T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKRODALGA EKSTRAKSİYON YÖNTEMİ İLE BİTKİLERDEN ESANSİYEL YAĞ ELDESİ

GÖRKEM YÜCEPUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ELÇİN YILMAZ

İSTANBUL, 2018

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKRODALGA EKSTRAKSİYON YÖNTEMİ İLE BİTKİLERDEN ESANSİYEL YAĞ ELDESİ

Görkem YÜCEPUR tarafından hazırlanan tez çalışması 25.06.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Elçin YILMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Elçin YILMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Jale GÜLEN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Esra BİLGİN ŞİMŞEK

Yalova Üniversitesi _____

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' nün 2016-07-01-YL02 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında bana yardımcı olan, bilgisini, tecrübesini ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Elçin YILMAZ'a,

Dr. Öğr. Üyesi Elçin Yılmaz ile çalışmama vesile olan Prof. Dr. Belma ÖZBEK'e,

Bu çalışma sırasında bana yardımcı olan, bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen Arş. Gör. Sinem ŞİMŞEK'e,

Lisansüstü bitirme projesi sırasında beni maddi açıdan destekleyen Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne,

Kalitatif analiz kısmında gereken ilgiyi gösteren YTÜ Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi çalışanlarına,

Kantitatif analiz kısmında, yardımlarından ötürü başta Hüseyin ERDOĞMUŞ olmak üzere, Erdoğmuş Parfüm Sanayi şirketi ve çalışanlarına,

Analizlerin yorumlanması kısmında bana yardımcı olan Aslı Deniz AYDIN'a,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, beni maddi ve manevi destekleyen ve bir an bile desteğini esirgemeyen aileme,

Beni yalnız bırakmayan arkadaşlarıma ve tüm sevdiklerime,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2018

Görkem YÜCEPUR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ viii

KISALTMA LİSTESİ ix

ŞEKİL LİSTESİ x

ÇİZELGE LİSTESİ xii

ÖZET xiii

ABSTRACT xiv

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 2
1.3 Hipotez 2

BÖLÜM 2

EKSTRAKSİYON 3

2.1 Soxhlet Ekstraksiyonu 3
2.2 Basıçlı Solvent Ekstraksiyonu 5
2.3 Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu 5
2.4 Ultrasonik Ekstraksiyon 6
2.5 Mikrodalga Ekstraksiyonu (Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon) 6
2.5.1 Azot Korumalı Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon 8
2.5.2 Vakumlu Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon 8
2.5.3 Ultrasonik Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon 9
2.5.4 Solvent İçermeyen Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon 9

BÖLÜM 3

BİTKİLER ve ESANSİYEL YAĞLAR 11

3.1 Bitkiler 11
3.1.1 Lavanta 11
3.1.1.1 Lamiaceae Familyası 12
3.1.1.2 Lavandula L. Cinsi 12
3.1.1.3 L. Angustifolia Miller Türü 12
3.1.1.4 L. Angustifolia Miller Türünün Halk Arasında Tıbbi Amaçla Kullanımı 13
3.1.1.5 Lavanta Yağı 14
3.1.2 Anason 15
3.1.2.1 Umbelliferae (Apiaceae) Familyası 16
3.1.2.2 Pimpinella L. Cinsi 16
3.1.2.3 P. Anisum L. Türü 17
3.1.2.4 P. Anisum L. Türünün Halk Arasında Tıbbi Amaçla Kullanımı 18
3.1.2.5 Anason Yağı 19
3.2 Esansiyel Yağlar 20
3.2.1 Esansiyel Yağların Bileşimi 22
3.2.2 Esansiyel Yağların Kullanım Alanları 22

BÖLÜM 4

LİTERATÜR TARAMASI 24

BÖLÜM 5

MATERYAL VE METOD 31

5.1 Kullanılan Cihazlar ve Materyaller 31
5.1.1 Mikrodalga Fırın 31
5.1.2 Hassas Terazi 33
5.1.3 Kimyasal Maddeler 33
5.2 Metod 33
5.2.1 Solvent İçermeyen Mikrodalga Ekstraksiyon Yöntemi 33
5.2.2 Mikrodalga Gücünün Lavanta Ekstraksiyonuna Etkisi 35
5.2.2.1 Lavanta Deney I 35
5.2.2.2 Lavanta Deney II 35
5.2.2.3 Lavanta Deney III 35
5.2.3 Ekstraksiyon Süresinin Lavanta Ekstraksiyonuna Etkisi 35
5.2.3.1 Lavanta Deney IV 35
5.2.3.2 Lavanta Deney V 36
5.2.3.3 Lavanta Deney VI 36
5.2.4 Mikrodalga Gücünün Anason Ekstraksiyonuna Etkisi 36
5.2.4.1 Anason Deney I 36
5.2.4.2 Anason Deney II 36
5.2.4.3 Anason Deney III 37
5.2.5 Ekstraksiyon Süresinin Anason Ekstraksiyonuna Etkisi 37
5.2.5.1 Anason Deney IV 37
5.2.5.2 Anason Deney V 37
5.2.5.3 Anason Deney VI 37

5.2.6 Analiz 38
5.2.6.1 IMPI-2L Test 38
5.2.6.2 Gaz Kromatografisi – Kütle Spektometresi (GC-MS) Analizi 38
5.2.6.3 Verim Analizi 40

BÖLÜM 6

ARAŞTIRMA BULGULARI 41

6.1 Verim Hesabı 41
6.2 GC-MS Analiz Sonuçları 42
6.2.1 Lavanta GC-MS Kalitatif Analiz Sonuçları 43
6.2.1.1 Lavanta I Analiz 43
6.2.1.2 Lavanta II Analiz 47
6.2.1.3 Lavanta III Analiz 51
6.2.1.4 Lavanta IV Analiz 55
6.2.1.5 Lavanta V Analiz 59
6.2.1.6 Lavanta VI Analiz 63
6.2.1.7 Lavanta Analizleri Karşılaştırması 67
6.2.2 Lavanta GC-MS Kantitatif Analiz Sonuçları 69
6.2.3 Anason GC-MS Analiz Sonuçları 72
6.2.3.1 Anason I Analiz 72
6.2.3.2 Anason II Analiz 75
6.2.3.3 Anason III Analiz 78
6.2.3.4 Anason IV Analiz 81
6.2.3.5 Anason V Analiz 84
6.2.3.6 Anason VI Analiz 87
6.2.3.7 Anason Analizleri Karşılaştırılması 90
6.2.4 Anason VI GC-MS Kantitatif Analiz Sonuçları 92

BÖLÜM 7

SONUÇ VE ÖNERİLER 95

KAYNAKLAR 97

EK-A 102

ÖZGEÇMİŞ 113

SİMGE LİSTESİ

P	Güç (W)
ΔT	İlk ve son sıcaklık arasındaki fark (^{o}C)

KISALTMA LİSTESİ

µl	Mikrolitre
cm	Santimetre
CO_2	Karbondioksit
FID	Alev iyonlaşma dedektörü
g	Gram
GC-MS	Gaz kromatografisi – Kütle spektrometresi
GHz	Gigahertz
ISO	International Organization for Standadization
kg	Kilogram
kHz	Kilohertz
L	Litre
m	Metre
M.Ö.	Milattan önce
MHz	Megahertz
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N_2O	Nitro oksit
W	Watt

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Soxhlet ekstraksiyon düzeneği 4
Şekil 2. 2 a) Kapalı tip mikrodalga sistemi ve b) Açık tip mikrodalga sistemi 7
Şekil 2. 3 Çözücü içermeyen mikrodalga ekstraksiyon mekanizması 9
Şekil 3. 1 Lavandula Angustifolia..... 13
Şekil 3. 2 Pimpinella anisum L.'nin kurutulmuş olgun meyveleri 18
Şekil 5. 1 Arçelik MD674 model mikrodalga fırın..... 32
Şekil 5. 2 Hassas terazi 33
Şekil 5. 3 Deney düzeneği 34
Şekil 5. 4 GC-MS analiz cihazı (PerkinElmer)..... 39
Şekil 5. 5 GC-MS analiz cihazı (Agilent Technologies)..... 39
Şekil 6. 1 Lavanta I – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 43
Şekil 6. 2 Lavanta I – Linalol piki..... 44
Şekil 6. 3 Lavanta I – Linalil asetat piki..... 45
Şekil 6. 4 Lavanta I ve referans lavanta yağı kromatogramı 46
Şekil 6. 5 Lavanta II – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 47
Şekil 6. 6 Lavanta II – Linalol piki..... 48
Şekil 6. 7 Lavanta II – Linalil asetat 49
Şekil 6. 8 Lavanta II ve referans lavanta yağı kromatogramı 50
Şekil 6. 9 Lavanta III – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 51
Şekil 6. 10 Lavanta III – Linalol piki..... 52
Şekil 6. 11 Lavanta III – Linalil asetat piki..... 53
Şekil 6. 12 Lavanta III ve referans lavanta yağı kromatogramı 54
Şekil 6. 13 Lavanta IV – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı..... 55
Şekil 6. 14 Lavanta IV – Linalol piki 56
Şekil 6. 15 Lavanta IV – Linalil asetat 57
Şekil 6. 16 Lavanta IV ve referans lavanta yağı kromatogramı..... 58
Şekil 6. 17 Lavanta V – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı..... 59
Şekil 6. 18 Lavanta V – Linalol piki 60
Şekil 6. 19 Lavanta V – Linalil asetat piki 61
Şekil 6. 20 Lavanta V ve referans lavanta yağı kromatogramı..... 62
Şekil 6. 21 Lavanta VI – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı..... 63
Şekil 6. 22 Lavanta VI – Linalol piki 64
Şekil 6. 23 Lavanta VI – Linalil asetat 65
Şekil 6. 24 Lavanta VI ve referans lavanta yağı kromatogramı..... 66

Şekil 6. 25 Lavanta analizlerinin üst üste çakıştırılması 67
Şekil 6. 26 Referans lavanta yağı kromatogramı 68
Şekil 6. 27 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz kromatogramı 70
Şekil 6. 28 Anason I – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 72
Şekil 6. 29 Anason – trans anetol 73
Şekil 6. 30 Anason I ve referans anason yağı kromatogramı 74
Şekil 6. 31 Anason II – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 75
Şekil 6. 32 Anason II – trans anetol 76
Şekil 6. 33 Anason II ve referans anason yağı kromatogramı 77
Şekil 6. 34 Anason III – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 78
Şekil 6. 35 Anason III – trans anetol 79
Şekil 6. 36 Anason III ve referans anason yağı kromatogramı 80
Şekil 6. 37 Anason IV – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 81
Şekil 6. 38 Anason IV – trans anetol 82
Şekil 6. 39 Anason IV ve referans anason yağı kromatogramı 83
Şekil 6. 40 Anason V – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 84
Şekil 6. 41 Anason V – trans anetol 85
Şekil 6. 42 Anason V ve referans anason yağı kromatogramı 86
Şekil 6. 43 Anason VI – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı 87
Şekil 6. 44 Anason VI – trans anetol 88
Şekil 6. 45 Anason VI ve referans anason yağı kromatogramı 89
Şekil 6. 46 Anason analizlerinin üst üste çakıştırılması 90
Şekil 6. 47 Referans anason yağı kromatogramı 91
Şekil 6. 48 Anason VI numunesinin kantitatif analiz kromatogramı 93
Şekil A. 1 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı 103
Şekil A. 2 Anason VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı 108

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5. 1 Mikrodalga fırının teknik özellikleri 32
Çizelge 5. 2 GC-MS Kalitatif Analiz Koşulları 40
Çizelge 6. 1 Deney sonucunda elde edilen yağ miktarları 41
Çizelge 6. 2 Ekstraksiyon Verimleri 42
Çizelge 6. 3 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz kromatogram piklerinin analizi .. 71
Çizelge 6. 4 Anason VI numunesinin kantitatif analiz kromatogram piklerinin analizi .. 94

ÖZET

MİKRODALGA EKSTRAKSİYON YÖNTEMİ İLE BİTKİLERDEN ESANSİYEL YAĞ ELDESİ

Görkem YÜCEPUR

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Elçin YILMAZ

Lavanta ve anason gibi bitkilerden üretilen esansiyel yağlar, çok uzun zamanlardan beri birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle esansiyel yağların ilaç endüstrisindeki yeri gün geçtikçe daha fazla artmaktadır. Türlerine göre antiseptik, antibakteriyel, antiviral, antifungal, antioksidan, uyarıcı ve sakinleştirici özellik göstermektedirler. Genel olarak dezenfekte edici ve bağışıklık sistemini güçlendirici etkilere sahiplerdir. Esansiyel yağlar, geçmişten günümüze, birçok farklı yöntem kullanılarak elde edilmiştir. Gelişen teknoloji ile beraber, elde edilme yöntemlerinde de gelişme sağlanmıştır. Daha yüksek verimli, daha yüksek kalitede, daha az enerji tüketimi sağlayan, çevreye daha az zarar veren ve daha az zaman gerektiren yöntemler araştırılmıştır. Bu çalışmada, bu yöntemlerden biri olan mikrodalga ekstraksiyonunun bir yöntemi olan solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi kullanılarak, lavanta (Lavandula angustifolia Miller) ve anason (Pimpinella anisum L.) bitkilerinden esansiyel yağ eldesi yapılmıştır. Bu yöntemin solvent kullanılmadığı, daha düşük enerji gerektirdiği ve daha az zaman aldığı için çevre kirliliği üzerine olumlu bir etkisi vardır.

Anahtar Kelimeler: Lavanta, Anason, Mikrodalga ekstraksiyonu, Esansiyel yağ, Uçucu yağ.

ABSTRACT

MICROWAVE EXTRACTION OF ESSENTIAL OILS FROM PLANTS MATERIAL

Görkem YÜCEPUR

Department of Chemical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Elçin YILMAZ

Essential oils produced from plants such as lavender and anise have been used in many areas since ancient time. In particular, the place of essential oils in the pharmaceutical industry is increasing day by day. According to their species they show antiseptic, antibacterial, antiviral, antifungal, antioxidant, stimulant and soothing properties. Generally they have disinfecting and immune system strengthening effects. From past to present essential oils have been obtained by using many different methods. Along with the developing technology, methods have been improved. Higher efficiency, higher quality, less energy consumption, fewer damage to the environment and less time consuming methods have been explored. In this study, essential oils from lavender (Lavandula angustifolia Miller) and anise (Pimpinella anisum L.) plants were obtained bu using solvent free microwave extraction method which is one of the methods of microwave extraction. This method has a positive effect on environmental pollution because it doesn't use solvent, requires less energy amd take less time.

Keywords: Lavender, Anise, Microwave extraction, Essential oil, Volatile oil.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar, özellikle eczacılık, kozmetik, tıbbi uygulamalarında ve gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılan, benzersiz doğal ürünlerdir. Tüketicilerin doğal kaynaklardan gelen içeriklere olan ilgilerinin artması ve potansiyel olarak zararlı sentetik katkı maddelerine olan endişelerin artmasıyla, günümüzde esansiyel yağlara yönelik talep oldukça fazladır.

Esansiyel yağlar kullanılmadan veya analiz edilmeden önce, bulunduğu bitki içerisinden çıkarılması gerekmektedir. Bu amaçla birçok yöntem geliştirilmiş olup hala geliştirilmeye devam edilmektedir. Bu tekniklerden bazıları uzun yıllardan beri esansiyel yağ ekstraksiyonu için kullanılmasına rağmen, uçucu bileşiklerin kaybı, düşük ekstraksiyon verimliliği, termal veya hidrolitik etkilerle bozunması ve olası toksik çözücü gibi çok sayıda dezavantaj sergilemişlerdir [1].

Kimya laboratuvarında mikrodalga enerjisinin kullanımı 1980'li yıllara dayanmaktadır. O zamandan beri çok sayıda laboratuvar, klasik olmayan bir enerji kaynağı olarak mikrodalgaların sentetik ve analitik olanaklarını araştırmıştır. Günümüzde, mikrodalga sentezi ve ekstraksiyonu konusunda pek çok çalışma yapılmış ve makale yayınlanmıştır.

Son on yıl içinde, daha kısa ekstraksiyon süreleri, azaltılmış organik çözücü tüketimi ile çevre kirliliğinin önlenmesi ve örnek hazırlama maliyetinin azaltılması ile yeni ekstraksiyon teknikleri geliştirilmiştir. Mikrodalga ekstraksiyonuna dayanan prosedürler, laboratuvarlarda yıllardır kullanılan geleneksel yöntemlerin yerini almaktadır [2].

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon tekniğini kullanarak, daha önce bu yöntem ile ekstrakte edilmeyen lavanta ve anason bitkisinin kurutulmuş yaprak ve meyvelerinden esansiyel yağ eldesi gerçekleştirilecektir. Elde edilen esansiyel yağların, gaz kromatografisi – kütle spektrometresinde kalitatif analizi yapılacaktır. Elde edilen veriler yardımıyla mikrodalga gücünün ve ekstraksiyon süresinin, uçucu yağ verimi ve kalitesi üzerindeki etkisi araştırılacaktır.

1.3 Hipotez

Bu çalışmada uygulayacağımız solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon tekniği ile esansiyel yağ elde edilirken, enerji ve zaman tasarrufu sağlamaktır. Ayrıca elde edilen esansiyel yağın kalitesi ve verimi, diğer yöntemlere göre daha iyi olduğunu kanıtlamaktır. Kullandığımız solventsiz yöntem ile çevre kirliliğinin önüne geçmek, yeşil kimyayı daha da geliştirmek ve başka projelere veya üretim tesislerine örnek olabilmek amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

EKSTRAKSİYON

Ekstraksiyon, bitkilerin yapısında bulunan bileşenlerin nitel ve nicel analizlerinde kullanılan basamakların ilkidir. İdeal ekstraksiyon işlemi basit ve ucuz olmalıdır. Aynı zamanda incelenecek bileşenler için uygun teknikte ekstraksiyon yapılmalıdır [3]. Pek çok çeşit ekstraksiyon yöntemi mevcuttur. 1879 yılında geliştirilen Soxhlet ekstraksiyonu günümüzde hala kullanılmaktadır. Fakat son yıllarda geliştirilen yeni yöntemler nedeniyle bu yönteme çok fazla başvurulmamaktadır. Uzun ekstraksiyon süresi, organik solvent tüketiminin fazla olması, kirliliğin fazla olması ve otomasyona uygun olmaması sebebiyle yerini yeni geliştirilen yöntemlere bırakmaktadır [4].

2.1 Soxhlet Ekstraksiyonu

Soxhlet ekstraksiyonu; Franz von Soxhlet tarafından geliştirilmiş olup, orijinal olarak bir katı maddeden sıvı ekstaksiyonu için tasarlanmıştır. Soxhlet ekstraksiyonu için gerekenler sadece istenen bileşiğin bir solvent içinde çözünürlüğe sahip olması ve bu solvent içinde safsızlık olmaması.

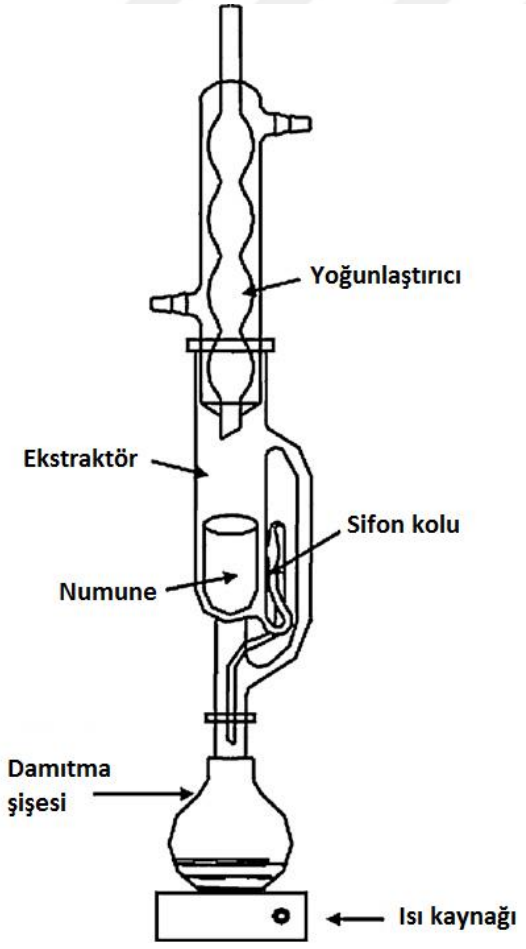
İstenilen bileşiği içeren katı madde, katı filtre kağıdından yapılan bir yüksük ile soxhlet ekstraktörünün ana haznesine yerleştirilir. Soxhlet ekstraktörü, solvent içeren balonun üzerine yerleştirilir. Son olarak soğutucu takılarak düzenek hazırlanır.

Solvent ısıtılır ve solvent buharı distilasyon kolundan yukarı çıkarak ekstraktör ana haznesine dolar. Soğutucu yoluyla solvent buharı yoğunlaşır ve katı maddenin bulunduğu ana hazneye damlar.

Ana hazne yavaşça sıcak solvent ile dolmaya başlar ve bir miktar istenilen bileşik sıcak solvent içinde çözünür. Soxhlet haznesi solvent ile dolunca, içerisinde solvent bulunan distilasyon balonuna sifon kolu tarafından geri boşaltılır. Bu döngü birçok kez tekrarlanır.

Her döngü sırasında, katı maddenin içerdiği yağ distilasyon balonuna boşalır. Fakat çözünen yağ döngüye tekrar katılmaz. Sadece saf çözücü ekstrakte için buharlaşır ve yoğunlaşır. Bu durum, soxhlet ekstraksiyonunun en önemli avantajlarından biridir.

Ekstraksiyondan sonra solvent, istenilen bileşiği verecek şekilde genellikle döner buharlaştırıcı vasıtasıyla uzaklaştırılır. Yüksük içindeki çözünmeyen katı parçalar genellikle atılır [5].



Şekil 2. 1 Soxhlet ekstraksiyon düzeneği [6]

2.2 Basıçlı Solvent Ekstraksiyonu

Basınçlı solvent ekstraksiyonu, yüksek basınç ve sıcaklıktaki solventler kullanılarak katı maddelerden analitlerin ekstrakte edilmesi işlemidir. Yüksek sıcaklıklarda solventlerin viskoziteleri azalır ve bulundukları ortamlara kolaylıkla yayılabilirler. Bu sayede ekstraksiyon işlemi kolaylaşmaktadır.

Uygulanan basınç, solventin kaynama noktası sıcaklığı üzerindeki sıcaklıklara çıkıldığında bile sıvı kalabilmesini sağlar. Bu sayede yüksek sıcaklıklarda da ekstraksiyon gerçekleştirilebilmektedir. Bu özellik basınçlı solvent ekstraksiyon yönteminin diğer geleneksel solvent ekstraksiyon yöntemlerine göre üstünlüğünü göstermektedir [3].

2.3 Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu

Bir bileşeni, ana yapıdan ayırmak için solvent olarak süperkritik akışkanın kullanıldığı ekstraksiyon tekniğidir. Genellikle katı maddeden ekstrakte edilmek için kullanılır fakat sıvı madde için de kullanılabilir.

Karbondioksit (CO_2) en fazla kullanılan süperkritik akışkandır ve bazen etanol ya da metanol gibi solventler ile beraber kullanılır. Buna ek olarak karbondioksit toksik değildir, yanıcı değildir, kokusuz, tatsız, inert ve ucuzdur [7].

Süperkritik akışkanların avantajlarından biri; viskoziteleri düşük ve difüzyon katsayılarının yüksek olması nedeniyle normal akışkanlara göre daha hızlı nüfuz edebilmektedir. Çözme gücü, sıcaklık ve basınç değişimi ile değişmektedir. Çözme gücündeki değişikliğin kontrol edilebilmesi ise bu yöntemin diğer bir avantajıdır.

Çoğu polar maddelerin ekstraksiyonunda su ve N_2O kullanılması gerekmektedir. Fakat suyun kritik sıcaklığının yüksek olması ve N_2O'nun toksik özellik göstermesinden dolayı bu solventlerin süperkritik akışkan olarak kullanılması ise bu yöntemin dezavantajıdır. Ayrıca prosesin yüksek basınçta gerçekleşmesinden dolayı maliyetli ve enerji gereksinimin yüksek olması gerekmektedir [8].

2.4 Ultrasonik Ekstraksiyon

Ultrasonik ekstraksiyonu, ses dalgaları destekli sıvı ekstraksiyon olarak da bilinir [9]. Ultrason, insanların işittiği 20 kHz frekans üzerindeki frekanslara sahip olan bir enerji biçimidir.

Ultrasonik ekstraksiyon tekniği, ısısal olmayan etkili bir tekniktir. Bitkilerin ekstraksiyon işleminde hücre duvarını mekanik olarak parçalar ve hücre içinde bulunan ekstrat, hücre dışına kolaylıkla aktarılır.

Ultrasonik ekstraksiyon sisteminin basit olması, pahalı olmaması ve verimi yüksek olması nedeniyle geleneksel ekstraksiyon tekniklerine iyi bir alternatiftir. Ayrıca düşük sıcaklıklarda da kullanılabildiği için ısıya duyarlı olan maddelere ekstraksiyon işleminin yapılmasını sağlar [10].

2.5 Mikrodalga Ekstraksiyonu (Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon)

Fenolik, uçucu ve uçucu olmayan bileşikler alanında, geleneksel yöntemlere olan avantajlarından dolayı yeni ekstraksiyon teknikleri son yıllarda daha popüler olmaya başlamıştır. Bu avantajlar; ekstraksiyon sürelerinin azalması, solvent tüketiminin azalması, enerji kullanımının azalması, verimlilik artışı, kolaylık ve pratiklik olarak sıralanabilir [11].

Mikrodalga ekstraksiyonu işleminin temelleri, elektromanyetik dalganın neden olduğu hücre yapısındaki değişiklikler sonucunda ortaya çıkan ekstraksiyon nedeniyle klasik yöntemlerden farklıdır [12].

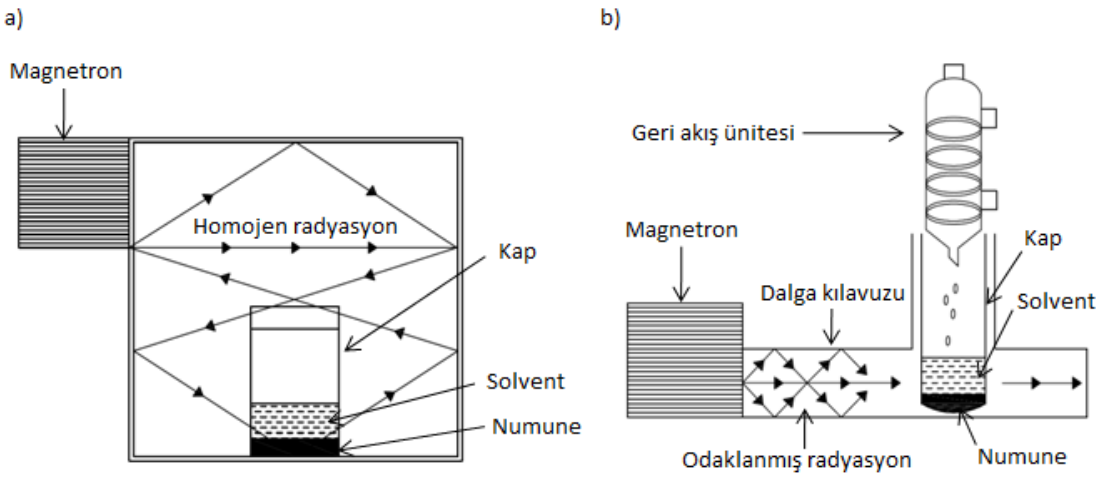
Mikrodalgalar, 300 MHz'den 300 GHz'e kadar olan elektromanyetik radyasyonlardır. Evsel ve endüstriyel mikrodalgalar genellikle 2.45 GHz (2450 Mhz)'de çalışmaktadır. Mikrodalgalar, biyomateryallere nüfuz edebilen ve ısı üretmek için biyomateryallerde su gibi polar moleküllerle etkileşime girebilen dalgalar halinde iletilir [13].

Mikrodalgayı kullanmanın en önemli avantajlarından biri, düzgün ve hızlı ısıtma mekanizmasıdır. Geleneksel ısıtmanın aksine, malzeme içerisinde ısı oluşur ve tüm malzeme hemen hemen aynı oranda ısıtılır [11].

Enerji transferi, mikrodalga ısıtmanın temel özelliğidir. Geleneksek yöntemlerin ısı transferinde enerji; konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyon olguları tarafından termal olarak maddenin dış yüzeyinden aktarılır. Mikrodalga yardımlı ekstraksiyonda ise mikrodalga enerjisi, elektromanyetik enerjinin termal enerjiye dönüşümü yoluyla sağlanan moleküler etkileşimle doğrudan materyallere iletilir [12].

Mikrodalga uygulamalarının ayrıştırma ve ekstraksiyon işlemlerinde uygulanması hem ekstraksiyon zamanını hem de gereken solvent miktarını azaltarak atmosfere daha az CO_2 yayılmasını sağlar. Böylelikle çevresel etki en aza indirilmiş olur. Ayrıca buhar distilasyonu gibi geleneksel yöntemlerde kullanılan enerjinin sadece bir bölümünü kullanarak bu işlemleri gerçekleştirebilir [14].

Mikrodalga ekstraksiyon sistemleri çok modlu ve odaklı mod (tek modlu) sistemine göre sınıflandırılır. Çok modlu sistem, boşluk içindeki mikrodalga ışınımının bir modlu karıştırıcı vasıtasıyla rasgele dağılmasına izin verirken; odaklı sistem, boşlukta sınırlı bir bölge üzerine odaklanmış mikrodalga ışınımına izin verir. Çok modlu sistem yüksek basınç altında kullanılırken, odaklı mod sistemi yüksek basınçla beraber atmosferik çalışma basıncı altında da kullanılabilir. Mikrodalga ekstraksiyonu sınıflandırılması yapılırken karışıklığı önlemek için atmosfer basıncının üstünde olan sisteme kapalı sistem, atmosfer basıncı altında çalışan sisteme açık sistem denmiştir [15].



Şekil 2. 2 a) Kapalı tip mikrodalga sistemi ve b) Açık tip mikrodalga sistemi [15]

Kapalı sistemde ekstraksiyon, kapalı bir kapta gerçekleştirilir. Kapalı kap içerisindeki solvent, atmosfer basıncındaki kaynama noktasının üzerinde ısıl işleme uğrar. Bu

şekilde hem ekstraksiyon hızı hem de verimlilik artar. Kapalı sistemin daha az solvent tüketimiyle, hızlı ve verimli ekstraksiyon yapmasına karşın, kap içindeki sıcaklığın hızla yükselmesi, daha uçucu olan bileşiklerin kaybına neden olabilir. Buna ek olarak kaplar açılmadan önce oda sıcaklığına kadar soğutulması gerekmektedir. Bu işlem uçucu bileşenlerin kayıplarını önlemek için birinci derecede öneme sahiptir. Fakat bu adım genel olarak ekstraksiyon süresini önemli ölçüde arttırmaktadır [15], [16].

Açık sistemde ekstraksiyon, kapalı sistemin güvenlik sorunları gibi eksiklerine karşı geliştirilmiştir ve ısıl olarak dayanıksız bileşikleri ekstrakte etmek için daha uygun olduğu düşünülmektedir [15]. Ekstraksiyon, atmosferik basınç altında gerçekleşmektedir. Bunun sonucunda mümkün olan maksimum sıcaklık, solventin bulunduğu koşullar altındaki kaynama noktasına göre belirlenir. Bu tür sistemler odaklı mod sistemi kullanır, böylece numunenin ısıtılması homojen ve çok verimli olur [16].

Termal bozunum ve bazı aktif bileşiklerin oksidasyonu nedeniyle düşük ekstraksiyon verimi, daha verimli mikrodalga ekstraksiyonlarının oluşmasına yol açmıştır [15].

2.5.1 Azot Korumalı Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon

Ekstraksiyon işlemi sırasında aktif bileşiklerin okidasyonu, kapalı bir sistemde azot ve argon gibi basınçlı bir inert gaz kullanılarak önlenebilir. Bu da ekstraksiyon veriminin artmasını sağlar [15].

2.5.2 Vakumlu Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon

Isıya duyarlı bileşiklerin ekstraksiyonu, düşük basınç ve sıcaklık gibi hafif çalışma koşulları olan vakumlu mikrodalga yardımlı ekstraksiyon altında gerçekleştirilebilir. Bu mikrodalga ekstraksiyonu çeşidi aktif bileşiklerin emme basıncı yoluyla solvente difüzyonunu arttırarak kütle aktarım mekanizmasını geliştirir. Termal bozunum ve aktif bileşiklerin oksidasyonu riski, vakum basıncı kullanılarak minimize edilir. Vakum basıncı solventin kaynama sıcaklığını düşürür [15].

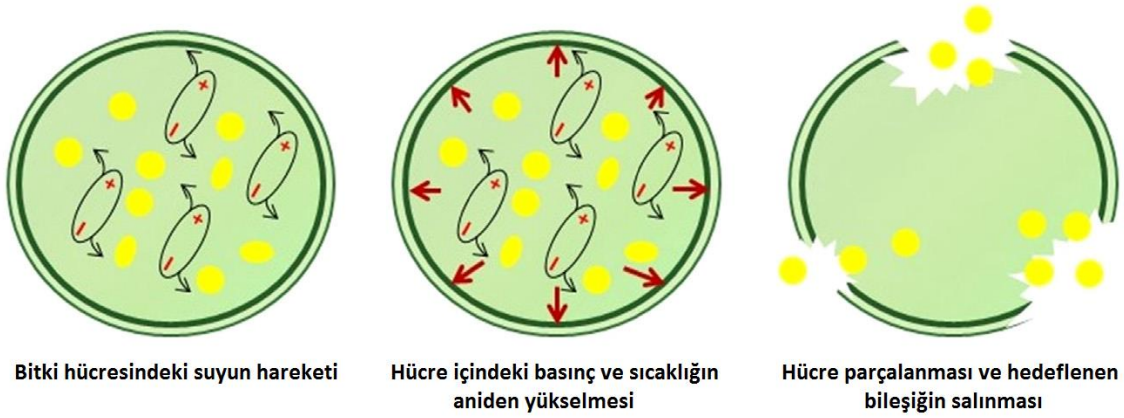
2.5.3 Ultrasonik Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon

Kütle transfer mekanizmasının geliştirilmesine dayanarak gerçekleştirilen bir ekstraksiyondur. Birleşik mikrodalga ve ultrasonik dalgalar, ekstrakte edilen bitki hücresini parçalamak ve aktif bileşiklerin solventte çözünmesi için yüksek momentum ve enerji sağlayarak kütle aktarım mekanizmasını geliştirir. Sonuç olarak daha kısa ekstraksiyon süresi ve daha düşük solvent tüketimi sağlanır [15].

2.5.4 Solvent İçermeyen Mikrodalga Yardımlı Ekstraksiyon

Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu genellikle esansiyel yağ ekstraksiyonu için kullanılır ve istenilen bileşiği ekstrakte etmek için su eklenebilir. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu, geleneksel yöntemlere kıyasla ekstraksiyon zamanını önemli ölçüde azaltır. Ekstraksiyon zamanı birkaç saatten 20-30 dakikaya kadar düşer [15].

Bitki hücrelerindeki su, mikrodalga ışıması altında uyarılır. Bu uyarılma sonucu su molekülleri hareket ederek iç basınç artışına neden olur. Artan iç basınç, hücre duvarlarını parçalayarak hedeflenen moleküllerin salınımına yol açar [17], [18].



Şekil 2. 3 Çözücü içermeyen mikrodalga ekstraksiyon mekanizması [18]

Doğal ürünleri ekstrakte etmek için yapılan ilk solventsiz mikrodalga ekstraksiyon tekniği, Chemat vd.,2004 [19] tarafından geliştirilmiş ve patentlenmiştir. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu; atmosfer basıncında, çözücü ve su olmadan, mikrodalga fırın yardımıyla, esansiyel yağların ekstraksiyonu için geliştirilen en yeni tekniklerden biridir. Basit bir prensibe dayanan bu yöntem, taze bitki materyalini herhangi bir çözücü veya su ilave etmeden bir mikrodalga reaktörüne yerleştirmeyi içerir. Bitki hücresi içinde

bulunan suyun içten ısıtılması, hücre duvarını genişletir ve parçalanmasına neden olur. Bu işlem, hücre içerisinde bulunan su tarafından buharlaştırılan esansiyel yağları serbest bırakır. Mikrodalga fırının dışında kurulan bir soğutma sistemi düzeneği, su ve uçucu yağdan oluşan distilatın sürekli yoğuşmasını sağlar. Aşırı su, bitkinin uygun nem oranını korumak için reaktöre geri akıtılır [12], [18].

Doğal bileşik materyalinin su içeriği, mikrodalga gücü, ekstraksiyon zamanı ve biyoaktif bileşiklerin verimi için parametreleri de etkilemektedir. Su, mikrodalga enerjisini mükemmel bir şekilde emebilmesinden dolayı, mikrodalga uygulaması altındaki numunenin su içeriği ekstraksiyon işleminde büyük rol oynamaktadır [17].

BÖLÜM 3

BİTKİLER ve ESANSİYEL YAĞLAR

3.1 Bitkiler

Bitkiler uzun yıllar boyunca birçok farklı alanda, birçok şekilde kullanılmış olup günümüzde de devam etmektedir. Başlıca kullanım alanları; kozmetik, ilaç, gıda, aromaterapi ve fitoterapidir [20].

Bitkiler sayesinde günümüz modern tıbbında pek çok ilaç geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam etmektedir [21]. Bitkilerin tedavi amacıyla kullanılması çok eski yıllara dayanmaktadır. Günümüzde kullanılan ilaçlarda sentetik kökenli maddelerin yan etkilerinin olması ve organizmaların direnç oluşturması gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sebeple tamamen doğal olan bitkisel kaynakların önemi tıp ve kozmetik alanında oldukça artmıştır. Bunun sonucu olarak bitkilerle ve bitkisel uçucu yağlarla ilgili daha ayrıntılı çalışmalara gerek görülmüştür [20].

3.1.1 Lavanta

Lavanta en faydalı şifalı bitkilerden biridir. Ticari olarak sabun, kolonya, parfüm, cilt losyonları ve diğer kozmetik ürünleri de içeren koku endüstrisine birçok önemli yağ verir. Ayrıca lavanta yağı, gıda üretiminde aromalı içecek, dondurma, şekerleme, pişmiş ürünler ve sakız içinde kullanılır [22], [23].

Lavanta ismi, latince yıkamak anlamına gelen “lavare”den türemiştir. Lavantanın kokulu çiçekleri, Antik Roma’da ve Kuzey Afrika’da halk banyolarında yıkama suyuna karıştırılmış ve banyoları güzel kokutmak amacı ile kullanılmıştır. Ayrıca Roma ordusu tarafından bir dezenfektan olarak kullanılmak üzere yanlarında taşınmıştır [24].

3.1.1.1 Lamiaceae Familyası

Lamiaceae (Labiatae), 6000'den fazla türün bulunduğu büyük bir familyadır. Familya; lavanta, nane, kekik, biberiye gibi güzel süs ve şifalı bitkileriyle tanınıp aynı zamanda aroma ve parfüm endüstrisi için uçucu yağların zengin bir kaynağı olarak bilinmektedir. Bu alanlarda yapılan çalışmalar sonucu çalılık ve bitki familyası olan Labiatae sınıfına, eskiden Verbenaceae sınıfına mensup olan tik ağacı gibi ekonomik açıdan önemli tropik sert ağaçlar da katılmıştır.

Daha sonra yapılan çalışmalar ile bu familyanın polifiletik olduğu, yani birkaç farklı tür soydan geldiği, gözlemlenmiştir. Labiatae familyası üzerine çalışma yapan Cantino'ya göre Labiatae'nin en az dört ayrı soyu, Verbenaceae üyeleri ile ortak atayı paylaşıyor [25].

Labiatae, çoğunlukla güzel kokulu otlar, çalılar ve ağaçları kapsayan çiçekli bitki familyasıdır. Yaprakları basit ve daima karşılıklıdır. Bazı türlerin yaprakları ise tüylü yapraktır. Yapraklarında kokulu yağ salgılayan küçük salgı bezleri bulunur [26].

3.1.1.2 Lavandula L. Cinsi

Uçlarında yıldız şeklinde tüylü çiçeklerle kaplı, aromatik çalı veya otlardır. Çiçek yaprakları geniştir ve demetler halindedir. Ayrıca bu çiçekler ya tamamen ürün verebilen olabilir ya da tamamen kısır, verimsiz olabilir [26]. Çiçekler, her dalın sonunda bir çiçek bulunan belli başlı bir çiçek açan talkımlardan oluşur. Bu talkımlar ya karşılıklı bir düzende ya da karşılıklı olmayan bir spiral düzendedir [27].

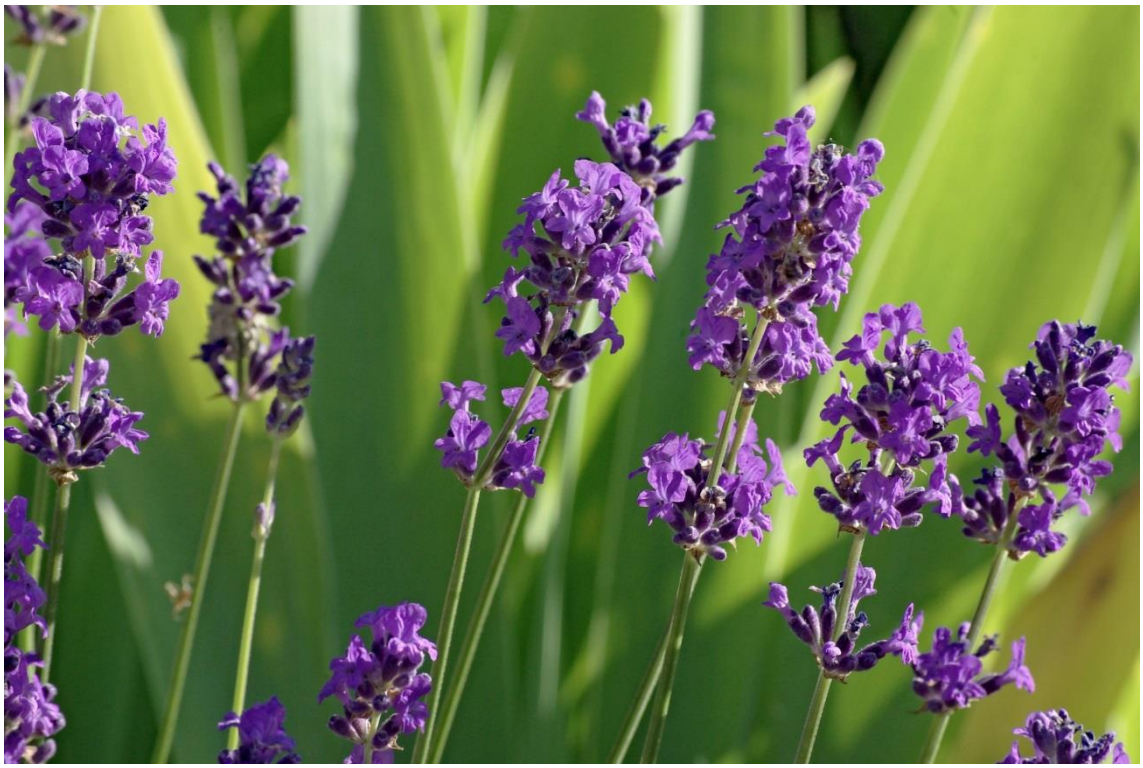
L. stoechas türünde çiçek demeti yoğun ve değişme göstermez, en üst çiçek yaprağı daha geniştir, verimsizdir ve ucunda renkli bir yaprak demeti bulunur.

