge A.2'de, taze ve kuru güllerde görülen OM grubu 13 uçucu yağ bileşenindeki değişimlere ait GLM varyans analiz sonuçları Çizelge A.3'de verilmiştir.

Çizelge A.3'deki varyans analizinde önemli çıkan taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen OM grubu 7 uçucu yağ bileşenleri (Geraniol, Nerol, Neril asetat, E-Sitral, Sitronellol (L), Sitronellilasetat ve Beta Sitronellol çoklu karşılaştırma fark testleri ise Çizelge A.4'de verilmiştir.

Kurutma ile genel ortalama değerleri yönünden Beta Sitronellol (%70,06), Geraniol (%49,53), Nerol (%69,23), Nerilasetat (%54,17) ve E-Sitral (%71,87) azalırken, Sitronellol L (%175,32) ve Sitronellil asetat (%22,92) artmıştır.

Kurutulunca kuru güllerde oluşan OM grubu 21 adet uçucu yağ bileşenine ait tanımlayıcı istatistikleri; makinalara göre Çizelge A.5’de, KH sıcaklığına göre Çizelge A.6’da, KH Nem’ine göre Çizelge A.7’de verilmiştir. 3 RYÜK’de taze gülde bulunmayıp kuru gülde oluşabilen Sitronellil bütirat hariç diğer 20 OM grubu uçucu yağ bileşeninin hiçbirine rastlanmamıştır. Bu yönü ile 3 nolu Makina taze güle eşit sonuç vermiştir.

Sitronellil bütirat değeri ise 3RYÜK’de (%0,042) 4 RDK (%0,059) ve 3 RİD ye (%0,062) göre en azdır. 4 RDK ile kurutulmuş güllerde de taze gülde rastlanmayan 21 parametrenin 16’sına rastlanılmamıştır. 3 RİD’de ise kurutma ile oluşan 21 parametreden sadece 3’ü oluşmazken diğerleri genellikle en yüksek oranda oluşmuşlardır. Bunun muhtemel nedenleri; kullanılan iklim dolabında istenenden daha fazla nem oluşması, ayrıca içinde yeterli ve etkin hava dolaşımı olmaması ile açıklanabilir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulmasında raflar arasında sıcaklık ve nem kontrolünün eşit olarak hassas ve etkin yapılamadığı böyle iklim dolaplarının kullanılması kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilir.

OM grubu 21 adet uçucu yağ bileşenlerinin kesikli kurutma (Makina, KH Sıcaklığı, KH Nemi) ve Hasat Günü (lineer, quadratik ve kübik) ve TGHY miktarı (ml/kgKM) sürekli değişkenlerine ilişkin “none” ve en iyi sonucu veren “Stepwise” modunda yapılan GLM faktöriyel Kovaryans analizde sadece Metil palmiate için makina ve Sitronellil valerat için Makina ve Makina x KH Nemi önemli bulunmuştur (Çizelge A.8).

Metil palmiate için makina ve Sitronellil valerat için Makina ve Makina x KH Nem çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge A.9’da verilmiştir. Metil palmiateve Sitronellil valerat 4 RDK’de hiç bulunmadığı için en iyi olandır, ayrıca 3 RYÜK’de (%0,00952 ve %0,00563) en az, 3 RİD’de ise en yüksek (%0,01889 ve %0,04926) ve diğerlerinden istatistik olarak farklıdır ($P<0,05$). Metil palmiate fark testlerinde istatistik olarak önemli çıkmamakla birlikte kurutma havası sıcaklığı ve neminin artışıyla istenmeyen bu maddenin oluşumu büyük oranda

önlenebilmiştir. Kurutma sıcaklığının en yüksek olduğu 40°C'nin düşük ya da yüksek bütün nemlerinde bu madde oluşmazken; diğer sıcaklık ve nemlerde değişik oranlarda görülmüştür. Sitronellil valerat sadece 3 RİD ile %40 ve %30 nemlerde kurutulan güllerde görülürken diğerlerinde hiç rastlanılmamıştır. Makina x Nem için yapılan fark testlerine göre 3 RİD ile %40 Nem'de %0,01189 ve 3 RİD ile %30 Nem'de %0,02889'dir.

Taze ve kuru Isparta güllerinde görülen OM grubu 13 uçucu yağ bileşeninin kurutma parametrelerine göre değişimini inceleyen "Stepwise" GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.10'de, bu uçucu yağ % bileşenlerinin kurutma faktörlerine göre ortalama değerleri Çizelge A.11'de verilmiştir. Beta-Sitronellol, Geraniol ve Nerol gül yağında en çok aranan OM grubu koku bileşenlerindendir ve yüksek olması istenir. Beta-Sitronellol, Geraniol, Nerol ve Citronel-lol <L> oranları sadece kurutuldukları makinalara göre farklılık göstermiştir. Beta-Sitronellol oranlarında taze güldeki yağ oranı kovaryans etkisi de kısmen önemli bulunmuştur (P=0,077). Stearaldehyde (Oktadesanal) oranlarının kurutma ile değişiminde de Makina (P=0,01), KH Sıcaklık (P=0,001) ve Makina x KH Sıcaklık (P=0,001) çok önemli düzeyde etkilidir. 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl, Neril asetat ve Z-Citral değişimlerinde herhangi bir faktörün etkisi bulunmamıştır.

Kurutulmuş güllerde Linalol ve Stearaldehyde 3 RYÜK'de en yüksek iken 4 RDK ve 2 sonuçları arasında istatistik olarak fark yoktur. Beta-Sitronellol 4 RDK'de %11,9 ve en yüksek, 3 RİD'de 6,88 ve en düşük, 3 RYÜK'de ise %10,6 ortalama değeri ile 4 RDK ve 3 RİD arasındadır. Sitronellol<L> ve 1,6,10,14Hekzadesatetraen-3-ol 4 RDK'de görülürken diğerlerinde ise rastlanmamıştır (P<0,05). Geraniol, Nerol, Sitronellil propiyonat ve Sitronellil asetat makinalara göre değişmekle birlikte istatistik olarak aynı gruptadır.

Kurutma havası sıcaklığı Stearaldehyde miktarının değişiminde çok (P=0,001) 1,6,10,14Hekzadesatetraen-3-ol değişiminde kısmen (P=0,117) etkilidir. Stearaldehyde oranı 35°C'de diğer iki sıcaklıktan daha yüksektir (%1,17). 1,6,10,14Hekzadesatetraen-3-ol oranı en yüksek 40°C'de (%0,02), 30°C'de hiç oluşmamış (%0,00), 35°C'de ise bu ikisi arasındadır (%0,01).

Kurutma havası bağıl nemi Linalol ve Sitronellil asetat miktarının değişiminde sırasıyla $P<0,01$ ve $P<0,05$ düzeylerinde etkilidir. Linalol Sitronellil asetat %30 nemde en yüksek %1,23 ve %0,19 değerlerinde daha düşük ve aralarında istatistik yönden fark yoktur. Makina ve Sıcaklığın Stearaldehyde üzerindeki birlikte etkisi çok önemlidir ($P=0,001$). 3 RYÜK ve 35°C'de %3,30 ve yüksek, diğerlerinde %0,03-0,18 arasında ve düşüktür. Diğerleri arasındaki farklar istatistik yönden önemsizdir.

Makina ve nemin Sitronellil propiyonat üzerindeki birlikte etkisi de kısmen önemlidir ($P=0,110$). 3 RİD ve %40 nemde en yüksek (%0,26), 4 RDK ve %20 nemde orta (%0,19) diğerlerinde %0,00-0,07 arasında ve düşüktür. Sonuncu grubun kendi arasındaki farklar da istatistik yönden önemsizdir.

Taze ve/veya kurutulmuş güllerde görülen bir başka uçucu yağ bileşen grubu olan Monoterpen Hidrokarbon (MH)'ların tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.12'de verilmiştir. Taze güllerde yapılan 13 analizden sadece birinde (%0,79) rastlanılırken Siklopentan heneikosil, 2-Beta pinen, Siklooktan1,2-dietil ve Beta-Mirsen'den oluşan diğer 4 MH grubu bileşenlerine hiç rastlanılmamıştır. Taze güllerde yapılan 13 analizden sadece birinde MH grubundan sadece Alfa-pinen bileşeni bir kez rastlandığı için yetersiz gözlem nedeni ile bu grupta taze/kuru ortalama değerler ve fark testleri yapılamamıştır.

Kuru güllerde görülen MH grubu 5 koku bileşeni üzerinde etkili kurutma parametrelerinin "Stepwise" GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.13'de verilmiştir. Alfa-pinen değerlerinin değişimi için Makina x KH Sıcaklık (°C) önemli ($P<0,05$) iken; Beta-Mirsen için sadece Makina tipi önemlidir ($P<0,05$). Isparta gülü MH grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi Çizelge A.14'de verilmiştir.

Alfa-pinen oranı Makina x Sıcaklık Tukey karşılaştırma testinde önemsiz çıkmıştır. En yüksek Alfa-pinen 3 RYÜK ve 35°C kurutma sıcaklığında elde edilmiştir (%0,340). Daha sonra 4 RDK ve 35°C'de (%0,280), bunları 3 RYÜK

40°C (%0,105), 4 RDK 40°C (%0,065), 3 RİD 40°C (%0,048), 4 RDK 30°C (%0,046) ve 3 RİD 30°C (%0,044) izlemekte ve aynı grupta yer almışlardır. Son olarak 3 RİD ve 3 RYÜK'ün 35°C'deki kurutma sonuçlarında ise Alfa-pinen bulunmamıştır.

Beta,-Mirsen oranları kurutmanın yapıldığı makinaya göre değişmiştir ($P<0,05$). Beta-Mirsen'e 3 RİD ile kurutulan güllerde ortalama %0,009 oranında rastlanılırken 1 ve 3 nolu diğer makinalar ile kurutulan güllerde rastlanılmamıştır.

Taze ve kuru güllerde OS grubu 11 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.15'de verilmiştir. Taze güllerde OS grubundan sadece Farnesol 2 ve d-Nerolidol'e rastlanırken diğerlerine hiç rastlanmamıştır. Bu iki koku bileşeninin de oranları kurutma ile azalmıştır.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen OS grubu uçucu yağ bileşenlerinin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve fark testleri Çizelge A.16'da verilmiştir. Kurutulan güllerde Farnesol 2 ve d-Nerolidol taze güllerinde olan orana bağlı olarak azalmıştır.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen OS grubu 11 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.17'de verilmiştir. Taze ve kuru güllerde görülen OS grubu 11 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin Stepwise GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.18'de verilmiştir. Karyofillen oksit değerlerinin değişimi için Makina ve KH Sıcaklığı (°C) ile KH Nemi (%) önemlidir ($P=0,083$ ve $P=0,055$). En yüksek Hyacinthin bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin TG HYM (ml/kgKM), Makina, KH Nemi (%) ve Makina ile KH Nemi (%) bulunmuştur. Farnesol 2 oranlarının kurutma ile değişiminde de KH Nemi ($P=0,113$) önemlidir. Ayrıca Eudesmol <gamma-> oranları sadece Makina ($P=0,152$) göstermiştir.

Isparta gülü OS grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi Çizelge A.19'da verilmiştir. Karyofillen oksit oranı Makina ve

Sıcaklık ile Nem Tukey karşılaştırma testinde önemsiz çıkmıştır. Hyacinthin oranı Makina Tukey'e göre en yüksek 3 RYÜK kurutmasında elde edilmiştir (%0,547). Daha sonra 4 RDK (%0,087) ve 3 RİD (%0,000) almışlardır. Hyacinthin oranı Nem ve Makina x Nem de önemli çıkmıştır. En yüksek %30 nemin (%0,494) ve en düşük %20 (%0,048) verilmiştir. Makina ile nem de 3 RYÜK %30 nem (%1,444) en yüksek sonuçlarında ise bulunmuştur. Elemol <alpha> ve Eudesmol <gamma> oranları kurutmanın yapıldığı Makina x Sıcaklık kurutulan güllerde 4 RDK ile 40 (°C) izlemekte %0,016 ve %0,022 çıkmıştır.

Taze ve kuru güllerde Seskuiterpen Hidrokarbon (SH) grubu 19 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.20'de verilmiştir. Taze güllerde yapılan 19 analizden sadece Beta-Elemene, Caryophyllene, Trans-Caryophyllene, Alpha-Guaiene, Alpha-Humulene, Germacrene D, Bulnesene <alpha> ve Azulene, 1,2,3,4,5,6,7, 8-octahy rastlanmıştır.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninin GLM taze ve kuru güllere göre kovaryans sonuçları ve fark testleri Çizelge A.21'de verilmiştir. Taze güllerde yapılan Beta-Elemene bileşeni (%0,073) taze / kuru ortalama daha yükselmiştir. Germacrene D bileşeni taze ve kurutulmuş güllerde (%0,047) rastlanmıştır.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.22'de verilmiştir.

Taze ve kuru güllerde görülen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin Stepwise GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.23'de verilmiştir. Germacrene D oranları kurutmanın yapıldığı Nem (%RH) Tukey karşılaştırma testinde önemsiz çıkmıştır (Çizelge A.24). En yüksek %30 (%0,971) ve %40 (%0,779) daha sonra %20 (%0,418) bulunmuştur. Delta-guaiene oranı 3 RİD (%0,014) çıkmıştır.

Taze ve kuru güllerde Oksijenli Alifatik (OA) grubu 40 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.25 ve Çizelge A.26'da verilmiştir. Taze ve kuru güllerde yapılan 40 analizden sadece birinde Propanoic acid, 2-methyl-, 1- (%637) tazedan artırmıştır. Taze ve kuru güllerde OA grubu diğerleri rastlanmamıştır.

OA grubu 40 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.27'de verilmiştir.

Çizelge A.28'a göre Propanoic acid 2-methyl-1(P=0,001), Butanoic acid,3,7-dimethyl-2,6-(P=0,140), Nonanal (CAS) n-Nonanal (P=0,067), Hexadecannal (P=0,084) ve Tridecyl methyl ketone (P=0,056) bileşenlerinin Makina faktörü önemlidir. Hexadecannal bileşeni kurutma hava sıcaklığı değişiminde (P=0,172) etkilidir. Kurutma havası bağıl nemi Decanal (CAS)n-decanal (P=0,152), HendecNI (P=0,152), 2,6-Octadienoic acid,3,7-dimeth (P=0,152), Geranyl butyrate (P=0,152), Butanoic acid,3,7-dimethyl-2,6- (P=0,152),Butanoicacid,3,4-dimethy (P=0,152), Hexadecanoic acid, methyl ester (P=0,057), Octadecannal (P=0,133), E-2-Tetradecen-1-ol (P=0,152), Cetyl alcohol (P=0,152) ve Tridecyl methyl ketone (P=0,162) düzeylerinde etkilidir.1-Eicosanol (CAS)n Eicosanol, Propanoic acid 2-methyl- 1 ve Tridecyl methyl ketone değerlerinin değişimi için Makina x KH Sıcaklık (°C) sırayla (P= 0,092, 0,023 ve 0,150) önemlidir.

Taze ve kuru güllerde görülen OA grubu 40 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin "Stepwise" GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.29'da ve ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi Çizelge A.30'de verilmiştir.

Propanoic acid 2-methyl- 1 oranı Tukeye göre en yüksek 3 RİD (%3,65) daha sonra 3 RYÜK (%0,18) ve 4 RDK (%0,10) rastlanılmıştır. Ayrıca Makina x KH Sıcaklık (°C) önemli çıkmıştır. En yüksek Propanoic acid 2-methyl- 1 3 RİD ve yüksek sıcaklıkta 40 °C (%6,31) daha sonra 35 °C (%2,99) ve 30 °C'dir. Daha sonra 3 RİD ve 35 °C (%1,71), 3 RİD ve 30 °C (%0,85) ve 3 RİD ile 40 °C (%0,43), son olarak 3 RYÜK ve sıcaklık sırasıyla 3 RYÜK ve 40 °C (%0,54), RYÜK ve 35°C (%0,00) ve 3 RYÜK ile 30 °C (%0,00) sonuçlarında ise Propanoic acid 2-methyl- 1 bulunmuştur. Nonanal (CAS) n-Nonanal, Octadecane <phenylethyl>,

Hexadecannal ve Tridecyl methyl ketone kurutmanın yapıldığı Makinaya göre değişmiştir. 3 RİD ile kurutulan güllerde ortalama sırayla %0,02, %0,01 ve %0,003 oranlarında rastlanılırken 1 ve 3 nolu diğer makinalar ile kurutulan güllerde rastlanılmamıştır.

Taze ve kuru güllerde Alifatik Hidrokarbon (AH) grubu 43 uçucu yağ bileşen% oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.31 ve Çizelge A.32’de verilmiştir. Bunlar: Hexacosane, Nonacosane, Octadecane, Muscalure, Heptadesan, Nonadesan, Eicosane, Heneikosan, Docosane, Trikosan, Pentakosan, Heptacosane, 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol, n-Pentadecane, Alpha-Octadecene, Tetracosane, 9-Eicosene, (E)- (CAS) ve 10-Heneicosene (c,t). Taze güllerde bulunup kurutma ile değerleri azalan maddeler bir bakıma uçucu bileşenlerin kurutma ile azaldığı anlamına gelir, bu bileşenler içerisinde: Nonacosane, Octadecane, Nonadesan, Eicosane, Heneikosan, Trikosan, Pentakosan, Heptacosane, 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol, Alpha-Octadecene, Tetracosane ve 10-Heneicosene (c,t)’dir.

Taze ve kuru güllerde AH grubu 25 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri taze güllerde bulunmamaktadır ve Çizelge A.32’de verilmiştir. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.33’de verilmiştir.

Taze güllerde yapılan bileşenleri Nonacosane (%0,150), Eicosane (%0,007), Heneikosan (%0,002), Trikosan (%0,013), Pentakosan (%0,037), Heptacosane (%0,034) ve Tetracosane (%0,028) taze /kuru ortalama daha yükselmiştir.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.34’de verilmiştir. Çizelge A.34’a göre, Nonacosane (P=0,000), Heptadesan (P=0,010), 1-Nonadesan (P=0,156), Eicosane (P=0,122), Heneikosan (P=0,002), Docosane (P=0,096), Trikosan (P=0,000), Pentakosan (P=0,000), Heptacosane (P=0,000), 9-Tricosene (Z) (CAS) Muscalure (P=0,017), Alpha-Octadecene

(P=0,175), Alpha-Octadecene (P=0,175), Tetracosane (P=0,000) ve 5-Eicosene(E)-(CAS) (P=0,126) bileşenlerinin Makina faktörü önemlidir.

Hexacosane (P=0,030), Nonadesan (P=0,117), n-Pentadecane (P=0,010), 9-Eicosene (E)- (CAS) (P=0,181) ve 5-Eicosene, (E)- (CAS) (P=0,151) bileşenlerin kurutma hava sıcaklığı değişiminde etkilidir.

Kurutma havası bağıl nemi Z-5-Nonadesan (P=0,172), Heptadesan (P=0,081), Pentakosan (P=0,064), 9-Nonadecen (P=0,152), Neophytadiene (P=0,152), Tetradecane (P=0,152), Tetracosane (P=0,056), 9-Eicosene (E)-(CAS) (P=0,019) ve 5-Eicosene (E)- (CAS) (P=0,011) düzeylerinde etkilidir.

Hexacosane (P=0,011), Nonacosane (P=0,069), Heneikosan (P=0,032), Trikosan (P=0,065), Pentakosan (P=0,023), Heptacosane (P=0,100), n-Pentadecane (P=0,010), Tetracosane (P=0,017), 5-Eicosene (E)- (CAS)(P=0,035) değerlerinin değişimi için Makina x KH Sıcaklık (°C) önemlidir.

Taze ve kuru güllerde görülen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.35’de verilmiştir. AH grubu taze ve kuru güllerde yapılan 43 analizde sadece 20 madde bileşenlerine rastlanmıştır.

Nonacosane, Heneikosan, Trikosan, Pentakosan, Tetracosane ve 5-Eicosene, (E)-(CAS) bileşenleri Tukey’e göre en yüksek 3 RİD (%0,35) daha sonra 4 RDK (%0,15) ve 3 RYÜK (%0,04) makinalar arasında farklı bulunmuştur. Ayrıca Makina x KH Sıcaklık (°C) önemli çıkmıştır. En yüksek 3 RİD ile 30°C ve 35°C (%0,42) daha sonra 40°C (%0,21) dir. Daha sonra 4 RDK ve 3 RYÜK sonuçlarında bulunmuştur (Çizelge A.36). Taze ve kuru güllerde Benzenoidli Bileşenler (BB) grubu 27 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.37’de verilmiştir. Taze gül uçucu yağ bileşenleri analizlerinde rastlanmayıp kurutma sonucu oluşan 3 adet maddeye rastlanılmıştır. Bunlar: Eugenol, Phenethyl alcohol ve Metil öjenol bileşenleridir. Taze güllerde bulunup

kurutma ile değerleri artan maddeler bir bakıma bu bileşenlerin kurutma ile oluştugu anlamına gelmektedir.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen BC grubu 27 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.38’de verilmiştir. Taze güllerde yapılan 27 analizden sadece birinde Methyleugenol (%0,138) rastlanılmıştır. Diğer 26 BC grubu bileşenlerine rastlanmamıştır.

Taze güllerde yapılan 27 analizden sadece birinde BC grubundan sadece Methyleugenol bileşeni bir kez rastlandığı için yetersiz gözlem nedeni ile bu grupta taze/kuru ortalama değerleri arasında istatistik olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen BC grubu 27 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.39’da verilmiştir. Kuru güllerde görülen BC grubu uçucu yağ bileşenleri Phenethyl alcohol, Metil öjenol, Benzyl benzoate ve Phenol 2-methoxy-3-2-prpenyl Makina önemlidir. Kurutma hava sıcaklığı Phenethyl alcohol bileşeni değişiminde kısmen ($P=0,07$) etkilidir.

Kurutma hava nemini Cyclohexane carboxylic acid-2-ph değişiminde ($P=0,150$) bulunmuştur. Ayrıca Eugenol ve Phenol 2-methoxy-3-2-prpenyl için Makina x Sıcaklık önemlidir ($P=0,01$ ve $P=0,14$).

Taze ve kuru güllerde görülen BC grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.40’da verilmiştir. Eugenol, Phenethyl alcohol ve Phenol 2-methoxy-3-2-prpenyl oranları faktörlere göre Makina, KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) ve Makina x KH Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) farklılık göstermiştir. Eugenol oranlarının kurutma ile değişiminde Makina ($P=0,000$), KH Sıcaklığı ($P=0,002$) ve Makina x KH Sıcaklığı ($P=0,001$) önemli düzeyde etkilidir.

Phenethyl alcohol oranlarının değişiminde Makina ($P=0,079$), KH Sıcaklık ($P=0,016$) ve Makina x KH Sıcaklığı ($P=0,107$) bulunmuştur. Phenol 2-methoxy-

3-2-prpenyl oranı de Makina (P=0,070), KH Sıcaklık (P=0,117) ve Makina x KH Sıcaklığı (P=0,103) verilmiştir.

Metil öjenol oranlarının kurutma ile değişiminde Makina (P=0,018) ve KH Sıcaklığı (P=0,070) rastlanılmıştır. Benzyl benzoate oranları kurutmanın yapıldığı makinaya göre değişmiştir (P=0,040). Diğer bileşenlerde (9 adet) rastlanılmamıştır.

Isparta gülü BC grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi Çizelge A.41'de verilmiştir. Eugenol oranı Tukey'e göre Makina, Sıcaklık (°C) ve Makina ile Sıcaklık önemli çıkmıştır. En yüksek 3 RYÜK (%2,399) daha sonra 4 RDK (%0,048) ve 3 RİD (%0,021) kurutmasında elde edilmiştir. Düşük sıcaklık 30 °C'de (%1,431) oranı artmıştır. Son olarak 3 RYÜK ile düşük sıcaklıkta 30°C (%4,220) ve 35°C (%2,977) en yüksek sonuçları elde edilmiştir.

Phenethyl alcohol oranı 3 RYÜK (%11,59) önemli çıkmıştır. Daha sonra 4 RDK (%6,483) ve en düşük 3 RİD (%1,469) kurutmasında elde edilmiştir. Phenethyl alcohol oranı Tukey'e göre en düşük sıcaklık 30°C de (%13,71) yüksek oranı almıştır. Son olarak 3 RYÜK ile düşük Sıcaklıkta 30°C (%4,220) ve 35°C (%2,977) en yüksek sonuçları verilmiştir. Metil öjenol oranı Tukey'e göre 3 RYÜK (%2,365) önemli çıkmıştır. Daha sonra 4 RDK (%1,581) ve en düşük 3 RİD (%0,705) kurutmasında elde edilmiştir. Metil öjenol oranı en düşük sıcaklık 30°C de (%1,936) yüksek oranı almıştır. Son olarak 40°C (%1,842) ve 35°C (%0,873) sonuçları verilmiştir. Phenol 2-methoxy-3-2-prpenyl düşük sıcaklıkta 30°C (%0,023) yüksek oranı verip ve daha sonra 35 °C (%0,002) kurutmasında elde edilmiştir. Phenol2-methoxy-3-2-prpenyl 3 RİD ve 30°C (%0,073) en yüksek oranı verilmiştir. Taze ve kuru güllerde Halojenli Hidrokarbon (HH) grubu 2 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.42'de verilmiştir. Taze güllerde Geranyl bromide ve 4-Bromo-1-naphalenamine bileşenlerine rastlanmamıştır. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen BC grubu 2 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.43 'de verilmiştir. Taze güllerde Geranyl bromide ve 4-Bromo-1-naphalenamine bileşenleri yapılan 2 analizden

rastlandığı için yetersiz gözlem nedeni ile bu grupta taze ortalama diğerler ve fark testleri yapılmamıştır.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen HH grubu 2 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.44'de verilmiştir. Taze ve kuru güllerde Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.45'de verilmiştir. Bu bileşenler içerisinde Palmitic Aldehit, Hexadecanal (CAS) palmitic aldey, Tetradecanal (CAS) myristaldehy, Hesadecanal (CAS) palmitic aldehy, Hesadecanic acid methyl (CAS) ve MyristAldehit 'dir.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.46'da verilmiştir. Taze güllerde yapılan 6 analizden sadece MyristAldehit (%0,044) bir kez rastlandığı, diğer 5 Aldehit grubu bileşenlerine rastlanmamıştır. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.47'de verilmiştir. Taze gül hasat başlangıcında TG HYM nın yüksek olmasıyla birlikte Tetradecanal'da yüksektir. Hesadecanic acid methyl (CAS) Makina (P=0,099) ve Makina ile KH Sıcaklığı (P=0,076) önemli çıkmıştır. Ayrıca MyristAldehit KH Sıcaklığı (P=0,007) ve Makina ile KH Sıcaklığı (P=0,019) kurutmasında elde edilmiştir.

Taze ve kuru güllerde görülen Aldehit grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin "Stepwise" GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.48'de verilmiştir. Hesadecanic acid methyl ter (CAS) değerlerinin değişimi için Makina (P=0,158) ve Makina x KH Sıcaklığı (°C) (P=0,115) önemlidir. MyristAldehit oranı Stepwise göre Makina (P=0,011), KH Sıcaklığı (°C) (P=0,001) ve Makina x KH Sıcaklığı (°C) (P=0,002) verilmiştir.

Isparta gülü Aldehit grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi Çizelge A.49'da verilmiştir. Hesadecanic acid methyl (CAS) oranı 3 RİD ile KH Sıcaklığı 40°C (%0,039) çıkmıştır. MyristAldehit oranı 3

RYÜK (%1,114) ve 3 RYÜK ile 35°C (%3,293) en yüksek oranı rastlanılmıştır. Taze ve kuru güllerde Ester grubu 4 uçucu yağ bileşen% oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge A.50'de verilmiştir. Bu bileşenleri: 2-Butenoic acid2-methyl-2-phe, 1-2-Benzenedicarboxylic acid, Di (n-octadecyl) phosphite ve Isovalerate <phenethyl> dir.

Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen Ester grubu 4uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri Çizelge A.51 ve Çizelge A.52 taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen Ester grubu 4 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları yapılmamıştır.

Taze ve kuru güllerde görülen Ester grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin "Stepwise" GLM kovaryans analiz sonuçları Çizelge A.53'de verilmiştir. 1,2-Benzenedicarboxylic acid oranı Makina (P= 0,007), KH Sıcaklığı (°C) (P=0,001) ve Makina ile KH Sıcaklığı (°C) (P=0,001) önemlidir.

Isparta gülü Ester grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi Çizelge A.54'de verilmiştir. Çizelge A.54'a göre, 1,2-Benzene dicarboxylic acid oranı Tukeye göre en yüksek oranları kurutmanın yapıldığı 3 RYÜK (%2,082), 35°C (%2,099) ve 3 RYÜK ile 35°C (%6,247) rastlanılmıştır.

Taze ve kuru Isparta gülü uçucu yağ bileşenlerinde gül yağına esas gül kokusu veren ana bileşenler sırasıyla Sitronellol (15,01-9,90), Geraniol (23,16-3,83), Nerol (7,16-0,85), Metil eugenol (0,69-1,40), Nonadesan+1-Nonadesen (16,68+0,00 - 25,75+1.88), Heneikosan (11,68-20,70), Trikosan (3,61-6,35), Eikosan+(E)-9-eikosan (1,89+2,59-3,08+1,44), Feniletil alkol (0,66-5,23), Linalol (0,36-0,52) ve Pentakosan (1,62-2,25) olarak belirlenmiştir. Benzer diğer araştırmalarda Soysal (2000) kurutma öncesi ve sonrası (taze-kuru) yağ güllerinde sırasıyla Sitronellol (32,21-11,30), Geraniol (21,33-6,90), Nerol (10,38-2,00), Metil eugenol (2,07-2,40), Nonadesan/1-Nonadesen (8,97-28,6), Heneikosan (2,53-14,1), Trikosan (0-4,60), Eikosan/(E)-9-eikosan (...-3,40)

Etanol (1,63-3,40), Geranil asetat (1,56-0), Alfapinen (1,29-0), Feniletil alkol (1,22-0), Linalol (1,17-0), Oktadekan (1,12-0) ve Heptadekan (2,11-) tespit edilmiştir. Ayrıca Verma vd. (2011) de benzer olarak gül petali uçucu yağı en önemli maddesinin Sitronellol (15,9-7,1), Geraniol (8,3-4,1), Nerol (4,0-0), Nonadesan (4,5-13,0) ve Heneikosan (2,6-19,7) olduğunu bildirmişlerdir.

