

**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARAPGİR MOR REYHAN ÇAYI VE ŞERBETİNİN ÜRETİM**  
**OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**İSRA YİĞİTVAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TEMMUZ 2017**

**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARAPGİR MOR REYHAN ÇAYI VE ŞERBETİNİN ÜRETİM**  
**OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**İSRA YİĞİTVAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TEMMUZ 2017**

**Tezin Başlığı : ‘‘Arapgir Mor Reyhan ayı ve şerbetinin Üretim Olanaklarının Araştırılması’’**

Tezi Hazırlayan : İsra YİĞİTVAR

Sınav Tarihi : 31 Temmuz 2017

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Sınav Jüri Üyeleri**

**Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU** .....

**Tez Danışmanı**

İnönü Üniversitesi

**Doç. Dr. Oktay YILDIZ** .....

Karadeniz Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Murat YILMAZTEKİN** .....

İnönü Üniversitesi

**Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL**  
Enstitü Müdürü

## ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Arapgir Mor Reyhan ayı ve Őerbetinin Üretim Olanaklarının Araştırılması” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dūřecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

İsra YİĞİTVAR

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ARAPGİR MOR REYHAN ÇAYI VE ŞERBETİNİN ÜRETİM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

İsra Yiğitvar

İnönü Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

73 + viii sayfa

2017

Danışman: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

Bu çalışma Arapgir, Malatya’da yetiştirilen mor reyhandan, reyhan çayı ve şerbeti üretim olanaklarının araştırılması amacıyla tasarlanmıştır. Şerbet üretiminde taze (yaş), reyhan çayı üretiminde ise kurutulmuş reyhan bitkisi kullanılmıştır. Şerbet ve reyhan çayının endüstriyel ölçekte üretimi bulunmamaktadır ancak insanlar bu ürünleri evlerinde yapmaktadırlar. Bu çalışmada endüstriyel anlamda bir reyhan çayı ve şerbetinin üretilmesi amaçlanmıştır. Arapgir mor reyhanı, 2016 yılının Haziran-Ekim aylarında hasat edilmiştir ve kurutma proseslerinin gerçekleştirilmesi için Malatya’ya gönderilmiştir. Kurutma prosesleri (yarı gölgede kurutma ve tepsili kurutma ile kurutma), reyhan bitkisinin nem oranı % 10 olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Mor reyhanın kurutulmasında, yarı gölgede kurutma ve tepsili kurutma ile kurutma yöntemleri test edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Reyhan çayı ve şerbeti üretimi sonrasında, bazı fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal analizler yapılmıştır. Kurutma prosesleri, örneklerin toplam polifenol miktarı ve uçucu bileşen profilini olumlu etkilerken; renk değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Renk özellikleri ve toplam polifenol miktarı açısından, reyhan şerbetinin üstün olduğu görülmüştür. SPME/GC-MS uçucu bileşen analizine göre, tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çay örneklerinin, yarı gölgede kurutulan reyhanlardan üretilen çay örneklerine göre daha fazla miktarda uçucu bileşen içerdiği belirlenmiştir. Yapılan SPME/GC-MS analizinde, 1,8-sineol (ökaliptol), 2-propenoik asit ve öjenol adlı uçucu organik bileşiklerin reyhan çayında; linalol, 1,8-sineol ve dL-limonen adlı uçucu organik bileşiklerin şerbette baskın olduğu görülmüştür. Uzman panel tarafından gerçekleştirilen duyuşsal analiz sonucunda, reyhan çayı ve şerbeti örneklerinin birçoğu beğenilmiştir. En beğenilen örneğin, yarı gölgede kurutulan reyhanlardan üretilen, içeriğinde hibiskus ve karanfil bitkileri ile sitrik asit bulunan reyhan çayı olduğu gözlemlenmiştir. Reyhan bitkisinin, reyhan çayı ve şerbeti üretimine uygun olduğu, tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen reyhan çayının ve taze reyhandan üretilen reyhan şerbetinin endüstriyel olarak üretiminin yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Mor reyhan, bitki çayı, şerbet, kurutma, aroma

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **RESEARCHING THE PRODUCTION POSSIBILITIES OF ARAPGIR PURPLE BASIL TEA AND THE SHERBET**

İsra Yiğitvar

İnönü University

Institute of Science

Department of Food Engineering

73 + viii pages

2017

Supervisor: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

This study was designed to investigate the production possibilities of basil tea and sherbet using purple basil which is grown in Arapgir, Malatya. Fresh purple basil was used for sherbet production and dried purple basil was used for tea production. There is no sherbet or basil tea production in industrial scale but people make these products for home consumption. The aim of this study was to produce a purple basil tea and sherbet for the industry. Arapgir purple basil was harvested during June-October, 2016 in Arapgir and transferred to Malatya for drying process. The drying processes (semi-shade drying and tray drying) were carried out until the moisture content of the plant was 10 %. For drying purple basil, semi-shade drying and tray drying methods were tested and the results were compared. After the production of basil tea and sherbet, some physical, chemical, biochemical and the sensory analyzes were carried out. Drying processes caused a decrease in color values, while positively affected the total polyphenol and volatile contents of the samples. In terms of color properties and total polyphenol content, it was seen that the basil sherbet was the superior. For the volatile analysis by SPME/GC-MS, it was determined that the samples of tray dried basil tea contained higher levels of volatile compounds than the semi-shade dried basil tea samples. In the SPME/GC-MS analysis, it was found that the volatile organic compounds, 1,8-cineole (eucalyptol), 2-propenoic acid and eugenol were predominant compounds in the basil tea; while linalool, 1,8-cineole and dL-limonene were predominant in the sherbet samples. In sensory analysis performed by the expert panel, the samples of the basil tea and sherbet were preferred. The most favorite sample was the semi-shade basil tea, which contains hibiscus, clove plants and citric acid. It has been concluded that the purple basil plant is suitable for the production of basil tea and sherbet. The tray dried basil tea and sherbet can be produced at industrial scale.

**KEYWORDS:** Purple basil, herbal tea, sherbet, drying, aroma

## TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve birikimlerini paylaşıp bana yol gösteren, çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na, ilgi, bilgi ve desteklerini esirgemeyen İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm hocalarıma, Bingöl Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki hocam Yrd. Doç. Dr. Nurullah DEMİR'e, tezi değerlendiren ve çalışmaya pozitif katkılar sunan jüri üyeleri hocalarım Doç. Dr. Oktay YILDIZ ve Doç. Dr. Murat YILMAZTEKİN'e, çalışma süresince beraber yol aldığım ve bana destek olan sevgili arkadaşım doktora öğrencisi Kadriye ALTAY'a, duyusal analizlere katılan hocalarıma ve lisansüstü öğrenci arkadaşlarıma, reyhan temini sağlayan ve çalışmaya katkıda bulunan Arapgir Belediyesi ve Arapgir Belediye Başkanı Haluk CÖMERTOĞLU'na, 2016/75 No'lu proje ile araştırmamı maddi olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve bana daima destek olan sevgili aileme teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|  |      |
|--|------|
| ÖZET .....   | i    |
| ABSTRACT .....   | ii   |
| TEŞEKKÜR.....  | iii  |
| İÇİNDEKİLER .....  | iv   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....  | vi   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....  | vii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....   | viii |
| 1. GİRİŞ .....   | 1    |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ .....   | 4    |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....  | 15   |
| 3.1. Materyal .....  | 15   |
| 3.2. Yöntem.....   | 15   |
| 3.2.1. Reyhan bitkisinin kurutulması .....                               | 15   |
| 3.2.1.1. Yarı gölgede kurutma.....                                       | 16   |
| 3.2.1.2. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutma .....                       | 16   |
| 3.2.2. Reyhan çayı üretimi .....   | 17   |
| 3.2.3. Reyhan şerbeti üretimi .....                                      | 19   |
| 3.2.4. Üretilen sıcak ve soğuk çaylarda kalite kontrol ve analizler..... | 20   |
| 3.2.4.1. Toplam polifenol analizi .....                                  | 20   |
| 3.2.4.2. Toplam kül tayini .....   | 20   |
| 3.2.4.3. Nem tayini .....  | 20   |
| 3.2.4.4. Refraktometre ile suda çözünen kuru madde tayini .....          | 21   |
| 3.2.4.5. Su ekstraktı analizi .....                                      | 21   |
| 3.2.4.6. Su aktivitesi.....  | 21   |
| 3.2.4.7. pH.....   | 21   |
| 3.2.4.8. GC-MS ile uçucu bileşen analizi.....                            | 21   |
| 3.2.4.9. Renk analizi.....   | 23   |
| 3.2.4.10. Duyusal analiz.....  | 24   |
| 3.2.4.11. İstatistiksel analiz .....                                     | 25   |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....                                 | 26   |
| 4.1. Toplam Polifenol Miktarları .....                                   | 26   |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.  | Toplam Kül Miktarları .....                                | 29 |
| 4.3.  | Nem Tayini Sonuçları .....                                 | 31 |
| 4.4.  | Refraktometre ile Suda Çözünen Kuru Madde Miktarları ..... | 33 |
| 4.5.  | Su Ekstraktı Analizi Sonuçları .....                       | 34 |
| 4.6.  | Su Aktivitesi Analizi Sonuçları.....                       | 34 |
| 4.7.  | pH Tayini Sonuçları .....                                  | 35 |
| 4.8.  | GC-MS ile Uçucu Bileşen Analizi Sonuçları.....             | 36 |
| 4.9.  | Renk Analizi Sonuçları .....                               | 57 |
| 4.10. | Duyusal Analiz Sonuçları .....                             | 61 |
| 5.    | SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                    | 64 |
| 6.    | KAYNAKLAR .....  | 66 |
|       | ÖZGEÇMİŞ .....   | 73 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Şekil 2.1.  | Mor reyhan bitkisi.....   | 4  |
| Şekil 2.2.  | Mor reyhan bitkisi.....   | 4  |
| Şekil 2.3.  | <i>O. basilicum</i> 'un coğrafi dağılımı .....  | 5  |
| Şekil 3.1.  | Kurutulmuş reyhan.....  | 15 |
| Şekil 3.2.  | Tepsili kurutucu .....  | 16 |
| Şekil 3.3.  | Reyhan çayı üretim akış şeması.....   | 17 |
| Şekil 3.4.  | Reyhan çayı.....  | 18 |
| Şekil 3.5.  | Reyhan çayı.....  | 18 |
| Şekil 3.6.  | Reyhan şerbeti üretim akış şeması.....  | 19 |
| Şekil 3.7.  | Reyhan şerbeti.....   | 19 |
| Şekil 4.1.  | Gallik asit standart eğrisi .....   | 26 |
| Şekil 4.2.  | Toplam polifenol içeriği .....  | 28 |
| Şekil 4.3.  | Tepsili kurutma yöntemi ile kurutmaya ait kuruma eğrisi.....                                      | 31 |
| Şekil 4.4.  | Yarı gölgede kurutma yöntemi ile kurutmaya ait kuruma eğrisi .....                                | 32 |
| Şekil 4.5.  | Taze reyhan uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı .....                                  | 37 |
| Şekil 4.6.  | Reyhan şerbeti uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı .....                               | 39 |
| Şekil 4.7.  | Tepsili kurutucuda kurutulan reyhan örneğinin uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı..... | 49 |
| Şekil 4.8.  | TDBC-RHCK kodlu reyhan çayı örneğinin uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı.....         | 50 |
| Şekil 4.9.  | Reyhan şerbeti renk değerleri .....   | 57 |
| Şekil 4.10. | Reyhan çayı renk değerleri .....  | 58 |
| Şekil 4.11. | Reyhan çayı renk değerleri .....  | 58 |
| Şekil 4.12. | Reyhan çayı duyusal analizi.....  | 61 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Çizelge 2.1. | Reyhanın taksonomik sınıflandırılması. ....  | 4  |
| Çizelge 2.2. | Reyhanın besin elementleri.....  | 5  |
| Çizelge 2.3. | Reyhan bitkisinde baskın olarak görülen aroma bileşikleri.....                                   | 7  |
| Çizelge 3.1. | Reyhan çayı formülasyonları .....  | 18 |
| Çizelge 3.2. | Reyhan çayı duyuusal analiz formu .....  | 24 |
| Çizelge 3.3. | Reyhan şerbeti duyuusal analiz formu.....  | 25 |
| Çizelge 4.1. | Toplam polifenol analizi sonuçları .....   | 27 |
| Çizelge 4.2. | Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları .....  | 30 |
| Çizelge 4.3. | Reyhan şerbeti pH ve °briks değerleri .....  | 34 |
| Çizelge 4.4. | Reyhan şerbeti uçucu bileşen profili.....  | 40 |
| Çizelge 4.5. | Yarı gölgede kurutulan reyhanlardan üretilen çayların uçucu bileşen profili .....                | 43 |
| Çizelge 4.6. | Tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çayların uçucu bileşen profili ..... | 51 |
| Çizelge 4.7. | Renk analizi sonuçları.....  | 59 |
| Çizelge 4.8. | Reyhan çayları ve reyhan şerbetinin duyuusal analiz sonuçları .....                              | 62 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

|            |  |
|------------|--|
| $a^*$      | Kırmızılık değeri                                    |
| $b^*$      | Sarılık değeri                                       |
| BI         | Kahverengileşme indeksi                              |
| C          | Kroma değeri   |
| e          | Elektriksel yük                                      |
| eV         | Elektrovolt  |
| H          | Hue açısı  |
| $L^*$      | Parlaklık  |
| R          | Reyhan   |
| RC         | Reyhan ve sitrik asit                                |
| RH         | Reyhan ve hibiskus                                   |
| RHC        | Reyhan, hibiskus ve sitrik asit                      |
| RK         | Reyhan ve karanfil                                   |
| RHCK       | Reyhan, hibiskus, sitrik asit ve karanfil            |
| TDBC       | Tepsili kurutucudan kurutulan reyhandan üretilen çay |
| YG         | Yarı gölgede kurutulmuş reyhan                       |
| YGBC       | Yarı gölgede kurutulmuş reyhandan üretilen çay       |
| 45-1.5     | 45 °C'de ve 1.5 m/s hava hızında kurutulmuş reyhan   |
| $\Delta E$ | Toplam renk değişimi                                 |

## 1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin gıda endüstrisine de yansması ve ürün çeşitliliğinin artması, her zaman sağlıklı gıdaların üretilip tüketilmesine olanak sağlamamıştır. Dünya genelinde artan sağlık sorunları, beslenme ile de ilişkili olduğundan, doğal ürünlere talep giderek artmaktadır. Bu nedenle tüketicilerin fonksiyonel ürünlere yönelmesi, üreticilerin daha farklı ve sağlıklı ürünler üretme eğilimini arttırmıştır. Günümüzde pek çok araştırma, gıdaların insan sağlığına katkısının artırılması üzerinedir. Örneğin, antioksidanların çeşitli gıdaların bileşiminde kullanılmasına olan ilginin artması, antioksidan maddelerin gıda ve eczacılık alanlarında kullanım oranını arttırmıştır.

Tıbbi ve aromatik bitkiler, antioksidan ve antimikrobiyal maddeler açısından zengin gıda maddeleri arasında yer almaktadır. Bu özelliklerinden dolayı, gerek yiyeceklerin tatlandırılması/korunması, gerekse insan sağlığının korunması/iyileştirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Pek çok hastalığın tedavisi için bitkilerin kullanımına olan ilgi, gittikçe artmakta ve bitkilerle tedavi yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde de bitkilerle ilgili farmakolojik ve toksikolojik alanlardaki çalışmalar giderek artmaktadır. Bu amaçla kullanılan tıbbi ve aromatik bitkiler arasında reyhan (*Ocimum basilicum L.*) bitkisi de yer almaktadır (Polatçı, 2008).

*Ocimum basilicum* türleri, morfolojik özellikleri ve kimyasal içerikleri bakımından geniş varyasyon göstermektedir. Bu varyeteler, değerli uçucu yağlarından ve güzel kokularından dolayı taze veya kurutulmuş olarak tercih edilen aromatik bitkilerdendir. Bu özellikleri gıda ve ilaç sanayilerinde yaygın olarak kullanılmalarına olanak sağlamıştır (Simon vd., 1999; Barbieri vd., 2004).

Reyhan, uçucu yağ özelliklerinden dolayı tıbbi ve aromatik olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır ve antibakteriyel, antimutajenik, antioksidan özellikleri ile öne çıkan bir bitkidir. İçeriğindeki fenolik bileşikler, flavon ve tanenler sayesinde antikanserojen etkisi ile kansere karşı korunmaya yardımcı olur. Fenolik maddeler, doğal antioksidanların en önemli gruplarını oluştururlar. Bunlar; bitkilerin tüm kısımlarında görülen polifenolik bileşiklerdir. En yaygın bitkisel fenolik antioksidanlar flavonoidler, sinamik asit türevleri, kumarinler, tokoferoller ve fenolik asitlerdir. Bunların besinlerde bulunan ve kolaylıkla oksitlenebilen maddeleri

oksidasyondan korudukları bilinmektedir. Bu nedenle uzun yıllardır besinlerin koku ve tat gibi özelliklerini arttırmak için katkı olarak kullanılan tıbbi ve aromatik bitkiler giderek önem kazanmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013).

Yapılan araştırmalarda reyhanın fonksiyonel olarak birçok faydası tespit edilmiştir. Reyhanın; iştah açıcı, uykusuzluk hallerinde destekleyici, balgam, gaz ve idrar söktürücü, uyarıcı ve spazm çözücü olduğu tespit edilmiştir. Sindirimi kolaylaştırdığı, mideyi yatıştırdığı ve kadınların adet dönemini düzene soktuğu belirtilmiştir (Akgül, 1993). Ayrıca baş ağrısını giderdiği ve öksürüğü kestiği saptanmıştır (Katzung, 1995). Yapılan bir çalışmada, sinirleri ve bedeni güçlendiren tonik etki yaptığı, bağırsakların düzenli çalışmasını sağladığı ve antiseptik görevi üstlendiği belirlenmiştir (Kayaalp, 2001). Ayrıca reyhan, geleneksel olarak anne sütünü arttırmada kullanılmaktadır. Amrani vd. (2006) tarafından yapılan araştırmada, reyhanın Fas'ta plazma kolestrolünü düşürmek ve damar sertliği ile ilgili rahatsızlıkların riskini aşağı çekmek için kullanılan başlıca bitki olduğu belirtilmektedir.

*Ocimum basilicum* yağının, bilimsel çalışmalar sonucunda, antibakteriyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Janssen vd., 1986; Prasad vd., 1986; Caceres vd., 1990; Abdel-Sattar vd., 1995; Adıgüzel vd., 2005).

Reyhanın sağlığa yararlı etkileri olması yanında, teknolojik değerinin olabileceği düşünülmektedir. Uçucu yağları; antifungal, insektisit, antioksidan, gibi biyolojik etkilerinden dolayı giderek artan bir öneme sahiptir. Ayrıca mor reyhan, yüksek konsantrasyonlarda antosiyanin içermektedir, bu özelliği ile gıda endüstrisi için kararlı kırmızı pigmentlerin potansiyel yeni kaynağı olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir (Simon vd., 1999).

Gıda endüstrisinde, gıda muhafaza süresini uzatabilmek amacıyla bitki özütlerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Doğal olmaları ve kalıntı sorununa yol açmamaları, onların gıda endüstrisinde önemli bir antimikrobiyal olarak değer bulacağı anlamına gelmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkiler ve uçucu yağlar; hazır gıdalara ilave edildiğinde, gösterdikleri antimikrobiyal etki ile ürünlerin depolanma süresini arttırmaktadırlar (Telci, 2005).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin önemli kullanım alanlarından biri de bitki çaylarıdır. Bitki çayları bitki parçalarının kurutulup öğütülerek, bitki çayının türüne göre soldurma ve fermentasyon aşamaları sonrası ambalajlanması ile üretilirler. Bitki çaylarının tercih edilmesindeki en önemli özelliklerden birisi, bitki çayının içerdiği bitkinin kendine özgü aromasıdır. Çalışmada Arapgir mor reyhanının tercih edilmesindeki en önemli unsur, bölgede yetişen diğer reyhan türlerine göre daha yoğun bir aromaya sahip olmasıdır. Ayrıca antimikrobiyal ve antioksidan etkiye sahip olması, fenolik bileşiklerce zengin oluşu ve dikkat bir çekici bir renginin olması da, reyhanın çaya dönüştürülmesindeki önemli unsurlardır.

Türk mutfak kültüründe önemli bir yeri olan ‘şerbet’ neredeyse dört mevsim tüketilen, mutfağımızı tamamlayan ve görsel olarak da özel bir yeri olan, hoş kokulu içeceklerimizden birisidir. Şerbetler günün her saatinde serinletici olarak içilebileceği gibi, yemeklerle de ikram edilebilmektedirler. Eskiden saray, konak ve köşk sofralarında çeşitli şerbetlerin özel ibrikler içinde bulundurulduğu ve yemekte su yerine içildiği bilinmektedir. Günümüzde de ramazan sofralarında su yerine tüketilebilmekte olan şerbet, Anadolu’da doğumlardan sonra bir gelenek olarak misafirlere ikram edilmektedir (Özdoğan ve Işık, 2008).

Reyhan, yaprakları güzel kokan bir süs bitkisi olmakla birlikte, Arapgir’in Kozluk vadisinde tarlalara ekilerek yetiştirilmektedir. Günümüzde reyhan sadece taze ya da kurutulmuş olarak, yemek ve salatalarda baharat olarak değerlendirilmektedir. Ancak, katma değeri daha yüksek olan çay (süzen poşet bitki çayı) ve şerbet gibi her mevsim tüketilebilecek ürünlere işlenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Hali hazırda birçok bitkiden bitki çayı üretimi ve meyvelerden şerbet üretimi konusunda çeşitli çalışmalar yapılmış ancak, reyhan bitkisi üzerine böyle bir çalışma yapılmamıştır. Tüm bu faktörler göz önünde bulundurularak; bu çalışmada, Arapgir ilçesinde üretilen mor reyhan materyal olarak kullanılmış, reyhan çayı ve şerbet üretim olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Reyhan çayı ve şerbet üretiminin ardından, gerekli kalite kontrol testleri ve analizlerden sonra, reyhan çayı ve şerbet için uygun ambalajlama çalışmaları da yapılarak önerilerde bulunulmuştur.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitkiler aleminde ‘‘king of the herbs’’ olarak bilinen *Ocimum* cinsinin en popüler türlerinden biri olan reyhan, (*Ocimum Basilicum L.*) tıbbi ve aromatik bir bitki olarak, gıda, kozmetik ve ilaç sektöründe taze, kurutulmuş ve dondurulmuş olarak kullanılmaktadır. Mor reyhan bitkisi, Şekil 2.1. ve 2.2’de verilmiştir.



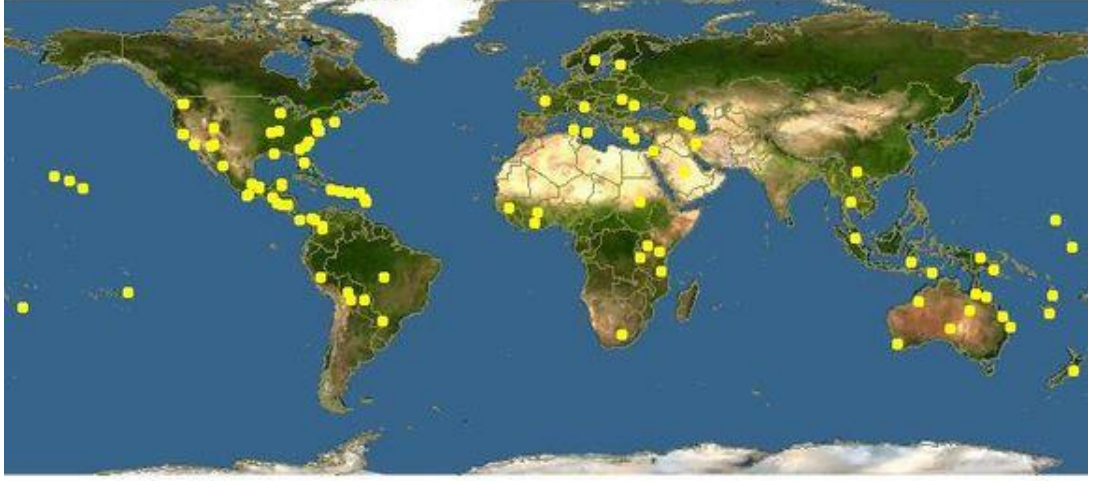
Şekil 2.1 ve 2.2. Mor reyhan bitkisi

Reyhan bitkisi, *Ocimum basilicum* türünün bir alt varyetesi olarak dünya genelinde yetişmekte olup, bulunduğu yerin toprak yapısı ve iklim koşullarındaki farklılıklar sonucu renk, yaprak şekli, çiçek yapısı vb. özelliklerde çeşitliliğe sahiptir. Geniş coğrafyalara yayılan reyhan, farklı cins ve alt türlere sahiptir. Reyhan bitkisinin taksonomik sınıflandırılması Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Reyhanın taksonomik sınıflandırılması (Anonim, 2017a).

| Sıralama | İsim                              |
|----------|-----------------------------------|
| Alem     | Plantae (Bitkiler)                |
| Bölüm    | Magnoliophyta (Kapalı tohumlular) |
| Sınıf    | Magnoliopsida (İki çenekliler)    |
| Familya  | Lamiaceae (Ballıbabagiller)       |
| Cins     | <i>Ocimum</i> (Fesleğenler)       |
| Tür      | <i>Ocimum basilicum L.</i>        |

Lamiaceae familyasına ait *Ocimum basilicum* türleri, Türkiye’de fesleğen (reyhan) olarak bilinmektedir. Dünyada 65’in üzerinde türe sahip olup, Asya, Afrika ve Orta Amerika’da doğal yayılış göstermektedir (Paton vd., 1999). *O. basilicum*’un coğrafi dağılımı, Şekil 2.3’te verilmiştir.



Şekil 2.3. *O. basilicum*'un coğrafi dağılımı (Anonim, 2017b).

Reyhan, birçok ülkede yoğun olarak yetiştirilen bir bitkidir. Bitkinin yaprakları, salata, makarna, domates ürünleri, sebze, pizza, et, çorba, deniz gıdaları, şekerleme ve diğer ürünler gibi gıdaların lezzetini arttırmak için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Reyhanın bitkisinin belirmen bazı besin elementleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Reyhanın besin elementleri (Esetlili vd., 2014).

| Sodyum<br>(mg/kg) | Fosfor<br>(mg/kg) | Potasyum<br>(mg/kg) | Kalsiyum<br>(mg/kg) | Magnezyum<br>(mg/kg) |
|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 3.44±0.03         | 0.46±0.01         | 1.05±0.01           | 1.18±0.05           | 0.19±0.004           |

Reyhanın sağlık açısından faydaları konusunda yapılan araştırmalar sonucu, bitkinin aromatik özellikleri incelenmeye başlanmıştır. Brezilya, İran, Kuzeydoğu Hindistan, Batı Himalayalar, Bangladeş ve Çin'de yapılan çalışmalarda, birçok reyhan türünün esansiyel yağ bileşimi analiz edilmiştir (Vieira ve Simon, 2000; Mondello vd., 2002; Purkayastha ve Nath, 2006; Sajjadi, 2006; Zheljzakov vd., 2008; Verma vd., 2012; Pirbalouti, 2014).

Reyhan bitkisinin çeşitli kısımlarından elde edilen yağların analiz edildiği çalışmalar da bulunmaktadır. Çalışmalardan birinde, uçucu bileşiklerin en çok tespit edildiği kısımlar; taze yaprak ve çiçek kısımları olurken, kök kısmı en az tercih edilen kısım olarak belirtilmiştir (Sheen vd., 1991).

Reyhan esansiyel yağının antimikrobiyal etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu konudaki çalışmalardan birinde, Ocimum taksonundan 7 türün esansiyel yağlarının bileşenlerinin tanımlanması amacıyla GC-MS kullanılmıştır. Filtre kağıdı disk agar difüzyon tekniği kullanılarak, yaygın patojenlere karşı (*Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* 0157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Listeria ivanovii*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*) antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. İncelenen uçucu yağların antibakteriyel etkilerinde geniş bir varyasyon gözlenmiştir (Stanko vd., 2010). Bir başka çalışmada ise, taze ve kuru reyhan örneklerinin esansiyel yağ ve ekstraktlarının çeşitli patojen bakterilerin gelişmelerine ve canlı kalmalarına etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Sonuç olarak; taze reyhan esansiyel yağlarının kullanımının, kuru olarak kullanıma göre daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır (Sertel, 2005).

Reyhanın yetiştiği mevsimin etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada, 4 ayrı mevsimde yetiştirilen örnekler analiz edilmiştir. Uçucu yağ miktarı, en çok kışın, en az ise yaz aylarında gözlemlenmiştir. Ayrıca uçucu yağların, hem antioksidan hem de antimikrobiyal aktivitelerinin, farklı mevsimlerde önemli derecede değiştiği belirtilmiştir (Hussain vd., 2008). Filho vd (2006), yaptıkları çalışmada; hasat zamanı, sıcaklık ve kuruma süresinin, reyhan esansiyel yağının verim ve kimyasal bileşimi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Reyhanın sabahları hasat edilmesi ve linalol bakımından zengin esansiyel yağ elde etmek için reyhan biyokütlesinin 40 °C’de 5 gün boyunca kurutulması gerektiğini belirtmişlerdir.

Günümüzde yaklaşık birçok reyhan türü bulunmaktadır. Yapılan birçok çalışmada, farklı reyhan türleri bir arada incelenmiştir. Klimankova vd (2008), katı fazlı mikro ekstraksiyon (HS-SPME) yöntemi ile hem organik hem de konvansiyonel olarak yetiştirilen beş *Ocimum basilicum* L. çeşidinin kurutulmuş ve dondurulmuş yapraklarında linalol, metil kavikol, öjenol, bergamoten ve metil sinnamat uçucu bileşenlerinin baskın olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Farklı varyetelere ait 16 reyhan türünün, taze ve dondurularak kurutulmuş yapraklarının esansiyel yağ kompozisyonlarının, bu örneklerin tür altı taksonomik karakterler olarak kullanılıp kullanılamayacaklarının tespiti amacıyla belirlendiği

çalışmada, *O. Basilicum*'da esansiyel yağ miktarı ile varietal sınıflandırma arasında çok az bir korelasyon olduğu belirtilmiştir (Grayer vd., 1996).