L. angustifolia türünde ise çiçek demeti dağınıktır ve değişme gösterir, tüm çiçek yaprakları benzerdir, ürün verebilir ve ucunda herhangi bir yaprak demeti bulunmaz [26].

3.1.1.3 L. Angustifolia Miller Türü

Doğrusal-mızraksı yapıda olup, yaprakları 50 cm'dir ve gençken üzerleri gri tüylerle kaplıdır. Yaşla birlikte yeşile döner. Çiçeklenme sapı genelde dallara ayrılmamış, 10-25

cm uzunluğunda olup, 4-5 (Max. 8) cm'lik küçük başak şeklinde çiçeklerden oluşur. Bazen bu ana kümeden uzakta dağınık çiçek kümeleri bulunabilir. Çanak yaprakları 13 damarlı olup üzerlerinde ufak dairesel uzantılar bulunur. Taç yaprakları iki taraflı simetrik, belirgin loblar ile çanak yapraklardan neredeyse iki katı uzunlukta, mavi / leylak tonlarında, bazen beyaz ve nadiren gülkurusu renklerindedir. Haziran ortasından temmuza kadar çiçek açar. Anavatanı Güneybatı ve Güney Orta Avrupa (İtalya, Fransa ve İspanya) dağlarıdır ve bu alanlar 1500 m'nin üzerindedir. Fakat geniş bir alanda ekilmiş ve başka yerlerde yerlileştirip o çevreye uyum sağlatılmıştır [27].



Şekil 3. 1 Lavandula Angustifolia [28]

3.1.1.4 L. Angustifolia Miller Türünün Halk Arasında Tıbbi Amaçla Kullanımı

Dünya çapında birçok çeşit lavanta yetiştirilmektedir. Tıbbi olarak en az beş farklı ürün kullanılmaktadır ve her türün farklı tıbbi özelliklere sahip olduğu düşünülmektedir.

Geleneksel Çin tıbbında lavanta; kısırlık, enfeksiyon ve ateş gibi çeşitli durumların tedavisinde kullanılır. Arap tıbbında ise uzun süredir mide ve böbrek sorunlarını tedavi etmek için kullanılmaktadır. Victoria dönemlerinde afrodizyak olarak kullanılmıştır [23].

Lavandula angustifolia, çeşitli mide ve bağırsak, sinir ve romatizmal hastalıkların tedavisi için dünyanın değişik bölgelerinde geleneksel olarak kullanılmaktadır. İran halkı ve geleneksel tıpta karın ağrısı ilacı, idrar sökücü, anti-epilepsi, romatizmal hastalıklarda ve özellikle migren ve sinirsel baş ağrısı için ağrı kesici olarak kullanılmıştır [29].

Alman Komisyonu; huzursuzluk, uykusuzluk ve sinirsel bağırsak hastalıkları tedavisi için L. angustifolia çayını onaylamıştır.

Lavanta çiçeğinin güçlü ve hoş kokusu aromaterapide popüler kullanımına yok açtı ve bu alanda en çok yönlü ve yararlı uçucu yağlardan biri olarak kabul edildi. Stres, depresyon, yorgunluk, dolaşım hastalığı ve hipertansiyon gibi geniş bir aralıkta rahatsızlıkları tedavi etmek için lavanta yağı ile aromaterapi önerilmiştir [24].

L. angustifolia'nın esansiyel yağının; merkezi sinir sistemi depresanı, havale engelleyici, yatıştırıcı, kas gevşetici, lokal anestetik, antioksidan ve antibakteriyel özellikleri olduğu yapılan farmakolojik ve biyolojik testlerde görülmüştür [29].

3.1.1.5 Lavanta Yağı

Günümüzde, fitoterapi ve aromaterapi gibi alternatif tedavi yöntemlerinde kullanılan en önemli yağlardan biri lavanta esansiyel yağıdır [27]. Bunların yanı sıra masajda da yaygın olarak kullanılır [24].

Lavanta esansiyel yağı, genellikle bitkinin çiçek ve yapraklarından buhar ile damıtılarak üretilir. Yağın geleneksek olarak antibakteriyel, anti mantar, kas gevşetici, yatıştırıcı, antidepresif, yanıklara ve böcek ısırıkları için etkili olduğuna inanılıyor. Aromaterapide sıklıkla kullanılan saf yağ, sabunlarda ve diğer ürünlerde hoş koku vermesi için ya da antimikrobiyal etken olması için kullanılır [30], [31].

Lavanta yağının içerdiği bileşiklerin dengesi, bitkinin yetiştiği yere göre değişkenlik gösterir. Lavandula angustifolia gibi daha düşük rakımlarda ve serin İngiliz ikliminde yetiştirilen aynı bitkinin yağı, Akdeniz ya da Doğu Avrupa bölgelerinde yetişen bitkinin yağına göre farklılık gösterir. Esansiyel yağın kalitesi mahsulden mahsule, toplanan gruptan gruba değişkenlik gösterebilir. Bu değişkenlik ise kokunun kalitesini etkiler. Lavanta yağı içerisinde 150'den fazla farklı bileşen vardır. Bu 150'den fazla bileşen

içinde iki ana bileşen bulunmaktadır ve bunlar linalol (% 25-38) ve linalil asetattır (% 25-45). Lavanta yağına hafif, tatlımsı kokuyu veren bu iki ana bileşiktir [32], [33].

Lavanta yağı renksizden açık sarıya çalan bir renktedir. Kokusu ise tatlı, çiçeksi-otsu ve balzamik-odunsudur. Başta turunç ve floral olmak üzere çoğu yağ ile iyi uyum sağlar [34].

Lavanta yağının, metisiline dirençli Staphylococcus aureus, vankomisine dirençli Enterococcus ve antibiyotiklere dirençli olan birçok bakteri türüne karşı etkili olduğu keşfedilmiştir. Lavanta yağının, özellikle mantarlara karşı hem tıbbi hem de tarımsal öneme sahip bir anti mantar madde olduğu gözlenmiştir. Bunlara rağmen yapılan biyolojik aktivite çalışmalarında lavanta bileşimindeki linalol ve linalil asetatın, antibakteriyel veya anti mantar aktivite arasında hiçbir ilişki bulunamamıştır. Yağın biyolojik açıdan aktif bileşenlerini tanıma ve karışık bileşenlerin sinerjilerini belirleme çalışmaları devam etmektedir.

Şifa için uçucu yağların kullanılması yeni değildir. Lavanta yağı, ağırlıklı olarak aromaterapi ve masajda kullanılmakla beraber stres ve depresyon semptomlarının hafifletilmesi, ruh halinin iyileştirilmesi ve kaygı giderici olarak kullanılmaktadır. Aromaterapinin hem kokunun psikolojik etkisinden hem de solunan uçucu bileşiklerin fizyolojik etkilerinden dolayı şifalı olduğu düşünülür. Bununla birlikte, lavanta yağının uçucularının teneffüs edilmesinin hasta ruh halini değiştirebilme ve uyku düzenini iyileştirebilme yeteneği olduğu rapor edilmesine rağmen, lavanta yağı solunumunun sağlığa gerçekten yararlı olup olmadığı hala tartışmalıdır.

Lavanta yağının teneffüs edilmesinin, ağrı dindirmede yararlı olduğu rapor edilmiştir. Sırt ağrılarında, aromatik lavanta yağı ile akupunktur noktalarına yapılan uyarılarda etkili bir kısa süreli tedavi olduğu gözlemlenmiştir [30].

3.1.2 Anason

Anason, Umbelliferae ailesine ait aromatik bir bitkidir. Dünya genelinde çeşitli bölgelerde yetişir. Aromatik tohum, çiğ olarak yenir veya çorba, şekerleme, turta, ekmek ve kek gibi çiğ veya pişmiş gıdalarda aroma olarak kullanılabilir. Parfüm, diş

macunu ve likör endüstrisinde de kullanılır. Bunların yanında içerdiği esansiyel yağ, antiseptik, antispazmodik, balgam söktürücü ve uyarıcı olarak kullanılır [35].

3.1.2.1 Umbelliferae (Apiaceae) Familyası

Apiaceae olarak da bilinen Umbelliferae familyası, 300 ile 450 cins ve 3000-3700 türden oluşan, çiçekli bitkilerden en iyi bilinen ailelerden biridir. Aromatik bitki olarak bilinmekte olur meyvelerinden ve yapraklarından uçucu bileşiklerin çeşitlendiği ayırıcı bir tada sahiptirler. Çoğu ılıman bölgelerde yaygındırlar. Ailenin en bariz ayırt edici özelliği şemsiye biçimini alan çiçeklenmesidir [36].

Doğada yıllık otlar şeklinde ama nadiren de olsa çalı şeklinde de bulunurlar. Yaprakları bir sap boyunca dönüşümlü bir biçimde düzenlenmiştir ve buna alternatif düzenleme denir. Nadiren düzensiz karşıt şekilde ya da üç veya daha fazla yaprakla spiral şeklinde bulunur [37].

3.1.2.2 Pimpinella L. Cinsi

Dünyada 170-180 türü olan Pimpinella L. cinsi, Apiaceae familyasına ait en büyük cinslerden biridir. İlk olarak Linnaeus tarafından Species Plantarum (1753)'da kabul görmüş dört tür eklenmiştir. Bunlar P. major L., P. glauca L., P. peregrina L., P. anisum L.'dir [38], [39]. Pimpinella L. cinsi, Avrupa, Asya, Afrika ve Amerika'da birkaç ülkede yaygın olarak bulunur [40].

Temel yapraklar genelde tek parçalı ya da üç eşit parçadan oluşmaktadır. Çanak yaprağı genellikle ufaktır. Taç yaprakları beyaz ya da sarı, nadiren pembe ya da morumsu rengindedir. Yaprakları tırtıklı değildir ya da biraz tırtıklıdır. Tepesi eğilmiş bir vaziyettedir [41].

Farmakolojik araştırmalar, bu cinsteki bitkilerin antikonvülzan, antispazmodik ve gevşetici etkilere sahip olduğunu bunların yanında antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri olduğunu göstermiştir [40].

3.1.2.3 P. Anisum L. Türü

Umbelliferae familyasına ait Pimpinella anisum L. (anason), yıllık otsu ve tipik bir aromatik bitkidir. Anason, ortalama 30-50 cm yüksekliğe kadar ulaşabilir. Bitki tamamen ince tüyler ile kaplıdır. Gövdesi silindirik olup dairesel kesitte ve pürüzsüz bir yüzeye sahiptir [33], [35], [40].

Yaz ortasında ince gövdelerin üstleri, şemsiye şeklinde ve minik, beyaz çiçek demetleriyle kaplı olur. Bu demetler ince gövdeleri devirmeyecek ağırlıktadır. Aynı zamanda bu demetler tohum benzeri meyvelere dönüşürler. Anason, çapraz polinasyon yapan bir tür olup genetik olarak heterojen yapıdadır. [33].

Anason, beyaz çiçekler ve sarı-kahverengi veya yeşil-kahverengi meyveler içerir. Kurumuş ve olgunlaşmış meyvelerin küçüklüğü ve biçimi hatalı olarak “tohum” olarak adlandırılmasına neden olmuştur [42].

Anason bitkisi, Yunanistan ve Mısır’a özgü olarak bilinmektedir. Günümüzde ağırlıklı olarak Hindistan ve Çin’de yetiştirilmektedir. Bunun yanı sıra daha az oranda Meksika ve İspanya’da da yetiştirilmektedir. Yetiştirildikleri yerlere göre farklı tip anason türü vardır. Farklı bir ailenin türüne ait olan yıldız anason ile karıştırılmamalıdır [34].

Anason, % 1-4 aralığında uçucu yağ oranına sahiptir. Bunun yanında % 8-16’lık kısmı yağ asitlerinden oluşmaktadır. Uçucu yağdaki temel bileşen anetoldür [33].

Anason, kadim insanlar tarafından ekilip değeri anlaşılmıştır. Mısır firavun metinlerinde mide rahatsızlıkları, mesane sorunları ve diğer gastrik rahatsızlıklar için kullanıldığı açığa çıkarılmıştır. Aynı zamanda Çinliler, balgam söktürücü olarak anason kullanmışlardır. Antik Yunanlılar tarafından da anason bilinmekteydi. Anason, Antik ve Hint tıbbi sisteminde kullanılmıştır. Sri Lanka’da tohum geleneksel olarak karın ağrısı ilacı ve aromatik olarak kullanılmıştır.

Anason, fermente edilmemiş bir şarapla hazırlanan, balla karıştırılmış toz halindeki anasonlu karışımı, kimyon ve diğer sindirimi kolaylaştırıcı otları da içeren Romalılarca mustaceus adı verilen baharatlı bir kek çeşidi içerisinde kullanılmıştır. Büyük bir nezaket olarak düşünülen bu kek, ziyafetler ve düğünlerde sindirime yardımcı olması

için servis edilmiştir. Muhtemelen daha önemlisi afrodizyak özelliklere sahip olduğu düşünülüyordu. Romalılar tıbbi olarak da anasonu kullanmışlardır [43].



Şekil 3. 2 Pimpinella anisum L.'nin kurutulmuş olgun meyveleri [42]

Anason, ağız yıkama ve diş temizleme maddelerinde yaygın olarak kullanılırdı. Çaylara lezzet katmak ve çeşitli likörler hazırlamak için de kullanılmıştır. Pernod, uzo ve rakı bunlara örnek olarak verilebilir.

Anason, kozmetik sektörünün önemli bir parçasıdır. Çeşitli parfümlerin bir bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Anason kokusu; keskin, belirgin tadı olan, aromatik ve tatlımsı olarak tanımlanır. Özünü alkole tamamen, fakat kısmen suya ve az miktarda kaynar suya verebilir. Anasonun meyan kökü ile geleneksel kullanımı nedeniyle, anasonun tadı genellikle meyan kökü ile karıştırılır [43].

3.1.2.4 P. Anisum L. Türünün Halk Arasında Tıbbi Amaçla Kullanımı

Anason, Antik Yunanlılar, Romalılar ve Araplar tarafından kullanılan en eski türlerden biridir. Pisagor ve Hipokrat dahil olmak üzere dikkate değer kişiler tarafından da önerilmiştir. Bu türün meyveleri Ortaçağda para birimi olarak kullanılmıştır.

Anason ve esansiyel yağı, diüretik, sakinleştirici, mide hastalıkları, anti mantar, antibakteriyel, antiepileptik, süt salınım indükleyicisi, antispazmodik, balgam söktürücü

ve bağırsak temizleyicisi gibi geniş bir yelpazede tedavi edici olarak halk tıbbında kullanılmıştır.

Halk tıbbında anasonun kullanılması birçok araştırmacıya, güçlü antimikrobiyal etkinliği de dahil olmak üzere, bu türe ait uçucu yağ tıbbi özelliklerini araştırmaya teşvik etti [42].

Çay çocukların gaz, üst solunum yolu sorunları, bronşiyal astım, balgam söktürücü, öksürük baskılayıcı, boğaz ağrısı, bronşiyal enfeksiyonlar için ve boğmaca önleyici olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda göğüs ağrıları için (göğüs ve akciğer enfeksiyonlarını hafifletir) kullanılır. Öksürük ilaçlarının yanı sıra pastillerde de kullanılır. Biraz balla tatlandırılıp bebekler için sancı dindirici olarak kullanılmasının yanında kuru öksürükler için yararlıdır. Ayrıca çocuklar için sakinleştirici olarak kullanılır ve bulantıyı azaltmaya yardımcı olabilir. Bunların yanı sıra çay, cilt yağlanmasını azaltmaktadır.

Sindirime, özellikle sinirsel hazımsızlığa fayda sağlamaktadır. Kurutulmuş tohumlar sindirim yardımcısı olarak çiğnenebilir.

Anason, güçlü bir süt arttırıcı olarak annelerin daha fazla süt üretmesine yardımcı olur. Buna ek olarak, doğumun kolaylaştırılması için geleneksel olarak kullanılmıştır.

Anason, aromaterapide de kendine yer edinmiştir. Aromaterapide nefes almada zorlanmayı kolaylaştırmak için kullanılır. Herhangi bir kaynakta bulunmasa da anason yağının afrodizyak olduğu düşünülmektedir [43].

3.1.2.5 Anason Yağı

Anason yağı, kuru ve olgunlaşmış anason meyvelerinden elde edilen uçucu bir yağdır. Ana bileşik olarak % 80 ile % 95 veya daha fazla trans anetol içermektedir. Bunu takiben estragol, anisaldehit ve cis-anetol içerir. Özellikle pediatride, öksürük karışımlarında ve balgam söktürücülerde kullanılır.

Anetol ve estragol gibi önemli fenilpropanlar, otono sinir sistemi üzerinde dengelenen bir etkiye sahiptir. Anasonyağı, nöbetler ve epilepsi de dahil olmak üzere bazı hastalıkların tedavisinde İran halk tıbbında kullanılmıştır. Anason yağının menstrüel krampları ve kolikleri tedavi ettiği düşünülmektedir [44], [45].

Anasonun uçucu yağının büyük bir kısmını oluşturan anetol, beklenildiği gibi anason yağının kokusunun ve tadının temel bileşenidir. Kullanıldığı içeceklerdeki (rakı, uzo, pernod gibi) homojen yapısı, uçucu yağların etanol gibi alkol içindeki çözünürlüğünden dolayıdır [42].

Anason yağı, renksizden açık sarıya çalan bir renktedir. Tatlı baharatlı bir karakteristik kokusu vardır. İlaç endüstrisi tarafından öksürük karışımlarında ve ilaçlarda istenmeyen tatların maskelenmesinde kullanılır. Çoğunlukla endüstriyel tipteki diş macunlarında, sabunlarda, deterjanlarda, kozmetiklerde ve parfümlerde koku bileşeni olarak kullanılır. Aynı zamanda gıda kategorisinde de kullanılmaktadır [34].

Dünya anason yağı üretimi 40-50 ton / yıldır. Anason yağının en önemli ithalatçı ülkeleri Amerika Birleşik Devletleri ve Fransa'dır. Rusya, İspanya ve Polonya da anason üretiminde büyük üreticiler arasındadır. Birçok ülke anason yetiştiriciliği yapmasına rağmen pek azı anason yağı ve anetol üretimi yapmaktadır [33].

3.2 Esansiyel Yağlar

Esansiyel yağlar; bitkilerin yaprakları, çiçekleri, tomurcukları, tohumları, dalları, ağaçları, otları, odunları, meyveleri ve köklerinden çeşitli yöntemlerle elde edilebilen aromatik yağlı sıvılar olarak tanımlanır. Esansiyel yağlara aynı zamanda Uçucu yağlar da denilebilir [46], [47]. Birçok bitkinin karakteristik kokuları, içerdikleri uçucu yağdan kaynaklanmaktadır. Uçucu yağlar, çok sayıda kimyasal bileşenden oluşmuş olan aromatik hidrokarbon karışımlarıdır. İsminden de anlaşılacağı üzere uçucu yağlar oda sıcaklığında uçucudur. Bunun yanında en önemli özelliklerinden birisi de kokulu olmalarıdır. Sabit yağlar ile esansiyel yağlar arasındaki en önemli fark; esansiyel yağların sulu etanol karışımında çözünebilmesidir [48]. Sabit yağ ve uçucu yağ arasındaki başka bir fark ise su buharı ile esansiyel yağ sürüklenirken sabit yağda ise böyle bir durum gerçekleşmez. Bununla birlikte esansiyel yağlar süzgeç kağıdında herhangi bir iz bırakmazken sabit yağlar ise süzgeç kağıdında kalıcı bir iz bırakır [49].

Uçucu yağların saklanması ve muhafaza edilmesinde dikkat edilmesi gereken birkaç önemli husus vardır. Uzun süre hava, ışık ve ısıya maruz kaldıklarında çoğunlukla oksidasyona, polimerizasyona ve hidrolizasyona uğrarlar. Bu sebepten uçucu yağların

muhafazası hava geçirmez, koyu renkli cam ya da alüminyum kaplarda, mümkünse azot altında, soğuk ve karanlık yerlerde olmalıdır [48], [50].

Günümüzde uçucu yağların tam bileşimini analiz etmek ve kalitelerini bulmak için ana yöntem gaz kromatografisidir [32].

İlkel toplumlardan beri insan ırkı, doğal maddeleri birçok alanda kullanmıştır. Özellikle Antik Mısır, Greko-Romen ve Çin medeniyetlerinde bu olay çok yaygındır. İlaçtan haşere kontrolüne kadar çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Literatürde, Çin tıbbı ve Antik Mısır'daki tıbbi ve manevi ritüeller de dahil olmak üzere dört milyondan fazla aromatik madde kullanımına ilişkin kayıtlar bulunmaktadır.

Bu amaçlarla kullanılan doğal ürünler arasında uçucu yağlar, farmakolojik ve terapötik özelliklerinin yanı sıra memelilere karşı düşük toksisitesi nedeniyle de tanınmaktadır. Bu maddeler aynı zamanda belirli yiyecek ve içeceklerin lezzetini arttırmak, kokuları önlemek ve sağlık sorunlarını kontrol etmek için kullanılır. Esans yağlarına atfedilen farklı özelliklerin çeşitliği, analjezikler (ağrı dindiriciler), antidepresanlar, antiviraller, bakterisitler, deodorantlar, uyarıcılar, fungisitler ve diğer çeşitli uygulamalarda kullanılmalarına neden olmuştur [51].

Esansiyel yağ üretimi, dünyada pek çok ülkede yapılmaktadır. Bu ülkelerden bazıları gelişmiş ülke olmasına karşın bazıları ise hala gelişmekte olan ülkeler kategorisindedir.

Esansiyel yağ barındıran bitkiler olarak Türkiye çok zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Fakat esansiyel yağ üretimi konusunda gül dışında neredeyse hiçbir esansiyel yağ üretimi yapılmamaktadır [49].

Esansiyel yağları içeren bitkiler, şifalı özellikleri ve hoş kokuları nedeniyle baharatlarda ve hastalıkların tedavisinde ilaçlar olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda antik çağlardan beri dini törenlerde kullanılmaktadır. Taş devri döneminin polen analizleri, tarih öncesi çağlarda hastalıkları önlemek, hafifletmek veya iyileştirmek için aromatik bitkilerin kullanılmaya başladığını göstermektedir.

Eski Mısır'ın en önemli tıp belgelerinden biri olan Papirus Ebers, M.Ö. 1550 yıllarında, 20 metre uzunluğunda bir papirüs olup, 1872 yılında adını aldığı Alman Mısırlı G. Ebers tarafından satın alınmıştır. Aromatik bitkiler, rezene, kişniş, kekik ve tütsü gibi bitki

ürünleri de dahil olmak üzere 700 ilaç formülü içermektedir. Daha sonra tıbbın babası olarak anılan Yunan hekim Hipokrat, Hipokrat'ın toplu yapıtları tezinde aromatik bitkiler de dahil olmak üzere yaklaşık 200 tıbbi bitki olduğunu belirtti [52].

3.2.1 Esansiyel Yağların Bileşimi

Bir bitkinin birçok türü içerisindeki uçucu yağ bileşimi, gelişimsel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Ayrıca aynı bitkinin farklı bölümlerinden uçucu yağların bileşimi de çok farklı olabilir.

Uçucu yağların çoğunun temel bileşenleri terpenler ve seskiterpenler gibi hidrokarbonlar ve bunların oksijen türevleri olan esterler, laktonlar, fenoller, aldehitler, asitler, alkoller, ketonlar, eterler vb. gibi bileşiklerdir. Oksijenli bileşikler (alkoller, esterler, aldehitler, ketonlar, laktonlar, fenoller vb.) başlıca koku taşıyıcılarıdır. Terpenler ve seskiterpenler de bir dereceye kadar yağın toplam kokusu ve lezzetine katkıda bulunurlar. Oksijenli bileşikler, oksitlenmeye karşı daha kararlı olup seyreltik alkolde diğer bileşenlere göre daha fazla çözünürler. Diğer yandan monoterpen ve seskiterpenler gibi doymamış bileşenler, hava ve ışığın etkisi altında kolayca oksitlenme veya reaksiyona girme eğilimindedir. Aynı zamanda bunların kokularının ve lezzetlerinin bozulmaması için uygun saklama koşulları altında saklanması gerekmektedir [46].

3.2.2 Esansiyel Yağların Kullanım Alanları

Günümüzde deterjanlar, sabunlar, tuvalet ürünleri, kozmetik ürünler, ilaçlar, parfümler, şekerli gıda ürünleri, alkollü ve alkolsüz içecekler ve aynı zamanda böcek öldürücü ilaçlar gibi pek çok kullanım alanda esansiyel yağlar kullanılır. Uçucu yağ ve parfümlerin dünya tüketimi çok hızlı bir şekilde artmaktadır. 1999 yılında yapılan araştırmalar yardımı ile tahmini olarak 3000 çeşit esansiyel yağın mevcut olduğunu ve bu yağların 300 tanesinin ticari olarak önemli olduğu ortaya konmuştur. Esansiyel yağlar, aromaterapinin toplam pazarın %2'sinden fazlasını oluşturduğu bilinmektedir [46].

Örnek vermek gerekirse gül yağı; güzel koktuğu için kozmetik sektöründe, iyi bir aroması olduğu için gıda sektöründe ve antiseptik olduğu için ilaç sektöründe kullanılmaktadır. Ayrıca bunun gibi daha birçok örnekten bahsedilebilir [48].

BÖLÜM 4

LİTERATÜR TARAMASI

Antik çağlardan beri kullanılan esansiyel yağlar, günümüzde de önemini kaybetmemiştir. Fakat teknolojinin gelişmesiyle beraber, elde edilme şekillerinde değişiklikler olmuştur. Bu değişikliklerle, daha kısa zamanda esansiyel yağ elde etmek, daha kaliteli yağ elde etmek, daha yüksek verimle elde etmek ve bunları yaparken çevreye daha az zarar vermek amaçlanmıştır. Bu bölümde, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi ile esansiyel yağ elde edilen çalışmalar incelenmiş ve özetlenmiştir.

Ismanto vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, geleneksel yöntem olan hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen akfunda yağının, daha etkin ve daha verimli bir yöntem kullanılarak ekstraksiyon işleminin daha verimli hale gelmesini sağlamaktır. Bu nedenle bu çalışmada geleneksel yöntemlerden daha etkili ve verimli olduğu düşünülen, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi kullanarak yapılmıştır. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyon yöntemiyle akfunda yağının ekstraksiyonunda optimum verim % 1.0674 olarak bulunmuştur. Bu optimum verim 400 W mikrodalga gücünde gerçekleştirilmiştir. Çıkan sonuçta ise geleneksel yöntem olan hidrodistilasyon tekniği ile karşılaştırıldığında azaltılmış bir ekstraksiyon süresi ve önemli bir enerji tasarrufu ile sonuçlanmıştır [53].

Aboudaou vd. (2018) tarafından yapılan çalışma, meyve suyu ekstraksiyon endüstrisinin yan ürünleri olan narenciye kabuklarını değerlendirmek için yapılmıştır. Taze portakal kabuğu kullanılarak, hidrodistilasyon ve solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen esansiyel yağları karşılaştırmaktır. Elde edilen esansiyel yağlar gaz kromatografisi – kütle spektrometresi ile analiz edilmiştir.

Ekstrakte edilen esansiyel yağların % 94.64 ile % 95.48 oranında limonen içerdiği tespit edilmiştir. Mikrodalga enerjisi, öğretim ve ticari uygulamalar için sürdürülebilir temiz üretim hedefine ulaşmada önemli bir teknolojidir. Solvent içermeyen koşulların, özellikle mikrodalga destekli, organik sentezlere uygun olduğu gösterilmiştir. Reaksiyonlar önemli miktarlarda ürün varlığında atmosferik basınç altında güvenli bir şekilde çalışabilmektedir. Solvent içermeyen teknikler ile mikrodalga radyasyonu birleştirildiğinde, temiz ve ekonomik olarak daha verim sağladığı kanıtlanmıştır. Ayrıca yapılan çalışma sonucunda elde edilen esansiyel yağlar, sıvı yumurta içeren ürünlerin ticari raf ömrünü uzatmak için ümit verici bir gelişme sağlamıştır [54].

Kusuma vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi kullanılarak, kurutulmuş paçuli yapraklarından uçucu yağ elde edilmiştir. Mikrodalga gücü, hammadde boyutu, uçucu yağ verimi, ekstraksiyon süresi ve kütle/damıtma hacmi gibi değişkenler araştırılmıştır. Bulunan uygun koşullar; 450 W mikrodalga gücü, 0.06 g/mL kütle/damıtma hacmi oranı, 4.66 (± 1.41) cm hammadde boyutu, 90 dakika ekstraksiyon süresi ve % 4.60 verim olarak incelenmiştir. Ayrıca solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi kullanılarak, 3 saat hidrodistilasyon yöntemi kullanılarak elde edilen verimden daha yüksek bir verim elde edilmiştir. Bu da ekstraksiyon süresinin önemli ölçüde azaltılması ve verimliliğin artmasını gösterir. Elde edilen uçucu yağ GC-MS'de analiz edilmiş ve bileşim ISO 3757:2002 (E) kalite standartına uygun olduğu bulunmuştur. Ana bileşen olarak % 53.68 oranında paçuli alkoldür. Bulunan sonuçlar, solventsiz mikrodalga ekstraksiyon yönteminin, endüstriyel uygulama için büyük bir potansiyel ile uçucu yağ ekstraksiyonu için hızlı ve etkili bir alternatif olduğunu göstermektedir [55].

Qadariyah vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada tatlı portakal kabuğu kullanılmıştır. Genel olarak, portakal kabuğundan esansiyel yağı almak için hala çözücüye ihtiyaç duyulan ve yüksek kaliteli esansiyel yağ elde etmek için uzun zaman alan hidrodistilasyon ve buhar hidrodistilasyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu kullanarak portakal kabuğu esansiyel yağ ekstraksiyonu işlemini incelemek ve optimum verimi ve esans yağının kalitesini etkileyen çalışma koşullarını incelemektir. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu yöntemiyle ekstraksiyon işlemi, atmosfer basıncında 60 dakika

sürmektedir. Değişkenler; portakal kabuğunun taze ve kuru olması, portakal kabuğunun kütlesinin damıtma hacmine oranı, portakal kabuğu boyutu ve mikrodalga gücü olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak optimum değerler; kütle / damıtma hacmi 0.1 g/mL, portakal kabuğu boyutu ± 3.5 cm genişlik ve mikrodalga gücü 400 W olarak elde edilmiştir. Taze portakal kabuğu için GC-MS'in sonucu, dominant bileşiğin % 54.140'ı limonen ve kuru portakal kabuğu için % 59.705'i limonen olduğunu göstermektedir [56].

Sagarika vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, mikrodalga enerjisinin, uçucu yağın elde edilmesinde buhar ya da su ısıtma yerine etkili bir şekilde kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Uçucu yağlar, terapötik, kozmetik, aromatik ve dini ayinlerde önem kazanmıştır. Genel olarak damıtma yöntemiyle elde edilirler. Bu yöntemin dezavantajı olarak görülen bazı koku kayıpları bulunmasının yanı sıra düşük ekstraksiyon verimliliği ve ürün kalitesi düşüklüğü görülmektedir. Ayrıca yüksek ekstraksiyon süreleri ve yüksek enerji tüketimi gerektirir. Mikrodalga enerjisinin kullanılmasının başlıca avantajı, işlemlerin hızını önemli ölçüde arttırması ve termal gradyanları azaltmasıdır. Birçok bitki materyalinden elde edilen uçucu yağ, mikrodalga enerjisi kullanılarak başarılı bir şekilde ekstrakte edilmiştir. Gıda maddelerinin mikrodalga ısıtmasında olduğu gibi, mikrodalgalar tarafından bitki materyali içinde bulunan suyun iç ısısı, uçucu yağın serbest kalmasına neden olan salgı bezlerinin ve kokulu haznelerin kopmasına yol açmaktadır. Daha sonra bitki iç suyu ile birlikte buharlaştırılıp yoğunlaştırılır. Yapılan bu çalışma sonucunda mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemleri; yüksek verim, daha az ekstraksiyon süresi ve diğer geleneksel yöntemlere göre daha kaliteli yağ eldesi gibi daha yüksek performans ile sonuçlanabileceği bulunmuştur [57].

Filly vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu, uçucu yağların çıkarılması için yeşil bir yöntem olarak önerilmiştir. Bu teknik, herhangi bir solvent veya su olmadan atmosferik basınçta yapılan mikrodalga ısıtma ve kuru damıtma kombinasyonudur. Bu çalışmada, biberiyenin solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu ve geleneksel bir teknik olan hidrodistilasyon kullanılarak ekstrakte edilmesi ve karşılaştırılması yapılmıştır. 30 dakika içerisinde solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu ile elde edilen uçucu yağların, 2 saat içinde geleneksel hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağlar ile benzer aromatik

yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar bize solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonunun geleneksel hidroditilasyon yöntemine göre daha hızlı, daha etkili, daha çevre dostu bir yöntem olduğunu göstermiştir. Bunların yanında solventsiz mikrodalga ekstraksiyonundan elde dedilen uçucu yağlarda, monoterpen hidrokarbonlardan daha koku veren oksijenli bileşik içeriğinde artış olduğu gözlemlenmiştir [58].

Azar vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu ile kokulu funda bitki materyalinden uçucu yağ eldesi yapılmıştır. Kokulu funda yapraklarından, solventsiz mikrodalga ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağ ile geleneksel yöntem olan hidrodistilasyondan elde edilen uçucu yağın karşılaştırılması yapılmıştır. Hidrodistilasyon ve solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemlerinde 28 ve 37 bileşen tespit edilmiştir. Sırasıyla yağın toplam bileşiminin % 99.39 ve % 99.81'ini temsil etmektedir. b-pinen, limonen, a-pinen ve g-terpinen ana bileşiklerdir. Deneysel sonuçlar solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonun, hidrodistilasyondan daha iyi olduğunu göstermiştir. Kısa ekstraksiyon süresi, yüksek ekstraksiyon verimliliği, daha az bitki materyali gerektirmesi ve daha basit olması nedeniyle solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi daha avantajlıdır. Solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu yeşil teknoloji veya yeşil kimya olarak adlandırılabilir [59].

Villa vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi kullanılarak, Somali'nin yabani bir adaçayı olan salvia somalensis vatke bitkisinden uçucu yağ eldesi yapılıp kozmetik uygulamasının değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu prosedürün değerlendirilmesi için ayrıca geleneksel hidrodistilasyon yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Hem solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu ile hem de hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağlar, GC-MS kullanılarak analizi yapılmıştır. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu, hidrodistilasyona göre daha kısa sürede (12 dakika, 2saat), daha yüksek miktarda (% 1.21 w/w, % 0.45 w/w) ve daha az enerji ile yapılmıştır. İki numune arasında bazı farklılıklar gözlense de aynı uçucu bileşenlere sahip olduğu görülmüştür. İkisinde de seskiterpenlerden daha yüksek miktarlarda monoterpenler görülmüştür. Sonuç olarak kozmetik olarak kullanılmasında

bir sakınca bulunmamıştır. Koku ve güvenlik açısından umut verici sonuçlar elde edilmiştir [60].

Riela vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, calamintha nepeta'nın esansiyel yağı, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu ve klasik hidrodistilasyon ile elde edilmiştir. Yağların bileşimi üzerine kalitatif ve kantitatif bir karşılaştırılma yapılmıştır. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu ile elde edilen esansiyel yağda, yağın % 97.6'sını oluşturan toplam 38 bileşik tespit edilmiştir. Hidrodistilasyon ile elde edilen esansiyel yağda, yağın % 95.4'ünü temsil eden 46 bileşik tespit edilmiştir. Hafif oksijenlenmiş monoterpenler, birçok uçucu yağın aromasına katkıda bulunan başlıca etkenlerdir. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu ile elde edilen esansiyel yağ, hafif oksijenli monoterpenler bakımından hidrodistilasyon ile elde edilen esansiyel yağdan daha zengindir. Aynı zamanda daha yüksek miktarda seskiterpen ve daha düşük miktarda hidrokarbon monoterpen içerir. Ayrıca hidrodistilayson yöntemi ile elde edilen yağ, solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu ile elde edilen yağa göre kimyasal değişimlerden daha fazla etkileniyor gibi görünmektedir. Solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu kullanımı, orijinal bitki bileşenlerinde daha az kimyasal değişime neden olduğu düşünülmektedir. Hidrodistilasyon yönteminde dehidrasyon ve izomerizasyon süreçleri buna neden olmaktadır [61].

Ferhat vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, portakal suyunun üretiminde yan ürün olan taze portakal kabuğu kullanılarak, solvenetsiz mikrodalga ekstraksiyonu yöntemiyle uçucu yağ elde edilmiştir. Herhangi bir çözücü veya su eklenmeden atmosfer basıncı altında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyallerinden esansiyel yağların çıkarılması için temassız bir ısı kaynağı olan mikrodalga enerjisinin kullanılmasının avantajları; daha etkili ısıtma, daha hızlı enerji transferi, azaltılmış termal gradyanlar, seçici ısıtma, azaltılmış ekipman boyutu, işleme daha hızlı yanıt veren ısıtma kontrolü, prosese daha hızlı başlama, daha fazla üretim ve proses adımlarının azaltılmasıdır. Mikrodalga enerjisi yeşil kimya için önemli bir teknolojidir. Bu yöntem geleneksel yöntemlere göre önemli avantajlar sunmaktadır; daha kısa ekstraksiyon süresi, daha iyi verim, daha az maliyet ve daha yeşil üretim. Solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi, yeşil kimyayı öğretim laboratuvarına başarıyla dahil eden bir laboratuvar çalışmasıdır [62].

Bayramoğlu vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, origanum vulgare L. (keklikotu)'den, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu yöntemi ile uçucu yağ elde edilmiştir. Hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağ ile karşılaştırılma yapılmıştır. Uçucu yağlarda aroma bileşiklerinin belirlenmesi ve miktar tayini için GS-MS / FID kullanılmıştır. Solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu (0.054 mL/g), hidrositilasyona (0.048 mL/g) göre daha yüksek verimlilik göstermiştir. Mikrodalga gücü 622 W olarak ayarlandığında proses süresi % 80 oranında azaldığı gözlenmiştir. Solvensiz mikrodalga ekstraksiyonu ile hidrodistilasyondan elde edilen esansiyel yağların bileşiminde ve fiziksel özelliklerinde önemli farklılıklar bulunmamıştır. Basit ve zaman kazandıran bir yöntem olan solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yönteminin keklikotundan uçucu yağ eldesi için üstün bir alternatif olduğu sonucuna varılmıştır [63].

Lucchesi vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, kakule esansiyel yağının solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu çalışılmıştır. Buradan elde edilen esansiyel yağ ile geleneksel hidrodistilasyon yönteminden elde edilen esansiyel yağ karşılaştırılmıştır. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonunun performansı, uçucu yağ verimini en üst düzeye çıkaracak değişkenleri tanımlamak ve nicelemek için yatın yüzey metodolojisine dayanan bir yöntemle çalışılmıştır. Seçilen üç değişken; ekstraksiyon süresi, güç ve nem içeriğidir. Bu değişkenler, solventsiz mikrodalga ekstraksiyon yöntemi ile yağ verimi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Esansiyel yağlar, gaz kromatografisi- kütle spektrometresi ile analiz edilmiştir. Solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi tarafından elde edilen esansiyel yağlar, daha değerli ve yüksek oranda kokulu aromatik bileşikler oluşturan oksijenlenmiş fraksiyonlardan meydana gelmiştir. Hidrodistilasyona ve solventsiz mikrodalga ekstraksiyonuna maruz kalan kakule tohumları, elektron mikroskobu altında incelenmiştir. Mikrodalgalar, hücrelerin ve salgı bezlerinin geleneksel hidrodistilasyon yöntemine kıyasla daha hızlı yırtılmasına neden olmaktadır [64].

Wang vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, önceden nemlendirilmiş taze bitki materyallerinden veya kurutulmuş malzemelerden (kimyon ve çin kırmızı biberi) solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu ile uçucu yağ eldesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte solventsiz mikrodalga ekstraksiyonunu geliştirmeye yöntelik bir çalışma

yapılmıştır. Numune ortamına karbonil demir tozları eklenerek sıcaklığın daha hızlı numuneye iletilmesini amaçlanmıştır. Karbonil demir tozlarının mikrodalga enerjisini emme kapasitesi sudan çok daha iyi olduğu için ekstraksiyon süresi, 85 W'lık bir mikrodalga gücü kullanılarak 30 dakikayı geçmeyecek şekilde yapılmıştır. Gelişmiş solventsiz mikrodalga ekstraksiyonunun normal solventsiz mikrodalga ekstraksiyonuna karşı avantajı, ekstraksiyon oranını hızlandırmak ve ön işlem gerekmemesidir. Bunlarında yanında geleneksel hidrodistilasyon ve mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemleriyle elde edilen esansiyel yağların GC-MS sistemi kullanarak analizi yapılıp karşılaştırılması yapılmıştır. Dört çeşit ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen esansiyel yağların kalitesinde bariz bir farklılık çıkmamıştır. Diğer yöntemlere kıyasla gelişmiş solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu, tüm süreci daha basit, hızlı ve ekonomik hale getirmiştir. Gelişmiş solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu yönteminin, taze bitki materyalinden ve nemlendirilmeden önce kurutulmuş malzemelerden daha yüksek verim esansı ile ekstrakt etme potansiyeline sahip olduğu gözlemlenmiştir [65].