Isparta gülü koşullarında denemeye alınan makina tipi, kurutma havası sıcaklığı ve kurutma havası nemi özellikleri belirlenmiş, elde edilen sonuçlara ait uçucu yağ ortalamaları; Sitronellol makina tipi 4 RDK, 3 RİD ve 3 RYÜK sırasıyla (11,9, 6,88 ve 10,6), Geraniol (4,99, 2,18 ve 4,09), Nerol (1,13, 0,26 ve 1,34), Metil eugenol (1,58, 0,71 ve 2,37), 1-Nonadesan (2,27, 1,10 ve 2,45), Heneikosan (18,2, 25,6 ve 14,0), Trikosan (5,10, 8,76 ve 3,80), Eikosan (2,88, 3,63 ve 2,46), (E)-9-eikosan (1,33, 2,21 ve 0,15), Feniletil alkol (6,48, 1,47 ve 11,59), Linalol (0,55, 0,18 ve 1,40) ve Pentakosan (1,73, 3,37 ve 0,96) % olarak verilmiştir.

Bu araştırmada kurutma havası sıcaklığına göre 30, 35 ve 40 °C’lerde elde edilen ortalama uçucu yağ oranları; Heneikosan %17,3, 17,9 ve 22,7, Trikosan %5,23, 5,94 ve 6,49, Metil eugenol %1,94, 0,87 ve 1,84, Feniletil alkol %13,71, 1,16 ve 4,67 ve Pentakosan için %1,94, 2,07 ve 2,06’dır. Kurutma havası bağıl nemine göre ise %20, 30 ve 40 için sırasıyla (E)-9-eikosan oranı (0,75, 0,82 ve 2,12), Linalol (0,41, 1,23 ve 0,49) ve Pentakosan için (2,56, 1,54 ve 1,97) verilmiştir.

Başer (1992), köy tipinde citrenellol/geraniol oranının %0,83 ile %1,92, fabrika tipi gülyağında ise %2,30 ile %4,84 arasında değiştiği ve en iyi taze gül kokusu için 1,25-1,30 oranı andığını bildirirken kuru güllerde bu oran hakkında bir standardın olmaması sonuçların tazedekine en yakınlıkla değerlendirilmesine neden olmuştur. Bu yönüyle kuru güllerde yapılan kovaryans analizler hiçbir kesikli kurutma parametresinin (Makina, KH sıcaklığı ve Nemi) ve bunların ikili interaksiyonunun önemli olmadığını gösterirken; hasat günü (HS, gün) ve HS ve taze gül başlangıç ham yağ miktarı (TG HYM, ml/kgKM) sürekli faktörleri ile citrenellol/geraniol oranının artan yönlerde kısmen (Denklem 4.1 ve 4.2) önemli oldukları belirlenmiştir.

$$\text{B-Sitronellol/Geraniol} = 1,511 + 0,061 \text{ HG} \quad (R^2=\%7,1) \quad 4.1$$

$$\text{B-Sitronellol/Geraniol} = 1,030 + 0,0686 \text{ HG} + 0,243 \text{ TG HYM} \quad (R^2=\%13,4) \quad 4.2$$

Denklem 4.1'e göre gül hasadı başında (1. Gün) bu oran 1,572; hasadın sonunda (yaklaşık 25. Gün) 3,036 olarak deneme kuru güllerinde elde edilen değerler köy tipi (%0,83 - 1,92) ve fabrika tipi (%2,30 - 4,84) taze güllerden elde edilen değer sınırları içerisinde. Denklem 4.2'ye göre de araştırma verilerinden hesaplanan kuru güllerde B-Sitronellol/Geraniol oranı hasad sezonu başında (1. Gün ve taze gül yağ oranı 1,6 ml/kgKM) için 1,49 hasat sezonu sonunda ise (25. Gün ve taze gül yağ oranı 0,8 ml/kgKM) için 2,94 olarak tahminlenmiştir. Yapılan kurutma denemelerinde makina tipi, kurutma havası sıcaklığı ve bağıl nemi önemli çıkmamakla birlikte 3RYÜK kodlu makinanın denemeleri sezon başında yapılan denemeler olduğu için (arıza nedeni ile) sezon başı değeri olan 1,6 oranına, diğer makinalara ait oran ise 2,8 ve 3,4 oranları ise tüm sezon ortalaması kuru güllere ait genel B-Sitronellol/Geraniol oranı olarak kabul edilebilir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Taze ve kuru gül B-Sitronellol/Geraniol tanımlayıcı istatistikleri

VARYASYON KAYNAKLARI		TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER						
Kalite Parametresi	Uygulama	N	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	Se	%CV	Min	Max
B-Sitronellol/ Geraniol	Taze Gül	1	0,68	0,10	0,34	51,2	0,00	1,08
		2	1	1	9	2	0	0
	4RDK	2	2,83	0,34	1,77	62,6	0,42	7,08
		6	7	8	7	3	8	2
	3RİD	2	3,44	0,26	1,25	36,3	0,76	6,25
		3	1	1	0	2	3	9
	3RYÜK	6	1,65	0,23	0,58	35,4	0,96	2,73
			5	9	6	1	1	2

4.5. Taze ve Farklı Kurutucu, Sıcaklık ve Nemlerde Kurutulmuş Güllerde Renk Değişimi

Taze ve kurutulmuş Isparta gülünün toplam renk sapması " ΔE ", renk tonu yoğunluğu " C ", renk tonu ölçüsü olan " H " (α°) Hue açısı gibi renk analizinde kullanılan parametreler uluslararası renk ölçümü L^* , a^* ve b^* değerlerinden

türetilmektedir. Taze ve kurutulmuş deneme güllerinden elde edilen bu temel renk parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 4.14’de ve “stepwise” GLM varyans analiz sonuçlarına göre önemli bulunan faktörlerin Tukey çoklu ortalama karşılaştırmaları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Taze ve kuru Isparta gülü renk değerleri tanımlayıcı istatistikleri

VARYASYON KAYNAKLARI		Tanımlayıcı İstatistik Parametreler					
Renk	Makina	N	$\bar{x}$	$S_{\bar{x}e}$	%CV	Min	Max
L*	Taze	78	33,049	0,791	21,13	20,980	52,110
	4RDK	108	36,889	0,646	18,20	20,340	56,330
	3RİD	81	34,051	0,601	15,87	19,150	47,540
	3RYÜK	36	33,168	0,732	13,24	23,790	44,070
	Kuru	225	35,272	0,408	17,36	19,150	56,330
a*	Taze	78	11,254	0,600	47,06	0,070	24,880
	4RDK	108	18,578	0,558	31,21	7,500	36,360
	3RİD	81	18,057	0,745	37,15	4,40	32,060
	3RYÜK	36	17,626	0,773	26,31	10,280	28,610
	Kuru	225	18,238	0,398	32,72	4,400	36,360
b*	Taze	78	7,30	1,10	133,68	-9,39	25,91
	4RDK	108	2,090	0,562	279,69	-9,770	13,110
	3RİD	81	2,545	0,699	247,19	-9,050	22,500
	3RYÜK	36	3,075	0,823	160,64	-7,970	14,400
	Kuru	225	2,411	0,391	243,21	-9,770	22,500

2017 hasat sezonunda taze ve kuru gül L*, a* ve b* renk değerleri genel olarak 26 yaş gül alım günü örneklerinden üçer ölçüm tekrarlı 78 taze gül ortalama renk okumalarından sırasıyla 33,05±0,791, 11,25±0,600 ve 7,3±1,10; kurutma denemeleri sonunda elde edilen 75 kurutucu raflardaki kuru güllerden de üçer tekerrden 225 ortalama renk okumasından yine L*, a* ve b* renk değerleri sırasıyla 35,27±0,408, 18,24±0,398 ve 2,41±0,391 değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.15. Kurutma faktörlerinin kuru gül L*, a*, b* renk ölçümü değerleri üzerine etkisi ve ortalamalar arası fark sonuçları

Varyasyon Kaynakları		L*	a*	b*
Makina	4RDK	36,89 a	19,36	-
	3RİD	34,05 b	18,74	
	3RYÜK	32,90 b	20,74	
Sıcaklık (°C)	30	34,44	16,86 b	-
	35	35,44	19,28 a	
	40	33,95	18,87 ab	
Nem (%RH)	20	34,62	18,70	-
	30	33,70	18,32	
	40	35,52	17,99	
Makina x Sıcaklık	4RDK x 30	38,70 a	-	-
	4RDK x 35	34,12 bc		
	4RDK x 40	37,85 ab		
	3RİD x 30	33,03 c		
	3RİD x 35	34,73 abc		
	3RİD x 40	34,39 abc		
	3RYÜK x 30	31,60 abc		
	3RYÜK x 35	37,47 abc		
	3RYÜK x 40	29,62 c		
Makina x Nem	4RDK x 20	-	-	-
	4RDK x 30			
	4RDK x 40			
	3RİD x 20			
	3RİD x 30			
	3RİD x 40			
	3RYÜK x 20			
	3RYÜK x 30			
	3RYÜK x 40			
Sıcaklık x Nem	30x20	32,83 ab	18,38	-
	30x30	36,27 a	16,23	
	30x40	34,22 ab	15,98	
	35x20	34,24 ab	19,12	
	35x30	34,61 ab	17,66	
	35x40	37,47 a	21,05	
	40x20	36,77 a	18,61	
	40x30	30,23 b	21,06	
	40x40	34,87 ab	16,94	

Soysal (2000) 40°C ve Boyar (2015) 35, 40 ve 45°C’de alttan yukarı doğru kurutma havası akımlı raflı kurutucu ile elde açmış gül çiçeklerinden elde ettikleri kuru güllerin kurutma öncesi (taze) ve sonra L ve a renk değerlerinin azalırken b’nin arttığını bildirmişlerdir. Bu araştırmanın 30, 35 ve 40°C kurutma havası sıcaklığı ve %20-40 arasında bağıl nem koşullarında yapılan raflı kurutucu denemelerinde ortalama taze ve kuru gül renk bulgularında bazı farklılıklar görülmüştür. Bu farkların ilki Soysal (2000) ve Boyar (2016) taze gül L* değerleri 74,3 ve 60,74 iken araştırma sezonun başından sonuna kadar ortalama 33,05 ve

literatürden düşük olmasıdır (Çizelge 4.16-4.18). Aynı şekilde a* renk parametresi de 11,25±0,600 değeri ile benzer çalışmalardaki 20,7 ve 33,79 değerlerinden daha düşüktür. Ancak b* değeri çin hesaplanan ortalama -7,30 değeri diğer iki benzer çalışmalardaki -4,4 ve -6,45 ve -7,30 değerleri ile uyumludur. Ayrıca her üç çalışmada da kurutmadan sonra b* değerleri artmıştır.

Çizelge 4.16. Taze ve kuru Isparta gülü renk değerleri sıcaklıkla değişimi

Renk Değişimi	Taze	Sıcaklık (°C)		
		30°C; %20-40 (y.b.)	35°C; %20-40 (y.b.)	40°C; %20-40 (y.b.)
		Kuru		
L*, (%)	33,05±0,791	34,44	35,44	33,95
a*, (%)	11,25±0,600	16,86 b	19,28 a	18,87 ab
b*, (%)	-7,30±1,100	-5,54	-5,88	-4,88

Çizelge 4.17. Gül çiçeğinde (*Rosa damascena* Miller) farklı uygulamaların çiçek renk özellikleri üzerine etkisi (Soysal, 2000)

Renk Özelliği	Kurutma uygulaması				LSD
	Taze	Rafli Kurutucu 40°C; %29 (y.b.)		Gölgede 30°C; %38 (y.b.)	
		Kurutma Sonrası	Bir gece beklemeyle		
L*, (%)	74,3±2,38 a	37,9±1,92 b	52,3±2,44 c	62,8±2,94 d	4,019
a*, (%)	20,7±3,95 a	32,2±2,66 b	14,3±1,49 c	4,4±0,91 d	4,167
b*, (%)	-4,4±2,61 a	-7,4±2,25 a	7,2±9,98 b	29,5±2,85 c	3,759

Çizelge 4.18. Isparta Gülü taze ve kuru gül örneklerinin renk değişimi (Boyar vd., 2015)

Renk Değişimi	Sıcaklık (°C)					
	35°C; %24 (y.b.)		40°C; %19,5 (y.b.)		45°C; %17,5 (y.b.)	
	Taze	Kuru	Taze	Kuru	Taze	Kuru
L*, (%)	60,74	40,77	61,94	39,06	59,96	40,48
a*, (%)	33,79	28,39	31,98	28,54	29,70	25,02
b*, (%)	-7,12	-5,54	-7,12	-5,88	-6,45	-4,88

Isparta gülünün farklı kurutucularda çeşitli sıcaklık ve nemlerde kurutulması sonucu meydana gelen L*, a* ve b* renk değerleri kullanılarak bazı renk

parametrelerindeki hesaplanmıştır. Isparta gülünün farklı kurutucularda çeşitli sıcaklık ve nemlerde kurutulması sonucu meydana gelen L*, a* ve b* renk değerleri kullanılarak hesaplanan renk parametrelerindeki değişimlerle ilgili tüm sürekli ve kesikli faktörlerin incelendiği “none” kovaryans analiz taloları Çizelge 4.19- 4.22’de görülmektedir.

Çizelge 4.19. Isparta gülünde renk değişimine ilişkin ΔL varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Hasat Günü	1	5,10	5,0990	0,21	0,648
Hasat Günü ²	1	2,00	2,0050	0,08	0,774
Hasat Günü ³	1	0,40	0,4022	0,02	0,898
TG HYM (ml/kgKM)	1	1,42	1,4183	0,06	0,809
Makina	2	105,47	52,7350	2,21	0,128
Raf	3	23,99	7,9982	0,33	0,800
KH Sıcaklığı (°C)	2	103,01	51,5065	2,15	0,134
KH Nemi (%RH)	2	169,44	84,7193	3,54	*0,042
Makina x KH Sıcaklığı	4	321,63	80,4086	3,36	*0,022
Raf x KH Sıcaklığı	6	184,41	30,7346	1,29	0,295
Raf x KH Nemi	6	148,70	24,7839	1,04	0,422
KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	151,49	37,8720	1,58	0,205
Raf x KH Sıcaklığı x KH Nemi	12	427,26	35,6048	1,49	0,185
Hata	29	693,34	23,9084		
Toplam	74	4342,21			

*: P<0,05

Çizelge 4.20. Isparta gülünde renk değişimine ilişkin Δa varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Hasat Günü	1	24,00	24,0015	0,97	0,333
Hasat Günü ²	1	12,87	12,8671	0,52	0,477
Hasat Günü ³	1	4,39	4,3909	0,18	0,677
TG HYM (ml/kgKM)	1	0,20	0,2022	0,01	0,929
Makina	2	26,33	13,1651	0,53	0,593
Raf	3	43,76	14,5869	0,59	0,627
KH Sıcaklığı (°C)	2	101,08	50,5394	2,04	0,148
KH Nemi (%RH)	2	196,27	98,1342	3,97	*0,030
Makina x KH Sıcaklığı	4	63,68	15,9191	0,64	0,636
Raf x KH Sıcaklığı	6	72,31	12,0520	0,49	0,813
Raf x KH Nemi	6	124,39	20,7322	0,84	0,551
KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	75,47	18,8674	0,76	0,558
Raf x KH Sıcaklığı x KH Nemi	12	486,59	40,5489	1,64	0,135
Hata	29	717,58	24,7442		
Toplam	74	1919,29			

*: P<0,05

Çizelge 4.21. Isparta gülünde renk değişimine ilişkin Δb varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Hasat Günü	1	1,47	1,466	0,12	0,729
Hasat Günü ²	1	3,90	3,900	0,33	0,572
Hasat Günü ³	1	8,24	8,242	0,69	0,413
TG HYM (ml/kgKM)	1	26,63	26,629	2,23	0,146
Makina	2	6,76	3,379	0,28	0,756
Raf	3	29,19	9,731	0,81	0,496
KH Sıcaklığı (°C)	2	19,38	9,689	0,81	0,454
KH Nemi (%RH)	2	104,32	52,161	4,37	*0,022
Makina x KH Sıcaklığı	4	116,52	29,130	2,44	0,069
Raf x KH Sıcaklığı	6	58,94	9,824	0,82	0,562
Raf x KH Nemi	6	50,98	8,497	0,71	0,643
KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	325,75	81,437	6,82	**0,001
Raf x KH Sıcaklığı x KH Nemi	12	54,42	4,535	0,38	0,960
Hata	29	346,28	11,941		
Toplam	74	1671,47			

*: P<0,05 ve **: P<0,01 demektir.

Çizelge 4.22. Isparta gülünde renk değişimine ilişkin ΔE varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Hasat Günü	1	0,17	0,1706	0,01	0,925
Hasat Günü ²	1	0,06	0,0611	0,00	0,955
Hasat Günü ³	1	0,26	0,2601	0,01	0,907
TG HYM (ml/kgKM)	1	30,30	30,2990	1,60	0,215
Makina	2	65,21	32,6037	1,73	0,196
Raf	3	24,70	8,2344	0,44	0,729
KH Sıcaklığı (°C)	2	115,28	57,6425	3,05	0,063
KH Nemi (%RH)	2	129,64	64,8218	3,43	*0,046
Makina x KH Sıcaklığı	4	240,94	60,2344	3,19	*0,028
Raf x KH Sıcaklığı	6	152,96	25,4938	1,35	0,268
Raf x KH Nemi	6	10,38	1,7295	0,09	0,997
KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	235,25	58,8134	3,11	*0,030
Raf x KH Sıcaklığı x KH Nemi	12	304,37	25,3643	1,34	0,249
Hata	29	547,86	18,8919		
Toplam	74	2234,58			

*: P<0,05 ve

Çizelge 4.23, ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE Isparta gülünün farklı kurucularda renk değişimleri üzerinde en etkili kurutma parametrelerinin belirlenmesi için yapılan “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları nı vermektedir. Çizelge 4.24’de ΔL parlaklık değişimidir. Taze gülün doğal parlaklık ortalama değeri $31,9 \pm 0,58$ iken kurutulunca genelde parlaklık kaybı ile kararma görülmektedir. Pozitif değer büyük olması daha az

parlaklık kaybı, negatif olması aşırı parlaklık kaybı sonucu siyahlık artışının göstergesidir. 4 RDK ile kurutulmuş güller en parlak (7,38), 3RYÜK ile en koyu (-6,45) ve 3 RİD'de orta düzeyde (3,98) parlak olup ve her üç renk grubu istatistik olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$). Δa ve Δb kurutucu Makina tipine göre değişmezken, ΔE Toplam renk sapması makinalara göre önemlidir ($P<0,05$). Renk sapmaları 4 RDK de (16,09), en büyük 3 RYÜK de (16,72), en düşük 3 RİD'dedir (14,13).

Çizelge 4.23. Isparta güllerde görülen renk değişimi etkili kurutma parametrelerinin "Stepwise" GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
ΔL	Makina	2	1165,8	582,89	35,05	0,000
	KH Sıcaklığı (°C)	2	1037,1	518,54	31,18	0,000
	Makina x KH Nemi (%RH)	4	469,7	117,43	7,06	0,000
	Raf x KH Sıcaklığı (°C)	6	244,4	40,74	2,45	0,043
	Makina x Raf x Sıcaklığı x Nem	24	789,0	32,87	1,98	0,031
	Hata	36	598,8	16,63		
	Toplam	74	4342,2			
Δa	Raf	3	114,84	38,28	2,58	0,066
	KH Sıcaklığı (°C)	2	66,23	33,12	2,24	0,120
	KH Nemi (%RH)	2	286,00	143,00	9,65	0,000
	Makina x Raf	6	237,47	39,58	2,67	0,028
	Makina x Sıcaklığı x Nem	8	263,80	32,97	2,23	0,045
	Raf x Sıcaklık x Nem	12	569,02	47,42	3,20	0,003
	Hata	41	607,40	14,81		
	Toplam	74	1919,29			
Δb	KH Sıcaklığı (°C)	2	87,54	43,771	8,17	0,001
	KH Nemi (%RH)	2	114,91	57,454	10,72	0,000
	Raf x KH Sıcaklığı (°C)	6	84,68	14,113	2,63	0,030
	KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	587,03	146,758	27,38	0,000
	Makina x Raf x KH Nemi	12	214,19	17,849	3,33	0,002
	Makina x KH Sıcaklığı x KH Nemi	8	424,07	53,009	9,89	0,000
	Hata	40	214,42	5,360		
	Toplam	74	1671,47			
ΔE	Makina	2	67,31	33,657	3,78	*0,034
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	604,14	151,036	16,98	0,000
	Makina x KH Nemi (%RH)	4	204,13	51,033	5,74	**0,001
	Raf x KH Sıcaklığı (°C)	6	213,30	35,550	4,00	0,005
	KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	140,16	35,040	3,94	0,011
	Makina x Raf x Sıcaklık x Nem	24	573,89	23,912	2,69	0,006
	Hata	30	266,84	8,895		
	Toplam	74	2234,58			

*: $P<0,05$ ve **: $P<0,01$ demektir.

Çizelge 4.24. Isparta gülünün kurutma faktörlerine göre ortalama renk değişimleri

Varyasyon Kaynakları		ΔL	Δa	Δb	ΔE
Makina	4 RDK 3 RİD 3 RYÜK	7,38 a 3,98 b -6,45 c	-	-	16,09 a 14,13 b 16,72 ab
Raf	Raf 1 Raf 2 Raf 3 Raf 4	-	7,83 10,6 7,83 4,69	-	-
Sıcaklık (°C)	30 35 40	7,24 a -2,65 b 0,32 b	8,53 8,30 6,37	-10,9 b -8,23 a -8,36 a	-
Nem (%RH)	20 30 40	-	8,40 a 4,96 b 9,85 a	-7,25 a -8,70 a -11,5 b	-
Makina x Sıcaklık	4RDK x 30 4RDK x 35 4RDK x 40 3RİD x 30 3RİD x 35 3RİD x 40 3RYÜK x 30 3RYÜK x 35 3RYÜK x 40	-	-	-	20,0 ab 13,8 cd 14,5 cd 17,1 c 15,1 bc 10,2 d 9,90 d 18,1 ab 22,3 a
Makina x Nem	4RDK x 20 4RDK x 30 4RDK x 40 3RİD x 20 3RİD x 30 3RİD x 40 3RYÜK x 20 3RYÜK x 30 3RYÜK x 40	6,73 a 8,25 a 7,16 a -0,40 c 7,93 a 4,40 b -1,42 bc -11,3 d -6,65 cd	-	-	14,8 b 14,4 b 19,1 a 14,4 b 13,0 b 15,0 ab 17,8 ab 19,5 ab 12,9 c
Makina x Raf	4RDK x 1 4RDK x 2 4RDK x 3 4RDK x 4 3RİD x 1 3RİD x 2 3RİD x 3 3RİD x 1 3RİD x 2 3RİD x 3	-	9,08 ab 7,59 ab 7,60 ab 6,67 b 6,13 b 7,48 ab 7,77 ab 8,28 ab 16,7 a 8,12 ab	-	-
Raf x Sıcaklık	1x30 1x35 1x40 2x30 2x35 2x40 3x30 3x35 3x40 4x30 4x35 4x40	7,31 a -1,35 bc -1,05 bc 8,07 a -1,46 bc -1,71 bc 4,30 ab -3,28 bc 3,88 b 9,27 a -4,51 c 0,14 ab	-	-10,6 c -10,3 c -6,57 a -11,4 d -8,29 b -7,82 ab -10,4 c -8,50 b -8,65 b -11,3 d -5,80 a -10,4 c	15,3 ab 17,8 ab 13,9 b 16,7 ab 15,3 ab 14,8 ab 14,1 b 13,6 b 19,3 a 16,5 ab 15,9 ab 14,6 ab

Makina (M)1: 4 RDKkurutucu; M2: 3 RİD; M3: 3 RYÜK

Raflar arasında ΔL , Δb ve ΔE değişimi anlamsız bulunurken, Δa değişimi kısmen anlamlı kabul edilebilir ($P<0,066$). Genellikle sıcaklığın en yüksek olduğu 2 nolu raflarda ısıya bağlı kırmızılaşma (kırmızı renk sapması) en büyük iken (10,6), sıcaklığın, yüksek ısı kaybına bağlı olarak, en düşük olduğu 4 nolu raf dikkat çekicidir (4,7).

Kurutma sıcaklığının yalın etkisi ΔL ve Δb sırasıyla $P=0,000$ ve $P=0,001$ çok önemli iken Δa değişiminde ise Makina x Sıcaklık x Nem ($P<0,05$) ve Raf x Sıcaklık x Nem ($P<0,01$) interaksyonları sırasıyla önemlidir. En büyük ΔL renk parlaklığı sapması yönünden parlaklığını en iyi koruyan en düşük kuruma sıcaklığı olan 30°C (7,24) iken 35°C ve 40°C sırasıyla -2,65 ve 0,32 en çok parlaklığını yitirenler olmuştur. Δb Sarı renk sapması en iyi koruyan en yüksek kuruma sıcaklığı olan sırasıyla 35°C (-8,23) ve 40°C (-8,36) daha sonra 35°C (-10,9) yitirenler olmuştur.

Kurutma hava neminin yalın etkisi Δa ve Δb sırasıyla $P=0,000$ ve $P=0,000$ çok önemlidir. En büyük Δa kırmızı renk sapması yönünden koruyan en yüksek nemi olan %40 (9,85) iken %20 ve %30 sırasıyla 8,40 ve 4,96 en çok kırmızı rengini yitirenler olmuştur. Δb Sarı renk sapmasını en iyi koruyan kurutma set nemi en düşük nemdir. Kurutma nemlerine göre sarı renk sapması değerleri sırasıyla %20 (-7,25), %30 (-8,70) ve %40 (-11,5) nemdedir.

Makina tipi ile kurutma havası Sıcaklığı etkisi ΔE de $P=0,000$ çok önemli iken en büyük ΔE toplam renk sapması 3 RYÜK ile 40°C (22,3) ve en düşük 3 RYÜK ile 30°C (9,90) bulunmuştur. Makina tipi ile kurutma hava nemi etkisi ΔL ve ΔE sırasıyla $P=0,000$ ve $P=0,001$ çok önemlidir. En büyük ΔL renk parlaklığı sapması yönünden koruyan 4 RDK ile %30 (8,25) iken %40 ve %20 sırasıyla 7,16 ve 6,73 çok parlaklığı yitirenler olmuştur. Daha sonra 3 RİD ile %30 (7,93) iken %40 ve %20 sırasıyla 4,40 ve 0,40 en düşük 3 RYÜK ile %30 (-11,3) verilmiştir. ΔE toplam renk sapması en büyük renk sapması 4 RDK ile %40 (19,1) ve 3 RYÜK ile %30 (19,5), en düşük 3 RYÜK ile %40 (12,9) nemdedir.

Makina tipi ile Raf nolu etkisi Δa $P<0,05$ önemli iken en büyük Δa Kırmızı renk sapması 3 RYÜK ile 2 nolu Rafi (16,7) ve en düşük 3 RİD ile 1 nolu Rafi (6,13)

ytirenler olmuştur. Raf no ile kuru hava Sıcaklığı etkisi ΔL ($P<0,05$), Δb ($P<0,05$) ve ΔE ($P=0,005$) elde edilmiştir. ΔL renk parlaklığı sapması en büyük 4 nolu Raf ile 30°C (9,27) ve 2 nolu Raf ile 30°C (8,07), en düşük 4 nolu Raf ile 35°C (-4,51) ve 3 nolu Raf ile 35°C (-3,28) dir. Δb Sarı renk sapması en iyi koruyan 4 nolu Raf ile 35°C (-5,80) ve 1 nolu Raf ile 40°C (-8,29) verilmiştir. ΔE toplam renk sapması en büyük istikrarlı renk sapması iyi koruyan 3 nolu Raf ile 40°C (19,3) ve en düşük 3 nolu Raf ile 35°C (13,6) ytirenler olmuştur.

Kurutma hava Sıcaklığı ile kurutma hava neminin yalın etkisi Δb ve ΔE sırasıyla $P=0,000$ ve $P=0,011$ önemlidir. En büyük Δb sarı renk sapması yönünden koruyan en yüksek olan 30°C ile %20 (3,13) ve en düşük olan 30°C ile %40 (-26,7) ytirenler olmuştur. ΔE toplam renk sapması en iyi koruyan 30°C ile %40 (18,1) ve 35°C ile %20 (18,0) en düşük olan 30°C ile %20 (13,0) elde edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre renk tonu yoğunluğu “C”, renk tonu ölçüsü olan “H” (α°) Hue açısı kurutma parametrelerinden kurutucu (Makina), kurutma havası sıcaklığı ve makina X sıcaklık interaksyonlarında etkili olmakla birlikte Tukey çoklu ortalama karşılaştırma analizine göre sadece olan “H” (α°) Hue açısı makina X sıcaklık ortak etkisinde önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

C renk tonu ölçüsünü Soysal (2000) gonca olmayan kısmen açılmış gül çiçekleri için taze (A) ve 40°C kurutma havası sıcaklığında kurutmadan hemen sonra (B), bir gece beklemeden sonra (C) ve gölgede kuruttuğu güllerde sırasıyla; 21,24, 33,09, 16,09 ve 29,83 olarak tespit etmiştir. Aynı sıcaklıkta (40°C) raflı kurutucuda bu araştırmada kurutucu tiplerine göre sırasıyla 4RDK’de 18,64, 3RİD’de 19,78 ve 3 RYÜK’de 19,48 olarak ölçülen C değerleri; Soysal (2000)’ın bulduğu kurutmadan hemen sonra 33,09 ile bir gece geçtikten sonra yaptığı okuma tekrarında meydana gelen düşüşle oluşan 16,09 değerleri arasındadır.