Reyhanın beş çeşidi üzerinde yapılan bir bahçe araştırmasında, morfolojik özelliklerde, yetiştirme özelliklerinde ve arazinin birim alan başına üretilen uçucu yağ veriminde farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Gaz kromatografisi analizi, varyeteler arasında yağ bileşiminde önemli farklılıklar olduğunu göstermiş olup; mevsimsel değişikliklerin, aynı topraklarda ardışık yıllarda yetiştirilen bazı türlerde, bitki büyümesi, uçucu yağ verimi ve bileşim üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Lachowicz vd., 1997).

Reyhan bitkisi yoğun bir aromaya sahip olması nedeniyle birçok çalışmada aroma profili incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda, baskın olarak görülen aroma bileşikleri Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Reyhan bitkisinde baskın olarak görülen aroma bileşikleri

| <b>Bileşik adı</b> | <b>Miktarı</b> | <b>Kaynak</b>           |
|--------------------|----------------|-------------------------|
| Linalool           | 4886 mg/kg     | (Diaz-Maroto vd., 2004) |
|                    | % 32.2         | (Klimankova vd., 2008)  |
|                    | 3.939 mg/g     | (Lee vd., 2005)         |
| Öjenol             | 1780 mg/kg     | (Diaz-Maroto vd., 2004) |
|                    | % 22.2         | (Klimankova vd., 2008)  |
| Metil kavikol      | 2.029 mg/g     | (Lee vd., 2005)         |
|                    | % 44.2         | (Klimankova vd., 2008)  |
| Metil sinnamat     | 1.278 mg/g     | (Lee vd., 2005)         |
| β-Element          | 423 mg/kg      | (Diaz-Maroto vd., 2004) |

Reyhan bitkisinin incelendiği birçok çalışmada, beraberinde farklı bitkilerle de çalışılmıştır. Adams vd (2011) yaptıkları çalışmada, tatlandırılmış kolza yağı içindeki uçucu aroma bileşiklerini, SPME ve ardından GC-MS analizi vasıtasıyla aroma

koşullarının bir fonksiyonu olarak incelemişlerdir. Genel olarak, monoterpenlerin aromalı yağın tepe boşluğundaki payı, orijinal kurutulmuş otlardakinden daha yüksek iken; seskiterpenler ve fenolik bileşikler, yağda bitkilerden çok daha düşük bir oranda tespit edilmiştir. Lee vd (2005) yaptıkları çalışmayla, reyhan yaprakları (*Ocimum basilicum L.*) ve kekik yaprakları (*Thymus vulgaris L.*) ekstraktlarında bulunan aroma bileşiklerini, GC ve GC-MS ile tanımlamışlardır. Reyhan ve kekiğin 12 aroma bileşeninin, antioksidan aktiviteleri aldehit / karboksilik asit analizi ile incelenmiştir. Öjenol, timol, karvakrol ve 4-alilfenol bileşiklerinin, test edilen diğer bileşenlere kıyasla daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

Fenolik asitler olarak bilinen ikincil metabolitler, reyhan gibi Lamiaceae ailesinin üyeleri bitkilerde bolca bulunmaktadır. Flanigan ve Niemeyer (2014), mor reyhanın rosmarinik, kaftalık ve şikorik asit gibi fenolik asitlerce zengin olduğunu belirtmişlerdir.

Reyhanda fenolik asit kompozisyonu ile ilgili çalışmalara bakıldığında, güçlü antioksidan etkiye sahip rosmarinik asidin en fazla bulunan fenolik asit olduğu belirlenmiştir. Kuru ve taze reyhanda rosmarinik ve sisorik asit içerikleri inceleyen Mısırlı (2013), yapılan analizler sonunda, kuru reyhanlarda rosmarinik asit miktarının arttığı, sisorik asit miktarının ise azaldığını bildirmiştir.

*Ocimum* türleri, İran'da, geleneksel olarak tıbbi ve aromatik bitkiler sınıfında yer almaktadır. Javanmardi vd (2002), İran'dan 23 reyhan çeşidinin nicel ve nitel özelliklerini içeren bahçecilik özellikleri yanı sıra, fenolik asitlerinin kimyasal varyasyonunu incelemiştir. Analiz sonucu, rosmarinik asidin çiçek ve yaprak dokularında baskın olan fenolik asit olduğu belirtilmiştir.

Üç farklı mor reyhan türünde bitki olgunluğunun toplam ve bireysel fenolik asit içeriği üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, varyete farklılığı ve reyhanın hasat edilen zamandaki bitki olgunluğunun, bitkinin fenolik bileşimi üzerinde kritik rol oynadığı belirtilmiştir (Mccance vd., 2016). Tür farklılığının, 15 farklı reyhan çeşidinin fenolik bileşimi üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada ise, fenolik asit seviyelerinin HPLC ile analizi sonucu, türler arasında fenolik asit profillerinde önemli değişiklikler olduğu bildirilmiştir (Kwee ve Niemeyer, 2011).

Reyhan bitkisi, birçok çalışmada farklı kurutma yöntemleri ile kurutularak incelenmiştir. Reyhan yapraklarını mikrodalga fırında, atmosfer basıncında ve iki farklı geleneksel yöntemle (50 °C'de açık havada kurutma ve dondurarak kurutma) kurutan Cesare vd (2003), 1,8 sineol (ökaliptol), linalol, öjenol ve metil öjenol gibi bileşiklerin, mikrodalgada kurutma yöntemi ile kurutulan örneklerde, diğer yöntemlerle kurutulan örneklere göre daha fazla bulunduğunu belirtmişlerdir. Özcan vd (2005) yaptıkları çalışmada ise, farklı kurutma yöntemlerinin reyhanın mineral madde içeriğini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Fırında kurutma yönteminin, güneşte kurutmaya oranla kurutma süresini azalttığı ifade edilmiş ve fırında kurutulan herbanın mineral madde içeriğinin, kuru madde oranlarına paralel olarak güneşte kurutulanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Reyhan yapraklarının geleneksel sıcak hava (50, 60 ve 70 °C) ve düşük basınçlı aşırı ısıtılmış buhar (LPSS) kurutucuları kullanılarak kurutulduğu çalışmada, kurutma yönteminin bazı uçucu bileşiklerin alıkonma süresi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak, LPSS kurutma tekniğinin, aromatik bileşikler içeriği bakımından, geleneksel hava ile kurutmaya göre daha iyi bir ürün sunması ve daha ucuz olması konusunda avantajlı olduğu ifade edilmiştir (Barbieri vd., 2004). Busic vd (2014), yaptıkları çalışmada; reyhanın doğal biyoaktif ve duyuşal özelliklerinin korunarak, konvansiyonel kurutma tekniklerine alternatif olan CO<sub>2</sub> kurutma yönteminin kullanılma potansiyelini değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak; daha kısa kurutma süresi (2-3 saat) ve 40 °C'de 80-100 bar basınç kullanıldığında, CO<sub>2</sub> ile kurutmanın, reyhanın dondurularak kurutulmasına iyi bir alternatif olabileceği belirtilmiştir.

Farklı kurutma yöntemlerinin reyhanın besin kalitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada, reyhan (*Ocimum viride*) yaprakları beş farklı kurutma metodu (mikrodalga ile kurutma, 110 °C'de fırında kurutma, 100 °C'de sıcak hava ile kurutma, 33 °C'de güneşte kuruma ve 28 °C'de ortamdaki hava ile kurutma) kullanılarak kurutulmuştur. Mikrodalga kurutma ve fırın kurutmanın, reyhanın besin içeriğinin muhafaza edilmesinde en iyi sonuçların elde edildiği yöntemler olduğu; buna karşın ortamda hava ile kurutma, sıcak hava ile kurutma ve güneşte kurutma yöntemlerinin, reyhanın beslenme değerlerinde önemli kayıplara neden olduğu gözlemlenmiştir (Boateng, 2013).

Yeni geliştirilen doğrudan değmeli kurutucu ile yapılan çalışma kapsamında; reyhanın kuruma süreleri, renk değerleri, uçucu yağ değerleri ve enerji tüketim miktarları belirlenmiştir. Taze reyhan örneklerinin renk değerlerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların bitkilerin olgunluk seviyeleri ve hasat zamanlarındaki değişimlerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Taze reyhan örneklerinin uçucu yağ oranlarının ortalama % 0.84 olduğu belirtilmiştir (İnan, 2010).

Reyhanın antioksidan etkisinin araştırıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Politeo vd (2007), reyhanın serbest uçucu aglikonlarının antioksidan kapasitesi ve kimyasal bileşiminin, reyhanın esansiyel yağı ile karşılaştırılmasını incelemiştir. DPPH yöntemi, serbest uçucu aglikonların, antioksidan özelliklerine kıyasla daha iyi antioksidan özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. FRAP yöntemiyle elde edilen sonuçlarda ise, bu bileşiklerin uçucu yağ ve BHT'den daha az antioksidan etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Trakya bölgesinde tüketilen en popüler baharatlardan biri olan mor reyhanın yaprakları ve çiçeklerinden elde edilen su, etanol ve aseton özleri; lipidlerin peroksidasyonunu engelleme, DPPH, hidrojen peroksit ve süperoksit anyonu temizleme yetenekleri için in vitro olarak test edilmiştir. Sonuçlar; mor reyhanın doğal olarak oluşan antioksidan bileşenleri içerdiğini ve bunun da lipid peroksidasyon önleyici, radikal temizleme ve metal şelatlama faaliyetlerine atfedebileceğini göstermiştir. Mor reyhanın potansiyel bir antioksidan kaynağı olabileceği sonucuna varıldığı belirtilmiştir (Yeşiloğlu ve Şit, 2012).

Reyhan bitkisinin sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler ve reyhanla ilgili yapılan çalışmalar ışığında, çalışmamızda reyhan bitkisinden çay üretilmesinin faydalı olacağı düşünülmüştür. Çalışmada, üretilen bitki çaylarına asitlendirici, renklendirici ve tatlandırıcı etkiye sahip karanfil, tarçın, hibiskus gibi bitkiler ile sitrik asit (limon tuzu) ilave edilmiştir.

Karanfiller, *Syzygium aromaticum* (L.) Merr'un kurutulmuş çiçek tomurcuklarıdır. Diş çürüğü ve periodontal hastalıklarla sıkça ilişkilendirilen oral bakterilere karşı antimikrobiyal ajanlar oldukları ve karanfil bulunan seskiterpenlerin, potansiyel antikanserojenik ajanlar olabileceği belirtilmiştir.

Karanfil tomurcuklarının ana aroma unsuru olan öjenol bileşiğinin, antifungal etkinliği olduğu bildirilmiştir (Lee ve Shibamoto, 2001).

Tarçın olarak da bilinen *Cinnamomum zeylanicum* (L.), Sinalmaldehit'in yanı sıra  $\beta$ -karyofillen, linalol ve diğer terpenler bakımından zengindir. Sinalmaldehit tarçın yaprağı yağının ana bileşenidir ve tarçınla ilişkili belirgin koku ve lezzet sağlar. Dünya genelinde gıda katkı maddesi ve aroma maddesi olarak kullanılan tarçın, FDA'nın (ABD Gıda ve İlaç İdaresi) GRAS (Generally Recognized as Safe) listesinde bulunmaktadır. Daha önce yapılan araştırmalar, tarçının iyi bir antioksidan ve antimikrobiyal potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (Ojagh vd., 2010).

Malvaceae familyasını bir üyesi olan *Hibiscus sabdariffa*, pek çok tropik ülkede yetişmektedir. Uluslararası ticaretteki en yüksek hacimli botanik ürünlerden biridir. Kırmızı rengi, C vitamini ve fitokimyasal maddeler bakımından zengin olması, doğal bir gıda boyası olarak yaygın bir biçimde kullanımına olanak sağlamıştır. Hibiskusun taze ve kurutulmuş çiçekleri; hem soğuk hem de sıcak, parlak ve kırmızı renkte içeceklerin hazırlanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca jöle ve reçel yapımında da kullanılmaktadır (Ramirez-Rodriguez vd., 2011).

Sitrik asit bileşiği, gıdalarda bulunan, ortamın ya da hücre içinin pH'sını düşürerek veya hücre membranının geçirgenliğini değiştirip substrat taşınımını bozarak ya da mikroorganizmaların yaşamı için gerekli bazı metallerle şelat oluşturarak antimikrobiyal etki gösteren organik asitler grubunda yer almaktadır. Sitrik asit doğal olarak en fazla limonda bulunmaktadır. En çok alkolsüz içeceklerde kullanılır. Sebze konserveleri, mayonez, soslar, meyveli ürünler, reçel ve marmelatlarda kullanılır (Coşkun, 2006).

Bitki çayları, bitki türlerinin yaprak, çiçek, tohum, meyve, sap ve köklerinin demlenmesiyle elde edilir ve çayın yanı sıra yüzyıllardır hastalıkların tedavisinde ve sağlıklı bir yaşam sürdürülebilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitki çayı tüketiminin artmasının ardından, ürün kalitesi ve güvenliği gibi bazı toplumsal sağlık sorunlarının ortaya çıkabilme ihtimali ve bununla birlikte, bugüne kadar bitki çayları üzerine akademik çalışmaların yeterli miktarda olmayışı üzerine, Zhao vd (2013), Çin'de yaygın olarak kullanılmaya başlanan 85 farklı bitki çayına

fitokimyasal analizler yapmıştır. Kromatografik yöntemlerle bitki çaylarının başlıca flavanoidleri ile esansiyel yağ ve aromatik bileşikleri belirlenmiştir.

Bir başka çalışmada, 27 aromatik bitki, 28 baharat, 48 bitki çayı ve tıbbi bitkide HPLC ile aflatoksin analizi yapılmış; analiz edilen 103 numunenin 7'sinde pozitif sonuç gözlemlenmiştir. *Ocimum basilicum* bitkisinin yapraklarına yapılan analizde, aflatoksine rastlanmadığı belirtilmiştir (Romagnoli vd., 2007).

Günlük diyetle kullanılan bitki çayları ve meyve suları, bazı bulaşıcı hastalıkların koruyucu tedavisinde önem arz edebilmektedir. Kümbet (2010) yaptığı çalışmada, bazı diyetetik amaçlı içeceklerin antioksidan kapasitelerini ve idrar yolları enfeksiyonuna yol açtığı bilinen bir patojen olan *Proteus mirabilis* üzerine antimikrobiyal etkilerini araştırmıştır. Adaçayı, anason, kuşburnu, papatya gibi bitki çayları ve üzüm, portakal, şeftali, nar gibi meyve suları, günlük diyetlerden örnekler olarak seçilmiştir. Kuşburnu demleme çay özütü, 3 mg/mL'lik minimum inhibe edici konsantrasyonu ile etkili bir antimikrobiyal olarak belirlenmiştir.

Bitki çayı üretiminin yapıldığı bir araştırmada; içeriğinde limon otu (*Lippia citriodora*), ihlamur (*Tilia argentea*), ekinezya (*Echinacea purpurea*), adaçayı (*Salvia triloba*) biberiye (*Rosmarinus officinalis*), funda (*Erica arborea*), yeşil çay (*Camellia sinensis*), mate (*Ilex paraguarensis*) bitkileri kullanılarak, farklı formlarda bitki çayı içeceği üretimi gerçekleştirilmiştir. Nem, askorbik asit, renk, mineral madde, toplam antioksidan kapasite, toplam fenolik madde ve biyoyararlılık analizleri yapılmıştır. Bununla birlikte hammaddelerin uçucu yağları çıkartılarak, GC-MS ile uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir. Bitki çayı içeceklerinde suda çözünür kuru madde miktarının ( $^{\circ}$ briks), enerjisi azaltılmış ve sakkarozla tatlandırılmış örneklerde sırasıyla 4.80-5.93 ile 7.43-8.40 aralığında değiştiği görülmüştür. pH'nın 2.93-3.93,  $L^*$  değerinin 11.47-22.00,  $a^*$  değerinin (-11.30)-(-0.23), ve  $b^*$  değerinin 0.40- 8.93 aralığında bulunduğu belirtilmiştir. Toplam fenolik madde miktarlarının, kimyasal ekstraksiyonda 172.57-587.32 mg gallik asit eşdeğeri/100 mL, fizyolojik ekstraksiyonda ise, 90.78-2255.70 mg gallik asit eşdeğeri/100 mL aralığında değişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Bitki çayı içeceklerinde ayrıca renk, koku, görünüş ve tat unsurlarını kapsayan duyu analizler yapılarak, sonuçlar "Sıralama Testi" ve "Hedonik Test" olmak üzere iki ayrı

duyusal analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Seçilen bitkilerin içeceğe işlenebileceği belirtilmiştir (Suna, 2014).

Reyhan bitkisi sahip olduğu yüksek nem içeriği ile taze olarak gıdalara işlenirken bazı zorluklar barındırmaktadır. Gıdaların bozulmasını engellemek ve mikroorganizmaların gelişmesini önlemek için, gıdaların yapısındaki suyun uzaklaştırılması gerekmektedir. Kurutma prosesi; ürünü mikroorganizmalardan ve enzimatik aktivitelerden korumak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla, nem oranını azaltmak şeklinde tanımlanmıştır. Kurutma sonrası gıdalarda su aktivitesi değerleri düşmekte ve böylece o gıdada meydana gelebilecek mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesi ya da en aza indirgenmesi sağlanmaktadır.

Kurutma, insanlığın ilk çağlarından itibaren yiyeceklerin muhafazasında kullanılan en yaygın ve ucuz yöntemdir. Kurutma işlemi; ürün kalitesinde herhangi bir azalmaya neden olmadan, ürün nemini en kısa sürede ve en az enerji harcayarak son nem değerine düşmesini sağlamaktır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulmasında en yaygın kullanılan yöntem, sıcak havayla kurutmadır. Kurutma havasının sıcaklığı, üründen ürüne değişmekle beraber, 30-50 °C olması önerilmektedir (Heindl ve Müller, 2007).

Kurutma yöntemleri, “güneşte” veya “yapay” kurutucularda kurutma olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yöntemlere göre farklılık gösteren ısı aktarımı, iletimle (indirekt kurutucular), taşınım (direkt kurutucular) ve radyasyonla (elektromanyetik dalgalar) ile sağlanır. Bu çalışmada tercih edilen kurutma yöntemleri tepsili kurutma yöntemi ile kurutma ve yarı gölgede kurutma yöntemleridir.

Tepsili kurutma yöntemi ile kurutmada, rafların üzerine belli bir kalınlıkta ürün yayılmakta, hava bir kanaldan içeriye alınarak fan yardımıyla tepsilere paralel olarak veya aşağıdan yukarıya dairesel bir şekilde dolaşımı sağlanmaktadır. Tepsili kurutucularda, meyve-sebzeler, et-balıklar ve şekerleme gibi gıdalar kurutulmaktadır (Soksahanj ve Jayas, 1987). Tepsili kurutucular, diğer kurutuculara kıyasla maliyet ve elde edilen ürün açısından genellikle orta ölçekli işletmeler için uygundur. Tepsili kurutucunun avantajları; homojen kurutma sağlaması, havanın tekrar sirkülasyonu nedeniyle maliyetin düşmesi, ısıtma sisteminin kontrollü koşullarda yürütülmesi ve tamamıyla yalıtılmış bir sistem olmasıdır. Tepsili kurutucunun dezavantajları da

bulunmaktadır. Bunlar; kapasitesinin düşük olması, kesikli bir sistem olması ve bundan dolayı tam bir otomasyon yapılamamasıdır.

Yarı gölgede kurutma ise, % 50 güneşte kurutma yöntemi olduğundan, güneşte kurutma yönteminin avantajlarını içermekle birlikte, ürünün % 100 güneş ışığı ve ısısına teması olmadığından, kurutulan üründe kalite özelliklerinde oluşabilecek bozulmaların en aza indirgenmesinin amaçlandığı bir kurutma yöntemidir. Yöntemde güneş etkisini % 50 oranında azaltan özel filtreler kullanılmaktadır.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulması, onların muhafazası dışında, yüzyıllardır çay olarak üretilip tüketilmelerine de olanak sağlamıştır. Dünyanın en çok tüketilen içeceği olan çayın orijini, Çin’de asırlar öncesine dayanmaktadır. Bazı kaynaklar, çayın içecek olarak kullanımının 5000 yıldan daha öncesine uzandığını belirtmişlerdir (Dikmen, 1986; Wang vd., 2000). Siyah çay ve kahve gibi günümüzde çok yaygın tüketilen kafeinli içeceklerden daha önce, dünyanın birçok bölgesinde çeşitli bitkilerden çay olarak yararlanılıyordu. Burada amaç, bitkilerin iyileştirici özelliklerinden faydalanmak ve hoşça giden lezzetlerini hissetmektir. Son zamanlarda gıda ve sağlık ilişkilerinin yeniden güncelleşmesi, ‘‘fitokimyasallar, nutrasötikler ve fonksiyonel gıdalar’’ kavramlarına önem kazandırmıştır. Tüketicilerin bilinçlenmesi, damak zevkinin gelişmesi, etnik ürünlere ilginin artması, sentetik materyale karşı tepki oluşması ve kullanım kolaylığı gibi etkenler, bitkisel çayların ‘yeniden keşfedilmesini’ sağlamış, tüm dünyada gittikçe çeşitlenen ve üretim kapasitesi yüksek bir teknoloji sektörü ortaya çıkmıştır (Akgül ve Ünver, 2001).

Reyhan bitkisinin farklı türleri, birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve çeşitli yöntemlerle kurutulmuştur. Çalışmada kullanılan Arapgir mor reyhanı, gerek yörenin toprak yapısı gerek iklimsel koşullarının etkisi ile diğer reyhan türlerine oranla şekilsel olarak ve özellikle aroma ile renk yoğunluğu açısından güçlü özellikler barındırmaktadır. Bu konuda daha önce çalışma yapılmamış olması ve özellikle yarı gölgede kurutma yönteminin uygulanmamış olması ile, *Ocimum basilicum L.* türleri açısından literatüre katkı sağlayacak bir çalışma olması amaçlanmıştır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışmada, Malatya ili Arapgir ilçesi Kozluk vadisinin yerel üreticilerinden taze olarak temin edilen ve yöreye özgü olan mor reyhan bitkisi ile piyasadan temin edilen hibiskus, karanfil, tarçın bitkileri ve sitrik asit (limon tuzu) materyal olarak kullanılmıştır.

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1. Reyhan bitkisinin kurutulması**

2016 yılının, Haziran-Ekim aylarında hasat edilen ve temizlenen taze reyhan bitkisi, sap ve çiçekleri ayıklandıktan sonra kurutulmuştur. Reyhan bitkisinin kurutulmasında, yarı gölgede kurutma ve tepsili kurutma yöntemi ile kurutma olmak üzere iki farklı kurutma yöntemi kullanılmıştır. Şekil 3.1’de kurutulmuş reyhan örneği verilmiştir.



Şekil 3.1. Kurutulmuş reyhan

### 3.2.1.1. Yarı gölgede kurutma

Yarı gölgede kurutma yönteminde, 150'şer gram taze reyhan gözenekli metal tepsilere dizilmiş, üzerlerine güneş ışık ve ısısını % 50 izole eden özel filtreler yerleştirilerek, kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Temmuz ve Ağustos aylarında, ortalama 35 °C sıcaklık ve % 22 bağıl nem şartlarında, 22-27 saatte gerçekleştirilen kurutma işlemi, nem oranı % 10 oluncaya kadar sürdürülmüştür. Örnekler her saat başı tartılmış ve kuruma eğrisi oluşturulmuştur.

### 3.2.1.2. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutma

Kurutma işlemi, Şekil 3.2'de verilen Eksis marka (Isparta, Türkiye) laboratuvar tipi tepsili kurutucuda yapılmıştır. Tepsili kurutucuda kurutma denemeleri; 35, 40, 45, 50, 55 °C sıcaklıkları ve 1, 1.5 ve 2 m/s hava hızlarında olmak üzere 15 farklı koşulda yapılmıştır. Reyhan örneklerinin renk, nem ve aroma değerleri incelenerek, bu değerler arasında bitki çayı üretimine en uygun parametrelere sahip olduğu düşünülen 45 °C sıcaklık ve 1.5 m/s hava hızı, tepsili kurutucuda çalışma koşulu olarak seçilmiştir. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutmada, cihazın metal tepsilere 50'şer gram taze reyhan yerleştirilmiş ve uygun bağıl nemde kurutma işlemi yapılmıştır. Kurutma işlemi, ortalama 7 saatte, örneklerin nem oranı % 10 oluncaya kadar sürdürülmüş ve kuruma eğrileri oluşturulmuştur.



Şekil 3.2. Tepsili kurutucu

### 3.2.2. Reyhan çayı üretimi

Reyhan çayı üretimi için hasat edilen reyhan bitkisi, sap ve çiçeklerinden ayıklandıktan sonra, yarı gölgede ve tepsili kurutma yöntemi ile olmak üzere, iki farklı kurutma yöntemi kullanılarak üretime hazırlanmıştır. Kurutma prosesleri sonrası Şekil 3.3'te verilen bitkisel çay üretim akış şeması izlenmiş ve reyhan çayı üretimi yapılmıştır. Kurutulan reyhanlar, öğütücüde homojen partikül büyüklüğüne getirilmiştir. Ardından harmanlama işlemine geçilmiş; ingrediye ve katkı maddeleri ilave edilmiştir. Asitlendirici ve renklendirici maddeler, seçilen formülasyonlar için, belirlenen oranlarda kullanılmıştır. Sıcak çay üretiminde, miktarları belirlenen karanfil ve öğütölmüş hibiskus bitkisi ile sitrik asit kullanılmıştır.

Bitki Hasadı / Toplama



Ayrırma / Temizleme



Kurutma



Öğütme



Harmanlama / Katkılama



Poşetleme



Ambalajlama

Şekil 3.3. Reyhan çayı üretim akış şeması (Akgöl ve Ünver, 2001)

Tepsili kurutucuda ve yarı gölgede kurutulanan reyhanlardan üretilen reyhan çayları, Çizelge 3.1’de verilen formülasyonlarda üretilmiştir. Formülasyonlar, birçok farklı şekilde denenmiş ve reyhan bitkisine en uygun olanı seçilmiştir.

Çizelge 3.1. Reyhan çayı formülasyonları

| Çay Örnekleri | Reyhan (g) | Hibiskus (g) | Sitrik Asit (g) | Karanfil (adet) |
|---------------|------------|--------------|-----------------|-----------------|
| R             | 1.75       | 0            | 0               | 0               |
| RC            | 1.75       | 0            | 0.1             | 0               |
| RH            | 1.75       | 0.1          | 0               | 0               |
| RHC           | 1.5        | 0.25         | 0.05            | 0               |
| RK            | 1.75       | 0            | 0               | 1               |
| RHKC          | 1.25       | 0.5          | 0.05            | 1               |

Hazırlanan reyhan çayları, poşet çay ambalajı ile paketlenmiş ve tüketime hazır hale getirilmiştir. Ambalajlanan sıcak çay örnekleri, Şekil 3.4. ve Şekil 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.4. ve 3.5. Reyhan çayı (süzen poşet)

### 3.2.3. Reyhan şerbeti üretimi

Reyhan bitkisinden şerbet üretimi, ekstraksiyon işlemi ile gerçekleştirilmiştir. Reyhan şerbeti üretim aşamaları, Şekil 3.6'da verilmiştir. Hasat edilen ve temizlenen 250 g taze reyhan bitkisi, büyük saplarından ayrıldıktan sonra yıkanmıştır. Geniş bir kap içerisinde süzülen taze reyhanlar üzerine toz şeker (100 g), limon tuzu (6.5 g), karanfil (4 adet) ve çubuk tarçım (5 g) ile 85 °C sıcaklıktaki su (2 litre) ilave edilmiştir. 15 dakika ekstraksiyonun ardından süzülen reyhan şerbeti; önce oda sıcaklığında, ardından 2 saat süreyle buzdolabında soğutulmuştur. Üretilen reyhan şerbeti, Şekil 3.7'de verilmiştir.

Reyhan şerbeti bileşenlerinin hazırlanması



Ekstraksiyon (15 dk)



Süzme (kaba süzme)



Soğutma

Şekil 3.6. Reyhan şerbeti üretim akış şeması



Şekil 3.7. Reyhan şerbeti

### **3.2.4. Üretilen reyhan çayı ve şerbetine uygulanan kalite kontrol ve analizler**

Çalışmada uygulanan analizler aşağıda ayrı başlıklar halinde sunulmuştur. Analizler en az iki paralel olacak şekilde yapılmış ve elde edilen sonuçların ortalamaları verilmiştir.

#### **3.2.4.1. Toplam polifenol analizi**

Analizde kullanılan çözeltiler; % 2'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (suda) ve Folin-Ciocalteu's (Merck, Darmstadt, Germany) reaktifidir. Metanolik ekstraksiyonla hazırlanan homojenattan 0.5 g alındıktan sonra üzerine 25 mL % 0.1 HCl içeren metanol eklenerek 24 saat -18 °C'de dondurucuda bekletilmiştir. Daha sonra hazırlanan karışımdan 40 µL örnek alınarak, üzerine 3.16 mL su, 200 µL Folin reaktifi ilave edilmiştir. Vortekste (Heidolph, D-91126, Schwabach, Germany) 1 dakika karıştırıldıktan sonra 5 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra üzerine 600 µL % 2'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 120 dakika karanlıkta bekletilen örneklerin spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japonya) (765 nm'de) okumaları yapılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda gallik asit çözeltileri hazırlanarak kalibrasyon eğrisi çizilmiş ve sonuçlar mg GAE/ g olarak verilmiştir (Singleton vd., 1999). Gallik asit kalibrasyon eğrisi oluşturmak için 5-1000 ppm konsantrasyonunda gallik asit çözeltileri hazırlanmıştır.

#### **3.2.4.2. Toplam kül tayini**

Toplam kül tayini, TS 1564 "Çay-Toplam Kül Tayini" isimli Türk Standardına göre gerçekleştirilmiştir. Önceden darası alınmış kül kaplarına 3-5 gr çay konulmuş ve 525±25 °C'de fırında değişmez ağırlığa ulaşılıncaya değin yakılmasından sonra elde edilen kül tartılmıştır.