Lucchesi vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada, solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyonu kullanılarak üç bitkiden (fesleğen, bahçe nanesi ve kekik) esansiyel yağ üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu üç aromatik bitkiden geleneksel hidrodistilasyon yöntemi kullanılarak elde edilen esansiyel yağlar ile karşılaştırılmıştır. Solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu ile 30 dakika boyunca ekstrakte edilen esansiyel yağlar, 4.5 saat boyunca geleneksel hidrodistilasyon ile elde edilenlere kantitatif (verim) ve kalitatif (aromatik profil) yönden benzer özellikte olduğu görülmüştür. Solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon yöntemi, daha fazla miktarda oksijenli bileşikler içeren bir yağ vermektedir. Ayrıca zaman, enerji ve bitki materyali açısından önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağladığı görülmüştür. Solvent içermeyen mikrodalga ekstraksiyon tekniği, yeşil bir teknoloji olup aromatik bitkilerden uçucu yağ ekstraksiyonu için iyi bir alternatif olduğunu göstermiştir [66].

BÖLÜM 5

MATERYAL VE METOD

5.1 Kullanılan Cihazlar ve Materyaller

Fransa'dan toplanmış, kurutulmuş lavandula angustifolia Mill. (Karakaş Boya Baharat Kimyevi Maddeler San. ve Tic. Ltd. Sti.) ve Mersin, Türkiye'den toplanmış, kurutulmuş pimpinella anisum L. bitkileri kullanılmıştır.

Referans numune olarak Arifoğlu Baharat Gıda San. Ltd. Sti. Tarafından su buharı distilasyonu yöntemi ile üretilen ve tarım bakanlığı onaylı lavanta yağı ve anason yağı kullanılmıştır.

5.1.1 Mikrodalga Fırın

Ekstraksiyon işlemi için gereken mikrodalga fırın, Arçelik tarafından üretilen MD674 numaralı olarak belirlenmiştir. Şekil 5.1'de görülen mikrodalga fırının özellikleri Çizelge 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5. 1 Arçelik MD674 model mikrodalga fırın

Çizelge 5. 1 Mikrodalga fırının teknik özellikleri

Özellikler	**Değerler**
Dış genişlik	452 mm
Dış derinlik	312 mm
Dış yükseklik	262 mm
Fırın hacmi	20 L
Ağırlık	11 kg
Çıkış gücü	700 W
Toplam güç	1200 W
Çalışma Frekansı	2450 MHz

5.1.2 Hassas Terazi

Deneylerde ağırlık ölçümlerini yapmak amacıyla 0.001 g hassasiyete sahip, 0-410 g arası tartım kapasiteli SCALTEC SBA 41 markalı terazi kullanılmıştır. Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5. 2 Hassas terazi

5.1.3 Kimyasal Maddeler

Deneyde elde edilen esansiyel yağlardan, suyun uzaklaştırılması için susuz Sodyum sülfat (Sigma-Aldrich, 13464-2.5KG-R) kullanılmıştır.

5.2 Metod

5.2.1 Solvent İçermeyen Mikrodalga Ekstraksiyon Yöntemi

Lavandula angustifolia miller ve pimpinella anisum L. bitkilerinin esansiyel yağ ekstraksiyonu için solvent içermeyen mikodalga ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır.

Solvent içermeyen mikrodalga yöntemi için ev tipi, 2450 MHz'de çalışan ve maksimum gücü 700 W olan Arçelik MD674 marka mikrodalga fırın kullanılmıştır. Lavandula angustifolia Mill. ve pimpinella anisum L. bitkilerinin, solvent içermeyen mikrodalga

ekstraksiyonu çalışmasında mikrodalga gücünün etkisini incelemek için 3 güç seviyesi kullanılmıştır. Bunlar 700 W, 460 W ve 350 W olarak belirlenmiştir.

Mikrodalga fırının tepesinden matkap yardımıyla geniş bir delik açılmıştır. Açılan delikten güç kaybını önlemek amacıyla teflon bir boru yardımıyla, sadece cam balonun ağzının geçebileceği şekilde, kapatılmıştır. 1000 ml'lik balon fırın içine yerleştirilip üzerine açtığımız delikten clavenger aparatı konulmuştur. Böylece Şekil 5.3'te verilen deney düzeneği hazırlanmıştır.



Şekil 5. 3 Deney düzeneği

5.2.2 Mikrodalga Gücünün Lavanta Ekstraksiyonuna Etkisi

5.2.2.1 Lavanta Deney I

100 g kuru lavanta, yaklaşık 1400 ml saf su, içerisinde oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. Islatılmış bitki materyali, süzgeç yardımı ile süzülüp, clevenger aparatı bağlı olan balona konulmuştur. 700 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 30 dakika boyunca devam etmiştir. Bu işlem sırasında oluşan buhar yükselerek clevenger aparatında bulunan soğutucu kısmına ulaşıp tekrar yoğunlaşmaktadır. Buhar her defasında bir miktar uçucu yağı beraberinde getirmektedir ve yoğunlaştığında su ve yağ olarak sıvı hale gelirler. Elde edilen yağ, susuz sodyum sülfat ile susuzlaştırılmıştır. Ardından koyu renkli cam şişelerde analiz yapılıncaya kadar yaklaşık 4 ^{o}C'de saklanmıştır.

5.2.2.2 Lavanta Deney II

100 g kuru lavanta, yaklaşık 1400 ml saf suda, oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 460 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 30 dakika boyunca devam etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.2.3 Lavanta Deney III

100 g kuru lavanta, yaklaşık 1400 ml saf suda, oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 350 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 30 dakika boyunca devam etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.3 Ekstraksiyon Süresinin Lavanta Ekstraksiyonuna Etkisi

5.2.3.1 Lavanta Deney IV

100 g kuru lavanta, yaklaşık 1400 ml saf suda, oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 460 W güç altında gerçekleştirilen işlem 45 dakika boyunca devam

etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.3.2 Lavanta Deney V

100 g kuru lavanta, yaklaşık 1400 ml saf suda, oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 460 W güç altında gerçekleştirilen işlem 20 dakika boyunca devam etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.3.3 Lavanta Deney VI

100 g kuru lavanta, yaklaşık 1400 ml saf suda, oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 460 W güç altında gerçekleştirilen işlem 60 dakika boyunca devam etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.4 Mikrodalga Gücünün Anason Ekstraksiyonuna Etkisi

5.2.4.1 Anason Deney I

200 g kuru anason, yaklaşık 1500 ml saf su, içerisinde oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. Islatılmış bitki materyali, clevenger aparatı bağlı olan balona konulmuştur. 700 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 30 dakika boyunca devam etmiştir. Bu işlem sırasında oluşan buhar yükselerek clevenger aparatında bulunan soğutucu kısmına ulaşıp tekrar yoğunlaşmaktadır. Buhar her defasında bir miktar uçucu yağı beraberinde getirmektedir ve yoğunlaştığında su ve yağ olarak sıvı hale gelirler. Elde edilen yağ, susuz sodyum sülfat ile susuzlaştırılmıştır. Ardından koyu renkli cam şişelerde analiz yapılıncaya kadar yaklaşık 4 ^{o}C'de saklanmıştır.

5.2.4.2 Anason Deney II

200 g kuru anason, yaklaşık 1500 ml saf su, içerisinde oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 460 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 30 dakika boyunca devam

etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.4.3 Anason Deney III

200 g kuru anason, yaklaşık 1500 ml saf su, içerisinde oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 350 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 30 dakika boyunca devam etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.5 Ekstraksiyon Süresinin Anason Ekstraksiyonuna Etkisi

5.2.5.1 Anason Deney IV

200 g kuru anason, yaklaşık 1500 ml saf su, içerisinde oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 460 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 45 dakika boyunca devam etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.5.2 Anason Deney V

200 g kuru anason, yaklaşık 1500 ml saf su, içerisinde oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 460 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 20 dakika boyunca devam etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.5.3 Anason Deney VI

200 g kuru anason, yaklaşık 1500 ml saf su, içerisinde oda sıcaklığında, 1 saat boyunca bekletilmiştir. 460 W güç altında gerçekleştirilen bu işlem 60 dakika boyunca devam etmiştir. Elde edilen esansiyel yağ, susuz sodyum sülfat ile içerdiği su uzaklaştırılmıştır ve analiz yapılana kadar saklanmıştır.

5.2.6 Analiz

5.2.6.1 IMPI-2L Test

Mikrodalga fırının maksimum gücü, IMPI (International Microwave Power Institute, Uluslararası Mikrodalga Güç Enstitüsü) 2L testi kullanılarak belirlenmiştir. İki adet 1 litrelik beherin içine yaklaşık 2000 g su doldurulmuş ve 5 dakika boyunca maksimum güçte çalıştırılmıştır. Fırın boşluğu ıslak bir bez yardımıyla silinmiştir. Bu işlemlerin ardından iki adet 1 litrelik beherin içine konulan toplam yaklaşık 2000 g su mikrodalga fırın içerisine yerleştirilmiş ve içerdikleri suların başlangıç sıcaklığı ölçülmüştür. 2 dakika boyunca 700 W altında çalıştırılmıştır. 2 dakikanın sonunda mikrodalga içerisinde bulunan beher içerisindeki suların sıcaklığı, fırın kapatıldıktan hemen sonra ölçülmüştür. Daha sonra bu işlemler 460 ve 350 W için de yapımıştır. Bu işlemler sonucunda güç, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$P(W) = \frac{70(\Delta T_1 + \Delta T_2)}{2} \text{ [46]} \quad (5.1)$$

700 W altında yapılan çalışmada elde edilen sonuç 665 W, 460 W altında yapılan çalışmada elde edilen sonuç 420 W ve 350 W altında yapılan çalışmada elde edilen sonuç ise 315 W olarak hesaplanmıştır.

5.2.6.2 Gaz Kromatografisi – Kütle Spektometresi (GC-MS) Analizi

Elde edilen esansiyel yağların kalitatif analizi, gaz kromatografisi (PerkinElmer Clarus 500 Gas Chromatograph, USA) ve kütle spektrometresi (PerkinElmer Clarus 560S Mass spectrometer, USA) ile yapılmıştır. Analiz için 1,4-bis(dimethylsiloxy)phenylene dimethyl polysiloxane sabit fazlı Elite-5MS 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm (PerkinElmer, USA) kılcal kolonlar kullanılmıştır. Şekil 5.4'te GC-MS cihazı gösterilmiştir.

Kantitatif analiz için, Şekil 5.5' te gösterilen gaz kromatografisi (Agilent Technologies 7890B GC System, USA) ve kütle spektrometresi (Agilent Technologies 5977A MSD, USA) kullanılmıştır. Analiz için, Restek stabilwax, %100 polietilen glikol, carbowax, 50 m x 0.32 mm x 0.35 µm kolon kullanılmıştır.



Şekil 5. 4 GC-MS analiz cihazı (PerkinElmer)



Şekil 5. 5 GC-MS analiz cihazı (Agilent Technologies)

GC-MS kalitatif analiz koşulları Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5. 2 GC-MS Kalitatif Analiz Koşulları

Analiz Süreleri	30 dakika
Enjeksiyon Hacmi	1 µl
Taşıyıcı Gaz	Helyum (He)
Taşıyıcı Gaz Akış Hızı	1.70 ml/dakika
Başlangıç Sıcaklığı	40 °C
Bitiş Sıcaklığı	200 °C

Deney sonuçlarından elde edilen esansiyel yağ numenelerinden her biri, 990 µl etanol içerisinde 10 µl esansiyel yağ çözündürüp GC-MS kalitatif analizine uygun hale getirilmiştir. Splitless enjeksiyon gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık, 40 °C'de 2 dakika tutulduktan sonra dakikada 6 °C arttırılarak 200 °C'ye getirilmiştir. 200 °C'de 2 dakika bekletildikten sonra analiz tamamlanmıştır. Bu işlem her bir esansiyel yağ numunesi için yaklaşık 30 dakika sürmüştür.

GC-MS kantitatif analiz özel bir şirkette yapıldığından dolayı methodu hakkında ayrıntılı bir bilgi verilememektedir. Esansyel yağ numuneleri seyreltilmeden enjekte edilmiştir. Sıcaklık 60 °C' den 260 °C'ye kadar arttırılmıştır. Analiz süresi 60 dakikadır. Helyum taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır.

5.2.6.3 Verim Analizi

Farklı güçlerde ve farklı sürelerde yapılan solventsiz mikrodalga ekstraksiyonlarının verim analizi yapılırken aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$Ekstraksiyon\ Verimi = \frac{Ekstrakte\ edilen\ yağın\ kütlesi}{Kuru\ bitkinin\ kütlesi} \times 100\% \text{ [53]} \qquad (5.2)$$

Bu formülden yararlanılarak her bir esansiyel yağ için ekstraksiyon verim hesabı yapılmıştır.

BÖLÜM 6

ARAŞTIRMA BULGULARI

Yapılan deneyler ve araştırmalar sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir.

6.1 Verim Hesabı

Her bir deney için 100 g lavanta bitkisi ve 200 anason bitkisi kullanılarak elde edilen esansiyel yağların miktarı Çizelge 6.1'de görülmektedir.

Çizelge 6. 1 Deney sonucunda elde edilen yağ miktarları

Deney	Yağ kütlesi (gram)	Deney	Yağ kütlesi (gram)
Lavanta I	1.636	**Anason I**	1.063
Lavanta II	2.200	**Anason II**	1.138
Lavanta III	1.681	**Anason III**	0.928
Lavanta IV	2.140	**Anason IV**	1.566
Lavanta V	1.810	**Anason V**	0.743
Lavanta VI	2.500	**Anason VI**	1.747

Bu değerlerden yola çıkarak, (5.2) numaralı denklem kullanılarak ekstraksiyon verim hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamaların sonucu aşağıda yer alan Çizelge 6.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 2 Ekstraksiyon Verimleri

Lavanta I	% 1.636	**Anason I**	% 0.5315
Lavanta II	% 2.200	**Anason II**	% 0.569
Lavanta III	% 1.681	**Anason III**	% 0.464
Lavanta IV	% 2.140	**Anason IV**	% 0.783
Lavanta V	% 1.810	**Anason V**	% 0.3715
Lavanta VI	% 2.500	**Anason VI**	% 0.8735

Lavanta I ve Anason I deneylerinde, 700 W güç altında, 30 dakika boyunca ekstraksiyon işlemleri yapılmıştır. Lavanta II ve Anason II deneylerinde, 460 W güç altında, 30 dakika boyunca ekstraksiyon işlemleri yapılmıştır. Lavanta III ve Anason III deneylerinde, 350 W güç altında, 30 dakika boyunca ekstraksiyon işlemleri yapılmıştır.

Bu çalışmalardan sonra elde edilen yağ miktarlarına göre 460 W güç altında daha fazla esansiyel yağ elde edildiği görülmüştür. Bunun sonucunda ekstraksiyon zamanı deneyleri yapılırken 460 W güç altında çalışmalara devam edilmiştir.

Lavanta IV ve Anason IV deneylerinde, 460 W güç altında, 45 dakika boyunca ekstraksiyon işlemleri yapılmıştır. Lavanta V ve Anason V deneylerinde, 460 W güç altında, 20 dakika buyunca ekstraksiyon işlemleri yapılmıştır. Lavanta VI ve Anason VI deneylerinde, 460 W güç altında, 60 dakika boyunca ekstraksiyon işlemleri yapılmıştır.

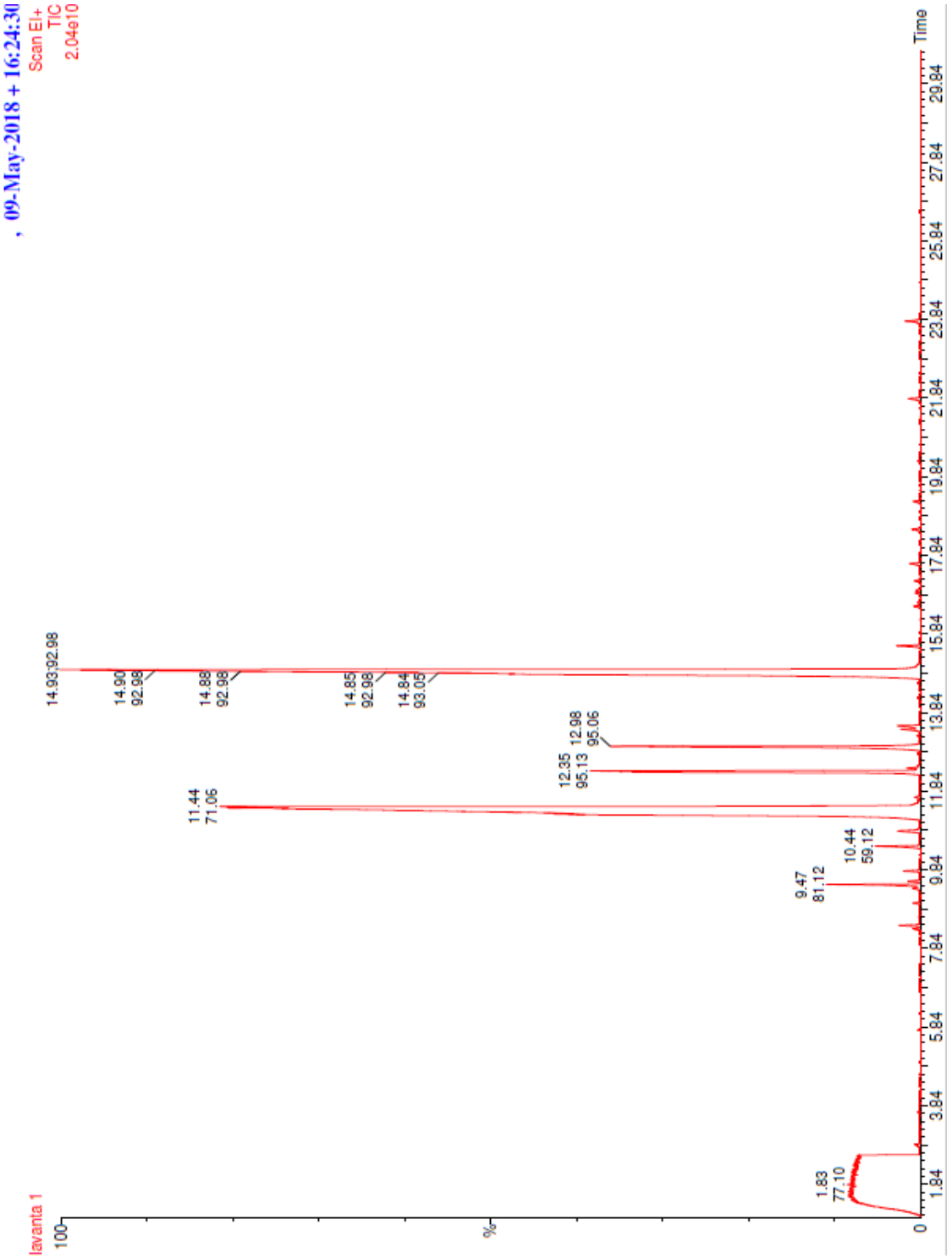
Ekstraksiyon sürelerine göre 20 dakika, 30 dakika, 45 dakika ve 60 dakika olmak üzere 4 farklı değişkene bakılmıştır. Her iki bitkide de en iyi verim; 460 W güç altında 60 dakika boyunca ekstrakte edilen deneysel çalışmadan elde edilmiştir.

6.2 GC-MS Analiz Sonuçları

6.2.1 Lavanta GC-MS Kalitatif Analiz Sonuçları

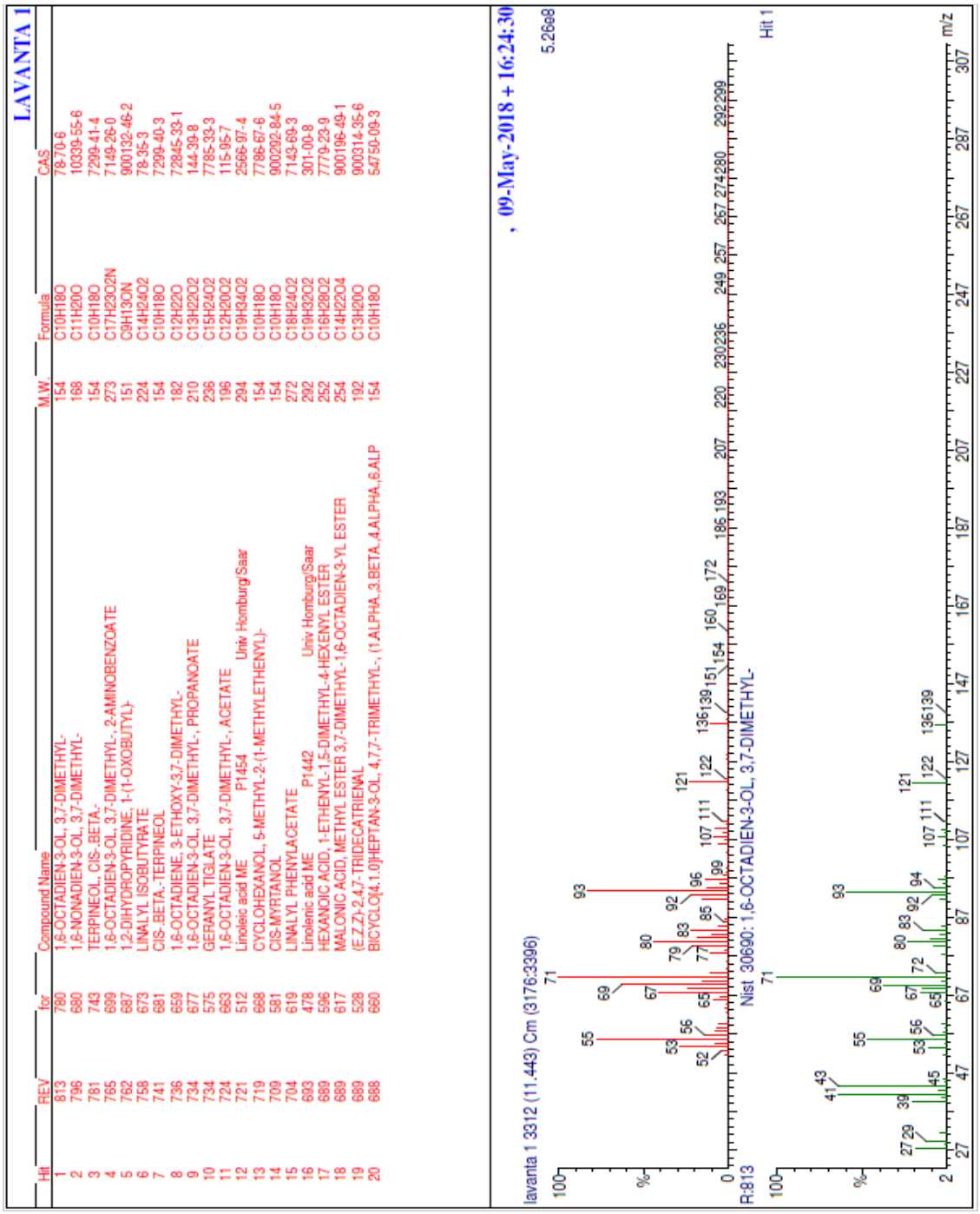
6.2.1.1 Lavanta I Analiz

Lavanta I numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.1'de verilmiştir.



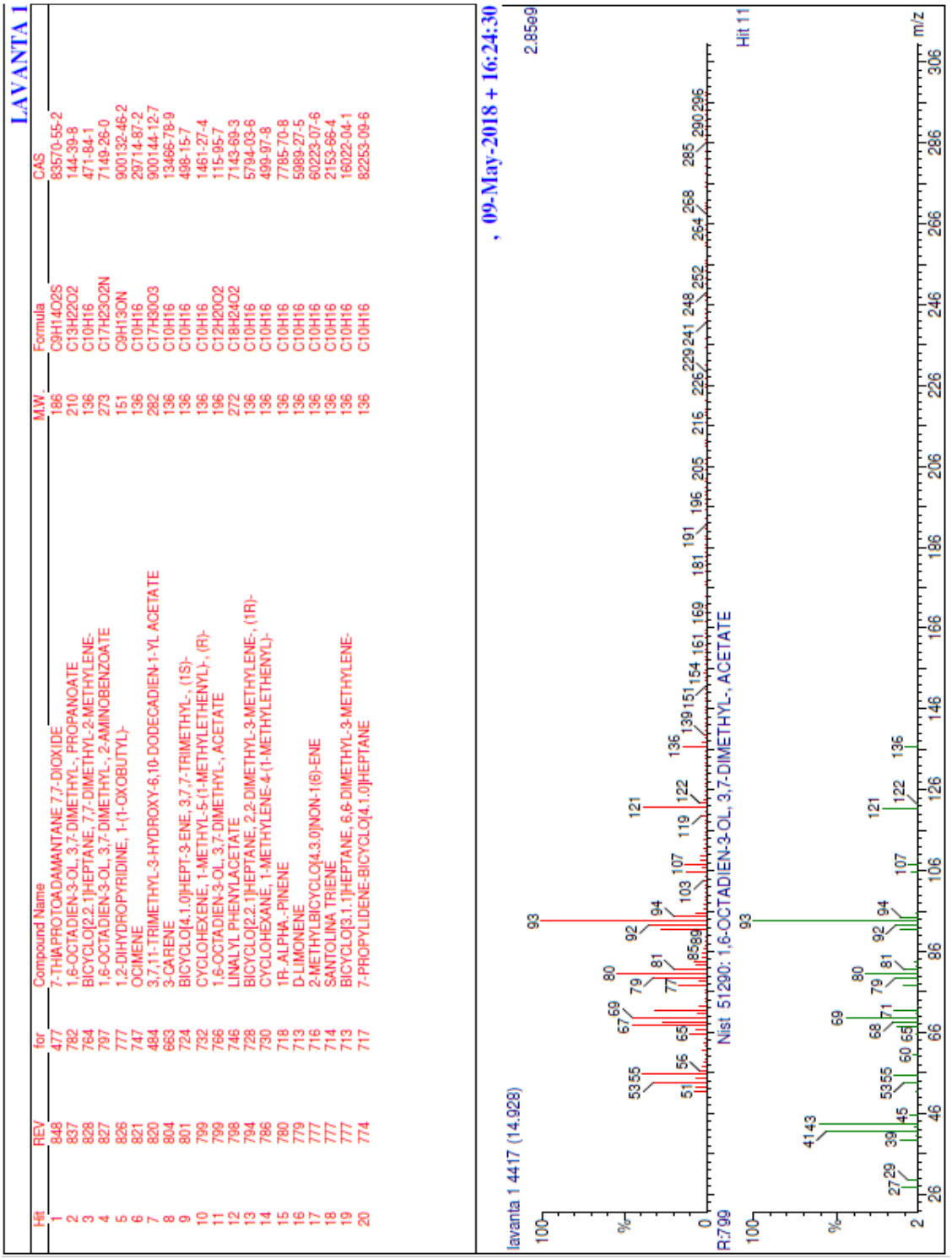
Şekil 6. 1 Lavanta I – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.1 olarak verilen kromatogramda, 11.44. dakikada elde edilen pikin iyon kütleleri Şekil 6.2'deki gibidir. Şekil 6.2'de görülen liste, GC-MS kütüphanesinin bize önerdiği olasılıklar listesidir. Gözlemlenen pikin iyon kütlelerinin altındaki grafik ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Karşılaştırılma yapıldığında aynı yapıda oldukları görülmektedir. Bu da görülen pikin linalol maddesine ait olduğunu belirtmektedir.



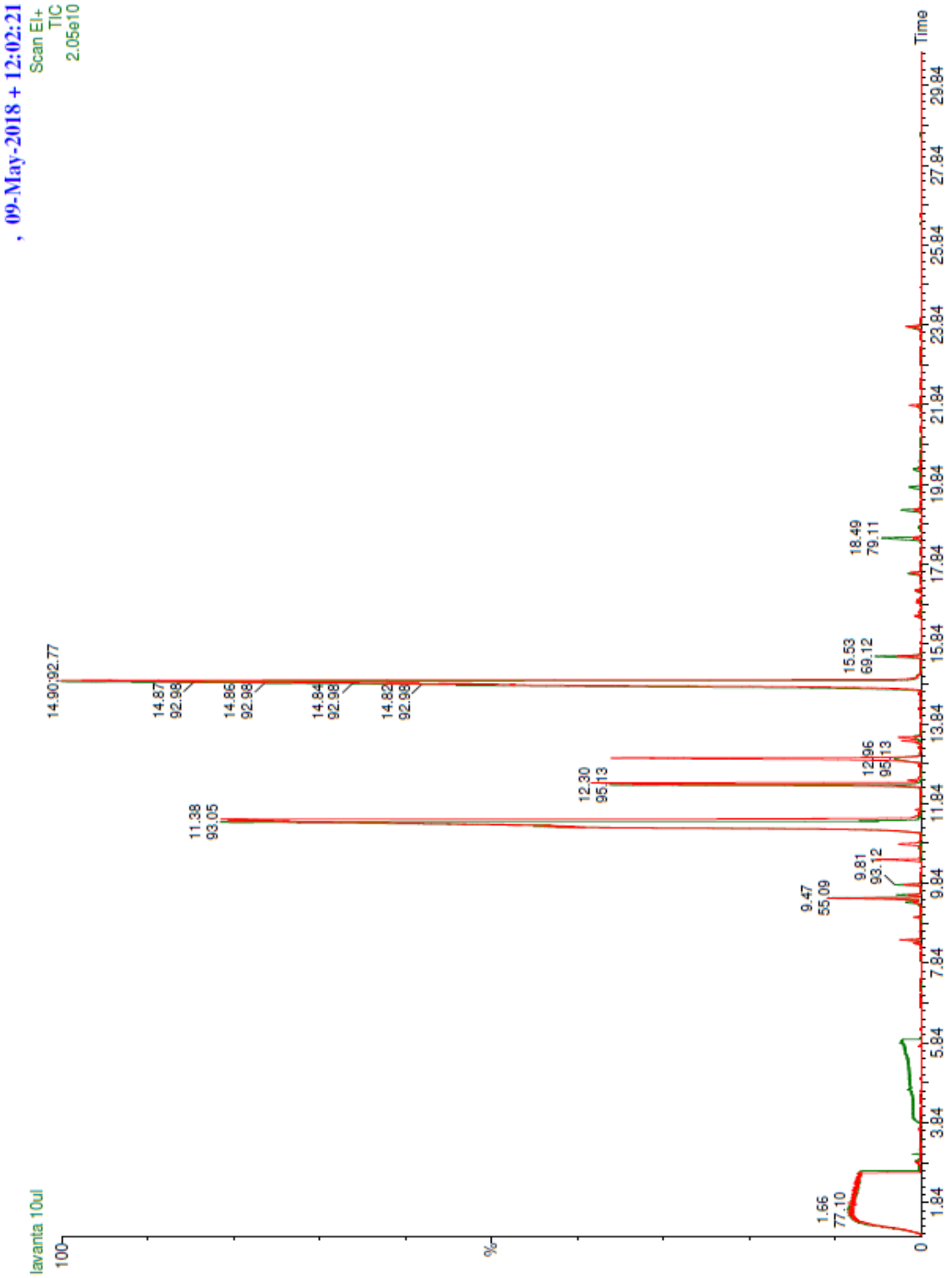
Şekil 6. 2 Lavanta I – Linalol piki

Şekil 6.1 olarak verilen kromatogramda, 14.93. dakikada elde edilen linalil asetat pikin iyon kütleleri Şekil 6.3'te verilmiştir. GC-MS kütüphanesindeki linalil asetat maddesinin iyon kütlesi grafiği ile karşılaştırıldığında aynı yapıda olduğu görülmektedir. Bu sonuç, 14.93. dakikadaki elde edilen pikin linalil asetat piki olduğunu göstermektedir.



Şekil 6. 3 Lavanta I – Linalil asetat piki

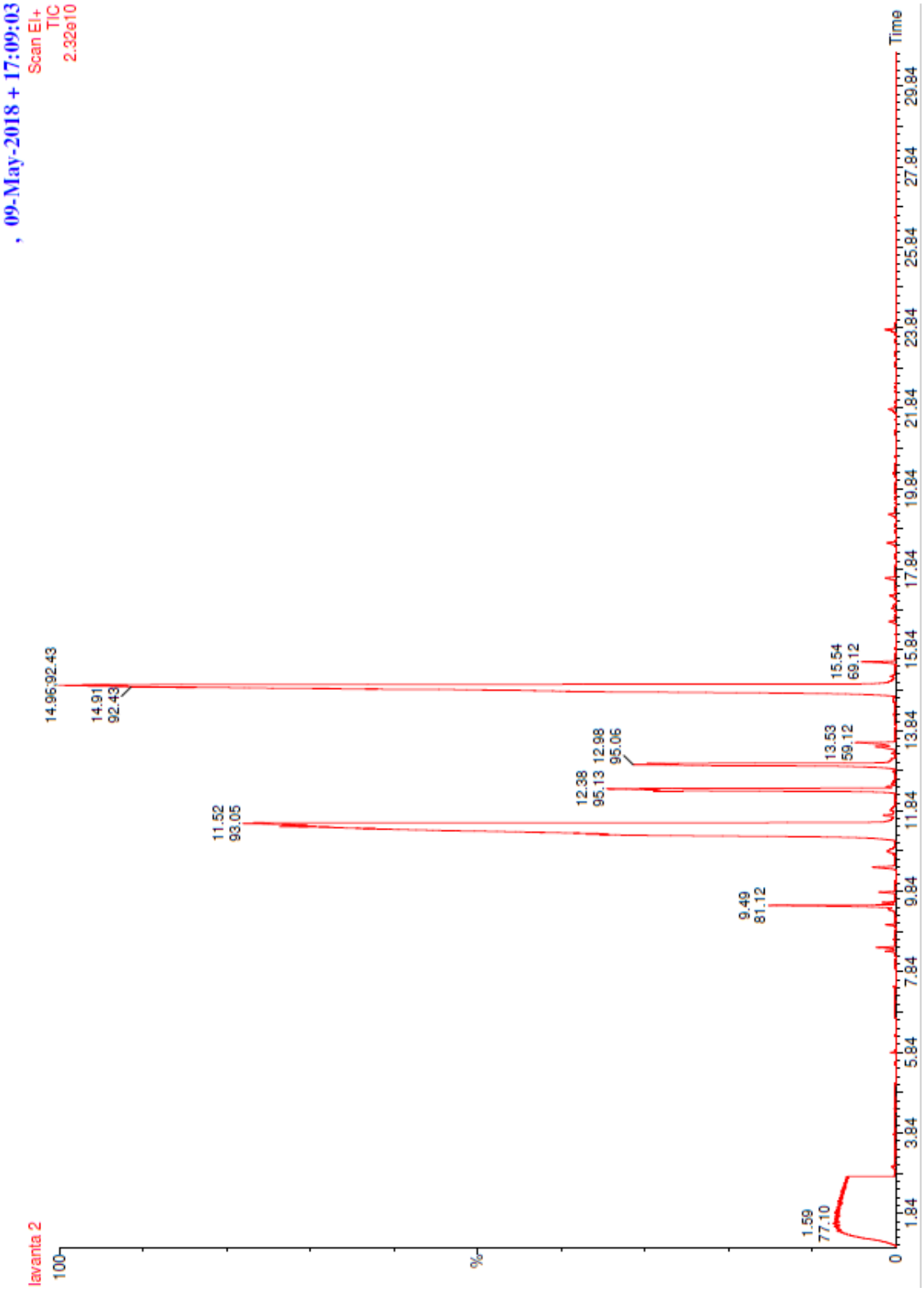
Şekil 6.4'te Lavanta I'in ve referans olarak kullanılan lavanta yağının kromatogramlarının üst üste binmiş halini görülmektedir (Kırmızı renk lavanta I, yeşil renk referans). En büyük fark, 12.96. dakikada gözlenmektedir. Geri kalan kısımlarda önemli bir fark bulunmamaktadır.



Şekil 6. 4 Lavanta I ve referans lavanta yağı kromatogramı

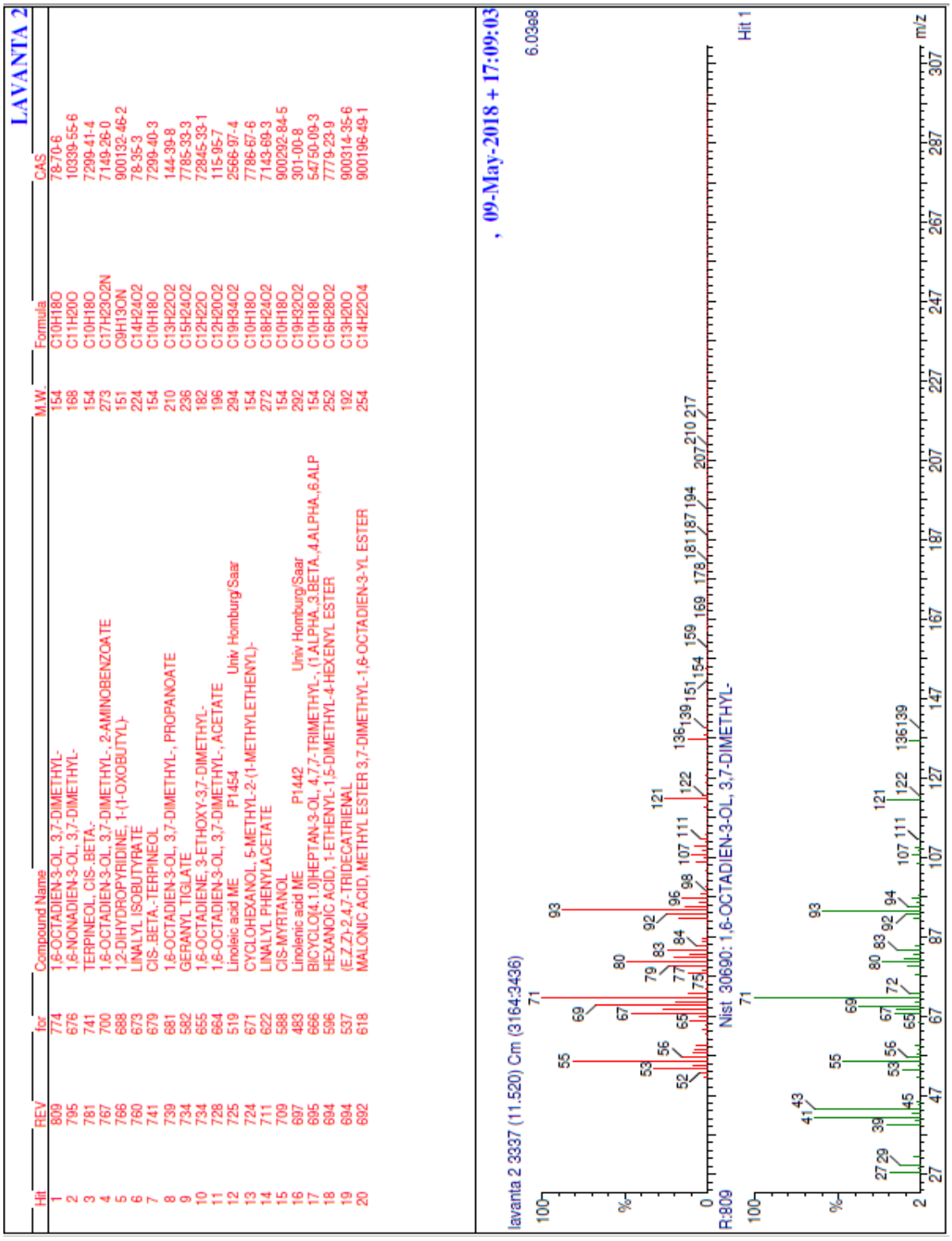
6.2.1.2 Lavanta II Analiz

Lavanta II numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.5'te verilmiştir.



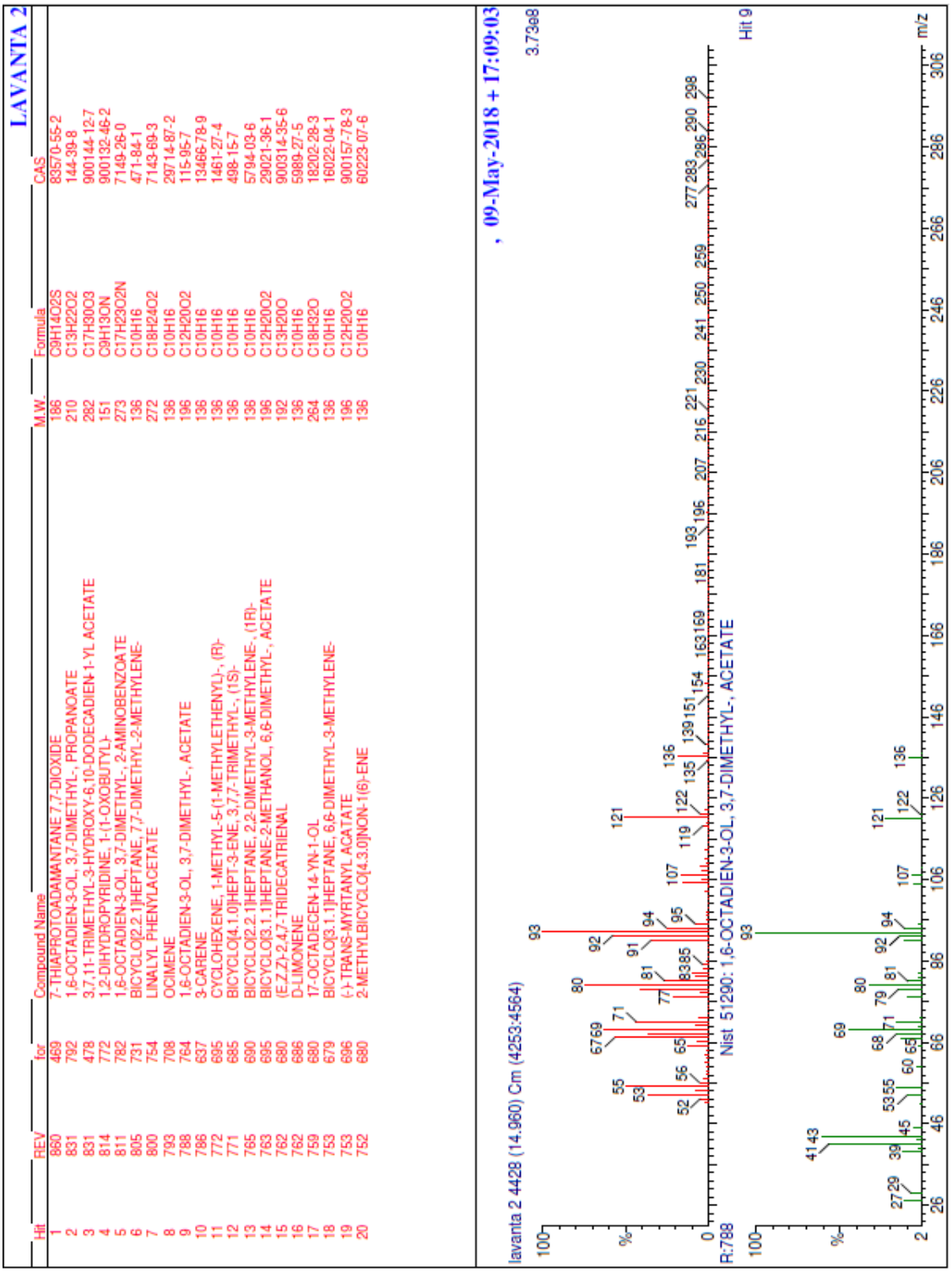
Şekil 6. 5 Lavanta II – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.5 olarak verilen kromatogramda, 11.52. dakikada elde edilen pikin iyon kütleleri Şekil 6.6'daki gibidir. Gözlemlenen pikin iyon kütlelerinin altındaki grafik ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalol maddesinin iyon kütlesini göstermektedir. Karşılaştırılma yapıldığında aynı yapıda olduklarını söyleyebiliriz. Bu da görülen pikin linalol maddesine ait olduğunu belirtmektedir.



