Nano/Mikroemülsiyonla Stabilize Edilmiş Esansiyel Yağların Aromatik, Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi: Portakal Suyu Uygulaması

Program Kodu: 1001

Proje No: 117O313

Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. Yonca YÜCEER

Araştırmacı(lar):
Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU
Doç. Dr. Müge İŞLETEN HOŞOĞLU
Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY

Bursiyer(ler):
Hasan Uzkuç
Mehmet Mert Berber
Nesrin Merve Çelebi Uzkuç
Kübra Tarhan Kuzu
Saliha Büşra Kurt

Danışman:
Prof. Dr. Nurettin Şahiner

ARALIK 2019
ÇANAKKALE

ÖNSÖZ

Bu proje, lavanta ve defne esansiyel yağlardan elde edilen mikro/nano emülsiyonların kararlı formülasyonlarının hazırlanması, emülsiyonların aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi ve hazırlanan emülsiyonların taze sıkılmış portakal suyuna eklenmesi sonucunda depolama boyunca ürünün antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal özelliklerinin ortaya konması amacıyla önerilmiştir. Önerilen proje TÜBİTAK tarafından desteklenmiş olup, proje kapsamında elde edilen sonuçlar bu belgede sunulmuştur.

Bu projenin Defne esansiyel yağı ve nanoemülsiyonları ile ilgili olan kısımları Yüksek lisans öğrencisi Mehmet Mert Berber'in tez çalışmalarını kapsamaktadır.

Emeği geçen ve proje ekibinde yeralan araştırmacılar Prof. Dr. Ayşegül Kırca Toklucu, Doç. Dr. Müge İşleten Hoşoğlu, Doç. Dr. Sine Özmen Toğay'a ve danışman Prof. Dr. Nurettin Şahiner'e;

Projede kullanılan lavanta ve defnelerin sağlanmasında emeği ve desteği olan Hatay ve Isparta'daki üreticilere;

Projenin gerçekleşebilmesi için maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederim.

Prof. Dr. Yonca Yüceer

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER ii
TABLOLAR DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÖZET ix
ABSTRACT x
1. GİRİŞ 1
2. LİTERATÜR ÖZETİ 2
3. GEREÇ VE YÖNTEM 13
3.1. Bitkisel Materyaller ve Bileşimi 13
3.2. Esansiyel Yağ Eldesi 14
3.3. Gıdada Kullanılabilir (Food Grade) Esansiyel Yağların Nano/Mikroemülsiyonlarının Hazırlanması 15
3.4. Esansiyel Yağ Emülsiyonlarının Karakterizasyonu 15
3.5. Esansiyel Yağ ve Nanoemulsiyonlarının Aroma-Aktif Bileşenlerinin Belirlenmesi 16
3.5.1. Gaz Kromatografisi-Olfaktometri (GCO) 16
3.5.2. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) 17
3.6. Esansiyel Yağ ve Nanoemulsiyonlarının Antioksidan Aktivite Düzeyleri 18
3.7. Esansiyel Yağ ve Nanoemulsiyonlarının Toplam Fenol Miktarları 19
3.8. Antimikrobiyal Aktivite 19
3.8.1. Esansiyel Yağ ve Nano/mikroemülsiyonlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi 19
3.8.2. Nano/mikroemülsiyonların İnaktivasyon Kinetiği 20
3.9. Portakal Suyu Denemesi 21
3.9.1. Portakal Suyunun Hazırlanması ve Nano/mikroemülsiyon Uygulaması 22
3.9.2. Nano/Mikro Emülsiyon İlave Edilmiş Portakal Suyunda 1 Aylık Depolama 22
3.9.3. Duyusal Analizler 23
3.9.4. İstatistiksel Analizler 25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 26
4.1. Lavanta ve Defne Bitkilerinin Nem ve Kül İçerikleri 26
4.2. Esansiyel Yağ Eldesi 27
4.3. Mikro/Nano Emülsiyonların Hazırlanması Amacıyla Gerçekleştirilen Ön Denemeler 29
4.3.1. Mikro/Nano Emülsiyon Hazırlama Prosesine Ait İşlem Parametrelerinin Optimizasyonu 30

4.3.2. Lavanta Esansiyel Yağı ile Mikro/Nanoemülsiyon Reçetesi Optimizasyon Çalışmaları 33
4.3.3. Lavanta Esansiyel Yağı ile Mikro/nanoemülsiyon Eldesinde Uygulanacak Miktar Optimizasyonu 38
4.3.4. Lavanta Esansiyel Yağı ile Mikro/Nanoemülsiyon Eldesinde Uygulanacak Homojenizasyon ve Sonikasyon Süresinin Damlacık Boyutları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi....39
4.3.5. Defne Esansiyel Yağı ile Mikro/Nanoemülsiyon Eldesi Amacıyla Uygun Stabilizörlerin Belirlenmesi 40
4.3.6. Defne Esansiyel Yağı ile Mikro/nanoemülsiyon Eldesinde Uygulanacak Miktar Optimizasyonu 41
4.3.7. Defne Esansiyel Yağı ile Mikro/nanoemülsiyon Eldesinde Uygulanacak İşlem Parametrelerinin Optimizasyonu....42
4.4. Ön Denemelerde Mikro/Nano Emülsiyonlarda Gerçekleştirilen Analizler 44
4.4.1. Lavanta Esansiyel Yağları ile Hazırlanan Emülsiyonların DLS (Dinamik Işık Saçılımı) Sonuçları 44
4.4.2. Defne Esansiyel Yağları ile Hazırlanan Emülsiyonların DLS (Dinamik Işık Saçılımı) Sonuçları 45
4.4.3. Lavanta Esansiyel Yağlarından Elde Edilmiş Emülsiyonların Türbidimetre Sonuçları 46
4.4.4. Defne ve Lavanta Esansiyel Yağlarında Viskozite Ölçümü....47
4.4.5. Defne ve Lavanta Esansiyel Yağ ve Nanoemulsiyonlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi....48
4.4.6. Esansiyel Yağ ve Nano/Mikroemulsiyonlarının Antioksidan Aktivite Değerlerinin Belirlenmesi....51
4.4.7. Esansiyel Yağ ve Nano/mikroemülsiyonlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi (ön denemeler)....52
4.4.8. 54
4.4.9. 4.4.8. Taze Sıkım Portakal Suyuna Eklenen Lavanta ve Defne Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Duyusal Değerlendirmesi....54
4.5. Esansiyel Yağ Emülsiyonlarının Karakterizasyonu 56
4.5.1. Emülsiyonların Depolama Stabilitesi 56
4.5.2. Esansiyel Yağlardan Elde Edilen Mikro/nanoemülsiyonların Işık Mikroskobu Altındaki Görüntüleri....67
4.5.3. Esansiyel Yağlardan Elde Edilen Mikro/nanoemülsiyonların Transmisyon Elektron Mikroskobu (TEM) Görüntüleri....68
4.6. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Aroma-Aktif Bileşenleri (GC/O)....68
4.7. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Uçucu Bileşikleri (GC/MS)....71
4.8. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Antioksidan Aktivite Düzeyleri 77
4.9. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Toplam Fenolik Madde Miktarları 78
4.10. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Antimikrobiyal Aktiviteleri 78

4.10.1. Lavanta Esansiyel Yağı ve Emülsiyonlarının Antimikrobiyal Etkileri.....78
4.10.2. Defne Esansiyel Yağı ve Emülsiyonlarının Antimikrobiyal Etkileri.....81
4.11. Portakal Suyu Denemesi 84
4.11.1. Nanoemülsiyonların Meyve Suyu Ortamındaki Antibakteriyel Etkisi 84
4.11.2. Bir Haftalık Depolama Boyunca Toplam Canlı ve Maya/Küf Sayılarındaki Değişim 88
4.11.3. Bir Aylık Depolama Boyunca Mikrobiyal Analizler.....90
4.11.4. Bir Aylık Depolama Boyunca Viskozite Değişimi 91
4.11.5. Bir Aylık Depolama Boyunca Toplam Fenolik Madde Miktarındaki Değişim 93
4.11.6. Bir Aylık Depolama Boyunca Antioksidan Aktivite Düzeyindeki Değişim 94
4.11.7. Bir Aylık Depolama Boyunca Uçucu Bileşenlerdeki Değişim 95
4.11.7.1. Lavanta Esansiyel Yağı ile Elde Edilen Emülsiyonların Eklendiği Portakal Sularında Belirlenen Uçucu Bileşikler.....95
4.11.7.2. Defne Esansiyel Yağı ile elde edilen emülsiyonların eklendiği portakal sularında belirlenen uçucu bileşikler.....100
4.11.8. Bir Aylık Depolama Boyunca Duyusal Özelliklerdeki Değişim.....106
4.11.9. Tüketici Beğeni Testi.....108
4.12. Farklı bir ürüne uygulama: Lavanta ve Defne Esansiyel Yağı ile Aromatize Edilmiş Dondurma.....109
5. SONUÇ ve ÖNERİ 110
6. EKLER 113
EK 1 Mikro/nanoemülsiyonların görüntüleri.....113
EK 2 DLS grafikleri 115
EK 3 Duyusal Değerlendirme.....118
EK 4 Duyusal Değerlendirme Formları.....120
EK 5 GC-MS Kromatogramları.....122
EK 6 Antioksidan ve Toplam Fenolik Madde Analizlerinde Yararlanılan Standart Eğriler 124
EK 7 Antimikrobiyal Aktivite 125
7. KAYNAKLAR.....127

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Esansiyel yağ eldesi için yapılan ön işlemler.....14
Tablo 3.2. Duyusal değerlendirmede kullanılan standartlar ve skaladaki karşılıkları 24
Tablo 4.1. Lavanta* bitkisinde nem tayini sonuçları 26
Tablo 4.2. Defne* bitkisinde nem tayini sonuçları 27
Tablo 4.3. Lavanta bitkisinde kül analiz sonuçları 27
Tablo 4.4. Defne bitkisinde kül analizi sonuçları 27
Tablo 4.5. Lavanta ve defne örneklerine mikrodalga destekli ekstraksiyon öncesinde uygulanan ön işlemler ve bazı işlem parametrelerinin optimizasyonu 28
Tablo 4.6. Farklı reçeteler uygulanarak lavanta esansiyel yağı, ksantan gum ve tween80 ile oluşturulan emülsiyonlara ait DLS sonuçları 32
Tablo 4.7. Lavanta nano/mikroemülsiyon reçetesi belirleme amacıyla gerçekleştirilen Merkezi Tümleşik deney tasarımında bağımsız değişkenlerin (Ksantan gum, Tween 80 ve lavanta esansiyel yağ) gerçek değerleri ve elde edilen yanıt (DLS) 34
Tablo 4.8. Farklı stabilizörler ve Tween80 ile hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları....36
Tablo 4.9. Farklı stabilizörler ile hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları 36
Tablo 4.10. Lavanta esansiyel emülsiyon ortamında kullanılabilecek minimum Tween80 miktarını belirleyebilmek için hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları.....37
Tablo 4.11. LEY ile mikro/nano emülsiyon eldesinde kullanılacak olan stabilizör ve EY miktarının optimizasyonunda oluşturulan deneme seti ve DLS değerleri 38
Tablo 4.12. Farklı homojenizasyon sürelerinde alınan emülsiyon örneklerine ait DLS sonuçları 39
Tablo 4.13. 5 dakika homojenizasyon ve 5 dakika ultrasonik banyo uygulanarak elde edilen emülsiyonların DLS ve Zeta Potansiyeli sonuçları 39
Tablo 4.14. Farklı stabilizörler ile hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları 40
Tablo 4.15. DEY ile mikro/nano emülsiyon eldesinde kullanılacak olan stabilizör ve EY miktarının optimizasyonunda oluşturulan deneme seti ve DLS değerleri 42
Tablo 4.16. Farklı süre kombinasyonları ile elde edilen mikro/nano emülsiyonlara ait DLS sonuçları 43
Tablo 4.17. Çözücü olarak 150 mL saf su ve 60 mg Xantham Gum kullanılan örneklerde DLS sonuçları (Depolama Sıcaklığı +4°C).....44
Tablo 4.18. Çözücü olarak 150 mL pH3 ve pH9 tampon çözeltileri ve 60 mg Xantham Gum kullanılan örneklerde DLS sonuçları 45
Tablo 4.19. Çözücü olarak 150 mL saf su ve 60 mg ve 120 mgstabilizör (PAS) kullanılan örneklerde DLS sonuçları (Depolama Sıcaklığı +4°C). 45
Tablo 4.20. Çözücü olarak 150 mL saf su + 60 mg stabilizör (Xantham Gum) kullanılmıştır (Depolama Sıcaklığı +4°C). 46
Tablo 4.21. Stabilizör çeşidi ve parametrelere göre türbidimetre sonuçları 46
Tablo 4.22. Stabilizör çeşidi ve parametrelere göre viskozite ölçümleri 47
Tablo 4.23. Defne ve lavanta esansiyel yağlarının ve hazırlanan emülsiyonların TEAC değerleri 52
Tablo 4.24. Disk difüzyon yöntemine göre ham lavanta esansiyel yağı (LEY) ve nişasta ve soya proteini nanoemülsiyonlarının referans bakteri suşları üzerine antimikrobiyal etkisi 53
Tablo 4.25. Lavanta esansiyel yağı ile hazırlanan soya proteini emülsiyonlarının disk difüzyon yöntemine göre inaktivasyon sonuçları (Ön deneme).....54
Tablo 4.26. Lavanta esansiyel yağı kullanılarak elde edilmiş emülsiyonların portakal suyuna ilavesi (%0,5) ile gerçekleştirilmiş duyusal değerlendirme sonuçları 55
Tablo 4.27. Defne esansiyel yağı kullanılarak elde edilmiş emülsiyonların portakal suyuna ilavesi (%0,5) ile gerçekleştirilmiş duyusal değerlendirme sonuçları 56