4.6. Farklı Kurutucu, Sıcaklık ve Nemlerde Kurutulmuş Güllerin Kuruma Kinetiği

Farklı kurutucularda farklı kurutma havası set sıcaklık ve nemlerinde (rafların faktör ve/veya tekerrür kabul edildiği) kuruma eğrileri incelenmiştir. Kurutma sonu ortalama son nem (%y.b.), kurutma sonu ortalama son nem değişimi (%CV) ve ortalama kurutma sürelerinin (dk) kurutma faktörlerine göre none GLM varyans analizleri Çizelge 4.25-4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Isparta gülü ortalama son nem “none” varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Makina	2	160,168	80,084	13,84	0,000
Raf	3	1,527	0,509	0,09	0,966
KH Sıcaklığı (°C)	2	62,746	31,373	5,42	0,008
KH Nemi (RH)	2	209,363	104,681	18,09	0,000
Makina x KH Sıcaklığı	4	82,269	20,567	3,55	0,013
Raf x KH Sıcaklığı	6	8,443	1,407	0,24	0,960
Raf x KH Nemi	6	15,094	2,516	0,43	0,852
KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	93,160	23,290	4,02	0,007
Hata	45	260,397	5,787		
Toplam	74	921,478			

Kurutma son denge nemleri; kurutucu Makina tipi, KH Sıcaklığı, KH Nemi ve KH Sıcaklığı x in ortak etkisi ile çok önemli ($P<0,01$), Makina x KH Sıcaklığı ortak etkisi ile önemli ($P<0,05$) düzeyde değişmiştir (Çizelge 4.66). Ortalama son nem değişim kararlılığında (%CV) sadece KH Sıcaklığı x KH Nemi birlikte etkilidir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Isparta gülü ortalama son nem değişimi “none” varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Makina	2	172,28	86,140	1,57	0,219
Raf	3	101,03	33,676	0,62	0,609
KH Sıcaklığı (°C)	2	193,49	96,744	1,77	0,182
KH Nemi (RH)	2	12,11	6,055	0,11	0,896
Makina x KH Sıcaklığı	4	92,40	23,100	0,42	0,792
Raf x KH Sıcaklığı	6	226,39	37,732	0,69	0,659
Raf x KH Nemi	6	280,09	46,682	0,85	0,537
KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	692,36	173,090	3,16	0,023
Hata	45	2463,65	54,748		
Toplam	74	4077,20			

Kurutma süreleri ise; kurutucu Makina tipine, KH Sıcaklığına, Makina x KH Sıcaklığı ve KH Sıcaklığı x KH Nemi ortak etkisi ile çok çok önemli ($P<0,001$), KH Nemi ile de önemli ($P<0,05$) raf ile kısmen önemli ($P=0,124$) düzeyde değişmiştir (Çizelge 4.27). Isparta gülü kurutma kinetiği üzerinde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28’de fark testlerine dayanılarak hazırlanan ortalamalar tablosu Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.27. Isparta gülü kurutma süresi “none” varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Makina	2	1304964	652482	31,90	0,000
Raf	3	124229	41410	2,02	0,124
KH Sıcaklığı (°C)	2	438584	219292	10,72	0,000
KH Nemi (RH)	2	132183	66092	3,23	0,049
Makina x KH Sıcaklığı	4	1231831	307958	15,06	0,000
Raf x KH Sıcaklığı	6	16032	2672	0,13	0,992
Raf x KH Nemi	6	26623	4437	0,22	0,969
KH Sıcaklığı x KH Nemi	4	644923	161231	7,88	0,000
Hata	45	920393	20453		
Toplam	74	5717404			

Çizelge 4.28. Isparta gülü kurutma kinetiği üzerinde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Ortalama son nem (%y.b.)	Makina	2	178,77	89,383	25,66	0,000
	KH Nemi (RH)	2	98,38	49,192	14,12	0,000
	Makina x KH Sıcaklığı	4	117,98	29,495	8,47	0,000
	Makina x KH Nemi	4	161,58	40,395	11,60	0,000
	KH Sıc. x KH Nemi	4	93,11	23,277	6,68	0,000
	Hata	58	202,00	3,483		
	Toplam	74	921,48			
Ortalama son nem değişimi (%CV)	KH Sıcaklığı (°C)	2	187,2	93,62	2,18	0,121
	Makina x Raf	6	633,7	105,62	2,46	0,034
	KH Sıcaklığı x Nem	4	772,0	193,01	4,50	0,003
	Hata	62	2659,7	42,90		
	Toplam	74	4077,2			
Kurutma süresi (dk)	Makina	2	1308476	654238	38,76	0,000
	Raf	3	119609	39870	2,36	0,081
	KH Sıcaklığı (°C)	2	577923	288962	17,12	0,000
	KH Nemi (RH)	2	145930	72965	4,32	0,018
	Makina x KH Sıcaklığı	4	1362291	340573	20,18	0,000
	KH Sıc. x KH Nemi	4	645978	161495	9,57	0,000
	Hata	57	962110	16879		
	Toplam	74	5717404			

Çizelge 4.29. Isparta gülünün kurutma faktörlerine göre ortalama son nem (% y.b.), ortalama son nem değişimi (%CV) ve kurutma süresi (dk) değişimleri

Varyasyon Kaynakları		Ortalama Sonnem (%y.b.)	Ortalama son nem değişimi (%CV)	Kurutma süresi (dk)
Makina	4 RDK 3 RİD 3 RYÜK	11,335 a 7,934 b 9,687 ab	-	1317,50 a 1330,94 a 904,45 b
Raf	Raf 1 Raf 2 Raf 3 Raf 4	-	-	1224,19 1167,06 1126,92 1219,02
Sıcaklık (°C)	30 35 40	-	12,908 9,549 9,456	1341,88 a 1080,02 b 1130,99 b
Nem (%RH)	20 30 40	7,747 b 10,437 a 10,771 a	-	1217,93 a 1216,00 a 1118,96 b
Makina x Raf	4RDK x 1 4RDK x 2 4RDK x 3 4RDK x 4 3RİD x 1 3RİD x 2 3RİD x 3 3RYÜK x 1 3RYÜK x 2 3RYÜK x 3	-	14,128 6,650 12,778 8,995 8,632 8,103 7,668 9,153 17,161 11,468	-
Makina x Sıcaklık	4RDK x 30 4RDK x 35 4RDK x 40 3RİD x 30 3RİD x 35 3RİD x 40 3RYÜK x 30 3RYÜK x 35 3RYÜK x 40	12,779 a 9,070 b 12,156 a 8,774 d 7,366 d 7,660 d 7,402 d 12,521 ab 9,139 c	-	1235,83 a 1405,00 a 1311,67 a 1354,91 a 1239,91 a 1398,02 a 1434,91 a 595,15 b 683,29 b
Makina x Nem	4RDK x 20 4RDK x 30 4RDK x 40 3RİD x 20 3RİD x 30 3RİD x 40 3RYÜK x 20 3RYÜK x 30 3RYÜK x 40	9,872 b 8,946 c 15,186 a 6,641 d 8,128 cd 9,031 c 6,729 cd 14,237 ab 8,097 cd	-	-
Sıcaklık x Nem	30x20 30x30 30x40 35x20 35x30 35x40 40x20 40x30 40x40	6,550 c 11,091 ab 11,315 ab 7,661 c 11,902 a 9,393 bc 9,032 bc 8,318 bc 11,606 a	16,518 a 6,697 d 15,510 ab 6,718 cd 11,806 b 10,122 bc 8,677 c 13,410 ab 6,282 d	1489,98 a 1388,55 ab 1147,12 cd 1066,45 cd 1195,02 bcd 978,59 d 1097,38 cd 1064,42 cd 1231,18 bc

Ortalama ulaşılan denge nemleri (%y.b.) Makina tipine göre 4 RDK'de (%11,335) ideal denge neminde ve en yüksektir. 3 R D'deen düşük (%7,934) ve 3 RY K'te ise ikisi arasındadır (%9,687). KH Nemine göre ise; %40 ve %30 nemlerde yüksek (%10,771 ve %10,437), %20 nemde düşüktür (%7,747). Makina x Sıcaklık ortak etkisine göre; en yüksek denge nemi 4 RDK x 30 C'de (%12,779), en düşük denge nemi 3 R D x 35 C'de sağlanmıştır (%7,366). Makina x Nem ortak etkisine göre; en yüksek denge nemi (%15,186) 4 RDK x %40 nemde, en düşük denge nemi (%6,641) 3 R D x %20 nemde sağlanmıştır. Sıcaklık x Nem ortak etkisine göre ise; en yüksek denge nemleri sırasıyla 35 C x %30 RH (%11,902) ve 40 C x %40 RH (% 11,606) elde edilirken, en düşük denge nemi 30 C x %20 RH (%6,550)nemlerdedir.

Ortalama son nem değişimi (%CV) Makina x Raf'a göre önemli ($P<0,05$), Sıcaklık x Nem'e göre ise çok önemlidir ($P<0,01$). Ortalama son nem değişimi (%CV)'nin ne kadar düşük olması o uygulamada birbirine yakın istikrarlı sonuç nemleri elde edildiği anlamına gelmektedir. Bu yönden en iyi sonuç %6,650 CV değeri ile 4 RDK x Raf 2'de elde edilirken; en yüksek %17,161 CV değeri 3 RY K x Raf 2'dedir. Sıcaklık ve Nem birlikte etkisine göre en düşük ve en iyi sonuç %6,282 değeri ile 40 C ve %40 RH'de elde edilirken, en yüksek yani en kötü %16,518 CV değeri ile 30 C ve %20 RH'de elde edilmiştir. Genel bir sonuç olarak yüksek sıcaklık ve nemler düşük sıcaklık ve nemlere göre daha iyi (düşük) % Varyasyon Katsayısı göstermişlerdir.

Toplam kurutma süresi (dakika) ısı pompalı bir sisteme sahip olan 3 RY K'de en kısa (904 dk), 4 RDK ve 3 R D'de 1318 ve 1331 dakikadır. KH sıcaklığına göre en düşük olan 30 C sıcaklıkta en yüksek (1342 dk), 35 C ve 40 C sıcaklıklarda daha düşüktür (1080 dk ve 1131 dk).

KH Nemine göre ise; %40 en yüksek nemde düşük (1119 dk) %30 ve %20 nemlerde daha yüksek ve sırasıyla 1216 dk ve 1218 dakikadır. Makina x Sıcaklık ortak etkisine göre; en kısa kurutma süreleri ısı pompalı olan 3 RY Kx 35 ve 40 C yüksek sıcaklıklarda sırasıyla 595 ve 683 dakikadır. Sıcaklık x Nem ortak etkisine göre ise; en kısa kurutma süresi (979 dk) 35 C x %40 RH ile elde edilirken, en uzun kurutma süresi (1490 dk) 30 C x %20 RH nemde sağlanmıştır.

Ayrılabilir nem oranları (ANO) model sonuçları en uygun kurutucu tipi, raf konumu, kurutma havası sıcaklık ve bağıl nemi vb bağımsız kurutma faktörlerine ve bunlara bağlı olarak değişen kurutma sonu denge nemi, denge nemi varyasyon katsayısı kurutma süresi sonuç parametrelerinin varyans analizlerine bakılarak karar verilmiştir. Kurutma sonu denge nemi (y.b.) ve kurutma süresi (min) olan bu sonuç parametrelerinin, kontrollü kurutma faktörleri olan; kurutucu tipi, kurutucu raf sırası, kurutma havası sıcaklığı ve bağıl nemine bağlı olarak değişimleri Çizelge 4.24-4.28 arasındaki varyans analizleri esas alınarak 4RDK için raflar farklı ısı kayıplarına maruz kaldıkları için raflara göre modellenmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. 4 RDK ile Isparta gülü kuruma kinetiği ANO model sonuçları

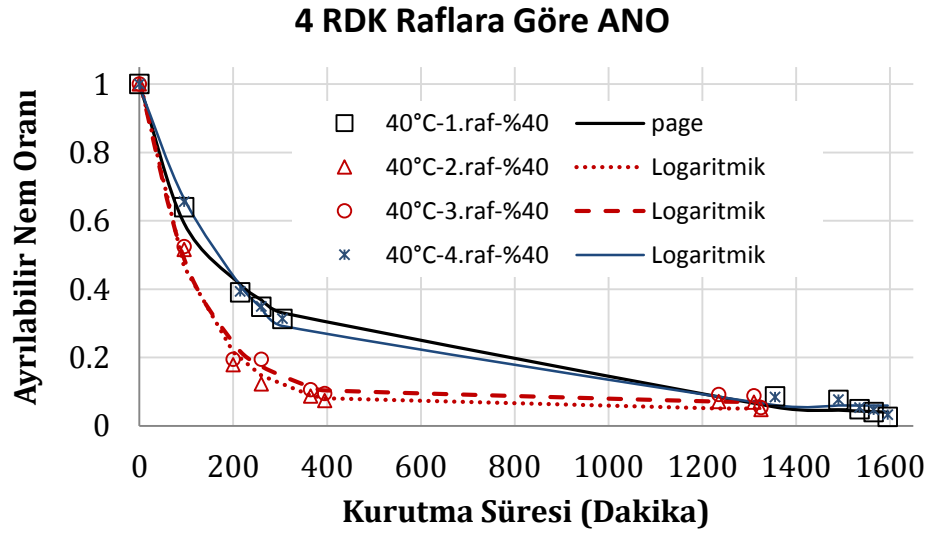
KURUTMA FAKTÖRLERİ			MODEL		İSTATİSTİK GÖSTERGELER		
°C	%RH	Raf	Adı	Sabitleri	R ²	Se	HKO
30	20	1	Logaritmik	a=3,9298 k=0,0001 c=-2,9413	0,9577	0,0663	0,0615
		2	Logaritmik	a=0,8752 k=0,0019 c=0,1678	0,9578	0,0680	0,0648
		3	Logaritmik	a=0,8727 k=0,0017 c=0,1631	0,9442	0,0820	0,0740
		4	Logaritmik	a=1,9170 k=0,0004 c=-0,9421	0,9847	0,0461	0,0234
	30	1	Logaritmik	a=1,0715 k=0,0017 c=-0,0657	0,9971	0,0261	0,0027
		2	Logaritmik	a=1,0072 k=0,0024 c=-0,0143	0,9989	0,0158	0,0010
		3	Logaritmik	a=0,9988 k=0,0026 c=-0,0062	0,9988	0,0179	0,0010
		4	Logaritmik	a=0,9875 k=0,0019 c=0,0174	0,9949	0,0387	0,0030
	40	-*	-	-	-	-	-
	35	20	-	-	-	-	-
		30	-	-	-	-	-
		40	-	-	-	-	-
40	20	1	Verma	a=-20,529 k=1,0000 g=0,0050	0,9984	0,0315	0,0010
		2	Verma	a=-8,3535 k=1,0000 g=0,0050	1,0000	0,0031	0,0009
		3	Verma	a=-0,1417 k=1,0000 g=0,0034	1,0000	0,0003	0,0006
		4	Verma	a=-23,732 k=1,0000 g=0,0077	0,9998	0,0108	0,0001
	30	1	Page	k=0,0006 n=1,5882	0,9827	0,0400	0,0176
		2	Page	k=0,0006 n=1,2971	0,9888	0,0341	0,0128
		3	Page	k=0,0008 n=1,2644	0,9902	0,0320	0,0113
		4	Page	k=0,0008 n=1,5504	0,9794	0,0435	0,0208
	40	1	Page	k=0,0275 n=0,6461	0,9941	0,0260	0,0054
		2	Logaritmik	a=0,9609 k=0,0088 c=0,0513	0,9935	0,0298	0,0053
		3	Logaritmik	a=0,9369 k=0,0085 c=0,0712	0,9933	0,0295	0,0052
		4	Logaritmik	a=0,9352 k=0,0045 c=0,0586	0,9971	0,0194	0,0026

* Güvenli model eğrisi oluşturabilecek kadar yeterli veri alınamamıştır.

4 RDK 30°C, %20 ve %30 RH (y.b) düşük sıcaklık, düşük ve orta nemlerde en doğru ve en iyi tanımlarıcı model Logaritmik'tir, özellikle 1. ve 4. raflar a ve c katsayılarının yüksek oluşu kuruma sürelerinin de uzun olduğunu göstermektedir. 4RDK 40°C sıcaklık için ise %20, %30 ve %40 RH (y.b) her bir nemde sırasıyla Verma, Page

ve Logaritmik modeller daha başarılıdır. Kurutma havası sıcaklık ve bağıl neminin artmasıyla içteki ve dıştaki raflar arasındaki farklar azalmaktadır.

4RDK 40°C sıcaklık ve %40 RH (y.b) için raflara göre ANO modelleri Şekil 4.9'da örnek olarak verilmiştir. 1. Raf (Page) diğerleri Logaritmik model ile tanımlanmışlardır. Dıştaki raflar (1 ve 4) ürün denge nemine ısı kayıpları nedeni ile içteki (2 ve 3) raflardan ortalama 1000 dakika daha geç gelmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 . 4RDK 40°C sıcaklık ve %40 RH (y.b) için raflara göre ANO modelleri

Kurutucuların 3. raf kuruma sonuçları ile elde edilen ürün ANO ile kuruma süresi arasında geliştirilen ve seçilen en iyi modeller araştırılmıştır.

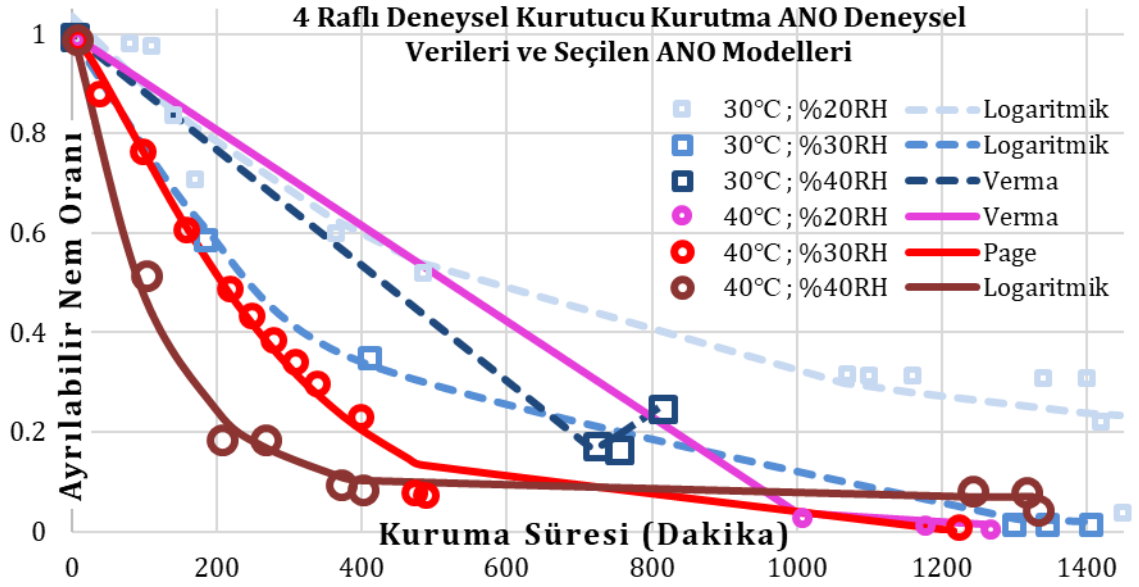
ANO, kurutma başı ürün başlangıç neminin tam yani 1 olarak alındığı ve ilerleyen kurutma süresince ürün nem içeriğinin buharlaşarak azalmasıyla azaldığı 1 0 arası değişen birimsiz oransal bir katsayı ile ifade edilirken; kurutma süresi ise modellerde dakika olarak alınmıştır. Newton, Page, Logaritmik, Henderson, Difüzyon, İki Terimli, İki Terimli Üstel, Verma ve Wang & Singh'den oluşan 9 model arasından en başarılı olan 4 model (Newton, Page, Logaritmik ve Verma Isparta gülünün ANO-Kurutma süresi (dakika) için kurutma parametrelerine göre belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Kurutucuların 3. raf kuruma sonuçları ile elde edilen ürün ANO ile kuruma süresi arasında geliştirilen en iyi modeller

KURUTMA FAKTÖRLERİ			MODEL		İSTATİSTİK GÖSTERGELER		
Sıcaklık °C	Nem %RH	Makina	Adı	Sabitleri	R ²	Se	HKO
30	20	4RDK	Logaritmik	a=3,9298 k=0,0001 c=-2,9413	0,9577	0,0663	0,0044
		3RİD	Page	k=0,0872 n=0,5374	1,0000	0,0007	0,0002
		3RYÜK	-*	-	-	-	-
	30	4RDK	Logaritmik	a=0,9988 k=0,0026 c=-0,0062	0,9988	0,0179	0,0010
		3RİD	Newton	k=0,0034	1,0000	0,0003	0,0012
		3RYÜK	Logaritmik	a=1,0752 k=0,0015 c=0,1048	0,9967	0,0157	0,0049
35	20	4RDK	-	-	-	-	-
		3RİD	Newton	k=0,0029	1,0000	0,0000	0,0000
		3RYÜK	-	-	-	-	-
	30	4RDK	Logaritmik	-	-	-	-
		3RİD	Newton	k=0,0038	1,0000	0,0005	0,0002
		3RYÜK	Logaritmik	a=0,9780 k=0,0102 c=0,0254	0,9975	0,0143	0,0022
40	20	4RDK	-	-	-	-	-
		3RİD	Newton	k=0,0928 n=0,5144	0,9999	0,0050	0,0009
		3RYÜK	-	-	-	-	-
	30	4RDK	-	-	-	-	-
		3RİD	Newton	k=0,0048	1,0000	0,0001	0,0003
		3RYÜK	-	-	-	-	-
40	20	4RDK	Verma	a=-0,1417 k=1,0000 g=0,0034	1,0000	0,0003	0,0006
		3RİD	Newton	k=0,0031	1,0000	0,0003	0,0001
		3RYÜK	Newton	k=0,0063	1,0000	0,0003	0,0001
	30	4RDK	Page	k=0,0008 n=1,2644	0,9902	0,0320	0,0113
		3RİD	Page	k=0,6962 n=0,2480	1,0000	0,0004	0,0002
		3RYÜK	-	-	-	-	-
40	40	4RDK	Logaritmik	a=0,9369 k=0,0085 c=0,0712	0,9933	0,0295	0,0052
		3RİD	Verma	a=0,7931 k=1,0000 g=0,0014	1,0000	0,0009	0,0007
		3RYÜK	Newton	k=0,0050	1,0000	0,0000	0,0000

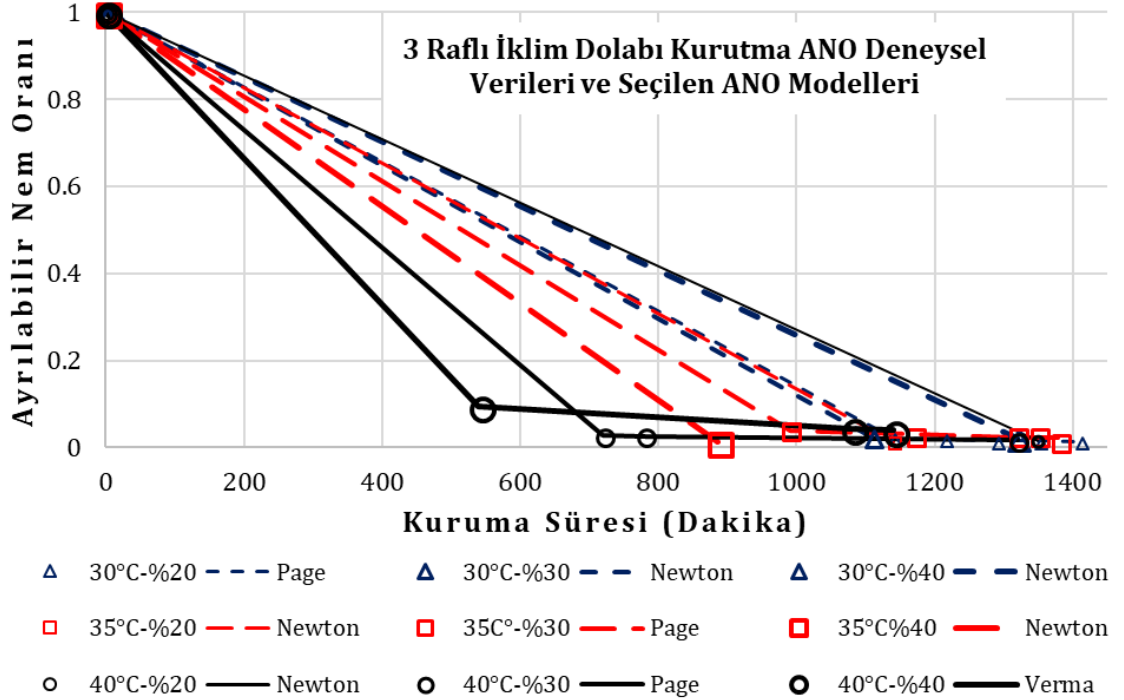
* Güvenli model eğrisi oluşturabilecek kadar yeterli veri alınamamıştır.

Şekil 4.10'da 4RDK'nun sadece 3. raflarında elde edilen deneysel ANO değerleri ve bunları en iyi temsil eden ANO model eğrileri verilmiştir.



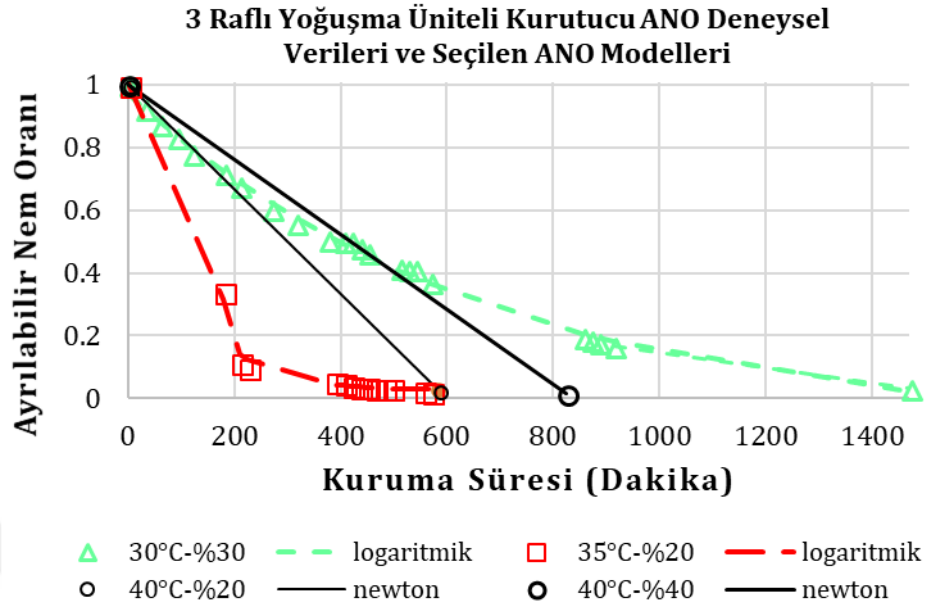
Şekil 4.10. 4RDK 3. raf deneysel ANO değerleri ve ANO model eğrileri

Çizelge 4.11’de 3RİD’nin sadece 3. raflarında elde edilen deneysel ANO değerleri ve bunları en iyi temsil eden ANO model eğrileri verilmiştir.



Şekil 4.11. 3RİD 3. raf deneysel ANO değerleri ve ANO model eğrileri

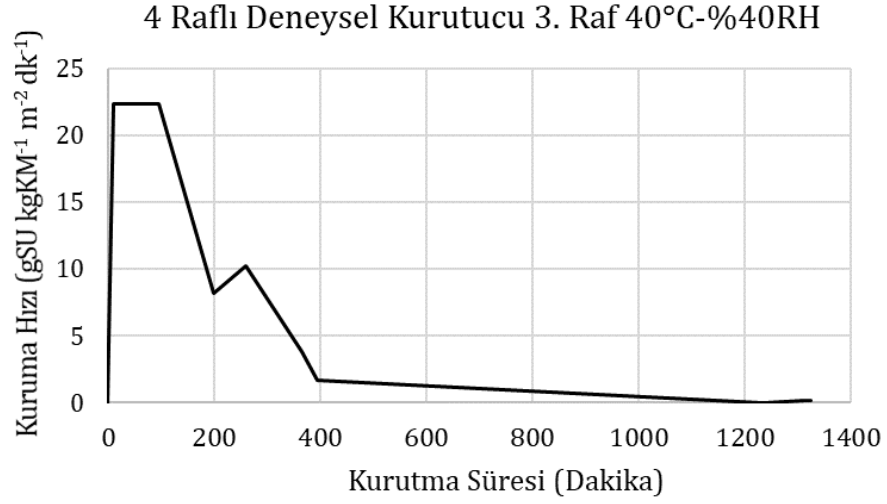
Şekil 4.12’de 3RYÜK’nun sadece 3. raflarında elde edilen deneysel ANO değerleri ve bunları en iyi temsil eden ANO model eğrileri verilmiştir.



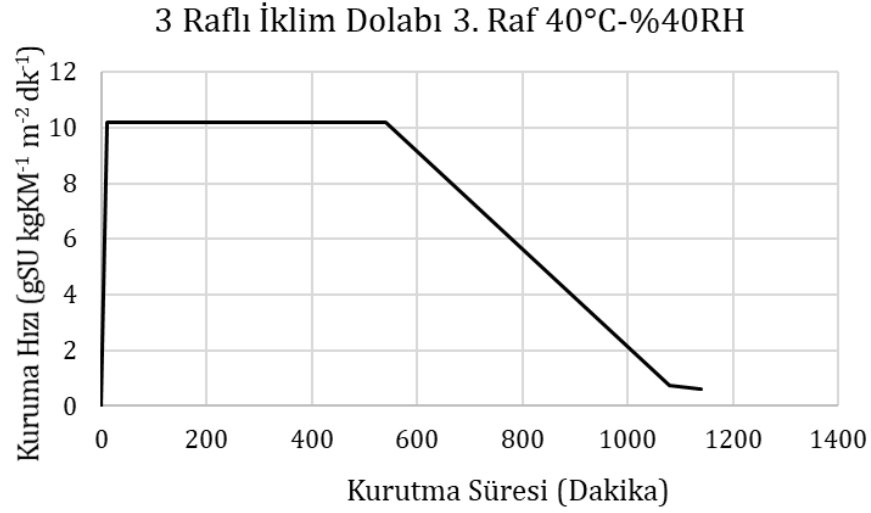
Şekil 4.12. 3RYÜK’nun 3. raf deneysel ANO dve ANO model eğrileri

Kuruma hızı ile kuruma süresini ifade eden: $dN/dt=f(t)$ Şekil 4.13-4.15’de 4RDK, 3RİD ve 3RYÜK’nun 3. raflarında 40°C sıcaklık ve %40RH kurutma havası koşullandırılmalı kurutmalarda Isparta gülünün örnek kuruma hızları; birim zamanda (dakika), birim KM üründen (kg), birim kurutma raf yüzey alanından (m^2), kg subuharı olarak uzaklaştırılan ürün nemi $kgSU/kgKM\ m^2$ olarak verilmiştir.