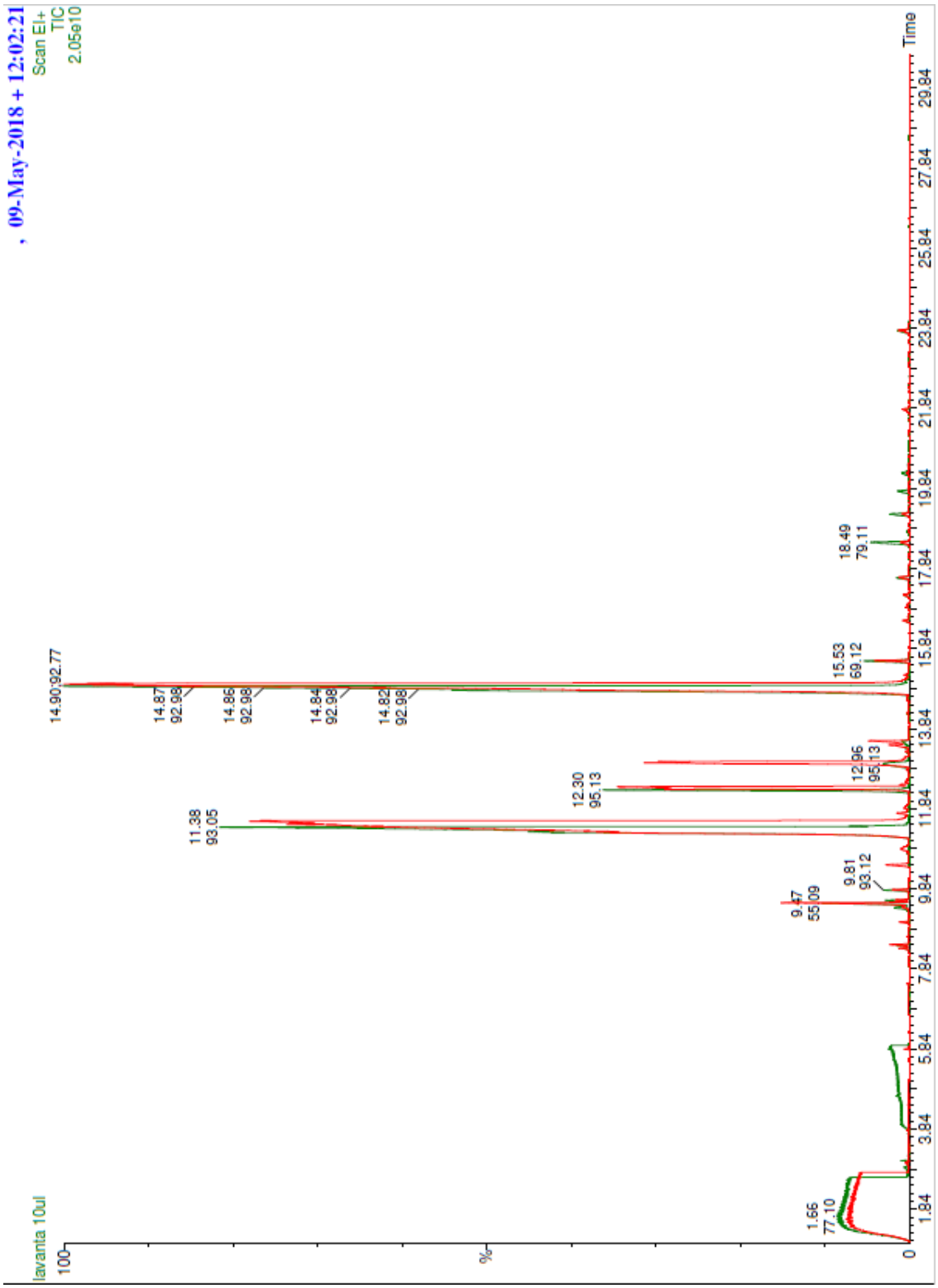
Şekil 6. 6 Lavanta II – Linalol piki

Şekil 6.5 olarak verilen kromatogramda, 14.96. dakikada elde edilen linalil asetat pikin iyon kütleleri Şekil 6.7'de verilmiştir. GC-MS kütüphanesindeki linalil asetat maddesinin iyon kütlesi grafiği ile karşılaştırıldığında aynı yapıda olduğu görülmektedir. Bu sonuç, 14.96. dakikadaki elde edilen pikin linalil asetat piki olduğunu göstermektedir.



Şekil 6. 7 Lavanta II – Linalil asetat

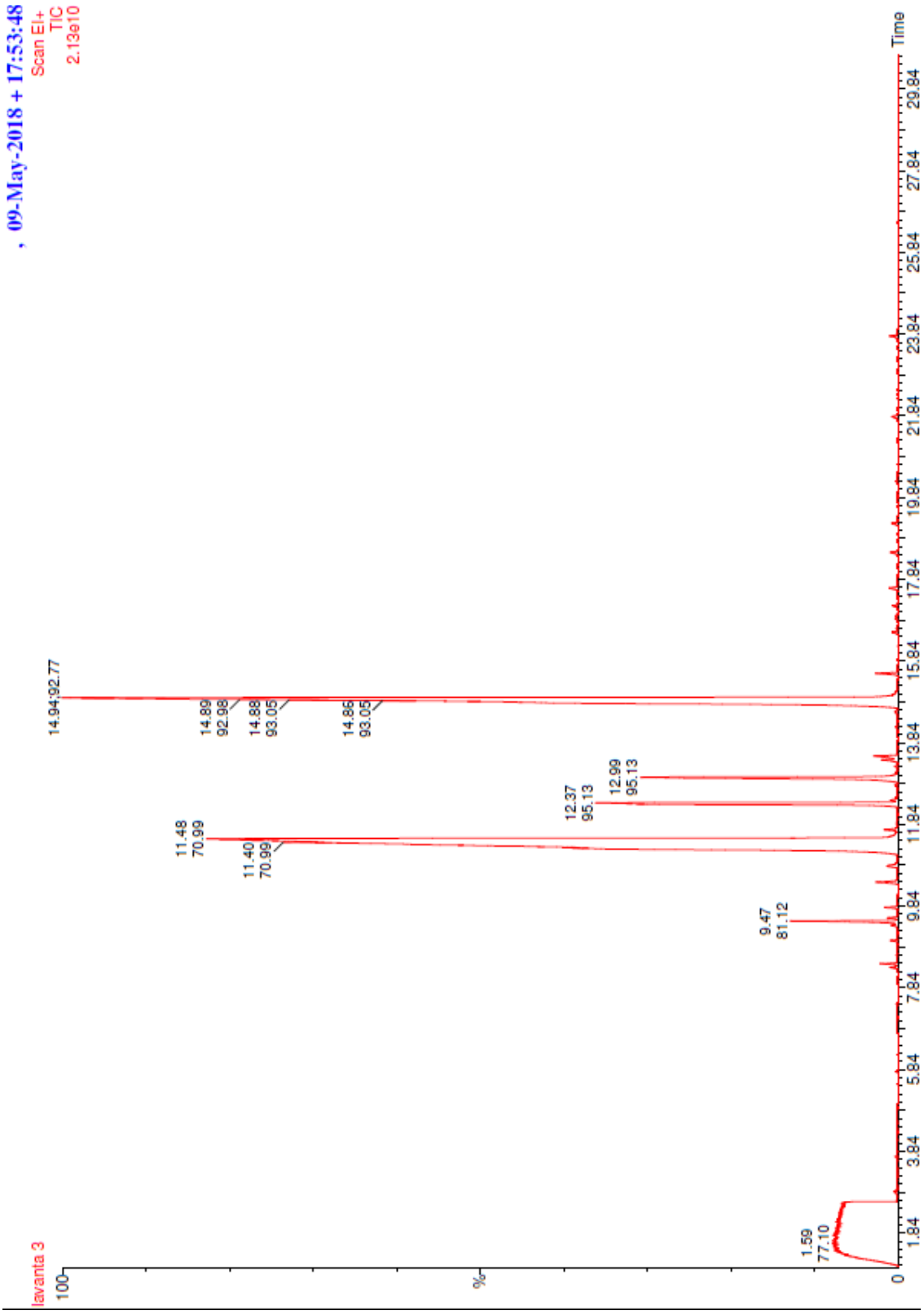
Şekil 6.8'de görülen Lavanta II ve referans lavanta yağı karşılaştırılmasında, 12.96. dakikadaki pik farkı dışında çok büyük bir fark görülmemektedir.



Şekil 6. 8 Lavanta II ve referans lavanta yağı kromatogramı

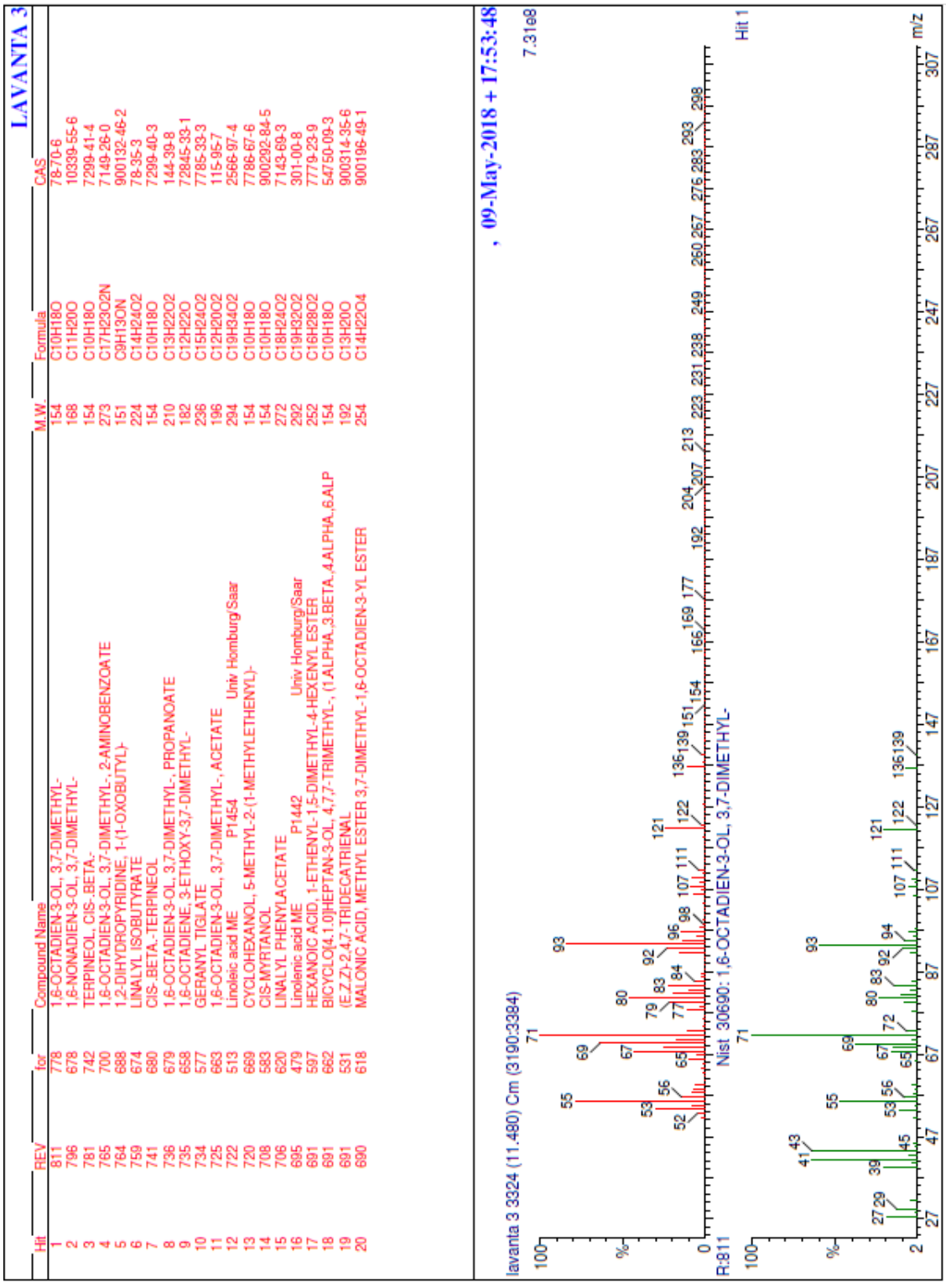
6.2.1.3 Lavanta III Analiz

Lavanta III numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.9'da verilmiştir.



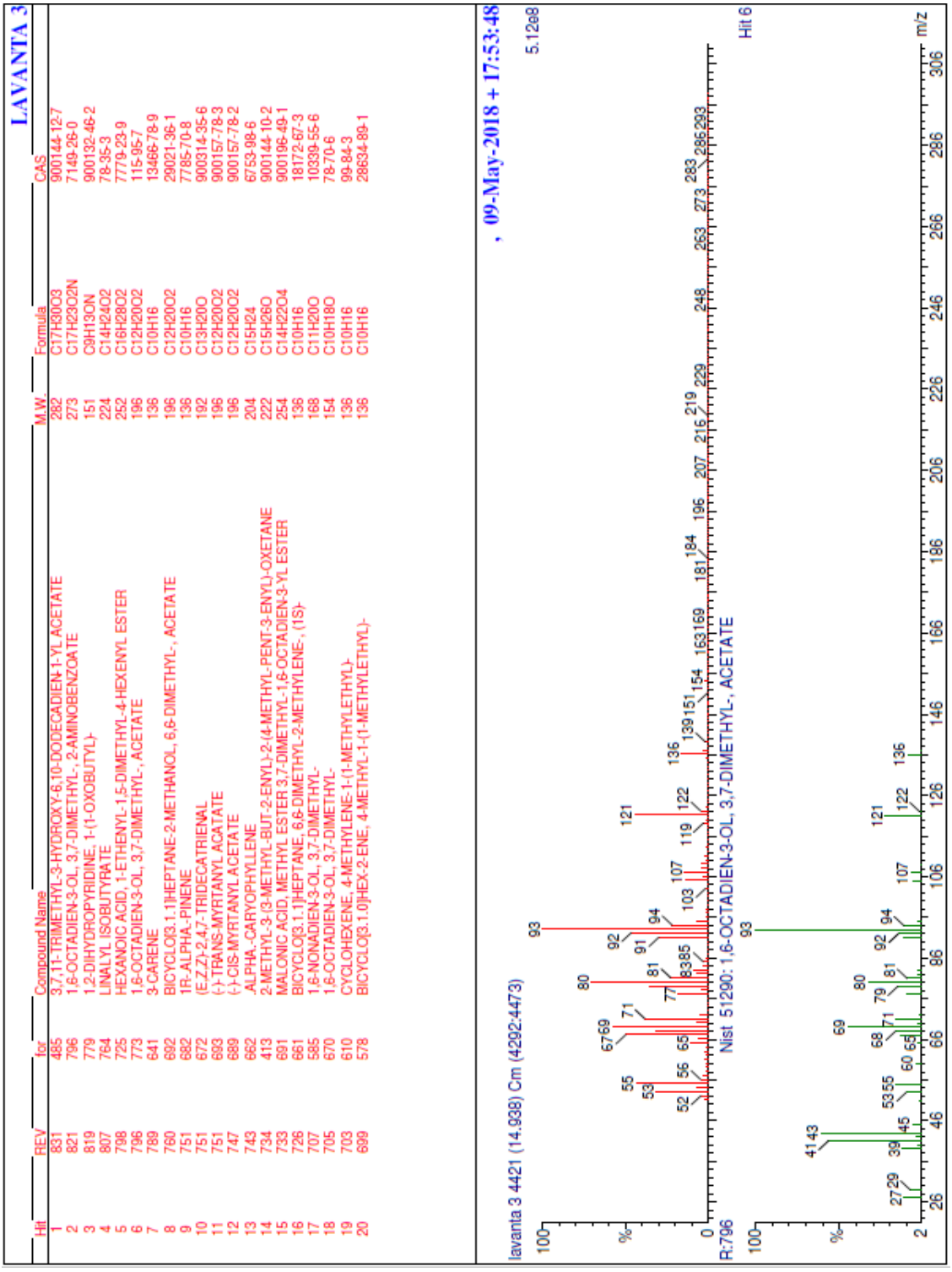
Şekil 6. 9 Lavanta III – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.9 olarak verilen kromatogramda ikinci büyük pik olan 11.48 pikin iyon kütleleri Şekil 6.10'da verilmiştir. Altında görülen grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Kıyaslama sonucunda incelenen pikin linalol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



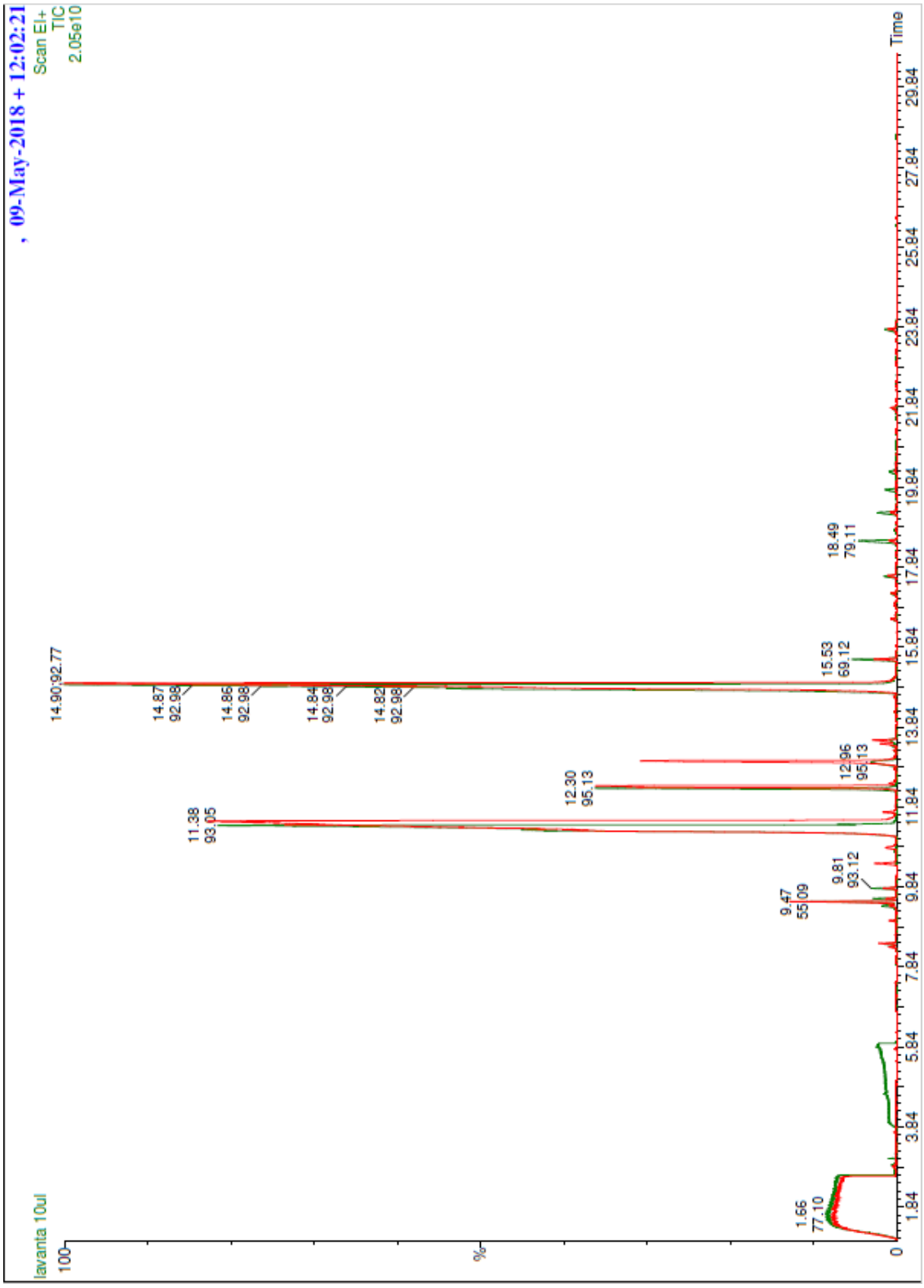
Şekil 6. 10 Lavanta III – Linalol piki

Şekil 6.9 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 14.94 pikin iyon kütleleri Şekil 6.11'de verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalil asetat maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin linalil asetat maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 11 Lavanta III – Linalil asetat piki

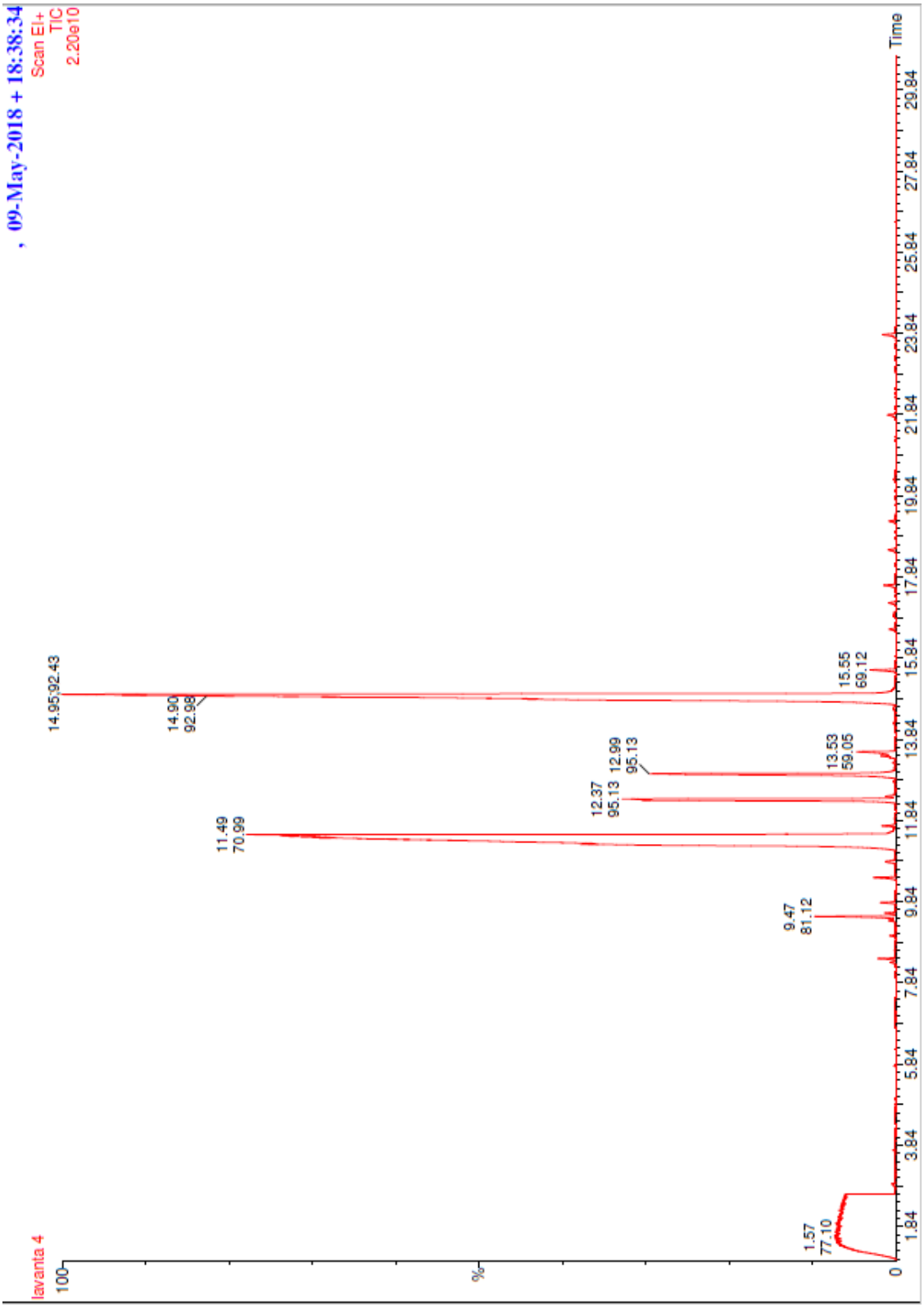
Şekil 6.12’de görülen Lavanta III ve referans lavanta yağı karşılaştırılmasında, 12.96. dakikadaki pik farkı dışında herhangi bir farka rastlanılmamıştır.



Şekil 6. 12 Lavanta III ve referans lavanta yağı kromatogramı

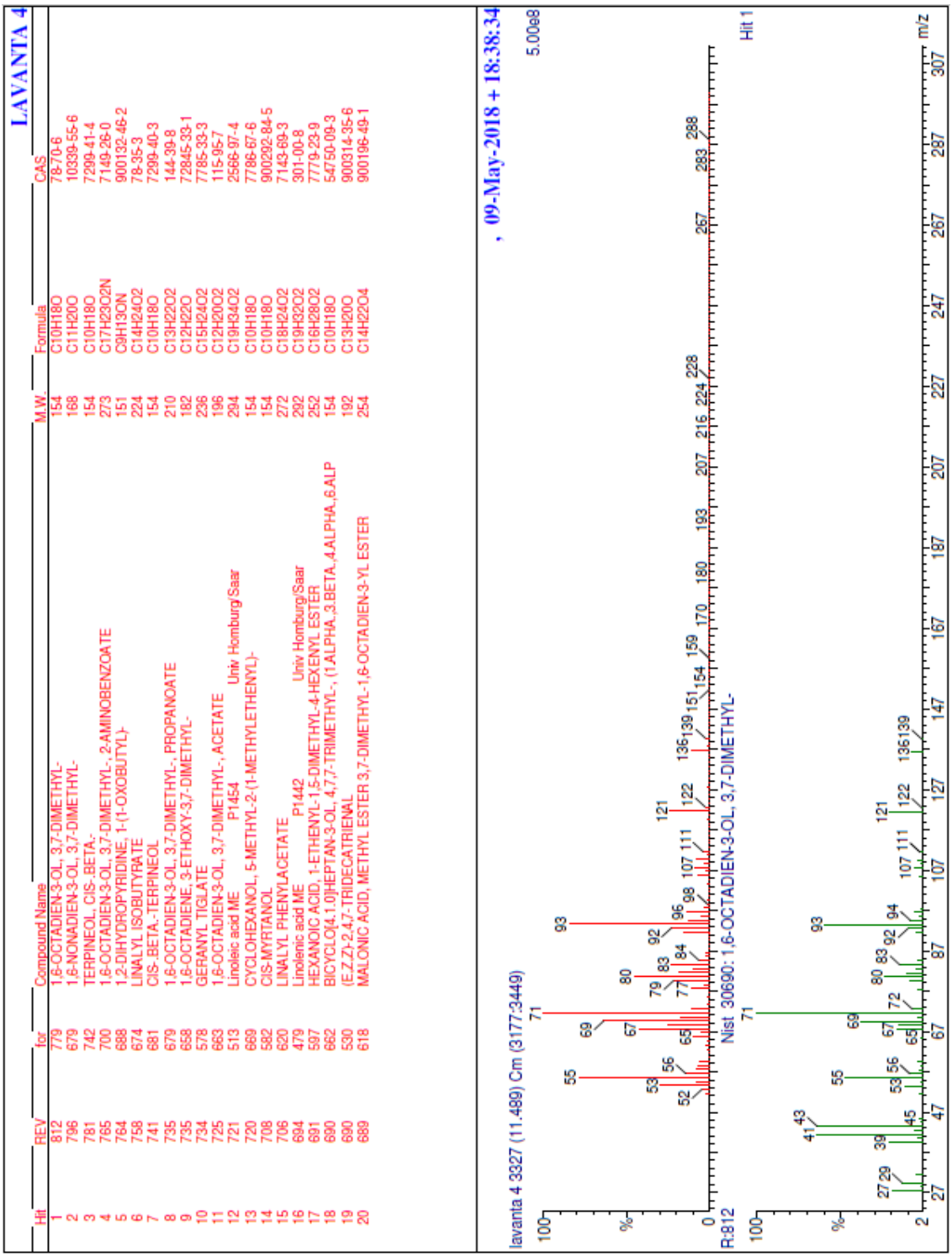
6.2.1.4 Lavanta IV Analiz

Lavanta IV numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.13'te verilmiştir.



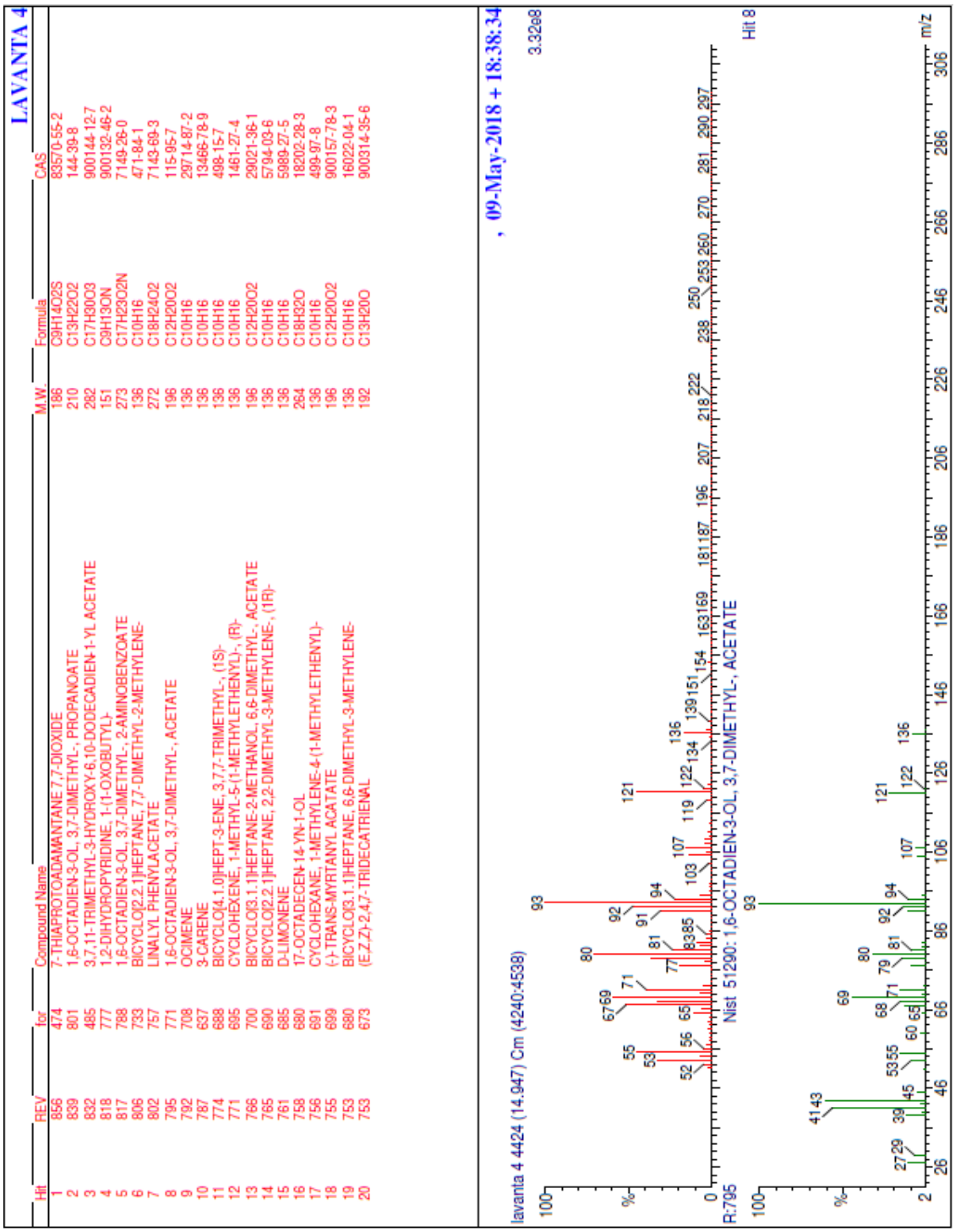
Şekil 6. 13 Lavanta IV – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.13 olarak verilen kromatogramda ikinci büyük pik olan 11.49 pikin iyon kütleleri Şekil 6.14'ta verilmiştir. Altında görülen grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Kıyaslama sonucunda incelenen pikin linalol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



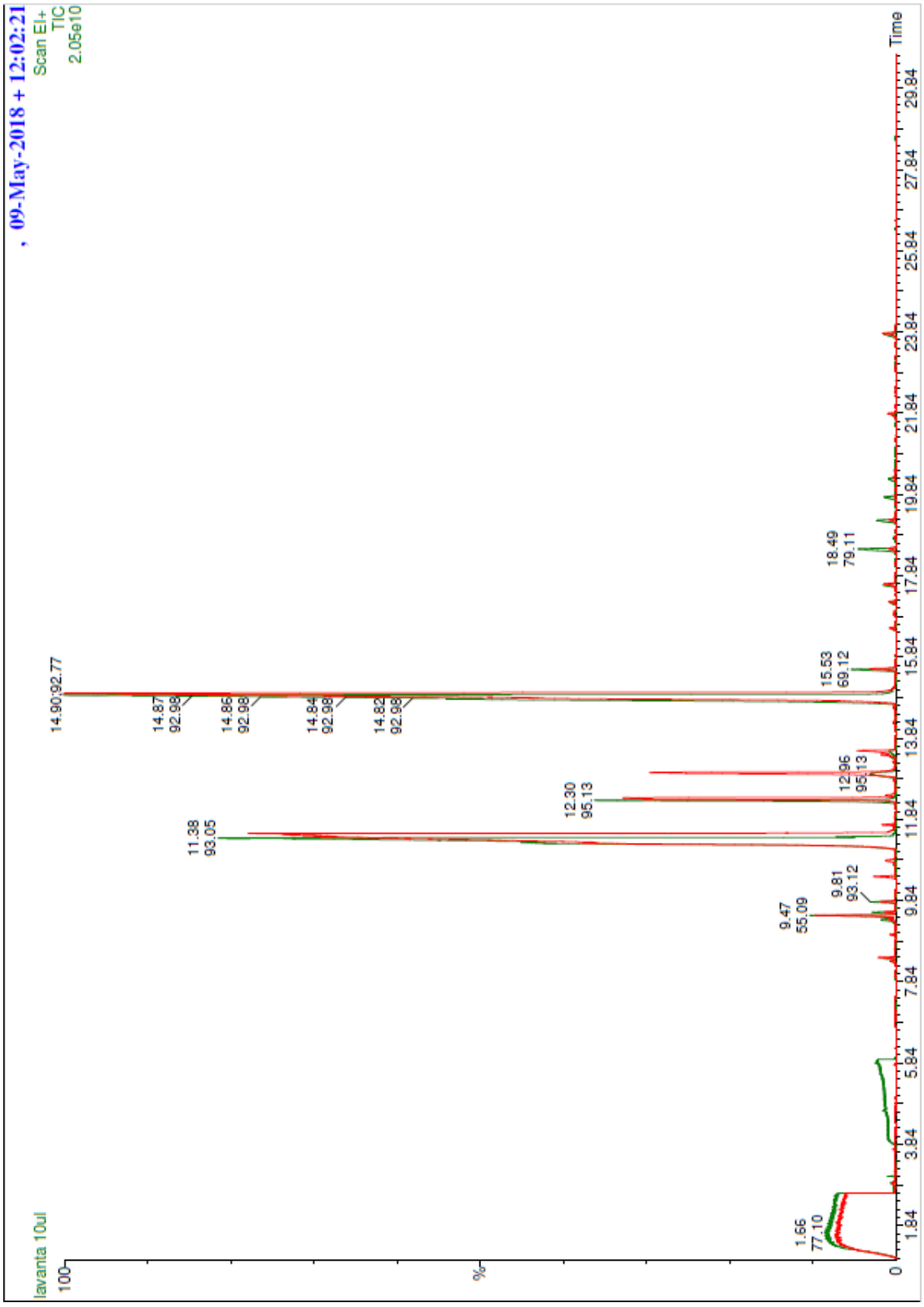
Şekil 6. 14 Lavanta IV – Linalol piki

Şekil 6.13 olarak verilen kromatogramda ikinci büyük pik olan 11.49 pikin iyon kütleleri Şekil 6.14'ta verilmiştir. Altında görülen grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Kıyaslama sonucunda incelenen pikin linalol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 15 Lavanta IV – Linalil asetat

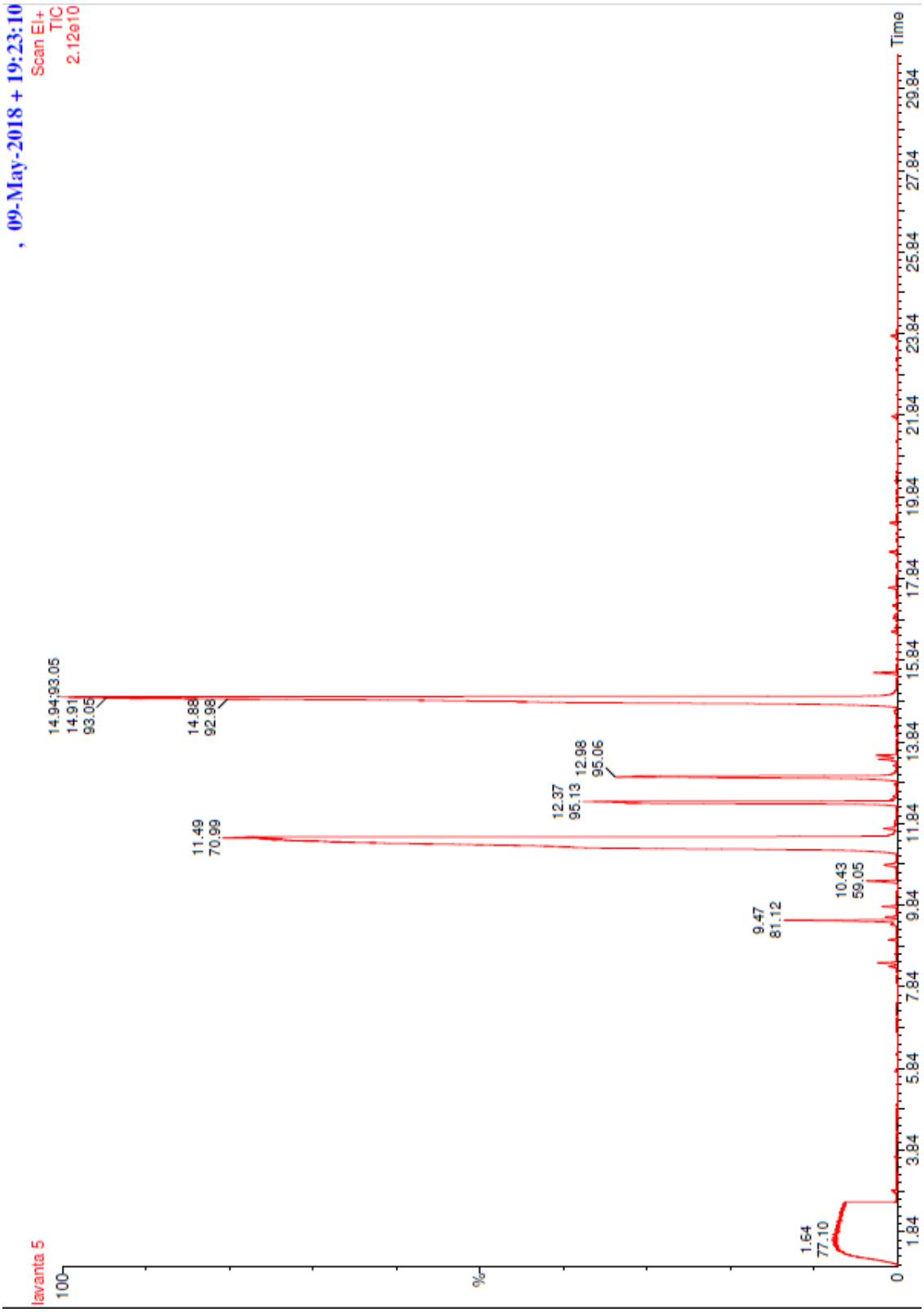
Şekil 6.16'da görülen Lavanta IV ve referans lavanta yağı karşılaştırılmasında 12.96. dakikadaki pik farkı dışında herhangi bir farka rastlanılmamıştır.