#### **3.2.4.3. Nem tayini**

Nem tayini 105 °C'de etüvde (Nüve, FN 032/055/120, Türkiye) yapılmıştır. Darası belirlenen kaplara çay örnekleri tartılarak etüvde 105 °C'de sabit ağırlığa kadar tutulmuş ve oluşan ağırlık kaybından % nem miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1984).

#### **3.2.4.4. Refraktometre ile suda çözünen kuru madde tayini**

Dijital refraktometre (Index, PTR range, İngiltere) kullanılarak, suda çözünen kuru madde miktarları (°briks) hesaplanmıştır. Prizma kapağı açılmış ve saf su ile yıkanarak, yumuşak kâğıt mendille kurulanmıştır. Temiz ve kuru prizma yüzeyine oda sıcaklığındaki örnekten 2–3 damla sıkılarak prizma kapağı kapatılmıştır. Cihazın dijital ekranından okuma yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010).

#### **3.2.4.5. Su ekstraktı analizi**

Su ekstraktı analizi, TS 9768 “Çay-Su Ekstraktı Tayini” başlıklı Türk standardına göre yapılmıştır. Çay örneğinden 2 g  $\pm$  0,001 g hassasiyetle 500 ml’lik kaynatma balonuna tartılmış ve üzerine 200 mL sıcak damıtık su ilave edilerek geri soğutucuda 1 saat süreyle kaynatılmıştır. Karışım sıcak halde iken, çözünen kısım temiz bir erlen içerisine aktarılmıştır. Erlen ve içindekiler, sıcaklığı 103 °C sıcaklıktaki etüvde 16 saat süreyle kurutularak desikatörde soğutulmuştur. Örnekler 0,001 g hassasiyetle tartılıp su ekstraktı miktarları hesaplanmıştır.

#### **3.2.4.6. Su aktivitesi**

Su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina, Lab touch-aw, İsviçre) kullanılarak, örneklerin su aktivite değerleri hesaplanmıştır. Her bir örnekten cihazın haznesini dolduracak kadar alınmış ve ardından cihazın dijital ekranından okuma yapılmıştır.

#### **3.2.4.7. pH**

pH metre (Mettler Toledo, S220, ABD) kullanılarak, örneklerde pH ölçümü yapılmıştır.

#### **3.2.4.8. GC-MS ile uçucu bileşen analizi**

Gıdaların aroması yüzlerce farklı uçucu bileşenin ortak etkisi sonucu oluşmaktadır. Her bir bileşenin gıdaların aroma profiline katkısı farklı düzeylerde olmaktadır. GC-MS ile yapılan uçucu (organik) bileşen analizinde, taze ve kuru reyhan ile çay örneklerinden 1 g, şerbet örneklerinden 1 mL alınmış, 15 mL’lik SPME viallerine konulmuştur. Örneklerin her birine iç standart olarak 10  $\mu$ L

metanolde hazırlanmış 50 ppm “2-methyl-3-heptanone” çözeltilisinden eklenmiştir. Ekstraksiyon için DVB/CAR/PDMS (Divinylbenzene / Carboxen / Polydimethylsiloxane; 50/30 µm coating thickness; Supelco, Bellefonte, PA, USA) fiber kullanılmıştır. Isıtıcı üzerinde vialler 40 °C’de 30 dakika bekletildikten sonra fiberi vialin içerisine enjekte edip 30 dakika adsorpsiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Uçucu aroma bileşiklerinin belirlenmesinde Shimadzu / GC2010-GC MS-QP2010 (Kyoto, Japonya) gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu / QP-2010 kütle spektrometresi sisteminden yararlanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 220 °C, dedektör sıcaklığı 250 °C, kolon sıcaklığı, 60 °C’de 3 dakika beklemeden sonra, dakikada 2 °C artarak 220 °C’ye ve daha sonra dakikada 3 °C artarak 245 °C’ye çıkacak ve bu sıcaklıkta 20 dakika sabit kalacak şekilde programlanmıştır. Cihaza enjekte edilen miktar 1 µL’dir. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1.5 mL/dk’dır. Dedektör ve enjektör sıcaklıkları 250 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. Kütle spektrometresinin iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 250 °C, kuadropol sıcaklığı 120 °C tutularak, 1 saniye aralıklarla 29–350 kütle/yük (m/e) arasında tarama yapılmıştır. Uçucu bileşiklerin tanımlanmasında alkan serisi (RI metodu), literatürdeki RI değerleri, MS’de yüklü olan NIST ve WILEY kütüphaneleri kullanılmış, uçucu bileşiklerin miktar tayininde DB-WAX kapiler kolon (60 m × 0.25 mm × 0.4 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Piklerin tanısı, standardı bulunan bileşikler için standart çözelti enjekte edilerek, standardı olmayan bileşikler için kütle spektrumunun bilgisayar hafızasındaki kütle spektrumlarıyla karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır. Piklerin tanımlanmasından sonra uçucu bileşiklerin konsantrasyonları yarı kantitatif yöntem kullanılarak iç standart eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır. Piklerin tanısından sonra uçucu bileşiklerin miktarlarını hesaplamak için, standart bileşiklerden kalibrasyon eğrileri elde edilerek ve iç standart yöntemiyle aşağıdaki formül kullanılarak miktarlar hesaplanmıştır (Kelly ve Larroque, 1999). Hesaplama her bir bileşiğin cevap faktörü dikkate alınmıştır.

$$C_I = \frac{A_I}{A_{ST}} \times C_{ST} \times RF \times HF \quad (3,1)$$

$C_I$  : Bileşimin konsantrasyonu

$A_I$  : Bileşimin pik alanı

$A_{ST}$  : İç standartın pik alanı

$C_{ST}$  : İç standartın konsantrasyonu

$RF$  : Cevap faktörü

$HF$  : Hesaplama faktörü

### 3.2.4.9. Renk analizi

Örneklere renk ölçüm cihazı ile (Minolta, CR-5, Japonya) renk analizi yapılmış ve Hunter CIE ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) renk değerleri okunmuştur. Tüm ölçümler 6 paralel çalışılıp ortalama değerleri alınmıştır. Toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ) için aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0)^2 + (b^* - b_0)^2 + (a^* - a_0)^2} \quad (3,2)$$

Yapılan renk tayininde " $L^*$ " değeri parlaklığı ifade etmekte ve 0 ile 100 arasında değerler alabilmektedir. " $a^*$ " değeri ise, kırmızılık değeri olarak bilinmektedir. Pozitif " $a^*$ " değerleri kırmızılığı temsil ederken, negatif " $a^*$ " değerleri yeşil rengi temsil etmektedir. " $b^*$ " değeri sarılık değeri olarak bilinmektedir. Pozitif " $b^*$ " değerleri sarılığı temsil ederken, negatif " $b^*$ " değerleri maviliği temsil etmektedir (McGuire, 1992).

Kroma değeri ( $C$ ), rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklere kroma değerleri düşerken, canlı renklere ise kroma değeri yükselmektedir. Bir diğer ifade ise kahverengileşme indeksidir. Kahverengileşme indeksi, kahverengi rengin saflığını temsil etmektedir ve kahverengileşme reaksiyonlarının ürün renginde meydana getirdiği değişimleri tanımlamada önemli bir parametredir (Polatçı, 2008). Hue açısı ( $H$ ) ve kroma değeri ve kahverengileşme indeksi ( $BI$ ) aşağıdaki eşitliklerde gösterilmiştir.

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (3,3)$$

$$H = \tan(-1) \left( \frac{b^*}{a^*} \right) \quad (3,4)$$

$$BI = \frac{100 \times (x - 0,31)}{0,17} \quad (3,5)$$

$$x = \frac{(a^* + 1,75 \times L^*)}{(5,645 \times L^* + a^* - 3,012 \times b^*)} \quad (3,6)$$

### 3.2.4.10. Duyusal analiz

Duyusal analiz, İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinden oluşturulan, yaşları 23–44 arasında değişen, eğitilmiş 8 panelistle, 5546 no’lu ‘‘Tarım Ürünleri-Gıda Madde ve Mamulleri Duyusal Analizler’’ isimli Türk Standardına göre, puanlama testi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir karakterin yoğunluğu ve genel kalite 0-5 ölçekte değerlendirilmiştir. Çizelge 3.2’de reyhan çayı duyusal analiz formu, Çizelge 3.3’te ise reyhan şerbeti duyusal analiz formu verilmiştir.

Çizelge 3.2. Reyhan çayı duyusal analiz formu

| PUANLAMA TESTİ            |        |      |      |                   |             |          |         |                |           |              |
|---------------------------|--------|------|------|-------------------|-------------|----------|---------|----------------|-----------|--------------|
| Panelistin Adı<br>Soyadı: |        |      |      | Tarih: 17/11/2016 |             |          |         |                |           |              |
| Ürün: Bitki Çayı          |        |      |      | Saat: 13:00       |             |          |         |                |           |              |
| Kalite Kriterleri         |        |      |      |                   |             |          |         |                |           |              |
| Örnek                     | Lezzet | Koku | Renk | Parlaklık         | Yabancı Tat | Ekşi Tat | Acı Tat | Reyhan Aroması | Dolgunluk | Genel Beğeni |
| 306                       |        |      |      |                   |             |          |         |                |           |              |
| 457                       |        |      |      |                   |             |          |         |                |           |              |
| 501                       |        |      |      |                   |             |          |         |                |           |              |
| 670                       |        |      |      |                   |             |          |         |                |           |              |
| 821                       |        |      |      |                   |             |          |         |                |           |              |
| 834                       |        |      |      |                   |             |          |         |                |           |              |

(Kalite kriterlerinin değerlendirilmesinde, renk kriteri için en ideal renk kırmızı; parlaklık kriteri için ürünün parlak/saydam olması, dolgunluk kriteri için dolgun yapı özelliklerinin tam puan olarak değerlendirilmesi, üründe acı ve yabancı tat olmaması hedeflenmiştir. Açıklama: Kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz. Puan değerleri ile ilgili açıklamalar; 1= Çok Kötü, 2 = Kötü, 3 = Orta, 4 = İyi, 5 = Çok İyi)

Çizelge 3.3. Reyhan şerbeti duyusal analiz formu

| <b>PUANLAMA TESTİ</b>   |        |                |                   |           |      |              |
|---|--------|----------------|-------------------|-----------|------|--------------|
| Panelistin Adı Soyadı:  |        |                | Tarih: 14/11/2016 |           |      |              |
| Ürün: Bitki Çayı  |        |                | Saat: 13:00       |           |      |              |
| Açıklama: Kalite kriterleri açısından, size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz. |        |                |                   |           |      |              |
| <b>Kalite Kriterleri</b>  |        |                |                   |           |      |              |
| Örnek   | Lezzet | Reyhan Aroması | Renk              | Parlaklık | Koku | Genel Beğeni |
| R   |        |                |                   |           |      |              |
| RC  |        |                |                   |           |      |              |
| RH  |        |                |                   |           |      |              |
| RHC   |        |                |                   |           |      |              |
| RK  |        |                |                   |           |      |              |
| RHCK  |        |                |                   |           |      |              |

(Puan değerleri ile ilgili açıklamalar; 1 = Çok Kötü, 2 = Kötü, 3 = Orta, 4 = İyi, 5 = Çok İyi)

#### 3.2.4.11. İstatistiksel analiz

Deneysel sonuçlar, ortalama  $\pm$  standart sapma olacak şekilde kaydedilmiş, SPSS 15.0 (SPSS Inc., USA) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve elde edilen veriler, Duncan çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

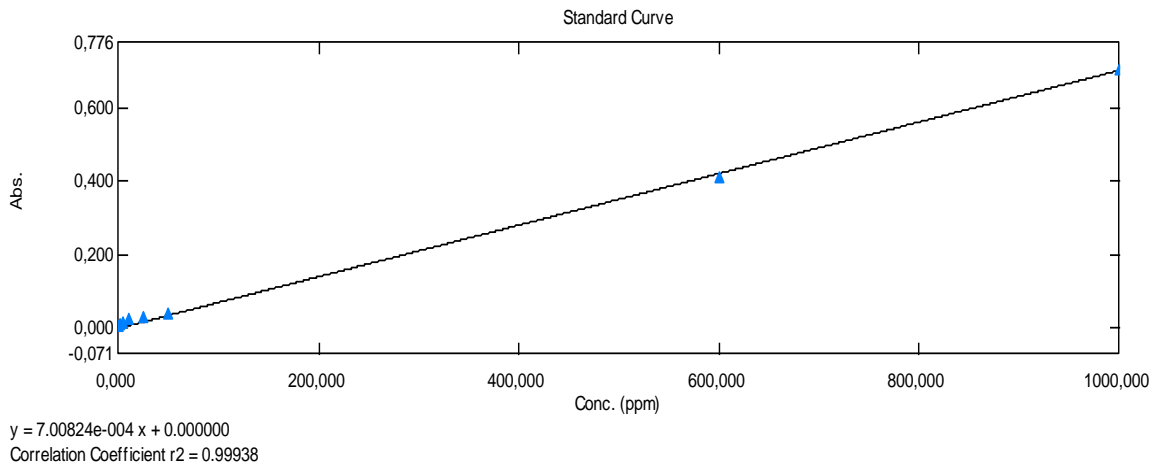
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde; taze reyhan, iki farklı yöntemle kurutulmuş reyhan, reyhan çayı ve reyhan şerbeti örneklerine yapılan kalite kontrol ve analizler incelenmiştir. Toplam polifenol analizi, toplam kül tayini, nem tayini, refraktometre ile suda çözünen kuru madde tayini, su ekstraktı analizi, su aktivitesi analizi, pH ölçümü, GC-MS ile uçucu bileşen analizi, renk analizi ve duyu analizi, gerçekleştirilen analizlerdir.

### 4.1. Toplam Polifenol Miktarları

Bitkiler; fotosentez, büyüme ve gelişme gibi birincil gereksinimlerini yerine getirmek için, polenleştiriciler ve savunma da dahil olmak üzere ikincil işlevlere yardımcı olması amacıyla, çok çeşitli fenolik bileşikler sentezlemektedirler (Zgorka ve Glowniak, 2001).

Çalışma kapsamında; taze reyhan, kuru reyhan, reyhan çayı ve reyhan şerbeti örneklerine toplam polifenol analizi yapılmıştır. Standart gallik asit çözeltisine ait eğri verilmiştir (Şekil 4.1). Analiz sonucunda, örneklerin toplam polifenol içeriğinin, yaş ağırlık üzerinden 4.85-15.53 mg/g gallik asit eşdeğeri (GAE) arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Toplam polifenol analizine ait sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Toplam polifenol içeriği, ayrıca grafiksel olarak Şekil 4.2’de verilmiştir.

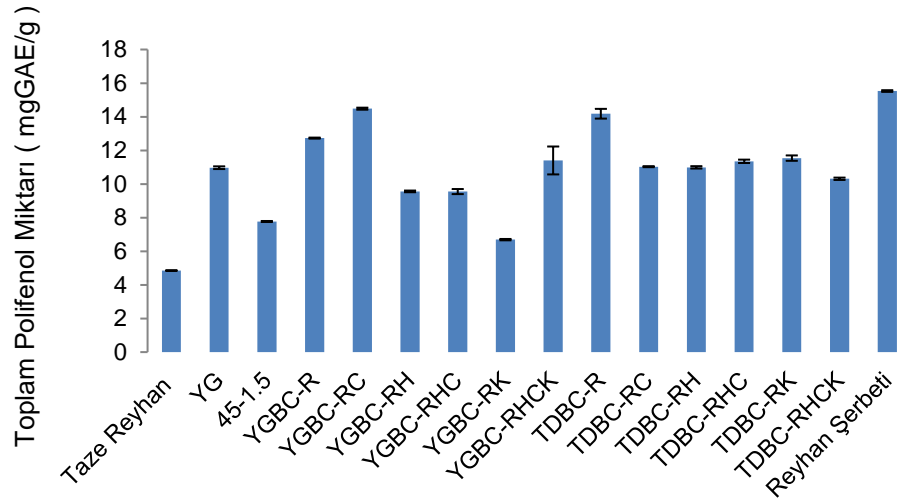


Şekil 4.1. Gallik asit standart eğrisi

Çizelge 4.1. Toplam polifenol analizi sonuçları

| Örnek          | TFM (mg/g GAE)                      |
|----------------|-------------------------------------|
| Taze Reyhan    | 4.85±0.02                           |
| YG             | 10.97±0.08                          |
| 45-1.5         | 7.77±0.03                           |
| YGBC-R         | 12.73±0.03 <sup>e</sup>             |
| YGBC-RC        | 14.48±0.06 <sup>f</sup>             |
| YGBC-RH        | 9.56±0.05 <sup>b</sup>              |
| YGBC-RHC       | 9.55±0.15 <sup>b</sup>              |
| YGBC-RK        | 6.69±0.04 <sup>a</sup>              |
| YGBC-RHCK      | 11.40±0.83 <sup>d</sup>             |
| TDBC-R         | 14.18±0.29 <sup>f</sup>             |
| TDBC-RC        | 11.03±0.03 <sup>c<sup>d</sup></sup> |
| TDBC-RH        | 10.99±0.07 <sup>cd</sup>            |
| TDBC-RHC       | 11.35±0.10 <sup>d</sup>             |
| TDBC-RK        | 11.54±0.16 <sup>d</sup>             |
| TDBC-RHCK      | 10.31±0.07 <sup>bc</sup>            |
| Reyhan Şerbeti | 15.53±0.05                          |

(a,b,c,d,e,f: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler, birbirinden p>0.05 düzeyinde farklıdır.)



Şekil 4.2. Toplam polifenol içeriği

8 farklı mor reyhan üzerinde yapılan çalışmada, kuru reyhan örneklerinin toplam polifenol içeriğinin, 13.1-26.9 mg GAE/g (kuru maddede) arasında olduğu bildirilmiştir (Flanigan ve Niemeyer, 2014). Çay örnekleri ile gerçekleştirilen analizler sonucunda; yeşil çaylar için toplam polifenol içeriğini 112.3 mg/g GAE, siyah çaylar için 105 mg/g GAE, fermente rooibos çayı için 35.2 mg/g GAE ve fermente olmayan rooibos çayı için 68.4 mg/g GAE bulunduğu belirtilmiştir (Bramati vd., 2003). Çin'de 110 bitki çayının incelendiği çalışmada, örneklerin toplam polifenol içeriğinin, 0.8-289.7 mg GAE /g (kuru maddede) arasında değiştiği belirtilmiştir (Jin vd., 2016). Yaş ve kuru çayda, verim ve önemli kalite parametrelerine sarı çay akarı etkisinin incelendiği çalışmada, kuru çay örneklerinin toplam polifenol içeriğinin % 6.79-9.00 arasında bulunduğu bildirilmiştir (Çuhadar, 2015). Karadut suyu (*Morus nigra*) ile yapılan bir çalışmada, karadut suyunun toplam polifenol içeriği 1.43 mg/g GAE bulunmuştur (Sernikli, 2015).

Çalışma kapsamında uygulanan kurutma proseslerinin, reyhan örneklerinde toplam polifenol içeriğini arttırdığı gözlemlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Siyah Çay Tebliği'nde; (Tebliğ No: 2008/42) yeşil çaylar için toplam polifenol içeriğinin (kuru maddede), en az % 11 olması gerektiği belirtilmiştir. Üretilen reyhan çayları ve şerbetinde toplam polifenol içeriği 9.55-15.53 mg/g GAE arasında değişmiş ve yapılan diğer çalışmalara göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın, çay üretiminde kullanılan bitkilerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.2. Toplam Kül Miktarları

Bir gıdanın külü, organik maddelerin yanmasından sonra kalan inorganik kalıntıdır. Bitkisel gıdalarda, minerallerin çeşit ve miktarlarını, toprakta bulunan mineraller, bitkinin kısımları, yetiştirilme ve üretim koşulları etkiler (Anonim, 2010). Kül tayini ile gıda maddelerinin kalitesi belirlenebilir. Türk Gıda Kodeksi Siyah Çay Tebliği'nde; (Tebliğ No: 2008/42) siyah ve yeşil çayların toplam kül miktarının (kuru maddede), en az % 4, en çok % 8 olması gerektiği belirtilmiştir.

Çalışma kapsamında, reyhan çayı örneklerine toplam kül tayini yapılmıştır. Toplam kül tayini analizi sonuçlarının, %13.09-16.66 (kuru maddede) arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2).

Yapılan bir çalışmada; değişik çay fabrikalarının, 1., 2. ve 3. sürgün çaylarından elde edilen siyah çayların toplam kül değerlerini sırasıyla % 5.60-6.64, % 5.69-6.60 ve % 5.71-8.02 arasında bulunduğu belirtilmiştir (Nas ve Gökalp, 1991).

Yaş ve kuru çayda, verim ve önemli kalite parametrelerine sarı çay akarı etkisinin incelendiği bir çalışmada ise, kuru çay örneklerinin toplam kül değerlerinin % 5.52-6.17 arasında olduğu bildirilmiştir (Çuhadar, 2015).

Reyhan çayı örneklerindeki toplam kül miktarı, hem Türk Gıda Kodeksi Siyah Çay Tebliği, hem de diğer çalışmalara göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın, üretimi yapılan ürünlerin hammaddelerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

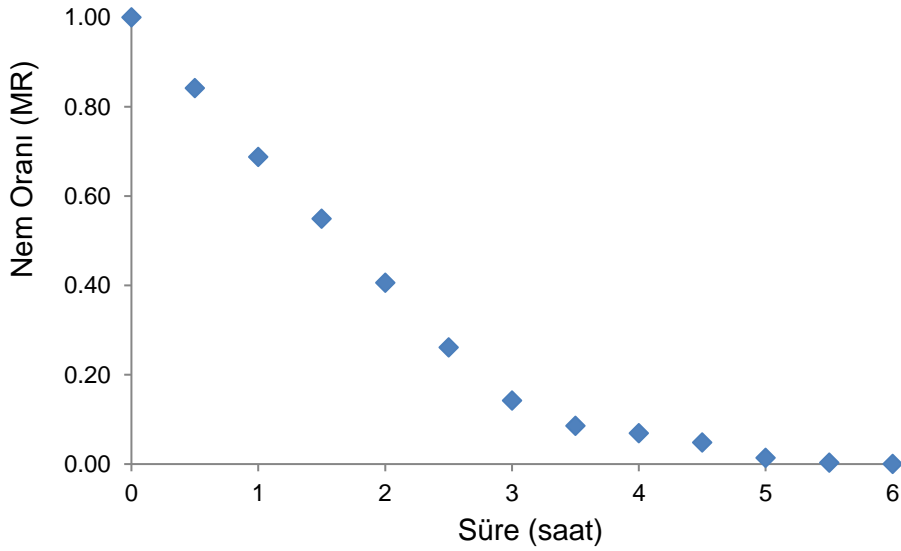
| Örnek       | Nem Miktarı (%)          | Su Aktivitesi            | Toplam Kül Miktarı         | Su Ekstraktı              |
|-------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Taze Reyhan | 86.61±0.00               | 0.966±0.00               | -                          | -                         |
| YG          | 4.98±0.37                | 0.205±0.05               | -                          | -                         |
| 45-1.5      | 5.02±0.02                | 0.193±0.03               | -                          | -                         |
| YGBC-R      | 5.05±0.09 <sup>bcd</sup> | 0.312±0.00 <sup>de</sup> | 15.66±0.20 <sup>defg</sup> | 34.17±4.20 <sup>ab</sup>  |
| YGBC-RC     | 4.53±0.40 <sup>a</sup>   | 0.296±0.01 <sup>d</sup>  | 15.35±0.60 <sup>def</sup>  | 36.25±1.26 <sup>bc</sup>  |
| YGBC-RH     | 5.48±0.13 <sup>d</sup>   | 0.302±0.00 <sup>d</sup>  | 15.60±0.38 <sup>defg</sup> | 34.71±4.12 <sup>abc</sup> |
| YGBC-RHC    | 4.31±1.05 <sup>a</sup>   | 0.275±0.04 <sup>c</sup>  | 14.76±0.63 <sup>bcd</sup>  | 37.01±3.19 <sup>bcd</sup> |
| YGBC-RK     | 5.96±1.14 <sup>e</sup>   | 0.325±0.01 <sup>e</sup>  | 15.95±0.14 <sup>efg</sup>  | 37.39±2.88 <sup>cd</sup>  |
| YGBC-RHCK   | 5.25±1.30 <sup>cd</sup>  | 0.299±0.03 <sup>d</sup>  | 14.11±0.34 <sup>bc</sup>   | 33.14±1.98 <sup>a</sup>   |
| TDBC-R      | 5.16±0.31 <sup>bcd</sup> | 0.204±0.03 <sup>a</sup>  | 16.66±1.12 <sup>g</sup>    | 39.34±0.64 <sup>de</sup>  |
| TDBC-RC     | 4.70±0.39 <sup>ab</sup>  | 0.209±0.04 <sup>ab</sup> | 16.61±0.01 <sup>g</sup>    | 41.95±5.22 <sup>efg</sup> |
| TDBC-RH     | 5.27±0.46 <sup>cd</sup>  | 0.210±0.03 <sup>ab</sup> | 15.02±1.46 <sup>cde</sup>  | 40.32±3.97 <sup>ef</sup>  |
| TDBC-RHC    | 4.79±0.39 <sup>abc</sup> | 0.216±0.03 <sup>ab</sup> | 13.88±1.92 <sup>ab</sup>   | 44.49±1.80 <sup>gh</sup>  |
| TDBC-RK     | 5.13±0.55 <sup>bcd</sup> | 0.210±0.03 <sup>ab</sup> | 16.36±0.08 <sup>fg</sup>   | 42.66±1.62 <sup>fg</sup>  |
| TDBC-RHCK   | 5.12±0.14 <sup>bcd</sup> | 0.229±0.04 <sup>b</sup>  | 13.09±0.21 <sup>a</sup>    | 46.12±1.95 <sup>h</sup>   |

(a,b,c,d,e,f,g,h: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler, birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.)

### 4.3. Nem Tayini Sonuçları

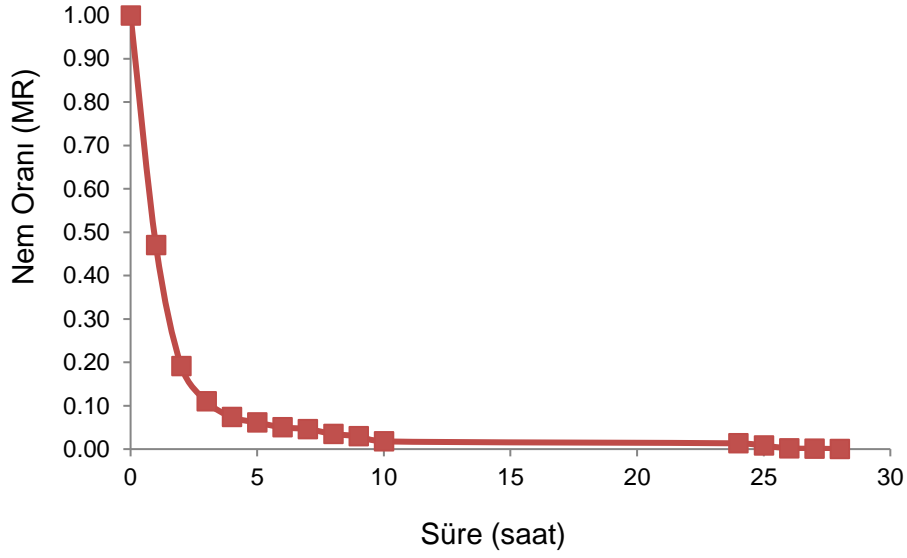
Türk Gıda Kodeksi Siyah Çay Tebliği'nde; (Tebliğ No: 2008/42) siyah ve yeşil çayların nem oranının (kuru maddede), en fazla % 7 olması gerektiği belirtilmiştir. Gıdaların depolanma kararlılığı ve kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biri olan nem miktarına ait ortalama değerler ile standart sapma değerleri, Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Tepsili kurutucuda, 45 °C sıcaklık ve 1.5 m/s hava hızında 7 saat süreyle kurutulan reyhan örneklerinin kuruma eğrisi oluşturulmuştur. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutmaya ait süreye karşılık nem oranını gösteren kuruma eğrisi Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutmaya ait kuruma eğrisi

Temmuz ve Ağustos aylarında, ortalama 35 °C sıcaklık ve % 22 bağıl nem şartlarında, 22-27 saatte gerçekleştirilen yarı gölgede kurutma yöntemi ile kurutma prosesine ait kuruma eğrisi, Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Yarı gölgede kurutma yöntemi ile kurutmaya ait kuruma eğrisi

Kuruma eğrilerinde verilen nem oranı (MR, moisture ratio) değeri, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$MR = \frac{Mt - Me}{Mi - Me} \quad (4,1)$$

Mt: Belli bir zamandaki nem içeriği

Me: Denge nem içeriği

Mi: İlk nem içeriği

Çalışma kapsamında analiz edilen örnekler arasında, en yüksek nem içeriği taze reyhanda % 86.61 oranında bulunmuş, en düşük nem içeriği ise, YGBC-RHC kodlu reyhan çayı örneğinde % 4.31 oranlarında gözlemlenmiştir. Kuru ürünlerde en yüksek nem içeriği ise, YGBC-RK kodlu reyhan çayı örneğinde % 5.96 oranında gözlemlenmiştir.

Yousif vd (1999), hava ile kuruttukları reyhan örneklerinin nem içeriğini ortalama % 7.8 olduğunu bildirmişlerdir. Karadeniz (2011), yaptığı çalışmada, siyah çay örneklerinin nem içeriğinin % 7.23-9.67 arasında olduğunu belirtmiştir. Çelebi (2010), taze reyhan örneklerine yaptığı nem tayininde, örneklerde nem içeriğinin

ortalama % 90.48 oranında olduğunu bildirmiştir. Yaş ve kuru çayda, verim ve önemli kalite parametrelerine sarı çay akarı etkisinin incelendiği çalışmada, kuru çay örneklerinin toplam nem içeriğinin % 3.92-36.43 arasında olduğu belirtilmiştir (Çuhadar, 2015).