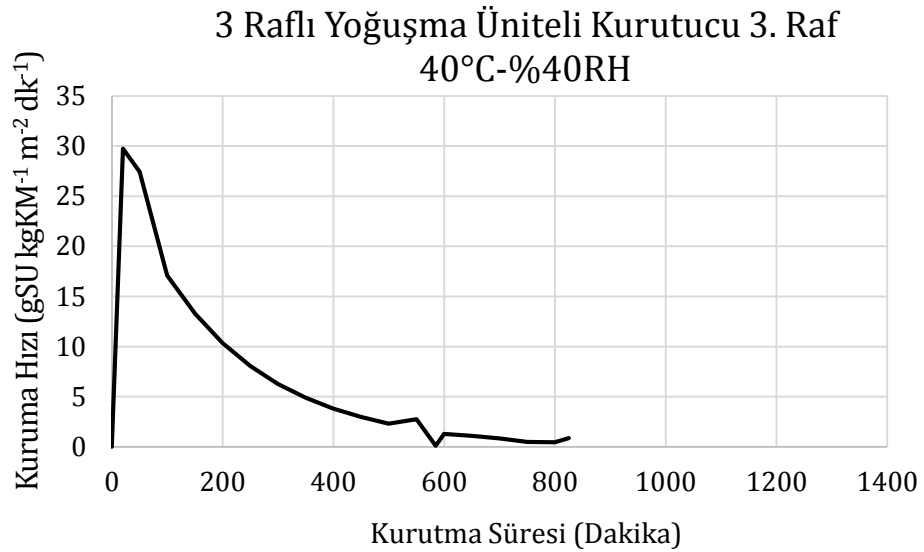
Bu grafiklerden kurumanın sırasıyla ısınma ya da artan, sabit, azalan kuruma evreleri ile denge nemleri karşılaştırmalı olarak görülmektedir. Böylece Isparta gülünün yağ oranı, yağ bileşenleri, renk kompozisyonu ve enerji tüketimini de kurutma süresi olarak ulaşılan son nem (denemede ele alınan en uygun 40°C sıcaklık ve %40 bağıl nem kurutma havası koşulları) denge nemleri her üç kurutucu için literatürde tıbbi ve aromatik bitkiler için önerilen % 8-12 drog (kuru çiçek) nemi sınırlarında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.13. 4 RDK 3. raf 40°C ve %40RH kurutma havası koşullarında kuruma hızı



Şekil 4.14. 3 RİD 3. raf 40°C ve %40RH kurutma havası koşullarında kuruma hızı



Şekil 4.15. 3 RYÜK 3. raf 40°C ve %40RH kurutma havası koşullarında kuruma hızı

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda kozmetik, parfümeri ve gıda olarak kullanılan ve ihracatta önemli payları olan tıbbi ve aromatik bitkilerin tarımı giderek yaygınlaşmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerde verimden ziyade raf ömrü ve kalite kavramı daha önemlidir. Çünkü bu bitkilerde asıl kullanılan ve etkili olan kısım o bitkinin bileşimindeki maddelerdir. Bu nedenle kaliteyi artırıcı ve koruyucu ileri yetiştirme ve hasat sonrası teknikleri üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar artmış ve önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.) Sorpsiyon İzotermlerine Ait Sonuçlar

Sabit su aktivitesinde sıcaklığın artması ile sorpsiyon edilen su miktarı azalmıştır, yani sıcaklık arttıkça nem içeriği tüm su aktivitesi değerlerinde azalmaktadır. Sabit sıcaklıkta, denge nem içeriği artan su aktivitesi ile artmıştır. Sonuçlar, 25°C'de ile 0,2 -0,8 arasında su aktivitesinde elde edilen Isparta gül yaprakları için adsorpsiyon ve desorpsiyon arasında daha yüksek histerezis bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca, daha yüksek sıcaklıklarda histerezis etkileri özellikle 35 ve 40°C'de belirgin değildir. Isparta gül yaprakları desorpsiyon ve adsorpsiyon izotermlerinin deneysel verileri tüm sıcaklıklar ve geniş bir su aktivitesi için (0,11-0,93) Peleg modeli ile en iyi uyumu sağlamıştır.

Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.) Uçucu Yağ Oranlarına Ait Sonuçlar

Taze güldeki uçucu yağ oranı kurutma ile genelde azalmıştır. Ortalama 1,2636 ml/kgKM olan taze güldeki yağ oranı farklı kurutma denemeleri sonucu faktörlere göre azalarak 0,4-0,8 ml/kgKM arasında elde edilebilmiştir. Araştırmada kurutulmuş Isparta gülü uçucu yağ oranı (%) makinalara göre; en yüksek M2 (0,5597) daha sonra M3 (0,5180) ve M1'de (0,5142) tespit edilmiştir. Raflara göre uçucu yağ oranları (%) en yüksek başarıyla Raf 3 (0,6328) ve Raf 2'de (0,5891) daha sonra en düşük oran Raf 1 (0,4914) ve Raf 4'de (0,4091) bulunmuştur. Son olarak kurutma havası sıcaklığına göre en yüksek % yağ oranları 30°C'de (0,6295) ve 40°C'de (0,5531), en düşük ise 35°C'de (0,4092)

tespit edilmiştir. En yüksek yağ oranları (%0,8) 30°C ve 40°C'de sıcaklık ve %40 RH yüksek neminde elde edilmiştir.

Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.) Uçucu Yağ Bileşenlerine Ait Sonuçlar

Araştırmada Isparta gülü uçucu yağ bileşenleri on gruptan taze güllerdeki OM (Oxygenated Monoterpen), SH (Seskuiterpen Hidrokarbon) ve OS (Oksijenli Seskuiterpen) grupları kurutma ile azalırken diğer yedisinde artmıştır. Kurutma ile en büyük % azalma OS ve OM (%80 ve %6); en büyük % artma ise OA Oksijenli Alifatik) grubunda (%839) görülmüştür.

OM (Oxygenated Monoterpen) grubu uçucu yağ bileşenleri kurutma faktörlerinden biri olan makina tipine göreen yüksek oranda (en kaliteli) tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulması için özel olarak tasarlanmış 4 RDK'de %21,2 ve 3 RYÜK'de %17,2, en düşük oranda da genel amaçlı bir iklim dolabı olan 3 RİD'de %10,7 verilmiştir.

MH (Monoterpen Hidrokarbon) grubu en yüksek oranda 3 RYÜK ile 30 °C'de %0,34 ve 4 RDK ile 35 °C'de %0,28, en düşük 3 RİD ile 35 °C'de ve 3 RYÜK ile 35 °C'de ise hiç bulunmamıştır.

OS (Oksijenli Seskuiterpen) grubunun toplam uçucu yağ bileşenleri içindeki oranları Makinalara göre sırayla 3 RYÜK'de %0,47, 4 RDK'de %0,24 ve 3 RİD'de %0,11 olarak elde edilmiştir. OS grubunun kurutma havası nemine göre de değişmiştir. En yüksek %30 RH (0,51) daha sonra %40 RH (0,22) ve en düşük %20 RH (%0,08)'dedir. Makina x Nem intraksiyonuna göre OS grubu en yüksek 3 RYÜK ile %30 RH nemde (%1,40), en düşük 3 RİD ile %20 nemde kaydedilirken 3 RYÜK ile %20 RH nemde ise hiç bulunmamıştır.

Makinalara göre en yüksek OA (Oksijenli Alifatik) grubu 3 RİD'de %4,24 ve en düşük 3 RYÜK'de %0,39 görülmüştür. Makina x Sıcaklık ortak etkisine göre en yüksek 3 RİD ile 40°C'de (%6,93) iken 3 RYÜK ile 35 °C'de hiç bulunmamıştır.

AH (Alifatik Hidrokarbon) grubu Makinalara göre en yüksek 3 RİD'de (%79,9) ve en düşük 3 RYÜK (%55,3) verilmiştir. AH grubunu kurutma havası nemine göre en yüksek %40 RH (%72,8) ve en düşük %30 RH (%59,5)'dedir.

BC (Benzenoidli Bileşenler) grubu Makinalara göre en yüksek 3 RYÜK'de (%15,8) ve en düşük 3 RİD'dedir (%2,50). BC grubunu kurutma havası sıcaklığına göre en yüksek 30 °C (%17,3) ve en düşük 35 °C'de (%2,99) bulunmuştur. Makina x Sıcaklık interaksyonunda en yüksek 3 RYÜK ile 30 °C'de (%37,0) ve en düşük 3 RİD ile 30 °C'de (%1,45) ve 35 °C'de (%1,80) dir.

Aldahide grubu toplam uçucu yağ oranı Makinalara göre en yüksek 3 RYÜK'de (%1,16) ve en düşük 4 RDK'de (%0,29) görülmüştür. Ester grubu Makinalara göre en yüksek 3 RYÜK'de (%2,08) ve en düşük 3 RİD (%0,03) 'dedir. Ester grubu kurutma havası sıcaklığına göre en yüksek 35 °C'de (%2,10) ve en düşük 30 °C'de (%0,03) bulunmuştur. Makina x Sıcaklık intraksyonunda en yüksek 3 RYÜK ile 35 °C'de (%6,25) iken 3 RİD ile 35 °C'de ve 3 RYÜK ile 40 °C'de hiç bulunmamıştır.

Baydar (2009)'a göre Isparta Gül'ünde en çok öne çıkan ve %1 in üzerinde tespit edilen en önemli uçucu yağ bileşenlerinden bazıları kalite standartları olarak Gülbirlik TDS 150001 (2015)'de ve ISO 9842 (2003)'deyer almıştır. Bu uçucu yağ bileşenleri ve aranılan oranları aşağıdaki gibidir:

- OM grubundan: Sitronellol %20-42, Geraniol %10-25, Nerol %5-14
- AH grubundan: Heptadesan %1-2,5 (sadece ISO 9842'de), Nonadesan ISO'da %8-15 Gülbirlik'te %5-12, 1-Nanodecene %2-10 (sadece Gülbirlik'te), Heneikosan ISO'da %3-5,5 Gülbirlik'te %2-6,
- BC grubundan: Feniletil alkol ISO'da <%3,5 Gülbirlikte ise %1-8 ve Metil öjenol (sadece Gülbirlik'te) ise %1-5 oranında bulunmalıdır.

Taze güllerde (Beta-Sitronellol, Geraniol, Nerol ve Heptadesan) bulunup kurutma ile değerleri azalan maddelerdir bir bakıma bu uçucu bileşenler kurutmaya bağlı olarak ile azalmıştır. Nonadesan, Heneikosan, Feniletil alkol ve Metil öjenol ise kurutma ile artan uçucu bileşenlerindir.

Araştırmada kullanılan taze güllerde OM grubu Sitronellol, Geraniol ve Nerol değerleri genel ortalama sırasıyla %15,01 , %23,16 ve %7,16 iken; kurutma sonucu (kurutma parametreleri dikkate alınmayarak) sırasıyla %9,90 , %3,83 ve % 0,85 değerlerine düşmüştür. Sitronellol taze güldeki yağ oranına bağlı olarak yüksek olmakla birlikte 4 RDK ve 3 RYÜK ile kurutulursa %11,9 ve %10,6 yüksek, 3 RİD ile kurutulur ise %6,88 ve düşük oranda olmaktadır. Aynı şekilde Geraniol ve Nerol de 4 RDK ve 3 RYÜK ile kurutulursa sırasıyla %4,99-4,09 ve %1,13-1,34 arasında yüksek 3 RİD ile kurutulur ise sırasıyla %2,18 ve %0,26 düşük olmaktadır.

AH grubu bileşenlerin oranları ise kurutulduklarında taze güle kıyasla artmaktadır. Kurutma yöntem ve parametrelerine bakmaksızın genel ortalama değer ile Nonadesan taze gülde %16,68 iken kurutulunca %25,75 ortalama değere çıkmıştır. Nonadesan değişiminde etkili olan taze güldeki başlangıç oranıdır. Bu orana ve hasat gününe bağlı olarak kurutma yöntem ve parametrelerinden bağımsız olarak yaklaşık %50 oranında artıştır. Heptadecan taze güllerden elde edilen uçucu yağ içinde ortalama %1,5 oranında bulunurken kurutulunca genel olarak çok az bir azalma ile genel ortalaması %1,4 olmuştur. Kurutma ile Heptadesan değişiminde Makina tipi ve kurutma havası nemi etkili olmakla birlikte her durumda %1-2,5 arası kalite kriterleri sınırlarında kalmıştır. 3 RİD'nin Heptadesan kalite alt sınırı olan %1,04 değerini zorlaması dikkat çekicidir. Makina2 genel amaçlı bir iklim dolabı olduğu için çoğu zaman olduğu gibi en kötü kurutma sonu kalite özellikleri göstermektedir. 4 RDK ve 3 RYÜK %1,78 ve % 1,25 değerleri ile sınırlar dahilindedir.

Nem yönünden de %20 düşük Nem kalite yönünden düşük Heptadesan oranı verirken artan nem ile yüksek oranlar korunmuştur. 1-Nanodecane değerleri Gülbirlik kalite kriterlerine göre incelendiğinde (%2-10) yine 3 RYÜK ve 4 RDK sırasıyla %2,45 ve %2,27 aranan oranları sağlarken 3 RİD %1,10 değeri ile yine standartların altında kalmıştır. Heneikosan da bir AH grubu uçucu yağ koku bileşenidir. Ham verilere göre yapılan deskriptif istatistik genel ortalamasına göre taze iken %11,68 oranında bulunan bu madde kurutulmuş gülde yaklaşık

iki kat artarak %20,70 genel ortalama değerine gelir. Kurutulmuş glde Heneikosan değerleri Makina tipi ile ($P<0,001$) veya Makina tipi x Kurutma havası sıcaklığı ile ($P<0,01$) ok önemli düzeyde değişmiştir. Her ne kadar kurutulmuş gllerden elde edilen Heneikosan vd uçucu yağ bileşen oranlarına ait bir standart henüz oluşturulmamış olmakla birlikte taze glden elde edilen yağ bileşen oranlarına yakın olan sonuçlar başarılı kabul edilebilir. Heneikosan için bu değer ISO'da %3-5,5 Gülbirlik'te %2-6 arasındadır. Kuru glde bu maddenin taze güle kıyasla iki kat arttığı düşünülürse %4-12 değerlerinde veya bu değerlere yakın bir oranda kuru glde bulunması kalite yönünden yeterli sayılabilir. Bu değerlere Makina genel artalamaları yönünden en yakın %14,0 ile 3 RYK ve %18,2 ile 4 RDK ile kurutulan gllerde yaklaşılmıştır. 3 RİD ile kurutulmuş gllerde ise %25,6 diğer iki makinadan tamamen farklı ve yüksektir. Kurutulmuş gllerde en düşük yani en kaliteli Heneikosan değerleri: 3 RYK ile 30 ve 35°C'lerde sırasıyla %7,21 ve %8,72 oranlarında ve taze gl standartlarına en yakındır, daha sonra 1 nolu makina ile 30, 35 ve 40°C'lerde sırasıyla %17,7 , %19,0 ve %18,1 oranlarında ve kısmen kabul edilebilir orta grupta yer almıştır. Heneikosan 3 RİD ile kurutulan gllerde ise 30, 35 ve 40°C her üç sıcaklıkta standartların çok üzerinde ve sırasıyla %26,9 , %26,0 ve %24,0 olup üçüncü ve farklı bir grubu oluşturmuştur.

Gl yağında kalite kriterleri yönünden aranan diğer iki bileşen ise BC grubundandır. Bunlardan ilki olan Feniletil alkol ISO'da $< \%3,5$ Glbirlikte ise %1-8 oranında olması istenmektedir. Diğeri Metil öjenol'dr ve sadece Gülbirlik standartlarında bulunmakta ve %1-5 oranında olması istenilmektedir. Gerçekte her üç madde de taze glde sırasıyla %0,66, %0,69 ve %0,69 oranlarında ve düşüktür. Kurutulunca genel ortalamarı sırasıyla %5,23 , %1,40 ve %1,40 yükselmiştir. Feniletil alkol ISO'ya göre $< \%3,5$ olması için kurutma havası sıcaklığı en önemli faktördür. Sıcaklık 35°C ise %1,16 ve en düşük, daha sonra 40°C %4,67 ve Gülbirlik tarafından önerilen %1-5 sınırlarındadır. En düşük (30°C) sıcaklıkla yapılan kurutmada ise % 13,71 ve en yüksektir. Bu parametre yönünden kurutma sıcaklığı 35°C en çok 40°C veya ikisi arasında olmalıdır. Gülbirlik standartlarına göre glyaağındaki toplam uçucu yağın %1-5 arasında olması gereken Metil öjenol taze gldeki başlangıç bulunma değeri kurutma

sonrası ulaşılan değer zerinde kovaryans etkiye sahiptir. Bunun yanında kurutma makinası tipi de Metil öjenol değerleri üzerinde etkili olmuştur. Aranılan %1-5 değerini ortalama %2,37 ile 3 RYÜK en iyi oranda sağlarken, %1,58 değeri ile 4 RDK'de yeterli sonucu gösterebilmiştir. 3 RİD ise yine %0,71 değeri ile aranan en az %1 sınırının altında kalmıştır.

Isparta gülü (*Rosa damascena* Mill.) Renk Değişimlerine Ait Sonuçlar

ΔL renk parlaklığı sapması Makinalara göre en parlak 4 RDK'de (7,38) ve en koyu 3 RYÜK (-6,45)'dedir. ΔL kurutma havası sıcaklığına göre en parlak 30°C'de (7,24) ve en koyu 35°C'de (-2,65) bulunmuştur. ΔL Makina x Nem intraksiyonunda en parlak 4 RDK ile %30 RH (8,25) ve 3 RİD ile %30 RH (7,93), en koyu 3 RYÜK ile %30 RH (-11,3)' dedir. Raf x Sıcaklık intraksiyonuna göre en parlak Raf4 ile 30°C'de (9,27) ve Raf 2 ile 30°C'de (8,07), en koyu Raf 4 ile 35°C'de (-4,51) ve Raf 3 ile 35°C'de (-3,28) bulunmuştur. Genel olarak düşük sıcaklıklar parlaklık değerini korurken yüksek sıcaklıklar koyulaşmaya neden olmuştur.

Δa kırmızı renk sapması kurutma havası nemine göre en yüksek kırmızılaşma %40 RH (9,85)'de ve en düşük kırmızılaşma %30 RH (4,96)'dedir. Makina x Raf intraksiyonunda en yüksek kırmızılaşma (en yüksek kırmızı renk sapması) 3 RYÜK x Raf 2 (16,7)'de ve en düşük kırmızılaşma (en düşük kırmızı renk sapması) Makina2 x Raf 1 (6,13) grlmştr.

Δb sarı renk sapması (renk tonunun sarıdan maviye dönmesi) kurutma havası sıcaklığına göre en yüksek 40°C'de (-11,5) ve en düşük 35 °C'de (-8,23) bulunmuştur. Δb kurutma havası nemine göre en yüksek Δb sarı renk sapması %40 RH nemde (-11,5) ve en düşük %20 RH nemdedir (-7,25). Raf x Sıcaklık intraksiyonuna göre en düşük Δb sapması Raf 4 ile 35°C'de (-5,80) ve en yüksek Raf 2 ile 30 °C'de (-11,4) ve Raf 4 ile 30°C'de (-11,3) bulunmuştur.

ΔE toplam renk sapması Makinalara göre en yüksek ΔE 3 RYÜK'de (16,72) ve en düşük ΔE Makina2 (14,13) göstergesidir. ΔE Makina x Sıcaklık intraksiyonunda en yüksek ΔE 3 RYÜK ile 40°C'de (22,3) ve en düşük 3 RYÜK ile 30°C'de (9,90)

bulunmuştur. ΔE Makina x Nem intraksiyonuna göre en yüksek ΔE 3 RYÜK ile %30 RH (19,5) ve en düşük 3 RİD ile %30 RH (13,0)' dedir. Raf x Sıcaklık intraksiyonuna göre en yüksek ΔE Raf 3 ile 40°C'de (19,3) ve en düşük Raf 3 ile 35°C'de (13,6) görülmüştür.

Isparta Gülü (*Rosa damascena* Mill.) Kuruma Kinetiğine Ait Sonuçlar

Ortalama son nem (%y.b.) makinalara göre en yüksek 4 RDK'de (%11,335) ve en düşük 3 RİD'de (%7,934) ve 3 RYÜK'te ise ikisi arasındadır (%9,687). KH Nemine göre en yüksek %40 RH (%10,771) ve %30 RH (%10,437), en düşük %20 RH (%7,747) 'dir. Makina x Sıcaklık intraksiyonunda en yüksek denge nemi 4 RDK x 30°C'de (%12,779) ve en düşük denge nemi 3 RİD x 35°C'de (%7,366) görülmüştür. Makina x Nem intraksiyonuna göre en yüksek denge nemi 4 RDK x %40 RH (%15,186) nemde ve en düşük denge nemi 3 RİD x %20 RH (%6,641) sağlanmıştır. Sıcaklık x Nem intraksiyonunda en yüksek denge nemi 35°C x %30 RH (%11,902) ve en düşük denge nemi 30°C x %20 RH (%6,550) elde edilmiştir.

Ortalama son nem değişimi (%CV) Makinax Raf'a göre en iyi sonuç (en düşük %CV) 4 RDK x Raf 2'de %6,650 CV ve en yüksek %17,161 CV 3 RYÜK x Raf 2'dedir. Sıcaklık x Nem intraksiyonunda en düşük ve en iyi sonuç (%6,282) 40°C ile %40 RH'de ve en yüksek yani en kötü %16,518 CV 30°C ile %20 RH'de elde edilmiştir. Genel bir sonuç olarak yüksek sıcaklık ve nemler düşük sıcaklık ve nemlere göre daha iyi (düşük) % Varyasyon Katsayıları elde edilmiştir.

Ortalama kurutma süresi (dk) Makinalara göre 904 dk ile en kısa 3 RYÜK'dedir. Daha sonra 4 RDK ve 3 RİD'de sırasıyla 1318 ve 1331 dakika ile uzundur. KH sıcaklığına göre en kısa kurutma süresi (1080 dk) 35°C'de ve en uzun kurutma süresi (1342 dk) 30°C'dedir. KH Nemine göre %40 RH en kısa kurutma süresi (1119 dk) ve en uzun %20 nemlerde 1218 dakikadır. Makina x Sıcaklık ortak etkisine göre; en kısa kurutma süreleri 3 RYÜK x 35°C'de ve 40°C'de sırasıyla 595 ve 683 dakikadır. Sıcaklığın artışı ile kuruma süresi kısalmaktadır. Sıcaklık x Nem intraksiyonuna göre en kısa kurutma süresi (979 dk) 35°C ile %40 RH ve en uzun kurutma süresi (1490 dk) 30°C x %20 RH nemde sağlanmıştır.

Öneriler

- Taze Isparta gülünün yağ içeriği sezonunun başı ile sonu arasında azalan yönde değiştiği için kurutulmuş gülde yağ içeriğinin araştırıldığı çalışmalarda bu özellik dikkate alınmalıdır. Örneğin kurutmada farklı makinalar denenecek ise tüm makinalar -gerekli alt yapı hazırlanarak- aynı günde, aynı zamanda ve aynı yerden alınmış güller ile, aynı sıcaklık ve nemlerde eş zamanlı olarak çalıştırılarak daha homojen kurutma koşulları sağlanmalıdır. Sezon başında güllerin yağ oranı yüksek olduğu için kurutmaya yüksek sıcaklık ve nemlerden başlanmalıdır. Örneğin önce 40°C sıcaklık ve %40 RH nemde tüm makinaları eş zamanlı aynı günde ve aynı güller ile başlanılıp sırayla ertesi gün 35°C sıcaklık ve %40 RH nem, daha sonra 40, 35 ve 30°C sıcaklıklarda %30 RH nem ve en son 40, 35 ve 30°C sıcaklıklarda %30 RH nem denemeleri yapılabilir. Ayrıca mümkün oldukça her kurutucu rafından başlangıç ve son nemler ayrı ayrı belirlenmeye çalışılarak kovaryans etkilerin kurutucu raf bazında belirlenmesi kurutma materyalinin homojen olamadığı durumlarda daha da sağlıklı olacaktır.
- Günlük çalışılacak güller mümkün oldukça sabahın erken saatlerinde ve aynı yerden toplanmış olmalıdır. Tedarikden sonra en kısa sürede süratle başlangıç nem ve yağ oranları tekerrürlü olarak belirlenirken kurutma başlatılmalıdır. Başlangıç değerlerinin belirlenmesi için gerekli sürenin yetmediği durumlarda nem ve yağ oranı örnekleri +4°C bekletilmeli, bekleme sırasında nem alıp almadığını belirlemek için her alımda depoya giriş ve çıkış olası ağırlık farkları belirlenmelidir.
- Çalışılacak gül eğer yağışlı günlerde toplanmış ise üzerinde normalden fazla atmosferik su olacağı için hem kurutmanın 1. Evresi uzayacak hem de elde edilecek yağ oranı ve kalitesinde farklar oluşmaktadır. Bu nedenler ile böyle yağışlı günlerde toplanmış ıslak güller ile çalışılmamalıdır.
- Yük hücreli elektronik ağırlık kayıt sistemleri ile ölçülen kuruma değerleri raflı ve sıcak hava akımlı konvektif kurutucu sistemin hava akış yönüne göre değişmektedir. Tartımlar kurutma havası kurutma tepsilerinin üstünden girip altından çıktığı sistemlerde havanın itme gücü daha fazla; tepsilerin altından

girip üstünden çıktığı durumlarda ise gerçekte olandan daha az olmaktadır. Ayrıca güller başlangıçta tüm tepsi yüzeyini örttüğü için gerçek ağırlıktan olan sapmalar kurutma sonuna kıyasla daha fazla olmaktadır. Havanın itme gücüyle oluşan sürekli kayıtlardaki veri dalgalanmasına (histerezis) çözüm olarak gerektiğinde ara ara veya seçilmiş belirli sürelerde ısıtıcı konvektif hava fanını 3 dakika için yavaşlatılıp veya durdurularak ölçümün stabil hale gelmesini sağlamak ve tekrar çalıştırmak düşünülebilir. Bu periyotlarda kaydedilen gerçek hassas histerezissiz kayıtlar kullanılarak kayıtlardaki sapmaların doğrultulması sağlanabilir.

- Taze ya da kurutulmuş güllerden elde edilen uçucu yağlar vakit kaybedilmeden en kısa zamanda -clevenger cihazından alındığında birlikte olan- suyundan ayrılmalı ve en kısa zamanda analizi yapılmalıdır. Aksi takdirde yağ hidroliz olarak miktar ve kalite kayıpları yaşanabilecektir. Bu araştırmada elde edilen yağların analizleri SDÜ Merkez Laboratuvarının taşınma dönemine rastladığı için 3 aylık bir sürede +4°C saklama dolabında bekletildikten sonra suyundan ayrılıp analizleri yapılabilmektedir. Toplam 75 örneğin tamamı bu süreyi bekledikten sonra 1 hafta içinde analiz edildiği için sonuçlardaki sapmaların hepsinde eşit ya da eşite yakın olduğu varsayılmıştır. O nedenle bu araştırmanın uçucu yağ oranları ve kalite bileşenleri benzer çalışmalar ile karşılaştırılırken dikkate alınmalıdır.
- Denemelerin başında enerji analizörü, ortasında 3 raflı yoğuşma üniteli kurutma sistemi kurutma sistemi (3 RYÜK) arıza yaptıkları ve sezon sonuna kadar tamirleri gerçekleştirilemediği için; enerji tüketim kayıtları alınamamış ve planlanan enerji analizleri yapılamamıştır. 4 RDK ve 3 RİD’de planlanan tüm sıcaklık ve nemlerde tam faktöriyel denemeler tamamlanabilirken 3 RYÜK’de ise 3 (sıcaklık) x 3 (nem) 9 deneme kombinasyonundan sadece dördü (30°C x %30 RH, 35°C x %20 RH, 40°C x %20 RH ve 40°C x %40 RH) gerçekleştirilirken; diğer beş ikili (30°C x %20 RH ve 30°C x %40 RH, 35°C x %30 RH ve 35°C x %40 RH, 40°C x %30 RH) faktör seviyelerine ait denemeler yapılamamıştır.

- Kurutma sistemlerinde kullanılan raf brüt ve net iç alanları farklı farklıdır. O nedenle brüt alan üzerinden birim alana eşit miktarda gül serilmeye çalışılmıştır. Kurutucu raflardan geçen hava hızı o bölmenin kanal klapesi ayarlanarak sistemler ve raflar arasında 0,4-0,5 m/s arasında eşit tutulmaya çalışılmıştır. İlerki çalışmalarda net ızgara delik alanı da eşitlenmeye çalışılarak buradan kaynaklanan raflar arası kuruma ve kuruma hızı değişimleri azaltılma yoluna gidilmelidir.
- Her kurutma sisteminin kendine has zayıf ya da üstün yanları olabilmektedir. Çalışılan makinalardan raflı olan 4 RDK'de içteki raflar kurutma havası dağıtım kanalına en yakın olanlar olduğu ve içte kaldıkları için tasarımdan kaynaklanan konveksiyon ve kondüksiyon kayıpları en azdır bu nedenlerle bu makinanın en hızlı ve en kaliteli kurutma yapılan rafları bunlardır. Her iki baştaki 1 ve 4 numaralı raflar yüksek tasarım hata ve eksikleri nedeniyle yüksek konveksiyon ve kondüksiyon kayıpları oluşmuştur. Sonuç olarak bu iki dış raflarda kurutma süresi uzamış ve kurutulmuş güllerinde yağ oranı ve kalitesi düşmüştür. Bir iklim dolabı olan 3 RİD'de ise set edilen sıcaklık ve nem sadece en üst raf ta hassas olarak kontrol edilebilirken; orta ve alt raflarda aşağı inildikçe 5-10 °C sıcaklık azalmaları %20-50 RH nem artışları görülmüştür. Özellikle en alt rafta sürekli yüksek nem birikimi sonucu sürekli düşük sıcaklık da olduğu için her iki makinada kuruması biten raflar alınarak henüz kurumayan raflar oraya aktarılarak kötü rafların kuruması tamamlanmaya çalışılmıştır. İster deneysel ister endstriyel olsun tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulmasında kullanılacak kurutma sistemlerinin raflar arası kurutma koşulları farkları üzerlerinde çalışarak giderilmeli ya da mümkün olduğunca iyileştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Agrawal, Y.C., Singh, R.P. (1977). Thin Layer Drying Studies on Short Grain Rough Rice. ASAE Paper No 3531. St. Joseph MI: ASAE.
- Ahmet, K., Orhon, A. (2009). An Experimental Study on Drying Kinetics of Some Herbal Leaves. *Energy Conversion and Management*, 50, 118-124.
- Akpınar, E.K., Biçer, Y., Çetinkaya, F. (2006). Modeling of Thin Layer Drying of Parsley Leaves in a Convective Dryer and Under Open Sun. *Journal of Food Engineering*, 75, 308-315.
- Altıntaş, A. (2009). Gül, Gül Suyu; Tarihte Tedavide ve Gelenekteki Yeri, Gülbirlik Yayınları, Isparta.
- Al-Muhtaseb, A.H., McMinn, W.A.M., & Magee, T.R.A. (2002). Moisture sorption Isotherm Characteristics of Food Products: a review. *Food Bioprocess Processing*, 80, 118–128.
- Andrade, S. (2011). Quality Oriented Drying of Lemon Balm (*Melissa Officinalis* L.), Doktora tezi. Kassel Üniversitesi. Kolumbien, March 2011.
- Ayensu, A. (1997). Dehydration of Food Crops Using a Solar Dryer with Convective Heat Flow. *Solar Energy*, 59 (4-6), 121-126.
- Antonelli, A., Fabbri, C., Giorgioni, M.E. & Bazzocchi, R. (1997). Characterisation of 24 Old Garden Roses From Their Volatile Compositions. *J. Agric. Food Chem.* 45, 4435.
- Arabhosseini, A., Padhye, S., Huisman, W., Bostel, V., & Müller, J. (2009). Effect of Drying on The Color of Tarragon (*Artemisia dracunculus* l.) Leaves. *Food and Bioprocess Technology*.
- Arık, H. (2014). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kurutulmasına Uygun Laboratuvar Tipi Rafli Kurutucunun Otomasyon Sisteminin Geliştirilmesi ve Performansının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Arslan, N. ve Toğrul, H. (2006). The Fitting of Various Models to Water Sorption Isotherms of Tea Stored in a Chamber Under Controlled Temperature and Humidity. *Journal of Stored Products Research*, 42, 112–135.
- ASABE. (2012). Moisture Relationships of Plant-based Agricultural Products D245.6 OCT2007 W/Corr. 1 (R2012). American Society of Agricultural and Biological Engineers, 1-40.
- Bahloul, N., Boudhrioua, N., & Kechaou, N. (2008). Moisture Desorption-Adsorption Isotherms and Isosteric Heats of Sorption of Tunisian Olive Leaves (*Olea europaea* L.). *Industrial Crops and Products*, 28(2), 162-176.