Şekil 6. 16 Lavanta IV ve referans lavanta yağı kromatogramı

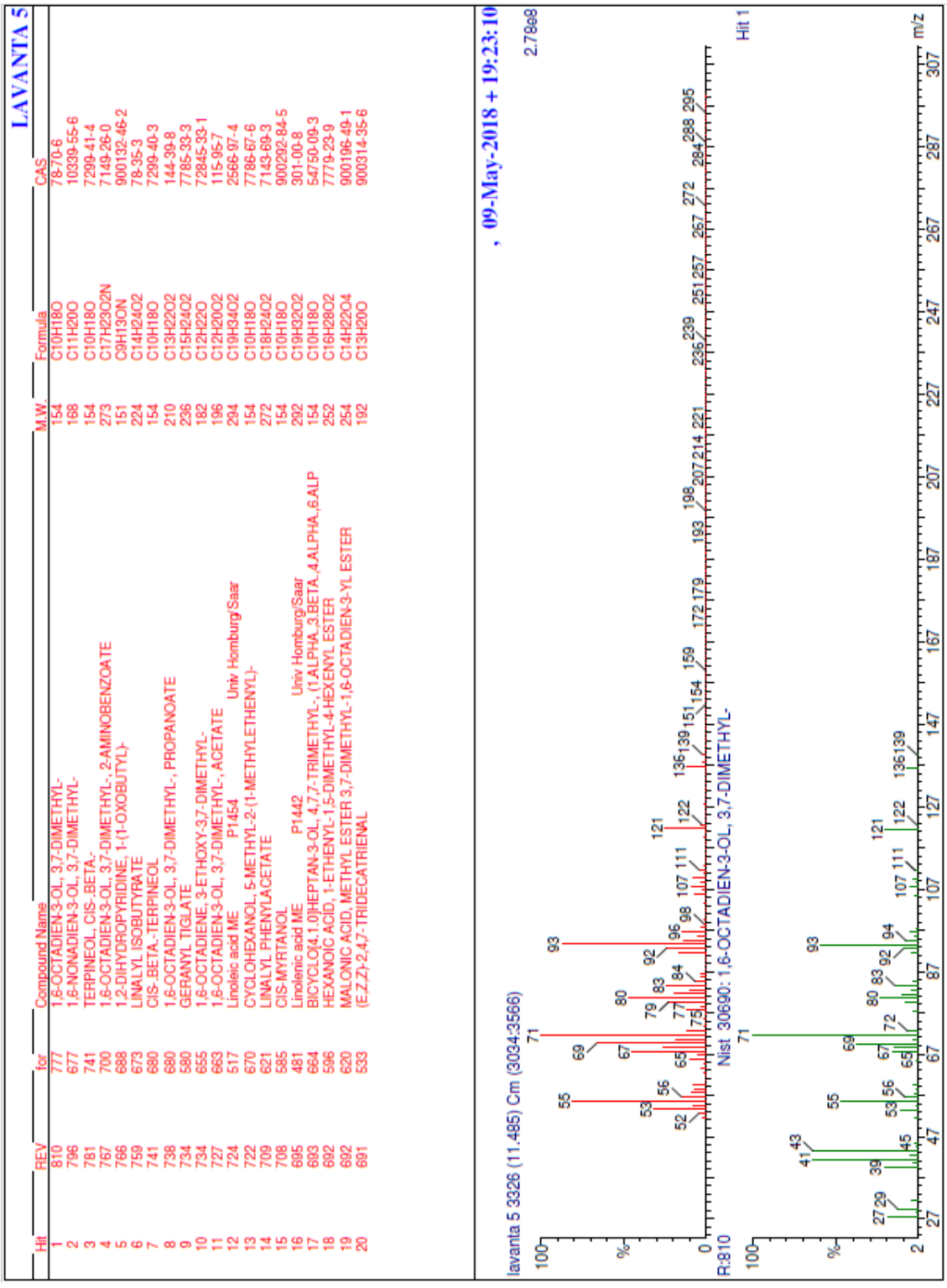
6.2.1.5 Lavanta V Analiz

Lavanta V numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.17'de verilmiştir.



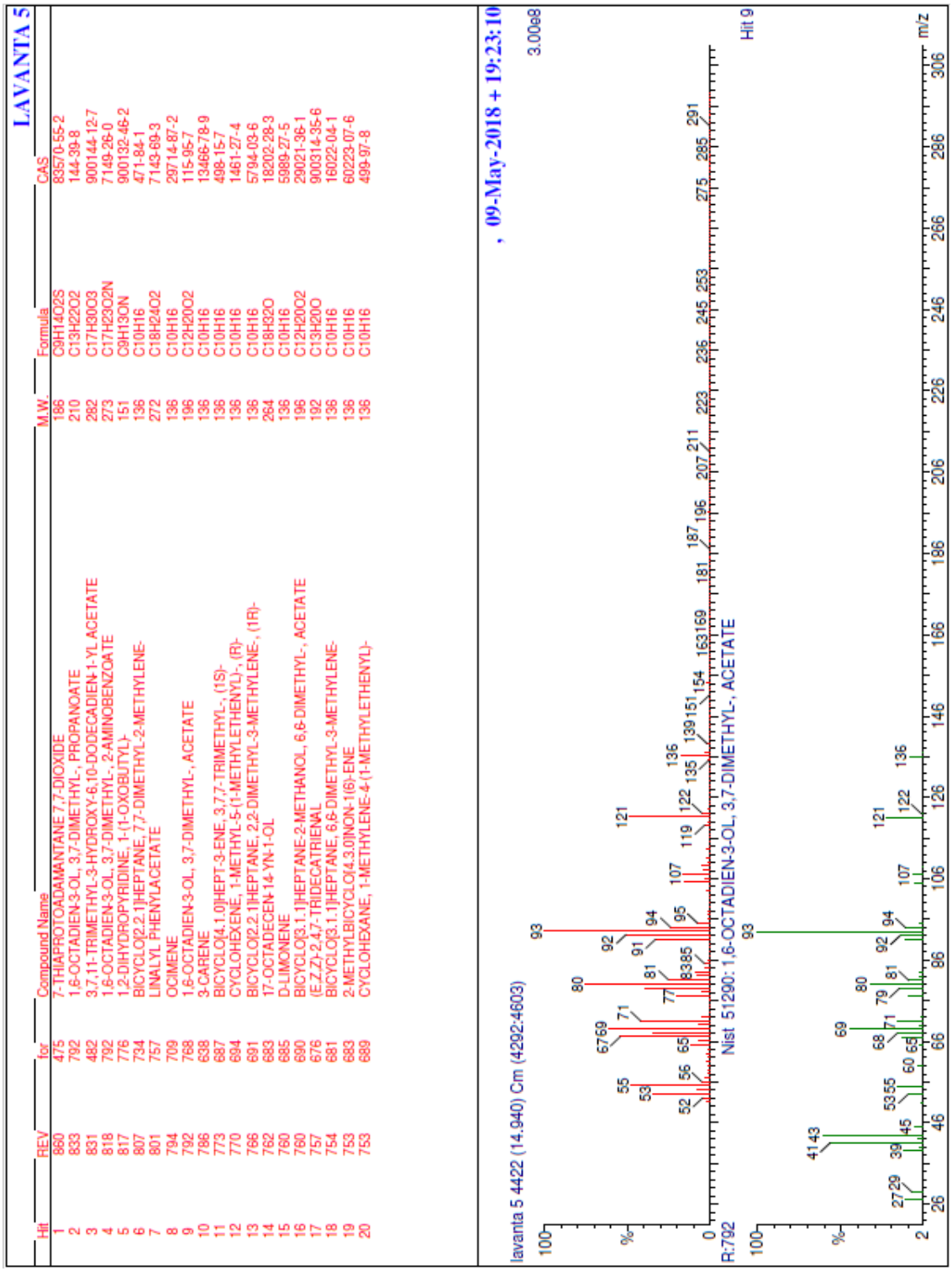
Şekil 6. 17 Lavanta V – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.17 olarak verilen kromatogramda ikinci büyük pik olan 11.49 pikin iyon kütleleri Şekil 6.18'de verilmiştir. Altında görülen grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Kıyaslama sonucunda incelenen pikin linalol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



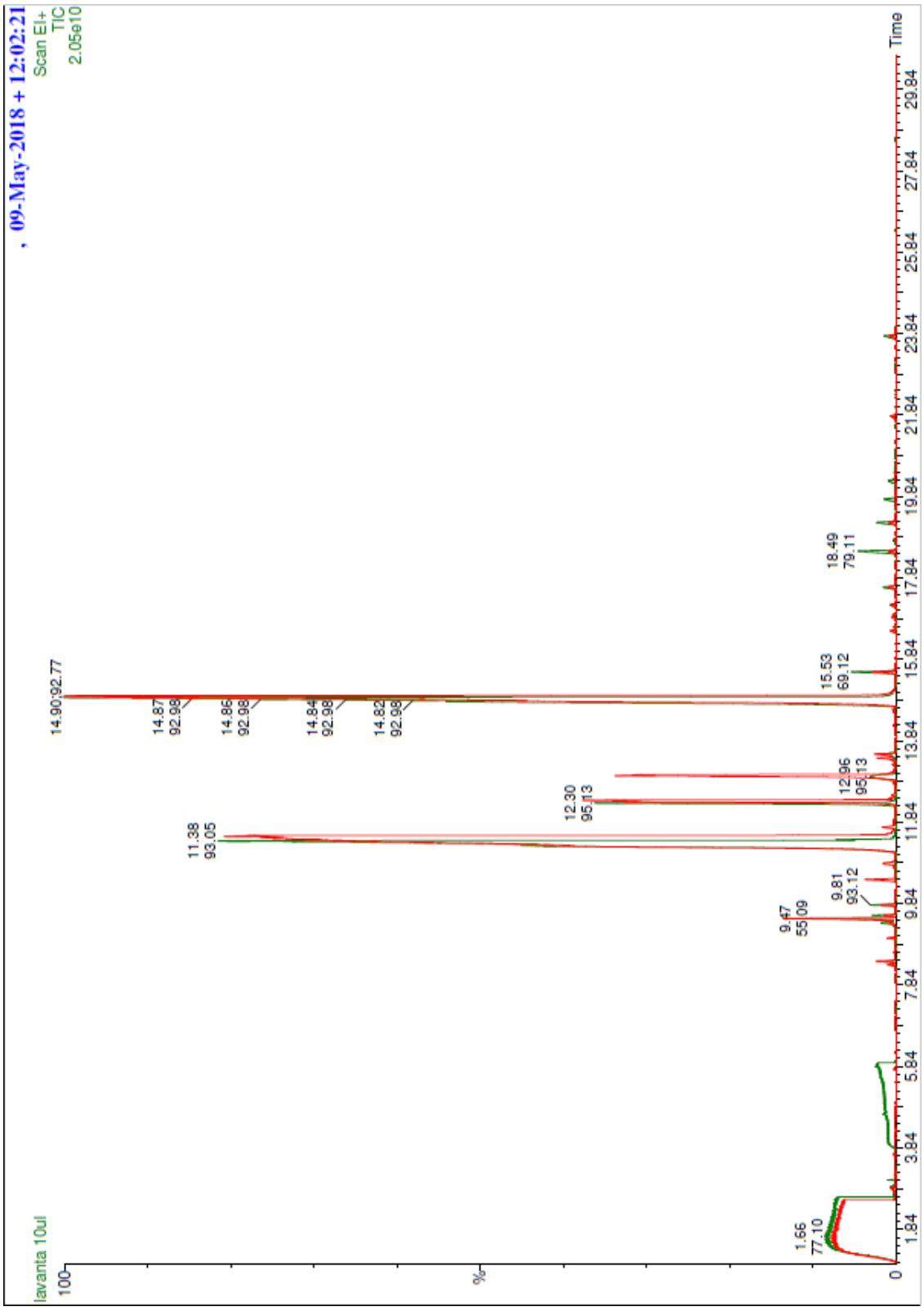
Şekil 6. 18 Lavanta V – Linalol piki

Şekil 6.17 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 14.95 pikin iyon kütleleri Şekil 6.19'da verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalil asetat maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin linalil asetat maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 19 Lavanta V – Linalil asetat piki

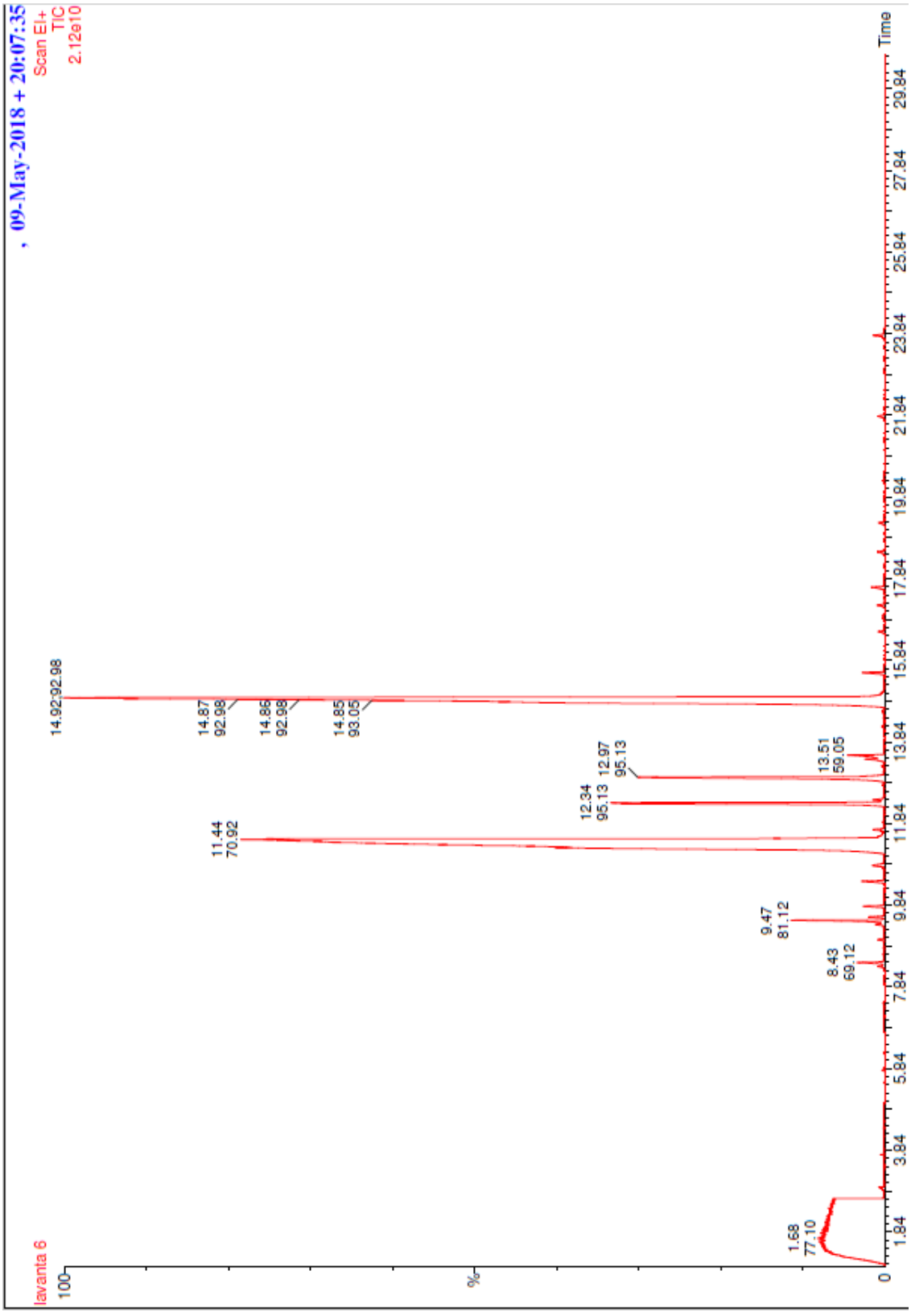
Şekil 6.20'da görülen Lavanta V ve referans lavanta yağı karşılaştırılmasında 12.96. dakikadaki pik farkı dışında herhangi bir farka rastlanılmamıştır.



Şekil 6. 20 Lavanta V ve referans lavanta yağı kromatogramı

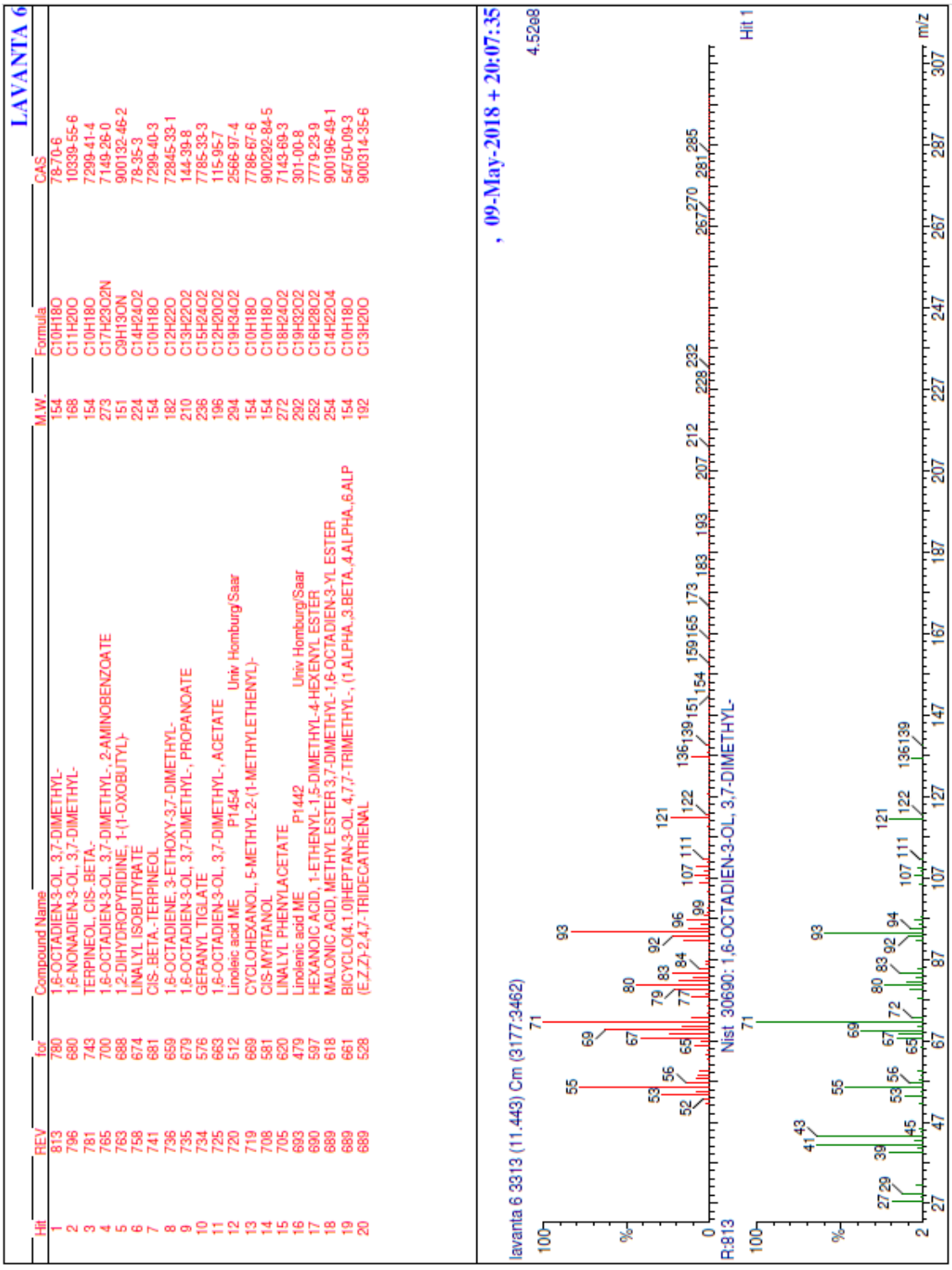
6.2.1.6 Lavanta VI Analiz

Lavanta VI numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.21'de verilmiştir.



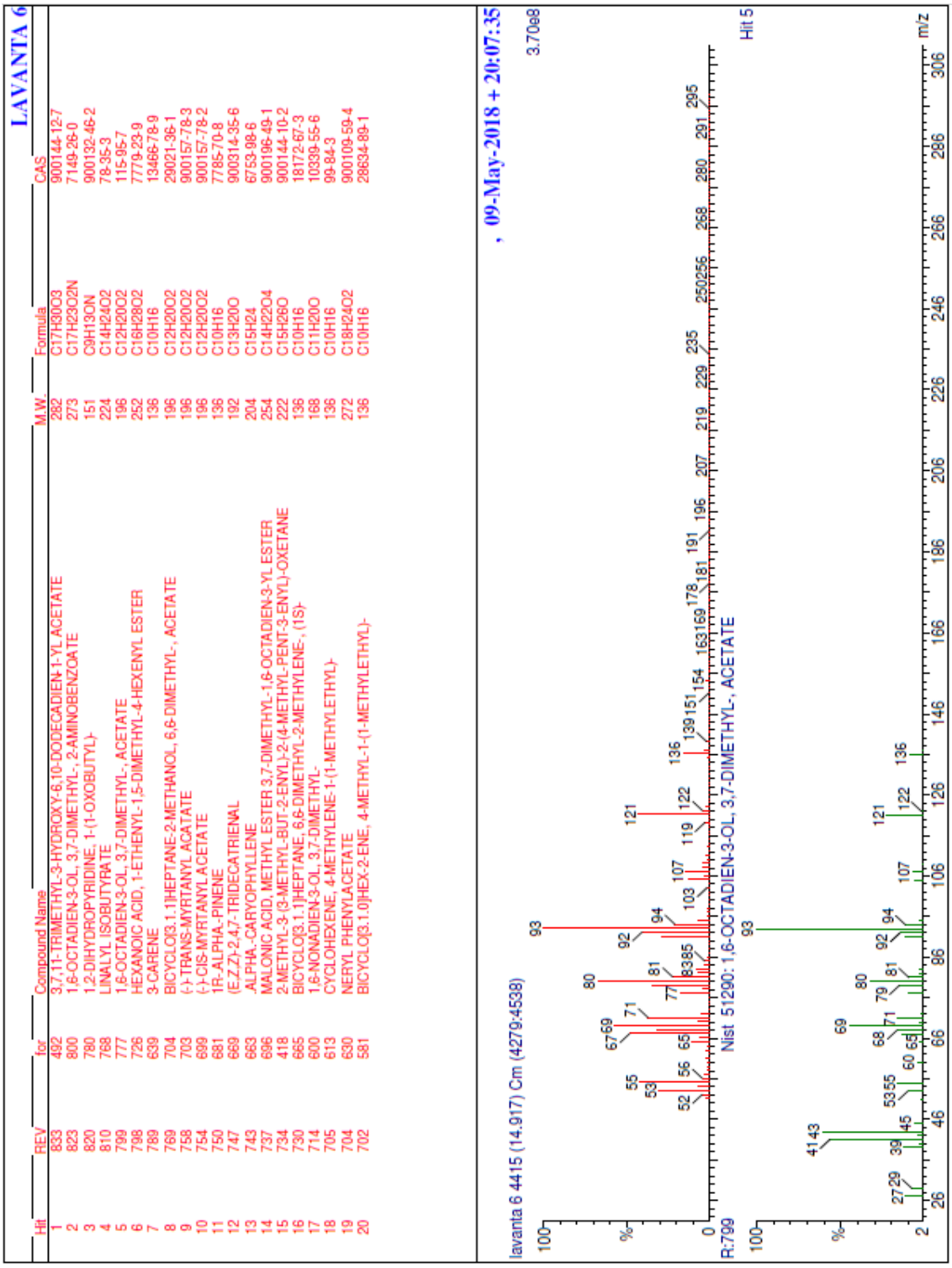
Şekil 6. 21 Lavanta VI – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.21 olarak verilen kromatogramda ikinci büyük pik olan 11.44 pikin iyon kütleleri Şekil 6.22'de verilmiştir. Altında görülen grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Kıyaslama sonucunda incelenen pikin linalol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



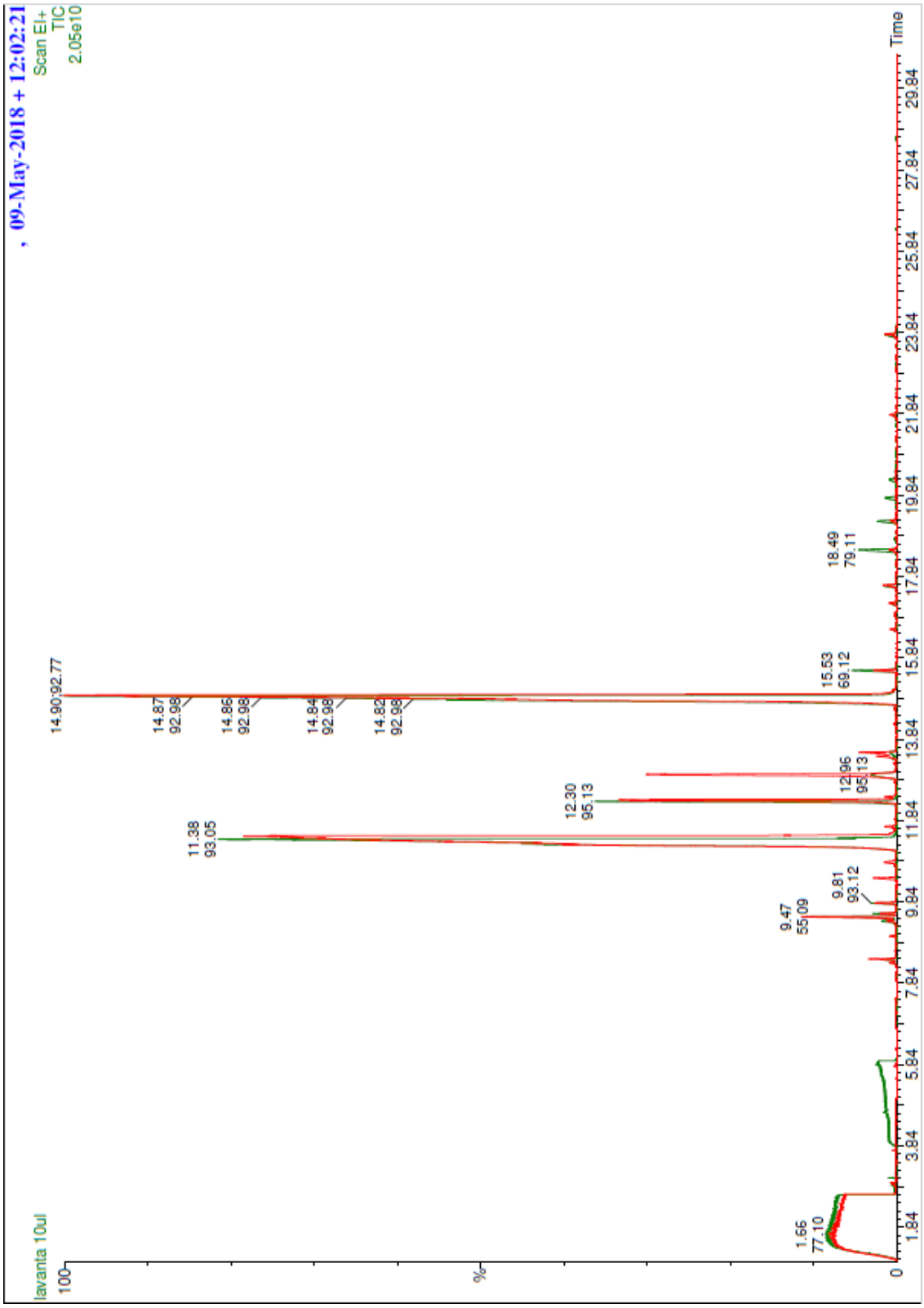
Şekil 6. 22 Lavanta VI – Linalol piki

Şekil 6.21 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 14.92 pikin iyon kütleleri Şekil 6.23'te verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan linalil asetat maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin linalil asetat maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 23 Lavanta VI – Linalil asetat

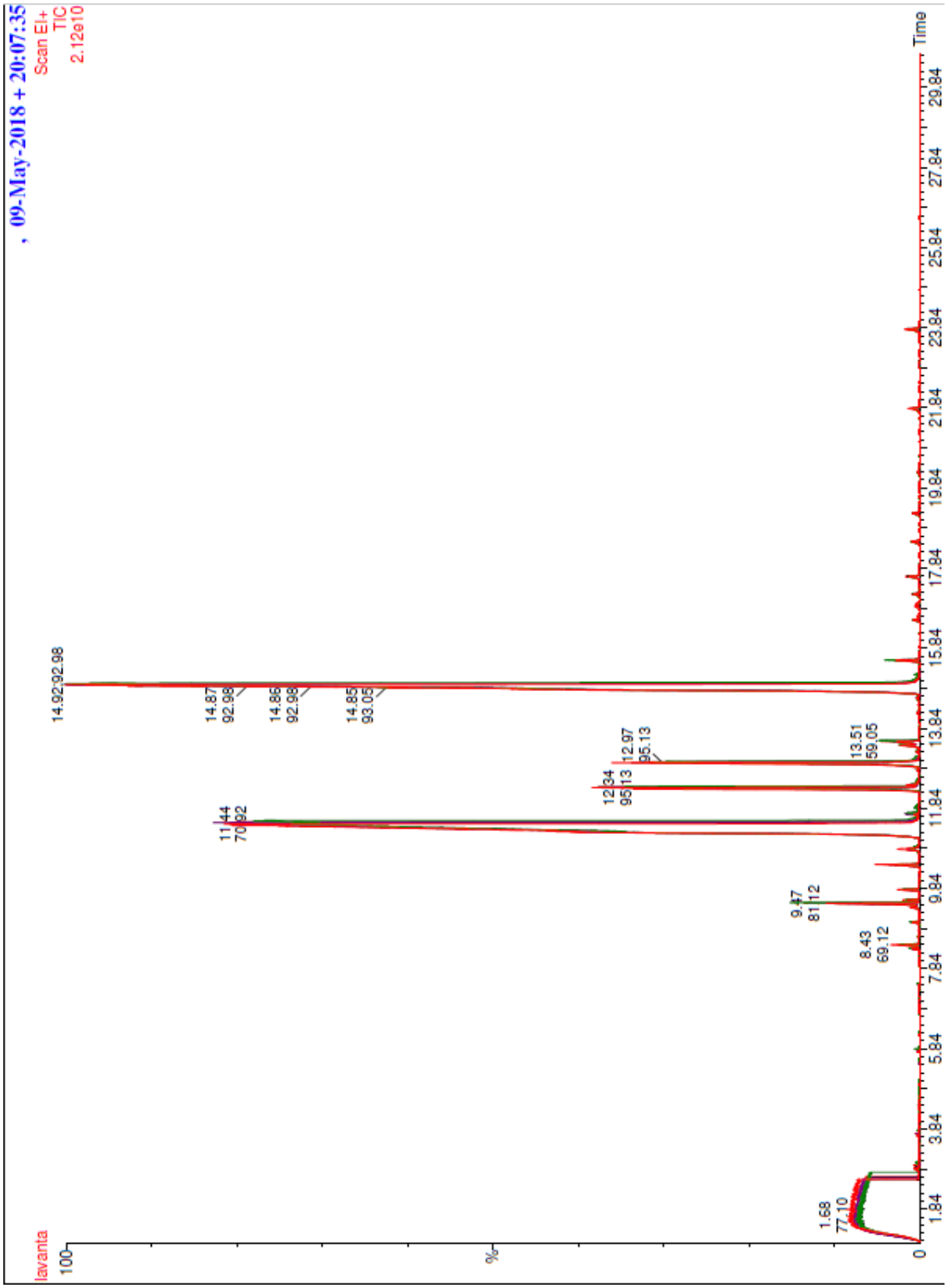
Şekil 6.24’te görülen Lavanta VI ve referans lavanta yağı karşılaştırılmasında 12.96. dakikadaki pik farkı dışında herhangi bir farka rastlanılmamıştır.



Şekil 6. 24 Lavanta VI ve referans lavanta yağı kromatogramı

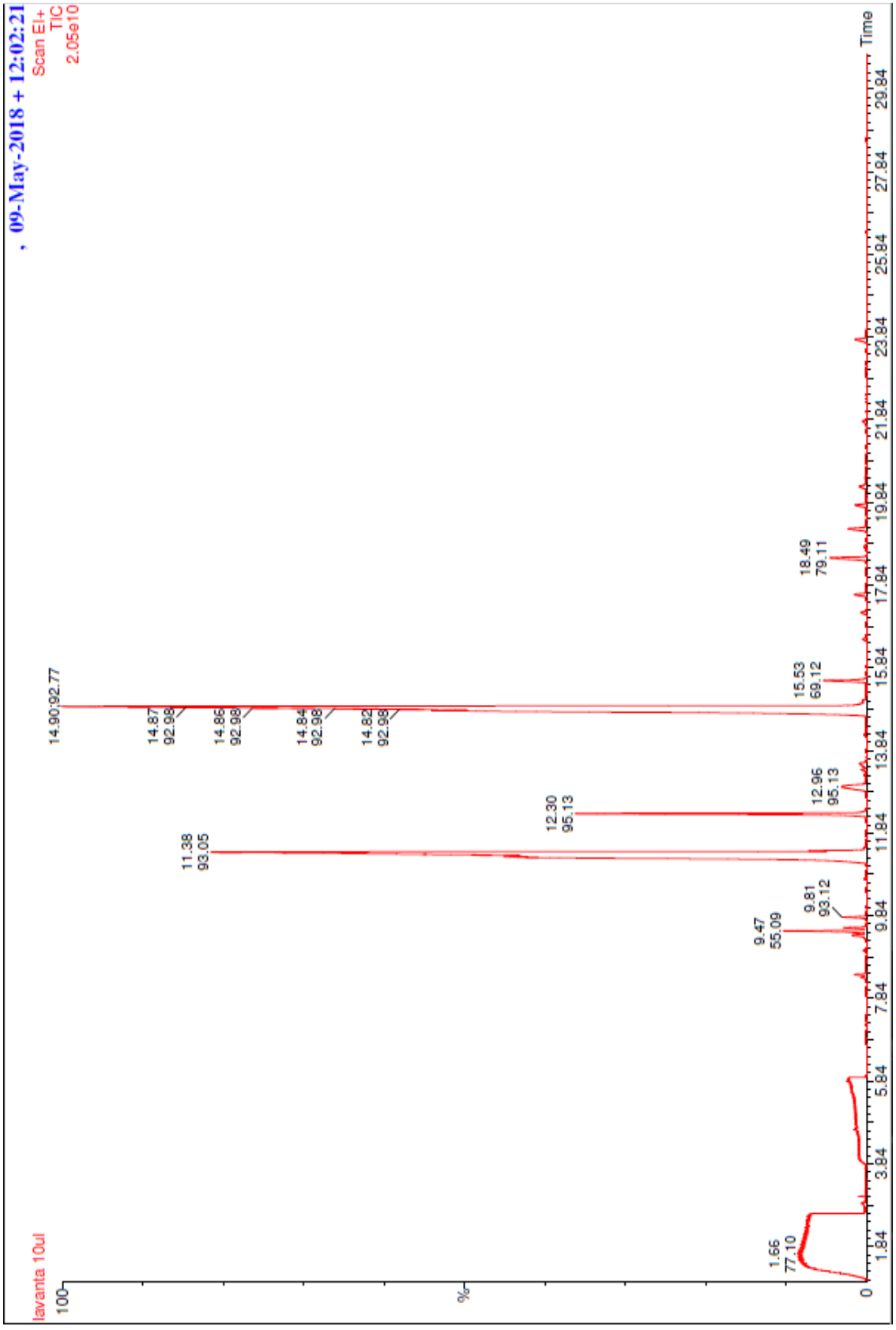
6.2.1.7 Lavanta Analizleri Karşılaştırması

Lavanta numunelerine ait GC-MS analiz sonuçları, Şekil 6.25'te tek bir kromatogram üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 6. 25 Lavanta analizlerinin üst üste çakıştırılması

Referans olarak kullanılan lavanta yağının GC-MS analizi Şekil 6.26'da verilmiştir.



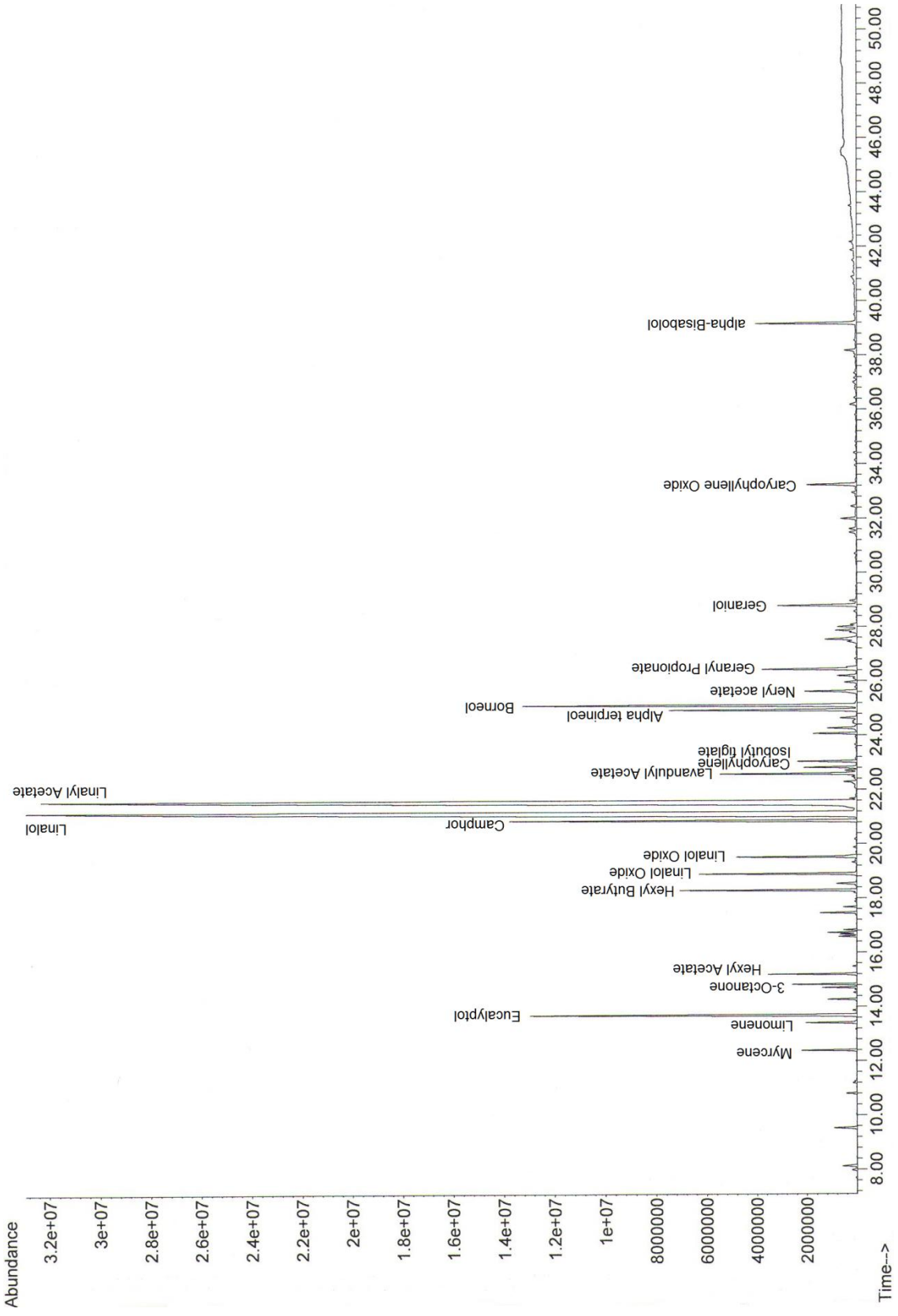
Şekil 6. 26 Referans lavanta yağı kromatogramı

Şekil 6.25’te görüldüğü üzere analizi yapılan lavanta numunelerinin birbiri ile arasında önemli bir fark görülmemektedir. Fakat her bir lavanta analizi ile referans analizi arasında aynı yerde pik farkı olduğu görülmüştür.

Şekil 6.25’te 12.34. dakikada görülen pikin incelemesinde kafur olduğu görülmüştür. Ayrıca lavanta numune analizleri ve referans yağı analizi arasındaki fark olan, Şekil 6.25’te 12.97. dakikada görülen pikin incelenmesi sonucu, referans lavanta yağına göre yüksek oranda borneol maddesine rastlanılmıştır.

6.2.2 Lavanta GC-MS Kantitatif Analiz Sonuçları

Elde edilen Lavanta yağları arasında önemli bir fark bulunmadığından dolayı, kantitatif analiz için optimum koşullarda olan Lavanta VI numunesi kullanılmıştır. Şekil 6.27’de Lavanta VI numunesinin GC-MS kromatogramı verilmiş olup, yüksek olan piklerin tanımlaması yapılmıştır.



Şekil 6. 27 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz kromatogramı

Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz kromatogram pikleri Çizelge 6.3'te verilmiştir.