Yapılan çalışmalar ile analiz sonuçları karşılaştırıldığında, benzer sonuçlar kadar, farklı sonuçlarla da karşılaşılmıştır. Benzer sonuçların ortaya çıkmasında, bitki türü ve kurutma metodu benzerliğinin etkisi olduğu düşünülmektedir. Ortaya farklı sonuçlar çıkmasının, çalışılan bitkilerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.4. Refraktometre ile Suda Çözünen Kuru Madde Miktarları**

Suda çözünür kuru madde (°briks) hem üretim, hem de kalite kontrolde önemli bir ölçüttür. Suda çözünür kuru madde miktarı; meyvelerde olgunluk ve hasat zamanının belirlenmesinde, meyve suyu, konsantre salça veya konserve işleme aşamalarında, sürekli olarak üretimin denetim altında tutulmasında önemlidir.

Reyhan şerbeti örneklerinde gerçekleştirilen refraktometre ile suda çözünen kuru madde tayininde, °briks değerleri ortalama 5.10 bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Domates bazlı içecek üretiminin incelendiği bir çalışmada, % 20 şeftali, % 30 üzüm ve % 30 erik katkılı örneklerde yapılan refraktometre ile suda çözünen kuru madde tayininde, °briks değerlerinin 8.13-11.00 arasında değiştiği bildirilmiştir (Hepsağ ve Fenercioğlu, 2011). Karadut suyu (*Morus nigra*) ile yapılan bir çalışmada, karadut suyunun ortalama °briks değerinin 15.16 olduğu belirtilmiştir (Sernikli, 2015).

Reyhan şerbetinin °briks değerinin, benzer şekilde üretilen içeceklerden farklı olduğu görülmüştür. Farklı sonuçların ortaya çıkması, kullanılan materyal ve üretim metodu farklılığı ile ilişkilendirilebilir.

Çizelge 4.3. Reyhan şerbeti pH ve °briks değerleri

| Örnek          | pH        | °Briks    |
|----------------|-----------|-----------|
| Reyhan Şerbeti | 4.19±0.00 | 5.10±0.00 |

#### 4.5. Su Ekstraktı Analizi Sonuçları

Su ekstraktı, suda çözünen madde miktarını belirtir. Çayda en önemli kalite kriterlerinden biridir. Türk Gıda Kodeksi Siyah Çay Tebliği'nde; (Tebliğ No: 2008/42) su ekstraktı değerinin (kuru maddede), siyah çayda en az % 29, yeşil çay, yeşil çay süzen poşet ve siyah çay süzen poşet için en az % 32 olması gerektiği belirtilmiştir. Çizelge 4.2'de verildiği gibi, reyhan çayı örneklerinin su ekstraktı değerleri % 33.14-46.12 arasında değişmiştir.

Çay deminin bileşimine etkili bazı faktörler üzerinde yapılan bir araştırmada, örneklerin su ekstraktı değerlerinin % 26.79-42.30 aralığında olduğu ifade edilmiştir (Poyrazoğlu ve Gürses, 2004). Yaş ve kuru çayda, verim ve önemli kalite parametrelerine sarı çay akarının etkisinin incelendiği çalışmada; kuru çay örneklerinin su ekstraktı değerlerinin, % 25.33-32.75 aralığında değiştiği belirtilmiştir (Çuhadar, 2015).

Analiz sonuçları, Türk Gıda Kodeksi Siyah Çay Tebliği ve yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Çayda önemli bir kalite kriteri olan su ekstraktı değerinin istenen düzeylerde olması, yeni üretilen reyhan çaylarının çözünürlük kapasitesinin, istenen düzeyde olduğunu göstermektedir.

#### 4.6. Su Aktivitesi Analizi Sonuçları

Gıdaların muhafazasında, içerdikleri su miktarının önemi büyüktür. Su aktivitesi ( $a_w$ ) nemden farklı olarak; gıdaların korunmasında, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kararlılığı belirlemektedir.

Çalışma kapsamında belirlenen su aktivitesi değerleri, Çizelge 4.2'de verilmiştir. En düşük su aktivitesi değeri, 45 °C sıcaklık ve 1.5 m/s hava hızı koşullarında kurutulan reyhanda 0.193, en yüksek su aktivitesi değeri, taze reyhanda 0.966

oranında tespit edilmiştir. Kuru ürünlerde en yüksek su aktivitesi değeri ise, YGBC-RK kodlu reyhan çayı örneğinde 0.325 olarak gözlemlenmiştir.

Türk çaylarının su aktivitesi değerleri açısından incelenmesi amaçlı yapılan çalışmada, su aktivitesi değerleri başlangıçta 0.115-0.361 aralığında iken, ilk üç ay sonunda yapılan tespitlerde su aktivitesi değerlerinin 0.551-0.621 aralığına ulaştığı görülmüştür. Çalışmanın 6. ayından sonraki üçer aylık periyotlar sonunda yapılan analizlere göre, kraft torba içerisinde muhafaza edilen çay çeşitlerinin su aktivitesi değerleri minimum 0.591, maksimum 0.698 oranında tespit edilmiştir (Tekiner ve Türkyılmaz, 2010). Yousif vd (1999), havayla kurutulan reyhan örneklerinde su aktivitesi değerinin ortalama 0.340 olduğunu bildirmiştir. Sprey kurutucu ile instant adaçayı üretiminin araştırıldığı çalışmada; örneklerin su aktivitesi değerlerinin, 0.221-0.311 arasında değiştiği belirtilmiştir (Nadeem vd., 2013).

Taze ve kurutulmuş reyhan ile reyhan çayı örneklerinin su aktivitesi değerleri, yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında, nem tayini sonuçlarında olduğu gibi, benzer sonuçlar kadar, farklı sonuçlarla da karşılaşmıştır. Örneklerin su aktivitesi değerleri, mikroorganizma gelişimini engelleyecek değerlerde ve raf ömrü ortalama 2 yıl olan bitki çaylarına göre uygun düzeyde tespit edilmiştir. Gözlemlenen farklılıkların, çay üretimi yapılan bitkilerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.7. pH Tayini Sonuçları**

pH, hidrojen iyonun aktivitesi cinsinden bir asit veya bazın derecesini ifade eder. Reyhan şerbeti örneklerinin ortalama pH değeri 4.19 bulunmuştur (Çizelge 4.3).

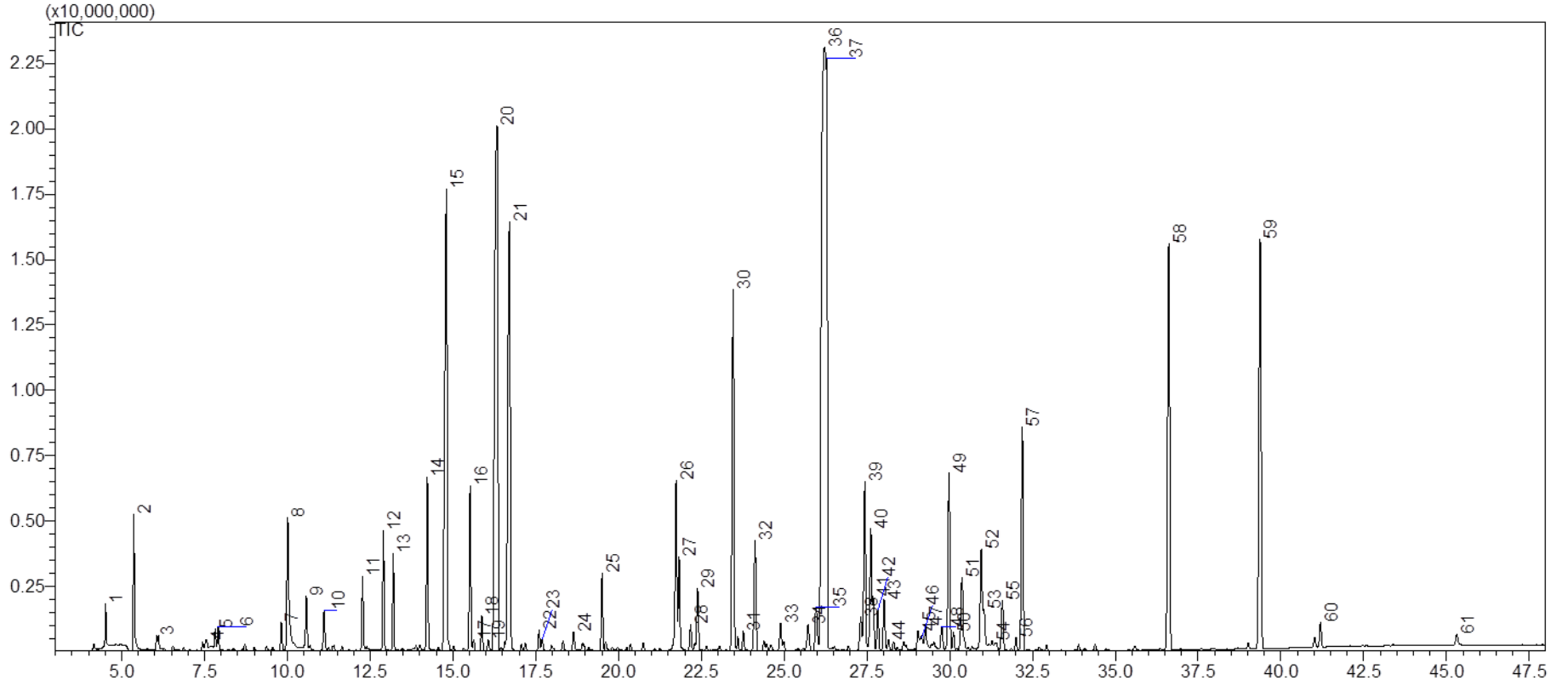
Fermente çay üretiminin araştırıldığı bir çalışmada, ürünün son pH değerinin 4.67 olduğu belirtilmiştir (Huang vd., 2016). Domates bazlı içecek üretiminin incelendiği bir çalışmada; % 20 şeftali, % 30 üzüm ve % 30 erik katkılı örneklerde yapılan pH tayininde, sonuçların 3.80-4.04 aralığında olduğu bildirilmiştir (Hepsağ ve Fenercioğlu, 2011). Karadut suyu (*Morus nigra*) ile yapılan bir çalışmada ise, örneklerin ortalama pH değerinin 3.40 bulunduğu belirtilmiştir (Sernikli, 2015).

Reyhan şerbeti örneklerinin ortalama pH değerinin, farklı araştırmacıların, farklı bitkileri kullanarak ürettikleri içeceklerin ortalama pH değerleri ile benzer şekilde olması, kullanılan bitkilerin asidik özellikte olması ile ilişkilendirilebilir.

#### **4.8. GC-MS ile Uçucu Bileşen Analizi Sonuçları**

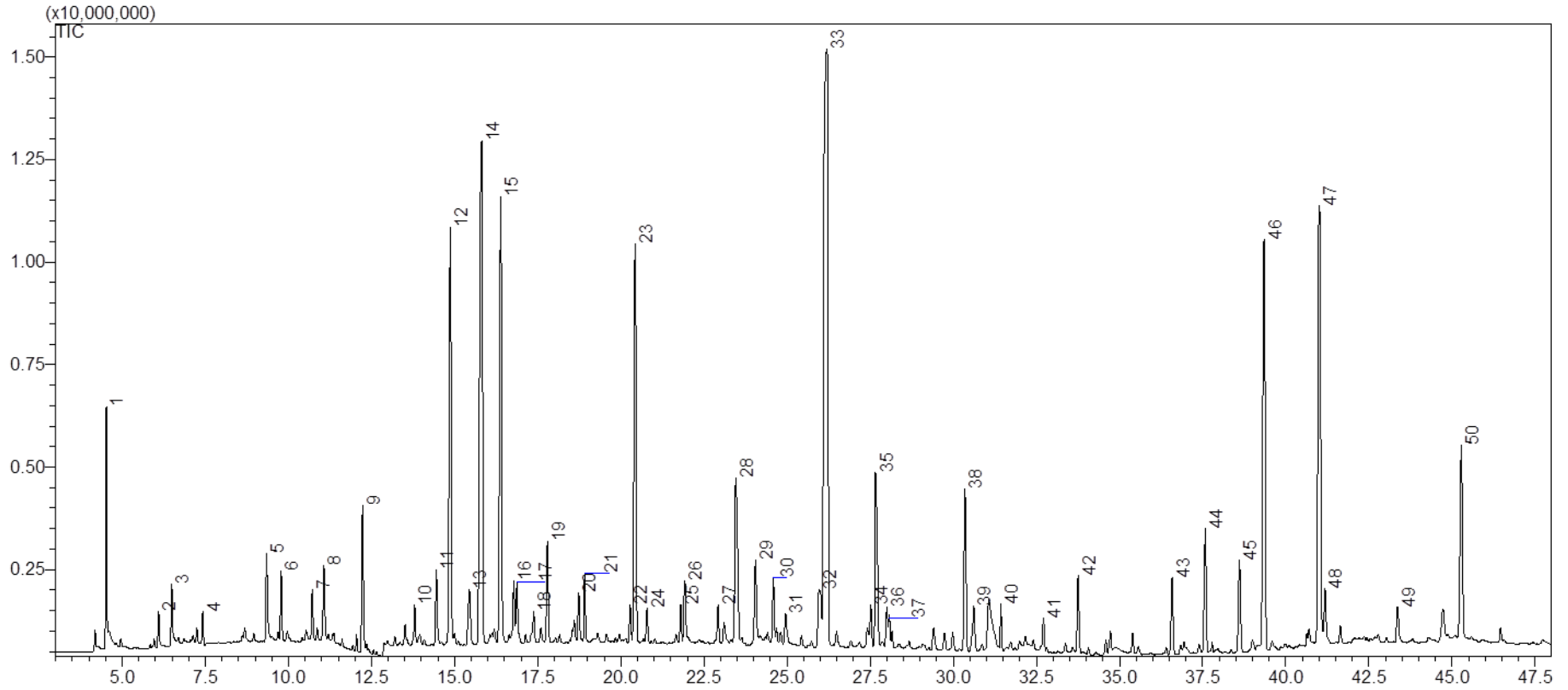
Taze reyhan, 2 farklı yöntemle kurutulan reyhan, reyhan çayı ve reyhan şerbeti örneklerinin uçucu bileşen profili, GC-MS tekniği ile belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında taze reyhanın uçucu bileşen profili belirlenmiş ve başta linalol, dl-limonen ve 1,8-sineol bileşikleri olmak üzere, toplam 61 bileşik tespit edilmiştir. Taze reyhanın uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı Şekil 4.5'te verilmiştir.



**Şekil 4.5.** Taze reyhan uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı (1: 2-Propanon, 2: 2-Metilbütanal, 3: 3-Metilbütanal, 4: Bütanoik asit, 5:  $\alpha$ -Pinen, 6:  $\alpha$ -Fellandren, 7: Hekzanal, 8:  $\beta$ -Pinen, 9:  $\beta$ -Mirsen, 10: Hekzanoik asit, 11: dl-Limonen, 12: 1,8-Sineol, 13: (E)-2-Hekzenal, 14:  $\gamma$ -Terpinen, 15: 2-Metil-3-heptanon, 16: 3-Oktanon, 17: Stiren, 18: Asetik asit, 19: p-Simen, 20:  $\alpha$ -Terpinolen, 21: 2-Penten-1-ol, 22: 6-Metil-5-Hepten-2-On, 23: 1-Hekzanol, 24: Oktanoik asit, 25: 3-Hexen-1-ol, 26: 2-Hekzen-1-ol, (E)-, 27: 1-Okten-3-ol, 28:  $\alpha$ -Kübeben, 29: 2,4-Heptadienal, 30: trans-Sabinen hidrat, 31: cis-Linalol oksit, 32: 2-etil-hekzanol, 33:  $\alpha$ -Kopaen, 34: 3,5-Oktadien-2-on, 35:  $\beta$ -Burbonen, 36: Benzaldehit, 37: Linalol, 38: 1-Octanol, 39:  $\alpha$ -trans- Bergamoten, 40:  $\beta$ -Elemen, 41:  $\alpha$ -Guain, 42: trans-Karyofillen, 43: Karyofillen, 44: Aromadendren, 45:  $\beta$ -Sedren, 46: Benzoik asit, 47: (E)- $\beta$ -Farnesen, 48:  $\alpha$ -Humulen, 49: trans- $\beta$ -Karyofillen, 50:  $\alpha$ -Terpineol, 51: Valensen, 52: Germakren, 53:  $\alpha$ -Bulnesen, 54:  $\beta$ -Selenin, 55: Bisiklogermakren, 56:  $\gamma$ -Kadinen, 57: cis-Kalamenen, 58: Fenil etil alkol, 59: Kübenol, 60: 2-Propenoik asit, 61: Öjenol)

Çalışma kapsamında reyhan şerbeti örneklerinin uçucu bileşen profili belirlenmiştir. Reyhan şerbeti uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı Şekil 4.6'da verilmiştir. Taze reyhan ve üretilen reyhan şerbetine ait uçucu aroma bileşikleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.4'te verilmiştir. Reyhan şerbeti örneklerinden yaklaşık 50 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Taze reyhana oranla reyhan şerbetinde daha az uçucu bileşik tespit edilmiştir. Tespit edilen uçucu bileşiklerin azalmasında, şerbet üretilirken reyhan bitkisine uygulanan yıkama, süzme ve ekstraksiyon işlemlerinin etkisinin olduğu düşünülmektedir. Reyhan şerbetinde en fazla miktarda tespit edilen bileşikler; linalol, 1,8-sineol, dl-limone, 2-propenoik asit, (E)-sinnamaldehit ve öjenol bileşikleridir. Taze reyhan ile şerbet örneklerinin uçucu bileşen profili beraber incelendiğinde, dl-limonen bileşiğinin miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Bu artışta, şerbet üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan sitrik asit bileşiğinin etkisi olduğu düşünülmektedir. (E)-sinnamaldehit bileşiği ise, taze reyhanda tespit edilemeyip, reyhan şerbetinde önemli düzeyde tespit edilmiştir. Reyhan şerbeti üretiminde ingrediye olarak kullanılan tarçın bitkisinin karakteristik uçucu bileşiklerinden birisidir.



**Şekil 4.6.** Reyhan şerbeti uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı (1: 2-Propanon, 2: 3-Metilbütanal, 3: Bütanoik asit, 4:  $\alpha$ -Pinen, 5:  $\alpha$ -Fellandren, 6: Hekzanal, 7:  $\beta$ -Pinen, 8: Ksilan, 9:  $\beta$ -Mirsan, 10:  $\alpha$ -Terpinen, 11: dl-Limonen, 12: 2-Metil-3-heptanon, 13: 1,8-Sineol, 14: (E)-2-Hekzenal, 15: cis-Osimen, 16:  $\gamma$ -Terpinen, 17: Stiren, 18: Asetik asit, 19:  $\alpha$ -Terpinolen, 20: 4-Karen, 21: 6-Metil-5-Hepten-2-On, 22: 1-Hekzanol, 23: 3-Hekzen-1-ol, 24: 3-Oktanol, 25: Nonanal, 26: Eikosan, 27: 1-Okten-3-ol, 28: Borneol-L, 29: 2-etil-hekzanol, 30: Benzaldehit, 31: Karyofillen, 32: 1-Oktanol, 33: Linalol, 34: trans-Karyofillen, 35: Aromadendren, 36: Benzoik asit, 37: (E)- $\beta$ -Farnesen, 38: p-Ment-1-en-8-ol, 39:  $\alpha$ -Humulen, 40:  $\alpha$ -Terpineol, 41: Germakren, 42:  $\alpha$ -Bulnesen, 43: Bisiklogermakren, 44: Ceraniol, 45: Benzil alkol, 46: (E)-Sinnamaldehyt, 47: Kübenol, 48: 2-Propenoik asit, 49: Öjenol, 50:  $\alpha$ -epi-Murolol)

Çizelge 4.4. Reyhan şerbeti uçucu bileşen profili (µg/g)

| Bileşimin Adı         | RI   | Taze Reyhan | Reyhan Şerbeti |
|-----------------------|------|-------------|----------------|
| 2-Propanon            | 795  | 5.45±0.44   | 2.80±0.16      |
| 2-Metilbütanal        | 906  | 1.14±0.08   | T.E.           |
| 3-Metilbütanal        | 910  | 1.36±0.00   | 0.19±0.13      |
| Bütanoik asit         | 982  | 0.27±0.09   | 0.41±0.23      |
| α-Pinen               | 1021 | 6.27±0.17   | 0.62±0.16      |
| α-Fellandren          | 1025 | 0.40±0.01   | 0.15±0.10      |
| Hekzanal              | 1080 | 4.04±0.05   | 0.14±0.02      |
| β-Pinen               | 1102 | 9.14±1.22   | 0.60±0.10      |
| Ksilen                | 1128 | T.E.        | 1.31±0.18      |
| β-Mirsen              | 1149 | 14.30±0.51  | 3.59±0.07      |
| Hekzanoik asit        | 1182 | 0.43±0.08   | T.E.           |
| α-Terpinen            | 1185 | T.E.        | 0.30±0.20      |
| dl-Limonen            | 1189 | 39.03±0.34  | 49.06±1.83     |
| 1,8-Sineol            | 1212 | 109.30±3.20 | 50.29±0.67     |
| (E)-2-Hekzenal        | 1225 | 29.74±0.44  | 1.14±0.52      |
| cis-Osime             | 1236 | T.E.        | 0.62±0.01      |
| γ-Terpinen            | 1246 | 0.62±0.01   | 0.44±0.01      |
| 3-Oktanon             | 1256 | 1.49±0.02   | T.E.           |
| Stiren                | 1258 | 3.84±0.03   | 2.40±0.28      |
| Asetik asit           | 1270 | 0.46±0.04   | 20.13±0.17     |
| p-Sime                | 1272 | 0.80±0.05   | T.E.           |
| α-Terpinolen          | 1283 | 0.84±0.04   | 1.14±0.03      |
| 4-Karen               | 1286 | T.E.        | 0.93±0.04      |
| 2-Penten-1-ol         | 1327 | 0.33±0.04   | T.E.           |
| 6-Metil-5-Hepten-2-On | 1343 | 0.71±0.10   | 3.71±0.14      |
| 1-Hekzanol            | 1359 | 1.18±0.25   | 5.21±2.30      |
| Oktanoik asit         | 1390 | 0.12±0.04   | T.E.           |
| 3-Hekzen-1-ol         | 1393 | 15.28±0.93  | 1.02±0.22      |
| 3-Oktanol             | 1395 | T.E.        | 0.31±0.01      |
| Nonanal               | 1399 | T.E.        | 1.09±0.04      |
| 2-Hekzen-1-ol, (E)-   | 1412 | 0.74±0.03   | T.E.           |
| Eikosan               | 1434 | T.E.        | 2.04±0.33      |
| 1-Okten-3-ol          | 1452 | 35.52±2.62  | 0.21±0.07      |

Çizelge 4.4. (devam)

|                             |      |             |             |
|-----------------------------|------|-------------|-------------|
| $\alpha$ -Kübeben           | 1465 | 3.11±0.17   | T.E.        |
| Borneol-L                   | 1472 | T.E.        | 5.55±0.00   |
| 2,4-Heptadienal, (E,E)      | 1476 | 5.52±0.28   | T.E.        |
| trans-Sabinen hidrat        | 1477 | 11.14±0.05  | T.E.        |
| cis-Linalol oksit           | 1487 | 1.61±0.05   | T.E.        |
| 2-etil-hekzanol             | 1493 | 6.44±0.24   | 0.49±0.27   |
| $\alpha$ -Kopaen            | 1504 | 4.55±0.12   | T.E.        |
| 3,5-Oktadien-2-on           | 1532 | 0.08±0.05   | T.E.        |
| $\beta$ -Burbonen           | 1536 | 4.02±0.54   | T.E.        |
| Benzaldehit                 | 1543 | 4.61±0.25   | 11.95±0.07  |
| Linalol                     | 1549 | 157.50±3.12 | 113.61±8.81 |
| 1-Oktanol                   | 1562 | 0.30±0.03   | 1.29±0.35   |
| $\alpha$ -trans-Bergamoten  | 1594 | 27.30±0.86  | T.E.        |
| $\beta$ -Elemen             | 1601 | 22.11±0.45  | T.E.        |
| $\alpha$ -Guain             | 1607 | 7.10±0.21   | T.E.        |
| trans-Karyofillen           | 1619 | 0.55±0.01   | 0.50±0.07   |
| Karyofillen                 | 1622 | 7.07±0.25   | 2.94±0.06   |
| Aromadendren                | 1626 | 1.62±0.17   | 0.77±0.29   |
| $\beta$ -Sedren             | 1627 | 1.83±0.21   | T.E.        |
| Benzoik asit                | 1643 | 1.91±0.06   | 1.28±0.03   |
| (E)- $\beta$ -Farnesen      | 1669 | 4.21±0.48   | 0.24±0.10   |
| p-Ment-1-en-8-ol            | 1688 | 3.70±0.60   | 1.64±0.24   |
| $\alpha$ -Humulen           | 1694 | 10.30±0.79  | 0.81±0.65   |
| trans- $\beta$ -Karyofillen | 1702 | 2.90±0.47   | T.E.        |
| $\alpha$ -Terpineol         | 1712 | 14.19±1.28  | 14.26±2.56  |
| Valensen                    | 1725 | 0.19±0.01   | T.E.        |
| Germakren                   | 1733 | 32.72±1.40  | 1.76±0.08   |
| $\alpha$ -Bulnesen          | 1739 | 0.45±0.06   | 1.16±0.11   |
| $\beta$ -Selinen            | 1752 | 2.49±0.17   | T.E.        |
| Bisiklogermakren            | 1761 | 9.95±0.68   | 0.37±0.10   |
| $\gamma$ -Kadinen           | 1784 | 2.87±0.39   | T.E.        |
| Ceraniol                    | 1808 | T.E.        | 7.64±0.28   |
| cis-Kalamenen               | 1862 | 1.40±0.31   | T.E.        |
| Benzil alkol                | 1894 | T.E.        | 2.04±0.06   |

Çizelge 4.4. (devam)

|                   |      |            |            |
|-------------------|------|------------|------------|
| Fenil etil alkol  | 1934 | 0.28±0.03  | T.E.       |
| (E)-Sinnamaldehit | 2072 | T.E.       | 42.65±0.06 |
| Kübenol           | 2091 | 1.78±0.20  | 1.06±0.04  |
| 2-Propenoik asit  | 2104 | 85.39±1.91 | 32.43±3.27 |
| Öjenol            | 2179 | 6.91±0.43  | 43.04±3.39 |
| α-epi-Murolol     | 2188 | 1.37±0.31  | 5.38±0.55  |

(RI: Retention Index (Alıkonma İndeksi), TE: Tespit edilemedi.)

Yarı gölgede kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çayların uçucu bileşen profili Çizelge 4.5'te verilmiştir. Bu çizelgede, taze reyhan, yarı gölgede kurutulan reyhan ve kurutulan reyhanlardan 6 farklı formülasyonda üretilen çaylara ait uçucu aroma bileşikleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Yarı gölgede kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlar örneklerinde ve bu yöntemle kurutulan reyhanlardan üretilen çaylarda ortalama 67 bileşik tespit edilmiştir. Reyhan çaylarında, farklı formülasyonların bulunduğu her bir çay örneğinde, ilave edilen farklı bitki ve bileşiklerin etkisiyle, hem taze hem de kurutulmuş reyhan örneklerine göre daha fazla miktarda aroma bileşiği tespit edilmiştir. Bu bitki ve bileşikler, reyhanda bulunan bazı uçucu bileşiklerin miktarını değiştirmiş ve ayrıca reyhanın uçucu aroma bileşiklerinden farklı bileşiklerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yarı gölgede kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çayların uçucu bileşen profili incelendiği zaman; 1,8-sineol, linalol, α-pinen, β-elemen, karyofillen, α-humulen, germakren, 2-propenoik asit ve öjenol tüm örneklerde en fazla miktarda tespit edilen bileşiklerdir. Linalol-L ve β-pinen bileşiklerine, taze reyhanda rastlanmazken; yarı gölgede kurutulan örneklerde tespit edilmiştir. Bununla birlikte, 1-okten-3-ol ve α-terpinen bileşiklerinin miktarının, kurutma sonrasında azaldığı gözlemlenmiştir. Karyofillen uçucu bileşiği, birçok örnekte görülmekle beraber, karanfil katkılı örneklerde oldukça yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Yarı gölgede kurutulan reyhanlardan üretilen reyhan çayları kendi aralarında kıyaslandığında, tespit edilen uçucu aroma bileşiği sayısı birbirine yakınken; bileşiklerin miktarı ele alındığında, YGBC-RH, YGBC-RK ve YGBC-RHCK kodlu örneklerin ön plana çıktığı görülmüştür.