- Baker, C. G. J. (1997). Industrial Drying of Food. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman & Hall, 2-6, London, UK. P. 309.
- Bala, B. K. (1998). Solar Drying Systems: Simulation and Optimization. Agrotech Publishing Academy, Udaipur, India.
- Barbosa-Canovas, G., Fontana, J. L. T., & Shelly, J. (2007). Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications Fundamentals and Applications Desorption Phenomena in Food Dehydration Processes. Ames, Iowa: Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists.
- Başer, K.H.C. (1992). Turkish Rose Oil. Perfumer & Flavorist 17: 45-52.
- Başer, K.H.C., Kurkçuoğlu, M., Konur, O.Z. (1993). The Production and Properties of Turkish Rose Oil. Essential Oils for Perfumery and Flavours. Proceeding of an International Conference, 26-30 May, 1990, Antalya, pp.63-76.
- Baydar, H. (2005). Yayla Kekiğinde Farklı Toplama Zamanlarının Uçucu Yağ Bileşenleri Üzerindeki Etkisi. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (2), 175-178.
- Baydar, H. (2006). Oil - Bearing Rose (*Rosa Damascena* Mill.) Cultivation and Rose Oil Industry in Turkey, Euro Cosmetics 14:13 - 17.
- Baydar, H. (2009). Tıbbi, Aromatik ve Keyif Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 3. Baskı), Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51, Isparta.
- Baydar, H., Kazaz, S., Erbaş, S., Örucü, Ö. K. (2008). Soğukta Muhafaza ve Kurutmanın Yağ Gülü Çiçeklerinin Uçucu Yağ İçeriği ve Bileşimine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 3(1): 42-48.
- Baydar, H. (2013). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, 51 (ISBN: 975-7929. 79-4).
- Baydar, H., Kazaz, S. (2013). Yağ Gülü ve Isparta Gülcülüğü. Tola Matbaa ve Tanıtım Hizmetleri, 144s, Isparta.
- Baydar, H., Kazaz, S., Erbaş, S. (2013). Yağ Gülü (*Rosa Damascena* Mill.)'nde Morfogenetik, Ontogenetik ve Diurnal Varyabiliteler, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 8 (1):1-11.
- Bayhan, A.K., Boyar, S., Caglar, M.F., Akdeniz, R.C., Kayaalp, O. (2011). Design of The Experimental Dryer for Medical and Aromatic Plants. Synergy in the Technical Development of Agriculture and Food Industry II. International Conference on Agricultural Engineering, Szent Istvan University, Faculty of Mechanical Engineering. (Summary) pp:17, ISBN: 978-963-269-249-4. Full paper, Disk ISBN: 978-963-269-250-0. E:/PDF/o1_166.pdf. 09-15. October, 2011 Gödöllő, Hungary.

- Baytop, T. (1984). Türkiye de Bitkiler ile Tedavi İstanbul Üni. 3255, Eczacılık Fak. Yay. 40 282-283.
- Bejar, A. K., Mihoubi, N. B., Kechaou, N. (2012). Moisture Sorption Isotherms – Experimental and Mathematical Investigations of Orange (*Citrus sinensis*) Peel and Leaves. Food Chemistry, 132, 1728–1735.
- Bell, L., & Labuza, T. (1984). Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use. St. Paul, Minnesota: Department of Food Science and Nutrition University of Minnesota.
- Bertuzzi, M. A., Castro Vidaurre, E. F., Armada, M., Gottifredi, J. C. (2007). Water Vapor Permeability of Edible Starch Based Films. Journal of Food Engineering, 80, 972–978.
- Bingöl, G. (2010). Gıda İşlemede Kurutma Teknolojilerinin Temel İlkeleri. Kısaltılmış Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. İstanbul.
- Blahovec, J. (2004). Sorption Isotherms in Materials of Biological Origin Mathematical and Physical Approach. Journal of Food Engineering, 65(4), 489-495.
- Boskabady, M.H., Shafei, M.N., Saberi, Z., Amini, S. (2011). Pharmacological Effects of *Rosa damascena*. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 14(4): 295–307.
- Boudhrioua, N., Kouhila, M., Kechaou, N. (2008). Experimental and Mathematical Investigations of Convective Solar Drying of Four Varieties of Olive Leaves. Food Bioprod. Process, 86:176-184.
- Boyar, S., Bayhan, A. K., Dikmen, E. (2013). Investigation on Drying Behavior of Isparta Rose Flowers (*Rosa damascena* Mill.) Under Natural Shade Conditions”, Bulg. J. Agric. Sci.,19 (No 2): 361-374.
- Boyar, S., Bayhan, A. K., Çetişli, B., Çağlar, M. F., Dikmen, E. (2015). Görüntü İşleme İle Kontrollü Kondenzasyonlu Isparta Gülü Kurutma Sisteminin Geliştirilmesi. TÜBİTAK, Proje No: 1120092.
- Brunauer, S. (1943). The Absorption of The Gases and Vapors I. Physical Adsorption. Princeton: Princeton University Press.
- Bulduk, S. (2004). Gıda Teknolojisi. İkinci Baskı. Detay Yayıncılık. Ankara. 35 - 38.
- Cakmak, H., Kumcuoglu, S., Tavman, S. (2013). Thin Layer Drying of Bay Leaves (*Laurus nobilis* L.) in Conventional and Microwave Oven, Akademik Gıda, 11, 20-26.

- Caurie, M. (1970). A new Model Equation for Predicting Safe Storage Moisture Levels for Optimum Stability of Dehydrated Foods. *Journal of Food Technology*, 5, 301-307.
- Cemeroğlu, B., Acar, J. (1986). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 6, Ankara.
- Cemeroğlu, B. (2004). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. İkinci Baskı, 2 cilt, Ankara.
- Cemeroğlu, B., ve Özkan, M. (2009). Kurutma Teknolojisi. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi Cilt 2. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:39, Ankara, 636s.
- Ceylan, A. 1983. Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, Bornova-İzmir.
- Ceylan, A. (1997). Tıbbi Bitkiler (Uçucu Yağ Bitkileri) Cilt II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, İzmir.
- Çanakçı, M. (2005). Güneş Enerjili Polen Kurutma İşleminin Matematik Modellemesi ve Termodinamik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Niğde.
- Dachler and Pelzmann, (1989). Heil-und Gewürzpflanzen. Anbau Ernte Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag. Druck- und Verlagsgesellschaft.
- Demirçakmak, B. (1994). *Cedrus Libani* Uçucu Yağının Bileşimi, Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Demir, V., Günhan, T. (2002). Tarım Ürünlerinin Kurutma Tekniği Çalıştayı Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü çalıştaylar dizisi no 1, İzmir.
- Dinçer, T.D. ve Esin, A. (1995). Sorption Isotherms for Macaroni. *Journal of Food Engineering*, 27, 211-228.
- Doğantan, Z., S. (1986). Kahramanmaraş Biberinin Kurutmaya Yönelik Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Saptanması ile Doğal Koşullarda ve Plastik Örtü Altı Güneş Toplayıcılarıyla Kurutma Üzerine Bir Araştırma. Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi. Adana.
- Deutsches Arzneibuch, D.K. (1986). *Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbh*. Stuttgart.
- Doymaz, İ. (2005). Drying Characteristics and Kinetics of Okra. *Journal of Food Engineering*, 69: 275-279.

- Doymaz, İ. (2011). Drying of Thyme (*Thymus Vulgaris* L.) and Selection of a Suitable Thin-layer Drying Model, *Journal of Food Processing and Preservation*, 35, 458-465.
- Drouzas, E., Tsami, E., & Saravacos, G.D. (1999). Microwave/Vacuum Drying of Model Fruit Gels. *Journal of Food Engineering*, 28, 203-209.
- Ebert, K. (1982). *Arznei- und Gewürzpflanzen. Ein Leitfaden für Anbau und Sammlung*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.
- Erbaş, S., Baydar, H. (2016). Variation is Scent Compounds of Oil Bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.) Produced by Headspace Solid Phase Microextraction, Hydrodistillation and Solvent Extraction. *Rec. Nat. Prod.* 10:5 (2016) 555-565.
- Erbay, B. ve Küçüköner, E. (2008). Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi. 1045-1048. Atatürk Ü. Erzurum.
- Ercişli, S. (2005). Rose (*Rosa* spp.) "Germplasm Resources of Turkey. Genetic Researches and Crop Evolution", 52, 787-795.
- Ertugay, Z., Elgün, A., Kurt, A. ve Gökalp, H.Y. (1990). Gıda Bilimi ve Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 229s. Erzurum.
- Fasina, O. (2003). Infrared Heating of Food and Agricultural Materials. ASAE Paper No.036219 St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Fıratlıgil-Durmuş, F. E. (2008). Kırmızı Biber Tohumunun Endüstriyel Olarak Değerlendirilmesi, Protein Ekstraksiyonu, Fonksiyonel Özellikleri ve Mayonez Üretiminde Kullanımı. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Göktürk Baydar, N., Baydar, H. (2013). Phenolic Compounds, Antiradical Activity and Antioxidant Capacity of Oil-bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.) Extracts. *Industrial Crops and Products*, 41:375-380.
- Guine, F., Henriques, F., & Barroca, J. (2009). Mass Transfer Coefficients for The Dry-ing of Pumpkin (*cucurbita moschata*) and Dried Product Quality. *Food and Bioprocess Technology Journal*.
- Guterman, I., Shalit, M., Menda, N., Piestun, D., Yelin, M.D., Shalev, G., Bar, E., Davydov, O., Ovadis, M., Emanuel, M., Wang, J., Adam, Z., Pichersky, E., Lewinsohn, E., Zamir, D., Vainstein, A. and Weiss, D. (2002). Rose Scent: Genomics Approach to Discovering Novel Floral Fragancerelated Genes. *The Plant Cell*. 14, 2325-2338.
- Güler. (2015). Gül ve Gül Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, (<http://gular.sdu.edu.tr>). Erişim Tarihi: 10 Ekim 2015.

- Gülbirlik. (2015). Technical Data Sheet (TDS 150001), Düzenleme Sayısı: 2, Revizyon Tarihi:08.03.2015, Gülbirlik – Isparta p:1/4.
- Güneş, M. (1994). Bilgisayar Destekli Olarak Çeşitli Geometrik Şekillere Sahip Gözenekli Ortamlarda Kurutma Prosesinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Güngör, A., Özbalta, N. (2009). Kurutmanın Temelleri ve Endüstriyel Kurutucular Kurs Notları , IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- Hamer, P.J.C., Knight, A.C., McGechan, M.B., Cooper, G. (2000). Model for Predicting The Field Drying Characteristics of Grass Conditioned by Maceration (Severe Treatment). Journal of Agricultural Engineering Research;75(3): 275-289.
- Hebbbar, H., Vishwanathan, K.H. ve Ramesh, M.N. (2004). Development of Combined Infrared and Hot Air Dryer for Vegetables. Journal of Food Engineering, 65: 557-563.
- Heeger, E.F. (1956). Handbuch Des Arznei und Gewürzpflanzenbaues. Drogengewinnung, Berlin.
- Heindl, A., & Müller, J. (1997). Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Zeitschrift von Arznei Gewürzpflanzen, 2 , 90-97.
- Henderson, S.M. (1974). Progress in Developing The Thin-layer Drying Equation. Transactions of the ASAE. 17: 1167-1172.
- Hossain, D., Bala, A., Hossain, M., & Mondol, R. (2001). Sorption Isotherms and Heat of Sorption of Pineapple. Journal of Food Engineering, 48 , 103-107.
- ISO 9842. (2003). Oil of Rose (*Rosa damascena* Miller). International Standards for Business, Government and Society (Available online: www.iso.org).
- İsaeva, J. (2007). Kayısı Kurutmasının Deneysel ve Teorik Olarak Araştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi İstanbul.
- Isiksal, S., Soyer, A., Ercan, E. (2009). Sucuk ve Pastırmanın Desorpsiyon İzotermlerine Sıcaklığın Etkisi. Gıda Dergisi, 34 (1), 11-20.
- Karakaplan, N. (2017). Nane (*Mentha spicata*) Bitkisinden Uçucu Yağ Eldesi İçin Optimum Koşulların Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı. İnönü Üniversitesi. Malatya.
- Kavak, E., Biçer, Y., Yıldız, C. (1999). Kurutma ve Kurutma Modelleri, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Bildiriler Kitabı, Yayın No: 221, Denizli.

- Kaya, A., Aydın, O. (2008). An Experimental Study on Drying Kinetics of Some Herbal Leaves. *Energy Conversion and Management*, 50 (1): 118-124.
- Kaymak-Ertekin, F., Gedik, A. (2004). Sorption Isotherms and Isotheric Heat of Sorption for Grapes, Apricots, Apples and Potatoes. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 37, 429-438.
- Khosh-Khui, M. (2014). Biotechnology of Scented Roses: A Review. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1(1): 1-20.
- Kneule, F. (1975). *Das Trockner*, 3. Auflage. Frankfurt am Main: Verlag Sauerlander.
- Koksal, N., Aslançan, H., Sadighazadi, S., Kafkas, E. (2015). Chemical Investigation on *Rose Damascena* Mill. Volatiles; Effects of Storage and Drying Conditions. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 14(1) 2015, 105-114.
- Köse, B. (2008). Konvektif ve UV-Konvektif Kurutucularda Ökseotu (*Viscum Album L.*) Bitkisinin Kuruma Davranışı, Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniv. Müh. Fak. Kimya Müh. ABD.Erzurum.
- Krimmer, N. (2000). Tıbbi ve Aromatik Bitki ve İlaç Araştırma Merkezi, Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.
- Krokida, M., and Maroulis, Z. (2000). Quality Changes During Drying of Food Materials (A. S. Mujumdar, Eds). *Drying Technology in Agriculture and Food Sciences*. Science Publishers, Inc. Enfield, USA – Plymouth, UK, p. 61-106.
- Lagoudaki, M., Demertzis, P.G., and Kontominas, M.G.(1993). Moisture Adsorption Behaviour of Pasta Products. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 26: 512-516.
- Lewis, M.J. (1996). *Physical Properties of Food and Food Processing Systems*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Martinov, I. M. J., Mujic, M. (2007). Impact of Drying Air Temperature on Course of Drying and Quality of *Hypericum Perforatum*. In: *Zeitschrift von Arznei und Gewurzpflanzen*, pp. 136- 140.
- Mathlouthi, M., Rogé, B. (2003). Water Vapor Sorption Isotherms and the Caking of Food Powders. *Food Chem. Jul*; 82 (1): 61-71.
- Mavroudis, N.E., Gekas, and Sjöholm, I. (1998). Osmotic Dehydration of Apples. Effects of Agitation and Raw Material Characteristics. *Journal of Food Engineering*, 35: 191-209.
- Moreira, R., Chenlo, F., Vazquez, M. J., & Camean, P. (2005). Sorption Isotherms of Turnip Top Leaves and Stems in the Temperature Range From 298 to 328 K. *Journal of Food Engineering*, 71(2), 193-199.

- Müller, J., Köll-Weber, M., Kraus, W. (1992). Effect of Drying on the Essential Oil of *Salvia officinalis*. *Planta Medica* No: 58 (1):78.
- Müller, J., Heindl, A. (2005). Drying of Medicinal Plants (Chapter 17). In: (Editörler: R.J. Bogers, L.E. Craker, D. Lange) *Proceedings of the Frontis Workshop on Medicinal and Aromatic Plants*. Wageningen, The Netherlands : Springer Science, 17-20 April 2005.
- Nilsson, O. (1997). Rosa. In: Davis PH, editor. *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Edinburgh: Edinburgh University Pres, 4, pp 106-128.
- Özbalta, N., Tırıs, Ç. (1992). Güneşli Kurutucuda Bazı Sebze ve Meyvelerin Kuruma Karakteristikleri, Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü, İzmir, s. 1-2.
- Özer, A. (2010). Bazı Tıbbi Bitkilerin Sıcak Havalı Kurutucuda Kurutulması ve Kurutma Sıcaklıklarının Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ.
- Özgüven, M., Bux, M., Koller, W.D., Şekeroğlu, N., Kırpık, M. (2004). Trocknung von ätherisches Öl führenden Pflanzen mit Solarenergie in der Türkei. Fachtagung für Arznei,- und Gewürzpflanzen 2004. 7. bis 9. September 2004, Jena, Germany.
- Özgüven, M., Bux, M., Koller, W. D., Müller, J., Schweiger, P., Range, P., Şekeroglu, N., and Kırpık, M. (2006). Investigation of Optimum Drying Parameters of Various Medicinal Plants. Project No: TOGTAG – JULICH 2001/1.
- Özgüven, M., Kırpık, M., Koller, W.D., Kerschbaum, S., Range, P. and Schwelger, P. (2006). Thvestiyation of Optimum Drying Parameters of Vanous Medicinal Plants, Togtag 2001/1, 341, Adana.
- Öztekin, S., Soysal, Y. (2000). Çiçeğinden Yararlanılan Aromatik Bitkiler İçin Tasarlanan Bir Rafli Kurutucu. Çukurova II, 19. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 1 - 2 Haziran 2000, Bildiriler, 357-362, Erzurum - Türkiye.
- Öztekin, S., & Martinov, M. (2007). *Medicinal and Aromatic Crops. Harvesting, Drying and Processing*. New York: Haworth Food & Agricultural Products Press.
- Parlak, N. (2014). Akışkan Yataklı Kurutucuda Zencefilin Kuruma Kinetiğinin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi. Müh. Mim. Fak. Der. 29 (2), 261-269.
- Polatçı, H. (2008). Farklı Kurutma Yöntemlerinin Reyhan (*Ocimum basilicum*) Bitkisinin Kuruma Süresine Ve Kalitesine Etkisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ABD. Yüksek Lisans Tezi, Tokat.

- Quirijins, E. (2006). Modelling and Dynamic Optimization of Quality Indicator Profiles during Drying. Wageningen, The Netherlands: PhD. Thesis Wageningen University.
- ROSENSE A.Ş. (2012). Isparta Yağ Gülü (*Rosa damascena*) Ayırma-Sınıflandırma ve Kurutma Sistemlerinin Geliştirilmesi (7100075) Proje Sonuç Raporu Taslağı (yayınlanmamış) (Proje Danışmanı, Yrd. Doç. Dr. Serkan BOYAR, Doç. Dr. A. Kamil BAYHAN, Yrd. Doç. Dr. M Fatih ÇAĞLAR).
- Sacılık, K., Eliçin, A.K. (2006). The Thin layer Drying Characteristics of Organic Apple Slices. Journal of Food Engineering, 73, 281-289.
- Sarsılmaz, C. (1998). Güneş Enerjisi Destekli Kayısı Kurutma Sistemi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 49-51.
- Senadeera, W., Bhandari, B., Young, C., and Wijesinghe, B. (2000). Physical Property Changes of Fruits and Vegetables During Hot Air Drying (A.S. MUJUMDAR, Eds.). Drying Technology in Agriculture and Food Sciences, Enfield (NH), USA: Science Publishers, Inc., p.149-166.
- Silakul, T., Jindal, VK. (2002). Equilibrium Moisture Content Isotherms of Mungbean. International Journal of Food Properties;5(1):25-35.
- Shafei, M.N., Rakhshandah, H., Boskabady, M.H. (2003). Antitussive Effect of *Rosa damascena* in Guinea Pigs. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 2: 231-234.
- Sharaf-Elden, Y.I., Blaisdell, J.L., Hamdy, M.Y. (1980). A model for Ear Corn Drying. Transactions of the ASAE, 5, 1261-1265.
- Soysal, Y., Öztekin, S. (1999). Equilibrium Moisture Content Equations for Some Medicinal and Aromatic Plants. In Journal of agricultural engineering research, pp. 317-324.
- Soysal, Y. (2000). İşletme Ölçeğinde Çeşitli Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kurutulmasına Yönelik Bir Araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Bölümü.
- Soysal, Y., Öztekin, S., Işıkber, A.A., Duman, A.D., Dayısoylu, K.S. (2005). Kurutulmuş Kırmızı Biberde Rengin Bir Kalite Parametresi Olarak Önemi. III. Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği Çalıştayı, 2-4 Mayıs, Antalya.
- Soysal, Y., Öztekin, S. (2007). Extraction. In: Medicinal and Aromatic Crops; Harvesting, Drying, and Processing (Eds: Öztekin S. and Martinov M.) Chapter 5, pp. 211-252. doi: 10.1300/5895_05. Chapter 6, pp. 253-266. doi: 10.1300/5895_06. Haworth Food & Agricultural Products Press. Haworth Press, Inc. 10 Alice Street, Binghamton, NY 13904-1580.

- Soysal, Y., Ayhan, Z., Eştürk, O., Arıkan, M.F. (2009). Intermittent Microwave-Convective Drying of Red Pepper: Drying kinetics, physical (colour and texture) and sensory quality. *Biosystems Engineering*. 103 (2009) 455-463.
- Srikiatden, J., & Roberts, S. (2007). Moisture Transfer in Solid Food Materials: a review of Mechanisms, Models, and Measurements. *International Journal of Food Properties*, (pp. 739-777).
- Strumillo, C ve Kudra, F.T. (1986). *Drying: Principles, Applications and Design*, Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Şahbaz, F. (1998). Su ve Buz (İ. SALDAMLI editör) Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Basımevi Ankara, S. 9-36.
- Tanker, M., Tanker, N. (1976). *Farmakognozi Cilt II*, Reman Matbaası, İstanbul.
- Tanker, M., Tanker, N., Uçucu yağlar, *Farmakognozi Cilt 2*, Ankara Üniversitesi.
- Tarhan, S., Ergüneş, G., Tekelioğlu, O. (2007). Tarımsal Ürünler için Güneş Enerjili Kurutucuların Tasarım ve İşletme Esasları, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 99, 26-32.
- Timmerman, E., Chirife, J., & Iglesias, A. (2001). Termodinamica de Isotermas de Sorcion. *Journal of Food Engineering*, 48, 19-31.
- TPE. (2006). Isparta Gülü Coğrafi İşaret Tescil Belgesi, T. C. Türk Patent Enstitüsü. Tescil, No:83 (Erişim tarihi: 20.11.2015). <http://www.tpe.gov.tr/TurkPatentEnstitusu/resources/dosyalar/cografitescil/83.pdf>.
- Toğrul, İ.T., Pehlivan, D. (2003). Modeling of Drying Kinetics of Single Apricot. *Journal of Food Engineering*. 58, 23-32.
- Torki-Harchegani, M., Ghanbarian, D., Pirbalouti, A.G., Sadeghi, M. (2016). Dehydration Behaviour, Mathematical Modelling, Energy Efficiency and Essential Oil Yield of Peppermint Leaves Under Going Microwave and Hot Air Treatments, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 407-418.
- Tucker, A.O. and Maciarello, M. (1988). Nomenclature and Chemistry of Kazanlak Damask Rose and Some Potential Alternatives from the Horticultural Trade of North America and Europe. In: *Flavors and Fragrances: A World Perspective*. Elsevier, Amsterdam, pp. 99-104.
- Van, C., den-Berg. (1981). Vapor Sorption Equilibrium and Other Water-starch Interactions: a physico-chemical approach. Ph.D. thesis Wageningen Agricultural University, section Process Engineering Department of Food Science.

Verma, L.R., Bucklin, R.A., Endan, J.B., and Wratten, F.T. (1985). Effects of Drying Air Parameters on Rice Drying Models. Transactions of the ASAE, 28, 296-301.

Verma R.S., Padalia, R.C., Chauhan, A. (2011). Chemical Investigation of the Volatile Components of Shade-Dried Petals of Damask Rose (*Rosa Damascena* Mill.). Arch. Biol. Sci., Belgrade, 63 (4), 1111-1115.

Wang, C.Y., Singh, R.P. (1978). A single Layer Drying Equation for Rough Rice. ASAE Paper No:78-3001,ASAE, St.Joseph,MI.

Yağcıoğlu, A. (1999). Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayınları No: 536, İzmir.

Yaldız, O., Ertekin, C., Uzun, H.I. (2001). Mathematical Modelling of Thin Layern Solar Drying of Sultana Grapes. Energy, 26: 457-465.

EKLER

EK A. Çizelgeler

EK B. Fotoğraflar



EK A. Çizelgeler

Çizelge A.1. Taze ve kuru güllerde OM grubu 34 bileşen tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Kuru ve Taze	N	Ort.	SE Ort	% CV
Linalol	Kuru	75	0,5172	0,0980	164,09
	Taze	13	0,3577	0,0819	82,60
Beta.-Sitronellol	Kuru	75	9,904	0,840	73,45
	Taze	13	15,01	2,84	68,17
Geraniol	Kuru	75	3,833	0,626	141,46
	Taze	13	23,16	3,21	49,95
Nerol	Kuru	75	0,847	0,177	180,89
	Taze	13	7,16	1,36	68,62
2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl	Kuru	75	0,269	0,108	347,56
	Taze	13	0,292	0,292	360,56
Linalilasetat	Kuru	75	0,430	0,277	556,89
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Sitronellil propiyonat	Kuru	75	0,1063	0,0211	171,92
	Taze	13	0,0362	0,0362	360,56
Rose oksit trans	Kuru	75	0,1016	0,0322	274,62
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
StearAldehit	Kuru	75	0,190	0,132	604,03
	Taze	13	0,0185	0,0185	360,56
Neril asetat	Kuru	75	0,0960	0,0458	412,82
	Taze	13	2,138	0,283	47,70
E-Sitral	Kuru	75	0,1099	0,0244	192,67
	Taze	13	0,3908	0,0924	85,27
Sitronellil bütirat	Kuru	75	0,0571	0,0150	227,98
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Z-Citral	Kuru	75	0,1128	0,0493	378,66
	Taze	13	0,2354	0,0676	103,59
Sitronellol<L>	Kuru	75	0,02200	0,00665	261,97
	Taze	13	2,57	1,75	245,36
Sitronellil asetat	Kuru	75	0,0896	0,0268	259,26
	Taze	13	0,562	0,146	93,50
1,6,10,14-Hexadecatetraen-3-ol,	Kuru	75	0,01280	0,00496	335,80
	Taze	13	0,0508	0,0508	360,56
Kamfor	Kuru	75	0,00333	0,00210	545,50
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Sis-Myrtanol	Kuru	75	0,000533	0,000533	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Metil palmitat	Kuru	75	0,00680	0,00337	429,20
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Siklododecanol	Kuru	75	0,00453	0,00319	609,30
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Sitronellil valerat	Kuru	75	0,01773	0,00810	395,78
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Trans-Geraniol	Kuru	75	0,0289	0,0284	850,00
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
4-Terpineol	Kuru	75	0,001067	0,000941	764,02
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Sitronellil format	Kuru	75	0,00587	0,00535	790,16
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
3-Hidroksi-2,2,4-trimetilpentil	Kuru	75	0,0151	0,0109	625,80
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
5,9-Undecanien-2-one,6,10-dimet	Kuru	75	0,000933	0,000933	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
2-Hekzadesen-1-ol,3,7,11,15-tetr	Kuru	75	0,00120	0,00120	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Sitronellil tiglat	Kuru	75	0,00200	0,00200	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
p-Menth-1-en-8-ol, (S)-(-)	Kuru	75	0,00133	0,00133	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Trans-2,4-Decadienal	Kuru	75	0,000133	0,000133	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Cyclododecanol(CAS)cyclododecan	Kuru	75	0,00227	0,00227	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Linalol oksit CIS	Kuru	75	0,000933	0,000933	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Alfa Terpineol	Kuru	75	0,00267	0,00191	620,59
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
2-undecanone	Kuru	75	0,000267	0,000267	866,03
*Taze güllerde bulunmamaktadır.	Taze	13	0,000000	0,000000	*

Çizelge A.2. Taze ve kuru güllerde OM grubu uçucu yağ bileşenlerine ait GLM varyans analiz sonuçları (Taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan 21 adet bileşeni)

Varyasyon Kaynakları	N	KT	KO	F	P
Linalyl acetate	1	2.051	2.051	0.42	0.521
Hata	86	424,853	4,940		
Toplam	87	426,904			
Rose oksit trans	1	0.1144	0.11437	1.71	0.195
Hata	86	5,7606	0,06698		
Toplam	87	5,8750			
Sitronellil bütirat	1	0.03608	0.03608	2.48	0.119
Hata	86	1,25255	0,01456		
Toplam	87	1,28864			
Kamfor	1	0.000123	0.000123	0.43	0.512
Hata	86	0,024467	0,000284		
Toplam	87	0,024590			
Sis-Myrtanol	1	0.000003	0.000003	0.17	0.680
Hata	86	0,001579	0,000018		
Toplam	87	0,001582			
Metil palmitat	1	0.000512	0.000512	0.70	0.405
Hata	86	0,063032	0,000733		
Toplam	87	0,063544			
Siklodecanol	1	0.000228	0.000228	0.35	0.557
Hata	86	0,056459	0,000656		
Toplam	87	0,056686			
Sitronellil valerat	1	0.003484	0.003484	0.82	0.367
Hata	86	0,364515	0,004239		
Toplam	87	0,367999			
Trans-Geraniol	1	0.00928	0.009275	0.18	0.674
Hata	86	4,47571	0,052043		
Toplam	87	4,48499			
4-Terpineol	1	0.000013	0.000013	0.22	0.640
Hata	86	0,004915	0,000057		
Toplam	87	0,004927			
Sitronellil format	1	0.000381	0.000381	0.21	0.651
Hata	86	0,159019	0,001849		
Toplam	87	0,159400			
3-Hidroksi-2,2,4-trimetilpentil	1	0.002515	0.002515	0.33	0.568
Hata	86	0,657875	0,007650		
Toplam	87	0,660390			
5,9-Undecanien-2-one,6,10-dimet	1	0.000010	0.000010	0.17	0.680
Hata	86	0,004835	0,000056		
Toplam	87	0,004844			
2-Hekzadesen-1-ol,3,7,11,15-tetr	1	0.000016	0.000016	0.17	0.680
Hata	86	0,007992	0,000093		
Toplam	87	0,008008			
Sitronellil tiglät	2	1435	717,71	4.03	0.022
Hata	66	11750	178,03		
Toplam	74	15617			
p-Menth-1-en-8-ol, (S)-(-)-trans.	1	0.000020	0.000020	0.17	0.680
Hata	86	0,009867	0,000115		
Toplam	87	0,009886			
Trans-2,4-Decadienal	1	0.000000	0.000000	0.17	0.680
Hata	86	0.000099	0.000001		
Toplam	87	0.000099			
Cyclododecanol(CAS)cyclododecan	1	0.000057	0.000057	0.17	0.680
Hata	86	0,028515	0,000332		
Toplam	87	0,028572			
Linalol oksit CIS	1	0.000010	0.000010	0.17	0.680
Hata	86	0,004835	0,000056		
Toplam	87	0,004844			
Alfa Terpineol	1	0.000079	0.000079	0.33	0.565
Hata	86	0,020267	0,000236		
Toplam	87	0,020345			
2-Nonadecanone	1	0.000001	0.000001	0.17	0.680
Hata	86	0,000395	0,000005		
Toplam	87	0,000395			