Tablo 4.28. Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyonun fiziksel özellikleri58
Tablo 4.29. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların depolama boyunca zeta potansiyelindeki değişim.....59
Tablo 4.30. Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyonun fiziksel özellikleri 61
Tablo 4.31. Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyonun fiziksel özellikleri 63
Tablo 4.32. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların depolama boyunca zeta potansiyelindeki değişim.....64
Tablo 4.33. Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyonun fiziksel özellikleri 66
Tablo 4.34. Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarının aroma-aktif bileşenleri ve yoğunlukları.....68
Tablo 4.35. Defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarının aroma-aktif bileşenleri ve yoğunlukları 70
Tablo 4.36. Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarında belirlenen uçucu bileşikler (mg/L) .71
Tablo 4.37. Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarının önemli uçucu bileşenleri (mg/L) 73
Tablo 4.38. Defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarında belirlenen uçucu bileşikler (mg/L).....74
Tablo 4.39. Defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarının önemli uçucu bileşenleri (mg/L) 77
Tablo 4.40. Lavanta ve defne esansiyel yağları ve mikro/nanoemülsiyonlarının TEAC değerleri 77
Tablo 4.41. Esansiyel yağlar ve mikro/nanoemülsiyonların toplam fenolik madde içerikleri ..78
Tablo 4.42. Lavanta esansiyel yağı ile hazırlanan nişasta ve soya proteini emülsiyonlarının disk difüzyon yöntemine göre inaktivasyon sonuçları 79
Tablo 4.43. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *E.coli* üzerine inaktivasyon kinetiği 80
Tablo 4.44. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Staphylococcus aureus* üzerine inaktivasyon kinetiği.....80
Tablo 4.45. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Bacillus cereus* üzerine inaktivasyon kinetiği 81
Tablo 4.46. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Alicyclobacillus acidoterrestris* üzerine inaktivasyon kinetiği.....81
Tablo 4.47. Defne esansiyel yağı ile hazırlanan amilopektin ve arap zamkı emülsiyonlarının disk difüzyon yöntemine göre inaktivasyon sonuçları 82
Tablo 4.48. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *E.coli* üzerine inaktivasyon kinetiği.....83
Tablo 4.49. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Staphylococcus aureus* üzerine inaktivasyon kinetiği.....83
Tablo 4.50. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Bacillus cereus* üzerine inaktivasyon kinetiği 84
Tablo 4.51. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Alicyclobacillus acidoterrestris* üzerine inaktivasyon kinetiği.....84
Tablo 4.52. Lavanta esansiyel yağları ile elde edilen nano/mikroemülsiyonlarının portakal suyu ortamında inaktivasyon kinetiği 85
Tablo 4.53. Defne esansiyel yağları ile elde edilen nano/mikroemülsiyonlarının portakal suyu ortamında E. coli referans suşu için inaktivasyon kinetiği sonuçları 87
Tablo 4.54. +4ºC'de depolanan portakal suyunda toplam canlı sayıları 88
Tablo 4.55. +25ºC'de depolanan portakal suyunda toplam canlı sayıları 89
Tablo 4.56. +4ºC'de depolanan portakal suyunda maya/küf sayıları.....89
Tablo 4.57. +25ºC'de depolanan portakal suyunda maya/küf sayıları.....90

Tablo 4.58. +4ºC'de depolanan portakal sularının toplam canlı sayılarındaki değişim 91
Tablo 4.59. +4ºC'de depolanan portakal sularının maya/küf sayılarındaki değişim 91
Tablo 4.60. Nanoemülsiyon ilave edilmiş portakal sularının viskozite değerleri 92
Tablo 4.61. Depolama boyunca toplam fenolik madde değişimi 93
Tablo 4.62. Depolama boyunca antioksidan aktivite düzeyindeki değişim 94
Tablo 4.63. Lavanta esansiyel yağı ile elde edilmiş emülsiyonların eklendiği portakal sularının depolama boyunca uçucu bileşenleri (µg/L) 96
Tablo 4.64. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların eklendiği portakal sularında bazı uçucu bileşenlerin depolama boyunca değişimi.....99
Tablo 4.65. Defne esansiyel yağı ile elde edilmiş emülsiyonların eklendiği portakal sularının depolama boyunca uçucu bileşenleri (µg/L) 101
Tablo 4.66. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların eklendiği portakal sularında bazı uçucu bileşenlerin depolama boyunca değişimi 104
Tablo 4.67. Depolama boyunca portakal sularının duyusal özelliklerindeki değişim.....107
Tablo 4.68. Lavanta ve defne esansiyel yağlarından elde edilen portakal sularının tüketici testi sonuçları 109
Tablo 4.69. Lavanta ve defne esansiyel yağları eklenen dondurmaların tüketici testi sonucu 109

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Lavanta 3
Şekil 2.2. Defne 3
Şekil 3.1. Toluen yöntemiyle nem tayini 13
Şekil 3.2. İnfrared ısıtıcılı nem tayin cihazı 13
Şekil 3.3. Esansiyel yağ eldesinde kullanılan mikrodalga destekli clevenger cihazı 14
Şekil 3.4. Portakal suyu tüketici testi skalası 24
Şekil 4.1 Nem tayini için toplanan örnek 26
Şekil 4.2. Ultrahomojenizatörde homojenizasyon işlemi 29
Şekil 4.3. Sonikatörde ultrases uygulaması 30
Şekil 4.4. Lavanta esansiyel yağı kullanılarak nano/mikroemülsiyon hazırlama prosesine ait homojenizatör ve sonik banyo uygulama sürelerinin optimizasyonu amacıyla oluşturulan merkezi tümleşik deneme deseni modeli ve elde edilen DLS ölçüm sonuçları. 31
Şekil 4.5. Lavanta esansiyel yağı kullanılarak nano/mikroemülsiyon hazırlama prosesi işlem sürelerinin merkezi tümleşik tasarım optimizasyonuna ait ANOVA sonuçları 32
Şekil 4.6. Lavanta esansiyel yağ nano/mikroemülsiyon reçetesi için gerçekleştirilen merkezi tümleşik tasarıma ait ANOVA sonuçları 35
Şekil 4.7. DEY ve stabilizör (amilopektin) için miktar optimizasyonu 41
Şekil 4.8. Defne esansiyel yağı kullanılarak nano/mikroemülsiyon hazırlama prosesine ait homojenizatör ve sonik banyo uygulama sürelerinin optimizasyonu amacıyla oluşturulan merkezi tümleşik deneme deseni modeli 43
Şekil 4.9. Viskozimetre ve spindle 47
Şekil 4.10. Lavanta ve defne esansiyel yağları ve esansiyel yağ içeren emülsiyonlarda antimikrobiyal aktivite. L250: 250 µL lavanta EY/150 mL su; L750: 750 µL lavanta EY/150 mL su. 49
Şekil 4.11. *S. aureus* üzerine lavanta ve defne esansiyel yağlarının ve emülsiyonlarının antimikrobiyal aktiviteleri. L1000: 1000 µL lavanta EY/150 mL; L1500: 1500 µL lavanta EY/150 mL su; D1000: 1000 µL defne EY/150 mL su ve D1500: 1500 µL defne EY/150 mL su emülsiyonları. 50
Şekil 4.12. *E. coli* üzerine lavanta ve defne esansiyel yağlarının ve emülsiyonlarınınantimikrobiyal aktiviteleri. L1000: 1000 µL lavanta EY/150 mL; L1500: 1500 µL lavanta EY/150 mL su; D1000: 1000 µL defne EY/150 mL su ve D1500: 1500 µL defne EY/150 mL su emülsiyonları. 51
Şekil 4.13. Lavanta esansiyel yağ ve farklı stabilizörlerle hazırlanmış emülsiyonların ilave edildiği taze sıkılmış portakal sularının duyusal değerlendirmeleri (ön deneme) 55
Şekil 4.14. Mikro/nanoemülsiyonların mikroskop görüntüleri 67

ÖZET

Esansiyel yağlar aromatik bitkilerin doğal ürünleridir. Birçok yararlı özellikleri olan biyoaktif bileşenlere sahiptirler. Esansiyel yağlar bazı gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal olarak kullanılmaktadırlar. Ancak, suda kolaylıkla çözünmeyen ve çok kararlı (stabil) olmayan yağlardır. Özellikle, ışık, sıcaklık, nem ve hava bu yağların kararlılığını olumsuz etkileyebilmektedir.

Bu çalışmanın amaçları; 1) lavanta ve defne esansiyel yağlarından kararlı nano/mikroemülsiyon formülasyonları hazırlamak, 2) nano/mikroemülsiyonların aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini belirleyerek kontrol örneklerinin özellikleriyle karşılaştırmak ve 3) ayrıca hazırlanan nano/mikroemülsiyonları taze sıkılmış portakal suyuna ilave ederek depolama boyunca ürünün antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal özelliklerini ortaya koymaktır.

Bu projede lavanta ve defneden ekstrakte edilen esansiyel yağlar ile gıdalarda kullanılabilir nitelikte mikro/nano emülsiyonlar oluşturulmuştur. Elde edilen emülsiyonlarda dinamik ışık saçılması (DLS), zeta potansiyeli (ZP), bulanıklık, vizkozite ve renk gibi fiziksel özellikler belirlenmiştir. Ayrıca hazırlanan mikro/nano emülsiyonların farklı sıcaklık (5 ve 25°C) ve pH'lardaki (3 ve 9) stabiliteleri 2 ay depolama boyunca incelenmiştir. Mikro/nano emülsiyonların aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri belirlenerek kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada ayrıca mikro/nano emülsiyonlar taze sıkılmış portakal suyuna ilave edilerek depolama boyunca ürünün antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal özellikleri detaylı olarak ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, elde edilen emülsiyonların aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin kullanılan stabilizöre bağlı olarak değişiklik gösterebildiği saptanmıştır. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *S. aureu*s yükünde 60 dk sonunda 3,8 log'a kadar; *B. cereus* yükünde ise 5,7 log'a kadar azalma sağladığı belirlenmiştir. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonun ise 15 dk inkübasyon sonunda *B. cereus* yükünde 8 log düşüş sağlanmıştır. Hazırlanan emülsiyonların portakal suyuna uygulanması ile referans suşlara değişen oranlarda etki göstermekle beraber, özellikle *B. cereus'un* inhibisyonunda başarılı olduğu görülmüştür. Defne esansiyel yağının ve emülsiyonlarının gerek antioksidan aktivitesi gerekse toplam fenolik madde içeriği lavanta esansiyel yağı içeren örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Emülsiyon eklenen portakal sularının uçucu bileşenlerinin ve duyusal özelliklerinin depolama süresi ve kullanılan stabilizörden etkilendiği belirlenmiştir. Bu çalışma nano/mikroemülsiyonla stabilize edilmiş esansiyel yağların hazırlanması ve gerçek gıda örneklerinde olası kullanımlarıyla ilgili temel bazı bilgiler sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: emülsiyon, esansiyel yağ, aroma, antimikrobiyal, antioksidan

ABSTRACT

Essential oils are natural products of aromatic plants. They have many bioactive compounds provide some benefits. Essential oils commonly are used as antimicrobials to certain food pathogens. However, they are not soluble in water and not very stable oils. Specifically, light, heat, moisture and air may adversely affect their stability.

The purposes of this study are 1) to prepare stabile nano/microemulsion formulations from lavender and bay laurel essential oils, 2) to determine aromatic, antioxidant and antimicrobial properties of these nano/microemulsions and to compare them with properties of control samples. 3) In addition, nano/microemulsions will be included in fresh orange juice and antioxidant, antimicrobial and sensory properties of the juice will be determined during storage.

In this project, food grade micro/nano emulsions were prepared using essential oils extracted from lavender and bay leaves. Some physical properties as Dynamic Light Scattering (DLS), zeta potential (ZP), turbidity, viscozity and color were determined in obtained emulsions. In addition, stabilities of micro/nano emulsions in different temperatures (5 ve 25°C) and pH values (3 and 9) were investigated during 2 months storage. Aromatic, antioxidant and antimicrobial properties of micro/nano emulsions were determined and compared to control samples. In this study, micro/nano emulsions were also added to fresh orange juice and antioxidant, antimicrobial and sensory properties of juice were exhibited during storage in detail.

In conclusion, it was determined that the aromatic, antioxidant and antimicrobial properties of the emulsions obtained may vary depending on the stabilizer used. Emulsions obtained from lavender essential oil reduced *S. aureus* load up to 3.8 log after 60 minutes; also *B. cereus* load decreased up to 5.7 log. At the end of 15 minutes incubation of the emulsion obtained from bay leaf essential oil, 8 log decrease in *B. cereus* load was achieved. The application of the prepared emulsions to orange juice showed varying effect on the reference strains, but was specifically successful in inhibiting *B. cereus*. Both the antioxidant activity and total phenolic content of bay leaf essential oil and emulsions were higher than those containing lavender essential oil. It was determined that volatile components and sensory properties of orange juices with emulsion were affected by storage time and stabilizer used. This study provided some basic knowlege on preparation and possible use of essential oils stabilized by nanoemulsions in real food samples.

Keywords: emulsion, essential oil, aroma, antimicrobial, antioxidant

1. GİRİŞ

Özellikle aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal özelliklerinin belirlendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazılarında ticari olarak satılan esansiyel yağlar kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda ise esansiyel yağ eldesinde yaygın olarak kullanılan hidrodistilasyon tercih edilmiştir. Sağlık üzerine birçok olumlu etkisi olan ve hassas yağlar olarak bilinen esansiyel yağlar bazı ortam koşullarından (hava, sıcaklık vd.) olumsuz etkilenebilmekte ve aktivitesi veya etkinliği azalabilmektedir. Esansiyel yağların nano/mikroemülsiyonla stabilize edilerek kontrollü salınımının sağlanması ve aktivitesinin uzun süre korunabilmesi mümkündür.

Defne ve lavanta esansiyel yağlarından gıdalarda kullanılabilir nitelikte nano/mikroemülsiyonların hazırlanarak aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin kontrol örneklerle karşılaştırılması bu çalışmanın esas konusunu oluşturmaktadır. Ayrıca portakal suyu uygulaması da yapılarak nano/mikroemülsiyonların etkinliği ortaya konmuştur.

Proje defne ve lavanta esansiyel yağlarının nano/mikroemülsiyonla stabilize edilerek aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri kontrol grubu örneklerle karşılaştırılmasını kapsamaktadır. Ayrıca nano/mikroemülsiyonların taze sıkılmış meyve suyuna ilave edilerek antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal özellikleri belirlenmiştir.

“Nano/Mikroemülsiyonla Stabilize Edilmiş Esansiyel Yağların Aromatik, Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi: Portakal Suyu Uygulaması” başlıklı ve TÜBİTAK-TOVAG (117O313) tarafından desteklenen projeye ilişkin gerçekleştirilen çalışmalar ve elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Aromatik Bitkiler: Lavanta ve Defne

Türkiye dünyada uçucu yağlar üretiminde ilk 25 ülke arasında yeralmakta olup uçucu yağ ihracatı (2006 yılında 14.8 Milyon $) başlıca gül yağı, kekik yağı, ıtır yağı ve defne yağı oluşturmaktadır (Kara, 2011). Dünyada "Türk defne yağı" olarak bilinen defne yağı, özellikle Akdeniz bölgesinde yetişmekte olan *Laurus nobilis* ağacının yapraklarından elde edilmektedir. Türkiye'de yılda üretilen yaklaşık 1 ton defne yağının büyük bir kısmı ihraç edilmektedir (Bektaşoğlu, 2006).

Lavanta bitkisi, 1 m ye yakın boyu olan, yarı çalımsı çok yıllık bir bitkidir (Şekil **2.1**). Ekonomik olarak kullanılan kısmı çiçekleri olup, uçucu yağ elde edilmektedir. Dünyada en fazla üretimi yapılan uçucu yağlardan birisi olup, bileşiminde linalool ve linalil asetat bulunmaktadır (Aslancan ve Sarıbaş, 2011). TÜİK verilerine göre 2014 yılında Türkiye'de 297 ton lavanta üretilmiştir. Lavanta, ballıbabagiller familyasından Lavanta cinsini oluşturan Akdeniz kökenli bir bitki türüdür. Bulgaristan ve Fransa dünyada en büyük lavanta üreticisi ülkelerdir. Türkiye'de de son yıllarda lavanta üretimi artmış olup, ülkemizde lavantanın büyük çoğunluğu Isparta'nın Keçiborlu ilçesine bağlı Kuyucak köyünde üretilmektedir. Lavanta yağının geniş bir kullanım alanı olduğu bilinmektedir. Örneğin antibakteriyal, antifungal, tedavi edici, sakinleştirici ve antidepresan etkileri olduğu belirtilmektedir (Cavanagh ve Wilkinson, 2002).