Çizelge 4.5. Yarı gölgede kurutulmuş reyhanlardan üretilen çayların uçucu bileşen profili (µg/g)

| Bileşimin Adı   | RI   | Taze Reyhan              | YG                        | YGBC-R                    | YGBC-RC                   | YGBC-RH                   | YGBC-RHC                 | YGBC-RK                  | YGBC-RHCK                |
|-----------------|------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2-Propanon      | 795  | 5.45±0.44 <sup>ab</sup>  | 28.32±0.29 <sup>c</sup>   | 15.29±2.30 <sup>b</sup>   | 3.02±0.09 <sup>a</sup>    | 106.02±11.84 <sup>d</sup> | 2.46±0.05 <sup>a</sup>   | 4.22±1.31 <sup>a</sup>   | 2.12±0.78 <sup>a</sup>   |
| 2-Metilbütanal  | 906  | 1.14±0.08 <sup>ab</sup>  | 4.88±0.16 <sup>d</sup>    | 1.39±0.11 <sup>bc</sup>   | 1.73±0.39 <sup>c</sup>    | 1.67±0.24 <sup>c</sup>    | 1.35±0.09 <sup>bc</sup>  | T.E.                     | 0.71±0.32 <sup>a</sup>   |
| 3- Metilbütanal | 910  | 1.36±0.00 <sup>ab</sup>  | 5.20±0.33 <sup>d</sup>    | 1.95±0.02 <sup>abc</sup>  | 2.46±0.53 <sup>c</sup>    | 2.05±0.24 <sup>bc</sup>   | 1.97±0.55 <sup>bc</sup>  | 1.36±0.03 <sup>ab</sup>  | 1.02±0.03 <sup>a</sup>   |
| Bütanoik asit   | 982  | 0.27±0.09 <sup>a</sup>   | 0.40±0.22 <sup>ab</sup>   | 0.29±0.01 <sup>a</sup>    | 0.28±0.02 <sup>a</sup>    | T.E.                      | 0.32±0.04 <sup>a</sup>   | 0.59±0.01 <sup>b</sup>   | T.E.                     |
| α-Pinen         | 1021 | 6.27±0.17 <sup>a</sup>   | 9.90±1.00 <sup>a</sup>    | 100.45±18.27 <sup>c</sup> | 25.33±1.94 <sup>ab</sup>  | 253.71±17.65 <sup>d</sup> | 26.00±2.11 <sup>ab</sup> | 105.54±6.79 <sup>c</sup> | 34.32±4.26 <sup>b</sup>  |
| α-Fellandren    | 1025 | 0.40±0.01 <sup>a</sup>   | 1.50±0.14 <sup>bc</sup>   | 0.84±0.06 <sup>ab</sup>   | 3.53±0.93 <sup>d</sup>    | 1.92±0.51 <sup>c</sup>    | 0.90±0.54 <sup>abc</sup> | 0.70±0.10 <sup>ab</sup>  | 0.56±0.04 <sup>ab</sup>  |
| Kamfen          | 1066 | 9.14±1.22 <sup>c</sup>   | T.E.                      | 1.26±0.09 <sup>a</sup>    | T.E.                      | 5.83±0.25 <sup>b</sup>    | T.E.                     | 1.16±0.03 <sup>a</sup>   | T.E.                     |
| Hekzanal        | 1080 | 4.04±0.05 <sup>c</sup>   | T.E.                      | 1.86±0.17 <sup>ab</sup>   | 2.71±0.70 <sup>b</sup>    | 1.64±0.40 <sup>ab</sup>   | 2.08±0.77 <sup>ab</sup>  | 2.46±0.70 <sup>ab</sup>  | 1.29±0.29 <sup>a</sup>   |
| β-Pinen         | 1102 | T.E.                     | 24.36±3.85 <sup>b</sup>   | 38.30±6.88 <sup>c</sup>   | 36.69±1.46 <sup>c</sup>   | 64.99±3.74 <sup>d</sup>   | 26.14±1.20 <sup>b</sup>  | 36.31±2.74 <sup>c</sup>  | 11.73±0.50 <sup>a</sup>  |
| β-Mirsen        | 1149 | 14.30±0.51 <sup>ab</sup> | 9.76±2.98 <sup>a</sup>    | 14.51±4.45 <sup>ab</sup>  | 34.44±0.56 <sup>c</sup>   | 15.79±1.17 <sup>b</sup>   | 18.98±0.17 <sup>b</sup>  | 36.71±1.73 <sup>c</sup>  | 9.49±0.05 <sup>a</sup>   |
| 1-Penten-3-ol   | 1159 | T.E.                     | 2.51±0.83 <sup>b</sup>    | 1.93±0.22 <sup>b</sup>    | 4.49±1.46 <sup>c</sup>    | 4.61±0.57 <sup>c</sup>    | 2.58±0.15 <sup>b</sup>   | 2.16±0.27 <sup>b</sup>   | 1.21±0.29 <sup>ab</sup>  |
| Hekzanoik asit  | 1182 | 0.43±0.08 <sup>a</sup>   | 2.92±0.97 <sup>ab</sup>   | 15.90±0.21 <sup>d</sup>   | 2.74±0.49 <sup>ab</sup>   | 35.84±7.78 <sup>e</sup>   | 2.60±0.91 <sup>ab</sup>  | 13.76±0.01 <sup>cd</sup> | 8.12±0.91 <sup>bc</sup>  |
| α-Terpinen      | 1185 | 39.03±0.34 <sup>e</sup>  | 1.90±0.07 <sup>ab</sup>   | 3.59±0.80 <sup>b</sup>    | 4.08±1.44 <sup>b</sup>    | 14.23±1.95 <sup>d</sup>   | 9.90±0.32 <sup>c</sup>   | 0.60±0.06 <sup>a</sup>   | 1.96±0.03 <sup>ab</sup>  |
| dl-Limonen      | 1189 | 109.30±3.20 <sup>c</sup> | 9.83±2.97 <sup>a</sup>    | 27.10±3.95 <sup>b</sup>   | 25.04±1.79 <sup>b</sup>   | 56.28±6.12 <sup>d</sup>   | 15.86±0.12 <sup>a</sup>  | 23.76±1.96 <sup>b</sup>  | 9.95±0.27 <sup>a</sup>   |
| 1,8-Sineol      | 1212 | 29.74±0.44 <sup>a</sup>  | 114.50±15.70 <sup>a</sup> | 206.49±28.96 <sup>c</sup> | 233.92±18.69 <sup>c</sup> | 118.79±0.66 <sup>a</sup>  | 171.79±4.51 <sup>b</sup> | 276.26±2.22 <sup>d</sup> | 118.14±2.10 <sup>a</sup> |
| (E)-2-Hekzenal  | 1225 | T.E.                     | T.E.                      | 9.29±1.18 <sup>d</sup>    | 3.32±0.89 <sup>c</sup>    | 1.89±0.53 <sup>bc</sup>   | 1.51±0.56 <sup>ab</sup>  | 9.16±0.91 <sup>d</sup>   | 1.72±0.51 <sup>bc</sup>  |
| cis-Osimen      | 1236 | T.E.                     | 0.79±0.11 <sup>ab</sup>   | 6.73±0.52 <sup>c</sup>    | 2.19±0.35 <sup>b</sup>    | 13.10±2.13 <sup>d</sup>   | 1.83±0.01 <sup>ab</sup>  | 7.07±1.01 <sup>c</sup>   | 1.32±0.16 <sup>ab</sup>  |
| γ-Terpinen      | 1246 | 0.62±0.01 <sup>a</sup>   | 8.84±1.79 <sup>b</sup>    | 0.26±0.01 <sup>a</sup>    | 12.67±0.20 <sup>c</sup>   | T.E.                      | T.E.                     | T.E.                     | 7.80±0.70 <sup>b</sup>   |
| 3-Oktanon       | 1256 | 1.49±0.02 <sup>a</sup>   | 2.12±0.05 <sup>a</sup>    | T.E.                      | 3.49±0.87 <sup>b</sup>    | T.E.                      | 1.38±0.19 <sup>a</sup>   | T.E.                     | T.E.                     |

Çizelge 4.5. (devam)

|                       |      |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |
|-----------------------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Stiren                | 1258 | 3.84±0.03 <sup>c</sup>  | 1.43±0.71 <sup>b</sup>  | 0.16±0.04 <sup>a</sup>  | 0.34±0.16 <sup>a</sup>  | 0.56±0.24 <sup>a</sup>  | 0.58±0.15 <sup>a</sup>  | 13.74±0.06 <sup>d</sup> | T.E.                    |
| Asetik asit           | 1270 | 0.46±0.04 <sup>a</sup>  | 7.01±0.55 <sup>f</sup>  | 1.34±0.39 <sup>ab</sup> | 1.00±0.51 <sup>a</sup>  | 3.78±0.78 <sup>d</sup>  | 2.33±0.23 <sup>bc</sup> | 5.18±0.27 <sup>e</sup>  | 3.00±0.22 <sup>cd</sup> |
| p-Simen               | 1272 | 0.80±0.05 <sup>ab</sup> | 2.09±0.17 <sup>b</sup>  | 2.08±0.07 <sup>b</sup>  | 7.27±1.90 <sup>d</sup>  | 7.80±0.37 <sup>d</sup>  | 3.80±0.02 <sup>c</sup>  | 3.74±0.08 <sup>c</sup>  | T.E.                    |
| α-Terpinolen          | 1283 | 0.84±0.04 <sup>a</sup>  | 2.33±0.08 <sup>ab</sup> | 10.47±1.93 <sup>c</sup> | 4.73±0.02 <sup>b</sup>  | 20.61±1.99 <sup>d</sup> | 3.85±0.09 <sup>b</sup>  | 8.51±0.13 <sup>c</sup>  | 2.94±0.39 <sup>ab</sup> |
| Oktanal               | 1294 | T.E.                    | 3.61±0.49 <sup>a</sup>  | T.E.                    | 9.47±1.93 <sup>b</sup>  | T.E.                    | 5.46±0.03 <sup>a</sup>  | 16.00±1.25 <sup>c</sup> | 4.21±0.54 <sup>a</sup>  |
| 2-Penten-1-ol         | 1327 | 0.33±0.04 <sup>a</sup>  | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    |
| 6-Metil-5-Hepten-2-On | 1343 | 0.71±0.10 <sup>a</sup>  | 6.54±0.06 <sup>c</sup>  | 3.01±0.92 <sup>b</sup>  | 5.84±0.03 <sup>c</sup>  | 6.22±1.28 <sup>c</sup>  | 3.24±0.13 <sup>b</sup>  | 2.66±0.40 <sup>b</sup>  | 1.74±0.84 <sup>ab</sup> |
| 1-Hekzanol            | 1359 | 1.18±0.25 <sup>b</sup>  | 0.53±0.42 <sup>a</sup>  | 0.25±0.17 <sup>a</sup>  | T.E.                    | 21.18±0.69 <sup>d</sup> | T.E.                    | 5.73±0.11 <sup>c</sup>  | 1.64±0.51 <sup>b</sup>  |
| 2,3-Dimetil-pirazin   | 1363 | T.E.                    | 0.81±0.34 <sup>b</sup>  | 0.73±0.11 <sup>b</sup>  | 0.63±0.01 <sup>a</sup>  | 0.79±0.05 <sup>a</sup>  | 0.45±0.05 <sup>a</sup>  | T.E.                    | T.E.                    |
| 1 Okten 3 il asetat   | 1382 | T.E.                    | 0.62±0.15 <sup>ab</sup> | 5.49±1.66 <sup>c</sup>  | 2.51±0.22 <sup>b</sup>  | 11.04±1.54 <sup>d</sup> | 1.54±0.05 <sup>ab</sup> | 5.92±0.77 <sup>c</sup>  | 1.27±0.77 <sup>ab</sup> |
| Oktanoik asit         | 1390 | 0.12±0.04 <sup>ab</sup> | 0.33±0.01 <sup>ab</sup> | 0.42±0.24 <sup>ab</sup> | 0.23±0.01 <sup>ab</sup> | 0.64±0.15 <sup>ab</sup> | 0.91±0.04 <sup>b</sup>  | T.E.                    | 2.04±0.91 <sup>c</sup>  |
| 3-Hekzen-1-ol         | 1393 | 15.28±0.93 <sup>d</sup> | 5.10±0.44 <sup>b</sup>  | 12.21±0.95 <sup>c</sup> | 5.35±0.06 <sup>b</sup>  | 25.02±0.36 <sup>e</sup> | 3.19±0.02 <sup>a</sup>  | 11.29±0.39 <sup>c</sup> | 2.34±0.55 <sup>a</sup>  |
| 3-Oktanol             | 1395 | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | 2.57±0.96 <sup>b</sup>  | 4.13±0.69 <sup>b</sup>  | T.E.                    | 1.89±0.16 <sup>a</sup>  | T.E.                    |
| Nonanal               | 1399 | T.E.                    | 1.54±0.33 <sup>a</sup>  | 1.43±0.80 <sup>a</sup>  | T.E.                    | T.E.                    | 2.59±0.44 <sup>a</sup>  | 8.88±0.48 <sup>c</sup>  | 3.81±1.29 <sup>b</sup>  |
| Tetradekan            | 1402 | T.E.                    | T.E.                    | 8.10±1.35 <sup>b</sup>  | 4.57±0.22 <sup>a</sup>  | 3.38±0.57 <sup>a</sup>  | 4.59±0.13 <sup>a</sup>  | 38.84±1.24 <sup>c</sup> | 4.20±0.62 <sup>a</sup>  |
| 2-Hekzen-1-ol, (E)-   | 1412 | 0,74±0.03 <sup>b</sup>  | 0.34±0.20 <sup>a</sup>  | 0.95±0.03 <sup>c</sup>  | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    |
| Eikosan               | 1440 | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | 16.52±2.12 <sup>b</sup> | 1.09±0.11 <sup>a</sup>  |
| 1-Okten-3-ol          | 1452 | 35.52±2.62 <sup>f</sup> | 5.87±0.56 <sup>c</sup>  | 2.32±0.42 <sup>a</sup>  | 6.94±0.54 <sup>d</sup>  | 2.83±0.24 <sup>a</sup>  | 5.77±0.11 <sup>c</sup>  | 10.22±0.11 <sup>e</sup> | 3.97±0.36 <sup>b</sup>  |
| α-Cubebene            | 1465 | 3.11±0.17 <sup>b</sup>  | 0.89±0.71 <sup>a</sup>  | 7.48±0.30 <sup>c</sup>  | 3.88±0.89 <sup>b</sup>  | T.E.                    | T.E.                    | 25.24±4.06 <sup>d</sup> | 1.65±0.38 <sup>ab</sup> |
| Borneol-L             | 1472 | T.E.                    | T.E.                    | 10.17±1.17 <sup>a</sup> | T.E.                    | 35.45±2.18 <sup>c</sup> | T.E.                    | 19.08±0.51 <sup>b</sup> | T.E.                    |

Çizelge 4.5. (devam)

|                      |      |                          |                          |                           |                           |                            |                            |                           |                           |
|----------------------|------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 2,4-Heptadienal      | 1476 | 5.52±0.28 <sup>b</sup>   | 5.82±0.56 <sup>b</sup>   | 9.13±1.31 <sup>d</sup>    | 3.60±0.46 <sup>a</sup>    | 19.00±0.20 <sup>e</sup>    | 8.59±0.85 <sup>cd</sup>    | 7.23±1.01 <sup>bc</sup>   | 6.20±0.11 <sup>b</sup>    |
| trans-Sabinen hidrat | 1477 | 11.14±0.05 <sup>c</sup>  | 6.78±0.98 <sup>b</sup>   | 6.70±0.72 <sup>b</sup>    | 5.47±1.33 <sup>b</sup>    | 11.26±2.59 <sup>c</sup>    | T.E.                       | T.E.                      | 1.46±0.03 <sup>a</sup>    |
| cis-Linalol oksit    | 1487 | 1.61±0.05 <sup>a</sup>   | 4.54±0.16 <sup>b</sup>   | 13.24±1.93 <sup>d</sup>   | 14.22±1.26 <sup>d</sup>   | 32.91±0.39 <sup>e</sup>    | 9.45±0.23 <sup>c</sup>     | 9.32±0.83 <sup>c</sup>    | 7.44±0.11 <sup>c</sup>    |
| 2-etil-hekzanol      | 1493 | 6.44±0.24 <sup>b</sup>   | 6.98±0.31 <sup>b</sup>   | 0.29±0.09 <sup>a</sup>    | 0.28±0.05 <sup>a</sup>    | 0.71±0.08 <sup>a</sup>     | 0.45±0.34 <sup>a</sup>     | 47.73±2.70 <sup>c</sup>   | T.E.                      |
| α-Kopaen             | 1504 | 4.55±0.12 <sup>ab</sup>  | 1.43±0.13 <sup>a</sup>   | 17.91±1.14 <sup>c</sup>   | 6.50±0.52 <sup>b</sup>    | 30.72±1.09 <sup>e</sup>    | 5.00±0.15 <sup>b</sup>     | 27.94±1.46 <sup>e</sup>   | 22.78±3.39 <sup>d</sup>   |
| 3,5-Oktadien-2-on    | 1532 | 0.08±0.05 <sup>a</sup>   | 7.52±0.58 <sup>b</sup>   | 11.24±1.75 <sup>c</sup>   | 11.08±1.42 <sup>c</sup>   | 12.94±1.16 <sup>cd</sup>   | 23.56±0.40 <sup>f</sup>    | 15.10±1.02 <sup>de</sup>  | 16.97±1.23 <sup>e</sup>   |
| β-Burbonen           | 1536 | 4.02±0.54 <sup>b</sup>   | 2.52±0.16 <sup>a</sup>   | 11.78±0.32 <sup>c</sup>   | T.E.                      | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                      | T.E.                      |
| Benzaldehit          | 1543 | 4.61±0.25 <sup>a</sup>   | 20.76±0.59 <sup>de</sup> | 11.78±0.77 <sup>b</sup>   | 37.21±0.62 <sup>g</sup>   | 17.79±1.57 <sup>c</sup>    | 30.76±0.42 <sup>f</sup>    | 18.60±2.62 <sup>cd</sup>  | 21.66±0.95 <sup>e</sup>   |
| Linalol              | 1549 | 157.50±3.12 <sup>a</sup> | 136.98±1.89 <sup>a</sup> | 402.23±49.11 <sup>c</sup> | 361.65±31.20 <sup>c</sup> | 1122.27±66.26 <sup>e</sup> | 315.14±10.03 <sup>bc</sup> | 579.97±68.27 <sup>d</sup> | 262.65±25.64 <sup>b</sup> |
| Linalol-L            | 1550 | T.E.                     | 32.00±1.56 <sup>a</sup>  | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                      | 42.13±1.56 <sup>b</sup>   |
| 1-Oktanol            | 1562 | 0.30±0.03 <sup>a</sup>   | 0.14±0.08 <sup>a</sup>   | T.E.                      | 1.91±0.27 <sup>b</sup>    | 29.46±1.07 <sup>c</sup>    | T.E.                       | T.E.                      | 0.50±0.06 <sup>a</sup>    |
| α-trans-Bergamoten   | 1594 | 27.30±0.86 <sup>b</sup>  | 5.24±0.33 <sup>a</sup>   | 73.99±3.63 <sup>c</sup>   | 25.30±0.61 <sup>b</sup>   | 8.49±0.33 <sup>a</sup>     | 9.71±0.08 <sup>a</sup>     | 83.63±7.43 <sup>d</sup>   | 21.78±1.44 <sup>b</sup>   |
| β-Element            | 1601 | 22.11±0.45 <sup>c</sup>  | 0.46±0.05 <sup>a</sup>   | 103.10±1.53 <sup>e</sup>  | 22.27±0.32 <sup>c</sup>   | 172.55±4.20 <sup>f</sup>   | 16.46±1.31 <sup>b</sup>    | 85.82±1.29 <sup>d</sup>   | 16.56±0.72 <sup>b</sup>   |
| α-Guain              | 1607 | 7.10±0.21 <sup>b</sup>   | 1.97±0.87 <sup>a</sup>   | 48.99±1.49 <sup>e</sup>   | 10.95±0.33 <sup>c</sup>   | 85.42±0.66 <sup>f</sup>    | 9.86±0.52 <sup>c</sup>     | 31.31±1.02 <sup>d</sup>   | 7.75±0.38 <sup>b</sup>    |
| trans-Karyofillen    | 1619 | 0.55±0.01 <sup>a</sup>   | T.E.                     | 0.26±0.14 <sup>a</sup>    | 5.10±1.04 <sup>b</sup>    | 0.71±0.06 <sup>a</sup>     | 0.56±0.13 <sup>a</sup>     | T.E.                      | 0.96±0.06 <sup>a</sup>    |
| Karyofillen          | 1622 | 7.07±0.25 <sup>a</sup>   | T.E.                     | 19.76±1.28 <sup>b</sup>   | T.E.                      | 37.76±7.17 <sup>c</sup>    | T.E.                       | 249.86±1.17 <sup>e</sup>  | 158.01±10.99 <sup>d</sup> |
| Aromadendren         | 1626 | 1.62±0.17 <sup>ab</sup>  | T.E.                     | 8.49±0.76 <sup>c</sup>    | 2.66±0.71 <sup>b</sup>    | 31.71±1.50 <sup>e</sup>    | 0.91±0.10 <sup>ab</sup>    | 12.45±2.15 <sup>d</sup>   | 6.33±0.66 <sup>c</sup>    |
| β-Sedren             | 1627 | 1.83±0.21 <sup>b</sup>   | 0.93±0.30 <sup>ab</sup>  | 20.92±0.30 <sup>c</sup>   | 2.31±0.57 <sup>b</sup>    | 71.42±1.51 <sup>d</sup>    | 1.07±0.04 <sup>ab</sup>    | T.E.                      | 1.08±0.39 <sup>ab</sup>   |
| Benzoik asit         | 1643 | 1.91±0.06 <sup>a</sup>   | 3.85±0.08 <sup>ab</sup>  | 12.73±2.96 <sup>e</sup>   | 9.99±0.47 <sup>de</sup>   | 20.07±2.91 <sup>f</sup>    | 8.11±0.01 <sup>cd</sup>    | 8.23±1.25 <sup>cd</sup>   | 5.71±0.05 <sup>bc</sup>   |
| Mentol-L             | 1654 | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                       | T.E.                       | 27.53±0.04 <sup>a</sup>   | T.E.                      |

Çizelge 4.5. (devam)

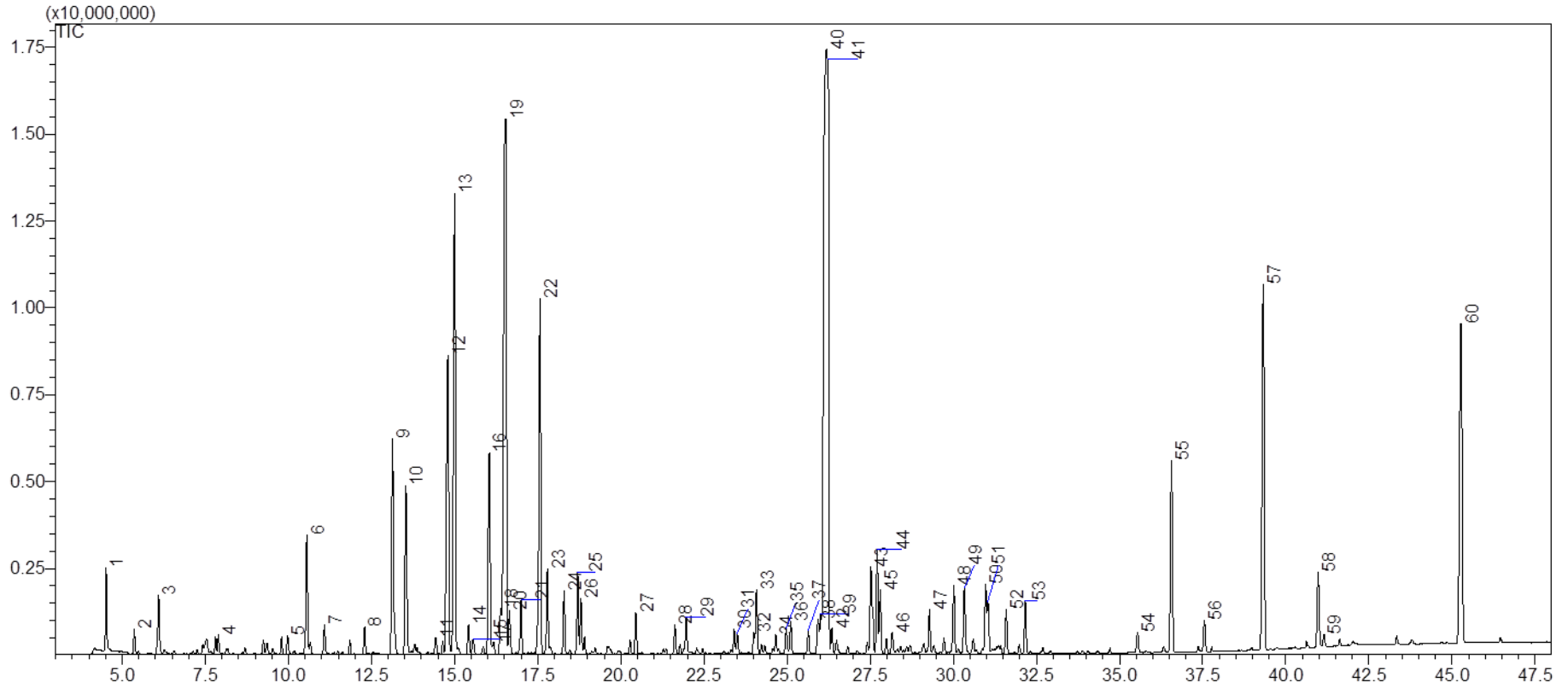
|                             |      |                                |                               |                                |                                |                                 |                                 |                                 |                               |
|-----------------------------|------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| (E)- $\beta$ -Farnesen      | 1669 | 4.21 $\pm$ 0.48 <sup>b</sup>   | 1.34 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup>  | 7.32 $\pm$ 0.03 <sup>d</sup>   | 6.73 $\pm$ 0.04 <sup>cd</sup>  | 12.77 $\pm$ 0.19 <sup>e</sup>   | 6.22 $\pm$ 0.48 <sup>c</sup>    | 5.95 $\pm$ 0.31 <sup>c</sup>    | 3.68 $\pm$ 0.34 <sup>b</sup>  |
| Asetofenon                  | 1674 | T.E.                           | T.E.                          | T.E.                           | T.E.                           | T.E.                            | T.E.                            | 16.22 $\pm$ 1.44 <sup>a</sup>   | T.E.                          |
| Epiglobulol                 | 1676 | T.E.                           | T.E.                          | 3.60 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>   | T.E.                           | 10.10 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>   | T.E.                            | 4.00 $\pm$ 0.74 <sup>a</sup>    | T.E.                          |
| p-Ment-1-en-8-ol            | 1688 | 3.70 $\pm$ 0.60 <sup>ab</sup>  | 2.09 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>  | 12.29 $\pm$ 1.54 <sup>e</sup>  | 7.04 $\pm$ 0.82 <sup>d</sup>   | 22.97 $\pm$ 0.04 <sup>f</sup>   | 5.94 $\pm$ 0.73 <sup>cd</sup>   | 11.90 $\pm$ 0.22 <sup>e</sup>   | 4.37 $\pm$ 0.35 <sup>bc</sup> |
| $\alpha$ -Humulen           | 1694 | 10.30 $\pm$ 0.79 <sup>ab</sup> | 4.82 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup>  | 67.26 $\pm$ 0.55 <sup>d</sup>  | 21.62 $\pm$ 0.36 <sup>bc</sup> | 117.34 $\pm$ 0.62 <sup>e</sup>  | 16.84 $\pm$ 0.65 <sup>abc</sup> | 124.29 $\pm$ 17.27 <sup>e</sup> | 27.47 $\pm$ 0.23 <sup>c</sup> |
| trans- $\beta$ -Karyofillen | 1702 | 2.90 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup>   | 2.50 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>  | 5.02 $\pm$ 0.59 <sup>b</sup>   | 4.55 $\pm$ 0.23 <sup>b</sup>   | 14.54 $\pm$ 0.07 <sup>c</sup>   | T.E.                            | 3.47 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>    | T.E.                          |
| $\alpha$ -Terpineol         | 1712 | 14.19 $\pm$ 1.28 <sup>a</sup>  | 8.85 $\pm$ 0.60 <sup>a</sup>  | 58.71 $\pm$ 5.29 <sup>d</sup>  | 28.02 $\pm$ 1.43 <sup>c</sup>  | 111.38 $\pm$ 1.78 <sup>f</sup>  | 24.65 $\pm$ 2.88 <sup>bc</sup>  | 67.51 $\pm$ 0.73 <sup>e</sup>   | 19.76 $\pm$ 1.54 <sup>b</sup> |
| Valensene                   | 1725 | 0.19 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>   | 0.19 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>  | T.E.                           | T.E.                           | T.E.                            | T.E.                            | T.E.                            | T.E.                          |
| Germakren                   | 1733 | 32.72 $\pm$ 1.40 <sup>c</sup>  | 2.62 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>  | 142.78 $\pm$ 0.15 <sup>e</sup> | 13.21 $\pm$ 0.54 <sup>b</sup>  | 167.23 $\pm$ 10.41 <sup>f</sup> | 9.47 $\pm$ 0.51 <sup>ab</sup>   | 112.65 $\pm$ 2.86 <sup>d</sup>  | 18.07 $\pm$ 0.65 <sup>b</sup> |
| $\alpha$ -Bulnesen          | 1739 | 0.45 $\pm$ 0.06 <sup>ab</sup>  | 0.57 $\pm$ 0.03 <sup>ab</sup> | 1.09 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>   | 6.13 $\pm$ 0.15 <sup>d</sup>   | 4.25 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>    | 6.10 $\pm$ 0.60 <sup>d</sup>    | T.E.                            | 5.47 $\pm$ 0.86 <sup>d</sup>  |
| $\beta$ -Selinen            | 1752 | 2.49 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>   | T.E.                          | 9.54 $\pm$ 0.35 <sup>d</sup>   | 3.45 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>   | 20.95 $\pm$ 1.45 <sup>e</sup>   | 3.62 $\pm$ 0.42 <sup>ab</sup>   | 5.22 $\pm$ 0.36 <sup>c</sup>    | 5.06 $\pm$ 0.83 <sup>bc</sup> |
| $\alpha$ -Selinen           | 1755 | T.E.                           | T.E.                          | 9.35 $\pm$ 0.16 <sup>c</sup>   | 2.76 $\pm$ 0.34 <sup>a</sup>   | 10.33 $\pm$ 0.27 <sup>d</sup>   | 3.30 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>    | 4.32 $\pm$ 0.50 <sup>b</sup>    | 3.00 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>  |
| Bisiklogermakren            | 1761 | 9.95 $\pm$ 0.68 <sup>b</sup>   | 1.18 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>  | 28.93 $\pm$ 0.45 <sup>c</sup>  | 4.42 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>   | 44.98 $\pm$ 2.28 <sup>d</sup>   | 3.48 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>    | 41.35 $\pm$ 4.32 <sup>d</sup>   | 9.29 $\pm$ 0.74 <sup>b</sup>  |
| $\gamma$ -Kadinen           | 1784 | 2.87 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>   | 11.66 $\pm$ 2.00 <sup>c</sup> | 31.58 $\pm$ 0.86 <sup>f</sup>  | 14.29 $\pm$ 1.58 <sup>d</sup>  | 54.57 $\pm$ 0.00 <sup>g</sup>   | 12.93 $\pm$ 0.97 <sup>cd</sup>  | 26.88 $\pm$ 0.06 <sup>e</sup>   | 7.74 $\pm$ 0.78 <sup>b</sup>  |
| Nerolidol                   | 1808 | T.E.                           | T.E.                          | T.E.                           | 2.23 $\pm$ 0.25 <sup>c</sup>   | T.E.                            | T.E.                            | 1.19 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>    | 0.80 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>  |
| $\alpha$ -Bisabolol         | 1809 | T.E.                           | T.E.                          | 3.70 $\pm$ 0.48 <sup>b</sup>   | 37.83 $\pm$ 2.98 <sup>d</sup>  | 11.47 $\pm$ 0.48 <sup>c</sup>   | T.E.                            | 2.12 $\pm$ 0.21 <sup>ab</sup>   | 1.69 $\pm$ 0.06 <sup>ab</sup> |
| Ceraniol                    | 1853 | T.E.                           | T.E.                          | 0.86 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>   | T.E.                           | 2.70 $\pm$ 0.41 <sup>c</sup>    | T.E.                            | 0.52 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>    | T.E.                          |
| cis-Kalamenen               | 1862 | 1.40 $\pm$ 0.31 <sup>ab</sup>  | 0.43 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>  | 1.65 $\pm$ 0.05 <sup>ab</sup>  | 1.58 $\pm$ 0.30 <sup>ab</sup>  | 5.14 $\pm$ 0.28 <sup>c</sup>    | T.E.                            | 3.04 $\pm$ 2.08 <sup>b</sup>    | 1.03 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>  |
| Etilen Brasilat             | 1883 | T.E.                           | T.E.                          | T.E.                           | T.E.                           | T.E.                            | T.E.                            | T.E.                            | 33.68 $\pm$ 1.46 <sup>a</sup> |
| Benzil alkol                | 1894 | T.E.                           | T.E.                          | 0.22 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>   | T.E.                           | 1.15 $\pm$ 0.95 <sup>b</sup>    | T.E.                            | 25.06 $\pm$ 0.29 <sup>c</sup>   | 0.72 $\pm$ 0.03 <sup>ab</sup> |