Çizelge A.3. Taze ve kuru güllerde görülen OM grubu 13 uçucu yağ bileşenindeki değişimlere ait GLM “Stepwise” varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Linalol	Hasat Günü	1	56,64	56,64	8,52	0,004
	Taze ve kuru	1	914,03	914,03	137,56	0,000
	Hata	85	564,80	6,645		
	Toplam	87	1600,21			
Beta.-Sitronellol	Taze ve kuru	1	291,9	291,87	4,86	0.030
	Hata	86	5162,4	60,03		
	Toplam	87	5454,3			
Geraniol	Taze ve kuru	1	3763,8	3763,76	119,30	0.000
	Hata	86	2713,2	31,55		
	Toplam	87	6476,9			
Nerol	TG HYM (ml/kg KM)	1	30,84	30,84	2,67	0,106
	Taze ve kuru	1	3018,22	3018,22	261,22	0.000
	Hata	85	982,13	11,55		
	Toplam	87	4599,01			
2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl	Taze ve kuru	1	23,19	23,19	3,81	0,054
	Hata	86	523,56	6,09		
	Toplam	87	546,75			
Sitronellil propiyonat	Taze ve kuru	1	2071,8	2071,8	6,01	0,016
	Hata	86	29628,4	344,52		
	Toplam	87	31700,2			
StearAldehit	Taze ve kuru	1	464,72	464,72	5,69	0,019
	Hata	86	7029,46	81,74		
	Toplam	87	7494,18			
Neril asetat	Taze ve kuru	1	9696,0	9695,95	863,32	0.000
	Hata	86	965,9	11,23		
	Toplam	87	10661,8			
E-Sitral	Hasat Günü ³	1	70,91	70,91	3,69	0,058
	TG HYM (ml/kg KM)	1	231,38	231,38	12,04	0,001
	Taze ve kuru	1	1940,67	1940,67	101,03	0.000
	Hata	84	1613,59	19,21		
	Toplam	87	4470,83			
Z-Citral	Taze ve kuru	1	1700,71	1700,71	83,18	0,000
	Hata	86	1758,30	20,45		
	Toplam	87	3459,01			
Sitronellol<L>	TG HYM (ml/kg KM)	1	25,929	25,929	2,64	0,108
	Taze ve kuru	1	56,523	56,523	5,75	0,019
	Hata	85	835,628	9,831		
	Toplam	87	993,337			
Sitronellil asetat	Hasat Günü ²	1	34,63	34,63	2,46	0,121
	Hasat Günü ³	1	60,51	60,51	4,29	0,041
	TG HYM (ml/kg KM)	1	140,82	140,82	9,98	0,002
	Taze ve kuru	1	452,33	452,33	32,07	0.000
	Hata	83	1170,65	14,104		
	Toplam	87	1810,57			
1,6,10,14-Hexadecatetraen-3-ol,	Taze ve kuru	1	179,55	179,56	6,07	0.016
	Hata	86	2544,37	29,59		
	Toplam	87	2723,92			

Çizelge A.4. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen OM grubu 12 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Linalol	Beta Sitronellol	Geraniol	Nerol	Sitronellil propiyonat	StearAldehit	Nerylacetate	E-Sitral	Z-Citral	Sitronellol (L)	Citronellyl acetate	1,6,10,14Hekzad esatetraen-3-ol
Hasat Günü	P<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hasat Günü ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,121	-
Hasat Günü ³	-	-	-	-	-	-	-	P<0,05	-	-	P<0,05	-
TG HYM (ml/kg KM)	P<0,001	-	-	0,106	-	-	-	P<0,001	-	0,106	P<0,001	-
Taze	9,7 a	15,0a	22,3a	19,7a	13,8a	6,7a	29,7 a	19,7 a	12,5 a	2,7 a	9,5 a	4,0 a
Kuru	0,6 b	9,9 b	3,8 b	0,7 b	0,1 b	0,2b	0,1 b	0,1 b	0,0 b	0,1 b	0,0 b	0,0b

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.5. Makinalara göre kuru güllerde OM grubu uçucu yağ bileşenleri tanımlayıcı istatistikleri (Taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan bileşenler)

Varyasyon Kaynakları	Makina	N	Ort.	S _E Ort	% CV
Linalyl acetate	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,896 0,000000 0,000000	0,570 0,000000 0,000000	3,422 0,000000 0,000000
Rose oxide trans	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,1242 0,1167 0,000000	0,0523 0,0555 0,000000	0,3138 0,2886 0,000000
Citronellylbutyrate	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,0586 0,0619 0,0417	0,0206 0,0263 0,0417	0,1233 0,1369 0,1443
Kamfor	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,00694 0,000000 0,000000	0,00432 0,000000 0,000000	0,02595 0,000000 0,000000
sis-Mvrtanol	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,00111 0,000000 0,000000	0,00111 0,000000 0,000000	0,00667 0,000000 0,000000
Methylpalmitate	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,01889 0,000000	0,000000 0,00900 0,000000	0,000000 0,04677 0,000000
Siklododecanol	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,01259 0,000000	0,000000 0,00875 0,000000	0,000000 0,04545 0,000000
Citronellylvalerate	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,0493 0,000000	0,000000 0,0214 0,000000	0,000000 0,1114 0,000000
Trans-Geraniol	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,0804 0,000000	0,000000 0,0788 0,000000	0,000000 0,4097 0,000000
4-Terpineol	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,00296 0,000000	0,000000 0,00260 0,000000	0,000000 0,01353 0,000000
Citronellylformate	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,0163 0,000000	0,000000 0,0148 0,000000	0,000000 0,0771 0,000000
3-Hidroksi-2,2,4-trimetilpentil	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,0419 0,000000	0,000000 0,0299 0,000000	0,000000 0,1554 0,000000
5,9-Undecanien-2-one,6,10-dimet	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,00259 0,000000	0,000000 0,00259 0,000000	0,000000 0,01347 0,000000
2-Hekzadesen-1-ol,3,7,11,15-tetr	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,00333 0,000000	0,000000 0,00333 0,000000	0,000000 0,01732 0,000000
Citronellyltiglate	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,00556 0,000000	0,000000 0,00556 0,000000	0,000000 0,02887 0,000000
p-Menth-1-en-8-ol, (S)-(-)- trans	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,00370 0,000000	0,000000 0,00370 0,000000	0,000000 0,01925 0,000000
Trans-2,4-Decadienal	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,000370 0,000000	0,000000 0,000370 0,000000	0,000000 0,001925 0,000000
Cyclododecanol(CAS)cyclododecan	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,00630 0,000000	0,000000 0,00630 0,000000	0,000000 0,03272 0,000000
Linaloloxide CIS	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,00259 0,000000	0,000000 0,00259 0,000000	0,000000 0,01347 0,000000
Alfa Terpineol	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,00741 0,000000	0,000000 0,00525 0,000000	0,000000 0,02726 0,000000
2-undecanone	4 RDK 3 RIK 3 RYÜK	36 27 12	0,000000 0,000741 0,000000	0,000000 0,000741 0,000000	0,000000 0,003849 0,000000

Çizelge A.6. KH Sıcaklığına göre OM grubu uçucu yağ bileşenleri tanımlayıcı istatistikleri (Taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan bileşenler)

Varyasyon Kaynakları	KH (°C) Sıcaklığı	N	Ort.	Se Ort	% CV
Linalyl acetate	30	24	0,0704	0,0463	0,2266
	35	24	0,348	0,318	1,560
	40	27	0,823	0,716	3,722
Rose oksit trans	30	24	0,1258	0,0686	0,3363
	35	24	0,1158	0,0678	0,3319
	40	27	0,0674	0,0286	0,1487
Sitronellil bütirat	30	24	0,0446	0,0270	0,1323
	35	24	0,0750	0,0299	0,1467
	40	27	0,0522	0,0221	0,1149
Kamfor	30	24	0,000000	0,000000	0,000000
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,00926	0,00572	0,02973
sis-Myrtanol	30	24	0,00167	0,00167	0,00816
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
Metil palmitat	30	24	0,01208	0,00836	0,04096
	35	24	0,00917	0,00637	0,03120
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
Siklodecanol	30	24	0,00667	0,00667	0,03266
	35	24	0,00750	0,00750	0,03674
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
Sitronellil valerat	30	24	0,0250	0,0187	0,0918
	35	24	0,0150	0,0150	0,0735
	40	27	0,01370	0,00797	0,04143
Trans-Geraniol	30	24	0,000000	0,000000	0,000000
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,0804	0,0788	0,4097
4-Terpineol	30	24	0,00292	0,00292	0,01429
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,000370	0,000370	0,001925
Sitronellil format	30	24	0,0167	0,0167	0,0816
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,00148	0,00148	0,00770
3-Hidroksi-2,2,4-trimetilpentil	30	24	0,0292	0,0292	0,1429
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,0159	0,0159	0,0828
5,9-Undecanien-2-one,6,10-dimet	30	24	0,000000	0,000000	0,000000
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,00259	0,00259	0,01347
2-Hekzadesen-1-ol,3,7,11,15-tetr	30	24	0,000000	0,000000	0,000000
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,00333	0,00333	0,01732
Sitronellil tiglät	30	24	0,00625	0,00625	0,03062
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
p-Menth-1-en-8-ol, (S)-(-)- trans,	30	24	0,00417	0,00417	0,02041
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
Trans-2,4-Decadienal	30	24	0,000417	0,000417	0,002041
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
Cyclododecanol(CAS)cyclododecan	30	24	0,00708	0,00708	0,03470
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
Linalol oksit CIS	30	24	0,00292	0,00292	0,01429
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
Alfa Terpineol	30	24	0,00500	0,00500	0,02449
	35	24	0,00333	0,00333	0,01633
	40	27	0,000000	0,000000	0,000000
2-undecanone	30	24	0,000000	0,000000	0,000000
	35	24	0,000000	0,000000	0,000000
	40	27	0,000741	0,000741	0,003849

Çizelge A.7. KH Nemine göre OM grubu uçucu yağ bileşenleri tanımlayıcı istatistikleri (Taze güllerde rastlanılmayıp kurutulunca oluşan bileşenler)

VaryasyonKaynakları	KH Nemi (%)	N	Ort.	SE Ort	% CV
Linalilasetat	20 30 40	27 24 24	1,019 0,1083 0,0900	0,760 0,0568 0,0679	3,951 0,2781 0,3327
Rose oksit trans	20 30 40	27 24 24	0,0559 0,1533 0,1012	0,0379 0,0725 0,0560	0,1969 0,3550 0,2746
Sitronellil bütirat	20 30 40	27 24 24	0,0748 0,0267 0,0675	0,0275 0,0132 0,0327	0,1430 0,0646 0,1604
Kamfor	20 30 40	27 24 24	0,00444 0,00417 0,00125	0,00444 0,00417 0,00125	0,02309 0,02041 0,00612
sis-Myrtanol	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,000000 0,00167	0,000000 0,000000 0,00167	0,000000 0,000000 0,00816
Metil palmitat	20 30 40	27 24 24	0,00815 0,00625 0,00583	0,00567 0,00625 0,00583	0,02949 0,03062 0,02858
Siklodecanol	20 30 40	27 24 24	0,00667 0,000000 0,00667	0,00667 0,000000 0,00667	0,03464 0,000000 0,03266
Sitronellil valerat	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,01083 0,0446	0,000000 0,00807 0,0234	0,000000 0,03955 0,1145
Trans-Geraniol	20 30 40	27 24 24	0,0789 0,000000 0,00167	0,0789 0,000000 0,00167	0,4099 0,000000 0,00816
4-Terpineol	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,00292 0,000417	0,000000 0,00292 0,000417	0,000000 0,01429 0,002041
Sitronellil format	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,0167 0,00167	0,000000 0,0167 0,00167	0,000000 0,0816 0,00816
3-Hidroksi-2,2,4-trimetilpentil	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,0292 0,0179	0,000000 0,0292 0,0179	0,000000 0,1429 0,0878
5,9-Undecanien-2-one,6,10-dimet	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,000000 0,00292	0,000000 0,000000 0,00292	0,000000 0,000000 0,01429
2-Hekzadesen-1-ol,3,7,11,15-tetr	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,000000 0,00375	0,000000 0,000000 0,00375	0,000000 0,000000 0,01837
Sitronellil tiglät	20 30 40	27 24 24	0,00556 0,000000 0,000000	0,00556 0,000000 0,000000	0,02887 0,000000 0,000000
p-Menth-1-en-8-ol, (S)-(-)- trans,	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,00417 0,000000	0,000000 0,00417 0,000000	0,000000 0,02041 0,000000
Trans-2,4-Decadienal	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,000417 0,000000	0,000000 0,000417 0,000000	0,000000 0,002041 0,000000
Cyclododecanol(CAS)cyclododecan	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,00708 0,000000	0,000000 0,00708 0,000000	0,000000 0,03470 0,000000
Linalol oksit CIS	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,000000 0,00292	0,000000 0,000000 0,00292	0,000000 0,000000 0,01429
Alfa Terpineol	20 30 40	27 24 24	0,00296 0,000000 0,00500	0,00296 0,000000 0,00500	0,01540 0,000000 0,02449
2-undecanone	20 30 40	27 24 24	0,000000 0,000000 0,000833	0,000000 0,000000 0,000833	0,000000 0,000000 0,004082

Çizelge A.8. Kuru güllerde görülen OM grubu 21 uçucu yağ bileşeninden kurutma parametrelerinin önemli bulunduğuait “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Metil palmiate	Makina	2	0,00697	0,00349	4,49	0,015
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00132	0,00066	0,85	ÖD
	KH Nemi (%)	2	0,00016	0,00008	0,11	ÖD
	KH Sıcaklığı (°C) x KH Nemi (%)	4	0,00524	0,00131	1,69	0,164
	Hata	64	0,04964	0,00078		
	Toplam	74	0,06303			
Citronellil valerat	Makina	2	0,04155	0,02077	5,41	0,007
	KH Nemi (% RH)	2	0,01641	0,00820	2,14	0,126
	Makina x KH Nemi (% RH)	4	0,04398	0,01099	2,86	0,030
	Hata	66	0,25338	0,00384		
	Toplam	74	0,3645			

Çizelge A.9. Kurutulmuş Isparta gülü Metil palmiate ve Sitronellil valerat % uçucu yağ bileşenlerinin kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		Metil palmiate	Sitronellil valerat
Makina	4 RDK	0,00000 b	0,00000 b
	3 RİD	0,01889 a	0,04926 a
	3 RYÜK	0,00952 b	0,00563 b
Sıcaklık (°C)	30	0,00820	-
	35	0,00116	
	40	0,00000	
Nem (%RH)	20	0,00550	0,00074
	30	0,00217	0,00957
	40	0,00169	0,04607
Makina x Nem	4 RDK x 20	-	0,00000 b
	4 RDK x 30		0,00000 b
	4 RDK x 40		0,00000 b
	3 RİD x 20		0,00000 b
	3 RİD x 30		0,02889 ab
	3 RİD x 40		0,11889 a
	3 RYÜK x 20		0,00000 b
	3 RYÜK x 30		0,00000 b
	3 RYÜK x 40		0,00000 b
Sıcaklık x Nem	30x20	0,00560	-
	30x30	0,01582	
	30x40	0,01439	
	35x20	0,02212	
	35x30	0,00931	
	35x40	0,00931	
	40x20	0,00000	
	40x30	0,00000	
	40x40	0,00000	

Çizelge A.10. Taze ve kuru güllerde görülen OM grubu 13 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Linalol	Makina	2	11,422	5,7111	11,49	0,000
	KH Nemi (%)	2	7,522	3,7608	7,56	0,001
	Makina x KH Nemi (%)	4	10,236	2,5590	5,15	0,001
	Hata	66	32,813	0,4972		
	Toplam	74	53,299			
Beta-Sitronellol	TG HYM (ml/kgKM)	1	152,2	152,18	3,22	0,077
	Makina	2	399,4	199,71	4,22	0,019
	Hata	71	3359,9	47,32		
	Toplam	74	3916,2			
Geraniol	Makina	2	123,0	61,49	2,16	0,123
	Hata	72	2052,2	28,50		
	Toplam	74	2175,2			
Nerol	Makina	2	15,14	7,570	3,44	0,038
	Hata	72	158,59	2,203		
	Toplam	74	173,73			
2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl						ÖD
Sitronellil propiyonat	Makina	2	0,1377	0,0688	2,25	0,114
	KH Nemi (%)	2	0,0438	0,0219	0,71	ÖD
	Makina x KH Nemi (%)	4	0,2407	0,0602	10,97	0,110
	Hata	66	2,0205	0,0306		
	Toplam	74	2,4700			
Stearaldehyde	Makina	2	9,8772	4,9386	4,89	0,010
	KH Sıcaklığı (°C)	2	15,8234	7,9117	7,83	0,001
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	20,4364	5,1091	5,06	0,001
	Hata	66	66,6848	1,0104		
	Toplam	74	97,1942			
Neril asetat						ÖD
E-Sitral	TG HYM (ml/kgKM)	1	0,1629	0,1629	3,77	0,056
	Hata	73	3,1530	0,0432		
	Toplam	74	3,3159			
Z-Citral						ÖD
Citronellol	Makina	2	0,0393	0,0197	6,86	0,002
	Hata	72	0,2065	0,0029		
	Toplam	74	0,2458			
Sitronellil asetat	Makina	2	0,2285	0,1143	2,35	0,103
	KH Nemi (%)	2	0,3655	0,1827	3,76	0,028
	Hata	70	3,4062	0,0487		
	Toplam	74	3,9933			
1,6,10,14-Heksadekatrien-3-ol	Makina	2	0,0144	0,00718	4,33	0,017
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00733	0,00366	2,21	0,117
	Hata	70	0,11608	0,00166		
	Toplam	74	0,1367			

Çizelge A.11. Isparta gülü OM grubuna ait 13 uçucu yağ bileşeninde % yağ oranlarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		Linalol	Beta-Sitronellol	Geraniol	Nerol	Sitronellil propiyonat	Stearaldehyde	Sitronellol <L>	Sitronellil asetat	1,6,10,14 Hexadecatetraen-3-ol
Makina	4 RDK	0,55 b	11,9 a	4,99 m	1,13	0,10	0,04 b	0,05 a	0,14	0,03 a
	3 RİD	0,18 b	6,88 b	2,18 n	0,26	0,15	0,11 b	0,00 b	0,02	0,00 b
	3 RYÜK	1,40 a	10,6 ab	4,09 m	1,34	0,02	1,10 a	0,00 b	0,12	0,00 b
Sıcaklık (°C)	30						0,06 b			0,00
	35	-	-	-	-	-	1,17 a	-	-	0,01
	40						0,02 b			0,02
Nem (%RH)	20	0,41 b				0,11			0,05b	
	30	1,23 a	-	-	-	0,05	-	-	0,19a	-
	40	0,49 b				0,11			0,03b	
Makina x Sıcaklık	1x30						0,03 b			
	1x35						0,04 b			
	1x40						0,05 b			
	2x30						0,14 b			
	2x35	-	-	-	-	-	0,18 b	-	-	-
	2x40						0,00 b			
	3x30						0,00 b			
	3x35						3,30 a			
Makina x Nem	3x40						0,00 b			
	1x20					0,19				
	1x30					0,07				
	1x40					0,06				
	2x20					0,10				
	2x30	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-
	2x40					0,26				
	3x20					0,05				
	3x30					0,00				
	3x40					0,00				

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.12. Taze ve kuru güllerde MH grubu (5 koku bileşeni) tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Kuru ve Taze	N	Ortalama (%)	S _E Ort	% CV
Alfa-pinen	Kuru	75	0,0957	0,0268	242,52
	Taze	13	0,0608	0,0608	360,56
Siklopentan heneikosil	Kuru	75	0,00133	0,00110	711,87
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
2-Betapinene	Kuru	75	0,000400	0,000400	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Siklooktan1,2-dietil	Kuru	75	0,000133	0,000133	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
Beta-Mirsen	Kuru	75	0,00320	0,00158	427,24
	Taze	13	0,000000	0,000000	*

*Rastlanılmamıştır.

Çizelge A.13. Kuru güllerde görülen MH grubu 5 koku bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin "Stepwise" GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT*	KO*	F	P
Alpha Pinene	Makina	2	0,1875	0,0938	1,93	0,153
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,0512	0,0256	0,53	ÖD
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	0,5236	0,1309	2,69	0,038
	Hata	66	3,2069	0,0486		
	Toplam	74	3,9888			
Cyclopentane, heneicosyl						ÖD*
2-Beta, pinene						ÖD*
Cyclooctane,1,2-diethyl						ÖD*
Beta-Mirsen	Makina	2	0,00137	0,00068	3,94	0,024
	Hata	72	0,01247	0,00017		
	Toplam	74	0,01383			

*Analiz için yeterli kadar örnekte rastlanılmamıştır.

Çizelge A.14. Isparta gülü MH grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		Alpha Pinene	Cyclopentane, heneicosyl	2-Beta, pinene	Cyclooctane,1 ,2-diethyl	Beta,-Mirsen
Makina	4 RDK	0,1434				0,000 b
	3 RİD	0,0933	-	-	-	0,009 a
	3 RYÜK	0,0729				0,000 b
Makina x Sıcaklık	4 RDK x 30	0,046				
	4 RDK x 35	0,280				
	4 RDK x 40	0,065				
	3 RİD x 30	0,044				
	3 RİD x 35	0,000	-	-	-	-
	3 RİD x 40	0,048				
	3 RYÜK x 30	0,340				
	3 RYÜK x 35	0,000				
	3 RYÜK x 40	0,105				

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.15. Taze ve kuru güllerde OS grubu 11 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Kuru ve Taze	N	Ort.	S _E Ort	% CV
Caryophylleneoxide	Kuru Taze	75 13	0,0027 0,0000	0,00140 0,00000	454,43 *
Hyacinthin	Kuru Taze	75 13	0,1084 0,0000	0,04610 0,00000	368,39 *
Farnesol 2	Kuru Taze	75 13	0,0443 0,9510	0,0203 0,274	396,65 104,08
Elemol<alpha->	Kuru Taze	75 13	0,0027 0,0000	0,00168 0,00000	545,64 *
d-Nerolidol	Kuru Taze	75 13	0,0027 0,0977	0,00168 0,0977	545,64 360,56
Eudesmol<gamma->	Kuru Taze	75 13	0,0043 0,0000	0,00206 0,00000	418,86 *
(Z,E)-Farnesal	Kuru Taze	75 13	0,0227 0,0000	0,0200 0,00000	765,56 *
Nerolidol	Kuru Taze	75 13	0,0009 0,0000	0,00081 0,00000	750,90 *
Eudesmol<beta->	Kuru Taze	75 13	0,0076 0,0000	0,00299 0,00000	340,54 *
Nerolidolisomer	Kuru Taze	75 13	0,0143 0,0000	0,0143 0,00000	866,03 *
gamma -Gurjunenpoxide-(2)-	Kuru Taze	75 13	0,0017 0,0000	0,00173 0,00000	866,03 *

*Taze güllerde bu **Oksijenli Seskuiterpen (OS)** bileşenine rastlanılmamıştır.

Çizelge A.16. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen OS grubu 11 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	Caryophyllen oxide	Hyacinthin	Farnesol 2	Elemol<alpha->	d-Nerolidol	Eudesmol<gamma->	(Z,E)-Farnesal	Nerolidol	Eudesmol<beta->	Nerolidol isomer	gamma -Gurjunenpoxide-(2)-
Hasat Günü	P<0,01	ÖD	0,152	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	P<0,05	ÖD	0,092
Hasat Günü ²	P<0,05	ÖD	0,132	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,074	ÖD	0,117
Hasat Günü ³	P<0,05	ÖD	0,138	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,112	ÖD	0,146
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	P<0,05	ÖD	P<0,05	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Taze ve Kuru	ÖD	ÖD	P<0,01	ÖD	P<0,01	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Taze Kuru	-	-	0,83 a 0,07 b	-	0,15 a 0,00 b	-	-	-	-	-	-

Çizelge A.17. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen OS grubu 11 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Karyofillen oksit	Hyacinthin	Farnesol 2	Elemol <alpha->	d-Nerolidol	Eudesmol <gamma->	(Z,E)-Farnesal	Nerolidol	Eudesmol <beta->	Nerolidol isomer	gamma - Gurjunenpoxide -(2)-
Hasat Günü	0,062	ÖD	0,068	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,146	ÖD	0,158
Hasat Günü ²	P<0,05	ÖD	0,059	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,124	ÖD	0,166
Hasat Günü ³	P<0,05	ÖD	0,072	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,151	ÖD	0,146
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Makina	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Sıcaklık	ÖD	P<0,01	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Nem	ÖD	ÖD	0,112	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Makina x Sıcaklık	ÖD	P<0,01	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Makina x Nem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sıcaklık x Nem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge A.18. Taze ve kuru güllerde görülen OS grubu 11 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Karyofillen oksit	Makina	2	0,00070	0,00035	2,58	0,083
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00027	0,00014	1,01	ÖD
	KH Nemi (%)	2	0,00013	0,00007	0,50	ÖD
	KH Sıcaklığı (°C) x KH Nemi (%)	4	0,00132	0,00033	2,45	0,055
	Hata	64	0,00862	0,00013		
	Toplam	74	0,01087			
Hyacinthin	TG HYM (ml/kg KM)	1	0,2911	0,2911	3,16	0,080
	Makina	2	1,9280	0,9640	10,47	0,000
	KH Nemi (%)	2	2,2533	1,1266	12,24	0,000
	Makina x KH Nemi (%)	4	3,6915	0,9229	10,03	0,000
	Hata	65	5,9829	0,0920		
	Toplam	74	11,8006			
Farnesol 2	KH Nemi (%)	2	0,1338	0,0669	2,24	0,113
	Hata	72	2,1476	0,0298		
	Toplam	74	2,2814			
Elemol <alpha->	Makina	2	0,00057	0,00029	1,42	ÖD
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00038	0,00019	0,95	ÖD
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	0,00101	0,00025	1,26	ÖD
	Hata	66	0,01318	0,00020		
	Toplam	74	0,01567			
d-Nerolidol						ÖD
Eudesmol <gamma->	Makina	2	0,00113	0,00056	1,94	0,152
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00057	0,00029	0,98	ÖD
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	0,00191	0,00048	1,64	ÖD
	Hata	66	0,01919	0,00029		
	Toplam	74	0,02363			
(Z,E)-Farnesal						ÖD
Nerolidol						ÖD
Eudesmol <beta->	Hasat Günü	1	0,00173	0,00173	2,69	0,105
	TG HYM (ml/kg KM)	1	0,00329	0,00329	5,13	0,027
	Hata	72	0,04624	0,00064		
	Toplam	74	0,04957			
Nerolidol isomer						ÖD
gamma - Gurjunenpoxide-(2)-						ÖD

Çizelge A.19. Isparta gülü OS grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		Karyofillen oksit	Hyacinthin	Farnesol 2	Elemol <alpha->	Eudesmol <gamma->	Eudesmol <beta->
Hasat Günü		-	-	-	-	-	0,105
TG HYM (ml/kgKM)		-	0,080	-	-	-	0,027
Makina	4 RDK	0,001	0,087 b	-	0,006	0,008	-
	3 RİD	0,006	0,000 b	-	0,000	0,001	
	3 RYÜK	0,000	0,547 a	-	0,000	0,000	
Sıcaklık (°C)	30	0,001	-	-	0,000	0,001	-
	35	0,000			0,000	0,001	
	40	0,003			0,005	0,007	
Nem (%RH)	20	0,000	0,048 b	0,014	-	-	-
	30	0,001	0,494 a	0,016			
	40	0,002	0,087 b	0,106			
Makina x Sıcaklık	1x30	-	-	-	0,000	0,000	-
	1x35				0,001	0,003	
	1x40				0,016	0,022	
	2x30				0,000	0,002	
	2x35				0,000	0,000	
	2x40				0,000	0,000	
	3x30				0,000	0,000	
	3x35				0,000	0,000	
	3x40				0,000	0,000	
Makina x Nem	1x20	-	0,129 b	-	-	-	-
	1x30		0,035 b				
	1x40		0,097 b				
	2x20		0,000 b				
	2x30		0,002 b				
	2x40		0,036 b				
	3x20		0,068 b				
	3x30		1,444 a				
	3x40		0,130 b				
Sıcaklık x Nem	30x20	0,000	-	-	-	-	-
	30x30	0,008					
	30x40	0,000					
	35x20	0,000					
	35x30	0,000					
	35x40	0,000					
	40x20	0,000					
	40x30	0,000					
	40x40	0,012					

a,b,c,...Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.20. Taze ve kuru güllerde SH grubu 19 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Kuru ve	N	Ort.	SE Ort	% CV
Beta-Elemene	Kuru	7	0,1163	0,0195	145,3
	Taze	1	0,0246	0,0246	360,5
Caryophyllene	Kuru	7	0,405	0,127	270,8
	Taze	1	0,496	0,112	81,38
Trans-Caryophyllene	Kuru	7	0,320	0,100	270,6
	Taze	1	0,1085	0,0741	246,1
Alpha-Guaiene	Kuru	7	0,2051	0,0405	171,0
	Taze	1	0,1885	0,0837	160,1
Alpha-Humulene	Kuru	7	0,2955	0,0419	122,8
	Taze	1	0,2915	0,0819	101,3
Germacrene D	Kuru	7	0,711	0,100	122,2
	Taze	1	1,340	0,171	45,96
Bulnesene <alpha>	Kuru	7	0,2086	0,0355	146,2
	Taze	1	0,1815	0,0589	116,9
Azulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-	Kuru	7	0,205	0,110	464,0
	Taze	1	0,1638	0,0728	160,1
Farnesene <(E,E)-alpha->	Kuru	7	0,01213	0,00632	451,2
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Delta-Cadinene	Kuru	7	0,00066	0,00066	866,0
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Germacrene C	Kuru	7	0,00066	0,00066	866,0
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Bourbonene<beta>	Kuru	7	0,00203	0,00203	860,2
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Selinene<beta>	Kuru	7	0,00240	0,00178	642,0
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Cadinene<delta>	Kuru	7	0,00080	0,00067	734,0
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Alpha-bourbonene	Kuru	7	0,0172	0,0149	747,7
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Delta-guaiene	Kuru	7	0,00493	0,00296	519,8
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Eudesma-4(14),11-diene	Kuru	7	0,00053	0,00053	866,0
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Alpha-copaene	Kuru	7	0,00040	0,00040	866,0
	Taze	1	0,00000	0,00000	*
Trans(Beta)-Caryophyllene	Kuru	7	0,0253	0,0154	527,7
	Taze	1	0,00000	0,00000	*

*Taze güllerde bu **Seskuiterpen Hidrokarbon (SH)** bileşenine rastlanılmamıştır.