Lavanta yağının uyku verici, yatıştırıcı, sakinleştirici ve stres azaltıcı, dermatolojik olarak cilde yararlı özellikleri bulunmaktadır (Cavanagh ve Wilkinson, 2002). Lavanta yağının antimikrobiyal etkisi de oldukça yüksektir (Lis-Balchin ve Hart, 1999).

Defne, Türkiye'nin Orman Ürünleri Dış Ticaretinde değeri itibariyle başta gelen ürünlerden biridir (Şekil **2.2**). Özellikle Akdeniz defnesi (*Laurus nobilis* L.) Defnegiller familyasının tropik ve subtropik bölgelerinde yetişen Laurus cinsindendir. Yaprakları kurutularak baharat veya eterik yağ olarak kullanılabilmektedir. Yaprak üretimi genelde Haziran-Eylül ayları arasında yapılmaktadır (Göker ve Acar, 1983). Türkiye Dünya'da en önemli kaliteli defne ihracatçısı ve defne yaprağı dışsatımı yapan birkaç ülkeden birisidir. Dünya defne ihtiyacının yaklaşık % 90'ını Türkiye karşılamaktadır (Anonim, 2012). Türkiye'nin güneyinde Hatay'dan başlayarak kuzeydoğu Karadeniz'e kadar geniş bir alanda yetişmekle birlikte yaygın olarak Hatay'da üretilmektedir. Defnenin hem yaprağında hem de üzümsü meyvesinde yağ bulunmaktadır, ancak meyveler yapraklardan daha fazla yağ içermektedir. Akdeniz defnesi çoğunlukla ağaççık bazen de 10 m ye kadar uzayabilen yuvarlak tepeli, sık dallı bir ağaçtır. Defnenin

duyusal özellikleri kafuru, sineolik koku, tatlımsı baharatımsı lezzet olarak tanımlanmaktadır (Reineccius, 1999).

Şekil 2.1. Lavanta

Şekil 2.2. Defne

Çalışma konusu olarak defne ve lavanta bitkilerinin seçilme nedeni hem Türkiye'de üretimlerinin yüksek miktarda olması ve dış ticarette önemli yerlerinin olması hem de antimikrobiyel özelliklerinin bulunmasıdır.

Lavanta ve Defne Türkiye'nin dış ticaretinde önemli yeri olan aromatik bitkilerdir. Antimikribiyal ve uçucu bileşenlerinin belirlendiği çalışmalar mevcuttur. Ancak nano/mikroemülsiyonla stabilize edilmesi, antioksidan özellikleri, aroma-aktif bileşenleri ve gıda uygulaması konunda herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Esansiyel Yağlar: Aromatik, Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikler

Esansiyel yağlar, bitkilerden veya bitkisel droglardan distilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu, aromatik ve yağımsı karışımlardır (Çalıkoğlu ve ark., 2006). Uçucu yağ, eterik yağ ve esans gibi isimlerle de anılabilmektedirler. Ticari önemi olan esansiyel yağlar ilaç sanayinde, gıda sanayinde, kozmetik ve parfümeri ürünlerinde kullanılabildiği gibi doğal tedavi edici ürünler olarak da kullanılabilmektedirler. Esansiyel yağların en önemi özelliği bulundukları bitkiye karakteristik koku ve yakıcı bir lezzet vermeleri ve oda sıcaklığında uçucu olmalarıdır (Beyaz,

2014). Esansiyel yağlar; uçucu, berrak ve genelde renkli sıvılar olup yağda ve organik çözücülerde çözünürler. Yoğunlukları genelde sudan düşüktür. Bitkilerin farklı organlarından ikincil metabolitler olarak biyosentezlenebilmektedirler. Örneğin bitkilerin çiçekleri (yasemin, gül, lavanta), tomurcukları (karanfil), yaprakları (kekik, ökaliptüs, adaçayı), meyveleri (anason), dal veya kabukları (tarçın), tohumu (kakule) ve kökleri (zencefil) bu amaçla kullanılabilmektedir (El Asbahani ve ark., 2015). Esansiyel yağların eldesinde hidrodistilasyon, solvent ekstraksiyon, soğuk pres, süperkritik ekstraksiyon, subkritik CO_2 ekstraksiyon ve mikrodalga destekli ekstraksiyon gibi teknikler kullanılabilmektedir (El Asbahani ve ark., 2015). Özellikle mikrodalga destekli ekstraksiyon teknikleri sağladığı süre, enerji ve verim gibi avantajları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Chemat ve ark., 2006; Wang ve ark., 2010; Golmakani ve Rezaei, 2008; Bayramoglu ve ark., 2008; Bousbia ve ark., 2009; Farhat ve ark., 2011; Sormaghi ve ark., 2015).

Aromatikler

Gerek lavanta gerekse defne yaprağında uçucu bileşenlerin belirlendiği bazı çalışmalar bulunmaktadır. Won ve ark. (2009) lavanta ve gül yağlarının uçucu bileşenlerini karakterize ettikleri çalışmada linalil asetat ve linaloolün lavantada en fazla bulunan uçucu bileşenler olduğu saptanmıştır. Bunun dışında pinen, limonen, ocimen, cineol, terpinen, terpineol, camphor, borneol, nerol vb. uçucu bileşenler de belirlenmiştir. Benzer uçucu bileşenler Djenane ve ark. (2012) ve Răileanu ve ark. (2013) tarafından da saptanmıştır.

Dadalıoğlu ve Akdemir Evrendilek (2004) tarafından yapılan çalışmada lavanta ve defnenin kimyasal kompozisyonu belirlenmiştir. GC-MS ile yapılan uçucu bileşen analizinde defnede 1,8-cineol, sabinen, alfa-pinen, terpinen-4-ol, alfa-terpineol ve alfa-terpinen miktarları yüksek bulunmuştur. Lavanta esansiyel yağında fenchon, camphor, 1,8-cineol, myrtenyl asetat, gama-selinen, bornyl asetat, alfa-pinen ve camphen miktarı yüksek uçucu bileşenler olarak belirlenmiştir.

Planlanan çalışma lavanta ve defne esansiyel yağ emülsiyonlarında aroma aktif bileşenlerin belirleneceği (GCO uygulaması) ilk çalışma durumundadır.

Antimikrobiyal Özellik

Esansiyel yağlar, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından GRAS (Genel olarak güvenli-zararsız) tat/koku maddeleri veya gıda katkıları olarak sınıflandırılırlar (Reineccius, 1999). Esansiyel yağlar, antibakteriyel amaçlı katkı maddesi olarak kullanılabilecek bazı bileşikleri içermektedir (Varona ve ark., 2013). Bitkilerden elde edilen esansiyel yağlarda bulunan antimikrobiyal bilşenlerin kullanımında karşılaşılan en büyük sorun, sulu fazlarda sınırlı çözünürlüklerinin olmasıdır. Su içinde yağ nanoemülsiyonları böyle sorunlar gösteren

antimikrobiyal maddelerin taşınması için kullanılması kaçınılmaz araçlardır. Nanoemülsiyona bu özellikleri kazandıran, damlacık boyutu ve boyut dağılımıdır. Nanometrik aralıktaki emülsiyon damlacıkları bakteriyel hücre membranı ya da virus zarfı ile birleşerek mikroorganizmanın buralardaki lipit yapısını bozmakta ve hücre içi bileşenlerin sızmasına neden olmaktadır. Ayrıca, bu çeşit bir antimikrobiyal etki, bu maddelere dirençli mikrobiyal suşların gelişimi gibi sorunlara da yol açmamaktadır (Ghosh ve ark., 2014).

Esansiyel Yağlar: Esansiyel yağların antibakteriyal ve antifungal etkilerinin araştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Friedman ve ark., 2004; Varona ve ark., 2013; Zuzarte ve ark., 2013). Gıda kaynaklı yaygın bazı patojenler üzerine kekik, defne, lavanta ve rezene yağının (Dadalıoğlu ve Akdemir Evrendilek, 2004), lavanta ve kekik yağının antifungal (Zuzarte ve ark., 2013) ve gül yağının antimikrobiyal etkilerinin (Özkan ve ark., 2004) olduğu saptanmıştır. Friedman ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada elma suyunda *E. coli* ve *S. enterica* üzerine bazı esansiyel yağların (melisa yağı, tarçın, limonotu, kekik yağı vd.) inhibe edici etkisini ortaya koymuşlardır. Lavanta ve nane esansiyel yağlarının kıymada *E. coli* ve *S. aureus* sayısını önemli ölçüde inhibe ettiği saptanmıştır (Djenane ve ark., 2012). Raf ömrünü uzatmak amacıyla limon otu, kekik ve vanilya esansiyel yağları kullanılarak oluşturulan elma püresi-aljinat karışımı taze doğranmış (fresh-cut) elma dilimlerini kaplamak için kullanılmıştır. Limon otu (% 1.0 ve 1.5 w/w) ve kekik yağı (%0.5 w/w) içeren kaplamalar *L. innocua*'ya karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi (4 log azalma) sağlamıştır (Rojas-Graü ve ark., 2007).

Nanoemülsiyonla Stabilize Edilmiş Esansiyel Yağlar: Salvia-Trujillo ve ark (2015) yaptıkları çalışmada çeşitli esansiyel yağlarla gıdalarda kullanılabilir (Food-Grade) emülsiyonlar üretmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen emülsiyonların fizikokimyasal özellikleri ile antimikrobiyal özellikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak limon otu, karanfil, kekik ve palmarosa ile stabilize edilmiş emülsiyonların *E. coli*'nin inhibisyonunda etkili olduğu bulunmuştur. Grosh ve ark. (2013) ultrasonik emulsifikasyonla yaptıkları food grade nanoemülsiyonların bakterisidal aktivitesini belirlemişlerdir. Fesleğen yağı ile yapılan emülsiyonun *E. coli* üzerine antibakteriyal etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. Kekik esansiyel yağının soyafasülyesi polisakkariti ile emülsifiye edilerek antimikrobiyal özelliklerinin incelendiği çalışmada (Wu ve ark., 2014) kekik esansiyel yağ emülsiyonunun *Listeria monocytogenes* Scott A, *Salmonella Enteritidis* ve *Escherichia coli* O157:H7 üzerine antimikrobiyal etkisinin olduğu saptanmıştır.

Meyve sularında mikrobiyal bozulmayı engellemek amacıyla öjenol yüklenmiş nanoemülsiyon kullanılmıştır (Grosh ve ark., 2014). Taze sıkılmış portakal suyuna ilave edilen öjenol içeren nanoemülsiyonların *S. aureus* üzerine antimikrobiyal etkisinin özellikle 4°C de depolanan örneklerde daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Salvia-Trujillo ve ark. (2013a) tarafından mikrofludize edilmiş limon otu esansiyel yağı-aljinat nanoemülsiyonlarının fizikokimyasal karakteristikleri üzerine proses parametrelerinin etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak mikrofludizasyon işleminin esansiyel yağlardan nanoemülsiyon oluşumunda oldukça etkili olduğu belirlenmiş olup antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi konusunda daha fazla çalışma yapılması gerektiği belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar yaptıkları diğer bir çalışmada (Salvia-Trujillo ve ark., 2013b) ultrason uygulama parametrelerinin limonotu esansiyel yağı-alginat nanoemülsiyonunun fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak ultrason uygulaması ile şeffaf, stabilitesi yüksek ve çok küçük damlacık boyutlarında nanoemülsiyon elde edilebileceği belirlenmiştir.

Nane esansiyel yağ nanoemülsiyonlarının *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* üzerine antibakteriyal etkisinin olduğu belirlenmiştir (Liang ve ark., 2012). Kekik esansiyel yağı kullanılarak oluşturulan nanoemülsiyonun taze marulda bulunan bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisi incelenmiştir (Bhargava ve ark., 2015). %0.05 veya %0.1 kekikyağı nanoemülsiyonu içeren solüsyonda bir dakika bekletilen marullarda *Listeria*, *Salmonella* ve *E. coli* sayılarında önemli redüksiyon sağlanmıştır.

Karvakrol esansiyel yağı ile oluşturulan nanoemülsiyonun *Salmonella enterica* ve *E. coli* ile kontamine olmuş mung fasülyesi ve alfalfa tohumu üzerine antimikrobiyal etkisi olduğu ortaya konmuştur (Landry ve ark., 2014). Özellikle 8000 ppm karvakrol içeren sistemde en az 30 dakika bekletilen tohumlarda olumlu sonuçlar alındığı görülmüştür. Bir başka çalışmada ise karvakrol ile hazırlanan nanoemülsiyonun kabak ve sosis gibi ürünlerde kullanılarak antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir (Donsi ve ark., 2014). Grosch ve ark. (2013) reyhan yağı kullanılarak oluşturdukları nanoemülsiyon formülasyonunun *E. coli* üzerine antimikrobiyal etkisini ortaya koymuşlardır. Karvakrol, mandalin, bergamot ve limon kullanılarak hazırlanan nanoemülsiyonların taze fasulyeye inoküle edilmiş *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* Typhimurium üzerine inhibe edici etkisinin araştırıldığı çalışmada (Severino ve ark., 2015) karvakrolun etkisi en yüksek bulunmuştur.

Anwer ve ark., (2014) karanfil esansiyel yağ nanoemülsiyonlarının antibakteriyal etkisini belirlemişlerdir. Bileşiminde %1 karanfil esansiyel yağı, %8 triacetin, %15 Tween-80, %15 Labrasol ve %61 su içeren nanoemulsiyonun kontrol örneğine göre seçilen patojen 5 mikroorganizmaya (*B. subtilis, S. aureus, P. vulgaris, P. aeruginosa* ve *K. pneumonia*) karşı en yüksek antibakteriyal etkiyi gösterdiği saptanmıştır.

Rocha-Filho ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada ise passion meyvesi yağından elde edilen nanoemülsiyona lavanta esansiyel yağı ilave edilerek fizikokimyasal stabilite analizleri gerçekleştirilmiş ve anti-inflamatur aktivite değerlendirilmiştir. Sonuç olarak lavanta esansiyel

yağının istenen etkiyi gösteremediği saptanmıştır. Ayrıca ortam koşulları değiştirilerek veya kullanılan yüzey aktif maddeler değiştirilerek anti-inflamatur etkinin artırılabileceği belirtilmiştir.