Çizelge 4.5. (devam)

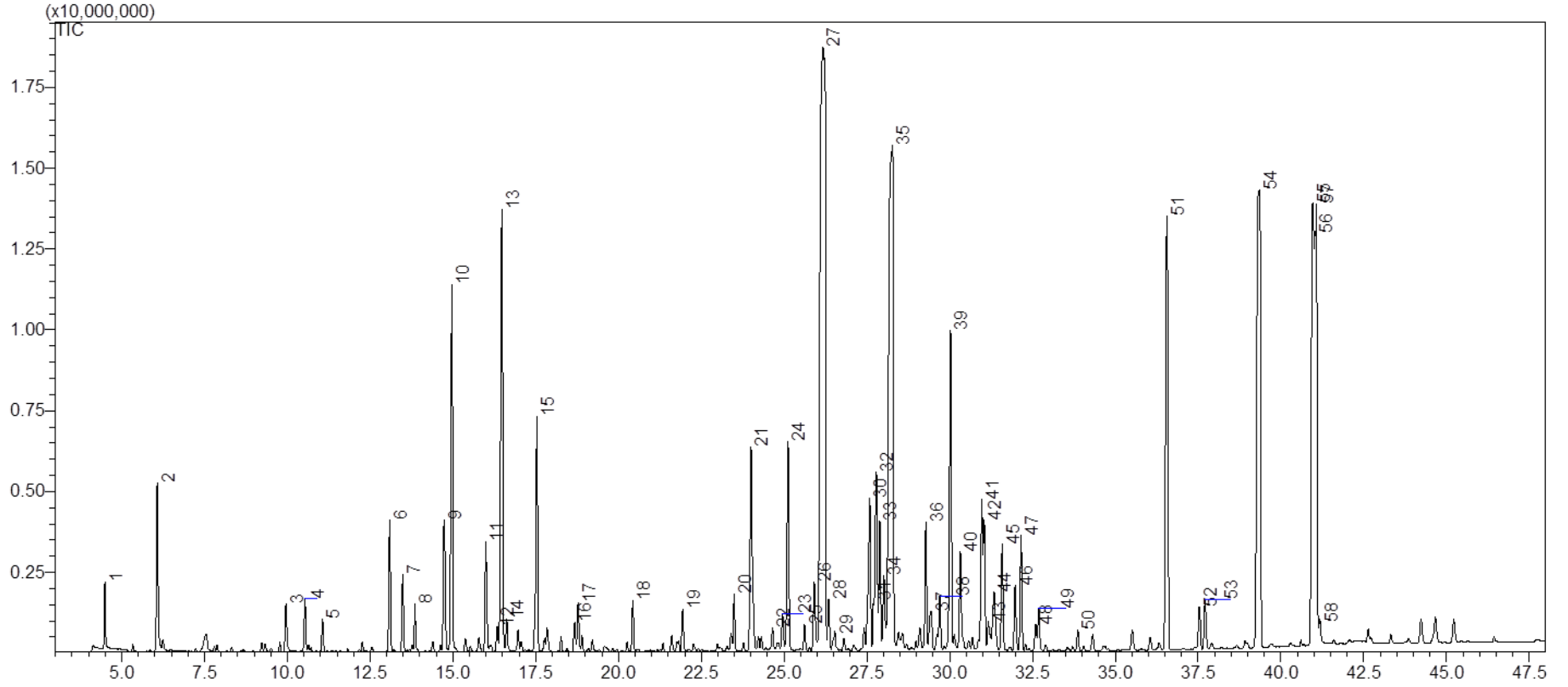
|                   |      |                         |                         |                          |                          |                          |                           |                           |                           |
|-------------------|------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Fenil etil alkol  | 1934 | 0.28±0.03 <sup>a</sup>  | 9.53±0.98 <sup>b</sup>  | 12.31±1.02 <sup>c</sup>  | 12.25±0.14 <sup>c</sup>  | 19.38±0.16 <sup>e</sup>  | 12.71±1.38 <sup>c</sup>   | 15.91±1.52 <sup>d</sup>   | 10.04±0.04 <sup>b</sup>   |
| Morfolin          | 1954 | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | T.E.                      | 7.92±1.92 <sup>a</sup>    |
| trans-β-Ionon     | 1956 | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     | 3.89±0.03 <sup>c</sup>   | 1.58±0.14 <sup>b</sup>    | T.E.                      | 1.15±0.28 <sup>a</sup>    |
| β-Ionon           | 1967 | T.E.                    | 0.63±0.00 <sup>a</sup>  | 2.17±0.52 <sup>b</sup>   | 0.68±0.16 <sup>a</sup>   | 5.98±0.16 <sup>c</sup>   | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      |
| metil-Miristat    | 2017 | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | 3.42±0.08 <sup>a</sup>    | T.E.                      |
| Karyofillen oksit | 2031 | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | 20.22±1.85 <sup>b</sup>   | 2.88±0.45 <sup>a</sup>    |
| Kübenol           | 2091 | 1.78±0.20 <sup>c</sup>  | 0.41±0.08 <sup>a</sup>  | 0.90±0.16 <sup>b</sup>   | T.E.                     | 2.61±0.34 <sup>d</sup>   | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      |
| 2-Propenoik asit  | 2104 | 85.39±1.91 <sup>b</sup> | 57.74±2.52 <sup>a</sup> | 62.65±3.71 <sup>a</sup>  | 202.86±2.12 <sup>e</sup> | 434.17±3.33 <sup>f</sup> | 208.60±12.43 <sup>e</sup> | 182.36±5.65 <sup>d</sup>  | 118.81±9.07 <sup>c</sup>  |
| Öjenol            | 2158 | 6.91±0.43 <sup>a</sup>  | 4.54±0.18 <sup>a</sup>  | 135.14±8.88 <sup>d</sup> | 19.32±0.61 <sup>ab</sup> | 241.37±8.64 <sup>f</sup> | 25.94±1.67 <sup>b</sup>   | 211.71±19.89 <sup>e</sup> | 111.77±11.05 <sup>c</sup> |
| α-epi-Murolol     | 2188 | 1.37±0.31 <sup>a</sup>  | 1.00±0.42 <sup>a</sup>  | 6.93±1.63 <sup>c</sup>   | 3.88±1.22 <sup>b</sup>   | 9.05±0.42 <sup>d</sup>   | 1.10±0.27 <sup>a</sup>    | 4.43±0.10 <sup>b</sup>    | 0.97±0.25 <sup>a</sup>    |
| Kavikol           | 2328 | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | 6.22±0.20 <sup>b</sup>    | 2.54±0.02 <sup>a</sup>    |

(RI: Retention Index (Alıkınma İndeksi), TE: Tespit edilemedi. Aynı satırda farklı harflerle (a-g) gösterilen değerler, sonuçların birbirinden P<0.05 düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.)

Çalışma kapsamında yapılan uçucu bileşen analizi sonucu elde edilen tepsili kurutucuda kurutulan reyhan örneğinin uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı ve TDBC-RHCK kodlu reyhan çayı örneğinin uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı Şekil 4.7. ve Şekil 4.8’de verilmiştir. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çayların uçucu bileşen profili Çizelge 4.6’da verilmiştir. Bu çizelgede, taze reyhan, 45 °C sıcaklık ve 1.5 m/s hava hızı koşullarında kurutulan reyhan ve kurutulan reyhanlardan 6 farklı formülasyonda üretilen reyhan çaylarına ait uçucu aroma bileşikleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. 45 °C sıcaklık ve 1.5 m/s hava hızı koşullarında kurutulan reyhan örneklerinde ve bu koşulda kurutulan reyhanlardan üretilen çaylarda ortalama 61 bileşik belirlenmiştir. Farklı formülasyonların bulunduğu her bir çay örneğinde, ilave edilen farklı bitki ve bileşikler, uçucu aroma bileşiklerinin miktarlarını değiştirmiş ve farklı bileşiklerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çayların uçucu bileşen profiline göz atıldığında, 1,8-sineol,  $\alpha$ -kübeben,  $\alpha$ -kopaen, linalol, linalol-L,  $\alpha$ -humulen, trans-karyofillen, karyofillen, (E)- $\beta$ -farnesen, 2-propenoik asit ve öjenol en çok bulunan bileşikler olarak gözlemlenmiştir. 1-okten-3-ol ve dl-limonen bileşiklerinin miktarları, kurutma işlemi ile azalırken,  $\beta$ -mirsen,  $\beta$ -pinen bileşiklerinin miktarları ise, kurutma sonrası artmıştır. Farklı formülasyonlara ilave edilen karanfil ve hibiskus bitkileri ile sitrik asit bileşiği arasında, karanfil bitkisinin uçucu aroma bileşikleri fark edilebilir düzeyde gözlemlenmiştir. Kavikol, karyofillen oksit ve nerolidol bileşikleri, karanfil bitkisinin ilave edildiği formülasyonlarda önemli düzeylerde tespit edilmiştir.



**Şekil 4.7.** Tepsili kurutucuda kurutulmuş reyhan örneğinin uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı (1: trans- $\beta$ -Ionon-5,6-epoksit, 2: 2-Propanon, 3: 2-Metilbütanal, 4: 3-Metilbütanal, 5: Bütanoik asit, 6:  $\alpha$ -Pinen, 7:  $\alpha$ -Fellandren, 8: Kamfen, 9: Hekzanal, 10:  $\beta$ -Pinen, 11: 1-Penten-3-ol, 12: Hekzanoik asit, 13: 2-Metil-3-heptanon, 14:  $\alpha$ -Terpinen, 15: dl-Limonen, 16: 1,8-Sineol, 17: (E)-2-Hekzenal, 18: Ksilen, 19:  $\beta$ -Mirsen, 20: cis-Osimen, 21: Stiren, 22: Asetik asit, 23: p-Simen, 24:  $\alpha$ -Terpinolen, 25: 2-Penten-1-ol, 26: 6-Metil-5-Hepten-2-On, 27: Oktanoik asit, 28: 3-Hexen-1-ol, 29: Nonanal, 30: 1-Okten-3-ol, 31:  $\alpha$ -Kübeben, 32: Borneol-L, 33: 2,4-Heptadienal, 34: cis-Linalol oksit, 35: 2-etil-hekzanol, 36:  $\alpha$ -Kopaen, 37: 3,5-Oktadien-2-on, 38: Benzaldehit, 39: Kamfor, 40: Linalol, 41: 1-Octanol, 42:  $\alpha$ -trans- Bergamoten, 43:  $\beta$ -Elemen, 44:  $\alpha$ -Guain, 45: trans-Karyofillen, 46: Aromadendren, 47: Benzoik asit, 48: (E)- $\beta$ -Farnesen, 49:  $\alpha$ -Humulen, 50: trans- $\beta$ -Karyofillen, 51:  $\alpha$ -Terpineol, 52: Germakren, 53:  $\alpha$ -Bulnesen, 54: Bisiklogermakren, 55:  $\gamma$ -Kadinen, 56: Fenil etil alkol, 57:  $\beta$ -Ionon, 58: 2-Propenoik asit, 59: Öjenol, 60:  $\alpha$ -epi-Murolol)



**Şekil 4.8.** TDBC-RHCK kodlu reyhan çayı örneğinin uçucu bileşen analizine ait GC-MS kromatogramı (1: trans- $\beta$ -Ionon-5,6-epoksit, 2: 2-Propanon, 3: 3-Metilbütanal, 4:  $\alpha$ -Pinen, 5: Hekzanal, 6:  $\beta$ -Pinen, 7:  $\beta$ -Mirsen, 8: 1-Penten-3-ol, 9: Hekzanoik asit, 10: 2-Metil-3-heptanon, 11:  $\alpha$ -Terpinen, 12: dl-Limonen, 13: 1,8-Sineol, 14: (E)-2-Hekzenal, 15: cis-Osimen, 16: Stiren, 17: Asetik asit, 18:  $\alpha$ -Terpinolen, 19: 6-Metil-5-Hepten-2-On, 20: 1-Hekzanol, 21: Oktanoik asit, 22: 3-Hexen-1-ol, 23: Nonanal, 24: 1-Okten-3-ol, 25:  $\alpha$ -Kübeben, 26: 2,4-Heptadienal, 27: Linalol-L, 28: Karveol, 29:  $\alpha$ -Kopaen, 30: 3,5-Oktadien-2-on, 31:  $\beta$ -Burbonen, 32: cis-Linalol oksit, 33: 1-Octanol, 34:  $\alpha$ -trans- Bergamoten, 35:  $\beta$ -Elemen, 36:  $\alpha$ -Guain, 37: trans-Karyofillen, 38: Karyofillen, 39: Aromadendren, 40:  $\beta$ -Sedren, 41: Benzoik asit, 42: (E)- $\beta$ -Farnesen, 43: Epiglobulol, 44:  $\alpha$ -Humulen, 45:  $\alpha$ -Terpineol, 46: Valensen, 47: Germakren, 48: Bisiklogermakren, 49:  $\gamma$ -Kadinen, 50: Nerolidol, 51: cis-Kalamenen, 52: Fenil etil alkol, 53:  $\beta$ -Ionon, 54: Karyofillen oksit, 55: 2-Propenoik asit, 56: Öjenol alkol, 57:  $\alpha$ -epi-Murolol, 58: Kavikol)

Çizelge 4.6. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutulmuş reyhanlardan üretilen çayların uçucu bileşen profili (µg/g)

| Bileşimin Adı             | RI   | Taze Reyhan              | 45-1.5                  | TDBC-R                   | TDBC-RC                  | TDBC-RH                 | TDBC-RHC                 | TDBC-RK                  | TDBC-RHCK                 |
|---------------------------|------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| trans-β-Ionon-5,6-epoksit | 668  | T.E.                     | 1.13±0.04 <sup>a</sup>  | 1.21±0.14 <sup>a</sup>   | 1.36±0.34 <sup>a</sup>   | 0.74±0.30 <sup>a</sup>  | 1.46±0.29 <sup>a</sup>   | T.E.                     | 2.34±0.24 <sup>b</sup>    |
| 2-Propanon                | 795  | 5.45±0.44 <sup>a</sup>   | 7.22±0.59 <sup>a</sup>  | 45.27±3.65 <sup>d</sup>  | 27.28±1.90 <sup>bc</sup> | 7.23±0.62 <sup>a</sup>  | 39.73±3.83 <sup>de</sup> | 22.76±3.97 <sup>b</sup>  | 136.05±14.03 <sup>e</sup> |
| 2-Metilbütanal            | 906  | 1.14±0.08 <sup>ab</sup>  | 1.52±0.31 <sup>bc</sup> | 0.82±0.05 <sup>a</sup>   | 0.85±0.14 <sup>a</sup>   | 0.66±0.06 <sup>a</sup>  | 1.65±0.44 <sup>c</sup>   | 0.94±0.03 <sup>a</sup>   | T.E.                      |
| 3-Metilbütanal            | 910  | 1.36±0.00 <sup>a</sup>   | 1.98±0.51 <sup>c</sup>  | 1.05±0.30 <sup>a</sup>   | 2.83±0.04 <sup>d</sup>   | 1.03±0.04 <sup>a</sup>  | 1.63±0.07 <sup>bc</sup>  | 1.12±0.17 <sup>ab</sup>  | 1.11±0.01 <sup>ab</sup>   |
| Bütanoik asit             | 982  | 0.27±0.09 <sup>a</sup>   | 0.38±0.05 <sup>b</sup>  | T.E.                     | 0.61±0.01 <sup>c</sup>   | 0.42±0.04 <sup>b</sup>  | T.E.                     | 0.66±0.01 <sup>c</sup>   | T.E.                      |
| α-Pinen                   | 1021 | 6.27±0.17 <sup>a</sup>   | 53.83±2.06 <sup>b</sup> | 80.20±0.52 <sup>c</sup>  | 93.66±17.31 <sup>c</sup> | 47.95±3.13 <sup>b</sup> | 52.35±4.92 <sup>b</sup>  | 51.75±2.35 <sup>b</sup>  | 58.72±17.09 <sup>b</sup>  |
| α-Fellandren              | 1025 | 0.40±0.01 <sup>a</sup>   | 1.70±0.02 <sup>c</sup>  | T.E.                     | 1.01±0.37 <sup>b</sup>   | 0.77±0.16 <sup>ab</sup> | 0.91±0.17 <sup>b</sup>   | 0.72±0.07 <sup>ab</sup>  | T.E.                      |
| Kamfen                    | 1066 | T.E.                     | 1.82±0.12 <sup>c</sup>  | T.E.                     | 1.01±0.03 <sup>b</sup>   | 0.57±0.08 <sup>a</sup>  | T.E.                     | 0.61±0.03 <sup>a</sup>   | T.E.                      |
| Hekzanal                  | 1080 | 4.04±0.05 <sup>e</sup>   | 3.42±0.54 <sup>de</sup> | 2.20±0.12 <sup>bc</sup>  | 2.80±0.16 <sup>cd</sup>  | 1.33±0.05 <sup>a</sup>  | 2.88±0.13 <sup>d</sup>   | 1.53±0.01 <sup>ab</sup>  | 1.66±0.53 <sup>ab</sup>   |
| β-Pinen                   | 1102 | 9.14±1.22 <sup>a</sup>   | 31.39±0.65 <sup>f</sup> | 18.35±1.18 <sup>bc</sup> | 28.07±1.10 <sup>e</sup>  | 17.01±0.73 <sup>b</sup> | 20.76±0.41 <sup>d</sup>  | 19.97±0.73 <sup>cd</sup> | 16.36±0.35 <sup>b</sup>   |
| Ksilen                    | 1128 | T.E.                     | 1.40±0.01 <sup>c</sup>  | 0.50±0.17 <sup>a</sup>   | 1.20±0.28 <sup>bc</sup>  | 0.48±0.04 <sup>a</sup>  | 1.06±0.15 <sup>b</sup>   | T.E.                     | T.E.                      |
| β-Mirsen                  | 1149 | 14.30±0.51 <sup>a</sup>  | 35.97±0.76 <sup>c</sup> | 36.99±1.72 <sup>c</sup>  | 44.82±2.33 <sup>d</sup>  | 26.04±0.32 <sup>b</sup> | 46.94±1.14 <sup>d</sup>  | 25.77±1.75 <sup>b</sup>  | 27.63±0.38 <sup>b</sup>   |
| 1-Penten-3-ol             | 1159 | T.E.                     | 2.61±0.20 <sup>c</sup>  | 1.09±0.47 <sup>b</sup>   | 1.30±0.90 <sup>b</sup>   | 0.68±0.20 <sup>ab</sup> | 1.34±0.50 <sup>b</sup>   | 1.10±0.28 <sup>b</sup>   | 0.88±0.29 <sup>ab</sup>   |
| Hekzanoik asit            | 1182 | 0.43±0.08 <sup>a</sup>   | 6.32±0.12 <sup>b</sup>  | 2.99±0.21 <sup>ab</sup>  | 3.38±0.07 <sup>ab</sup>  | 1.69±0.19 <sup>a</sup>  | 2.77±0.09 <sup>a</sup>   | 2.07±0.23 <sup>a</sup>   | 15.71±3.92 <sup>c</sup>   |
| α-Terpinen                | 1185 | T.E.                     | 2.43±0.05 <sup>ab</sup> | 3.05±1.81 <sup>ab</sup>  | 3.85±0.10 <sup>b</sup>   | 1.88±0.58 <sup>a</sup>  | 3.49±1.01 <sup>ab</sup>  | 1.92±0.14 <sup>a</sup>   | 1.79±0.07 <sup>a</sup>    |
| dl-Limonen                | 1189 | 39.03±0.34 <sup>d</sup>  | 19.17±0.31 <sup>b</sup> | 33.72±0.21 <sup>c</sup>  | 38.62±3.75 <sup>d</sup>  | 21.88±0.52 <sup>b</sup> | 41.29±2.26 <sup>d</sup>  | 19.65±0.22 <sup>b</sup>  | 13.18±2.16 <sup>a</sup>   |
| 1,8-Sineol                | 1212 | 109.30±3.20 <sup>d</sup> | 86.43±0.87 <sup>b</sup> | 87.84±2.21 <sup>b</sup>  | 97.08±3.73 <sup>c</sup>  | 62.83±0.40 <sup>a</sup> | 109.38±2.60 <sup>d</sup> | 84.40±0.89 <sup>b</sup>  | 82.16±5.03 <sup>b</sup>   |

Çizelge 4.6. (devam)

|                       |      |                         |                         |                         |                         |                          |                         |                          |                          |
|-----------------------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (E)-2-Hekzenal        | 1225 | 29.74±0.44 <sup>d</sup> | 6.17±0.91 <sup>ab</sup> | 7.41±1.50 <sup>bc</sup> | 8.74±0.59 <sup>c</sup>  | 4.45±0.24 <sup>a</sup>   | 5.11±0.96 <sup>a</sup>  | 6.03±0.53 <sup>ab</sup>  | 6.21±0.77 <sup>ab</sup>  |
| cis-Osimen            | 1236 | T.E.                    | 6.07±0.41 <sup>b</sup>  | 6.00±0.92 <sup>b</sup>  | 6.91±0.74 <sup>b</sup>  | 4.02±0.14 <sup>a</sup>   | 7.40±0.23 <sup>b</sup>  | 3.66±0.99 <sup>a</sup>   | 3.26±0.68 <sup>a</sup>   |
| γ-Terpinen            | 1246 | 0.62±0.01 <sup>a</sup>  | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     |
| 3-Oktanon             | 1256 | 1.49±0.02 <sup>a</sup>  | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     |
| Stiren                | 1258 | 3.84±0.03 <sup>a</sup>  | 6.49±0.57 <sup>b</sup>  | 4.76±1.12 <sup>ab</sup> | 5.14±0.71 <sup>ab</sup> | 2.73±0.82 <sup>ab</sup>  | 6.19±0.68 <sup>ab</sup> | 5.68±0.45 <sup>ab</sup>  | 6.39±1.80 <sup>b</sup>   |
| Asetik asit           | 1270 | 0.46±0.04 <sup>a</sup>  | 4.01±0.05 <sup>b</sup>  | 9.52±0.00 <sup>e</sup>  | 5.13±0.41 <sup>bc</sup> | 5.02±1.10 <sup>a</sup>   | 6.87±1.39 <sup>d</sup>  | 5.89±0.09 <sup>cd</sup>  | 7.30±1.24 <sup>d</sup>   |
| p-Simen               | 1272 | 0.80±0.05 <sup>a</sup>  | 4.95±0.06 <sup>d</sup>  | 4.24±0.11 <sup>c</sup>  | 1.85±0.61 <sup>b</sup>  | 1.77±0.08 <sup>b</sup>   | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     |
| α-Terpinolen          | 1283 | 0.84±0.04 <sup>a</sup>  | 6.71±0.11 <sup>c</sup>  | 9.75±0.01 <sup>d</sup>  | 10.89±1.34 <sup>d</sup> | 4.75±0.75 <sup>b</sup>   | 5.53±0.48 <sup>bc</sup> | 5.07±0.20 <sup>b</sup>   | 5.49±0.87 <sup>bc</sup>  |
| 2-Penten-1-ol         | 1327 | 0.33±0.04 <sup>ab</sup> | 2.69±0.02 <sup>d</sup>  | 1.55±0.11 <sup>c</sup>  | 1.10±0.53 <sup>bc</sup> | 0.73±0.31 <sup>abc</sup> | 1.55±0.75 <sup>c</sup>  | T.E.                     | T.E.                     |
| 6-Metil-5-Hepten-2-On | 1343 | 0.71±0.10 <sup>a</sup>  | 2.23±0.35 <sup>d</sup>  | 1.51±0.19 <sup>bc</sup> | 1.45±0.47 <sup>bc</sup> | 0.90±0.08 <sup>ab</sup>  | 1.79±0.12 <sup>cd</sup> | 1.30±0.09 <sup>abc</sup> | 1.67±0.38 <sup>cd</sup>  |
| 1-Hekzanol            | 1359 | 1.18±0.25 <sup>ab</sup> | T.E.                    | T.E.                    | 9.81±1.73 <sup>d</sup>  | 5.94±0.03 <sup>c</sup>   | 13.66±0.90 <sup>e</sup> | 3.18±1.51 <sup>b</sup>   | 7.30±1.83 <sup>cd</sup>  |
| Oktanoik asit         | 1390 | 0.12±0.04 <sup>a</sup>  | 0.79±0.04 <sup>b</sup>  | 1.19±0.19 <sup>c</sup>  | 0.99±0.22 <sup>bc</sup> | 0.73±0.01 <sup>b</sup>   | 1.24±0.14 <sup>c</sup>  | T.E.                     | 1.56±0.00 <sup>d</sup>   |
| 3-Hexen-1-ol          | 1393 | 15.28±0.93 <sup>c</sup> | 2.58±0.12 <sup>a</sup>  | 4.64±1.38 <sup>b</sup>  | 4.52±0.41 <sup>b</sup>  | 2.45±0.81 <sup>a</sup>   | 3.18±0.51 <sup>ab</sup> | 2.38±0.45 <sup>a</sup>   | 2.93±0.07 <sup>ab</sup>  |
| Nonanal               | 1399 | T.E.                    | 4.60±0.54 <sup>a</sup>  | 9.11±0.22 <sup>b</sup>  | 6.90±1.06 <sup>ab</sup> | 3.90±0.01 <sup>a</sup>   | 3.88±0.56 <sup>a</sup>  | 5.06±0.01 <sup>a</sup>   | 13.25±3.62 <sup>c</sup>  |
| 2-Hekzen-1-ol         | 1412 | 0.74±0.03 <sup>a</sup>  | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     |
| 1-Okten-3-ol          | 1452 | 35.52±2.62 <sup>c</sup> | 5.14±0.35 <sup>b</sup>  | 4.84±1.32 <sup>b</sup>  | 3.39±0.52 <sup>ab</sup> | 2.60±0.81 <sup>ab</sup>  | 1.40±0.35 <sup>a</sup>  | 2.00±0.33 <sup>a</sup>   | 2.65±0.03 <sup>ab</sup>  |
| α-Kübeben             | 1465 | 3.11±0.17 <sup>b</sup>  | 1.95±0.14 <sup>a</sup>  | 14.34±1.68 <sup>c</sup> | 11.49±0.54 <sup>c</sup> | 11.36±1.50 <sup>c</sup>  | 5.73±1.53 <sup>b</sup>  | 22.09±2.39 <sup>d</sup>  | 269.58±0.53 <sup>c</sup> |
| Borneol-L             | 1472 | T.E.                    | 2.81±0.09 <sup>a</sup>  | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     |
| 2,4-Heptadienal       | 1476 | 5.52±0.28 <sup>a</sup>  | 13.30±0.04 <sup>b</sup> | 6.47±0.61 <sup>a</sup>  | 7.32±3.53 <sup>a</sup>  | 5.50±0.02 <sup>a</sup>   | 12.45±2.05 <sup>b</sup> | 4.33±0.45 <sup>a</sup>   | 7.99±1.32 <sup>a</sup>   |
| trans-Sabinen hidrat  | 1477 | 11.14±0.05 <sup>a</sup> | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                    | T.E.                     | T.E.                     |