Çizelge A.21. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans sonuçları ve ortalama % fark testleri

Varyasyon Kaynakları ve Önem Düzeyleri (P)	Hasat Günü	Hasat Günü ²	Hasat Günü ³	TG HYM (ml/kgKM)	Taze ve Kuru	Taze Kuru (%)
Beta-Elemene	0,178	ÖD	ÖD	ÖD	0,073	0,01 b 0,12 a
Caryophyllene	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Trans-Caryophyllene	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Alpha-Guaiene	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Alpha-Humulene	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Germacrene D	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,047	1,29 a 0,72 b
Bulnesene <alpha>	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Azulene,1,2,3,4,5,6,7,8-octahy	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Farnesene <(E,E)-alpha->	0,143	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Delta-Cadinene	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Germacrene C	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Bourbonene<beta>	0,087	0,111	0,140	ÖD	ÖD	ÖD
Selinene<beta>	0,119	0,171	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Cadinene<delta>	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Alpha-bourbonene	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Delta-guaiene	0,140	0,129	0,122	ÖD	ÖD	ÖD
Eudesma-4(14),11-diene	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Alpha-copaene	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Trans(Beta)-Caryophyllene	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

Çizelge A.22. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Beta.-Elemene	Caryophyllene	Trans Caryophyllene	Alpha-Guaiene	Alpha-Humulene	Germacrene D	Bulnesene <alpha>	Azulene,1,2,3,4,5,6,7,8-octahy	Farnesene <(E,E)-alpha>	Delta-Cadinene	Germacrene C	Bourbonene<beta>	Selinene<beta>	Cadinene<delta>	Alpha-bourbonene	Delta-guaiene	Eudesma-4(14),11-diene	Alpha-copaene	Trans(Beta)-Caryophyllene
Hasat Günü	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,163	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,158	ÖD	0,158
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,173	0,174	ÖD	ÖD	ÖD	0,166	ÖD	0,166
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,163	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,146
TGHYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	P<0,05	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,187	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,187	ÖD
Makina	ÖD	ÖD	P<0,05	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,140	ÖD	ÖD	ÖD
Sıcaklık	ÖD	P<0,05	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Nem	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,152	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,152	ÖD
Makina x Sıcaklık	ÖD	P<0,05	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	-	ÖD

Çizelge A.23. Taze vekuru güllerde görülen SH grubu 19 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Beta-Elemene	Hasat Günü ³	1	0,2400	0,2401	9,35	0,003
	Hata	73	1,8741	0,0257		
	Toplam	74	2,1142			
Caryophyllene		ÖD				
Trans-Caryophyllene	TG HYM (ml/kg KM)	1	5,091	5,0911	7,98	0,006
	Makina	2	5,074	2,5369	3,98	0,023
	Hata	71	45,287	0,6378		
	Toplam	74	55,531			
Alpha-Guaiene	TG HYM (ml/kg KM)	1	0,9325	0,9325	8,33	0,005
	Hata	73	8,1764	0,1120		
	Toplam	74	9,1089			
Alpha-Humulene	Hasat Günü	1	0,7901	0,7901	6,44	0,013
	Hata	73	8,9584	0,1227		
	Toplam	74	9,7485			
Germacrene D	TG HYM (ml/kg KM)	1	2,872	2,8717	4,09	0,047
	KH Nemi (%RH)	2	3,923	1,9616	2,80	0,068
	Hata	71	49,816	0,7016		
	Toplam	74	55,786			
Bulnesene <alpha>	Hasat Günü	1	0,4119	0,4119	4,64	0,035
	Hata	72	6,3870	0,0887		
	Toplam	73	6,7989			
Azulene,1,2,3,4,5,6,7,8-octahy		ÖD				
Farnesene<(E,E)-alpha->	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,0135	0,0067	2,33	0,105
	Hata	72	0,2084	0,0029		
	Toplam	74	0,2219			
Delta-Cadinene		ÖD				
Germacrene C		ÖD				
Bourbonene<beta>		ÖD				
Selinene<beta>		ÖD				
Cadinene<delta>		ÖD				
Alpha-bourbonene		ÖD				
Delta-guaiene	Makina	2	0,0032	0,0016	2,57	0,083
	Hata	72	0,0454	0,0006		
	Toplam	74	0,0487			
Eudesma-4(14),11-diene		ÖD				
Alpha-copaene		ÖD				
Trans(Beta)-Caryophyllene	Hasat Günü ³	1	0,0674	0,0674	4,09	0,047
	Makina	2	0,1292	0,0646	3,92	0,024
	Hata	71	1,1695	0,0165		
	Toplam	74	1,3225			

Çizelge A.24. Isparta gülü SH grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları	Trans-Caryophyllene	Germacrene D	Farnesene <(E,E)alpha>	Delta-guaiene	Trans(Beta)-Caryophyllene
Hasat Günü ³	-	-	-	-	P=0,047
TG HYM (ml/kgKM)	P=0,006	P=0,047	-	-	-
Makina	4 RDK 3 RİD 3 RYÜK	0,533 a 0,000 b 0,462 ab	-	0,000 0,014 0,000	0,010 ab 0,080 a 0,000 b
Sıcaklık (°C)	30 35 40	-	0,002 0,003 0,030	-	-
Nem (%RH)	20 30 40	0,418 0,971 0,779	-	-	-

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.25. Taze ve kuru güllerde OA grubu ilk 10/40 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Kuru ve Taze	N	Ort.	SE Ort	% CV
1-Eicosanol (CAS) n-Eicosanol	Kuru Taze	75 13	0,00600 0,00000	0,00256 0,00000	369,64 *
1-Tricosanol(CAS)N-Tricosanol	Kuru Taze	75 13	0,00200 0,00000	0,00200 0,00000	866,03 *
Undecanal(CAS)HendecNI	Kuru Taze	75 13	0,00093 0,00000	0,00093 0,00000	866,03 *
TridecylAldehit	Kuru Taze	75 13	0,00533 0,00000	0,00438 0,00000	711,87 *
Tetradecanal	Kuru Taze	75 13	0,1812 0,0000	0,0612 0,0000	292,44 *
Tridecanal	Kuru Taze	75 13	0,01400 0,00000	0,0072 0,0000	447,77 *
Butyrate <2-methyl-, phenylethy	Kuru Taze	75 13	0,0193 0,0000	0,0157 0,0000	704,36 *
Octadecanal (CAS) StearAldehit	Kuru Taze	75 13	0,1420 0,0000	0,0307 0,0000	187,19 *
Propanoic acid, 2-methyl-, 1-	Kuru Taze	75 13	1,835 0,249	0,352 0,203	165,94 293,96
Decanal(CAS)n-decanal	Kuru Taze	75 13	0,00067 0,00000	0,00067 0,00000	866,03 *

*Taze güllerde **Oksijenli Alifatik (OA)** bileşenine rastlanılmamıştır.

Çizelge A.26. Diğer OA grubu bileşen % ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Kuru ve Taze	N	Ort.	SE Ort	% CV
HendecNI	Kuru Taze	75 13	0,00147 0,00000	0,00147 0,00000	866,03 *
2,6-Octadienoic acid,3,7-dimeth	Kuru Taze	75 13	0,000133 0,000000	0,000133 0,000000	866,03 *
Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl	Kuru Taze	75 13	0,00587 0,00000	0,00414 0,00000	610,80 *
1-Tetradecanol(CAS)Alfol 14	Kuru Taze	75 13	0,00227 0,00000	0,00227 0,00000	866,03 *
Geranyl butyrate	Kuru Taze	75 13	0,000133 0,000000	0,000133 0,000000	866,03 *
Butanoic acid,3,7-dimethyl-2,6-	Kuru Taze	75 13	0,000533 0,000000	0,000533 0,000000	866,03 *
Butanoicacid,3,4-dimethy.....	Kuru Taze	75 13	0,000133 0,000000	0,000133 0,000000	866,03 *
Hedecane	Kuru Taze	75 13	0,00107 0,00000	0,00107 0,00000	866,03 *
Heptadec-8-enc	Kuru Taze	75 13	0,000667 0,000000	0,000667 0,000000	866,03 *
Hexadecanoic acid, methyl ester	Kuru Taze	75 13	0,00427 0,00000	0,00314 0,00000	638,00 *
Acetic acid, octadecyl ester	Kuru Taze	75 13	0,002267 0,000000	0,000979 0,000000	373,88 *
7-Hexadecenal, (Z)	Kuru Taze	75 13	0,00307 0,00000	0,00177 0,00000	499,95 *
Pentadecanal	Kuru Taze	75 13	0,00987 0,00000	0,00408 0,00000	358,33 *
Z-14-Octadecen-1-ol acetate	Kuru Taze	75 13	0,00440 0,00000	0,00349 0,00000	686,15 *
E-2-Tetradecen-1-ol	Kuru Taze	75 13	0,0131 0,0000	0,0131 0,0000	866,03 *
Nonanal(CAS) n-Nonanal	Kuru Taze	75 13	0,00547 0,00000	0,00288 0,00000	456,37 *
N-Nonanal	Kuru Taze	75 13	0,00213 0,00000	0,00213 0,00000	866,03 *
1-Octadecaen-1-ol ,(z) (CAS) ci	Kuru Taze	75 13	0,0217 0,0000	0,0157 0,0000	624,11 *
octadecane<phenylethyl>	Kuru Taze	75 13	0,00653 0,00000	0,00307 0,00000	406,91 *
Hexadecannal	Kuru Taze	75 13	0,00507 0,00000	0,00294 0,00000	503,06 *
Octadecannal	Kuru Taze	75 13	0,00800 0,00000	0,00606 0,00000	656,31 *
Cis-7-Tetradecen-1-yl acetate	Kuru Taze	75 13	0,00213 0,00000	0,00106 0,00000	431,09 *
E-2-Tetradecen-1-ol)	Kuru Taze	75 13	0,0256 0,0000	0,0256 0,0000	866,03 *
7-Hexadecannal(Z)	Kuru Taze	75 13	0,00187 0,00000	0,00132 0,00000	614,56 *
Cetyl alcohol	Kuru Taze	75 13	0,00133 0,00000	0,00133 0,00000	866,03 *
Octadienal acid DJ10methyl ester	Kuru Taze	75 13	0,000267 0,000000	0,000267 0,000000	866,03 *
Bicolo(3,1,1)hept 2-ene-22-etha	Kuru Taze	75 13	0,00147 0,00000	0,00147 0,00000	866,03 *
Tridecyl methyl ketone	Kuru Taze	75 13	0,000800 0,000000	0,000494 0,000000	534,30 *
7-Tetradecanal(z)	Kuru Taze	75 13	0,000667 0,000000	0,000667 0,000000	866,03 *
1-Dodecanol(CAS)n-Dodecanol	Kuru Taze	75 13	0,000267 0,000000	0,000267 0,000000	866,03 *

Çizelge A.27. Kurutmayla % değerleri değişen OA grubu 40 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	Hasat Günü	Hasat Günü ²	Hasat Günü ³	TG HYM (ml/kgKM)	Taze ve Kuru	Taze Kuru
1-Eicosanol (CAS)nEicosanol	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
1-Tricosanol(CAS)NTricosanol	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Undecanal(CAS)HendecNI	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Tridecyl Aldehit	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Tetradecanal	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Tridecanal	0,064	0,097	0,134	ÖD	ÖD	ÖD
Butyrate <2-methyl-, phenylethy	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Octadecanal (CAS) StearAldehit	0,050	0,077	0,099	ÖD	0,135	ÖD
Propanoic acid, 2-methyl-, 1-	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,095	ÖD
Decanal(CAS)n-decanal	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
HendecNI	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
2,6-Octadienoic acid,3,7-dimeth	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
1-Tetradecanol(CAS)Alfol 14	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Geranyl butyrate	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Butanoic acid,3,7-dimethyl-2,6-	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Butanoicacid,3,4-dimethy...	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Hedecane	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Heptadec-8-enc	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Hexadecanoic acid, methyl ester	ÖD	0,168	0,131	ÖD	ÖD	ÖD
Acetic acid, octadecyl ester	0,111	0,169	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
7-Hexadecenal, (Z)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Pentadecanal	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Z-14-Octadecen-1-ol acetate	0,185	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
E-2-Tetradecen-1-ol	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Nonanal(CAS) n-Nonanal	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
N-Nonanal	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
1-Octadecaen-1-ol ,(z) (CAS)	ÖD	0,168	0,154	ÖD	ÖD	ÖD
Octadecane<phenylethyl>	0,025	0,045	0,072	ÖD	ÖD	ÖD
Hexadecannal	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Octadecannal	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Cis-7-Tetradecen-1-yl acetate	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
E-2-Tetradecen-1-ol)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
7-Hexadecannal(Z)	0,056	0,085	0,119	ÖD	ÖD	ÖD
Cetyl alcohol	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Octadienal acid DJ10methyl ester	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Bicolo(3,1,1)hept 2-ene-22-etha	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
Tridecyl methyl ketone	0,010	0,017	0,028	ÖD	ÖD	ÖD
7-Tetradecanal(z)	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD
1-Dodecanol(CAS)n-Dodecanol	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD	ÖD

Çizelge A.28. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen OA grubu 40 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	1-Eicosanol (CAS)nEicosanol	Undecanal(CAS) HendecNI	Tridecyl Aldehit	Tridecanal	Propanoic acid, 2-methyl-, 1-	Decanal(CAS)n-decanal	HendecNI	2,6-Octadienoic acid,3,7-dimeth	1-Tetradecanol(CAS)Alfol 14	Geranyl butyrate
Hasat Günü	ÖD	0,158	0,168	0,142	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,158	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	0,166	0,148	0,128	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,166	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	0,134	0,161	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
TG HYM ¹⁾	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,187	0,187	0,187	ÖD	0,187
Makina	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,001	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Sıcaklık	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Nem	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,152	0,152	0,152	ÖD	0,152
Mak. X Sıc.	0,092	ÖD	ÖD	ÖD	0,023	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Varyasyon Kaynakları	Butanoic acid,3,7-dimethyl-2,6-	Butanoicacid,3,4-dimethy	Hedecane	Heptadec-8-enc	Hexadecanoic acid, methyl ester	Acetic acid, octadecyl ester	Nonanal(CAS) n-Nonanal	Octadecane<phenylethyl>	Hexa-decanal	Octa-decanal
Hasat Günü	ÖD	ÖD	0,158	0,158	ÖD	0,107	ÖD	0,066	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	0,166	0,166	0,162	0,068	ÖD	0,066	ÖD	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,080	0,057	ÖD	0,105	ÖD	ÖD
TG HYM ¹⁾	0,187	0,187	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,017	ÖD	0,106
Makina	0,140	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,067	ÖD	0,084	ÖD
Sıcaklık	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,172	ÖD
Nem	0,152	0,152	ÖD	ÖD	0,057	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,133
Mak. X Sıc.	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Varyasyon Kaynakları	E-2-Tetra-decen-1-ol)	7-Hexa-decanal(Z)	Cetyl alcohol	Octadienal acid D]10methyl ester	Bicolo(3,1,1)hept 2-ene-22-etha	Tridecyl methyl ketone	7-Tetra-decanal (z)	1-Dodecanol(CAS)n-Dodecanol	Diğerler 12 bileşenleri	
Hasat Günü	ÖD	0,142	ÖD	0,158	0,158	0,025	0,158	0,158	ÖD	
Hasat Günü ²	ÖD	0,110	ÖD	0,166	0,166	0,023	0,166	0,166	ÖD	
Hasat Günü ³	ÖD	0,129	ÖD	ÖD	ÖD	0,044	ÖD	ÖD	ÖD	
TG HYM ¹⁾	0,187	ÖD	0,187	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
Makina	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,056	ÖD	ÖD	ÖD	
Sıcaklık	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
Nem	0,152	ÖD	0,152	ÖD	ÖD	0,162	ÖD	ÖD	ÖD	
Mak. X Sıc.	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,150	ÖD	ÖD	ÖD	

¹⁾(ml/kg KM)

Çizelge A.29. Taze ve kuru güllerde görülen OA grubu 40 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
1-Eicosanol (CAS) n Eicosanol	Makina	2	0,0005	0,0003	0,54	ÖD
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00030	0,00015	0,31	ÖD
	Makina * KH Sıcaklığı	4	0,0040	0,0010	2,11	0,089
	Hata	66	0,0315	0,0005		
	Toplam	74	0,0364			
1-Tricosanol (CAS) NTricosanol	TG HYM (ml/kg KM)	1	0,00131	0,00131	4,58	0,036
	Hata	73	0,02089	0,00029		
	Toplam	74	0,02220			
Tetradecanal	KH Sıcaklığı (°C)	2	1,114	0,5568	2,04	0,138
	Hata	72	19,665	0,2731		
	Toplam	74	20,779			
Propanoicacid, 2-methyl-, 1-	Makina	2	144,00	71,998	11,09	0,000
	KH Sıcaklığı (°C)	2	26,02	13,008	2,00	0,143
	Makina * KH Sıcaklığı	4	83,52	20,881	3,22	0,018
	Hata	66	428,30	6,489		
	Toplam	74	686,48			
Pentanoicacid, 2,2,4-trimethyl	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00549	0,00274	2,21	0,118
	Hata	72	0,08953	0,00124		
	Toplam	74	0,09502			
Hexadecanoic acid, methyl ester	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00368	0,00184	2,92	0,061
	KH Nemi (%RH)	2	0,00368	0,00184	2,92	0,061
	KH Sıcaklığı *KH Nemi	4	0,00713	0,00178	2,83	0,031
	Hata	66	0,04157	0,00063		
	Toplam	74	0,05484			
7-Hexadecenal, (Z)	Makina	2	0,00022	0,00011	0,47	ÖD
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00023	0,00012	0,50	ÖD
	Makina * KH Sıcaklığı (°C)	4	0,00129	0,00032	1,39	ÖD
	Hata	66	0,01529	0,00023		
	Toplam	74	0,01740			
Nonanal(CAS) n-Nonanal	Hasat Günü ²	1	0,00148	0,00148	2,58	0,113
	Makina	2	0,00528	0,00264	4,61	0,013
	Hata	71	0,04060	0,00057		
	Toplam	74	0,04606			
Octadecane <phenylethyl>	Hasat Günü ²	1	0,00407	0,00407	6,80	0,011
	Makina	2	0,00892	0,00446	7,44	0,001
	Hata	71	0,04254	0,00060		
	Toplam	74	0,05230			
Hexadecannal	Makina	2	0,00342	0,00171	2,76	0,070
	Hata	72	0,04465	0,00062		
	Toplam	74	0,04808			
Tridecylmethylketone	Hasat Günü	1	0,00012	0,00012	7,24	0,009
	Makina	2	0,00019	0,00010	5,90	0,004
	Hata	71	0,00115	0,00002		
	Toplam	74	0,00135			
Diğer OA grubu 28 bileşenler						ÖD

Çizelge A.30. Isparta gülü OA grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		1-Eicosanol (CAS)nEicosanol	Tetradecanal	Propanoic acid, 2-methyl-, 1-	Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl	Hexadecanoic acid, methyl ester	7-Hexadecenal, (Z)	Nonanal(CAS) n- Nonanal	Octadecane <phenylethyl>	Hexadecanal	Tridecyl methyl ketone
Hasat Günü (P)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,009
Hasat Günü ²		-	-	-	-	-	-	0,113	0,011	-	-
TG HYM (ml/kgKM)(P)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Makina	4 RDK	0,006	-	0,10 b	-	-	0,005	0,00b	0,00b	0,00	0,00b
	3 RİD	0,008	-	3,65 a	-	-	0,002	0,02a	0,02a	0,01	0,01a
	3 RYÜK	0,000	-	0,18 b	-	-	0,000	0,00b	0,00b	0,00	0,00b
Sıcaklık (°C)	30	0,008	0,359	0,837	0,018	0,02	0,002	-	-	-	-
	35	0,003	0,102	1,567	0,000	0,00	0,000	-	-	-	-
	40	0,004	0,094	2,423	0,000	0,00	0,005	-	-	-	-
Nem (%RH)	20	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-
	40	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
Makina x Sıcaklık	4RDKx30	0,00	-	0,85 b	-	-	0,00	-	-	-	-
	4RDKx35	0,01	-	1,71 b	-	-	0,00	-	-	-	-
	4RDKx40	0,01	-	0,43 b	-	-	0,01	-	-	-	-
	3RİDx30	0,02	-	1,66 b	-	-	0,01	-	-	-	-
	3RİDx35	0,00	-	2,99ab	-	-	0,00	-	-	-	-
	3RİDx40	0,00	-	6,31 a	-	-	0,00	-	-	-	-
	3RYÜKx30	0,00	-	0,00 b	-	-	0,00	-	-	-	-
	3RYÜKx35	0,00	-	0,00 b	-	-	0,00	-	-	-	-
Sıcaklık x Nem	30x20	-	-	-	-	0,00b	-	-	-	-	-
	30x30	-	-	-	-	0,00b	-	-	-	-	-
	30x40	-	-	-	-	0,05a	-	-	-	-	-
	35x20	-	-	-	-	0,00b	-	-	-	-	-
	35x30	-	-	-	-	0,00b	-	-	-	-	-
	35x40	-	-	-	-	0,00b	-	-	-	-	-
	40x20	-	-	-	-	0,00b	-	-	-	-	-
	40x30	-	-	-	-	0,00b	-	-	-	-	-
	40x40	-	-	-	-	0,00b	-	-	-	-	-

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.31. Taze ve kuru güllerde AH grubu 18 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Kuru ve Taze	N	Ort.	S _{E Ort}	% CV
Hexacosane	Kuru Taze	75 13	0,241 0,0192	0,118 0,0192	422,70 360,56
Nonacosane	Kuru Taze	75 13	0,2100 0,1538	0,0266 0,0698	109,73 163,53
Octadecane	Kuru Taze	75 13	0,1473 0,0200	0,0184 0,0200	108,39 360,56
Muscalure	Kuru Taze	75 13	0,1705 0,1062	0,0942 0,0612	478,39 207,91
Heptadesan	Kuru Taze	75 13	1,406 1,528	0,120 0,193	74,06 45,54
Nonadesan	Kuru Taze	75 13	25,75 16,68	1,09 2,48	36,80 53,69
Eicosane	Kuru Taze	75 13	3,084 1,894	0,179 0,340	50,34 64,65
Heneikosan	Kuru Taze	75 13	20,70 11,68	1,05 2,54	44,06 78,36
Docosane	Kuru Taze	75 13	0,978 0,438	0,202 0,169	179,04 138,97
Trikosan	Kuru Taze	75 13	6,345 3,608	0,482 0,949	65,84 94,86
Pentakosan	Kuru Taze	75 13	2,254 1,615	0,188 0,447	72,08 99,75
Heptacosane	Kuru Taze	75 13	2,099 1,522	0,175 0,460	72,15 109,02
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol	Kuru Taze	75 13	0,1808 0,0369	0,0595 0,0369	284,86 360,56
n-Pentadecane	Kuru Taze	75 13	0,514 0,1431	0,468 0,0630	788,15 158,88
Alpha-Octadecene	Kuru Taze	75 13	0,02200 0,0154	0,00776 0,0154	305,38 360,56
Tetracosane	Kuru Taze	75 13	0,2899 0,1323	0,0325 0,0687	97,19 187,21
9-Eicosene, (E)- (CAS)	Kuru Taze	75 13	1,440 2,588	0,259 0,334	155,89 46,48
10-Heneicosene (c,t)	Kuru Taze	75 13	0,2176 0,0208	0,0870 0,0208	346,18 360,56

Çizelge A.32. Taze ve kuru güllerde AH grubu 25 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri taze güllerde bulunmamaktadır

Varyasyon Kaynakları	Kuru & Taze	N	Ort.	S _E Ort	% CV
9-Hexacosane	Kuru Taze	75 13	0,002000 0,000000	0,00151 0,00000	652,44 *
1-Octadecaen- (CAS)alpha-Octade	Kuru Taze	75 13	0,002930 0,000000	0,00293 0,00000	866,03 *
Undecane-3-cyclohexyl-(CAS)Unde	Kuru Taze	75 13	0,000667 0,000000	0,00067 0,00000	866,03 *
9-EICOSYNE	Kuru Taze	75 13	0,004130 0,000000	0,00413 0,00000	866,03 *
9-Octadecyne	Kuru Taze	75 13	0,000400 0,000000	0,00040 0,00000	866,03 *
Z-5-Nonadesan	Kuru Taze	75 13	0,003470 0,000000	0,00347 0,00000	866,03 *
1-Nonadesan	Kuru Taze	75 13	1,880000 0,000000	0,27000 0,00000	124,17 *
9-Nonadecen	Kuru Taze	75 13	0,000533 0,000000	0,00053 0,00000	866,03 *
Neophytadiene	Kuru Taze	75 13	0,000667 0,000000	0,00067 0,00000	866,03 *
Tetradecane	Kuru Taze	75 13	0,000667 0,000000	0,00067 0,00000	866,03 *
n-Pentadecane	Kuru Taze	75 13	0,5140 0,1431	0,4680 0,0630	788,15 158,88
9-Octadecane(E)	Kuru Taze	75 13	0,002000 0,000000	0,00155 0,00000	672,83 *
3-Heptadesan(z)	Kuru Taze	75 13	0,000800 0,000000	0,00080 0,00000	866,03 *
9-Tricossene(Z)(CAS)Muscalure	Kuru Taze	75 13	0,028500 0,000000	0,01310 0,00000	396,24 *
3-Methylundecane	Kuru Taze	75 13	0,000133 0,000000	0,00013 0,00000	866,03 *
Alpha-Octadecene	Kuru Taze	75 13	0,02200 0,01540	0,00776 0,01540	305,38 360,56
9-Tricosene, (Z)-	Kuru Taze	75 13	0,63800 0,00000	0,41400 0,00000	562,10 *
1-Tricosene	Kuru Taze	75 13	0,15230 0,00000	0,05810 0,00000	330,43 *
Octacosane	Kuru Taze	75 13	0,03560 0,00000	0,00977 0,00000	237,60 *
1,10-Dichlorodecane	Kuru Taze	75 13	0,003600 0,000000	0,00228 0,00000	549,21 *
7-Pentadecyne	Kuru Taze	75 13	0,00027 0,00000	0,00027 0,00000	866,03 *
Heptadecyl alcohol	Kuru Taze	75 13	0,00067 0,00000	0,00048 0,00000	620,59 *
9-Eicosene, (E)-	Kuru Taze	75 13	0,00373 0,00000	0,00286 0,00000	663,13 *
5-Eicosene, (E)- (CAS)	Kuru Taze	75 13	0,00067 0,00000	0,00048 0,00000	620,59 *
Triacontane	Kuru Taze	75 13	0,01770 0,00000	0,0177 0,0000	866,03 *

Çizelge A.33. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	TG HYM (ml/kgKM)	Hasat Günü	Hasat Günü ²	Hasat Günü ³	Taze ve Kuru	Taze Kuru
Nonacosane	ÖD	0,047	0,060	0,067	0,150	14,92 b 26,06 a
Octadecane	ÖD	0,052	0,054	0,055	0,053	ÖD
1-Octadecaen- (CAS)alpha-Octade	ÖD	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD
Undecane-3-cyclohexyl-(CAS)Unde	ÖD	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD
9-EICOSYNE	ÖD	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD
9-Octadecyne	ÖD	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD
1-Nonadesan	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,062	ÖD
Nonadesan	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,001	ÖD
Eicosane	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,007	1,62b 3,13 a
Heneikosan	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,002	10,07 b 20,98 a
Docosane	ÖD	0,121	0,149	0,176	ÖD	ÖD
Trikosan	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,013	2,76 b 6,49 a
Pentakosan	ÖD	0,098	0,095	0,087	0,037	1,15 b 2,34 a
Heptacosane	0,172	0,144	0,158	0,156	0,034	1,03 b 2,19 a
3-Heptadesan(z)	ÖD	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD
3-Methylundecane	ÖD	0,092	0,117	0,146	ÖD	ÖD
9-Tricosene, (Z)-	ÖD	0,130	0,182	ÖD	ÖD	ÖD
Tetracosane	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,028	0,08 b 0,30 a
9-Eicosene, (E)- (CAS)	ÖD	0,049	0,108	0,163	0,182	ÖD
Octacosane	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,195	ÖD
9-Eicosene, (E)-	ÖD	0,055	0,080	0,110	ÖD	ÖD
Diğerler 22 adet	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.34. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	Hexacosane	Nonacosane	Octadecane	1-Octadecane- (CAS)alpha-	Undecane-3- cyclohexyl- (CAS)Unde	9-EICOSYNE	9-Octadecyne	Z-5- Nonadesan	Heptadesan	1-Nonadesan
Hasat Günü	ÖD	ÖD	0,087	0,158	0,158	0,158	0,158	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	0,100	0,166	0,166	0,166	0,166	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	0,125	0,167	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,132	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Makina	ÖD	0,000	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,010	0,156
Sıcaklık	0,030	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Nem	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,172	0,081	ÖD
Makina x Sıcaklık	0,011	0,069	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Varyasyon Kaynakları	Nonadesan	Eicosane	Heneikosan	Docosane	Trikosan	Pentakosan	Heptacosane	2,2,4-Trimethyl- 1,3-pentenediol	9-Nonadecen	Neophytadiene
Hasat Günü	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,122	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,134	ÖD	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,166	ÖD	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,187	0,187
Makina	ÖD	0,122	0,002	0,096	0,000	0,000	0,000	ÖD	ÖD	ÖD
Sıcaklık	0,117	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Nem	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,064	ÖD	ÖD	0,152	0,152
Makina x Sıcaklık	ÖD	ÖD	0,032	ÖD	0,065	0,023	0,100	ÖD	ÖD	ÖD
Varyasyon Kaynakları	Tetradecane	n-Pentadecane	3-Heptadesan(z)	9Tricossene(Z) (CAS)Muscalure	alpha- Octadecene	alpha- Octadecene	Tetracosane	9-Eicosene, (E)- (CAS)	5-Eicosene, (E)- (CAS)	Diğer 12 adet
Hasat Günü	ÖD	ÖD	0,158	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	0,166	0,182	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,190	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,124	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	0,187	ÖD	0,609	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,174	0,039	ÖD
Makina	ÖD	ÖD	ÖD	0,017	0,175	0,175	0,000	ÖD	0,126	ÖD
Sıcaklık	ÖD	0,010	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,181	0,151	ÖD
Nem	0,152	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,056	0,019	0,011	ÖD
Makina x Sıcaklık	ÖD	0,010	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,017	ÖD	0,035	ÖD