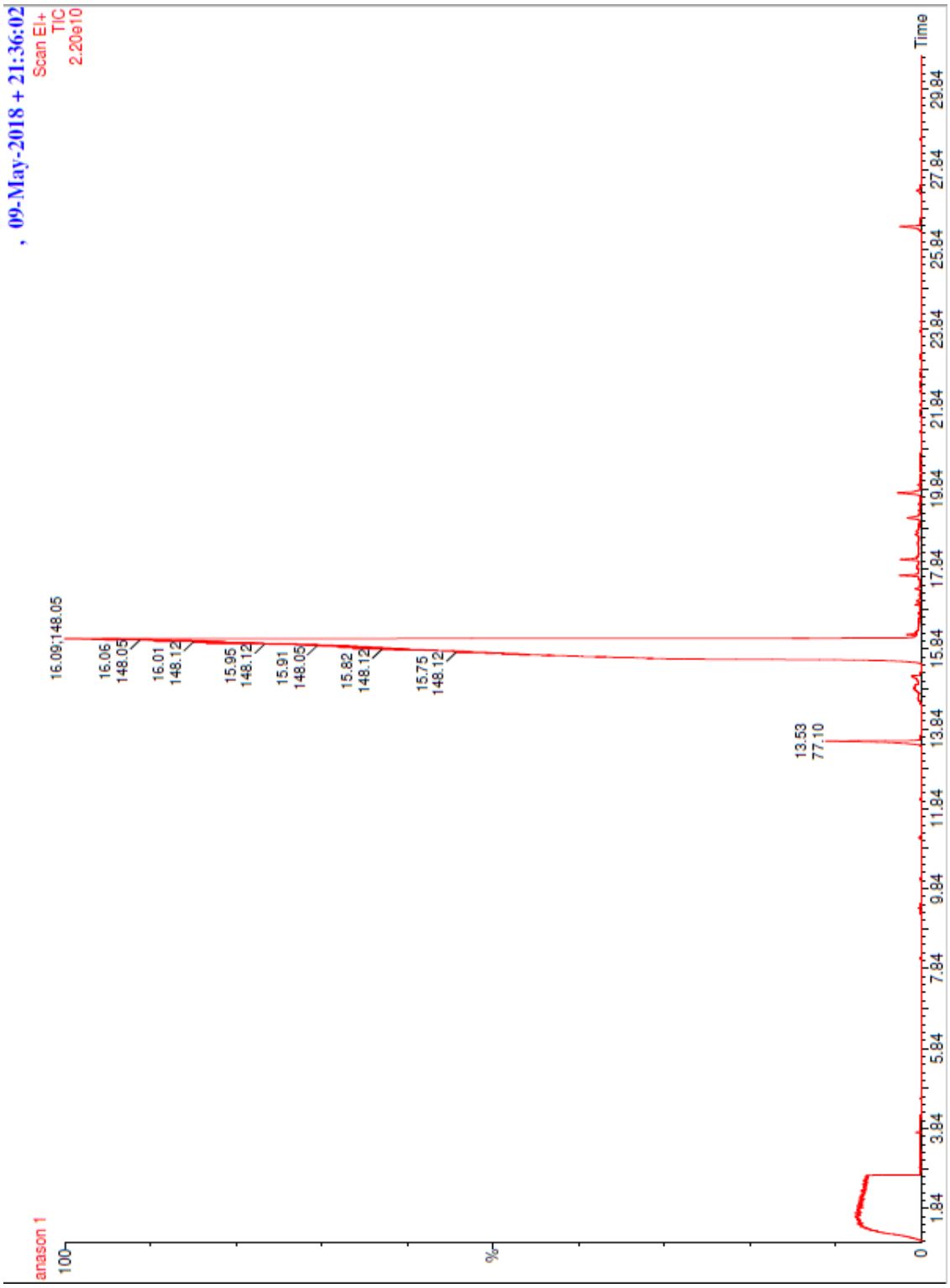
Çizelge 6. 3 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz kromatogram piklerinin analizi

Alıkonma Zamanı (dak)	Bileşen	% Alan
12.39	Mirsen	0.56
13.41	Limonen	0.54
13.70	Ökaliptol	4.13
14.83	3-Octanone	0.58
15.20	Hekzil Asetat	0.85
18.30	Hekzil Bütirat	2.01
18.90	Linalol Oksit	1.69
19.52	Linalol Oksit	1.38
20.86	Kafur	4.72
21.18	Linalol	27.74
21.60	Linalil Asetat	25.91
22.58	Lavandulil Asetat	1.74
22.81	Karyofilen	0.63
23.04	İzobütil Tiglat	0.68
24.94	Alfa Terpineol	2.47
25.12	Borneol	5.29
25.62	Neril Asetat	0.74
26.43	Geranil Propionat	1.39
27.53	Nerol	0.59
28.79	Geraniol	1.14
33.24	Karyofilen Oksit	0.81
39.18	Alfa Bisabolol	1.33

6.2.3 Anason GC-MS Analiz Sonuçları

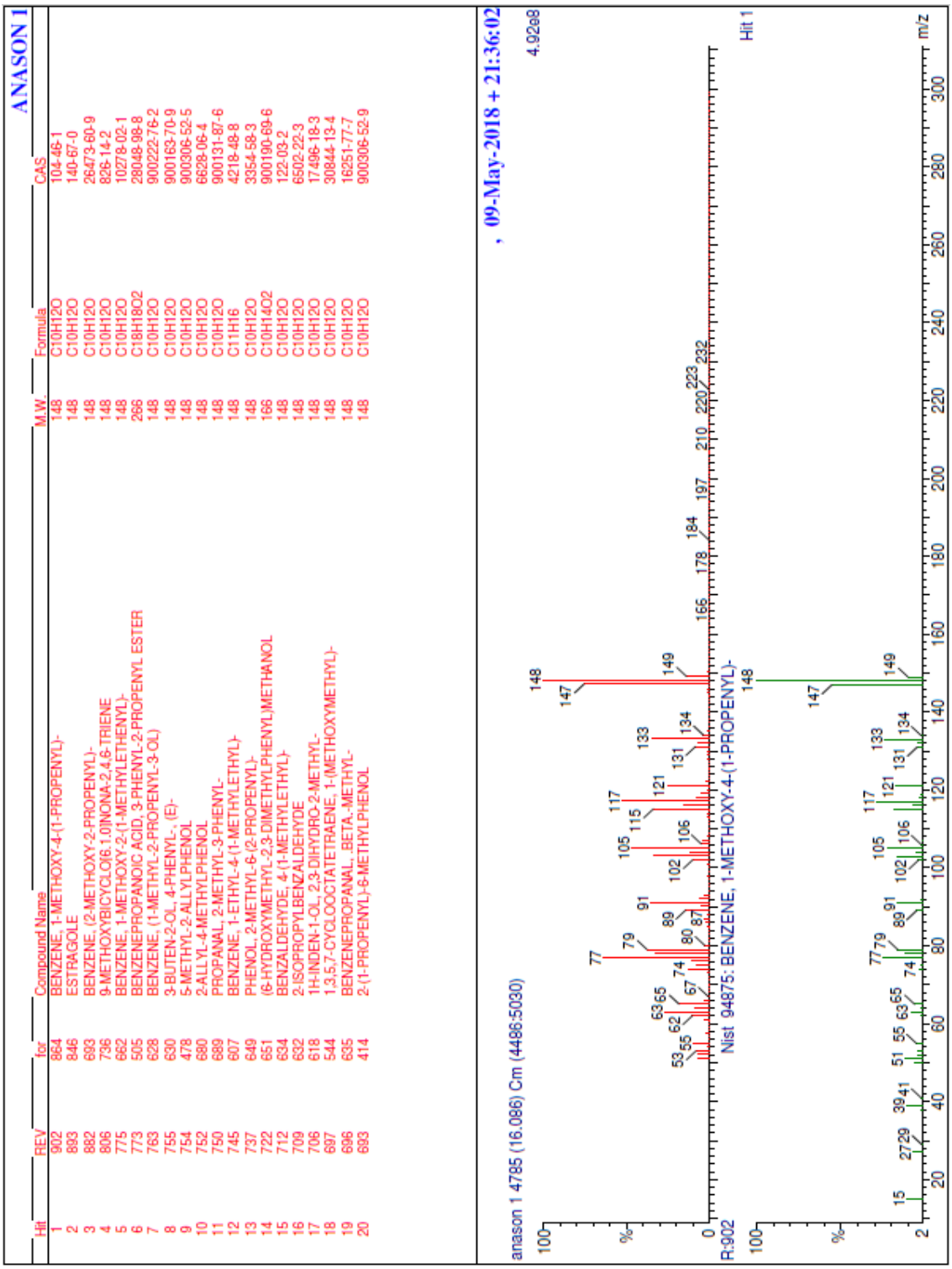
6.2.3.1 Anason I Analiz

Anason I numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.28'de verilmiştir.



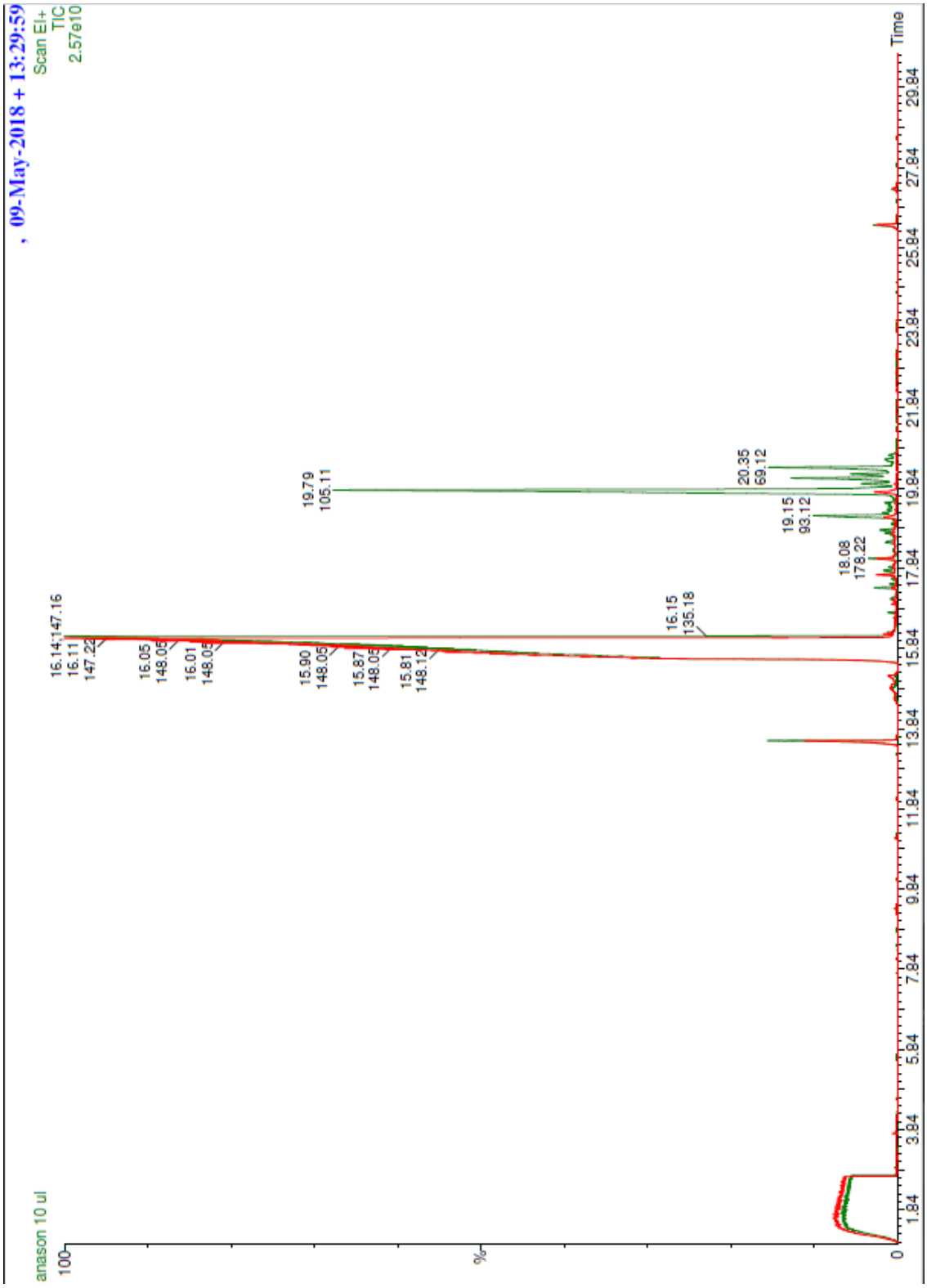
Şekil 6. 28 Anason I – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.28 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 16.09 pikin iyon kütleleri Şekil 6.29'da verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan trans anetol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin trans anetol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 29 Anason – trans anetol

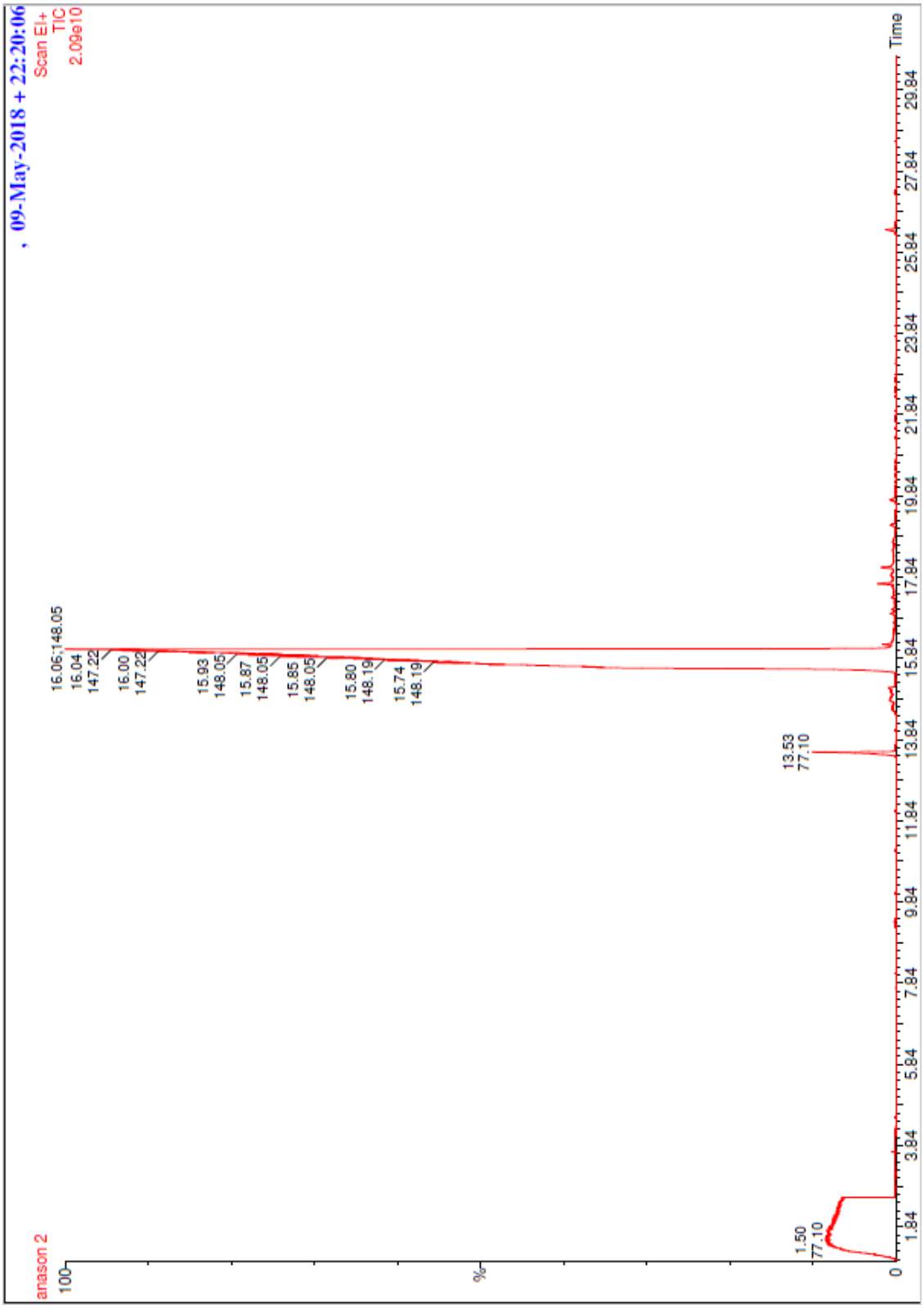
Şekil 6.30'da verilen kromatogramda, anason I ve referans anason karşılaştırılması yapılmıştır. Referans anasonda trans anetol pikinden sonra birkaç tane farklı pik oluştuğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 30 Anason I ve referans anason yağı kromatogramı

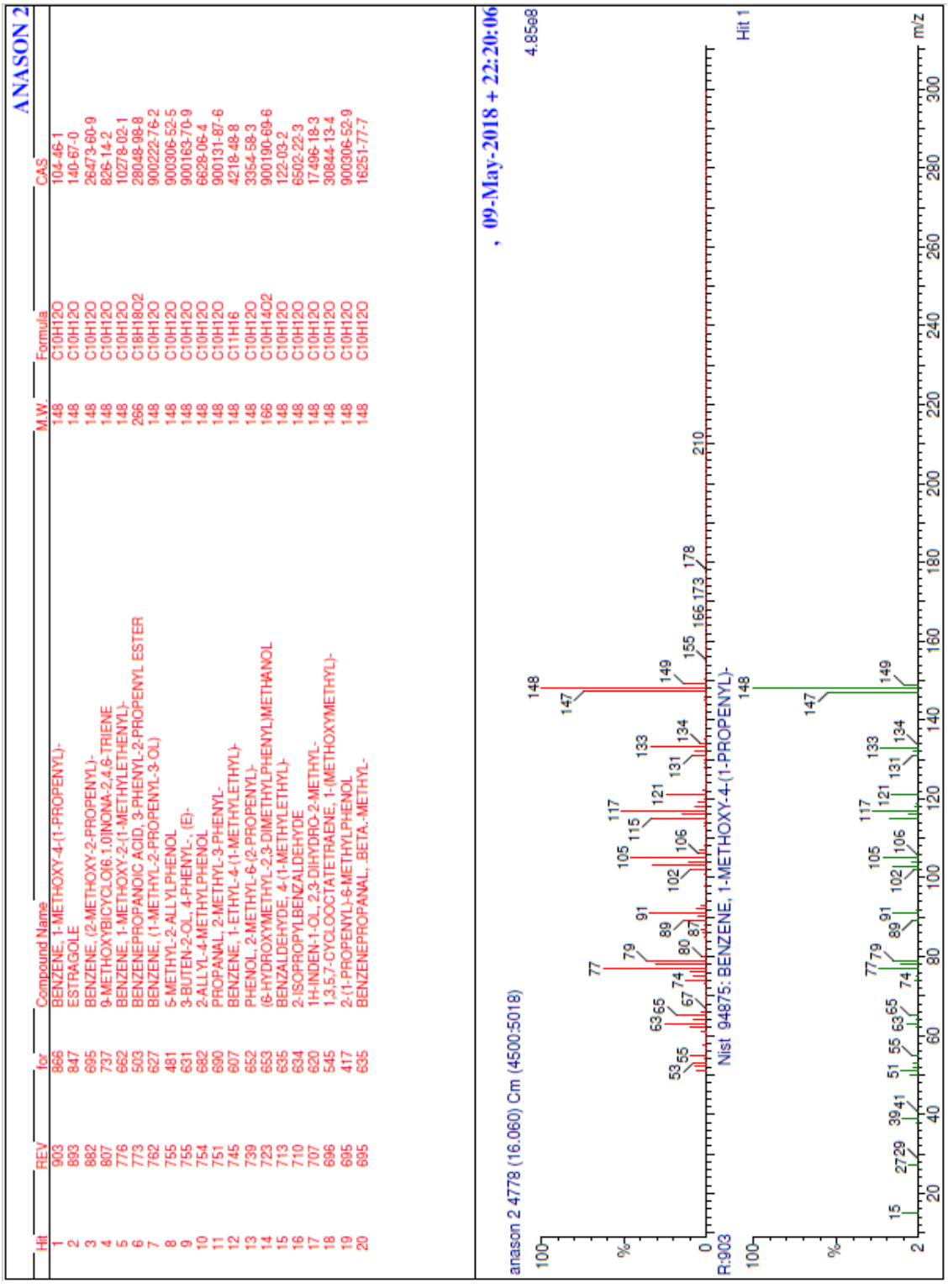
6.2.3.2 Anason II Analiz

Anason II numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.31'de verilmiştir.



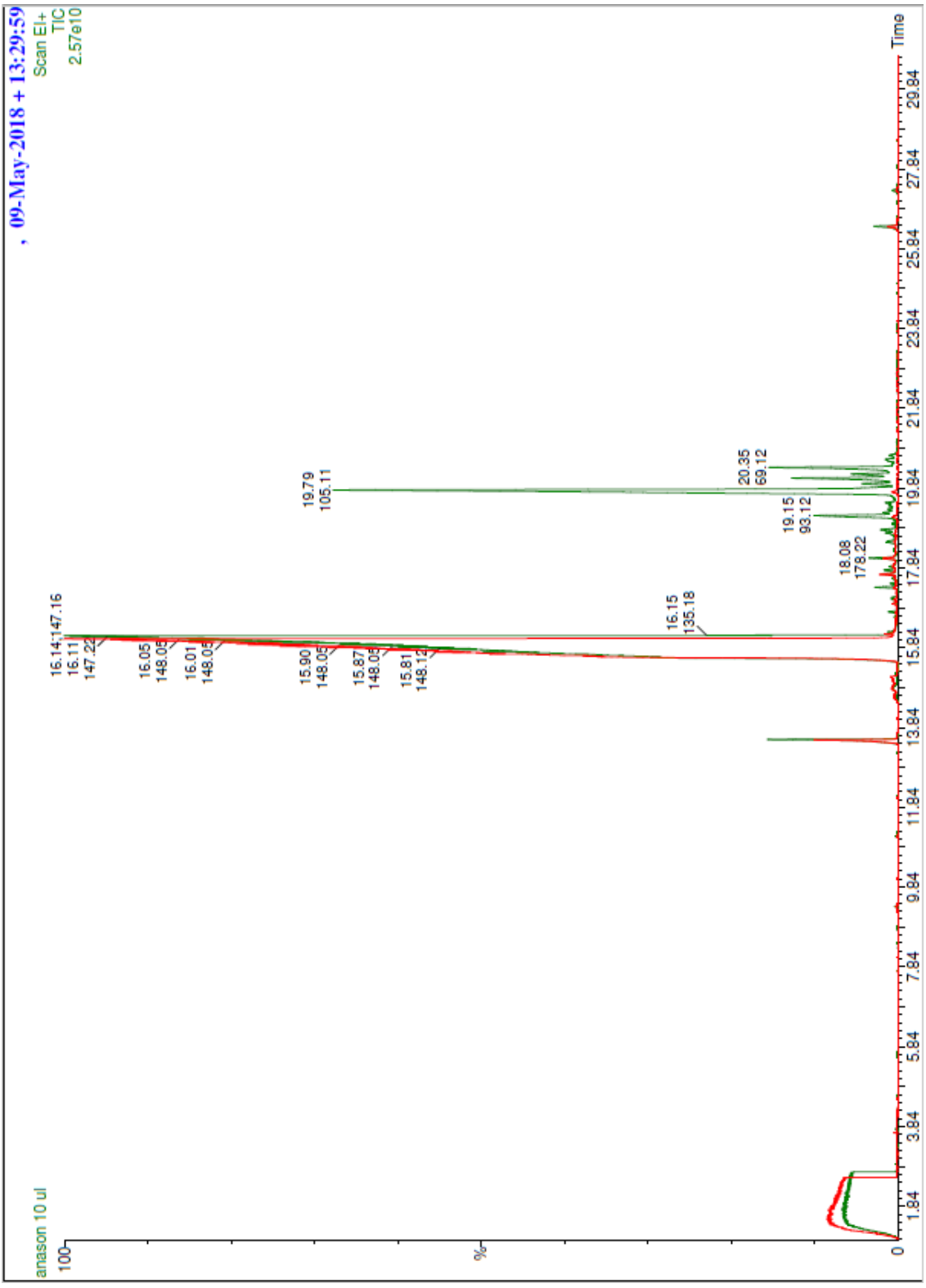
Şekil 6. 31 Anason II – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.31 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 16.06 pikin iyon kütleleri Şekil 6.32'de verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan trans anetol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin trans anetol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 32 Anason II – trans anetol

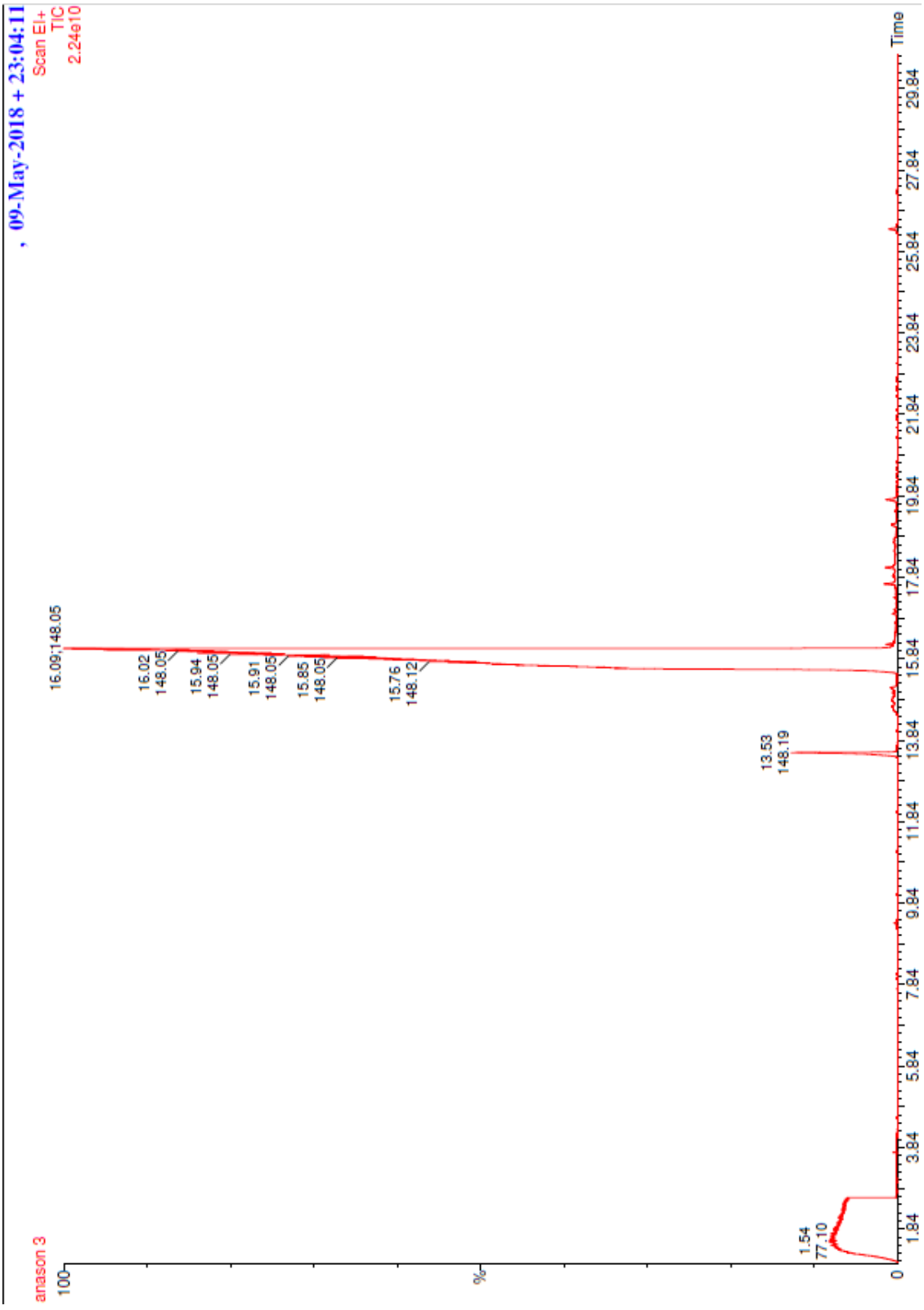
Şekil 6.33'te verilen kromatogramda, anason II ve referans anason karşılaştırılması yapılmıştır. Referans anasonda trans anetol pikinden sonra bazı farklı pikler gözlenmiştir.



Şekil 6. 33 Anason II ve referans anason yağı kromatogramı

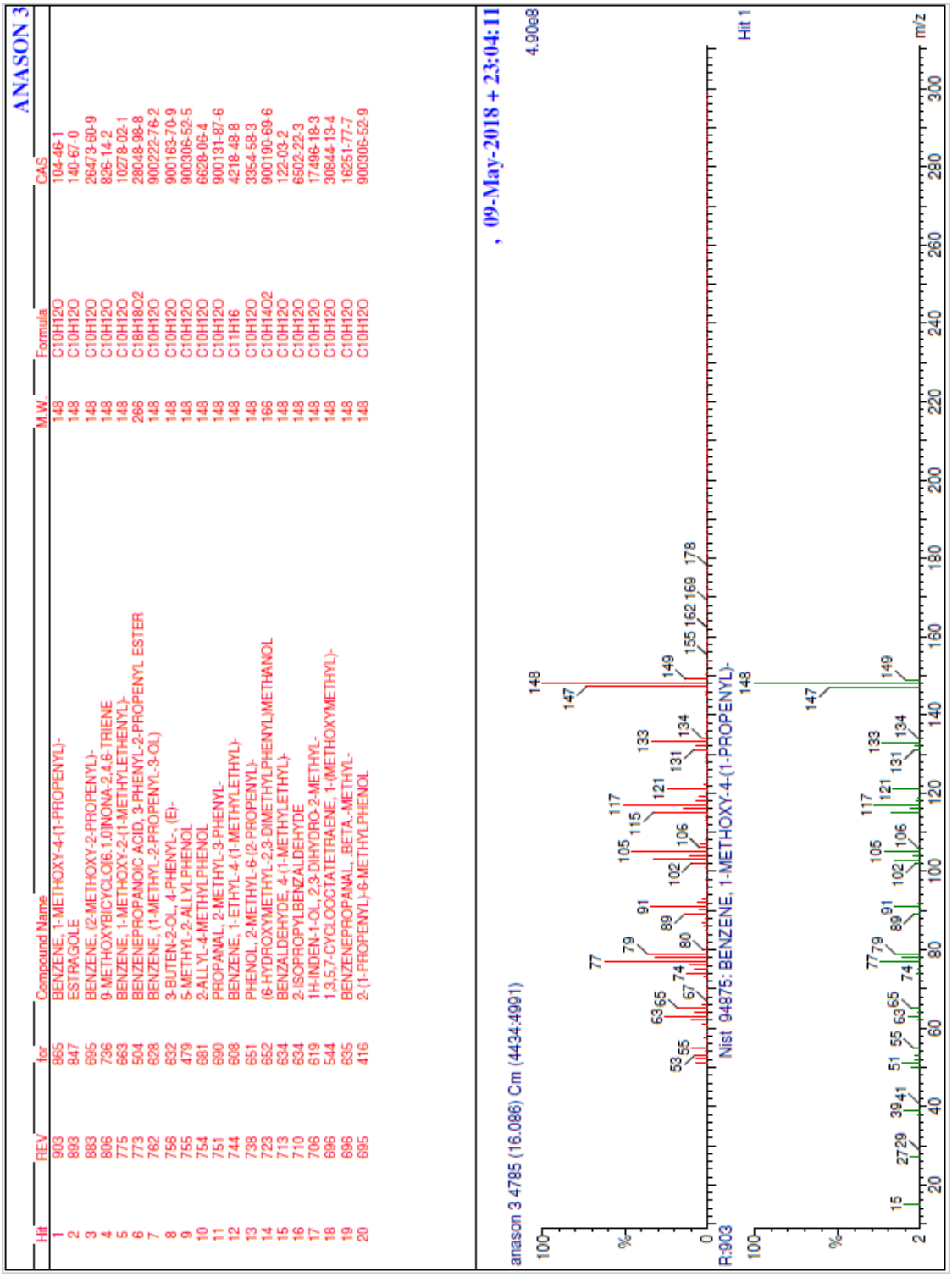
6.2.3.3 Anason III Analiz

Anason III numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.34'te verilmiştir.



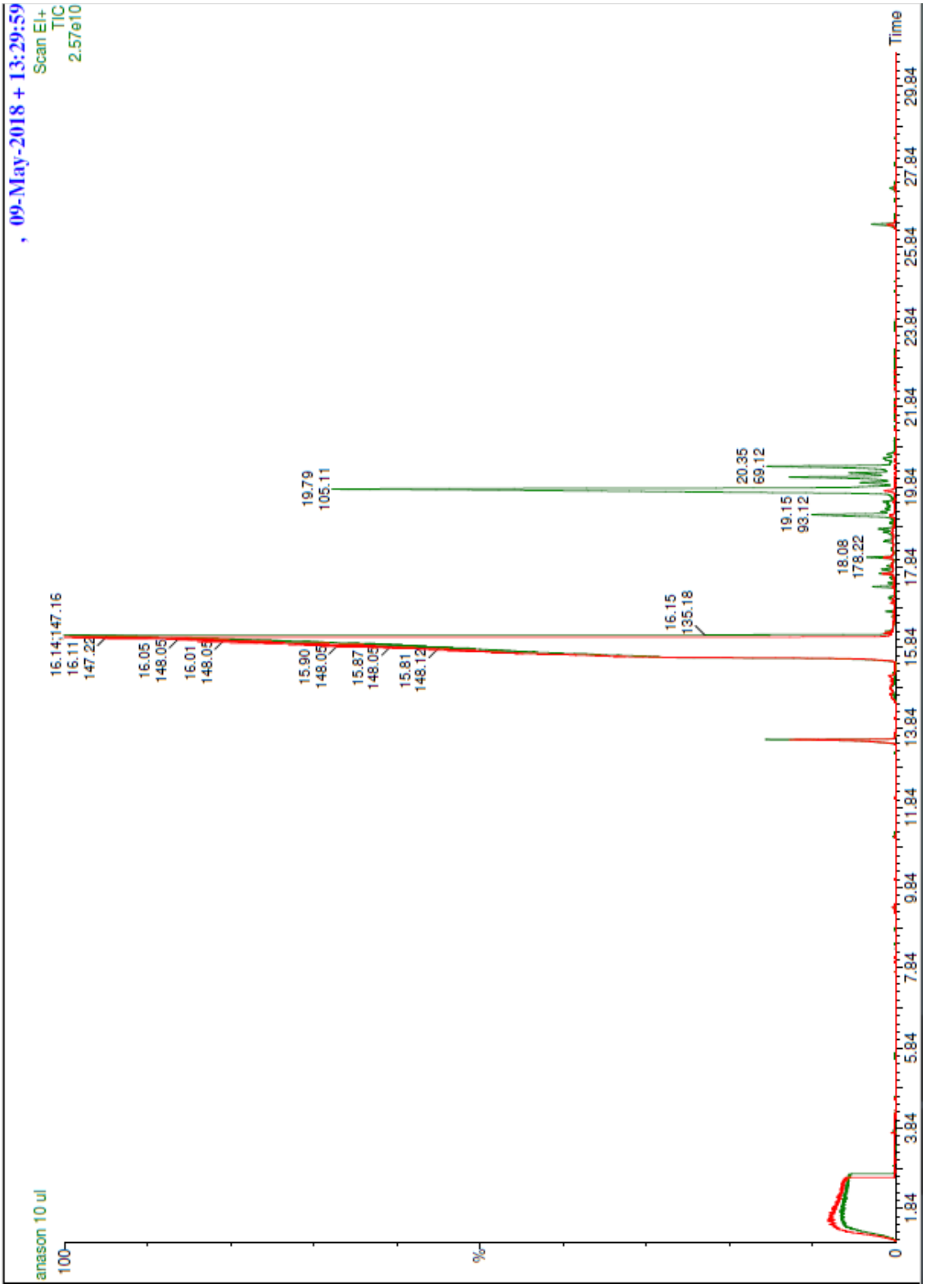
Şekil 6. 34 Anason III – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.34 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 16.09 pikin iyon kütleleri Şekil 6.35'te verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan trans anetol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin trans anetol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 35 Anason III – trans anetol

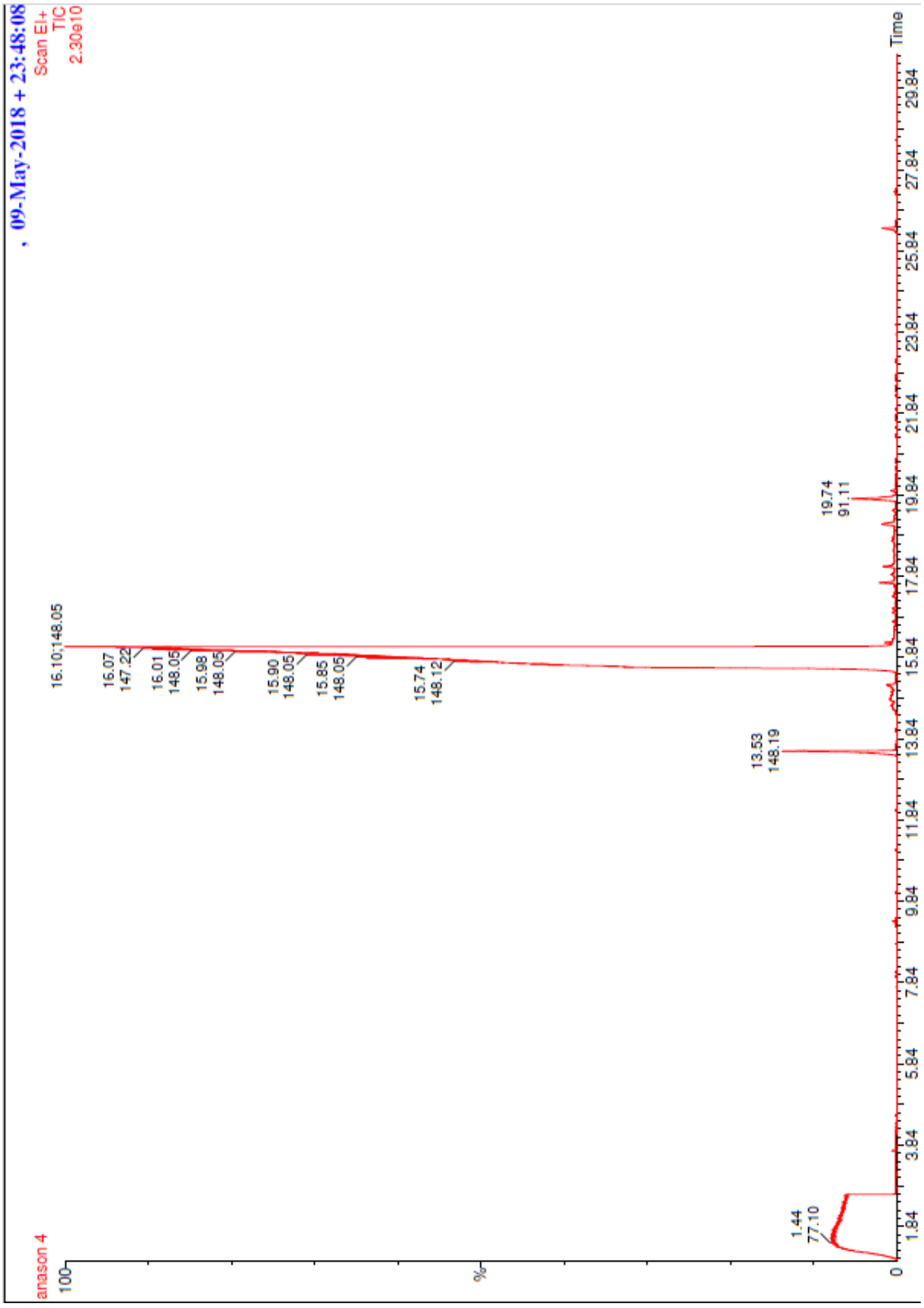
Şekil 6.36'da verilen kromatogramda, anason III ve referans anason karşılaştırılması yapılmıştır. Referans anasonda trans anetol pikinden sonra bazı farklı pikler gözlenmiştir.



Şekil 6. 36 Anason III ve referans anason yağı kromatogramı

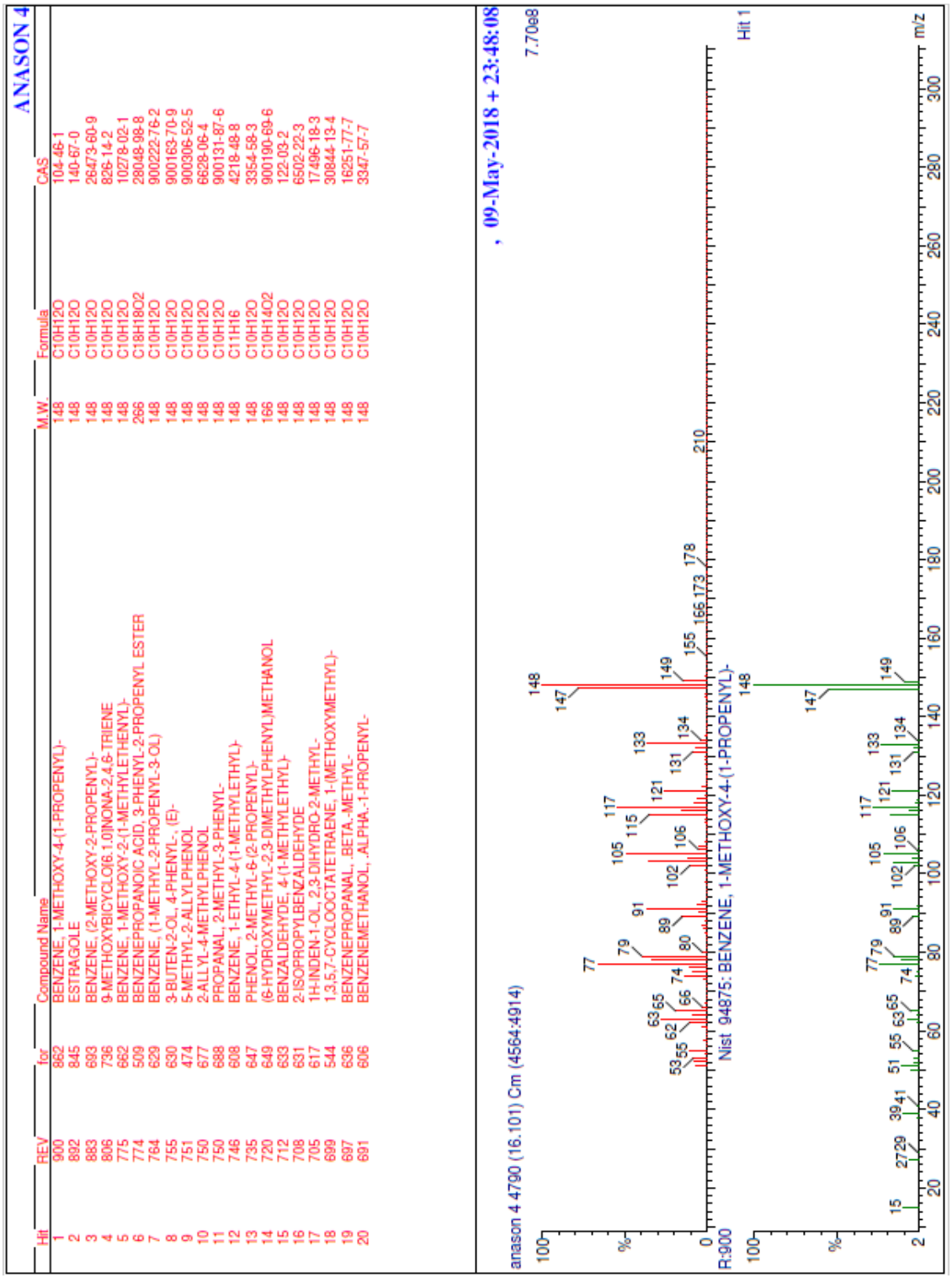
6.2.3.4 Anason IV Analiz

Anason IV numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.37'de verilmiştir.