Ökaliptus yağının ultrasonik emülsifikasyonu ile hazırlanan nanoemülsiyonun *S. aureus* üzerine antimikrobiyal ve sıçanlarda oluşan yaraların iyileşmesi üzerine etkileri incelenmiştir (Sugumar ve ark., 2014). Uygulanan sonikasyon süresinin emülsiyonun stabilitesini ve saydamlığını etkilediği ve 30 dakika süreyle uygulanan sonikasyon sonunda en kararlı nanoemülsiyonların oluştuğu saptanmıştır. Ayrıca sıçanlarda yaraların iyileşmesinde de olumlu etkilerinin olduğu ve ilaç sanayinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Achillea türü bitkilerden (*Achillea biebersteinii, Achillea fragrantissima, Achillea santolina* ve *Achillea millefolium*) (Civanperçemi) elde edilen esansiyel yağ nanoemülsiyonlarının iki Gram-pozitif gıda kaynaklı bakteri (*Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes*) ve üç gram-negatif bakteri (*Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* ve *Salmonella enteritidis*) üzerine antimikrobiyal etkisi incelenmiştir (Almadiy ve ark., 2016). *A. biebersteinii ve A. fragrantissima* diğer türlere göre daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip bulunmuştur.

Nanoemülsiyonla stabilize edilmiş esansiyel yağlarda genellikle patojen bazı mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal özellik belirlenmiştir. Ancak lavanta ve defne esansiyel yağlarından nanoemülsiyon hazırlanarak antimikrobiyal özelliklerin belirlendiği bir çalışma bulunmamaktadır.

Antioksidan Özellik

Esansiyel yağların antioksidan özelliklerinin belirlendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Karanfil ve lavanta ekstraktlarının (Gülçin ve ark., 2004), defne yaprağının (Elmastaş ve ark., 2006), gül esansiyel yağının (Özkan ve ark., 2004; Ulusoy ve ark., 2009), lavanta ve nane esansiyel yağlarının (Djenane ve ark., 2012) antioksidan özellikleri belirlenmiştir. Joung et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada zerdeçal kullanılarak oluşturulan nanoemülsiyon süte ilave edilmiş olup depolama boyunca sütte yağ oksidasyonunun azaldığı belirlenmiştir.

Nano/mikroemülsiyon Oluşturma

Nanoemülsiyonlar 20-200 nm boyutunda damlacıklara sahip sistemler olarak tanımlanmaktadır. Özellikle gıdaların bazı besin ögelerince zenginleştirilmesi veye yeni ürün geliştirilmesi amaçlarıyla kullanılabilmektedirler. Mikro besin ögelerinin doğal halleriyle gıdalara ilave edilmesi diğer bileşenlerle etkileşimlerine neden olabileceği için biyoyararlılıklarını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle nanoteknolojik uygulamalar kullanılarak bu tür besin ögelerinin ve antioksidanların vücudun spesifik bölgelerine veya hücrelerine etkili ulaşması sağlanabilir (İlyasoğlu ve El, 2010).

Esansiyel yağlardan elde edilen birçok madde ilaç hammaddesi veya aroma verici maddelerin yarı sentez yoluyla elde edilmesinde kullanılır. Bu yağlar birçok biyolojik özelliklerinden (bakterisidal, fungisidal, virüsidal, antiparasidal, insektisidal vb.) ve medikal özelliklerinden (ağrı kesici, sakinleştirici, spazmolitik, iltihap kurutucu, lokal anestetik tedavi vb.) dolayı geniş kullanım alanına sahiptir (Adorjan ve Buchbauer, 2010; Bakkali ve ark., 2008; Buchbauer ve ark., 1993). Bunun yanında dişçilik, ağız bakım ürünleri, parfümeri, boyacılık, madencilik ve gıdanın tüm alanlarında geniş ölçüde kullanılmaktadır. Son zamanlarda esansiyel yağların antioksidan olarak ve gıdaların korunmasında kullanımı yoğun bir şekilde çalışılmıştır (Tiwari ve ark., 2009).

Esansiyel yağlar çok yaygın kullanım alanına sahip olmakla birlikte, ortamda bulunan hava, ışık, nem ve yüksek sıcaklık stabilitesini olumsuz etkilemektedirler (Răileanu ve ark., 2013). Çeşitli uygulamalarda esansiyel yağlar ortama özgü dizayn (fiziksel ya da kimyasal)/modifikasyon edilerek istenilen etkiyi yüksek verimle gerçekleştirmek mümkündür. En yaygın kullanılan sistemler a) kapsülleme (encapsulation) ve b) mikro-nano emülsiyon sistemleridir.

Kapsülleme sistemleri iki bölgeden oluşur; polimerik duvar/kabuk ve çekirdek (esansiyel yağ). Bu sistemde dış kısmı/duvarı oluşturmada biyouyumlu polimerler yaygın kullanıma sahiptir. Poli-alfa-siyanoakrilat alkil esterler, polivinil alkol, polilaktik asit, poliglikolik asit vb. bunlara örnektir. Polisakkarit (selülöz, nişasta, pektin, karragenan, aljinat, kitosan, reçine vb.) ve proteinler (kazein, jelatin, albümin vb.) bu uygulamanın ana grubunu temsil ederler. Polisakkaritler ucuz, kararlı, biyobozunur, nontoksik ve hidrofilik olduklarından öncelikli tercih sebebidir (Bilia ve ark., 2014).

Literatürde esansiyel yağlar kapsüllenerek yapılmış pekçok stabilite çalışması bulunmaktadır. Örneğin kakule (cardamom) essansiyel yağını stabilize etmek için guar gum, karragen ve peyniraltı suyu protein izolatı (Whey) birlikte kullanılarak mikrokapsül hazırlanmış ve çalışma sonucunda 16 hafta boyunca kakule yağının (1,8 sineol, d-limonen) stabilitesini koruduğu görülmüştür (Mehyar ve ark., 2014). Portakal esansiyel yağ stabilizasyonu için sprey-kurutma ile maltodekstrin, sukroz modifiye ajanı olarak kullanılarak kapsülleme sağlanmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Sosa ve ark., 2014). Öjanolce zengin karanfil tanesi için gliseril behenat, poloksamer 188 ve maltodekstrin kullanılarak stabilizasyon sağlanmıştır (Cortes-Rojas ve ark., 2014). Diğer bir çalışmada kitosan-sinnanik asit nanojeli kullanılarak menta piperita esansiyel yağı kapsüllenmiş ve bu şekilde antimikrobiyel aktivite arttırılmaya çalışılmıştır. Sonuçta nanojelle stabilize esansiyel yağda 1 ay sonrasında koruma sağlandığı görülmüştür (Beykia ve ark., 2014). Timol için sodyum kazeinat (Pan ve ark., 2014), Schinus

molle esansiyel yağı için arapzamkı/maltodekstrin (Lopeza ve ark., 2014), biberiye (rosemary) esansiyel yağı için arapzamkı, maltodekstrin, inulin, nişasta kullanılarak (Fernandes ve ark., 2014) verimli sistemler oluşturulmuştur.

Esansiyel yağların sudaki emülsiyonları özellikle sulu gıdalarda etkili lipofilik antimikrobiyaller olarak kullanımından dolayı yaygın bir şekilde çalışılmaktadır. Polisorbat, sodyum dodesil sülfat, lauric arjinat gibi küçük moleküllü yüzey aktif maddelerin emülsiyon kapasiteleri üzerine çalışmalar mevcuttur (Ziani ve ark., 2011). Mikroemülsiyonlar iki karışmayan sıvının yüzey aktif maddenin arayüzey filmi ile stabilize olmuş homojen, termodinamik olarak kararlı, transparan dispersiyonlardır. Damla boyutu 500 nm den büyük olur ve mikroemülsiyonu oluşturmak için fazla enerjiye gerek yoktur, fakat fazla yüzey aktif maddeye ihtiyaç duyulur. Nanoemülsiyonlar ise mikro emülsiyonlara oranla daha az yüzey aktif madde ile hazırlalanabilir. Nanoemülsiyonlar yüksek kinetik stabiliteye sahiptir ve boyutlarının çok küçük olmasından dolayı damlalar arası sterik stabilizasyon ile yıllarca kararlı kalabilirler. Nanoemülsiyonlarda damla boyutu 10-500 nm aralığındadır. Bu emülsiyon sistemine miniemülsiyon da denir. Bu emülsiyon sistemlerinde (mikro-nanoemülsiyonlarda) yağ damlalarının boyutları çok küçük olduğundan yüksek yüzey gerilimine sahiplerdir ve bu nedenle stabilize olmuş esansiyel yağların antimikrobiyel özellikleri daha fazladır (Adorjan ve Buchbauer, 2010).

Mikro ve nanoemülsiyonların uzun süre stabilitesini koruması için stabilizör (yüzey aktif madde, polimerler vb.) seçimi çok önemlidir. Esansiyel yağ emülsiyon sistemlerinde de uygulama alanı bakımından seçilen stabilizörlerin biyouyumluluğu, toksik olmayışı önem arzetmektedir. Nanoemülsiyonlar hem kullanılan surfektan miktarının azlığı hem de daha stabil olmalarından dolayı mikroya göre daha çok çalışılmıştır. Esansiyel yağların stabilizasyonunda homojenliği sağlamak önemlidir ve bunun için birçok sistem bulunmaktadır. Bunlar; high shear probe, vortex, dinamik yüksek basınç proses, ultrasonikatör, yüksek basınç homojenizasyon vd.dir.

Esansiyel yağların kontrollü salınımını sağlamak, antimikrobiyel etkisini arttırmak ve sisteme homojen olarak dağıtabilmek için emülsiyon sistemleri hazırlanmıştır. D-limonenin antimikrobiyel aktivitesini arttırmak için organojel bazlı nanoemülsiyon hazırlanmıştır. Yüksek basınç homojenizasyon sistemi ve optimum koşul olarak noniyonik surfaktan tween 80 (%10 w/w) kullanılmıştır. Emülsiyonun en küçük damla boyutu 36 nm (PDI: 0,210) olarak belirlenmiştir. Nanojel emülsifiye yağın antimikrobiyal etkisinin yalın halden daha fazla olduğu belirlenmiştir (Zahi ve ark., 2015). Bir başka çalışmada kekik esansiyel yağı laurik arjinat (katyonik surfaktan) ile emülsifiye edilmiş ve antimikrobiyel etkinin arttığı görülmüştür (Chang ve ark., 2015). Portakal kabuğu yağı, doğal zamk ve tween 80 ile nanoemülsiyonu (12,68 nm) ultrasonik yöntemle hazırlanmış ve 3 aydan fazla stabilitesini koruduğu görülmüştür (Hashtjin

ve Abbasi, 2015). Süt-portakal suyu karışımı pH etkisi de göz önünde bulundurularak elektrostatik ve sterik itme etkisiyle İran zamkı ile stabilize edilmiştir (Abbasin ve Mohammadi, 2013). Kostabilizör kullanılarak timol emülsiyonu hazırlanmış ve stabilizör olarak sodyum kazeinat ve lesitin ile 100 nm den küçük damlacıklar oluşturulmuştur. 120 gün boyunca stabilizasyonda herhangi bir bozulma görülmemiştir (Xue ve Zhong, 2014a).

Soyafasülyesi polisakkarit (Wu ve ark., 2014), metil selülöz (Otoni ve ark., 2014), maltodekstrin/sükroz (Sosa ve ark., 2014), jelatin-lesitin (Xue ve Zhong, 2014b) gibi bileşenlerin stabilizör olarak kullanıldığı esansiyel yağ emülsiyonlarında da olumlu sonuçlar alınmıştır. Yüksek metoksil pektin ve Tween 80 ile stabilize edilen kekik, limonotu ve mandarin esansiyel yağlarınından hazırlanan food grade nanoemülsiyonların depolama (56 gün) boyunca stabiliteleri incelenmiştir (Guerra-Rosas ve ark., 2016). Özellikle limon otu ve mandarin içeren nanoemülsiyonların depolama boyunca daha stabil kaldığı belirlenmiştir.

Gökkuşağı alabalığına uygulanan biberiye, defne, kekik ve adaçayı esansiyel yağlarından nanoemülsiyonların hazırlanması amacıyla EO (%4), ethanol (%3), ve surfektan (Tween 80, %3) kullanılmış ve karışım ultrasonik homojenizer kullanılarak 72 genlikte 15 dk. homojenize edilmiştir. Ortalama damlacık boyutu yaklaşık 59-113 nm arasında bulunmuştur (Ozogul ve ark., 2017). Emülsifiyer tipinin tarçın, limon ve bergamot yağlarından hazırlanan nanoemülsiyonların antifungal (*Aspergillus niger* e karşı) etkisini belirlemek için yapılan çalışmada (Ribes ve ark., 2017) %3 esansiyel yağ ve emülsifiyer olarak iyonik olmayan Tween 80 (T80) veya anyonik peyniraltı suyu izolatı (WPI) (%1) ve çiçek yağı (%1) kullanılmıştır. Ultraturraks ile 24000 rpm de 4 dk homojenize edilen örnekler daha sonra uygulanan yüksek basınç homojenizasyon işleminden geçirilmiştir. Sonuçta WPI kullanılan örneklerin T80 kullanılandan daha yüksek antifungal etki gösterdiği saptanmıştır.

Gıdalarda kullanılabilir (Food-Grade) nitelikte emülsiyonların hazırlandığı sadece bir çalışma saptanmıştır. Bu çalışmada da ürün uygulaması yapılmamış ve duyusal özellikler belirlenmemiştir. Bu nedenle bu projede polisakkarit ve/veya protein bazlı emülsiyonların hazırlanması öngörülerek stabilizör seçimleri yapılmıştır.

Esansiyel Yağ Nanoemülsiyonlarının Gıda Ürünlerine Uygulanması

Nanoemülsiyon ile stabilize edilmiş esansiyel yağ çalışmaları ve bunların gıda ürünlerine uygulanmasıyla ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ürün uygulamaları genel olarak meyve suyu, sebze ve et ürünleri üzerinedir. Gıda ürünlerine uygulanacak nanoemülsiyonun gıdalarda kullanılabilir (Food Grade) malzemeler ile üretilmesi gerekmektedir. Nanoemülsiyonla stabilize edilmiş esansiyel yağlar kullanılarak antimikrobiyal ve lipit oksidasyonunu azaltıcı etkileri belirlenen ürünler aşağıda sıralanmıştır.

Portakal suyu: öjenol içeren nanoemülsiyonların *S. aureus* üzerine antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir (Ghosh ve ark., 2014).

Marul: Kekik esansiyel yağı kullanılarak oluşturulan nanoemülsiyonun taze marulda *Listeria*, *Salmonella* ve *E. coli* üzerine antimikrobiyal etkisi incelenmiştir (Bhargava ve ark., 2015).

Mung fasülyesi ve alfalfa: Karvakrol esansiyel yağı ile oluşturulan nanoemülsiyonun *Salmonella enterica* ve *E. coli* ile kontamine olmuş mung fasülyesi ve alfalfa tohumu üzerine antimikrobiyal etkisi olduğu ortaya konmuştur (Landry ve ark., 2014).

Kabak ve sosis: Karvakrol ile hazırlanan nanoemülsiyonun kabak ve sosiste antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir (Donsi ve ark., 2014). Grosch ve ark. (2013) reyhan yağı kullanılarak oluşturdukları nanoemülsiyon formülasyonunun *E. coli* üzerine antimikrobiyal etkisini ortaya koymuşlardır.