Çizelge A.35. Taze ve kuru güllerde görülen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Hexacosane	Hasat Günü	1	2,343	2,3431	2,30	0,134
	Hata	73	74,409	1,0193		
	Toplam	74	76,752			
Nonacosane	Makina	2	0,9473	0,47367	12,33	0,000
	Makina x KH Sıcaklığı	4	0,3630	0,09074	2,36	0,062
	Makina x KH Nemi (%RH)	4	0,2847	0,07117	1,85	0,130
	Hata	64	2,4578	0,03840		
	Toplam	74	3,9296			
Octadecane	TG HYM (ml/kgKM)	1	0,05990	0,05990	2,39	0,126
	Hata	73	1,82736	0,02503		
	Toplam	74	1,88727			
Muscalure	Makina	2	1,6933	0,8467	1,32	ÖD
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,9245	0,4622	0,72	ÖD
	Makina x KH Sıcaklığı	4	2,9510	0,7377	1,15	0,341
	Hata	66	42,3384	0,6415		
	Toplam	74	49,2514			
Heptadesan	Makina	2	9,819	4,9094	5,38	0,007
	KH Nemi (%RH)	2	6,094	3,0472	3,34	0,041
	Hata	70	63,905	0,9129		
	Toplam	74	80,189			
1-Nonadesan	Makina	2	25,87	12,936	2,47	0,092
	Hata	72	377,37	5,241		
	Toplam	74	403,24			
Nonadesan	TG HYM (ml/kgKM)	1	401,7	401,75	4,90	0,030
	Hasat Günü	1	734,6	734,63	8,96	0,004
	Hata	72	5905,8	82,02		
	Toplam	74	6645,4			
Eicosane	Makina	2	14,08	7,038	3,09	0,052
	Hata	72	164,22	2,281		
	Toplam	74	178,30			
Heneikosan	Makina	2	1337,6	668,82	10,81	0,000
	KH Sıcaklığı (°C)	2	384,6	192,29	3,11	0,051
	Makina x KH Sıcaklığı	4	957,1	239,29	3,87	0,007
	Hata	66	4083,9	61,88		
	Toplam	74	6153,9			
Docosane	Makina	2	17,68	8,838	3,04	0,054
	Hata	72	209,08	2,904		
	Toplam	74	226,76			
Trikosan	Makina	2	282,00	141,001	10,20	0,000
	KH Sıcaklığı (°C)	2	15,98	7,991	0,58	ÖD
	Makina x KH Sıcaklığı	4	124,85	31,213	2,26	0,072
	Hata	66	912,34	13,823		
	Toplam	74	1291,27			
Pentakosan	Makina	2	60,934	30,4672	17,74	0,000
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,185	0,0927	0,05	ÖD
	KH Nemi (%RH)	2	11,679	5,8396	3,40	0,039
	Makina x KH Sıcaklığı	4	15,464	3,8660	2,25	0,073
	Hata	64	109,889	1,7170		
	Toplam	74	195,346			

Çizelge A.35. Taze ve kuru güllerde görülen AH grubu 43 uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları (devam)

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Heptacosane	Makina	2	48,03	24,013	14,20	0,000
	Hata	72	121,75	1,691		
	Toplam	74	169,78			
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentenediol	Hasat Günü ²	1	0,5703	0,5703	2,29	0,135
	KH Sıcaklığı (°C)	2	1,0773	0,5386	2,16	0,123
	Hata	71	17,6823	0,2490		
	Toplam	74	19,6290			
n-Pentadecane	Makina	2	136,61	68,3074	5,48	0,006
	KH Sıcaklığı (°C)	2	182,48	91,2415	7,32	0,001
	Makina x KH Sıcaklığı	4	266,62	66,6541	5,34	0,001
	Hata	66	823,23	12,4731		
	Toplam	74	1215,07			
9-Tricossene(Z) (CAS) Muscalure	Makina	2	0,1023	0,05116	4,37	0,016
	Hata	72	0,8436	0,01172		
	Toplam	74	0,9459			
Alpha-Octadecene	Hasat Günü ²	1	0,01912	0,01912	4,65	0,034
	Makina	2	0,04052	0,02026	4,93	0,010
	Hata	71	0,29195	0,00411		
	Toplam	74	0,33400			
Tetracosane	Makina	2	1,05876	0,52938	8,98	0,000
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,02148	0,01074	0,18	ÖD
	KH Nemi (%RH)	2	0,33601	0,16801	2,85	0,065
	Makina x KH Sıcaklığı	4	0,64509	0,16127	2,73	0,036
	Hata	64	3,7742	0,05897		
	Toplam	74	5,8735			
9-Eicosene (E)- (CAS)	Makina	2	35,87	17,935	4,14	0,020
	KH Nemi (%RH)	2	29,21	14,606	3,37	0,040
	Hata	70	303,42	4,335		
	Toplam	74	372,82			
1-Tricosene	Makina	2	1,100	0,5501	2,25	0,113
	Hata	72	17,632	0,2449		
	Toplam	74	18,732			
Octacosane	Makina	2	0,03525	0,01762	2,57	0,084
	Hata	72	0,4942	0,00686		
	Toplam	74	0,5295			
Heptadecylalcohol	Makina	2	0,00004	0,00002	1,08	ÖD
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00003	0,00001	0,84	ÖD
	Makina x KH Sıcaklığı	4	0,00007	0,00002	1,11	ÖD
	Hata	66	0,00109	0,00002		
	Toplam	74	0,00127			
5-Eicosene (E)- (CAS)	TG HYM (ml/kgKM)	1	0,00008	0,00008	6,61	0,013
	Makina	2	0,00009	0,00004	3,54	0,035
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00016	0,00008	6,40	0,003
	Makina x KH Sıcaklığı	4	0,00012	0,00003	2,38	0,061
	Makina x KH Nemi	4	0,00018	0,00005	3,70	0,009
	Hata	61	0,00076	0,00001		
	Toplam	74	0,00127			
Diğer 18 adet AH grubu uçucu yağ bileşeni						ÖD

Çizelge A.36. Isparta gülü AH grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		Nonacosane	Muscalure	Heptadesan	1-Nonadesan	Eicosane	Heneikosan	Docosane	Trikosan	Pentakosan	Heptacosane
Hasat Günü (P)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TGHYM (ml/kgKM)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Makina	4 RDK 3 RİD 3 RYÜK	0,15 b 0,35 a 0,04 b	-	1,78 a 1,00 b 1,25ab	2,27 1,10 2,45	2,88 3,63 2,46	18,2 b 25,6 a 14,0 b	0,65 1,62 0,52	5,10 b 8,76 a 3,80 b	1,73 b 3,37 a 0,96 b	1,66b 3,13a 1,09b
Sıcaklık (°C)	30 35 40	-	-	-	-	-	17,3 17,9 22,7	-	5,231 5,935 6,487	1,936 2,074 2,059	-
Nem (%RH)	20 30 40	-	-	1,04 b 1,28 ab 1,73 a	-	-	-	-	-	2,56 a 1,54 b 1,97ab	-
Makina x Sıcaklık	4RDKx30 4RDKx35 4RDKx40 3RİD x 30 3RİD x 35 3RİD x 40 3RYÜKx30 3RYÜKx35 3RYÜKx40	0,13 b 0,13 b 0,20ab 0,42 a 0,42 a 0,21ab 0,00 b 0,00 b 0,13 b	0,06 0,06 0,86 0,00 0,10 0,01 0,00 0,00 0,00	-	-	-	17,7abc 19,0abc 18,1abc 26,9 a 26,0 a 24,0abc 7,21 c 8,72 bc 26,1 ab	-	4,31b 5,99ab 4,99ab 9,75 a 9,30ab 7,21ab 1,63 b 2,51ab 7,26ab	1,28 c 2,09abc 1,83 bc 3,60 ab 3,94 a 2,57abc 0,92 bc 0,20 c 1,78abc	-
Varyasyon Kaynakları		2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol	n-Pentadecane	9Tricosene(Z) (CAS)Muscalure	Alpha, Octadecene	Tetracosane	9-Eicosene, (E)- (CAS)	1-Tricosene	Octacosane	Heptadecyl alcohol	5-Eicosene, (E)- (CAS)
Hasat Günü (P)		0,135	ÖD	ÖD	0,034	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,013
Makina	4RDK 3RİD 3RYÜK	-	0,08b 0,03b 3,90a	0,00 b 0,08 a 0,00 b	0,05 a 0,01ab 0,00 b	0,21b 0,44a 0,13b	1,33 ab 2,21 a 0,15 b	0,277 0,054 0,000	0,06 0,02 0,00	0,001 0,000 0,000	0,00 0,01 0,00
Sıcaklık (°C)	30 35 40	0,355 0,084 0,111	0,03b 3,92a 0,05b	-	-	0,257 0,285 0,238	-	-	-	0,000 0,000 0,001	0,01a 0,00b 0,00b
Nem (%RH)	20 30 40	-	-	-	-	0,35 0,18 0,25	0,75 n 0,82 n 2,12 m	-	-	-	-
Makina x Sıcaklık	4RDK x 30 4RDK x 35 4RDK x 40 3RİD x 30 3RİD x 35 3RİD x 40 3RYÜKx30 3RYÜKx35 3RYÜKx40	-	0,05 b 0,04 b 0,14 b 0,05 b 0,02 b 0,01 b 0,00 b 11,7 a 0,00 b	-	-	0,17b 0,25ab 0,21 b 0,52ab 0,56 a 0,23ab 0,08ab 0,04ab 0,28ab	-	-	-	0,00 b 0,00 b 0,01 a 0,00 b 0,00 b 0,00 b 0,00 b 0,00 b 0,00 b	0,00b 0,00b 0,00b 0,01a 0,00b 0,00b 0,01a 0,00b 0,00b
Makina x Nem	4RDK x 20 4RDK x 30 4RDK x 40 3RİD x 20 3RİD x 30 3RİD x 40 3RYÜKx20 3RYÜKx30 3RYÜKx40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00b 0,00b 0,00b 0,00b 0,05a 0,00b 0,00b 0,00b 0,00b

Çizelge A.37. BC grubu 27 bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Kuru ve Taze	N	Ort.	S _E Ort	% CV
Octanoate<phenylethyl>	Kuru Taze	75 13	0,00680 0,000000	0,00382 0,000000	486,64 *
Benzyl benzoate	Kuru Taze	75 13	0,00627 0,000000	0,00373 0,000000	515,26 *
Geranyl benzoate	Kuru Taze	75 13	0,00147 0,000000	0,00134 0,000000	790,16 *
Phenethyl caproate	Kuru Taze	75 13	0,00640 0,000000	0,00344 0,000000	464,96 *
Phenethyl isobutyrate	Kuru Taze	75 13	0,000267 0,000000	0,000267 0,000000	866,03 *
Eugenol	Kuru Taze	75 13	0,319 0,276	0,178 0,147	483,02 192,41
Benzyl carbyl butyrate	Kuru Taze	75 13	0,000133 0,000000	0,000133 0,000000	866,03 *
Phenol , 2-methoxy-3-(2-prpenyl	Kuru Taze	75 13	0,00827 0,000000	0,00583 0,000000	611,14 *
Cyclohexanecarboxylic acid, 2-p	Kuru Taze	75 13	0,000933 0,000000	0,000689 0,000000	639,31 *
phenylethyl tiglate 2	Kuru Taze	75 13	0,00187 0,000000	0,00187 0,000000	866,03 *
Benzene (5-methyl-4-hexenyl)	Kuru Taze	75 13	0,00120 0,000000	0,00120 0,000000	866,03 *
Phyenylethyl tiglate	Kuru Taze	75 13	0,00160 0,000000	0,00160 0,000000	866,03 *
Phenethyl cporate	Kuru Taze	75 13	0,000533 0,000000	0,000375 0,000000	608,22 *
Decoanonic acid,2-phenthyl ester	Kuru Taze	75 13	0,000933 0,000000	0,000933 0,000000	866,03 *
Dodecanoic acid, 2-phenylethyl	Kuru Taze	75 13	0,00907 0,000000	0,00420 0,000000	401,45 *
Benzene, (1,2,2-trimethyl-3-but	Kuru Taze	75 13	0,00427 0,000000	0,00225 0,000000	456,19 *
Octanoate <phenylethyl->	Kuru Taze	75 13	0,00427 0,000000	0,00297 0,000000	603,32 *
Benzoate <phenethyl->	Kuru Taze	75 13	0,0619 0,000000	0,0260 0,000000	363,35 *
Citronelly phenylacetate	Kuru Taze	75 13	0,000933 0,000000	0,000715 0,000000	663,13 *
Phenethyl alcohol	Kuru Taze	75 13	5,23 0,662	1,57 0,156	260,16 85,01
Benzenacetaldehyd (CAS)Hyacint	Kuru Taze	75 13	0,001200 0,000000	0,000967 0,000000	698,02 *
Methyleugenol	Kuru Taze	75 13	1,403 0,6931	0,199 0,0992	123,15 51,61
Cyclohexanecarboxylic acid-2-ph	Kuru Taze	75 13	0,000133 0,000000	0,000133 0,000000	866,03 *
Geranylacetone	Kuru Taze	75 13	0,00213 0,000000	0,00168 0,000000	681,87 *
3-Allyguaiaicol	Kuru Taze	75 13	0,00333 0,000000	0,00249 0,000000	647,45 *
Dodecanoic acid ,2-phenylethl e	Kuru Taze	75 13	0,00787 0,000000	0,00461 0,000000	507,31 *
IH-indene1-(1,5-dimethyl2hexen	Kuru Taze	75 13	0,00307 0,000000	0,00307 0,000000	866,03 *

*Taze güllerde **Benzenoidli Bileşenler (BB)** bileşenine rastlanılmamıştır.

Çizelge A.38. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen BC grubu uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	Eugenol	Phenethyl alcohol	Methyl eugenol
Hasat Günü	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	ÖD
Taze ve Kuru	ÖD	ÖD	0,138
Taze	0,479	0,560	0,547
Kuru	0,283	5,246	1,428

Diğer 24 BC grubu bileşenlerine taze güllerde rastlanmamıştır.

Çizelge A.39. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen BC grubu 14 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	Eugenol	Phenethyl alcohol	Metil öjenol	Benzyl benzoate	Phenol, 2-methoxy-3-(2-prpenyl	Cyclohexane-carboxylic acid, 2-p	Phyenylethyl tiglate	Phenethyl cporate	Decoanonic acid,2-phenethyl ester	Dodecanoic acid, 2-phenylethyl	Octanoate <phenylethyl->	Citronelly phenylacetate	Benzen acetaldehyd (CAS)Hyacint	Cyclohexane-carboxylic acid-2-ph
Hasat Günü	ÖD	ÖD	ÖD	0,12	ÖD	ÖD	0,16	0,16	0,16	0,12	0,18	0,13	0,13	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	ÖD	0,13	ÖD	0,14	0,17	0,12	0,17	0,08	0,14	0,11	0,12	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	ÖD	0,15	ÖD	0,18	ÖD	0,13	ÖD	0,07	0,12	0,15	0,16	ÖD
TG HYM	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,19
Makina	ÖD	0,19	0,10	0,07	0,17	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Sıcaklık	0,02	0,07	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Nem	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,15
Mak. x Sıc.	0,01	ÖD	ÖD	ÖD	0,14	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

BC grubu 27 bileşenden diğer 13 bileşeni kovaryeteler, faktörler ve faktör interaksiyonları yönünden önemsiz bulunduğu için tablolarda yer almamıştır.

Çizelge A.40. Taze ve kuru güllerde görülen BC grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Eugenol	Makina	2	51,464	25,7319	16,55	0,000
	KH Sıcaklığı (°C)	2	21,579	10,7893	6,94	0,002
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	34,719	8,6798	5,58	0,001
	Hata	66	102,603	1,5546		
	Toplam	74	175,178			
Phenethyl alcohol	Makina	2	872,9	436,46	2,63	0,079
	KH Sıcaklığı (°C)	2	1454,8	727,40	4,39	0,016
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	1315,9	328,99	1,98	0,107
	Hata	66	10943,0	165,80		
	Toplam	74	13691,0			
Metil öjenol	TG HYM (ml/kgKM)	1	14,30	14,296	5,41	0,023
	Makina	2	22,56	11,281	4,27	0,018
	KH Sıcaklığı (°C)	2	14,61	7,306	2,76	0,070
	Hata	69	182,49	2,645		
	Toplam	74	220,89			
Benzyl benzoate	TG HYM (ml/kgKM)	1	0,00262	0,00262	2,69	0,106
	Makina	2	0,00658	0,00329	3,37	0,040
	Hata	71	0,06930	0,00098		
	Toplam	74	0,07716			
Phenol 2-methoxy-3-2-prpenyl	TG HYM (ml/kgKM)	1	0,00679	0,00679	3,05	0,085
	Makina	2	0,01230	0,00615	2,77	0,070
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00987	0,00494	2,22	0,117
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	0,01788	0,00447	2,01	0,103
	Hata	65	0,14450	0,00222		
	Toplam	74	0,18888			
Diğer 9 adet BC grubu bileşenleri		ÖD				

Çizelge A.41. Isparta gülü BC grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		Eugenol	Phenethyl alcohol	Metil öjenol	Benzyl benzoat	Phenol 2-methoxy-3-2-prpenyl
Hasat Günü		-	-	-	-	-
TG HYM (ml/kgKM)		-	-	P=0,023	P=0,106	P=0,085
Makina	4 RDK	0,048 b	6,483	1,581 ab	0,001	0,002
	3 RİD	0,021 b	1,469	0,705 b	0,019	0,025
	3 RYÜK	2,399 a	11,59	2,365 a	0,000	0,000
Sıcaklık (°C)	30	1,431 a	13,71 a	1,936	-	0,023
	35	1,000 a	1,156 b	0,873		0,002
	40	0,037 b	4,669 ab	1,842 m		0,000
Nem (%RH)	20	-	-	-	-	-
	30					
	40					
Makina x Sıcaklık	4RDK x 30	0,013 b	10,68 ab	-	-	0,004 b
	4RDK x 35	0,024 b	2,853 b			0,010 ab
	4RDK x 40	0,107 b	5,920 ab			0,000 b
	3RİD x 30	0,059 b	0,636 b			0,073 a
	3RİD x 35	0,000 b	0,616 b			0,010 ab
	3RİD x 40	0,004 b	3,156 ab			0,000 b
	3RYÜKx30	4,220 a	29,83 a			0,000 b
	3RYÜKx35	2,977 a	0,000 b			0,000 b
	3RYÜKx40	0,000 b	4,932 ab			0,000 b

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.42. Taze ve kuru güllerde HH grubu 2 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Taze ve Kuru	N	Ort.	SE Ort	% CV
Geranyl bromide	Kuru	75	0,000133	0,000133	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*
4-Bromo-1-naphalenamine	Kuru	75	0,000800	0,000800	866,03
	Taze	13	0,000000	0,000000	*

*Taze güllerde **Halojenli Hidrokarbon (HH)** bileşenine rastlanılmamıştır.

Çizelge A.43. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen BC grubu 2 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	Geranyl bromide	4-Bromo-1-naphalenamine
Hasat Günü	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD
Taze ve Kuru	ÖD	ÖD
Taze	0,0000	0,0002
Kuru	0,0001	0,0008

Çizelge A.44. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmaya % değerleri değişen HH grubu 2 uçucu yağ bileşeninin GLM varyans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	Geranyl bromide	4-Bromo-1-naphalenamine
Hasat Günü	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	0,187	0,187
Makina	ÖD	ÖD
Sıcaklık	ÖD	ÖD
Nem	0,152	0,152
Makina x Sıcaklık	ÖD	ÖD

Çizelge A.45. Taze ve kuru güllerde Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Taze ve Kuru	N	Ort.	S _E Ort	% CV
Palmitic Aldehit	Kuru	75	0,00213	0,00213	866,03
	Taze	13	0,00000	0,00000	*
Hexadecannal (CAS) palmiticaldehy	Kuru	75	0,00120	0,00120	866,03
	Taze	13	0,00000	0,00000	*
Tetradecanal (CAS) myristaldehy	Kuru	75	0,26080	0,03790	125,99
	Taze	13	0,00000	0,00000	*
Hesadecanal (CAS) palmiticaldehy	Kuru	75	0,00187	0,00187	866,03
	Taze	13	0,00000	0,00000	*
Hesadecanic acid,methyl ter(CAS)	Kuru	75	0,00467	0,00334	620,59
	Taze	13	0,00000	0,00000	*
MyristAldehit	Kuru	75	0,2090	0,1320	547,89
	Taze	13	0,0392	0,0392	360,56

*Taze güllerde **Aldehit** bileşenine rastlanılmamıştır.

Çizelge A.46. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	Palmitic Aldehit	Hexadecannal (CAS) palmitic Aldehit	Tetradecanal (CAS) myristAldehit	Hesadecanal (CAS) palmitic Aldehit	Hesadecanic acid,methyl ter(CAS)	MyristAldehit
Hasat Günü	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	0,190	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	0,159	ÖD	ÖD	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Taze ve Kuru	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,044
Taze Kuru	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,03 b 0,26 a

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.47. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen Aldehit grubu 6 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Palmitic Aldehit	Hexadecanal (CAS) palmitic Aldehit	Tetradecanal (CAS) myristAldehit	Hesadecanal (CAS) palmitic Aldehit	Hesadecanic acid,methyl ter(CAS)	MyristAldehit
Hasat Günü	ÖD	ÖD	0,035	ÖD	0,155	ÖD
Hasat Günü ²	ÖD	ÖD	0,026	ÖD	0,195	ÖD
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	0,020	ÖD	ÖD	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	0,074	ÖD	ÖD	ÖD
Makina	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,099	ÖD
Sıcaklık	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,007
Nem	ÖD	0,172	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Makina x Sıcaklık	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	0,076	0,019

Çizelge A.48. Taze ve kuru güllerde görülen Aldehit grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
Palmitic Aldehit		ÖD				
Hexadecanal (CAS) palmitic Aldehit		ÖD				
Tetradecanal (CAS) myristAldehit		ÖD				
Hesadecanal (CAS) palmitic Aldehit		ÖD				
Hesadecanic acid, methyl ter (CAS)	Makina	2	0,00288	0,00144	1,90	0,158
	KH Sıcaklığı (°C)	2	0,00242	0,00121	1,59	ÖD
	Makina x KH Sıcak. (°C)	4	0,00587	0,00147	1,93	0,115
	Hata	66	0,05009	0,00076		
	Toplam	74	0,06207			
Myrist-Aldehit	Makina	2	9,7271	4,8635	4,80	0,011
	KH Sıcaklığı (°C)	2	15,4881	7,7440	7,64	0,001
	Makina x KH Sıcak. (°C)	4	20,0100	5,0025	4,93	0,002
	Hata	66	66,9366	1,0142		
	Toplam	74	96,8458			

Çizelge A.49. Isparta gülü Aldehit grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		Hesadecanic acid methyl (CAS)	MyristAldehit
Hasat Günü (P)		-	-
TG HYM (ml/kgKM) (P)		-	-
Makina	4 RDK	0,000	0,078 b
	3 RİD	0,013	0,100 b
	3 RYÜK	0,000	1,114 a
Sıcaklık (°C)	30	0,000	0,036 b
	35	0,000	1,186 a
	40	0,013	0,070 b
Nem (%RH)	20	-	-
	30	-	-
	40	-	-
Makina x Sıcaklık	4RDK x 30	0,000	0,048 b
	4RDK x 35	0,000	0,072 b
	4RDK x 40	0,000	0,113 b
	3RİD x 30	0,000	0,059 b
	3RİD x 35	0,000	0,192 b
	3RİD x 40	0,039	0,049 b
	3RYÜK x 30	0,000	0,000 b
	3RYÜK x 35	0,000	3,293 a
	3RYÜK x 40	0,000	0,048 b

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Çizelge A.50. Taze ve kuru güllerde Ester grubu 4 uçucu yağ bileşen % oran ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikleri

Varyasyon Kaynakları	Taze ve Kuru	N	Ort.	S _E Ort	% CV
2-Butenoic acid2-methyl-2-phe	Kuru	75	0,00267	0,00196	635,72
	Taze	13	0,00000	0,00000	*
1,2-Benzenedicarboxylic acid	Kuru	75	0,287	0,250	752,65
	Taze	13	0,000	0,000	*
Di (n-octadecyl) phosphite	Kuru	75	0,0016	0,0016	866,03
	Taze	13	0,0000	0,0000	*
Isovalerate <phenethyl>	Kuru	75	0,00627	0,005	690,49
	Taze	13	0,00000	0,000	*

*Taze güllerde Ester bileşenine rastlanılmamıştır.

Çizelge A.51. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutmayla % değerleri değişen Ester grubu 4 uçucu yağ bileşeninin taze ve kuru güllere göre GLM kovaryans analiz sonuçları ve ortalama fark testleri

Varyasyon Kaynakları	2-Butenoic acid,2-methyl	1,2-Benzenedicarboxylic acid	Di (noctadecy) phosphite	Isovalerate <phenethyl>
Hasat Günü	0,111	ÖD	ÖD	0,103
Hasat Günü ²	0,160	ÖD	ÖD	0,130
Hasat Günü ³	ÖD	ÖD	ÖD	0,159
TG HYM	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Taze ve Kuru	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Taze Kuru	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

Çizelge A.52. Taze ve kuru güllerde bulunup kurutma faktörleriyle % değerleri değişen Ester grubu 4 uçucu yağ bileşeninin ikili interaksiyonlu GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2-Butenoic acid, 2methyl	1,2-Benzenedi carboxylic acid	Di (noctadecy) phosphite	Isovalerate <phenethyl>
Hasat Günü	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ²	0,196	ÖD	ÖD	ÖD
Hasat Günü ³	0,182	ÖD	ÖD	ÖD
TG HYM (ml/kgKM)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Makina	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Sıcaklık	ÖD	0,130	ÖD	ÖD
Nem	ÖD	0,172	ÖD	ÖD
Makina x Sıcaklık	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

Çizelge A.53. Taze ve kuru güllerde görülen Ester grubu uçucu yağ bileşeninde etkili kurutma parametrelerinin “Stepwise” GLM kovaryans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		N	KT	KO	F	P
1,2-Benzenedi carboxylic acid	Makina	2	38,327	19,1635	5,39	0,007
	KH Sıcaklığı (°C)	2	51,703	25,8513	7,27	0,001
	Makina x KH Sıcaklığı (°C)	4	75,991	18,9978	5,34	0,001
	Hata	66	234,709	3,5562		
	Toplam	74	345,773			
Di (n-octadecy) phosphite	TG HYM (ml/kgKM)	1	0,00084	0,00084	4,58	0,036
	Hata	73	0,01337	0,00018		
	Toplam	74	0,01421			
Isovalerate <phenethyl->		ÖD				
2-Butenoic acid,2-methyl-,2-phe		ÖD				

Çizelge A.54. Isparta gülü Ester grubu % uçucu yağ bileşen ortalamalarının kurutma faktörlerine göre değişimi

Varyasyon Kaynakları		1,2-Benzenedicarboxylic acid
Hasat Günü (P)		-
TG HYM (ml/kgKM) (P)		-
Makina	4 RDK	0,067 b
	3 RİD	0,014 b
	3 RYÜK	2,082 a
Sıcaklık (°C)	30	0,021 b
	35	2,099 a
	40	0,044 b
Nem (%RH)	20	-
	30	
	40	
Makina x Sıcaklık	4RDK x 30	0,062 b
	4RDK x 35	0,051 b
	4RDK x 40	0,088 b
	3RİD x 30	0,000 b
	3RİD x 35	0,000 b
	3RİD x 40	0,043 b
	3RYÜK x 30	0,000 b
	3RYÜK x 35	6,247 a
	3RYÜK x 40	0,000 b

a,b,c,..Tukey testine göre farklı rakamlar arasındaki ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

EK B. Fotoğraflar



Şekil B.1. Uçucu yağ distilasyonu



Şekil B.2. Nem tayini



Şekil B.3. Uçucu yağ distilasyonu



Şekil B.4. Uçucu yağ distilasyon kontrolü



Şekil B.5. Taze Isparta gülü



Şekil B.6. Kurutulmuş Isparta gülü



Şekil B.7. Kurutulmuş gül (4 RDK)



Şekil B.8. Kurutulmuş gül (3 RID)



Şekil B.9. Kurutma denemesi (4 RDK)



Şekil B.10. Kurutma denemesi (3 RYÜK)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Inas ABDULSATTAR ABDULJABBAR

Doğum Yeri ve Yılı : Baghdat, 1987

Medeni Hali :Bekar

Yabancı Dili : İngilizce, Türkçe

E-posta : inasabdulsattar7@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise :Bağdat Röfeyde Lisesi, 2004

Lisans :Bağdat Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 2008

Yüksek Lisans :Bağdat Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 2011

Mesleki Deneyim

Al-Musaib Teknik Fakültesi 2011-.... (Halen devam etmektedir)

Yayınlar

Altamimi, I., A., A., Alssabagh, A., A., 2009. The effect of plow type and plowing depth on plowing goodness draw par force and saturated hydraulic conductivity. Iraqi journal of soil science, 9(1).

Altamimi, I., A., A., Alssabagh, A., A., 2011. Effect Of Plow Type , Plowing Depth and Tires Pressure on Performance Indicators of Some Machinery Unit. M.Sc. Thesis. Baghdad University.

Ati, A., S., Dawood, S., S., Abduljabbar, I., 2013. Effect of pulverization tools and deficit irrigation treatments on water use efficiency and yield of barley. Al Qadisiay journal for agriculture sciences, 3(1).

Al-Alabiedi, K., S., A., Nassar, M., J., M., Abduljabbar, E(I)., A., 2016. Evaluation the performance of developed moldboard plow and its effect on some performance indicators of mechnery unit. The Iraqi journal of agricultural sciences. 47(6), pp 1514-1519.

Ati, A., S., Dawood, S., S., Abduljabbar, I., 2014. Effect of pulverization tools and deficit irrigation treatments on II. Machinery group, some soil physical, properties, growth and yield of Barley. (IOSR-JAVS). PP. 56-62.

Abduljabbar, I., Bayhan, A.K., Ekinci, K., Erbaş, S., 2017. Equilibrium Sorption Isotherms of Damask (*Rosa Damascena* Mill.) Rose Petals. AGME 2017 (13th International Congress on Mechanization & Energy in Agriculture & International Workshop on Precision Agriculture) İzmir