Çizelge 4.6. (devam)

|                    |      |                          |                          |                           |                           |                           |                           |                           |                             |
|--------------------|------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| cis-Linalol oksit  | 1487 | 1.61±0.05 <sup>a</sup>   | 6.08±0.37 <sup>d</sup>   | 2.67±0.45 <sup>b</sup>    | 2.30±0.46 <sup>ab</sup>   | 2.53±0.26 <sup>ab</sup>   | 2.74±0.41 <sup>b</sup>    | 3.86±0.06 <sup>c</sup>    | 2.65±0.64 <sup>b</sup>      |
| Karveol            | 1480 | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | 5.23±0.17 <sup>a</sup>      |
| 2-etil-hekzanol    | 1493 | 6.44±0.24 <sup>d</sup>   | 2.85±0.03 <sup>c</sup>   | 0.63±0.04 <sup>a</sup>    | 1.16±0.08 <sup>b</sup>    | 0.70±0.14 <sup>a</sup>    | 0.64±0.06 <sup>a</sup>    | T.E.                      | T.E.                        |
| α-Kopaen           | 1504 | 4.55±0.12 <sup>ab</sup>  | 3.16±0.42 <sup>a</sup>   | 20.73±2.01 <sup>cd</sup>  | 18.55±3.44 <sup>bcd</sup> | 10.10±0.77 <sup>abc</sup> | 12.81±0.63 <sup>abc</sup> | 27.92±2.09 <sup>d</sup>   | 247.06±15.56 <sup>e</sup>   |
| 3,5-Oktadien-2-on  | 1532 | 0.08±0.05 <sup>a</sup>   | 10.56±0.41 <sup>c</sup>  | 3.48±1.45 <sup>b</sup>    | 2.99±1.10 <sup>b</sup>    | 2.05±0.99 <sup>b</sup>    | 2.79±0.37 <sup>b</sup>    | 2.40±0.62 <sup>b</sup>    | 3.54±0.64 <sup>b</sup>      |
| β-Burbonen         | 1536 | 4.02±0.54 <sup>a</sup>   | T.E.                     | 17.40±0.00 <sup>d</sup>   | 13.08±0.33 <sup>c</sup>   | 7.85±0.08 <sup>b</sup>    | 17.23±1.10 <sup>d</sup>   | 11.41±0.79 <sup>c</sup>   | 21.84±2.37 <sup>e</sup>     |
| Benzaldehit        | 1543 | 4.61±0.25 <sup>a</sup>   | 10.73±0.28 <sup>b</sup>  | 14.73±0.03 <sup>c</sup>   | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                        |
| Kamfor             | 1544 | T.E.                     | 5.03±0.53 <sup>a</sup>   | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                        |
| Linalol            | 1549 | 157.50±3.12 <sup>c</sup> | 246.05±3.96 <sup>d</sup> | 314.12±16.02 <sup>e</sup> | 322.29±11.61 <sup>e</sup> | 1.03±0.01 <sup>a</sup>    | 382.52±39.50 <sup>b</sup> | T.E.                      | T.E.                        |
| Linalol-L          | 1550 | T.E.                     | T.E.                     | 75.12±4.19 <sup>a</sup>   | T.E.                      | 217.34±46.19 <sup>b</sup> | 67.88±3.39 <sup>c</sup>   | 274.51±18.35 <sup>b</sup> | 608.47±82.49 <sup>d</sup>   |
| 1-Octanol          | 1562 | 0.30±0.03 <sup>a</sup>   | 4.40±0.23 <sup>d</sup>   | 2.38±0.13 <sup>c</sup>    | 2.42±0.72 <sup>c</sup>    | 1.12±0.24 <sup>b</sup>    | 2.65±0.08 <sup>c</sup>    | 1.36±0.28 <sup>b</sup>    | 1.13±0.24 <sup>b</sup>      |
| α-trans-Bergamoten | 1594 | 27.30±0.86 <sup>ab</sup> | 27.83±0.45 <sup>ab</sup> | 37.22±3.47 <sup>c</sup>   | 38.15±2.50 <sup>c</sup>   | 24.95±2.35 <sup>a</sup>   | 34.74±1.17 <sup>bc</sup>  | 26.67±0.81 <sup>ab</sup>  | 74.24±8.21 <sup>d</sup>     |
| β-Element          | 1601 | 22.11±0.45 <sup>a</sup>  | 14.01±0.53 <sup>a</sup>  | 73.08±5.27 <sup>d</sup>   | 52.42±1.59 <sup>c</sup>   | 20.45±0.37 <sup>a</sup>   | 46.88±1.39 <sup>c</sup>   | 32.59±2.79 <sup>b</sup>   | 104.03±8.84 <sup>e</sup>    |
| α-Guain            | 1607 | 7.10±0.21 <sup>a</sup>   | 10.48±0.73 <sup>ab</sup> | 37.06±3.45 <sup>e</sup>   | 28.99±1.90 <sup>d</sup>   | 11.89±0.08 <sup>abc</sup> | 16.41±1.94 <sup>bc</sup>  | 17.36±0.44 <sup>c</sup>   | 65.98±6.53 <sup>f</sup>     |
| trans-Karyofillen  | 1619 | 0.55±0.01 <sup>a</sup>   | 5.11±0.34 <sup>cd</sup>  | 9.99±0.67 <sup>f</sup>    | 6.59±0.79 <sup>de</sup>   | 4.33±0.75 <sup>c</sup>    | 10.26±1.32 <sup>f</sup>   | 205.88±1.97 <sup>b</sup>  | 7.19±0.20 <sup>e</sup>      |
| Karyofillen        | 1622 | 7.07±0.25 <sup>a</sup>   | T.E.                     | T.E.                      | 3.80±1.28 <sup>a</sup>    | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | 1536.26±282.01 <sup>b</sup> |
| Aromadendren       | 1626 | 1.62±0.17 <sup>a</sup>   | 2.32±0.21 <sup>ab</sup>  | 4.31±1.58 <sup>ab</sup>   | 4.90±0.59 <sup>b</sup>    | 2.30±0.51 <sup>ab</sup>   | 3.74±0.99 <sup>ab</sup>   | 19.69±0.27 <sup>c</sup>   | 53.55±3.05 <sup>d</sup>     |
| β-Sedren           | 1627 | 1.83±0.21 <sup>b</sup>   | T.E.                     | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                      | 0.84±0.06 <sup>a</sup>    | 36.17±0.17 <sup>c</sup>     |
| Benzoik asit       | 1643 | 1.91±0.06 <sup>abc</sup> | 1.76±0.08 <sup>ab</sup>  | 2.50±0.06 <sup>c</sup>    | 2.29±0.29 <sup>bc</sup>   | 1.37±0.15 <sup>a</sup>    | 2.57±0.10 <sup>c</sup>    | 3.31±0.03 <sup>d</sup>    | 21.91±1.74 <sup>e</sup>     |
| (E)-β-Farnesen     | 1669 | 4.21±0.48 <sup>a</sup>   | 10.35±0.11 <sup>b</sup>  | 22.27±1.49 <sup>d</sup>   | 18.40±0.18 <sup>c</sup>   | 11.07±0.47 <sup>b</sup>   | 24.83±2.54 <sup>d</sup>   | 15.46±1.17 <sup>e</sup>   | 48.11±3.03 <sup>f</sup>     |

Çizelge 4.6. (devam)

|                     |      |                          |                          |                           |                           |                         |                           |                          |                           |
|---------------------|------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Epiglobulol         | 1676 | T.E.                     | T.E.                     | 7.28±0.00 <sup>b</sup>    | 4.61±0.87 <sup>a</sup>    | T.E.                    | 10.30±1.41 <sup>c</sup>   | 6.20±0.23 <sup>b</sup>   | 11.61±0.01 <sup>c</sup>   |
| α-Humulen           | 1694 | 10.30±0.79 <sup>a</sup>  | 13.38±0.66 <sup>a</sup>  | 32.48±3.51 <sup>bc</sup>  | 24.10±1.92 <sup>ab</sup>  | 12.55±0.10 <sup>a</sup> | 15.62±0.32 <sup>ab</sup>  | 43.33±1.19 <sup>c</sup>  | 224.55±20.54 <sup>d</sup> |
| trans-β-Karyofillen | 1702 | 2.90±0.47 <sup>bc</sup>  | 1.58±0.22 <sup>a</sup>   | 2.64±0.31 <sup>abc</sup>  | 4.20±0.82 <sup>d</sup>    | 1.70±0.32 <sup>ab</sup> | 3.40±0.94 <sup>cd</sup>   | 2.07±0.10 <sup>ab</sup>  | T.E.                      |
| α-Terpineol         | 1712 | 14.19±1.28 <sup>bc</sup> | 12.27±0.05 <sup>ab</sup> | 17.29±2.00 <sup>cd</sup>  | 14.34±1.11 <sup>bc</sup>  | 8.68±0.29 <sup>a</sup>  | 19.90±1.45 <sup>d</sup>   | 13.51±0.89 <sup>bc</sup> | 25.15±4.05 <sup>e</sup>   |
| Valensen            | 1725 | 0.19±0.01 <sup>ab</sup>  | T.E.                     | 0.55±0.29 <sup>b</sup>    | 1.16±0.25 <sup>c</sup>    | 0.60±0.12 <sup>b</sup>  | 1.86±0.07 <sup>d</sup>    | T.E.                     | 8.58±0.33 <sup>e</sup>    |
| Germakren           | 1733 | 32.72±1.40 <sup>c</sup>  | 7.44±0.17 <sup>a</sup>   | 50.13±4.22 <sup>e</sup>   | 38.85±1.42 <sup>cd</sup>  | 13.62±0.09 <sup>a</sup> | 42.89±2.01 <sup>d</sup>   | 22.41±2.82 <sup>b</sup>  | 109.89±6.01 <sup>f</sup>  |
| α-Bulnesen          | 1739 | 0.45±0.06 <sup>a</sup>   | 4.25±0.03 <sup>b</sup>   | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                    | T.E.                      | T.E.                     | T.E.                      |
| β-Selinen           | 1752 | 2.49±0.17 <sup>a</sup>   | T.E.                     | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                    | T.E.                      | 2.75±0.04 <sup>b</sup>   | T.E.                      |
| α-Selinen           | 1755 | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                    | 13.36±0.04 <sup>a</sup>   | T.E.                     | T.E.                      |
| Bisiklogermakren    | 1761 | 9.95±0.68 <sup>b</sup>   | 4.82±0.91 <sup>a</sup>   | 24.28±2.29 <sup>e</sup>   | 18.90±1.00 <sup>d</sup>   | 7.64±0.06 <sup>ab</sup> | 23.18±2.15 <sup>e</sup>   | 13.72±0.67 <sup>c</sup>  | 64.82±2.40 <sup>f</sup>   |
| γ-Kadinen           | 1784 | 2.87±0.39 <sup>a</sup>   | 14.82±0.27 <sup>bc</sup> | 21.70±0.89 <sup>d</sup>   | 18.34±0.47 <sup>cd</sup>  | 10.85±1.30 <sup>b</sup> | 35.14±4.21 <sup>e</sup>   | 15.44±0.18 <sup>c</sup>  | 57.88±2.74 <sup>f</sup>   |
| Nerolidol           | 1808 | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                    | T.E.                      | 9.04±0.79 <sup>a</sup>   | 71.17±0.07 <sup>b</sup>   |
| cis-Kalamenen       | 1862 | 1.40±0.31 <sup>c</sup>   | T.E.                     | 0.92±0.20 <sup>bc</sup>   | 0.97±0.28 <sup>bc</sup>   | 0.42±0.02 <sup>ab</sup> | 1.33±0.04 <sup>c</sup>    | 2.49±0.25 <sup>d</sup>   | 13.91±0.49 <sup>e</sup>   |
| Fenil etil alkol    | 1934 | 0.28±0.03 <sup>a</sup>   | 5.70±0.64 <sup>f</sup>   | 4.05±0.23 <sup>de</sup>   | 4.40±0.21 <sup>e</sup>    | 2.06±0.15 <sup>b</sup>  | 3.17±0.46 <sup>cd</sup>   | 2.37±0.03 <sup>bc</sup>  | 6.83±0.81 <sup>g</sup>    |
| β-Ionon             | 1967 | T.E.                     | 3.00±0.28 <sup>d</sup>   | 1.10±0.15 <sup>bc</sup>   | 1.08±0.14 <sup>bc</sup>   | 0.64±0.04 <sup>a</sup>  | 1.00±0.01 <sup>b</sup>    | 1.11±0.14 <sup>bc</sup>  | 1.37±0.07 <sup>c</sup>    |
| Karyofillen oksit   | 2031 | T.E.                     | T.E.                     | T.E.                      | T.E.                      | T.E.                    | T.E.                      | 4.72±0.62 <sup>a</sup>   | 43.62±8.19 <sup>b</sup>   |
| Kübenol             | 2091 | 1.78±0.20 <sup>b</sup>   | T.E.                     | 0.72±0.12 <sup>a</sup>    | 0.53±0.05 <sup>a</sup>    | T.E.                    | T.E.                      | T.E.                     | T.E.                      |
| 2-Propenoik asit    | 2104 | 85.39±1.91 <sup>a</sup>  | 87.95±2.33 <sup>a</sup>  | 189.78±20.17 <sup>c</sup> | 171.73±1.13 <sup>bc</sup> | 87.10±0.41 <sup>a</sup> | 267.76±31.90 <sup>d</sup> | 146.18±3.38 <sup>b</sup> | 582.93±6.28 <sup>e</sup>  |
| Öjenol              | 2179 | 6.91±0.43 <sup>a</sup>   | 23.01±0.29 <sup>cd</sup> | 22.43±3.61 <sup>cd</sup>  | 15.84±0.04 <sup>bc</sup>  | 11.19±0.17 <sup>b</sup> | 30.75±1.26 <sup>d</sup>   | 293.24±2.75 <sup>e</sup> | 515.92±9.64 <sup>f</sup>  |

Çizelge 4.6. (devam)

|                       |      |                        |                         |                        |                         |                        |                         |                         |                         |
|-----------------------|------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $\alpha$ -epi-Murolol | 2188 | 1.37±0.31 <sup>c</sup> | 2.91±0.09 <sup>ab</sup> | 3.83±0.10 <sup>b</sup> | 18.59±0.12 <sup>d</sup> | 1.88±0.50 <sup>a</sup> | 2.45±0.07 <sup>ab</sup> | 2.75±0.98 <sup>ab</sup> | 7.69±1.49 <sup>c</sup>  |
| Kavikol               | 2328 | T.E.                   | T.E.                    | T.E.                   | T.E.                    | T.E.                   | T.E.                    | 2.43±0.27 <sup>a</sup>  | 22.74±0.34 <sup>b</sup> |

(RI: Retention Index (Alıkonma İndeksi), TE: Tespit edilemedi. Aynı satırda farklı harflerle (a-g) gösterilen değerler, sonuçların birbirinden P<0.05 düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.)

5 farklı taze reyhan türünün aroma profilinin incelendiği çalışmada; linalool, methyl kavikol, öjenol, bergamoten ve metil sinamat bileşiklerinin, miktarı en fazla tespit edilen bileşikler olduğu bildirilmiştir (Klimankova vd., 2008). Yousif vd (1999), taze reyhan örneklerine yaptıkları aroma analizi sonucunda, 20 uçucu bileşik tespit etmiş, en yüksek miktarda tespit edilen bileşiklerin, linalol ve metil kavikol olduğunu belirtmişlerdir. Maroto vd (2004), kuru reyhan örneklerine yaptıkları aroma analizi sonucunda, öjenol ve linalol bileşikleri ana bileşikler olmak üzere 27 uçucu bileşik tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Kuru reyhan örneklerinin uçucu bileşiklerinin incelendiği bir başka çalışmada ise, ana bileşenlerin linalol ve 1,8-sineol olduğu 23 bileşiğin tespit edildiği belirtilmiştir (Barbieri vd., 2004). Siyah çaydan instant çayın üretildiği bir çalışmada, yapılan aroma analizinde, 63 bileşiğin tespit edildiği bildirilmiştir (Kraujalyte vd., 2016). Yeşil çay tozunun incelendiği çalışmada, yapılan aroma analizinde linalol, 3-metilbütanal, 2-metilbütanal,  $\rho$ -kresol 2,6-di-tert-butil ve  $\alpha$ -terpineol bileşiklerinin baskın olarak bulunduğu belirtilmiştir (Tontul vd., 2013).

Reyhan çayları, uçucu bileşen profilleri bakımından kendi aralarında kıyaslandığında, tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çayların uçucu aroma bileşiklerinin miktarının, yarı gölgede kurutulan reyhan örneklerinden üretilen çaylarda tespit edilen aynı bileşiklere göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ancak tespit edilen bileşik sayısı bakımından kıyaslama yapıldığında, yarı gölgede kurutulan reyhan örneklerinden üretilen çayların uçucu aroma bileşiklerinin daha fazla olduğu saptanmıştır. Şerbet ve çay örneklerinin uçucu bileşen profili karşılaştırıldığında, çay örneklerinin uçucu bileşiklerinin sayı ve miktarının şerbette tespit edilen uçucu bileşiklere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılan diğer çalışmalara bakıldığında, genel olarak reyhan bitkisinin birçok türünün aroma profili incelenmiş ve benzer bileşiklerin baskın olarak görüldüğü gözlemlenmiştir. Bu bileşikler arasındaki miktar farklılıklarının nedeninin, reyhan türü farklılığı ile iklim farklılığına dayandığı düşünülmektedir. Bitki çaylarının aroma profilini inceleyen diğer çalışmalarda, yine çalışma kapsamında tespit edilen bileşiklere benzer uçucu bileşiklere rastlanmıştır. Ancak uçucu bileşiklerin miktarı bakımından kıyaslama yapıldığında, reyhan bitkisinden üretilen çaylarda çok daha yüksek sonuçlara rastlandığı görülmektedir.

#### 4.9. Renk Analizi Sonuçları

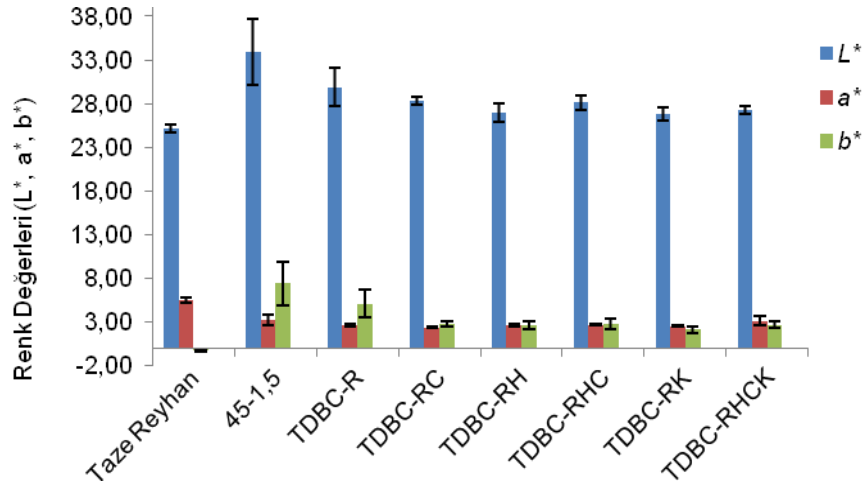
Renk, tarımsal ürünlerin pazarlanmasında en önemli kalite özelliklerindedir. Kurutulan tarımsal ürünlerin, yaş iken sahip oldukları rengi koruması beklenir. Kararmış ve parlaklığını kaybetmiş ürünlerin, ticari değeri önemli ölçüde düşmekte ve üründe biyokimyasal ve mikrobiyal reaksiyonlarının gerçekleştiğine işaret etmektedir (İnan, 2010).

Taze ve farklı koşullarda kurutulmuş reyhan ile reyhan çayı ve şerbeti örneklerinin renk değerleri incelenmiştir. Ölçülen  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri kullanılarak çay ve şerbet örneklerine ait grafikler çizilmiştir. Şekil 4.9'da reyhan şerbetine ait renk değerleri verilmiştir.



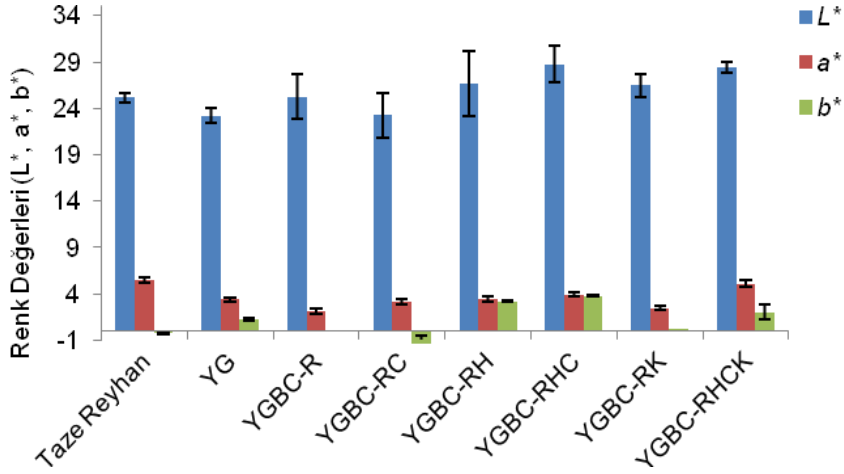
Şekil 4.9. Reyhan şerbeti renk değerleri

Şekil 4.10'da tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çayların renk değerleri verilmiştir.



Şekil 4.10. Reyhan çayı renk değerleri

Aşağıda yarı gölgede kurutulmuş reyhanlardan üretilen çayların renk değerleri verilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Reyhan çayı renk değerleri

Taze ve farklı koşullarda kurutulmuş reyhan ile reyhan çayı ve şerbeti örneklerinin kroma (C), toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ) ve kahverengileşme indeksi (BI) değerleri ile Hue açısı (H), Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Renk analizi sonuçları

| Örnek          | $\Delta E$               | Hue Açısı(°)             | Kroma                    | BI                        |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Taze Reyhan    | 25.75±0.41               | 357.26±0.53              | 5.49±0.28                | 14.08±1.12                |
| YG             | 3.39±0.78                | 20.63±2.99               | 3.64±0.19                | 15.96±0.34                |
| 45-1.5         | 12.00±3.90               | 64.92±3.59               | 8.13±2.57                | 30.81±6.98                |
| YGBC-R         | 3.90±0.42 <sup>ab</sup>  | 2.15±0.49 <sup>a</sup>   | 2.13±0.28 <sup>a</sup>   | 6.26±0.19 <sup>a</sup>    |
| YGBC-RC        | 4.24±1.16 <sup>abc</sup> | 358.12±2.89 <sup>a</sup> | 3.52±0.61 <sup>cd</sup>  | 3.95±2.17 <sup>a</sup>    |
| YGBC-RH        | 5.76±1.20 <sup>abc</sup> | 43.25±2.31 <sup>b</sup>  | 4.72±0.20 <sup>e</sup>   | 22.53±3.81 <sup>b</sup>   |
| YGBC-RHC       | 5.98±1.58 <sup>abc</sup> | 44.17±1.54 <sup>b</sup>  | 5.48±0.15 <sup>f</sup>   | 23.99±2.23 <sup>b</sup>   |
| YGBC-RK        | 3.69±0.64 <sup>a</sup>   | 4.64±0.56 <sup>a</sup>   | 2.48±0.25 <sup>b</sup>   | 7.34±0.33 <sup>a</sup>    |
| YGBC-RHCK      | 4.06±1.38 <sup>ab</sup>  | 21.75±9.33 <sup>b</sup>  | 5.58±0.02 <sup>g</sup>   | 20.05±2.03 <sup>d</sup>   |
| TDBC-R         | 7.82±1.99 <sup>d</sup>   | 61.16±6.06 <sup>d</sup>  | 5.77±1.46 <sup>g</sup>   | 24.57±4.70 <sup>e</sup>   |
| TDBC-RC        | 5.46±0.04 <sup>c</sup>   | 49.99±3.39 <sup>cd</sup> | 3.74±0.22 <sup>cde</sup> | 16.53±0.86 <sup>bc</sup>  |
| TDBC-RH        | 4.47±0.46 <sup>abc</sup> | 44.07±6.00 <sup>c</sup>  | 3.82±0.29 <sup>cde</sup> | 17.42±1.06 <sup>bcd</sup> |
| TDBC-RHC       | 5.19±0.37 <sup>bc</sup>  | 46.09±5.47 <sup>c</sup>  | 3.90±0.49 <sup>de</sup>  | 17.21±2.07 <sup>bcd</sup> |
| TDBC-RK        | 4.27±0.82 <sup>abc</sup> | 39.32±4.20 <sup>c</sup>  | 3.32±0.35 <sup>c</sup>   | 14.84±1.50 <sup>b</sup>   |
| TDBC-RHCK      | 4.37±0.59 <sup>abc</sup> | 40.09±0.28 <sup>c</sup>  | 4.14±0.6 <sup>3e</sup>   | 18.45±2.57 <sup>cd</sup>  |
| Reyhan Şerbeti | 66.76±0.40               | 346.68±0.97              | 51.31±2.11               | 27.46±0.11                |

(a,b,c,d,e,f,g: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler, birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.)

Analiz sonuçlarına göre, örneklerin  $L^*$  değerleri 23.23-73.52 aralığında olup, en yüksek  $L^*$  değeri, reyhan şerbeti örneğinde gözlemlenmiştir. Örneklerin  $a^*$  değerleri 2.13-49.92 aralığında olup, en yüksek  $a^*$  değeri, reyhan şerbeti örneğinde gözlemlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, örneklerin  $b^*$  değerlerine bakıldığında, (-11.86)-7.42 aralığında olup, en yüksek  $b^*$  değeri, 45-1.5 kodlu örnekte gözlemlenmiştir. Toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ) 3.39-66.76 aralığında, kroma (C) değeri 2.13-51.31 aralığında, Hue açısı (H) 2.15-358.12 aralığında ve kahverengileşme indeksi (BI) 3.95-30.81 aralığında bulunmuştur.

Yeni tip doğrudan değmeli kurutucunun geliştirilmesinin incelendiği çalışmada, taze ve kuru reyhan örneklerinin renk değerleri incelenmiştir. Taze reyhan örneklerinin ortalama  $L^*$  değeri 45.94;  $a^*$  değeri -14.04 ve  $b^*$  değeri ortalama 26.37 bulunmuştur. Kuru reyhan örneklerinin ortalama  $L^*$  değeri 30.24;  $a^*$  değeri 0.01 ve  $b^*$  değeri ortalama 14.86 olduğu gözlemlenmiştir. Taze reyhan örneklerinin ortalama C değeri 29.89; Hue açısı (H) 118.06, toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ) 0 ve kahverengileşme indeksi (BI) 53.44 bulunmuştur. Kuru reyhan örneklerinin ortalama C değerinin 14.94; H değerinin 89.17,  $\Delta E$  değerinin 24.27 ve BI değerinin 65.67 bulunduğu

belirtilmiştir (İnan, 2010). Karadut suyu (*Morus nigra*) ile yapılan bir çalışmada; karadut suyunun renk değerleri incelenmiş,  $L^*$  değerinin 1.73-7.71,  $a^*$  değerinin 4.20-8.07,  $b^*$  değerinin ise, 2.11-4.16 aralığında bulunduğu ifade edilmiştir (Sernikli, 2015). Yousif vd (1999), havayla kurutulan reyhan örneklerinde  $L^*$  değerinin 28.70;  $a^*$  değerinin -1.06 ve  $b^*$  değerinin 9.89 olduğu belirtilmiştir. Farklı kurutma yöntemlerinin reyhan bitkisinin kuruma süresine ve kalitesine etkisinin incelendiği çalışmada, gölgede kurutulan reyhan örneklerinin  $L^*$  değeri 30.90;  $a^*$  değeri 1.70 ve  $b^*$  değerinin ise, 13.51 bulunduğu bildirilmiştir (Polatçı, 2008). Çin’de 110 bitki çayının incelendiği çalışmada, örneklerin  $L^*$  değeri 46.38- 99.98;  $a^*$  değeri -7.68-44.85 ve  $b^*$  değeri 0.35-86.24 aralığında değişmiştir. C değerinin ortalama 11.21, H değerinin ise ortalama 93.91 bulunduğu belirtilmiştir (Jin vd., 2016). Sprey kurutucu ile instant adaçayı üretiminin araştırıldığı çalışmada örneklerin  $L^*$  değerinin 61.83-79.65;  $a^*$  değerinin 0.04-4.00 ve  $b^*$  değerinin 15.83-20.56 arasında değiştiği bildirilmiştir (Nadeem vd., 2013).

En yüksek renk değerleri, reyhan şerbeti örneklerinde gözlemlenmiştir. Bu durum, reyhan şerbeti üretiminde reyhanın taze olarak kullanılması ve üretim metodu farklılığı ile ilişkilendirilmektedir. Kurutma prosesleri, örneklerin renk değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Uygulanan farklı sıcaklık profilleri, renk değişimine farklı etkiler yapmıştır. Tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanların ve bu reyhanlardan üretilen çayların renk değerleri, yarı gölgede kurutulan reyhanların ve bu reyhanlardan üretilen çayların renk değerlerinden yüksek çıkmıştır. Kurutma işlemleri dışında, reyhan çayları ve şerbet örneklerine ilave edilen hibiskus bitkisi ve sitrik asit bileşiği, örneklerin renk değerlerinde değişimlere neden olmuştur. Reyhan ve bitki çayları ile ilgili yapılan diğer çalışmalara bakılacak olursa, çalışmada tespit edilen sonuçlara benzer sonuçlara rastlamak mümkündür. Reyhan bitkisinin incelendiği çalışmalarda, sonuçların oldukça farklı olduğu durumlar, reyhan türünün farklılığı ile ilişkilendirilmektedir.

#### 4.10. Duyusal Analiz Sonuçları

Tüketici beğenilirliğinin tespiti için duyusal analiz yapılmaktadır. Yapılan analiz sonuçları, ürünün tüketilebilme olanağı hakkında üreticiye bilgi vermektedir. Üretilen reyhan çayları ve reyhan şerbetine duyusal analiz yapılmıştır.

Reyhan çayı için gerçekleştirilen puanlama testinde; lezzet, koku, renk, parlaklık, yabancı tat, ekşi tat, acı tat, reyhan aroması, dolgunluk ve genel beğeni özellikleri sorgulanmıştır. Yapılan duyusal değerlendirme ile tüketicilerin 2 farklı yöntem ile kurutulan reyhanlardan üretilen reyhan çaylarını kabul edip etmediği ve her biri farklı ingrediye ve katkı maddesi (karanfil, hibiskus, sitrik asit) ilave edilerek hazırlanan bitki çayı formülasyonlarından hangilerinin beğenildiği araştırılmıştır. Reyhan çayı örneklerinin duyusal analizine ait fotoğraf, Şekil 4.12’de verilmiştir.

Reyhan şerbeti için gerçekleştirilen puanlama testinde ise, lezzet, koku, renk, parlaklık, reyhan aroması ve genel beğeni özellikleri sorgulanmıştır. Yapılan duyusal değerlendirme ile tüketicilerin reyhan bitkisinden üretilen şerbeti beğenip beğenmediği araştırılmıştır.