Taze fasülye: Karvakrol, mandalin, bergamot ve limon esansiyel yağları kullanılarak hazırlanan nanoemülsiyonun taze fasülyeye inoküle edilmiş *E. coli O157:H7* and *S. Typhimurium* patojenlerine karşı inhibisyon etkisi incelenmiştir (Severino ve ark., 2015).

Süt: Zerdeçal kullanılarak oluşturulan nanoemülsiyonun süte ilave edilmesiyle sütte lipit oksidasyonunun azaldığı saptanmıştır (Joung et al., 2016).

Börülce: Papatyagillerden oluşan 3 bitki (*A. conyzoides (L.), A. fragrantissima (Forssk.)* ve *T. minuta (L.)*) kullanılarak hazırlanan nanoemülsiyonların börülce zararlısı *Callosobruchus maculatus (F.)* a karşı inhibe edici etkisi incelenmiş ve özellikle *A. Conyzoides* den elde edilen esansiyel yağın daha etkili olduğu belirlenmiştir (Nenaah ve ark., 2015).

Mantar sosu: Karanfil/tarçın esansiyel yağlarının karışımından hazırlanan nanoemülsiyonun model seçilen mantar sosunda kullanıldığı çalışmada ürünün genel olarak lezzetinde çok fazla değişimin olmadığı ve ayrıca antimikrobiyal özellikleri de belirlenen nanoemülsiyonların doğal antimikrobiyal olarak gıdalarda kullanılabilme potansiyeli olduğu belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2017). Nanoemülsiyon olan esansiyel yağların *Escherichia coli, Bacillus subtilis, Salmonella typhimurium, ve Staphylococcus aureus* üzerine antimikrobiyal etkisi nanoemülsiyon olmayan örneklerden daha yüksek bulunmuştur.

Gökkuşağı Alabalığı: Biberiye, defne, kekik ve adaçayı esansiyel yağlarından hazırlanan nanoemülsiyonların alabalıkta bakteri gelişimini yavaşlattığı belirlemiştir (Ozogul ve ark., 2017). Aynı çalışmada nanoemülsiyon uygulanan balık örneklerinde serbest yağ asitlerinin ve peroksit değerinin daha düşük olduğu saptanmıştır.

Nanoemülsiyon uygulanan gıdalarda herhangi bir duyusal değerlendirme yapılmamış olup, bu uygulamalarda nanoemülsiyon kullanılan gıdalarda duyusal özellikler de ortaya konmalıdır. Gerçekleştirilen çalışma ile nanoemülsiyonla stabilize edilmiş esansiyel yağlar portakal suyuna eklenerek duyusal, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri belirlenmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bitkisel Materyaller ve Bileşimi

Çalışmada esansiyel yağ üretimi amacıyla Lavanta ve Defne kullanılmıştır. *Lavandula angustifolia* ve *Lavandula latifolia* hibriti lavantalar Isparta'nın Kuyucak köyündeki üreticilerden üretim sezonunda temin edilmiştir. Defne yaprağı (*Laurus nobilis L.*) da Hatay'da yeralan üreticilerden üretim sezonunda elde edilmiştir. Kuru olarak sağlanacak materyallerde nem tayini tolüen yöntemi (TS 2134, 1987) (Şekil 3.1) yanında gravimetrik yöntemler (infrared ısıtıcılı nem tayin cihazı (Şekil 3.2) ve etüvde kurutma (Cemeroğlu, 2007) olmak üzere üç farklı yönteme göre belirlenmiştir. Kül miktarı ise 500°C'de 7 saat kül fırınında yakılıp gravimetrik olarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2007).

Şekil 3.1. Toluen yöntemiyle nem tayini

Şekil 3.2. İnfrared ısıtıcılı nem tayin cihazı

3.2. Esansiyel Yağ Eldesi

Lavanta ve Defne bitkilerinden esansiyel yağ eldesi Mikrodalga destekli Clevenger Cihazı (Şekil 3.3) kullanılarak elde edilmiştir. Geleneksel yönteme göre mikrodalga ısıtmanın tercih edilmesinin nedeni uygulamanın daha kısa sürmesidir. Esansiyel yağ eldesinde defnenin yaprakları, lavantanın ise kurutulduktan sonra çiçekleri kullanılmıştır.

Şekil 3.3. Esansiyel yağ eldesinde kullanılan mikrodalga destekli clevenger cihazı

Lavanta ve defne yapraklarından esansiyel yağ eldesinde, ekstraksiyonu kolaylaştırmak amacıyla bitkisel materyaller ekstraksiyon öncesinde 6000 rpm'de sırasıyla 10-30 saniye parçalanmış, 1:10 oranında su ilavesi ve 1 saat suda bekletme işlemlerinden sonra 750 W / 2 saat süreyle ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Uygulanan örnek hazırlığı işlemleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Esansiyel yağ eldesi için yapılan ön işlemler

	Miktar	Öğütme	Eklenen su	Bekleme süresi	İşlem parametreleri
Lavanta	100 g	6000 rpm/10 s	1000 ml	1 saat	750 W/2 saat
Defne	200 g	6000 rpm/30 s	2000 ml	1 saat	750 W/2 saat

3.3. Gıdada Kullanılabilir (Food Grade) Esansiyel Yağların Nano/Mikroemülsiyonlarının Hazırlanması

Lavanta ve defne esansiyel yağlarından kararlı yapıda mikro/nano emülsiyonların hazırlanması amacıyla öncelikle bazı ön denemeler gerçekleştirilmiştir. Ön denemelere ilişkin sonuçlar Bulgular ve Tartışma bölümünde 4.3 nolu başlıkta verilmiştir.

3.4. Esansiyel Yağ Emülsiyonlarının Karakterizasyonu

Hazırlanan mikro/nano emülsiyonların karakterizasyonu ve depolama stabilitesinin belirlenmesi amacıyla aşağıdaki fiziksel analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca depolama stabilitesi haftalık olarak gerçekleştirilen analizler ile 4 ve 25°C'de 2 ay boyunca takip edilmiştir.

- **Damla boyutları dinamik ışık saçılması** (DLS) ile
- yükleri **zeta potansiyelleri** zetapotansiyometre (ZP) ile,
- optik özelliği (**bulanıklık**) türbidimetre ile,
- **viskozite** değişimleri viskozimetre ile,
- **renk ve beyazlık indeksi** kolorimetre ile belirlenmiştir.

- **Emülsiyonların ışık mikroskobu altındaki görüntüleri**, OLYMPUS CX31, JAPAN (40x/ 0,65) ile alınmıştır (Salvia-Trujillo ve ark., 2013a; Salvia-Trujillo ve ark., 2015).

- **Emülsiyonların Transmisyon Elektron Mikroskobu (TEM) ile görüntülenmesi**: Hazırlanan nano-emülsiyonlar, JEOL JEM-1010 (JEOL Ltd., Tokyo, Japan) marka Transmisyon Elektron Mikroskobu (TEM) kullanılarak görüntülenmiştir. Formvar kaplı 200 meshlik bakır gridlere 6 µL örnekler damlatılıp 10 dakika bekletilip, ardından damlanın fazlası süzgeç kağıdına emdirilmek suretiyle uzaklaştırılmıştır. Örneklerin yüklendiği gridler gece boyu bekletip iyice kurumaları sağlanmıştır. TEM ile görüntüleme işlemleri 80 kV hızlandırma gerilimi altında ×30.000 ve ×50.000 katlık büyütme (magnifications) ile yapılmıştır. Nano-emülsiyonların TEM ile görüntülenmesi Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBTAM)'de gerçekleştirilmiştir.

3.5. Esansiyel Yağ ve Nanoemulsiyonlarının Aroma-Aktif Bileşenlerinin Belirlenmesi

3.5.1. Gaz Kromatografisi-Olfaktometri (GCO)

Lavanta ve defne esansiyel yağları ve bunlardan farklı stabilizörlerle elde edilen mikro/nanoemülsiyonlarda GCO analizleri gerçekleştirilmiştir. Aroma-aktif bileşenlerin örnekten izolasyonu amacıyla katıfaz mikro ekstraksiyon (SPME) tekniği kullanılmıştır. Bu amaçla, emülsiyon örneklerinden 1 ml amber renkli aroma vialine alınıp 40 derece su banyosunda 5 dk bekletildikten sonra SPME fiberı viale yerleştirilip 5 dk da fiber ile bekletilmiştir. Bu ekstraksiyon işleminin hemen ardından GC'ye enjeksiyon yapılıp koklamalar gerçekleştirilmiştir. Koklama işlemleri iki farklı uzman tarafından yapılmıştır. Esansiyel yağ örnekleri ise 1 ml distile su içerisine lavanda için 15,5 µL, defne için 15 µL esansiyel yağ eklendikten sonra emülsiyonlarla aynı şekilde analiz edilmiştir (100 ml emülsiyon lavantada 1,55, defnede 1,50 ml esansiyel yağ içeriyor). Ayrıca gaz kromatografisine n-alkan standard serisi (C_6, C_7....C_{23}) enjekte edilerek alıkonma zamanları belirlenmiştir. Alkan serisinin ve örneklerdeki aroma maddelerinin alıkonma zamanları kullanılarak alıkonma indeksleri (RI-Kovats retention time) hesaplanmıştır. Aroma yoğunlukları 10 puanlı skalaya göre değerlendirilmiştir.

Aroma aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) Van den Dool ve Kratz (1963) tarafından belirtildiği şekilde aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$RI = 100n + 100 \frac{(tRa-tRn)}{(tR_N-tRn)}$$

RI: alıkonma indeksi, n: küçük alkanın karbon sayısı, tRa: ilgilenilen aroma maddesinin alıkonma zamanı, tRn: küçük alkanın alıkonma zamanı, tR_N: büyük alkanın alıkonma zamanı

<u>GCO koşulları aşağıda belirtilmiştir:</u>

Kolon: DB5 (Agilent), 30m, 0,320 mm id x 0,25 µm film kalınlığı

Taşıyıcı gaz: Helyum

Toplam akış: 21.2 mL/dk

Dedektör: (FID-alev iyonizasyon dedektörü)

Enjeksiyon Türü: Splitless

Fırın programı: Başlangıç sıcaklığı 40 ^oC'de 1 dk, Ramp1: 6 ^oC/dk, 130^oC de 3 dk, Ramp2: 10^oC/dk, 250^oC de 15 dk (toplam süre:46 dakika)

3.5.2. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS)

Uçucu bileşenlerin tanımlanması ve miktar belirlemesi için **Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi** (GC-MS) (GC 6890, MS 6890N, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) kullanılmıştır. Uçucu bileşenlerin izolasyonu amacıyla katı faz mikroekstraksiyon tekniği (SPME) uygulanmıştır (Won ve ark., 2009). Ayrımı sağlamak amacıyla polar olmayan özellikteki DB-5MS (60m x 0.250 mm id x 0.25 µm film kalınlığı) kolon kullanılmıştır (J&W Scientific, Folsom, CA, ABD). Örnek hazırlama prosedürü esansiyel yağ, emülsiyon ve portakal suyu için farklılık göstermektedir.

Mikro/nano emülsiyon örneklerinde; 40 mL' lik SPME vialine (Supelco, Bellafonte, ABD) 300 µL mikro/nano emülsiyon ve 10 µL iç standart (10mL metanol üzerine 20µL alpha thujone eklenip vortekslendi) eklenerek vorteks (Grant bio, Hillsborough, İngiltere) yardımıyla karıştırılmıştır. Karışım 40°C lik su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda SPME fiberi (2 cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex, Bellafonte, ABD) vialin tepe boşluğuna batırılarak 40°C de 5 dakika süreyle uçucu bileşenlerin fiber üzerine toplanması sağlandıktan sonra GC-MS'e enjekte edilmiştir.

Esansiyel yağ örneklerinde; 40 mL' lik SPME vialine (Supelco, Bellafonte, ABD) 300 µL saf su alınmış, üzerine 4,5 µL esansiyel yağ (300 µL emülsiyonun içerdiği esansiyel yağ miktarı) ve 10 µL iç standart (10mL Metanol üzerine 20uL alpha thujone eklenip vortekslendi) eklenerek vorteks (Grant bio, Hillsborough, İngiltere) yardımıyla karıştırılmıştır. Karışım 40°C lik su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda SPME fiberi (2 cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex, Bellafonte, ABD) vialin tepe boşluğuna batırılarak 40°C de 5 dakika süreyle uçucu bileşenlerin fiber üzerine toplanması sağlandıktan sonra GC-MS'e enjekte edilmiştir.

Portakal suyu örneklerinde; 40 mL' lik SPME vialine (Supelco, Bellafonte, ABD) 3 ml portakal suyu alınmış, üzerine 10 µL iç standart (10mL Metanol üzerine 20uL alpha thujone eklenip vortekslendi) ve 1 g NaCl eklenerek vorteks (Grant bio, Hillsborough, İngiltere) yardımıyla karıştırılmıştır. Karışım 40°C lik su banyosunda 10 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda SPME fiberi (2 cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex, Bellafonte, ABD) vialin tepe boşluğuna batırılarak 40°C de 10 dakika süreyle uçucu bileşenlerin fiber üzerine toplanması sağlandıktan sonra GC-MS'e enjekte edilmiştir.

GC-MS koşulları aşağıda belirtilmiştir:

Taşıyıcı gaz: Helyum, 1.5 ml/dk

Split oranı: 25:1

Fırın programı: Başlangıç sıcaklığı 40 ^{o}C'de 3 dk, Ramp1: 3 ^{o}C/dk, 200°C de 10 dk, Ramp2: 10°C/dk, 240°C de 5 dk (toplam:75 dk)

MS koşulları; kapiler arayüz (capillary interface) sıcaklığı 280°C, iyonizasyon enerjisi (ionization energy): 70 eV; kütle aralığı (mass range) 35 ile 350 amu, tarama hızı (scan rate) 4.45 scans/s' dir.

Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında National Institute of Standards and Technology (NIST, 2008) ve Wiley Registry of Mass Spectral Data (Wiley, 2005) kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Uçucu bileşenlerin miktar belirlenmesi oransal bolluklarına göre Avşar ve ark. (2004) tarafından belirtildiği şekilde yapılmıştır. Miktar belirlenmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\text{Bileşiğin Miktarı} = \frac{\text{IS konsantrasyonu} \times \text{Uçucu Maddelerin Pik Alanı}}{\text{IS Pik Alanı}} \text{ x RF}$$

RF: Yanıt faktörü

3.6. Esansiyel Yağ ve Nanoemulsiyonlarının Antioksidan Aktivite Düzeyleri

Lavanta ve defneden elde edilen esansiyel yağların ve bu yağlardan elde edilen emülsiyonların antioksidan aktivite düzeyleri, Re ve diğ. (1999) ile Arts ve diğ. (2001) tarafından önerilen *Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi* (TEAC) yöntemine göre yapılmıştır. Analize başlamadan önce radikal çözeltisi, PBS (tuzlu fosfat tampon, pH 7.4) ile 734 nm'de 0.700 (±0.02) Absorbans değeri verecek şekilde seyreltilmiştir. Ham esansiyel yağların homojenize edilmesi ve seyreltilmesinde %80'lik metanol kullanılmıştır. Emülsiyonlarda ise seyreltme yapılmadan doğrudan ölçüm yapılmıştır. PBS ile seyreltilmiş $ABTS^{\bullet+}$ radikal çözeltisinden mikroküvete 1 mL alınmış ve mikroküvet içindeki radikal çözeltisi üzerine farklı hacimlerde (10, 15, 30 µL vb.) örnek eklenerek 6 dakika boyunca 1' er dakika arayla absorbans değerleri okunmuştur. 6 dakika sonunda saptanmış olan absorbans değeri esas alınarak, başlangıç değerine göre yüzde azalma oranı (inhibisyon oranı) hesaplanmıştır. En az 3 farklı örnek hacminde çalışılarak, örnek miktarına bağlı olarak inhibisyon oranları belirlenmiştir. 6 dakika sonunda saptanmış ortalama yüzde inhibisyon değerleri örnek miktarlarına (hacimlerine) karşı bir grafiğe aktarılıp linear regresyon analizi uygulanmak suretiyle, örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneğe ilişkin eğrinin eğimi, troloks standart eğrisinin

eğimine (EK 6) oranlanıp, sonucun seyreltme faktörü ile çarpılmasıyla örneğin TEAC (troloks eşdeğer antioksidan kapasite) değeri hesaplanmıştır.Troloks standart eğrisinin hazırlanmasında çözücü olarak PBS kullanılmıştır.

3.7. Esansiyel Yağ ve Nanoemulsiyonlarının Toplam Fenol Miktarları

Toplam fenol tayini ise, Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen Folin-Ciocalteau yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin ilkesi, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu ayracını indirgeyip, kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Folin ayıracı ile muamele edildikten sonra oluşacak mavi renk, spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda şahide karşı okunmuştur. Örnekte ölçülen absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanan standart kurvenin denkleminden hesaplanarak "mg gallik asit/L" cinsinden ifade edilmiştir.

3.8. Antimikrobiyal Aktivite

3.8.1. Esansiyel Yağ ve Nano/mikroemülsiyonlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Ham lavanta ve defne esansiyel yağı ve bu yağ ile oluşturulan nano/mikroemülsiyonların antibakteriyel etkisinin belirlenmesinde Gram negatif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla *Escherichia coli* ATCC 25922, Gram pozitif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla ise *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 ve sporlu bir bakteri olan *B. cereus* ve *Alicyclobacillus acidoterrestris* referans suşları kullanılmıştır.

Proje kapsamında elde edilecek esansiyel yağların ve nanoemülsiyonların antimikrobiyel aktivitesi **agar disk difüzyon yöntemi** kullanılarak belirlenmiştir (Özcan et al., 2010; Cherrat et al., 2014). Test edilecek bakteri kültürleri, steril serum fizyolojik yardımıyla 0.5 MacFarland standart bulanıklığa ayarlanarak Müller Hinton agar besiyeri yüzeyine yayılmıştır. Esansiyel yağların farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış çözeltileri steril, boş, 6 mm çapındaki kağıt disklere 15'er mikrolitre miktarda emdirilerek bakteri yayılmış besiyeri yüzeyine yerleştirilmiştir. Petriler test bakterileri için uygun sıcaklıklarda inkübe edilerek ve inkübasyon sonunda inhibisyon zonlarının çapları ölçülmüştür.

Agar disk difüzyon yönteminde Nutrient Broth besiyerinde, 37°C'de, 18-24 saat süresince geliştirilmiş *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 ve *B. cereus* referans suşları steril serum fizyolojik yardımıyla 0.5 MacFarland standart bulanıklığa ayarlanarak Muller Hinton agar besiyeri yüzeyine 0.1 mL miktarda yayılmıştır.

Alicyclobacillus acidoterrestris referans suşunda, analizler bakterinin spor formu için uygulanmıştır. Spor oluşturmak amacıyla *Alicyclobacillus acidoterrestris* referans suşu 150

mL'lik YSG Broth içerisinde 45°C'de 24 saat inkübe edilerek stok kültürün aktifleşmesi sağlanmıştır. 24 saatin sonunda aktifleşen bakteri süspansiyonundan BAT agar yüzeyine 0.1mL yayma plak yöntemi ile bakteri inoküle edilmiştir. İnoküle edilen bakteriler 45°C'de 2 hafta boyunca inkübe edilerek spor oluşturmaları sağlanmıştır. Spor oluşumlarını gözlemlemek amacıyla gram boyama yapılarak ışık mikroskobunda kontrol edilmiştir. Besiyeri üzerinde oluşan koloniler öze yardımıyla steril serum fizyolojik içerisine alınmıştır. Elde edilen süspansiyon 5°C'de 5000g'de 15 dakika santrifüjlenmiştir ve streril serum fizyolojik ile yıkama işlemi gerçekleştirilerek santrifüjleme işlemi 3 kez tekrarlanmıştır. Santrifüjleme sonunda vejetatif hücreleri öldürmek amacıyla süspansiyona 80°C'lik su banyosunda 10 dakika ısıl işlem uygulanmıştır ve +4°C'de depolanmıştır. Disk analizi için bu süspansiyondan, steril serum fizyolojik yardımıyla 0.5 MacFarland standart bulanıklığa ayarlanarak BAT agar besiyeri yüzeyine 0.1 mL miktarda yayılmıştır.

Ham lavanta ve defne esansiyel yağları ve bu esansiyel yağlarla oluşturulan nano/mikroemülsiyonları steril, boş, 6 mm çapındaki kağıt disklere 15'er µL miktarda emdirilerek bakteri yayılmış besiyeri yüzeyine yerleştirilmiştir. Petriler *E. coli* ve *S. aureus* için 37°C'de, *B. cereus* için 30°C'de 24 saat, *Alicyclobacillus acidoterrestris* için 45°C'de 48 saat inkübe edilerek ve inkübasyon sonunda inhibisyon zonlarının çapları ölçülerek antimikrobiyal aktivite yönüyle değerlendirilmiştir

3.8.2. Nano/mikroemülsiyonların İnaktivasyon Kinetiği

Defne ve lavantadan elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan nano/mikroemülsiyonların test edilen bakterilere karşı oluşturdukları inaktivasyonu belirlemek amacıyla ***Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*'un standart suşları** Brain Heart sıvı besiyerinde (5 mL) *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* için 37°C'de, *Bacillus cereus* için 30°C'de 24 saat inkübasyonun ardından 150 mL'lik besiyerine (Nutrient Broth) aktarılmıştır. Bu bakteri süspansiyonları çalkalamalı inkübatörde OD_{600} =0.5-0.6'ya gelene kadar inkübe edilmiştir. Bu şekilde elde edilen bakteri süspansiyonundan 4.5 mL alınarak üzerine 0.5 mL miktarda nano/mikroemülsiyonu steril bir tüp içinde karıştırıldı, çalkalamalı inkübatörde inkübe edilerek, inkübasyonun 0., 5., 10., 15. ve 30. ve 60. dakikalarında 0.1 mL miktarda örnek alınıp seri dilüsyonları (0.1 mL örnek+9.9 mL SF) yapılarak (0, -2, -4, -6 ve -8.) dilüsyonlardan Nutrient Agar besiyerine yüzeye yayma metodu ile 0.1 mL miktarda ekimleri yapılmıştır (Ghosh et al., 2014). Kontrol grubu olarak 4.5 mL bakteri kültürü üzerine 0.5 mL serum fizyolojik eklenerek oluşturulan süspansiyondan, seri dilüsyonlar (0, -2, -4, -6 ve -8.) yapılarak ekim gerçekleştirilmiştir. Ekimleri gerçekleştirilen petriler 24 saat boyunca inkübe edilerek koloni sayımları gerçekleştirilmiştir.

Alicyclobacillus acidoterrestris referans suşunda, analizler bakterinin spor formu için uygulanmıştır. Spor oluşturmak amacıyla *Alicyclobacillus acidoterrestris* referans suşu 150 mL'lik YSG Broth içerisinde 45°C'de 24 saat inkübe edilerek stok kültürün aktifleşmesi sağlanmıştır. 24 saatin sonunda aktifleşen bakteri süspansiyonundan BAT agar yüzeyine 0.1 mL yayma plak yöntemi ile inoküle edilmiştir. İnoküle edilen bakteriler 45°C'de 2 hafta boyunca inkübe edilerek spor oluşturmaları sağlanmıştır. Spor oluşumlarını gözlemlemek amacıyla gram boyama yapılarak ışık mikroskobunda kontrol edilmiştir. Besiyeri üzerinde oluşan koloniler öze yardımıyla steril serum fizyolojik içerisine alınmıştır. Elde edilen süspansiyon 5°C'de 5000g'de 15 dakika santrifüjlenmiştir ve steril serum fizyolojik ile yıkama işlemi gerçekleştirilerek santrifüjleme işlemi 3 kez tekrarlanmıştır. Santrifüjleme sonunda vejetatif hücreleri öldürmek amacıyla süspansiyona 80°C'lik su banyosunda 10 dakika ısıl işlem uygulanmıştır ve +4°C'de depolanmıştır.

Serum fizyolojik içerisinde 0.5 McFarland'a ayarlanan spor süspansiyonundan 4.5 mL alınarak üzerine 0.5 mL miktarda nano/mikroemülsiyonu steril bir tüp içinde karıştırılmıştır. 45°C'de çalkalamalı ortamda inkübe edilerek, inkübasyonun 0., 5., 10., 15. ve 30. ve 60. dakikaları sonunda 0.1 mL miktarda örnek alınıp seri dilüsyonları (0.1 mL örnek+9,9 mL SF) yapılarak (0, -2, -4, -6 ve -8.) dilüsyonlardan BAT agar yüzeyine 0.1 mL miktarda ekimleri yapıldı. Kontrol grubu olarak 4.5 mL spor kültürü üzerine 0.5 mL serum fizyolojik eklenerek oluşturulan süspansiyondan, seri dilüsyonlar (0, -2, -4, -6 ve -8.) yapılarak ekim gerçekleştirilmiştir (Baysal et al., 2013). Ekimleri gerçekleştirilen petriler 24 saat boyunca 45°C'de inkübe edilerek koloni sayımları gerçekleştirilmiştir.

3.9. Portakal Suyu Denemesi

Portakal suyu, dünya genelinde meyve suları içinde en fazla bilinen ve kabul edilen meyve sularından birisidir. Proje önerisinde de belirtildiği gibi, zengin bir C vitamini kaynağı olan portakal suyu, tüketiciler tarafından daha çok taze olarak tüketilmek istenmektedir. Ancak, taze portakal suyu mikroorganizmaların gelişimi sonucu kısa sürede bozulmaktadır. Bu nedenle, portakal suyunda mikroorganizmaların inaktivasyonu için ısıl işlem (pastörizasyon) uygulaması zorunlu bir işlemdir. Diğer yandan, uygulanan ısıl işlem portakal sularında aroma kaybına ve bununla birlikte istenmeyen pişmiş bir tat oluşmasına, ayrıca renk ve vitamin kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı bu tür meyve sularının bozulmadan daha uzun süre tazeliğini korumasını sağlamak amacıyla portakal suyu denemesi uygun bulunmuştur.

Bu nedenle, taze sıkılmış portakal suyunun ısıl işlem uygulaması olmadan raf ömrünü artırmak amacıyla defne ve lavanta esansiyel yağlarından elde edilecek nano/mikroemülsiyonların antimikrobiyel etkilerinden yararlanılması hedeflenmektedir. Ayrıca, hazırlanan

nano/mikroemülsiyonların portakal suyunun antioksidan kapasitesini nasıl etkileyeceğinin ortaya konulması için, nanoemülsiyon eklenmiş portakal sularında da antioksidan kapasite tayinleri yapılmıştır. Nanoemülsiyonların antioksidan etkisinin belirlenmesi amacıyla antioksidan kapasite analizleri, doğrudan esansiyel yağlarda ve farklı stabilizörler ile hazırlanan nano/mikroemülsiyonlarda yapılmıştır.

3.9.1. Portakal Suyunun Hazırlanması ve Nano/mikroemülsiyon Uygulaması

Portakal suyu üretiminde materyal olarak, "Valencia" çeşidi portakal kullanılmıştır. Portakallar bölüm laboratuarında meyve sıkacağı kullanılarak portakal suyu haline getirilerek 2 kat tülbent bezinden filtre edildikten sonra denemelerde kullanılmıştır. **Hazırlanan esansiyel yağ emülsiyonları, ön denemelerde belirlendiği şekilde %0.5 oranında taze sıkılmış portakal suyuna ilave edilmiştir**. Portakal suyu denemelerinde herhangi bir nano/mikroemülsiyon ilave edilmemiş olan örnek kontrol olarak değerlendirilmiş ve tüm analizlerde (fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal) kontrol grubu ve emülsiyon içeren diğer örnekler karşılaştırılmıştır.

3.9.2. Nano/Mikro Emülsiyon İlave Edilmiş Portakal Suyunda 1 Aylık Depolama

Nanoemülsiyonların meyve suyu ortamındaki antibakteriyel etkileri belirlendikten sonra, hazırlanan meyve suları steril renkli cam şişelere alınarak **4°C'de 1 ay** süreyle depolanmıştır. Depolama süresince periyodik olarak (birer hafta arayla-toplam 4 kez) örnek alınarak portakal sularında viskozite, toplam fenol ve antioksidan aktivite analizleri yapılmış, toplam canlı (PCA, yayma plak yöntemi) ve maya-küf (DRBC, yayma plak yöntemi) sayımları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, uçucu bileşenler GC/MS ile, duyusal özellikleri de tanımlayıcı duyusal analizlerle belirlenmiştir.

3.9.2.1. Nanoemülsiyonların meyve suyu ortamındaki antibakteriyel etkisinin belirlenmesi

Hazırlanan nano/mikroemülsiyonların meyve suyu ortamındaki antibakteriyel etkisinin belirlenmesi amacıyla taze sıkılmış portakal suyu steril şişelere aktarılarak %0.5 oranında defne ve lavanta esansiyel yağı içeren nanoemülsiyonlar bu meyve sularına ayrı ayrı uygulanmış ve ardından *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus* standart suşları ve *A. acidoterrestris* sporlarının 0.5 McFarland düzeyinde süspansiyonları ayarlanıp ayrı ayrı inoküle edilmiştir. Bu şekilde elde edilen meyve suyu test örnekleri oda sıcaklığında ve buzdolabı koşullarında 0, 5, 10, 15, 30 ve 60 dakikalık sürelerle inkübe edilerek örneklerden selektif besiyerlerine (*E. coli* için Violet Red Bile Agar, *S. aureus* için Baird Barker Agar, *B. cereus* için MYP agar ve *A. acidoterrestris* için de BAM agar) ekimler yapılmış ve bu süreler sonunda meyve sularında canlı kalan bakteri sayıları belirlenmiştir. Kontrol çalışması olarak

ise nanoemülsiyon uygulanmamış meyve sularına inoküle edilen bakteri referans suşları aynı koşullarda inkübe edilerek eş zamanlı sayımları alınmıştır (Ghosh et al., 2014).