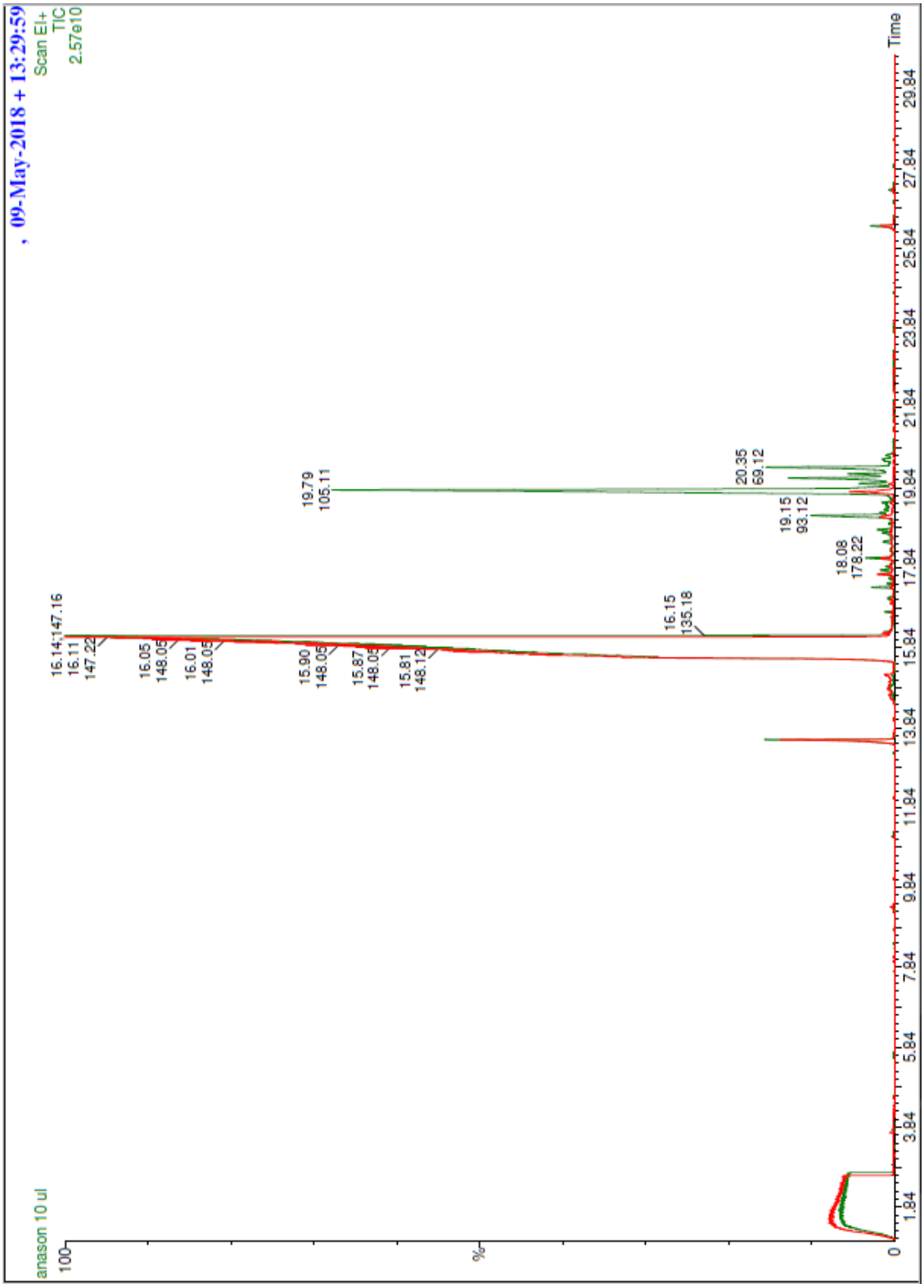
Şekil 6. 37 Anason IV – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.37 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 16.10 pikin iyon kütleleri Şekil 6.38'de verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan trans anetol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin trans anetol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 38 Anason IV – trans anetol

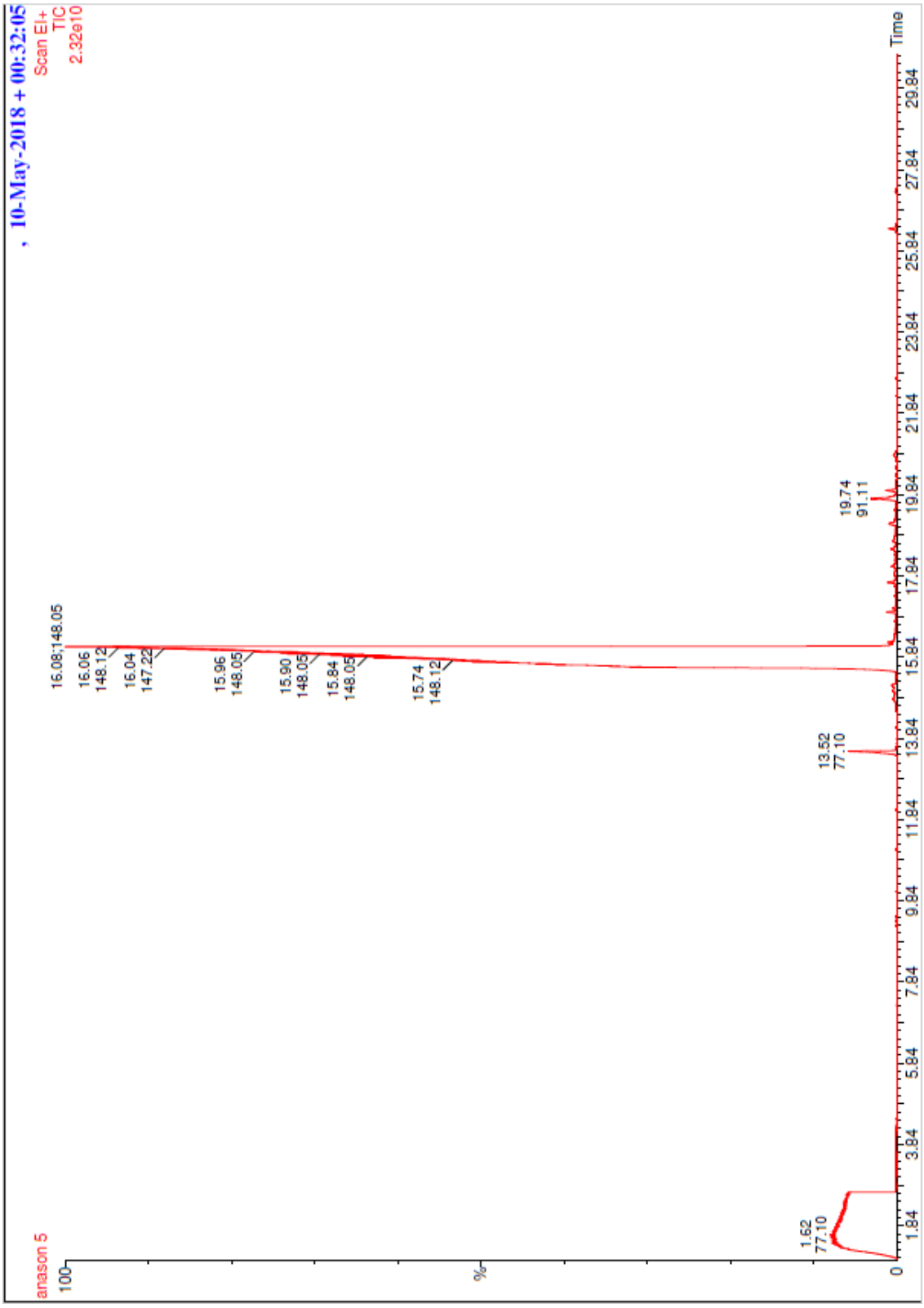
Şekil 6.39'da verilen kromatogramda, anason IV ve referans anason karşılaştırılması yapılmıştır. Referans anasonda trans anetol pikinden sonra bazı farklı pikler gözlenmiştir.



Şekil 6. 39 Anason IV ve referans anason yağı kromatogramı

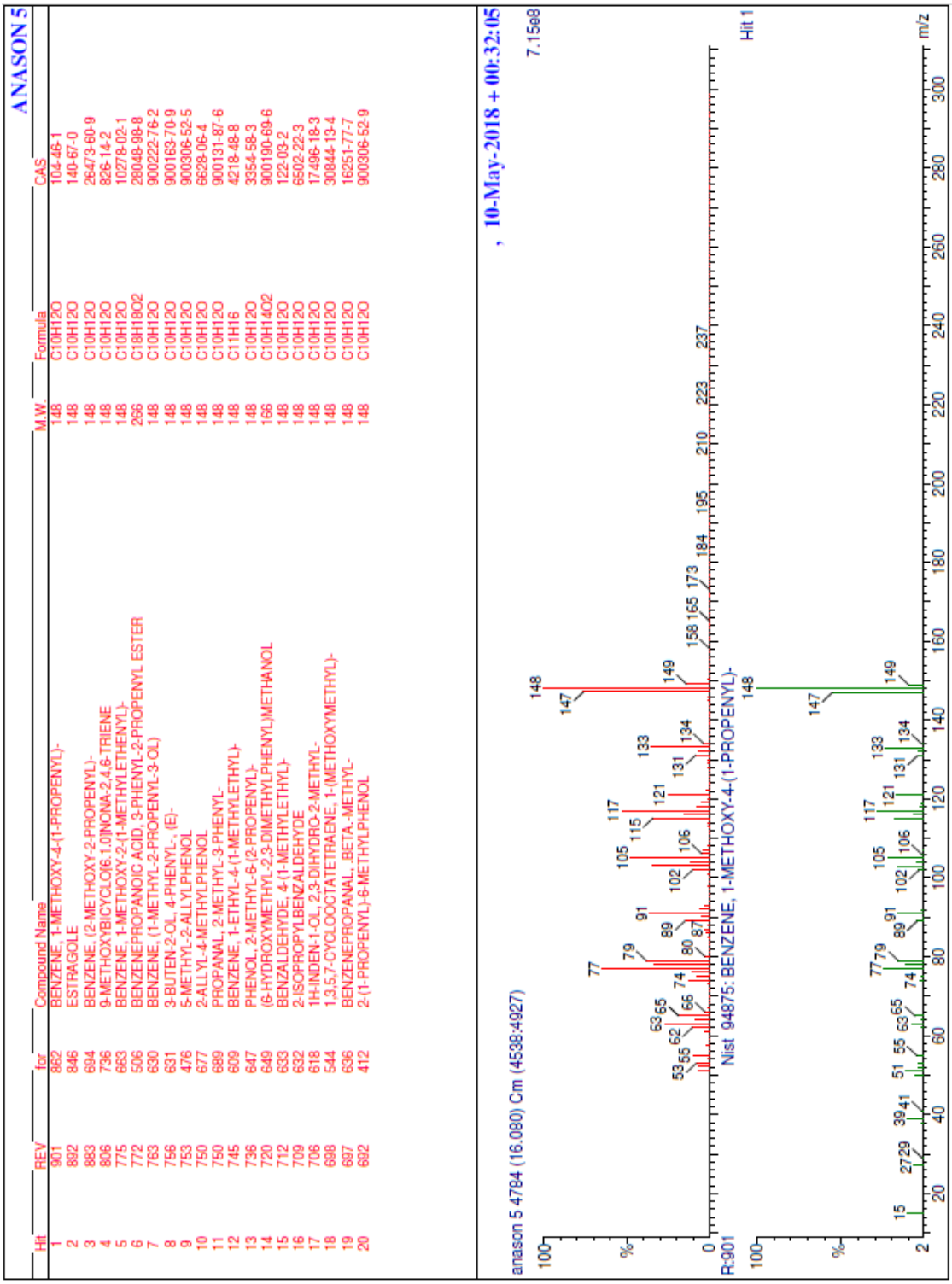
6.2.3.5 Anason V Analiz

Anason V numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.40'da verilmiştir.



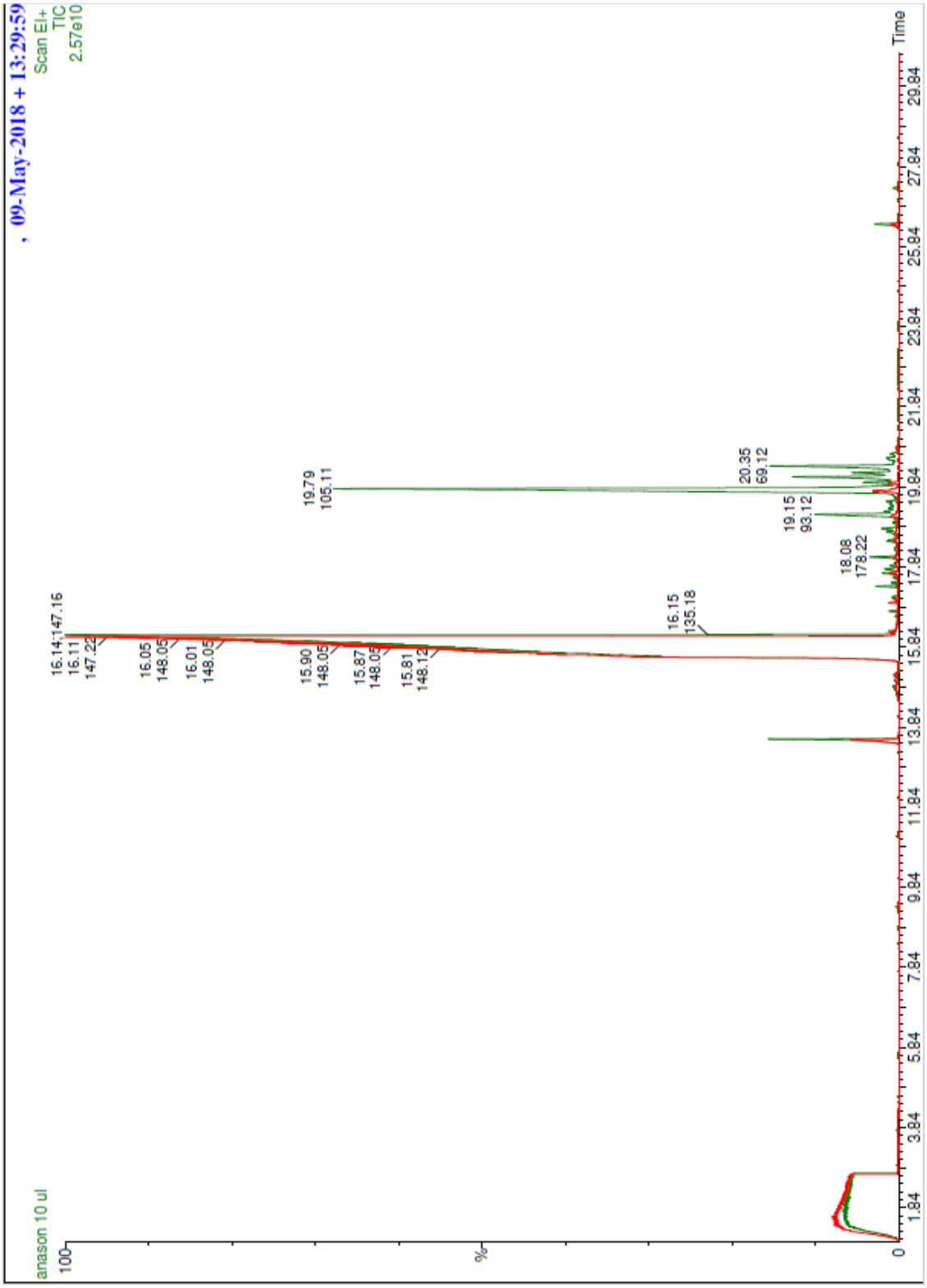
Şekil 6. 40 Anason V – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.40 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 16.08 pikin iyon kütleleri Şekil 6.41'de verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan trans anetol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin trans anetol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 41 Anason V – trans anetol

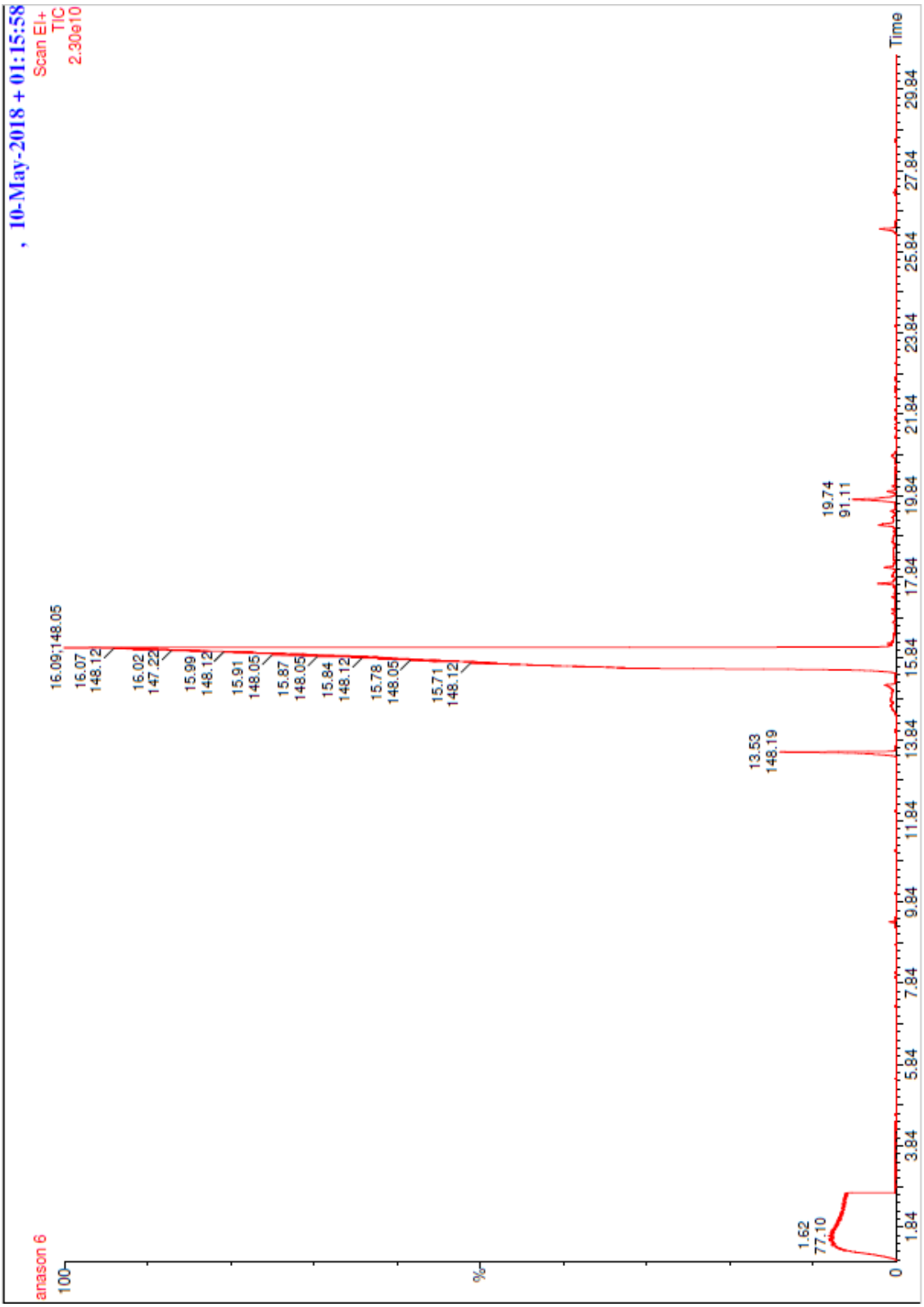
Şekil 6.42'de verilen kromatogramda, anason V ve referans anason karşılaştırılması yapılmıştır. Referans anasonda trans anetol pikinden sonra bazı farklı pikler gözlenmiştir.



Şekil 6. 42 Anason V ve referans anason yağı kromatogramı

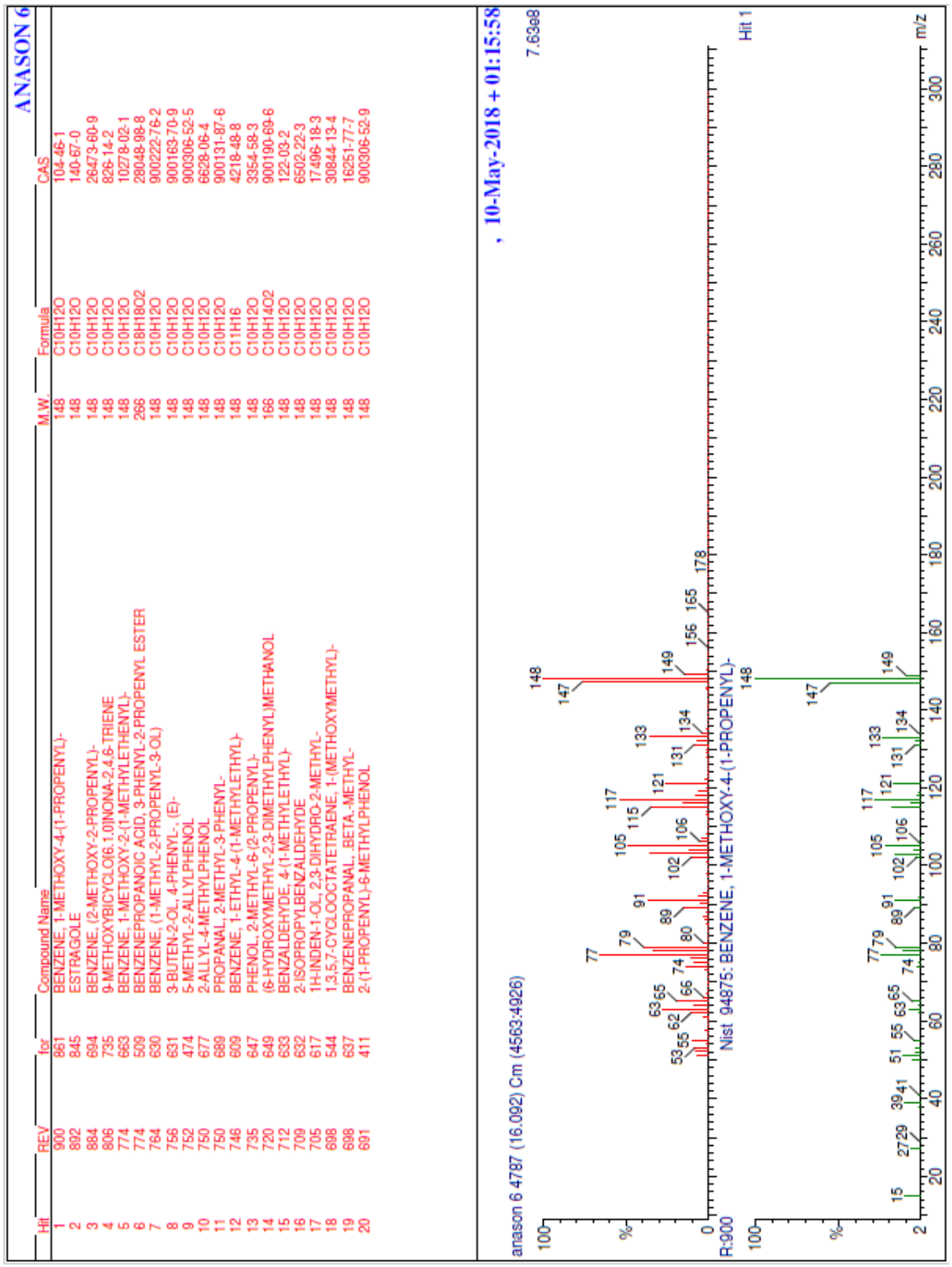
6.2.3.6 Anason VI Analiz

Anason VI numunesine ait GC-MS analiz sonucu Şekil 6.43'te verilmiştir.



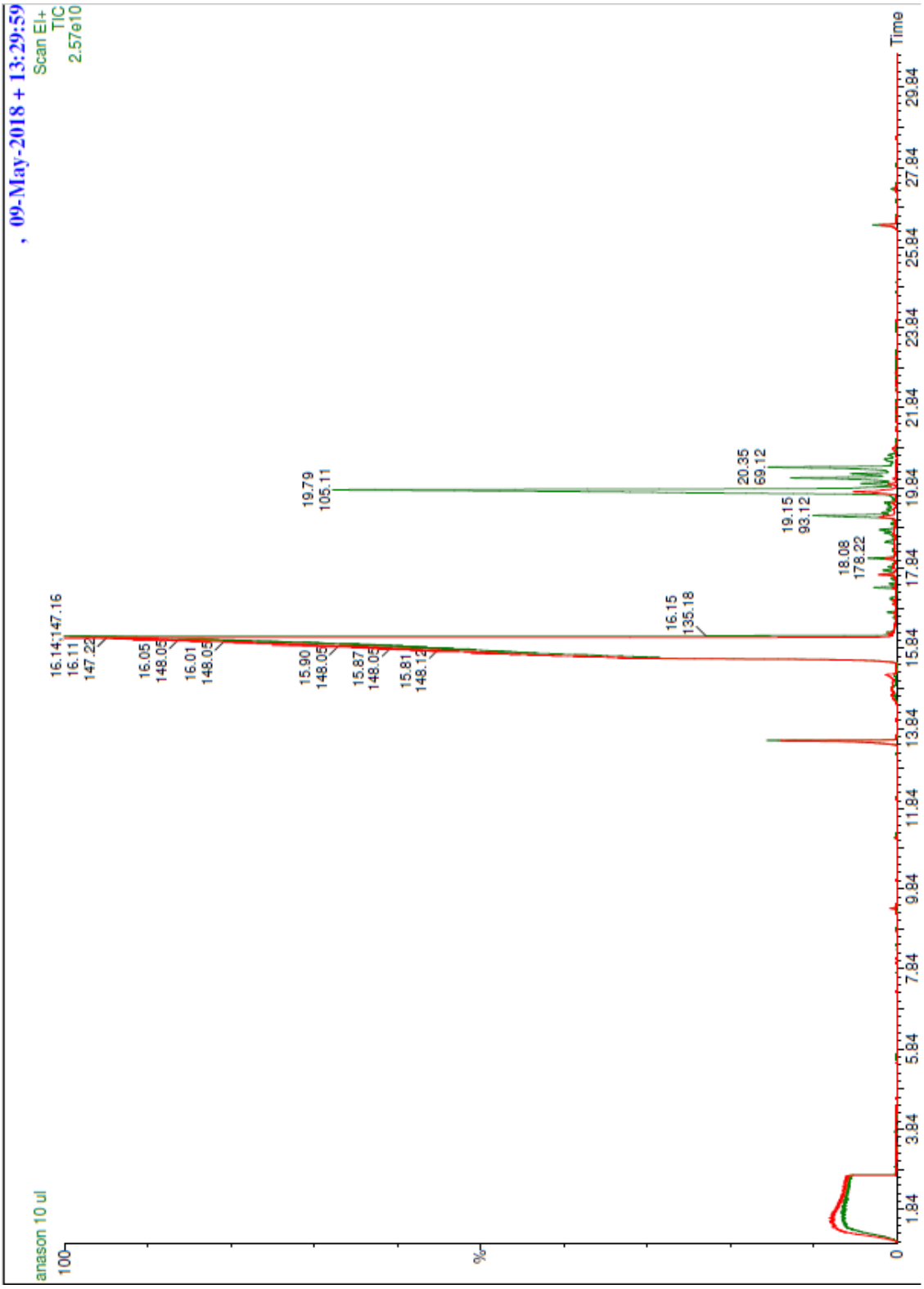
Şekil 6. 43 Anason VI – GC-MS kalitatif analiz kromatogramı

Şekil 6.43 olarak verilen kromatogramda en yüksek pik olan 16.09 pikin iyon kütleleri Şekil 6.44'te verilmiştir. Altında bulunan grafikte ise GC-MS kütüphanesinde bulunan trans anetol maddesinin iyon kütlesi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında, incelenen pikin trans anetol maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 44 Anason VI – trans anetol

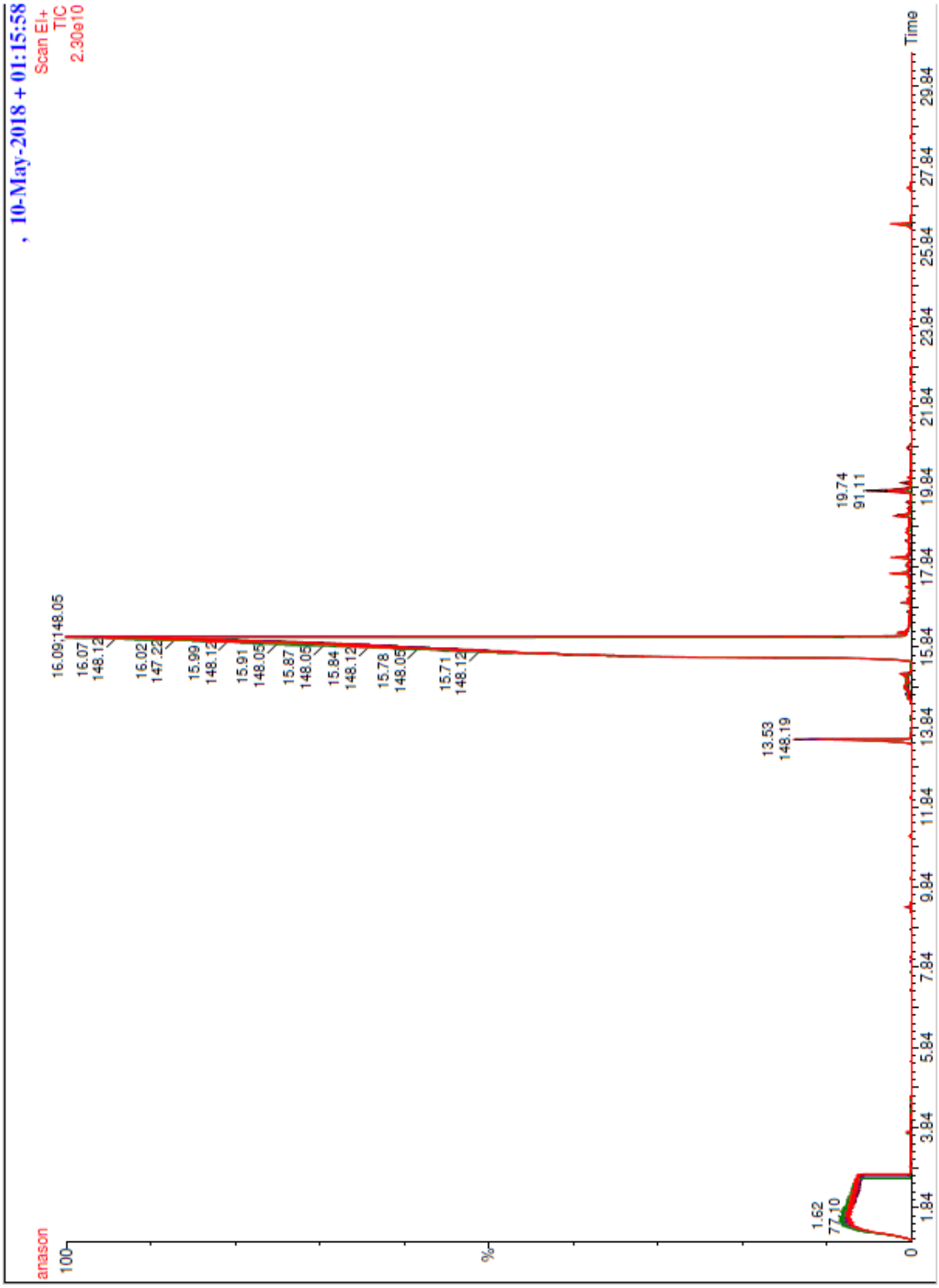
Şekil 6.45'te verilen kromatogramda, anason V ve referans anason karşılaştırılması yapılmıştır. Referans anasonda trans anetol pikinden sonra bazı farklı pikler gözlenmiştir.



Şekil 6. 45 Anason VI ve referans anason yağı kromatogramı

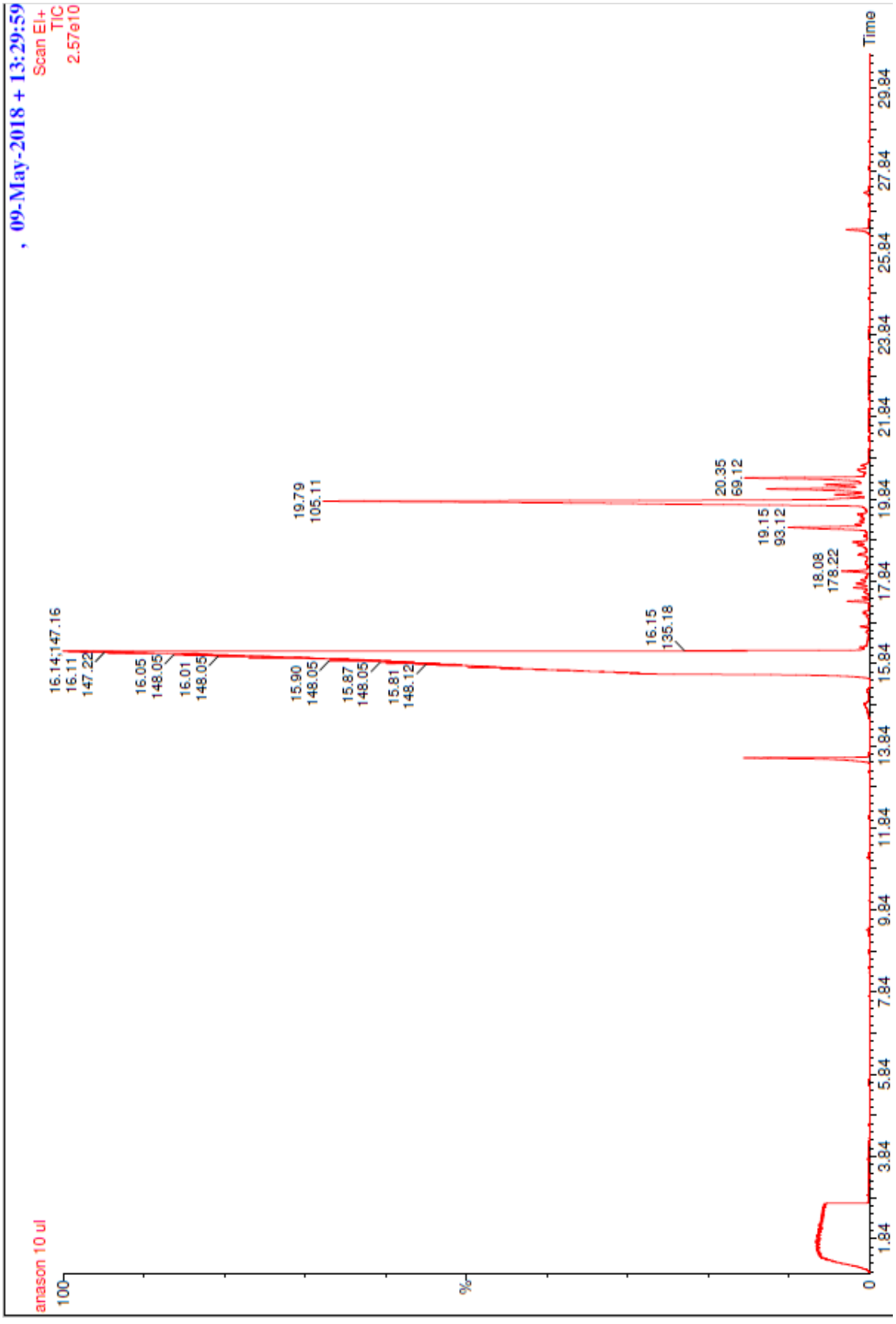
6.2.3.7 Anason Analizleri Karşılaştırılması

Anason numunelerine ait GC-MS analiz sonuçları, Şekil 6.46'da tek bir kromatogram üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 6. 46 Anason analizlerinin üst üste çakıştırılması

Referans olarak kullanılan anason yağının GC-MS analizi Şekil 6.47'de verilmiştir.



Şekil 6. 47 Referans anason yağı kromatogramı

Şekil 6.45 olarak verilen kromatogramda, analizi yapılan numunelerin kromatogramları üst üste konulmuş ve karşılaştırılmıştır. Analizi yapılan anason numunelerinin birbiri ile arasında önemli bir fark görülmemektedir.

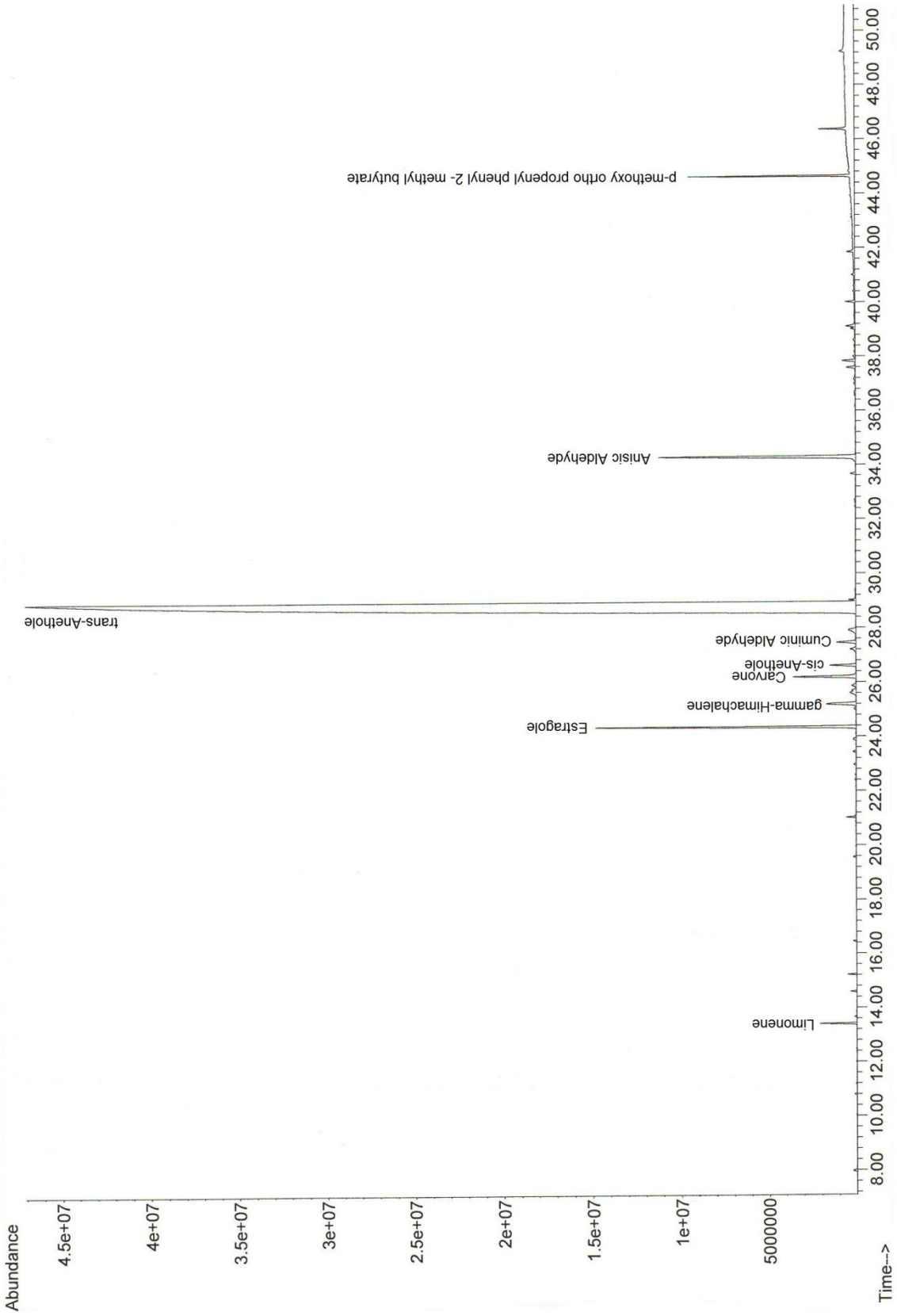
Analizi yapılan esansiyel yağların kromatogramlarında ve referans yağın kromatogramında 13.53. dakikada görülen pik estragol maddesine aittir.

Şekil 6.46 olarak verilen kromatogram ile Şekil 6.45 kromatogram arasında kıyaslama yapıldığında, referans anason yağı kromatogramında 17. Dakikadan sonra daha fazla pik olduğu gözlemlenmiştir.

Referans yağ kromatogramında 19.79. dakikada görülen pikin, incelemeler sonucunda cedrene maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir. 20.35. dakikada görülen pik, incelemeler sonucunda beta-bisabolen maddesine ait olduğu gözlemlenmiştir.

6.2.4 Anason VI GC-MS Kantitatif Analiz Sonuçları

Elde edilen Anason yağları arasında önemli bir fark bulunmadığından dolayı, kantitatif analiz için optimum koşullarda olan Anason VI numunesi kullanılmıştır. Şekil 6.48'de Anason VI numunesinin GC-MS kromatogramı verilmiş olup, yüksek olan piklerin tanımlaması yapılmıştır.



Şekil 6. 48 Anason VI numunesinin kantitatif analiz kromatogramı

Anason VI numunesinin kantitatif analiz kromatogram pikleri Çizelge 6.4'te verilmiştir.

Çizelge 6. 4 Anason VI numunesinin kantitatif analiz kromatogram piklerinin analizi

Alıkonma Zamanı (dak)	**Bileşen**	**% Alan**
13.41	Limonen	0.46
24.35	Estragol	4.52
25.19	Gamma-Himachelene	0.78
26.19	Karvon	1.32
26.61	Cis-Anetol	0.47
27.46	Kumin Aldehit	0.40
28.89	Trans Anetol	80.51
34.29	Anisik Aldehit	4.48
37.83	Anisketon	0.24
44.65	p-methoxy ortho propenyl phenyl 2- methyl butyrate	1.95

BÖLÜM 7

SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı mikrodalga güçleri ve farklı ekstraksiyon zamanları kullanılarak yapılan çalışmalarda en uygun koşulların 460 W mikrodalga gücünde 60 dakika ekstraksiyon süresi altında gerçekleştiği sonucunda varılmıştır.