Puanlama testinin değerlendirilebilmesi için “Çok Kötü” : 1, “Kötü” : 2, “Orta” : 3, “İyi” : 4 ve “Çok İyi” : 5 olarak puanlandırılmış ve ardından değerlendirilmiştir. Reyhan çayları ve reyhan şerbetinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Reyhan çayı duyusal analizi

Çizelge 4.8. Reyhan çayları ve reyhan şerbetinin duyuusal analiz sonuçları

| Örnek          | Lezzet                  | Koku                     | Renk                    | Parlaklık                | Yabancı Tat             | Ekşi Tat                | Acı Tat                  | Reyhan Aroması          | Dolgunluk               | Genel Beğeni            |
|----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| YGBC-R         | 2.31±0.44 <sup>a</sup>  | 2.62±0.18 <sup>a</sup>   | 2.50±0.00 <sup>a</sup>  | 2.56±0.44 <sup>ab</sup>  | 2.81±0.26 <sup>a</sup>  | 1.69±0.09 <sup>a</sup>  | 3.25±0.35 <sup>abc</sup> | 3.31±0.79 <sup>ab</sup> | 2.94±0.26 <sup>a</sup>  | 2.31±0.09 <sup>a</sup>  |
| YGBC-RC        | 3.94±0.26 <sup>c</sup>  | 3.87±0.35 <sup>cd</sup>  | 4.44±0.26 <sup>cd</sup> | 4.69±0.26 <sup>d</sup>   | 4.00±0.35 <sup>c</sup>  | 3.62±0.35 <sup>c</sup>  | 4.25±0.71 <sup>def</sup> | 4.00±0.35 <sup>bc</sup> | 4.00±0.00 <sup>cd</sup> | 4.06±0.09 <sup>c</sup>  |
| YGBC-RH        | 2.44±0.09 <sup>a</sup>  | 2.87±0.53 <sup>ab</sup>  | 3.12±0.00 <sup>b</sup>  | 3.19±0.09 <sup>c</sup>   | 3.25±0.18 <sup>ab</sup> | 2.12±0.71 <sup>ab</sup> | 3.19±0.26 <sup>abc</sup> | 3.06±0.26 <sup>a</sup>  | 2.81±0.09 <sup>a</sup>  | 2.81±0.26 <sup>b</sup>  |
| YGBC-RHC       | 3.94±0.09 <sup>c</sup>  | 4.12±0.35 <sup>d</sup>   | 4.37±0.71 <sup>c</sup>  | 4.31±0.79 <sup>d</sup>   | 4.00±0.71 <sup>c</sup>  | 3.69±0.44 <sup>c</sup>  | 4.25±0.88 <sup>def</sup> | 4.12±0.35 <sup>bc</sup> | 3.87±0.53 <sup>bc</sup> | 4.12±0.71 <sup>c</sup>  |
| YGBC-RK        | 2.56±0.09 <sup>ab</sup> | 3.25±0.18 <sup>abc</sup> | 2.62±0.18 <sup>a</sup>  | 3.00±0.00 <sup>bc</sup>  | 3.25±0.88 <sup>ab</sup> | 1.87±0.35 <sup>ab</sup> | 3.81±0.26 <sup>cde</sup> | 3.69±0.26 <sup>ab</sup> | 3.19±0.09 <sup>a</sup>  | 2.94±0.09 <sup>b</sup>  |
| YGBC-RHCK      | 4.62±0.35 <sup>e</sup>  | 4.44±0.26 <sup>d</sup>   | 4.75±0.18 <sup>cd</sup> | 4.87±0.00 <sup>d</sup>   | 4.37±0.18 <sup>c</sup>  | 4.50±0.00 <sup>d</sup>  | 4.75±0.00 <sup>f</sup>   | 4.50±0.35 <sup>c</sup>  | 4.25±0.53 <sup>cd</sup> | 4.87±0.18 <sup>d</sup>  |
| TDBC-R         | 2.31±0.09 <sup>a</sup>  | 2.81±0.62 <sup>ab</sup>  | 2.56±0.26 <sup>a</sup>  | 2.31±0.09 <sup>a</sup>   | 3.00±0.18 <sup>ab</sup> | 2.12±0.00 <sup>ab</sup> | 2.50±0.35 <sup>a</sup>   | 3.62±0.53 <sup>ab</sup> | 3.19±0.26 <sup>a</sup>  | 2.50±0.00 <sup>ab</sup> |
| TDBC-RC        | 4.06±0.09 <sup>cd</sup> | 4.44±0.26 <sup>d</sup>   | 4.56±0.44 <sup>cd</sup> | 4.31±0.26 <sup>d</sup>   | 4.25±0.18 <sup>c</sup>  | 3.81±0.79 <sup>c</sup>  | 3.87±0.35 <sup>cde</sup> | 4.06±0.26 <sup>bc</sup> | 4.25±0.35 <sup>cd</sup> | 4.19±0.09 <sup>c</sup>  |
| TDBC-RH        | 3.00±0.35 <sup>b</sup>  | 3.31±0.09 <sup>bc</sup>  | 2.87±0.35 <sup>ab</sup> | 2.69±0.26 <sup>abc</sup> | 3.12±0.00 <sup>ab</sup> | 2.37±0.53 <sup>b</sup>  | 2.87±0.35 <sup>ab</sup>  | 3.87±0.18 <sup>bc</sup> | 3.12±0.18 <sup>a</sup>  | 2.87±0.18 <sup>b</sup>  |
| TDBC-RHC       | 3.81±0.09 <sup>c</sup>  | 3.87±0.18 <sup>cd</sup>  | 4.37±0.18 <sup>c</sup>  | 4.56±0.09 <sup>d</sup>   | 3.69±0.09 <sup>bc</sup> | 3.31±0.44 <sup>c</sup>  | 3.62±0.00 <sup>bcd</sup> | 3.37±0.53 <sup>ab</sup> | 4.12±0.35 <sup>cd</sup> | 4.06±0.09 <sup>c</sup>  |
| TDBC-RK        | 2.50±0.00 <sup>ab</sup> | 2.87±0.35 <sup>ab</sup>  | 2.87±0.18 <sup>ab</sup> | 2.75±0.00 <sup>abc</sup> | 3.31±0.62 <sup>ab</sup> | 2.25±0.00 <sup>ab</sup> | 2.62±0.35 <sup>a</sup>   | 3.56±0.26 <sup>ab</sup> | 3.37±0.18 <sup>ab</sup> | 2.94±0.09 <sup>b</sup>  |
| TDBC-RHCK      | 4.50±0.18 <sup>de</sup> | 4.50±0.35 <sup>d</sup>   | 4.87±0.18 <sup>d</sup>  | 4.87±0.18 <sup>d</sup>   | 4.31±0.09 <sup>c</sup>  | 4.69±0.09 <sup>d</sup>  | 4.50±0.35 <sup>ef</sup>  | 4.12±0.35 <sup>bc</sup> | 4.56±0.26 <sup>d</sup>  | 4.75±0.18 <sup>d</sup>  |
| Reyhan Şerbeti | 4.06±0.44               | 4.37±0.00                | 4.56±0.26               | 4.37±0.00                | -                       | -                       | -                        | 4.19±0.09               | -                       | 4.50±0.00               |

(a,b,c,d,e,f: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler, birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.)

Reyhan ayı için gerçekleştirilen duyusal analizde; YGBC-RHCK kodlu örnek, ortalama 4.87 genel beğeni puanıyla en çok beğenilen çay rneği olmuştur. Reyhan şerbeti için gerçekleştirilen duyusal analizde ise, örneklerin ortalama 4.50 genel beğeni puanı aldığı gözlemlenmiştir.

Yeşil ayın duyusal özelliklerinin incelendiği çalışmada; acılık, tatlılık ve burukluk özellikleri, 0-15 puan aralığında değerlendirilmiştir. Acılık ortalama 7.22, tatlılık ortalama 4.87 ve burukluk ortalama 7.43 puanlarıyla değerlendirilmiştir (Wang vd., 2000). Domates bazlı içecek üretiminin incelendiği bir çalışmada yapılan duyusal analizde, renk, kıvam, koku, tat ve lezzet özelliklerinin her biri 0-10 puan aralığında olmak üzere değerlendirilmiştir. Örneklerin ortalama 8.30 genel beğeni puanı aldığı grlmştur (Hepsağ ve Fenercioğlu, 2011).

Çalışma kapsamında yapılan duyusal analiz sonuçları, farklı araştırmacıların çalışmaları ile karşılaştırıldığında farklı sonuçlara rastlanmıştır. Bu durumun, duyusal analize tabi tutulan ürün farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Arapgir mor reyhandan (*Ocimum basilicum L.*) reyhan çayı ve şerbetinin üretim olanakları araştırılmıştır. Günümüzde birçok alanda yaygın olarak tüketilen reyhan bitkisi, gıda alanında sadece baharat olarak tüketilmektedir. Sağlığa birçok yararlı etkisi bulunan bu tıbbi ve aromatik bitkinin, gıda olarak kullanım alanının artırılması ve bu amaçla yeni ürünler üretilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada; Haziran-Ekim aylarında Arapgir ilçesinin Kozluk vadisinde hasat edilen mor reyhanlar kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, reyhan bitkisinin hem taze hem de kuru formlarından yararlanılmıştır. Bu sayede, taze reyhanda kurutma prosesi sonrası meydana gelen değişimler izlenebilmiştir. Reyhan şerbeti üretiminde taze reyhan, reyhan çayı üretiminde ise, iki farklı yöntemle kurutulan reyhanlar kullanılmıştır. Çay üretiminde, kurutma prosesleri olarak seçilen yarı gölgede kurutma tepsili kurutma yöntemi ile kurutmada tiplerinin seçilmesinde, geleneksel yöntem ile endüstriyel yöntemin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çay üretiminde kuru reyhana ilaveten, asitlendirici, renklendirici ve tatlandırıcı etkilere sahip karanfil ve hibiskus bitkileri ile sitrik asit bileşiği kullanılmıştır. Bu ürünlerin tercih edilmesinde, reyhanın güçlü aroma ve renk özelliklerini destekleyici ve reyhan bitkisi ile duyuşal olarak uyumlu olmaları etkili olmuştur. Ayrıca reyhan çaylarının renk değerlerini değiştiren bu ingrediyeşntler, ürünlerin görsel olarak da ilgi çekici olmasını sağlamıştır.

Şerbet üretiminde, ekstraksiyon işleminde çözücü olarak su kullanılmış ve çözünebilen maddelerin suya geçmesi sağlanmıştır. Ekstraksiyon süresi için 15 dakika sürenin uygun olduğu görülmüştür. Bu sayede, sürenin uzaması ile istenmeyen tat ve aroma bileşenlerinin şerbete geçmesi engellenmiştir. Ekstraksiyon işleminde 85 °C sıcaklığın tercih edilmesinin nedeni, ekstraksiyon hızını artırmaktır. Bu çalışmada, geleneksel yöntemden farklı olarak ekstraksiyon sıcaklığı 100 °C'nin altında tutulmuş; böylece reyhan bitkisinin vitamin ve önemli aroma bileşenlerinin kaybı azaltılarak, besin değeri yüksek bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Reyhan şerbeti üretiminde, taze reyhan bitkisine ilaveten, asitlendirici, renklendirici ve tatlandırıcı etkilere sahip şeker ve limon tuzu ile tarçın ve karanfil bitkileri kullanılmıştır. Bu ürünlerin tercih edilmesinde, reyhanın güçlü aroma ve renk özelliklerini destekleyici ve reyhan bitkisi ile duyuşal olarak uyumlu olmaları etkili

olmuştur. Ayrıca katkı maddesi olarak kullanılan sitrik asit bileşiği, reyhan şerbetinin ilgi çekici bir renge sahip olmasında etkili olmuştur. Üretilen reyhan çayı ve şerbetinin kalite özellikleri, yapılan analizlerle kıyaslanmıştır.

Reyhan çayına yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; yarı gölgede kurutma yöntemi, örneklerin bir kısmında renk değerlerinde düşüşe sebep olmuş, tepsili kurutma yöntemi ile kurutma sonrası ise, renk değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Örneklerin toplam polifenol miktarı, kurutma prosesleri sonrası artış göstermiş, tepsili kurutma yöntemi ile daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Uçucu bileşen analizi sonuçlarına bakıldığında, tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen çay örneklerinin üstün olduğu belirlenmiştir. Uçucu aroma bileşiklerinin sayısı ve miktarı, kurutma prosesleri sonrası artış göstermiştir. Duyusal analizde en beğenilen örneğin, YGBC-RHCK kodlu, yarı gölgede kurutulan reyhanlardan üretilen çay örneği olduğu gözlemlenmiştir. Kurutma prosesleri karşılaştırıldığında, tepsili kurutma yöntemi ile kurutmanın reyhan çayı üretimine daha uygun olduğu görülmüştür. Reyhan şerbetine yapılan analizler değerlendirildiğinde, renk özellikleri, toplam polifenol miktarı ve duyusal özellikler açısından reyhan çayına göre üstün değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Analiz sonuçları ışığında, tepsili kurutma yöntemi ile kurutulan reyhanlardan üretilen reyhan çaylarının ve taze reyhandan üretilen reyhan şerbetinin endüstriyel üretime uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Üretim olanakları araştırılan ürünlerin ambalajlanıp piyasaya sürülmesinin, endüstriye yeni bitkisel ürünlerin kazandırılmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abdel-Sattar, A., Bankova, V., Kujumgiev, A., Galabov, A., Ignatova, A., Todorova, C., Popov, S. (1995). Chemical composition and biological activity of leaf exudates from some Lamiaceae plants. *Pharmazie*, **50**, 62–65.
- Adams, A., Krum, Z., Verhe, R., Kimpe, N.D., Kreicbergs, V. (2011). Volatile profiles of rapeseed oil flavored with basil, oregano, and thyme as a function of flavoring conditions. *J Am Oil Chem Soc*, **88**, 201–212.
- Adıgüzel, A., Güllüce, M., Şengül, M., Öğütçü, H., Şahin, F., Karaman, I. (2005). Antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) extract. *Turk J Biol.*, **29**, 155-160.
- Akgül, A. (1993). Spice science and technology. Turkish Association Food Technologists. Ankara, Turkey: *Turkish Association Food Technologists Publ.*, **15**.
- Akgül, A., Ünver, A. (2001). Bitkisel çaylar. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, **11**, 21-34.
- Amrani, S., Harnafi, H., El Houda Bouanani, N., Aziz, M., Caid, H.S., Manfredini, S., Besco, E., Napolitano, M., Bravo, E. (2006). Hypolipidaemic activity of aqueous *Ocimum basilicum* extract in acute hyperlipidaemia induced by triton WR-1339 in rats and its antioxidant property. *Phytother. Res.*, **20**; 1040– 1045.
- Anonim. (2010). *Gıdalarda Gravimetrik Analizler 2. Gıda Teknolojisi*, Ankara.
- Anonymous. (2017a). <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=OCBA> (Erişim tarihi: 10.05.2017).
- Anonymous. (2017b). <http://eol.org/pages/579364/overview> (Erişim tarihi: 10.05.2017).
- AOAC (1984). *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. 14th ed. Arlington, Virginia, USA.
- Barbieri, S., Elustondo, M., Urbicain, M. (2004) . Retention of aroma compounds in basil dried with low pressure superheated steam. *Journal of Food Engineering*, **65**, 109–115.
- Boateng, E.D. (2013). Effect of drying methods on nutrient quality of basil (*Ocimum viride*) leaves cultivated in Ghana. *International Food Research Journal*, **20(4)**, 1569-1573.
- Bramati, L., Aquilano, F., Pietta, P., (2003). Unfermented rooibos tea: quantitative characterization of flavonoids by HPLC-UV and determination of the total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**, 7472-7474.

- Basic, A., Vojvodic, A., Komes, D., Akkermans, C., Cvitanovic, A.B., Stolk, M., Hofland, G. (2014). Comparative evaluation of CO<sub>2</sub> drying as an alternative drying technique of basil (*Ocimum basilicum L.*) the effect on bioactive and sensory properties. *Food Research International*, **64**, 34–42.
- Caceres, A, Cano, O., Samayoa, B., Aguilar, L. (1990). Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. 1. Screening of 84 plants against enterobacteria. *J. Ethnopharmacol*, **30**, 55–73.
- Cemeroğlu, B., 2010. *Gıda Analizleri*. Gıda teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 657 s.
- Cesare, L.G.D., Forni, E., Viscardi, D., Nani R.C. (2003). Changes in the chemical composition of basil caused by different drying procedures. *J. Agric. Food Chem.*, **51**, 3575-3581.
- Coşkun, F. (2006). Gıdalarda bulunan doğal koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **2**, 27-33.
- Çelebi, Ç. (2010). *Fesleğenin (Ocimum basilicum) fenolik madde dağılımı ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Çuhadar, B.A. (2015). *Yaş ve kuru çayda, verim ve önemli kalite parametrelerine sarı çay akarı (Polyphagotarsonemus latus (banks, 1904)) (Prostigmata: tarsonemidae)'nın etkisi*. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Ordu.
- Diaz-Maroto, M.C., Palomo, E.S., Castro, L., Vinas, M.G., Coello, M.S.P. (2004). Changes produced in the aroma compounds and structural integrity of basil (*Ocimum basilicum L*) during drying. *J Sci Food Agric.*, **84**, 2070–2076.
- Dikmen, O., (1986). *Dünyada ve Türkiye’de Çay Üretim ve Tüketimi*. Tebliğler ve Panel/ İktisadi Araştırmalar Vakfı, İstanbul.
- Esetlili, B.Ç., Pekcan, T., Çobanoğlu, Ö., Aydoğdu, E., Turan, S., Anaç, D. (2014). Essential plant nutrients and heavy metals concentrations of some medicinal and aromatic plants. *Journal Of Agricultural Sciences*, **20**, 239-247.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S. (2013). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **6(2)**.
- Filho, J.L.S.C., Blank, A.F, Alves, P.B., Ehlert, P.A.D., Melo, A.S., Cavalcanti, S.C.H., Blank, M.D.F.A., Silva-Mann, R. (2006 ). Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum L.*) essential oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, **16(1)**, 24-30.

- Flanigan, P.M., Niemeyer, E.D. (2014). Effect of cultivar on phenolic levels, anthocyanin composition, and antioxidant properties in purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Food Chemistry*, **164**, 518–526.
- Grayer, R.J., Kite, G.C., Goldstone, F.J., Bryan, S.E., Patont, A., Putievsky, E. (1996). Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in *Sweet basil*, *Ocimum Basilicum*. *Phytochemistry*, **43(5)**, 1033-1039.
- Heindl A.G.W., Müller J., (2007). Microwave drying of medicinal and aromatic plants, *Stewart Postharvest Review*, **4(5)**, 1-6.
- Hepsağ, F., Fenercioğlu, H., (2011). Domates bazlı içecek üretimi üzerine bir araştırma. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **6(1)**, 23-32.
- Huang, Y., Xiao, X., Cong L., Wu, M., Huang, Y., Yao, Y. (2016). A fermented tea with high levels of gallic acid processed by anaerobic solid-state fermentation, *LWT Food Science and Technology*, **71**, 260-267.
- Hussain, A.I., Anwar, F., Sherazi, S.T.H., Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*, **108(3)**, 986–995.
- İnan, E. (2010). *Yeni tip doğrudan değmeli kurutucunun geliştirilmesi ve reyhan (Ocimum basilicum L.) bitkisinin kurutma performansının belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Janssen, A.M., Chin, N.L.J., Scheffer, J.J.C. and Baerheim Svendsen, A. (1986). Screening for antimicrobial activity of some essential oils by the agar overlay technique. *Pharmaceutisch Weekblad, Scientific edition*, **8**, 277–280.
- Javanmardi J., Khalighi A., Kashi A, Bais H.P., Vivanco J.M. (2002). Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. *J. Agric. Food Chem.*, **50**, 5878-5883.
- Jin, L., Li, X.B., Tian, D.Q., Fang X.P., Yu Y.M., Zhu, H.Q., Ge, Y.Y., Ma, G.Y., Wang, W.Y., Xiao, W.F., Li, M. (2016). Antioxidant properties and color parameters of herbal teas in China. *Industrial Crops and Products*, **87**, 198–209.
- Karadeniz, B. (2011). *Sürgün dönemine, rakıma ve çay sınıfına bağlı olarak siyah çayın aroma bileşenlerinin belirlenmesi ve pervaporasyon işlemi ile ayrılması*. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Katzung, B.G. (1995). *Temel ve Klinik Farmakoloji*. Barış Kitabevi, İstanbul.
- Kayaalp, S.O. (2001). *Klinik Farmakolojinin Esasları ve Temel Düzenlemeler*. Hacettepe-Taş, Ankara.

- Kelly, M.T., Larroque, M. (1999). Trace determination of diethylphthalate in aqueous media by solid-phase microextraction–liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, **841**(2),177-185.
- Klimankova, E., Holadova, K., Hajslova, J., Cajka, T., Poustka, J., Koudela, M. (2008). Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum L.*) cultivars grown under conventional and organic conditions. *Food Chemistry*, **107**, 464–472.
- Kraujalyte, V., Pelvan, E., Alasalvar, C. (2016). Volatile compounds and sensory characteristics of various instant teas produced from black tea. *Food Chemistry*, **194**, 864–872.
- Kümbet, Y. (2010). *Investigation of antioxidant activities of fruit juices and herbal teas and their antimicrobial effects on Proteus Mirabilis*. Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Kwee, E.M., Niemeyer, E.D. (2011). Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum L.*) cultivars. *Food Chemistry*, **128**, 1044–1050.
- Lachowicz, K.J., Jones, G.P., Briggs, D.R., Bienvenu, F.E., Palmer, M.V., Mishra, V., Hunter, M.M. (1997). Characteristics of plants and plant extracts from five varieties of basil (*Ocimum basilicum L.*) grown in Australia. *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 2660-2665.
- Lee, K.G., Shibamoto, (2001). Antioxidant property of aroma extract isolated from clove buds [*Syzygium aromaticum (L.) Merr. et Perry*].T. *Food Chemistry*, **74**, 443–448.
- Lee, S.J., Umamo, K., Shibamoto, T., Lee K.G. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum L.*) and thyme leaves (*Thymus vulgaris L.*) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, **91**, 131–137.
- Mccance, K.R., Flanigan, P.M., Quick, M.M., Niemeyer, E.D. (2016). Influence of plant maturity on anthocyanin concentrations, phenolic composition, and antioxidant properties of 3 purple basil (*Ocimum Basilicum L.*) cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, **53**, 30–39.
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, **27**(12).
- Mısırlı, D. (2013). *Bazı reyhan genotiplerinin taze ve kuru herbalarında rozmarinik ve sisorik asit miktarlarının belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Mondello, L., Zappia, G., Cotroneo, A., Bonaccorsi, I., Chowdhury, J.U., Yusuf, M., Dugo G. (2002). Studies on the essential oil-bearing plants of Bangladesh. Part VIII. Composition of some *Ocimum* oils *O. basilicum L. var. purpurascens*; *O. sanctum L. green*; *O. sanctum L. purple*; *O. americanum L.*, citral type; *O. americanum L.*, camphor type. *Flavour and Fragrance Journal*, **17**(5), 335–340.

- Nadeem, H.Ş., Dinçer, C., Torun, M., Topuz, A., Özdemir, F. (2013). Influence of inlet air temperature and carrier material on the production of instant soluble sage (*Salvia fruticosa* Miller) by spray drying. *LWT Food Science and Technology*, **52**, 31-38.
- Nas S., Gökalp H.Y. (1991). Değişik yörelerde üretilen farklı sürgün dönemi yaş çay ve bu çayların farklı fabrikasyonu sonucu elde edilen siyah çayın total kül, suda çözünen ve çözünmeyen kül içerikleri. *Gıda Dergisi*, **16(4)**, 241-247.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi S.H, Hosseini, S.M.H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, **120**, 193–198.
- Özcan, M., Arslan, D., Ünver, A. (2005). Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Food Engineering*, **69**, 375–379.
- Özdoğan Y., Işık N. (2008). Geleneksel Türk mutfağında şerbet. 38. *Icanas Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, Ankara, Türkiye.
- Paton, A., Harley, RM., Harley, MM. (1999). *Ocimum*: an overview of classification and relationships (pp. 1–38). *Basil: The Genus Ocimum*. Amsterdam.
- Pirbalouti, A.G. (2014). Diversity in chemical composition and yield of essential oil from two Iranian landraces of *Sweet basil*. *Genetika*, **46(2)**, 419-426.
- Polatçı, H., (2008). *Farklı kurutma yöntemlerinin reyhan (Ocimum basilicum) bitkisinin kuruma süresine ve kalitesine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Politeo, O., Jukic, M., Milos, M. (2007). Chemical composition and antioxidant capacity of free volatile aglycones from basil (*Ocimum basilicum* L.) compared with its essential oil. *Food Chemistry*, **101**, 379–385.
- Poyrazoğlu, E.S., Gürses, Ö.L. (2004). Çay deminin bileşimine etkili bazı faktörler üzerinde araştırma. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, **17**, 38-45.
- Prasad, G., Kumar, A., Singh, A.K., Bhattacharya, A.K., Singh, K. and Sharma, V.D. (1986). Antimicrobial activity of essential oils of some *Ocimum* species and clove oil. *Fitoterapia*, **57**, 429–432.
- Purkayastha, J., Nath, S.C. (2006). Composition of the camphor-rich essential oil of *Ocimum basilicum* L. native to northeast India. *J. Essent. Oil Res.*, **18**, 332-334.
- Ramirez-Rodrigues, M.M., Balaban, M.O. , Marshall, M.R., Rouseff, R.L. (2011). Hot and Cold Water Infusion Aroma Profiles of *Hibiscus sabdariffa*: Fresh Compared with Dried. *Journal of Food Science*, **76(2)**.

- Romagnoli, B., Menna, V., Gruppioni, N., Bergamini, C. (2007). Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herb-teas and medicinal plants marketed in Italy. *Food Control*, **18**, 697–701.
- Sajjadi, S.E. (2006). Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum L.*) from Iran. *Daru-Journal of Faculty of Pharmacy*, **14(3)**.
- Sernikli, C. (2015). *Karadut (Morus nigra) suyunda, toplam fenolik madde ve suda çözünen vitaminlerin ısı parçalanma kinetiği*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Sertel, S. (2005). *Taze ve kuru reyhan (Ocimum basilicum L.) örneklerinin antimikrobiyel etkilerinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Sheen, L.Y., Ou, Y.H.T., Tsai, S.J. (1991). Flavor characteristic compounds found in the essential oil of *Ocimum basilicum L.* with sensory evaluation and statistical analysis, *J. Agrlc. Food Chem.*, **39(5)**, 939–943.
- Simon, J.E., Morales, M.R., Phippen, W.B., Vieira, R.F., Hao, Z. (1999). *Basil: A Source of Aroma Compounds and a Popular Culinary and Ornamental Herb, Perspectives on new crops and new uses*. Alexandria, VA.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Raventós, R.M.L. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, **299**, 152-178.
- Soksanhanj, H., Jayas, D.S. (1987). *Drying of Foodstuffs Handbook of Industrial Drying*, Marcel Dekker. New York.
- Stanko, K.C., Orlic S., Politeo, O., Strikicd, F., Kolaka, I., Milosc, M., Satovica Z. (2010). Composition and antibacterial activities of essential oils of seven *Ocimum* taxa. *Food Chemistry*, **119(1)**, 196–201.
- Suna, S. (2014). *Doğal bitki ekstraktlarından alternatif bitki çayı üretimi üzerine bir araştırma*. Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi Bursa.
- Tekiner, N., Türkyılmaz, K. (2010). *Türk çaylarının su aktivitesi değerleri açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi*. Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Rize.
- Telci, İ. (2005). Reyhan (*Ocimum basilicum L.*) genotiplerinde uygun biçim yüksekliklerinin belirlenmesi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **22(2)**, 77-83.
- Tontul İ., Torun, M., Dinçer, C., a, Şahin-Nadeem H., Topuz, A., Turna, T., Özdemir, F. (2013). Comparative study on volatile compounds in Turkish green tea powder: Impact of tea clone, shading level and shooting period. *Food Research International*, **53**, 744–750.
- Verma, R.S., Padaliab, Chauhana, A. (2012). Variation in the volatile terpenoids of two industrially important basil (*Ocimum basilicum L.*) cultivars

- during plant ontogeny in two different cropping seasons from India. *J Sci Food Agric.*, **92**, 626–631.
- Vieira, R.F., Simon, J.E. (2000). Characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. *Economic Botany*, **54**(2), 207-216.
- Wang, H., Provan, G.J., Helliwell, K. (2000). Tea flavonoids: their functions, utilisation and analysis. *Trends in Food Science & Technology*, **11**, 152-160.
- Wang, L.F., Kim, D.M., Lee, C.Y. (2000). Effects of heat processing and storage on flavanols and sensory qualities of green tea beverage. *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 4227-4232.
- Yeşiloğlu, Y., Şit, L. (2012). Antioxidant properties of various solvent extracts from purple basil. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **95**, 100–106.
- Yousif, A.N., Scaman, C.H., Durance, T.D., Girard, B. (1999). Flavor volatiles and physical properties of vacuum-microwave- and air-dried *Sweet basil* (*Ocimum basilicum* L.) *J. Agric. Food Chem.*, **47**, 4777-4781.
- Zgorka, G., Glowniak, K., (2001). Variation of free phenolic acids in medicinal plants belonging to the Lamiaceae family. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, **26**, 79–87.
- Zhao, J., Deng, J.W., Chen, Y.W., Li, S.P. (2013). Advanced phytochemical analysis of herbal tea in China. *Journal of Chromatography A*, **1313**, 2–23.
- Zheljazkov, V.D., Cantrell, C.L., Tekwani, B., Khan S.I. (2008). Content, composition, and bioactivity of the essential oils of three basil genotypes as a function of harvesting. *J. Agric. Food Chem.*, **56**, 380–385.

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad Soyad:** İsra Yiğitvar

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Malatya / 31.01.1992

**Adres:** Malatya

**E-Posta:** israyigitvar@gmail.com

**Lisans:** İnönü Üniversitesi / Gıda Mühendisliği

**Yüksek Lisans (Varsa):**

**Mesleki Deneyim ve Ödüller:**

**Yayın Listesi:** Altay, K., Yiğitvar İ., Hayaloğlu, A.A. (2017). Determination of Some Physical Properties of Tray Dried Arapgir Purple Basil (*Ocimum basilicum*). 19th International Conference on Food Processing & Technology, October 23-25 2017, Paris / France.