Ayrıca laboratuvarda taze hazırlanan portakal sularının nanoemülsiyonlar ilave edilerek ve edilmeden oda sıcaklığı ve buzdolabı koşullarında 1 hafta süresince inkübe edilmesi sonucu başlangıç, 1., 2., 3., 4., 5., 6., ve 7. günlerdeki toplam aerobik mezofilik bakteri ve küf-maya yükünde meydana gelebilecek değişiklikler de sırasıyla PCA (Plate Count Agar) besiyeri (30°C'de 48 saat inkübasyon) ve YGC (Yeast Extract Chloramphenicol) agar besiyeri (25-28°C'de 3-5 gün inkübasyon) kullanılarak yayma plak yöntemi ile belirlenmiştir (Tran and Farid, 2004; Hammad et al., 2013).

3.9.2.2. Antioksidan aktivite ve toplam fenol miktarlarının belirlenmesi

Portakal sularının antioksidan aktivite ve toplam fenol içeriklerinin belirlenmesi amacıyla sırasıyla yukarıda detayları açıklanan "Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAC)" ile "Folin-Ciocalteau" yöntemleri kullanılmıştır (3.6 ve 3.7).

3.9.3. Duyusal Analizler

Duyusal analizler hem uçucu yağlarda hem de portakal sularında ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla eğitim verilen deneyimli panelistler tarafından tanımlayıcı duyusal analiz tekniği kullanılmıştır (EK 3).

Portakal sularında ise iki farklı duyusal analiz tekniği kullanılmıştır. Her iki duyusal analiz de oda sıcaklığında (22-25°C) gerçekleştirilmiş olup ürünler panelistlere 40 mL hacimli şeffaf sos kaplarında sunulmuştur. Örnekler arasında panelistlerin ağızlarını temizlemeleri amacıyla su ve ekmek veya sade kraker gibi nötr gıdalar sunulmuştur. Aynı oturumda her bir paneliste kontrol (emülsiyon içermeyen) ile birlikte 3 örnek sunulacaktır. Ön denemelerde elde edilen sonuçlara göre her bir esansiyel yağ (Defne ve Lavanta) örneği için en iyi sonucu veren 2 adet stabilizör seçilerek portakal suyuna ilave edilmiş ve duyusal analizleri gerçekleştirilmiştir. Diğer bir ifadeyle her bir esansiyel yağdan 2 farklı stabilizörle ayrı ayrı hazırlanan nano/mikroemülsiyonlar meyve suyuna ilave edilmiş ve duyusal özellikleri kontrol örneği ile karşılaştırılmıştır.

1) Birinci yöntemde varsa örnekler arasındaki farkı ortaya koyabilmek ve lezzet profillerini karşılaştırabilmek amacıyla eğitimli panelistler tarafından gerçekleştirilen **tanımlayıcı duyusal analiz** tekniği (Spektrum™) uygulanmıştır. Tanımlayıcı terimler panel liderinin başkanlığında oluşturulan oturumlarla karşılıklı tartışma ve değerlendirmelerle belirlenmiştir. Bu amaçla nanoemülsiyon uygulanmış ve uygulanmamış esansiyel yağlar ilave edilmiş ve kontrol portakal sularının karakteristik duyusal özellikleri "Lezzet Profil Analizi (LPA)" kullanılarak 6 kişiden oluşan eğitimli panelist grubu tarafından depolama boyunca belirli aralıklarla (en az 2 kez)

değerlendirilmiştir. Örnekler panelistler tarafından 10 puanlı çizgi skala (0= çok düşük lezzet yoğunluğu, 10= çok yüksek lezzet yoğunluğu) kullanarak değerlendirilmiştir.

2) Diğer duyusal analiz yönteminde ise ürünlerin tüketiciler tarafından beğenisini ortaya koyabilmek amacıyla yaklaşık 20-55 yaş aralığındaki 69 kişiye (Kadın: 38, erkek: 31) **tüketici testi** uygulanmıştır (Meilgaard ve ark., 1999). 9 Puanlı hedonik skala kullanılarak yapılacak ürün değerlendirmelerinde portakal sularının tüketiciler tarafından beğeni düzeylerini (görünüş, kıvam ve tat-koku için ayrı ayrı) belirtmeleri ve beğeni durumlarına göre sıralamaları istenmiştir. Tüketici testi olduğu için panel tekrarına gerek bulunmamaktadır. Kullanılacak skala Şekil 3.4'da yer almaktadır.

	Hiç beğenmedim			Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim			Beğeni Sırası
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Şekil 3.4. Portakal suyu tüketici testi skalası

Duyusal değerlendirmelerde kullanılan panel formları EK 4'te verilmiştir. Tablo 3.2'de ise panelistler tarafından oluşturulan tanıtıcı terimlerin standartları ve 10 puanlık skaladaki karşılıkları gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Duyusal değerlendirmede kullanılan standartlar ve skaladaki karşılıkları

Terim	Özellik	10 puanlık skalada karşılığı
Tatlı	Sakkaroz çözeltisi (2%)	2
Ekşi	Sitrik asit çözeltisi (0.08%)	5
Acı	Kafein çözeltisi (%0.05)	2
Isırıcı (bite)	CO_2 içeren içecekler	10
Çiçeksi	Gül	10
Reçine	Çam	10
Sitrus	Portakal, limon	10
Mentol	Viks	10
Burukluk	Alum solution (0.5%)	4.5
Olgun meyve	Olgunlaşmış citrus meyveler	10
Alkol/Maya	Etil alkol (saf)	10
Aftertaste	Parfüm, deterjan	10

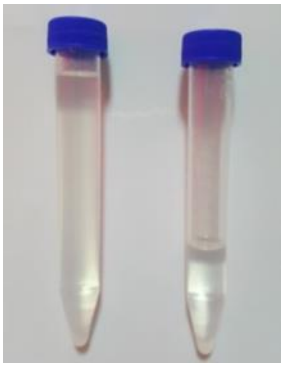
3.9.4. İstatistiksel Analizler

Çalışmada esansiyel yağ ve emülsiyonların uçucu bileşenleri ile emülsiyon ilave edilmiş portakal sularının tüketici testinin değerlendirmesinde faktöriyel düzende varyans analizi tekniğinden, emülsiyon ilave edilmiş portakal sularının duyusal, fiziksel, antioksidan ve toplam fenol özelliklerinin değerlendirilmesinde tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi tekniğinden yararlanılmıştır. Varyans analizinin şartlarını yerine getirmeyen veriler (varyansların homojenliği ve normal dağılım) için WELCH testi kullanılmıştır. Verilerin ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farkların ortaya konması amacıyla TUKEY çoklu karşılaştırma (TUKEY-HDS) testi kullanılmıştır. Tüketicilere ait sıralama testi sonuçlarının değerlendirilmesinde ise nonparametrik test tekniği (Friedman Testi) kullanılmıştır (Sheskin, 2004). İstatistiksel analizler için SPSS for Windows (version 25.0) (SPSS, 2017), Statistica 12.5 (2014) ve Minitab 18 (Minitab, 2017) istatistik paket programlarının kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Lavanta ve Defne Bitkilerinin Nem ve Kül İçerikleri

Proje önerisinde lavanta ve defne bitkilerinde nem tayininin Toluen yöntemi (TS 2134, 1987) ile belirleneceği belirtilmiştir. Nem tayini için toplanan örnek Şekil 4.1'te sunulmuştur. Nem miktarı ölçümü sırasında sonuçlarda özellikle lavantada önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu nedenle nem tayini için gravimetrik yöntemler de (infrared ısıtıcılı nem tayin cihazı ve etüvde kurutma (Cemeroğlu, 2007) kullanılmış olup üç farklı yönteme göre belirlenmiştir.



Şekil 4.1 Nem tayini için toplanan örnek

Lavanta ve defne bitkilerinin nem tayini sonuçları üç farklı yönteme göre Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de kül analizi sonuçları da Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'te ortalama (%) ± standart sapma olarak verilmiştir.

Tablo 4.1. Lavanta* bitkisinde nem tayini sonuçları

Nem (%) (Toluen)[1]	Nem (%) (infrared)[2]	Nem (%) (etüvde)[3]
7.99	13.65	11.90
8.98	12.05	11.43
10.00	13.87	11.82
Ortalama±std dev: 8.99±1.01	13.19±0.99	11.72±0.25

*Öğütme işlemi 6000 rpm'de 10 sn olarak yapılmıştır. [1] Ceketli ısıtıcıda 150°C de su ve toluen faz ayrımı görülünceye kadar (yaklaşık 1 saat). [2] Cihaz parametreleri ; 100°C'de 10 dk.[3] Örnekler 105°C'lik etüvde 3 gün kurutulmuştur.

Tablo 4.2. Defne* bitkisinde nem tayini sonuçları

Nem (%) (Toluen) [1]	Nem (%) (infrared) [2]	Nem (%) (etüvde) [3]
7.50	7.99	7.48
8.00	8.04	7.47
6.97	7.00	8.20
Ortalama±std dev: 7.49±0.52	7.68±0.59	7.72±0.42

*Öğütme işlemi 6000 rpm'de 30 sn olarak yapılmıştır. [1] Ceketli ısıtıcıda 150°C de su ve toluen faz ayrımı görülünceye kadar (yaklaşık 1 saat). [2] Cihaz parametreleri ; 100°C'de 10 dk. Örnekler 105°C'lik etüvde 3 gün kurutulmuştur.

Tablo 4.3. Lavanta bitkisinde kül analiz sonuçları

Örnek Miktarı * (g)	Kül Miktarı (g)	Kül (%)
0.5296	0.0571	12.08
0.5035	0.0633	14.38
0.5604	0.0595	11.88
Ortalama±std dev	0.060±0.003	12.78±1.39

* Öğütme işlemi 6000 rpm'de 10 sn olarak yapılmıştır.

Tablo 4.4. Defne bitkisinde kül analizi sonuçları

Örnek Miktarı * (g)	Kül Miktarı (g)	Kül (%)
0.5445	0.203	4.43
0.5077	0.021	4.27
0.5093	0.021	4.32
Ortalama±std dev	0.082±0.105	4.34±0.082

* Öğütme işlemi 6000 rpm'de 30 sn olarak yapılmıştır.

4.2. Esansiyel Yağ Eldesi

Lavanta ve Defne bitkilerinden esansiyel yağlar mikrodalga destekli clevenger cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Lavantanın kurutulduktan sonra çiçekleri; defnenin de yaprağı esansiyel yağ (EY) eldesinde kullanılmıştır. Sistemde herhangi bir solvent kullanımına gerek duyulmadan doymuş buhar ve mikrodalga işlemlerinin ortak etkisiyle bitki doku hücrelerinde bulunan EY toplanmıştır.

Lavanta ve defne yapraklarından esansiyel yağ eldesinde, ekstraksiyonu kolaylaştırmak amacıyla bitkisel materyaller ekstraksiyon öncesinde 6000 rpm'de sırasıyla 10-30 saniye parçalanmış, üniteye 1000 ml su ilavesi ve 1 saat suda bekletme şeklinde bir ön işlem uygulanmıştır. 750 ve 1000 Watt'da yapılan ekstraksiyonlarda elde edilen esansiyel yağların GC/MS profillerinde de önemli bir farklılık saptanmamıştır. Bu nedenle, hem lavanta hem de defne için ekstraksiyon gücü ve süresi **750 W / 2 saat** şeklinde belirlenmiştir.

Materyaller esansiyel yağ eldesi amacıyla mikrodalga destekli clevenger cihazına yerleştirilmeden önce bazı ön işlemlerden geçirilmiş ve en yüksek EY verimi amacıyla cihaz parametrelerinin optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu ön işlemler ve optimizasyon çalışmaları Tablo 4.5'te detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 4.5. Lavanta ve defne örneklerine mikrodalga destekli ekstraksiyon öncesinde uygulanan ön işlemler ve bazı işlem parametrelerinin optimizasyonu

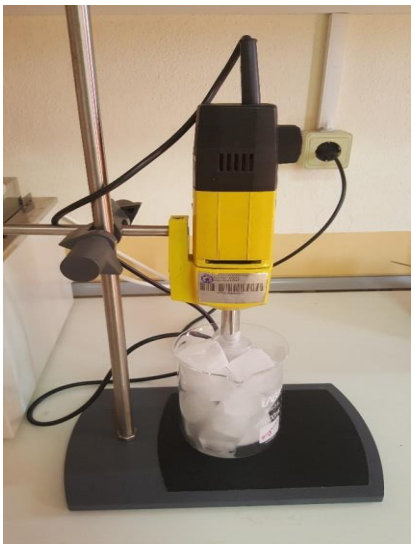
Deneme No	Materyal (miktar, g)	Ön İşlem	Cihaz parametreleri (Watt/süre)	Sonuç
1	Defne (100 g)	• Defne yaprakları elle parçalandı • 200 ml su ilave edildi.	1000 W/30 dk	2 tekerrürlü olarak yapılan denemede 0.6-0.7 mL EY elde edildi.
2	Defne (100 g)	• 3000 rpm/10 saniye parçalama • 1000 ml su ilave edildi. (katı:sıvı oranı, 1:10). • 1 saat suda bekletme	1000 W/30-45-60 dk	30 dk: 1 mL EY 45 dk: 1 mL EY 60 dk: 1.9 mL EY
3	Defne (100 g)	• 6000 rpm/10 saniye parçalama • 1000 ml su ilave edildi. (katı:sıvı oranı, 1:10). • 1 saat suda bekletme	750 W/ 120 dak	2.1 mL EY
4	Lavanta (250 g)	• 2500 ml su eklendi • 1 saat suda bekletme	1000 W/ 90 dk	6 mL EY
5	Lavanta (250 g)	• 3000 rpm/10 s parçalandı • 2500 ml su ilave edildi (katı:sıvı oranı, 1:10). • 1 saat suda bekletme	1000 W/60 dk	6.8 mL EY
6	Lavanta (250 g)	• 6000 rpm/10 s parçalandı • 2500 ml su eklendi • 1 saat suda bekletme	1000 W/60 dak 1000 W/90 dak 1000 W/ 120 dk	60 dk: 6 mL EY 90 dk: 7 mL EY 120 dk: 6.5 mL EY
7	Lavanta (250 g)	• 6000 rpm/10 s parçalandı • 2500 ml su eklendi • 1 saat suda bekletme	750 W/2 saat 1000 W/2 saat	6 mL EY
8	Lavanta (100 g)	• 6000 rpm/10 s parçalandı • 1000 ml su eklendi • 1 saat suda bekletme	750 W/2 saat	5.5 mL EY

4.3. Mikro/Nano Emülsiyonların Hazırlanması Amacıyla Gerçekleştirilen Ön Denemeler

Ön deneme amacıyla lavanta ve defne esansiyel yağlarının gıdada kullanılabilir (Food-grade) nano/mikroemülsiyonlarının hazırlanması için takip edilen işlem basamakları şu şekildedir:

1. 250 mL'lik bir erlene 150 mL saf su alınır.
2. 150 mL saf su üzerine hasas terazide tartılan 60 mg stabilizör* ilave edilir.
3. Stabilizör saf suda iyice karışana kadar manyetik karıştırıcı ile karıştırılır (yaklaşık 10-15 dk).
4. Saf su ve stabilizör karşımı üzerine belirlenen miktarlarda esansiyel yağ (250, 750, 1000 ve 1500 µL ilave edilir.
5. Karışım buz banyosuna alınarak ultrahomojenizatör ile (yaklaşık 17500 rpm) 1 saat homojenizasyon işlemi gerçekleştirilir. Karışımın buz banyosuna konulmasının nedeni, yüksek rpm de çalışan ultrahomojenizatörün etkisiyle sıcaklık artışı gözlenmesi ve sıcaklığın etkisiyle esansiyel yağların okside olmasının engellenmesidir (Şekil 4.2).
6. 1 saat ultrahomojenizatör işlemi uygulanan karışıma, sonikatör ile 1 saat ultrases (frekans: 50 Hz) işlemi uygulanır. Esansiyel yağlarda oksidasyonu önlemek amacıyla sonikatörün su banyosuna yine buz ilave edilir (Şekil 4.3).