Yapılan lavanta deneyleri sonucunda elde edilen esansiyel yağlar, kalitatif analizleri yapıldıktan sonra karşılaştırılma yapıldığında, aralarında belirgin bir fark görülmemiştir. Aynı şekilde anason deneyleri sonucunda elde edilmiş olan esansiyel yağlar, kalitatif analizleri yapıldıktan sonra karşılaştırılma yapıldığında, aralarında belirgin bir fark görülmemiştir. Bunun sonucunda yüksek verim elde ettiğimiz Lavanta VI ve Anason VI numunelerinin kantitatif analizleri yapılmıştır.

Optimum koşullara sahip olan Lavanta VI numunesinin kantitatif analizinde, beklenildiği üzere linalol ve linalil asetat oranı yüksek çıkmıştır. Bunların yanında lavantanın kalitesini belirleyen ve ne kadar yüksek olursa o kadar kaliteli olan lavandulil asetat maddesine bakılmıştır. %1.74'lük bir orana sahip olan lavandulil asetat miktarı orta seviye sayılabilecek bir miktardır.

İçerdiği alfa bisabolol, iyileştirici, yatıştırıcı ve antimikrobiyal özellikleri gösterdiği için yüksek olması farklı alanlarda daha fazla kullanılabilirliğini göstermektedir.

Elde edilen lavanta yağlarının rengi, renksizden açık sarıya çalan bir renk olduğu gözlemlenmiştir. Kokusunda ise herhangi bir probleme rastlanmamıştır.

Optimum koşullara sahip olan Anason VI numunesinin kantitatif analizinde, aynı zamanda yağın kalitesini de belirleyen, %80.51 oranında trans anetol maddesi

gözlemlenmiştir. Bunun yanında yine yüksek sayabileceğimiz estragol ve anisik aldehit maddeleri gözlemlenmiştir.

Anason yağlarının rengi, renksizden açık sarıya çalan bir renk olduğu gözlemlenmiştir. Kokusunda, anason kokusunun yanı sıra farklı koku notları alınmaktadır.

Elde edilen yağların sonuçlarına bakıldığında, kuru bitki numunelerinden ideal seviyede esansiyel yağ elde edildiği görülmektedir. Lavanta yağlarının kokusunda bir problem olmadığı görülmüş fakat anasonun kokusunda farklı notlara rastlandığı daha önce belirtilmiştir. Bunun nedeni; satın alınan dükkanda, lavanta kuru bitkisi fabrıka çıkış paketinde olması fakat anason kuru bitkisinin fabrika çıkış paketinde bulunmayıp farklı bir kavanozda açık olarak sergilenmesi olarak yorumlanabilmektedir. Bu şekilde bulunduğu çevreden kirliliğe maruz kalmış olabilmektedir.

Yetiştikleri ortama ve bulundukları çevreye bağlı olarak naturel yapların içeriğinin farklılıklar göstermesi çok doğaldır. Yapılan çalışmada, verimi ve ürün kalitesini arttırabilmek için daha taze bitkiler kullanılabilir. Bu sayede daha fazla miktarda yağ üretilebilir. Ayrıca üretilen yağlar farklı alanlarda kullanılabileceğinden dolayı, ilerde yapılacak olan araştırmalarda, kullanılacağı alana yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Kullanılan ekstraksiyon yöntemi, solvent kullanımı olmadığından ve diğer yöntemlere göre daha kısa sürdüğünden çevreye olan zararı minimum seviyededir. Bu şekilde daha iyi ve temiz bir geleceğe adım atabiliriz. O nedenle klasik ve çevreye fazla zarar veren yöntemler yerine daha yeşil yöntemler kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] Reyes-Jurado, F., Franco-Vega, A., Ramírez-Corona, N., Palou, E. ve López-Malo, A., (2015). "Essential Oils: Antimicrobial Activities, Extraction Methods, and Their Modeling", Food Eng. Rev., 7 (3): 275-297.

[2] Vian, M. A., Fernandez, X., Visinoni, F. ve Chemat, F., (2008). "Microwave hydrodiffusion and gravity, a new technique for extraction of essential oils", J. Chromatogr. A, 1190 (1-2): 14-17.

[3] Çam, M. ve Hışıl, Y., (2006). "Basınçlı Solvent Ekstraksiyonu Ve Uygulamaları", Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3: 79-86.

[4] Büyüktuncel, E., (2012). "Gelişmiş Ekstraksiyon Teknikleri I", Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 32 (2): 209-242.

[5] Wikipedia, Soxhlet Extractor, https://en.wikipedia.org/w/index.php?oldid=413365984, 29 Nisan 2016.

[6] Luque de Castro, M. D. ve Priego-Capote, F., (2010). "Soxhlet extraction: Past and present panacea", Journal of Chromaography A, 1217 (16): 2383-2389.

[7] Sapkale, G. N., Patil, S. M., Surwase, U. S. ve Bhatbhage, P. K., (2010). "Supercritical Fluid Extraction", Int. J. Chem. Sci., 8 (2): 729-743.

[8] Kayan, B., (2009). Taxus Baccata L'nin Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Ekstraksiyonu ve Ekstraksiyon Verimlerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

[9] İlgün, A., (2014). Analitik Kimyada Örnek Hazırlama Teknikleri, Bitirme Tezi, Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Kayseri.

[10] Şimşekli, N., (2010). Aspir (Carthamus tinctorius L.) Tohumlarından Ham Yağ Ekstraksiyonu İçin Sokselet Ekstraksiyonuna Alternatif Hızlı Bir Metodun Optimizasyonu: Ultrason Destekli Ekstraksiyon, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

[11] Durmaz, E., (2012). Microwave Extraction of Phenolic Compounds from Caper and Oleaster, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[12] Chemat, F. ve Cravotto G., (2012). Microwave-assisted Extractio for Bioactive Compounds, e-book edition, Springer Science+Business Media, New York.

[13] Wang, L. ve Weller, C. L., (2006). “Recent advances in extraction of nutraceuricals from plants”, Trends in Food Science & Technology, 17 (6): 300-312.

[14] Cardoso-Ugarte, G. A., Juárez-Becerra, G. P., Sosa-Morales, M. E. ve López-Malo, A., (2013). “Microwace-assited extraction of essential oils from herbs”, Journal of Microwace Power and Electromagnetic Energy, 47 (1): 63-72.

[15] Chan, C.-H., Yusoff, R., Ngoh, G.-C., ve Kung, F. W.-L., (2011). “Microwave-assisted extractions of active ingredients from plants”, Journal of Chromatography A, 1218 (37), 6213-6225.

[16] Camel, V., (2000). “Microwave-assisted solvent extraction of environmental samples”, TrAC Trends in Analytical Chemistry, 19 (4): 229-248.

[17] Li, Y., Fabiano-Tixier, A. S., Vian, M. A. ve Chemat, F., (2013). “Solvent-free microwace extraction of bioactive vompounds provides a tool for green analytical chemistry, TrAC Trends in Analytical Chemistry, 47: 1-11.

[18] Chemat, F., Fabiano-Tixier, A. S., Vian, M. A., Allaf, T. ve Vorobiev, E., (2017). “Solvent-Free Extraction”, Comprehensice Analytical Chemistry, 76: 225-254.

[19] Chemat, F., Smadja, J., Lucchesie, M. E., (2004). Solvent Free Microwave Extraction of Volatile Natural Compound, European Patent EP 1 439218 B1.

[20] Şebik, T., (2011). Piyasadan Temin Edilen Bazı Biberiye, Kekik ve Lavanta Yağlarında Kalite Tayini, Bitirme Tezi, Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Kayseri.

[21] Keykubat, B., (2016), Tıbbi Aromatik Bitkiler ve İyi Yaşam, http://itb.org.tr/dosya/rapordosya/tibbi-aromatik-bitkiler-ve-iyi-yasam.pdf, 17 Mayıs 2017.

[22] Chemat, F., Lucchesi, M. E., Smadja,J., Favretto, L., Colnaghi, G. ve Visinoni, F., (2006). “Microwace accelerated steam distillation of essential oil from lavender: A rapid, clean and environmentally friendly approach”, Analytica Chimica Acta, 555 (1): 157-160.

[23] Fakhari, A. R., Salehi, P., Heydari, R., Ebrahimi, S. N. Ve Haddad, P. R., (2005). “Hydrodistillation-headspace spşvent microextraction, a new method for analysis of the essential oil components of Lavandula angustifolia Mill., J. Chromatogr. A, 1098 (1-2): 14-18.

[24] Chu, C. J. ve Kemper, K. J., (2001), Lavander (Lavandula spp.), http://longwoodherbal.org/lavender/lavender.pdf, 17 Mayıs 2017.

[25] Wagstaff, S. J., Hickerson, L., Spangler R., Reeves P. A. ve Olmstead R. G., (1998). “Phlogeny in Labiatae s. l., inferred from cpDNA sequences”, Plant Systematics and Evolution, 209 (3-4): 265-274.

[26] Davis, P. H., (1984). Flora of Turkey, Volume 7, First edition, Edinburgh University Press, Edinburgh.

[27] Lis-Balchin, M., (2002). Lavender, Volume 29, First edition, Taylor & Francis, London ve New York.

[28] Wikipedia, Lavandula angustifolia, https://en.wikipedia.org/wiki/Lavandula_angustifolia , 30 Mayıs 2017.

[29] Hajhashemi, V., Ghannadi, A., ve Sharif, B., (2003). "Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of Lavandula angustifolia Mill.", J. Ethnopharmacol., 89 (1): 67-71.

[30] Cavanagh, H. M. A. ve Wilkinson, J. M., (2002). "Biological activities of Lavender essential oil", Phyter. Res., 16 (4): 301-308.

[31] Evandri, M. G., Battinelli, L., Daniele, C., Mastrangelo, S., Bolle, P. ve Mazzanti, G., (2005). "The antimutagenic activity of Lavandula angustifolia (lavender) essential oil in the bacterial reverse mutation assay", Food Chem. Toxicol., 43 (9): 1381-1387.

[32] Lawless, J., (2014). Lavender Oil: Nature's Soothing Herb, e-book edition, HarperCollins Publishers, London.

[33] Peter, K. V., (2012). Handbook of Herbs and Spices, Volume 2, Second edition, Woodhead Publishing, Cambridge.

[34] Lawless, J., (2013). The Encyclopedia of Essential Oils, Second edition, Conari Press, San Francisco.

[35] Özcan, M. M. Ve Chalchat, J. C., (2006). "Chemical composition and antifungal effect of anise (Pimpinella anisum L.) fruit oil at ripening stage", Annals of Microbiology, 56 (4): 353-358.

[36] Ebadollahi, A., (2013). "Plant Essential Oils from Apiaceae Family as Alternatives to Conventional Insecticides", Ecologia Balkanica, 5 (1): 149-172.

[37] Davis, P. H., (1984). Flora of Turkey, Volume 4, First edition, Edinburgh University Press, Edinburgh.

[38] Khajepiri, M., Ghahremaninejad, F. Ve Mozaffarian, V., (2010). "Fruit anatomy of the genus Pimpinella L. (Apiaceae) in Iran", Flora – Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants, 205 (5): 344-356.

[39] Abebe, D., (1992). "Systematic studies in the genus Pimpinella L. (Umbelliferae) from tropical Africa", Botanical Journal of the Linnean Society, 110 (4): 327-372.

[40] Chang, X. ve Kang, W., (2012). "Antioxidant and α-glucosidase inhibitory compounds from Pimpinella candolleana Wight et Arn.", Med. Chem. Res., 21 (12): 4324-4329.

[41] Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M. Ve Webb, D. A., (1968). Flora Europaea, Volume 2, First edition, Cambridge University Press, Cambridge.

[42] Preedy, V. R., (2016). Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, First edition, Academic Press, London.

[43] Jodral, M. M., (2004). Illicium, Pimpinella and Foeniculum, Volume 40, First edition, CRC Press, Florida.

[44] Kosalec, I., Pepeljnjak, S. ve Kustrak, D., (2005). “Antifungal activity of fluid extract and essential oil from anise fruits (Pimpinella anisum L., Apicaceae)”, Acta Pharm., 55 (4): 377-385.

[45] Ibrahim, M. E., Mohamed, M. A., Wahba, H. E. ve El-Sawi, S. A., (2017). “Unconventional Source of Anise Volatile Oil”, JMES, 8 (11): 3968-3972.

[46] Bayramoglu, B., 2007. Solvent-Free Microwave Extraction and Microwace-Assisted Hydrodistillation of Essential Oils from Spices, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[47] Kılıç, A., (2008). “Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri”, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13 (10): 37-45.

[48] Kaya, D. ve Ergönül, P. G., (2015). “Uçucu Yağları Elde Etme Yöntemleri”, GIDA, 40 (5): 303-310.

[49] Cellat, K., (2011). Bazı Endemik Bitkilerin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ekstrakte Edilmesi ve İçerdiklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

[50] Yaman, T. ve Kuleaşan, Ş., (2016). “Uçucu Yağ Elde Etmede Gelişmiş Ekstraksiyon Yöntemleri”, MAKÜ FEBED, Özel sayı 1: 78-83.

[51] Peters, M., (2016). Essential Oils Historical Signifiance, Chemical Composition and Medicinal Uses and Benefits, e-book edition, Nova Science Publishers, New York.

[52] Başer, K., H., C. ve Buchbauer, G., (2016). Handbook of Essential Oils Science, Technology and Applications, Second edition, CRC Press, Florida.

[53] Ismanto, A. W., Kusuma, H. S. ve Mahfud, M., (2018). “Solvent-free microwave extraction of essential oil fom Melaleuca leucadendra L.”, The 24th Regional Symposium on Chemical Engineering (RSCE), 15-16 Kasım 2017, Orta Cava.

[54] Aboudaou, M., Ferhat, M. A., Hazzit, M., Ariño, A. ve Djenane, D., (2018), Solvent Free-Microwave Green Extraction of Essential Oil from Orange Peel (Citrus sinensis L.): Effects on Shelf Life of Flavored Liquid Whole Eggs during Storage under Commercial Terail Conditions, https://www.preprints.org/manuscript/201801.0055/v1, 01 Nisan 2018.

[55] Kusuma, H. S., Altwau, A. ve Mahfud, M., (2018). “Solvent-Free Microwave Extraction of Essential Oil from Dried Patchouli (Pogostemon cablin Benth) Leaves”, J. Ind. Eng. Chem., 58: 343-348.

[56] Qadariyah, L., Amelia, P. D., Admiralia, C., Bhuana, D. S. ve Mahfud, M., (2017). “Extraction of Orange Peel’s Essential Oil by Solvent-Free Microwave Extraction”, International Seminar on Fundamental and Application of Chemical Engineering 2016 (ISFAChE 2016), 1-2 Kasım 2016, Doğu Cava.

[57] Sagarika, N., Prince, M. V. ve Sreeja, R., (2017). “ Review on Microwave Assisted Extraction Technique”, Int. J. Pure App. Biosci., 5 (3): 1065-1074.

[58] Filly, A., Fernandez, X., Minuti, M., Visinoni, F., Cravotto, G. ve Chemat, F., (2014). “Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic

herbs: From laboratory to pilot and industrial scale", Food Chem., 150: 193-198.

[59] Azar, P. A., Tehrani, M. S., Hosain, S. W., Khalilzadeh, M. A. ve Zanousi, M. B. P., (2012). "Solvent-Free Microwave Extraction of Essential oil of Artemisia tschernieviana", Asian J. Chem., 24 (11): 5388-5390.

[60] Villa, C., Trucchi, B., Bertoli, A., Pistelli, L., Parodi, A., Bassi, A. M. ve Ruffoni, B., (2009). "Salvia somalensis essential oil as a potential cosmetic ingredient: solvent-free microwave extraction, hydrodistillation, GC-MS analysis, odour evaluation and in vitro cytotoxicity assays", Int. J. Cosmet. Sci., 31 (1): 55-61.

[61] Riela, S., Bruno, M., Formisano, C., Rigano, D., Rosselli, S., Saladino, M. L. ve Senatore, F., (2008). "Effects of solvent-free microwave extraction on the chemical composition of essential oil of Calamintha nepeta (L.) Savi compared with the conventional production method", J. Sep. Sci., 31 (6-7): 1110-1117.

[62] Ferhat, M. A., Meklati, B. Y., Visinoni, F., Vian, M. A. ve Chemat, F., (2008). "Solvent free microwave extraction of essential oils Green chemistry in the teaching laboratory", chımica oggi-Chemistry Today, 26 (2): 48-50.

[63] Bayramoglu, B., Sahin, S. ve Sumnu, G., (2008). "Solvent-free microwave extraction of essential oil from oregano", J. Food Eng., 88 (4): 535-540.

[64] Lucchesi, M. E., Smadja, J., Bradshaw, S., Louw, W. ve Chemat, F., (2007). "Solvent free microwave extraction of Elletaria cardamomum L.: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil", J. Food Eng., 79 (3): 1079-7086.

[65] Wang, Z., Ding, L., Li, T., Zhou, X., Wang, L., Zhang, H., Liu, L., Li, Y., Liu, Z., Wang, H., Zeng, H. ve He, H., (2006). "Improved solvent-free microwave extraction of essential oil from diried Cuminum cyminum L. and Zanthoxylum bungeanum Maxim.", J. Chromatogr. A, 1102 (1-2): 11-17.

[66] Lucchesi, M. E., Chemat, F. ve Smadja, J., (2004). "Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventionaş hydro-distillation", J. Chromatogr. A, 1043 (2): 323-327.

EK-A

İYON KROMATOGRAMLARI

Lavanta VI ve Anason VI numunelerinin kantitatif analizi sonucunda elde edilen iyon kromatogramları raporları verilmektedir.

Şekil E1.1'de Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogrramı verilmiştir. Şekil E1.2'de Anason VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı verilmiştir.

Area Percent Report
Sorted by Signal

File : \\Ms364\f\analysis\quality\gorkem\LAVANTC.D
Operator : MB
Acquired : 16 May 2018 13:38 using AcqMethod CBWX_RTL.M
Sample Name: LAVANTA DENEY IV 2,500G
Misc Info : CBWX-MS1
Vial Number: 15
CurrentMeth: C:\msdchem\1\methods\SILF.M

Total Ion Chromatogram

Retention Time	Area	Area %	Ratio %
7.695	1632359	0.018	0.065
7.979	6232649	0.069	0.248
8.125	17894788	0.198	0.713
8.455	680128	0.008	0.027
9.527	26666028	0.295	1.062
10.035	924968	0.010	0.037
10.801	11786909	0.130	0.469
11.026	440369	0.005	0.018
11.195	4102456	0.045	0.163
11.251	2209009	0.024	0.088
11.324	581562	0.006	0.023
11.918	433099	0.005	0.017
12.003	1204309	0.013	0.048
12.388	50616740	0.559	2.016
12.826	439964	0.005	0.018
13.053	371730	0.004	0.015
13.176	1246375	0.014	0.050
13.410	49184658	0.543	1.959
13.698	373985870	4.132	14.894
13.870	3757482	0.042	0.150
13.984	694822	0.008	0.028
14.217	662300	0.007	0.026
14.275	24608939	0.272	0.980
14.526	2807771	0.031	0.112
14.634	1777752	0.020	0.071
14.705	28690196	0.317	1.143
14.827	52541751	0.580	2.093
15.199	77148153	0.852	3.072
15.382	235195	0.003	0.009
15.492	3466146	0.038	0.138
15.636	666724	0.007	0.027
16.386	326750	0.004	0.013
16.585	15110978	0.167	0.602
16.666	13413532	0.148	0.534
16.727	24685485	0.273	0.983
16.827	10704003	0.118	0.426
17.061	473742	0.005	0.019
17.387	1259641	0.014	0.050
17.456	30922694	0.342	1.232
17.677	11428331	0.126	0.455
17.881	2209937	0.024	0.088
17.973	1337164	0.015	0.053
18.094	466227	0.005	0.019
18.207	2658674	0.029	0.106
18.296	181958389	2.010	7.247
18.464	1281532	0.014	0.051
18.542	22417860	0.248	0.893
18.633	714046	0.008	0.028
18.903	152894219	1.689	6.089
18.974	915872	0.010	0.036
19.131	1243194	0.014	0.050

Şekil A. 1 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı

19.251	669153	0.007	0.027
19.323	4748570	0.052	0.189
19.404	3153998	0.035	0.126
19.524	125103044	1.382	4.982
19.701	1540274	0.017	0.061
19.882	3418731	0.038	0.136
20.019	813373	0.009	0.032
20.113	497658	0.005	0.020
20.180	3513243	0.039	0.140
20.341	514876	0.006	0.021
20.436	421689	0.005	0.017
20.528	710688	0.008	0.028
20.863	427616508	4.724	17.030
21.181	2510953892	27.741	100.000
21.598	2345139042	25.909	93.396
21.672	6877951	0.076	0.274
21.792	2487566	0.027	0.099
22.076	3312647	0.037	0.132
22.112	2219922	0.025	0.088
22.233	6307567	0.070	0.251
22.284	14249478	0.157	0.567
22.411	4288437	0.047	0.171
22.470	5716127	0.063	0.228
22.578	157082034	1.735	6.256
22.699	12290664	0.136	0.489
22.810	57415021	0.634	2.287
23.034	61842603	0.683	2.463
23.141	2471847	0.027	0.098
23.372	522300	0.006	0.021
23.435	1202745	0.013	0.048
23.538	2167091	0.024	0.086
23.657	3417702	0.038	0.136
23.756	1222421	0.014	0.049
23.848	673853	0.007	0.027
23.940	3225381	0.036	0.128
24.061	48496175	0.536	1.931
24.261	38556637	0.426	1.536
24.336	2169038	0.024	0.086
24.449	5277437	0.058	0.210
24.502	8646980	0.096	0.344
24.641	21782256	0.241	0.867
24.938	223455356	2.469	8.899
25.119	479173330	5.294	19.083
25.478	1090007	0.012	0.043
25.624	67239289	0.743	2.678
25.772	4019991	0.044	0.160
25.952	16860928	0.186	0.671
26.095	6644352	0.073	0.265
26.189	25046802	0.277	0.998
26.304	1586467	0.018	0.063
26.433	125565086	1.387	5.001
26.505	11020286	0.122	0.439
26.712	1985549	0.022	0.079
26.818	3228088	0.036	0.129
26.981	1173787	0.013	0.047
27.055	1440480	0.016	0.057
27.252	1863455	0.021	0.074
27.450	14346258	0.158	0.571
27.534	53102081	0.587	2.115
27.791	8527862	0.094	0.340
27.862	27882172	0.308	1.110
28.000	24022712	0.265	0.957
28.082	7554242	0.083	0.301
28.232	630098	0.007	0.025
28.342	860923	0.010	0.034
28.461	486991	0.005	0.019
28.566	4295341	0.047	0.171

SILF.M Wed May 16 14:41:47 2018 Page: 2

Şekil A. 1 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı (Devamı)

28.787	103196190	1.140	4.110
28.956	9698215	0.107	0.386
29.059	1759164	0.019	0.070
29.220	826626	0.009	0.033
29.293	805387	0.009	0.032
29.374	267401	0.003	0.011
29.503	1162120	0.013	0.046
29.933	734069	0.008	0.029
30.323	1363626	0.015	0.054
30.551	5440691	0.060	0.217
30.697	4635765	0.051	0.185
31.047	1085476	0.012	0.043
31.366	1522793	0.017	0.061
31.488	13331692	0.147	0.531
31.619	12225741	0.135	0.487
31.762	2372728	0.026	0.094
31.820	1765463	0.020	0.070
31.998	22368221	0.247	0.891
32.151	2360492	0.026	0.094
32.202	3144412	0.035	0.125
32.446	10374934	0.115	0.413
32.838	3041947	0.034	0.121
32.951	7299746	0.081	0.291
33.076	2837435	0.031	0.113
33.241	73265129	0.809	2.918
33.408	3100629	0.034	0.123
33.950	3150498	0.035	0.125
34.139	3284649	0.036	0.131
34.410	4481637	0.050	0.178
34.666	1993152	0.022	0.079
34.825	2601692	0.029	0.104
34.958	2232729	0.025	0.089
35.165	1931345	0.021	0.077
35.361	934158	0.010	0.037
35.624	1183559	0.013	0.047
35.705	1005484	0.011	0.040
35.809	2511088	0.028	0.100
35.911	1047893	0.012	0.042
36.186	11562753	0.128	0.460
36.432	3431849	0.038	0.137
36.653	959283	0.011	0.038
36.780	3656729	0.040	0.146
36.868	2003838	0.022	0.080
37.011	7197901	0.080	0.287
37.162	3995524	0.044	0.159
37.340	3534775	0.039	0.141
37.442	1493003	0.016	0.059
37.670	745395	0.008	0.030
37.729	245948	0.003	0.010
37.748	499670	0.006	0.020
37.935	2856768	0.032	0.114
38.057	2578417	0.028	0.103
38.174	17475369	0.193	0.696
38.419	1058996	0.012	0.042
38.548	2615701	0.029	0.104
38.632	661955	0.007	0.026
38.786	630414	0.007	0.025
39.056	425261	0.005	0.017
39.176	120510932	1.331	4.799
39.302	252618	0.003	0.010
39.400	403783	0.004	0.016
39.491	2790937	0.031	0.111
39.604	911113	0.010	0.036
39.858	1588812	0.018	0.063
39.947	533965	0.006	0.021
40.147	1124540	0.012	0.045
40.251	1632457	0.018	0.065

SILF.M Wed May 16 14:41:47 2018 Page: 3

Şekil A. 1 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı (Devamı)

40.405	283084	0.003	0.011
40.647	2722668	0.030	0.108
40.883	9582769	0.106	0.382
41.052	2893885	0.032	0.115
41.146	773397	0.009	0.031
41.269	1615140	0.018	0.064
41.417	506260	0.006	0.020
41.503	3891113	0.043	0.155
41.672	387844	0.004	0.015
41.692	150333	0.002	0.006
41.725	407193	0.004	0.016
41.870	4163814	0.046	0.166
41.963	580447	0.006	0.023
42.106	2360953	0.026	0.094
42.169	4824891	0.053	0.192
42.244	686516	0.008	0.027
42.489	1152050	0.013	0.046
42.599	158844	0.002	0.006
42.730	537612	0.006	0.021
42.767	167949	0.002	0.007
42.789	137287	0.002	0.005
42.836	314488	0.003	0.013
42.878	318343	0.004	0.013
42.900	312003	0.003	0.012
42.948	201797	0.002	0.008
43.024	1074164	0.012	0.043
43.134	2967761	0.033	0.118
43.199	456346	0.005	0.018
43.287	2950432	0.033	0.118
43.357	419588	0.005	0.017
43.378	398223	0.004	0.016
43.413	899464	0.010	0.036
43.500	3537363	0.039	0.141
43.673	920603	0.010	0.037
43.701	557797	0.006	0.022
43.769	305206	0.003	0.012
43.935	1363996	0.015	0.054
43.982	140187	0.002	0.006
44.063	987635	0.011	0.039
44.185	2983039	0.033	0.119
44.229	539994	0.006	0.022
44.311	3550974	0.039	0.141
44.475	3300992	0.036	0.131
44.528	452599	0.005	0.018
44.584	1135043	0.013	0.045
44.679	3176500	0.035	0.127
44.743	2418623	0.027	0.096
44.867	2768163	0.031	0.110
44.899	1231978	0.014	0.049
44.934	1087441	0.012	0.043
45.017	5292830	0.058	0.211
45.066	1553234	0.017	0.062
45.357	27055780	0.299	1.078
45.448	12936347	0.143	0.515
45.484	3597398	0.040	0.143
45.518	13310207	0.147	0.530
45.588	3032841	0.034	0.121
45.605	9302646	0.103	0.370
45.899	3692650	0.041	0.147
46.014	10883572	0.120	0.433
46.049	1230251	0.014	0.049
46.067	1624738	0.018	0.065
46.081	2189661	0.024	0.087
46.123	2063899	0.023	0.082
46.137	4127873	0.046	0.164
46.186	4427278	0.049	0.176
46.313	2657330	0.029	0.106

SILF.M Wed May 16 14:41:47 2018 Page: 4

Şekil A. 1 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı (Devamı)

46.352	3760366	0.042	0.150
46.420	3036483	0.034	0.121
46.437	6129537	0.068	0.244
46.545	3947715	0.044	0.157
46.650	3817695	0.042	0.152
46.691	3335859	0.037	0.133
46.815	1426911	0.016	0.057
46.850	2682522	0.030	0.107
46.875	1134632	0.013	0.045
47.001	9372328	0.104	0.373
47.268	6140521	0.068	0.245
47.368	1029932	0.011	0.041
47.413	2423766	0.027	0.097
47.486	2083246	0.023	0.083
47.570	5007668	0.055	0.199
47.737	4698648	0.052	0.187
47.811	2932386	0.032	0.117
47.949	2985355	0.033	0.119
48.174	3399532	0.038	0.135
48.252	717863	0.008	0.029
48.304	551895	0.006	0.022
48.372	444640	0.005	0.018
48.649	929510	0.010	0.037
48.831	4684540	0.052	0.187
48.878	2874196	0.032	0.114
48.957	3864550	0.043	0.154
49.136	578786	0.006	0.023
49.257	3518374	0.039	0.140
50.118	279648	0.003	0.011
50.235	920530	0.010	0.037
50.675	477824	0.005	0.019
50.843	1241116	0.014	0.049
51.373	630616	0.007	0.025
51.510	238609	0.003	0.010
51.558	769259	0.008	0.031
51.695	2665394	0.029	0.106
51.975	1844344	0.020	0.073
52.283	973945	0.011	0.039
52.677	635791	0.007	0.025
52.870	1770601	0.020	0.071
53.188	1003524	0.011	0.040
54.923	1176151	0.013	0.047
55.611	3567153	0.039	0.142
55.876	575498	0.006	0.023
56.510	2534288	0.028	0.101
56.854	1212459	0.013	0.048

Şekil A. 1 Lavanta VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı (Devamı)

Area Percent Report
Sorted by Signal

File : \\Ms364\f\analysis\quality\gorkem\ANASONC.D
Operator : MB
Acquired : 16 May 2018 14:48 using AcqMethod CBWX_RTL.M
Sample Name: ANASON DENEY IV 1,747G
Misc Info : CBWX-MS1
Vial Number: 1
CurrentMeth: C:\msdchem\1\methods\SILF.M

Total Ion Chromatogram

Retention Time	Area	Area %	Ratio %
7.977	7366020	0.072	0.112
8.124	817060	0.008	0.012
10.039	905621	0.009	0.014
10.799	3798267	0.037	0.058
11.192	1629264	0.016	0.025
12.002	1104644	0.011	0.017
12.380	880723	0.009	0.013
12.479	1196913	0.012	0.018
13.405	47695674	0.465	0.724
13.666	3356015	0.033	0.051
13.851	672213	0.007	0.010
14.596	7384517	0.072	0.112
15.219	11125200	0.108	0.169
16.190	323809	0.003	0.005
16.456	4424667	0.043	0.067
17.875	325965	0.003	0.005
18.850	467406	0.005	0.007
19.567	4119183	0.040	0.063
19.664	487920	0.005	0.007
19.940	963595	0.009	0.015
20.148	385250	0.004	0.006
20.696	761828	0.007	0.012
20.784	351059	0.003	0.005
20.878	1314389	0.013	0.020
21.018	12686668	0.124	0.193
21.079	1557537	0.015	0.024
22.140	937917	0.009	0.014
22.208	609747	0.006	0.009
22.325	285945	0.003	0.004
22.397	3096347	0.030	0.047
22.586	1794008	0.017	0.027
22.715	541227	0.005	0.008
22.963	4125112	0.040	0.063
23.430	5555577	0.054	0.084
23.702	781145	0.008	0.012
23.891	7377297	0.072	0.112
24.101	1370997	0.013	0.021
24.354	464154531	4.521	7.047
24.536	351759	0.003	0.005
24.558	56531	0.001	0.001
24.895	778446	0.008	0.012
25.026	5052957	0.049	0.077
25.193	79632464	0.776	1.209
25.610	18811166	0.183	0.286
25.691	8257603	0.080	0.125
25.866	12628722	0.123	0.192
26.189	135928786	1.324	2.064
26.608	48532135	0.473	0.737
27.057	188263	0.002	0.003
27.209	17121679	0.167	0.260
27.455	40557631	0.395	0.616

Şekil A. 2 Anason VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı

27.564	228898	0.002	0.003
27.905	30484149	0.297	0.463
28.887	6586959278	64.157	100.000
28.938	1679016649	16.353	25.490
29.019	9276798	0.090	0.141
29.105	1260140	0.012	0.019
29.371	1275975	0.012	0.019
29.725	581610	0.006	0.009
30.768	563422	0.005	0.009
30.784	346872	0.003	0.005
31.200	449275	0.004	0.007
32.463	1695629	0.017	0.026
32.609	1713838	0.017	0.026
32.698	2164809	0.021	0.033
33.062	492676	0.005	0.007
33.461	1267518	0.012	0.019
33.665	9284284	0.090	0.141
33.973	409511	0.004	0.006
34.289	460041289	4.481	6.984
34.403	483950	0.005	0.007
34.836	627379	0.006	0.010
35.136	740578	0.007	0.011
35.854	347045	0.003	0.005
35.863	302830	0.003	0.005
36.100	485802	0.005	0.007
36.187	1774325	0.017	0.027
36.571	2466177	0.024	0.037
36.668	3472041	0.034	0.053
36.998	3546323	0.035	0.054
37.152	3645160	0.036	0.055
37.213	1025048	0.010	0.016
37.461	363192	0.004	0.006
37.475	279060	0.003	0.004
37.584	17523434	0.171	0.266
37.829	24379987	0.237	0.370
37.906	138255	0.001	0.002
37.997	4277806	0.042	0.065
38.174	2221430	0.022	0.034
38.345	618471	0.006	0.009
38.397	2065630	0.020	0.031
38.606	4116141	0.040	0.062
38.689	146457	0.001	0.002
39.031	7261653	0.071	0.110
39.118	17163327	0.167	0.261
39.212	203521	0.002	0.003
39.493	581911	0.006	0.009
39.542	146502	0.001	0.002
40.012	14564688	0.142	0.221
40.138	278451	0.003	0.004
40.159	390100	0.004	0.006
40.318	291311	0.003	0.004
40.328	295474	0.003	0.004
40.407	2780946	0.027	0.042
40.525	723034	0.007	0.011
40.614	1735528	0.017	0.026
40.769	1171011	0.011	0.018
40.871	636598	0.006	0.010
41.007	4144815	0.040	0.063
41.239	284864	0.003	0.004
41.254	240065	0.002	0.004
41.551	354320	0.003	0.005
41.566	402266	0.004	0.006
41.728	983752	0.010	0.015
41.853	11181438	0.109	0.170
41.956	619552	0.006	0.009
42.062	1364426	0.013	0.021
42.117	355398	0.003	0.005

Şekil A. 2 Anason VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı (Devamı)

42.177	253772	0.002	0.004
42.187	101011	0.001	0.002
42.222	228746	0.002	0.003
42.232	264221	0.003	0.004
42.344	992616	0.010	0.015
42.404	924213	0.009	0.014
42.449	18638	0.000	0.000
42.616	467635	0.005	0.007
42.633	353735	0.003	0.005
42.783	159539	0.002	0.002
42.796	99498	0.001	0.002
43.028	172440	0.002	0.003
43.041	199934	0.002	0.003
43.116	1919061	0.019	0.029
43.183	206969	0.002	0.003
43.233	1352550	0.013	0.021
43.294	354151	0.003	0.005
43.364	183090	0.002	0.003
43.426	371794	0.004	0.006
43.487	228306	0.002	0.003
43.516	53639	0.001	0.001
43.612	88677	0.001	0.001
43.625	58289	0.001	0.001
43.682	1152161	0.011	0.017
43.718	502472	0.005	0.008
43.828	181905	0.002	0.003
43.854	121317	0.001	0.002
43.879	64083	0.001	0.001
43.927	1830343	0.018	0.028
43.975	62371	0.001	0.001
43.995	133971	0.001	0.002
44.033	59795	0.001	0.001
44.198	701657	0.007	0.011
44.238	245266	0.002	0.004
44.257	91388	0.001	0.001
44.308	766729	0.007	0.012
44.389	1464054	0.014	0.022
44.430	125870	0.001	0.002
44.443	263082	0.003	0.004
44.480	313435	0.003	0.005
44.526	249922	0.002	0.004
44.553	324086	0.003	0.005
44.646	200229431	1.950	3.040
44.718	29175	0.000	0.000
44.770	208031	0.002	0.003
44.818	1612317	0.016	0.024
44.829	1994307	0.019	0.030
44.969	241982	0.002	0.004
44.979	173851	0.002	0.003
44.996	158225	0.002	0.002
45.006	129519	0.001	0.002
45.017	423551	0.004	0.006
45.052	246681	0.002	0.004
45.066	192129	0.002	0.003
45.106	614955	0.006	0.009
45.117	429267	0.004	0.007
45.138	264552	0.003	0.004
45.169	511914	0.005	0.008
45.183	302224	0.003	0.005
45.194	196464	0.002	0.003
45.215	413170	0.004	0.006
45.229	280855	0.003	0.004
45.242	529323	0.005	0.008
45.305	716179	0.007	0.011
45.353	2996988	0.029	0.045
45.411	801177	0.008	0.012
45.441	635276	0.006	0.010

Şekil A. 2 Anason VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı (Devamı)

45.452	470082	0.005	0.007
45.465	367702	0.004	0.006
45.477	510451	0.005	0.008
45.499	787568	0.008	0.012
45.524	1343647	0.013	0.020
45.559	956865	0.009	0.015
45.580	400167	0.004	0.006
45.597	473507	0.005	0.007
45.632	2106067	0.021	0.032
45.663	383711	0.004	0.006
45.718	570075	0.006	0.009
45.752	1295082	0.013	0.020
45.775	3020960	0.029	0.046
45.865	2882459	0.028	0.044
45.907	467814	0.005	0.007
45.937	1167028	0.011	0.018
45.970	631617	0.006	0.010
45.993	582197	0.006	0.009
46.005	493894	0.005	0.007
46.143	812974	0.008	0.012
46.212	3389244	0.033	0.051
46.375	44071972	0.429	0.669
46.484	188708	0.002	0.003
46.499	196383	0.002	0.003
46.527	334837	0.003	0.005
46.538	186513	0.002	0.003
46.716	31914	0.000	0.000
46.932	152322	0.001	0.002
46.949	207979	0.002	0.003
47.071	1242953	0.012	0.019
47.160	91134	0.001	0.001
47.193	331337	0.003	0.005
47.247	236391	0.002	0.004
47.264	259626	0.003	0.004
47.334	416417	0.004	0.006
47.437	458576	0.004	0.007
47.470	351506	0.003	0.005
47.485	335338	0.003	0.005
47.519	378141	0.004	0.006
47.568	1287943	0.013	0.020
47.578	901067	0.009	0.014
47.677	823573	0.008	0.013
47.691	435855	0.004	0.007
47.737	1332425	0.013	0.020
47.940	2157599	0.021	0.033
48.100	687040	0.007	0.010
48.566	786912	0.008	0.012
48.685	876414	0.009	0.013
48.696	493492	0.005	0.007
48.726	868371	0.008	0.013
48.743	525935	0.005	0.008
48.787	2192409	0.021	0.033
48.824	760014	0.007	0.012
48.841	746727	0.007	0.011
48.856	512036	0.005	0.008
49.245	15990618	0.156	0.243
49.332	2784017	0.027	0.042
49.380	1725026	0.017	0.026
49.406	863569	0.008	0.013
49.423	587091	0.006	0.009
50.087	406825	0.004	0.006
50.198	371022	0.004	0.006
50.669	294577	0.003	0.004
51.411	274409	0.003	0.004
51.523	287607	0.003	0.004
51.548	357080	0.003	0.005
51.683	379255	0.004	0.006

Şekil A. 2 Anason VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı (Devamı)

51.838	79110	0.001	0.001
51.870	140759	0.001	0.002
51.940	34069	0.000	0.001
51.958	48710	0.000	0.001
51.972	35320	0.000	0.001
52.287	402892	0.004	0.006
52.304	138811	0.001	0.002
52.832	208943	0.002	0.003
53.087	443232	0.004	0.007
53.325	286919	0.003	0.004
53.519	134904	0.001	0.002
53.579	234646	0.002	0.004
54.106	158423	0.002	0.002
54.118	44684	0.000	0.001
54.152	275576	0.003	0.004
54.227	143371	0.001	0.002
54.459	992359	0.010	0.015
54.480	1274249	0.012	0.019
54.550	306897	0.003	0.005
54.647	619661	0.006	0.009
54.689	234774	0.002	0.004
54.819	58632	0.001	0.001
55.528	5019628	0.049	0.076
55.623	61938	0.001	0.001
55.649	91628	0.001	0.001
56.169	278084	0.003	0.004
56.506	98442	0.001	0.001
56.704	272449	0.003	0.004
57.485	89317	0.001	0.001
57.607	107257	0.001	0.002
57.685	174509	0.002	0.003
57.702	151801	0.001	0.002
57.756	295503	0.003	0.004
57.806	311963	0.003	0.005
57.932	1505255	0.015	0.023
57.998	408887	0.004	0.006
58.026	188768	0.002	0.003
58.055	133593	0.001	0.002
58.498	208654	0.002	0.003
58.987	392887	0.004	0.006
59.217	313229	0.003	0.005
59.319	335303	0.003	0.005
59.374	176149	0.002	0.003
59.450	227202	0.002	0.003
59.512	90947	0.001	0.001
59.546	111749	0.001	0.002

Şekil A. 2 Anason VI numunesinin kantitatif analiz iyon kromatogramı (Devamı)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Görkem YÜCEPUR

Doğum Tarihi ve Yeri : 28.07.1989, İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : gorkemyuce@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Y. Lisans	Kimya Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2018
Lisans	Kimya	Cumhuriyet Üniversitesi	2011
Lise	Sayısal	Beyoğlu Fındıklı Lisesi	2006

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2011-2014	Erdoğmuş Parfüm Sanayi	Kimyager