Not: Emülsiyonlar hazırlanırken kullanılan stabilizör ve esansiyel yağ miktarları ön denemelerde değişiklik göstermektedir.



Şekil 4.2. Ultrahomojenizatörde homojenizasyon işlemi

Şekil 4.3. Sonikatörde ultrases uygulaması

4.3.1. Mikro/Nano Emülsiyon Hazırlama Prosesine Ait İşlem Parametrelerinin Optimizasyonu

Çalışmamızda, nano/mikroemülsiyonların oluşturulması amacıyla ultrahomojenizatör ve ultrasonik banyo kullanılmaktadır. Birinci rapor döneminde gerçekleştirdiğimiz çalışmalarımızda ultrahomojenizatör ve ultrasonik banyo uygulama süreleri her biri için 60 dk şeklinde uygulanmıştır. Mikro/nanoemülsiyonların bu cihazlar kullanılarak oluşturulmasında işlem sürelerinin optimize edilmesi gerekliliği düşünülerek Design Expert istatistiksel paket programında (version 7.0.0, Stat-Ease Inc., Minneapolis, MN) yanıt yüzey yöntemlerinden biri olan merkezi tümleşik tasarım (CCD) kurgulanmıştır. Bu amaçla, hem lavanta hem de defne ile yapılan emülsiyon çalışmalarımızda elde edilen DLS ve Zeta potansiyeli ölçümlerine göre olumlu sonuç veren ksantan gum ile hazırlanan ortam sabit tutularak (Saf su (150 mL) + Stabilizör, XG (60 mg) +Esansiyel Yağ (750 µl)), ultrahomojenizatör ve ultrasonikbanyo uygulamalarında farklı süre kombinasyonları denenmiştir.Yukarıdaki reçeteye ayrıca Tween 80 de (1 mL) ilave edilmiştir. Belirlenen işlem süreleri ve buna göre elde edilen Dinamik Işık Saçılması (DLS) ölçüm sonuçları Şekil 4.4'de görülmektedir. Elde edilen emülsiyonların DLS sonuçları değerlendirildiğinde, Tween80'in varlığı stabilizör etkisini elimine ederek, tek başına stabil bir emülsiyon oluşmasını sağlamıştır. Burada; işlem parametreleri 30 dk ultrahomojenizasyon ve 15 dk sonikasyon olarak revize edilmiştir.

Std	Run	Block	Factor 1 A:Homogenizat minute	Factor 2 B:sonikbanyo minute	Response 1 dls
0	1	Block 1	36.00	36.00	258
9	2	Block 1	36.00	36.00	242
4	3	Block 1	60.00	60.00	243
2	4	Block 1	60.00	12.00	290
6	5	Block 1	69.94	36.00	240
1	6	Block 1	12.00	12.00	308
8	7	Block 1	36.00	69.94	233
5	8	Block 1	2.06	36.00	275
11	9	Block 1	36.00	36.00	165
3	10	Block 1	12.00	60.00	170
7	11	Block 1	36.00	2.06	192

Şekil 4.4. Lavanta esansiyel yağı kullanılarak nano/mikroemülsiyon hazırlama prosesine ait homojenizatör ve sonik banyo uygulama sürelerinin optimizasyonu amacıyla oluşturulan merkezi tümleşik deneme deseni modeli ve elde edilen DLS ölçüm sonuçları.

Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen DLS sonuçlarına ve varyans analizine göre (Şekil 4.5), ultrahomojenizatör ve sonik banyo uygulama sürelerinin yanıt (DLS) üzerine etkisinin önemli olmadığı ve bununla ilgili anlamlı bir modelin oluşmadığı saptanmıştır. Tablo 4.6'da ortalama değerleri verilen DLS ölçüm sonuçlarının 11 farklı reçetede de birbirine yakın değerlerde olduğu görülmekte olup, bu etkinin reçeteye sonradan ilave edilen Tween 80'den kaynaklandığı belirlenmiştir.

Transform | Fit Summary | f(x) Model | ANOVA | Diagnostics | Model Graphs

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 dls

ANOVA for Response Surface 2FI Model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	4090.71	3	1363.57	0.55	0.6652	not significant
A-Homogenizas	*3.78*	*1*	*3.78*	*1.521E-003*	*0.9700*	
B-sonikbanyo	*2016.67*	*1*	*2016.67*	*0.81*	*0.3979*	
AB	*2070.25*	*1*	*2070.25*	*0.83*	*0.3921*	
Residual	17420.93	7	2488.70			
Lack of Fit	*12476.26*	*5*	*2495.25*	*1.01*	*0.5660*	*not significant*
Pure Error	*4944.67*	*2*	*2472.33*			
Cor Total	21511.64	10				

The "Model F-value" of 0.55 implies the model is not significant relative to the noise. There is a 66.52 % chance that a "Model F-value" this large could occur due to noise.

Şekil 4.5. Lavanta esansiyel yağı kullanılarak nano/mikroemülsiyon hazırlama prosesi işlem sürelerinin merkezi tümleşik tasarım optimizasyonuna ait ANOVA sonuçları

Tablo 4.6. Farklı reçeteler uygulanarak lavanta esansiyel yağı, ksantan gum ve tween80 ile oluşturulan emülsiyonlara ait DLS sonuçları

Örnek	DLS	Standart Sapma
L01	259	28
L02	243	2
L03	243	29
L04	290	22
L05	241	19
L06	309	9
L07	234	24
L08	275	10
L09	165	13
L10	2031	206
L11	192	24

**Emülsiyonlar 150mL saf su içerisine 0,060g Ksantan gum + 1mL Tween80 + 0,750mL Lavanta Esansiyel yağı eklenerek hazırlanmıştır.

Bu deneme deseni sonucunda, optimum işlem süreleri ile ilgili bir optimizasyon modeli elde edilemediğinden, bundan sonraki emülsiyon oluşturma işlem basamakları ultrahomojenizatör (30 dak) ve ardından ultrasonik banyo (15 dak.) uygulaması şeklinde karar verilmiştir. Buna göre, saf su içerisine stabilizör ve Tween80 eklenerek 50 °C'de 4000 rpm'de manyetik karıştırıcıda 10 dk süreyle karıştırılmıştır. Sonrasında 18000 rpm/30 dk olacak şekilde homojenizasyon işlemi ve 50 Hz/15 dk ultrasonik banyo uygulanmıştır. Süre optimizasyonuna kadar yapılan bütün ön denemelerde emülsiyon örneklerinin üretimi bu prosedür ile gerçekleştirilmiştir. **Tween 80'in nanoemülsiyon oluşturmadaki bu etkisi görüldükten sonra, reçete optimizasyonu denemelerinin yapılmasına karar verilmiştir.**

4.3.2. Lavanta Esansiyel Yağı ile Mikro/Nanoemülsiyon Reçetesi Optimizasyon Çalışmaları

Lavanta esansiyel yağının farklı stabilizörlerle oluşturulacak emülsiyon reçetesinin optimize edilmesi amacıyla Design Expert istatistiksel paket programı yanıt yüzey yöntemlerinden biri olan merkezi tümleşik tasarım (CCD) kurgulanmıştır. Emülsiyon reçetesinin optimize edilecek parametreleri ksantan gum (X_1), Tween 80 (X_2) ve lavanta esansiyel yağ (X_3) olarak belirlenmiştir. Tüm tasarım parametrelerinin minimum ve maksimum değerleri belirlenerek merkezde 5 tekrarlı deney ile toplam 18 deney setinden oluşan tasarım elde edilmiştir. Dinamik Işık Saçılması tasarımda yanıt olarak alınmıştır. Tasarımdaki farklı deney setlerine ait her bir sonuç ve emülsiyon görüntüleri sırasıyla, Tablo 4.7 ve EK 1'de görülmektedir.

Tablo 4.7. Lavanta nano/mikroemülsiyon reçetesi belirleme amacıyla gerçekleştirilen Merkezi Tümleşik deney tasarımında bağımsız değişkenlerin (Ksantan gum, Tween 80 ve lavanta esansiyel yağ) gerçek değerleri ve elde edilen yanıt (DLS)

Bağımsız değişkenler (g/l)	Sembol	Kodlanmış faktörlerin gerçek değerleri		
	Kodlanmış	-1	0	1
Ksantan gum	X_1	0.26	0.63	1
Tween 80	X_2	0.40	0.95	1.5
Lavanta esansiyel yağ	X_3	0.70	1.60	2.50
Runs	X_1	X_2	X_3	DLS ± Standart sapma
1	2910	2741	3256	2969 ± 263
2	1714	287	2447	1483 ± 1098
3	3750	3873	2049	3224 ± 1019
4	686	848	963	832 ± 139
5	4884	1555	2721	3053 ± 1689
6	1278	1917	2763	1986 ± 745
7	104	141	165	137 ± 31
8	3220	2811	2774	2935 ± 248
9	787	1235	1937	1320 ± 580
10	789	977	1116	961±164
11	74	69	70	71±3
12	48	47	49	48±1
13	802	802	911	838±63
14	200	252	261	238±33
15	1287	1646	1708	1547±227
16	881	1317	1061	1086±219
17	332	424	418	391±51
18	1379	1402	1138	1306±146

*Emülsiyonlar 150 ml saf su içerisinde değişen oranlarda ksantan gum, Tween 80 ve esansiyel yağ ilave edilerek hazırlanmıştır.

Yapılan varyans analizi (ANOVA) sonuçları Şekil 4.6'da görülmektedir. F değeri, belirli bir veri kümesine ilişkin olan bir modelin, bu veri kümesindeki varyasyonun ne kadarını açıklayabildiği ile ilişkilidir. Bu ilişki ise, açıklanan varyasyonun açıklanmayan varyasyona oranı şeklindedir. Regresyon eşitliğiyle (model ile) açıklanan varyasyon miktarının daha büyük olması; bu eşitliğin, sonuçları anlamlı bir şekilde açıklama olasılığının da daha büyük olduğunu ifade eder. Varyans analizinde elde edilen F değeri, bu ilişkinin bir ölçüsüdür. Daha büyük F değeri,

regrasyon eşitliğinin, verileri anlamlı olarak açıklamada daha yetenekli olduğunu göstermektedir. Şekil 4.6'da görülen model F değeri (9,69), modelin anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,01). Ayrıca, 2,24 olan uyum eksiği F değeri ("*Lack of fit F value*"), bu uyumsuzluğun, tekrarlanan deneylerde görülen hata payı olan saf hataya ("*pure error*") göre çok küçük olduğunu, diğer bir deyişle bu uyumsuzluğun anlamlı olmadığını göstermektedir. Model ANOVA testi sonuçlarına göre DLS değerleri üzerine ksantan gum ve lavanta esansiyel yağ etkilerinin önemli olduğu saptanmıştır (p<0,01). Tween 80'in etkisinin ise önemsiz olduğu saptanmıştır (p>0,05).

Transform | Fit Summary | f(x) Model | ANOVA | Diagnostics | Model Graphs

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 R1

ANOVA for Response Surface Linear Model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	1.331E+007	3	4.437E+006	9.69	0.0010	significant
A-stabilizor	*5.314E+006*	*1*	*5.314E+006*	*11.61*	*0.0043*	
B-tween 80	*3.414E+005*	*1*	*3.414E+005*	*0.75*	*0.4023*	
C-EO	*7.655E+006*	*1*	*7.655E+006*	*16.72*	*0.0011*	
Residual	6.408E+006	14	4.577E+005			
Lack of Fit	*5.714E+006*	*11*	*5.195E+005*	*2.24*	*0.2747*	*not significant*
Pure Error	*6.944E+005*	*3*	*2.315E+005*			
Cor Total	1.972E+007	17				

Şekil 4.6. Lavanta esansiyel yağ nano/mikroemülsiyon reçetesi için gerçekleştirilen merkezi tümleşik tasarıma ait ANOVA sonuçları

Optimizasyon çalışmaları sonucunda, 150 ml saf su içersinde 0.31 g. ksantan gum, 0.40 ml Tween80 ve 2.32 ml esansiyel yağşeklinde hazırlanacak ortamın kullanılabileceği belirlenmiştir. **Fakat, Tween 80'in emülsiyon oluşturmadaki etkisinin burada önemsiz çıkması nedeniyle tüm stabilizörlerin bu receteyle deneneceği yeni bir kurguya gidilmiştir**. Buna göre, lavanta esansiyel yağını stabilize etmek için kullanılması düşünülen tüm stabilizörlerle, optimizasyon sonucu belirlenen ortam hazırlanmış ve DLS ölçüm sonuçları Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Farklı stabilizörler ve Tween80 ile hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları

Stabilizör	DLS Ortalama ± Standart Sapma
Karboksimetil selüloz (CMC)	275 ± 51
Amilopektin	21 ± 1
Nişasta	22 ± 0
Ksantan gum (XG)	159 ± 20
Agar	76 ± 1
Karragenan	225 ± 25
Arap Zamkı	22 ± 0
Jelatin	54 ± 6
Soya Proteini	30 ± 1
Kazein	25 ± 0
Peyniraltı suyu (PAS)	22 ± 0

Güçlü bir surfektan olan Tween80'in DLS sonuçlarını önemli oranda düşürdüğü görülmektedir. Bu nedenle, yalnızca stabilizörlerin etkisini ortaya koyabilmek amacıyla aynı oranlarda esansiyel yağ ve stabilizör kullanılarak aynı prosedürle yeniden emülsiyonlar hazırlanmış, fakat bu kez Tween 80 hazırlanan ortamlarda yer almamıştır. Bu amaçla, önceki aşamada kullanılan bütün stabilizörler denenmiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Farklı stabilizörler ile hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları

Stabilizör	DLS Ortalama ± Standart Sapma
Karboksimetil selüloz (CMC)	3168 ± 58
Amilopektin	1715 ± 1945
Nişasta	534 ± 110
Ksantan gum (XG)	3827 ± 451
Agar	3864 ± 521
Karragenan	2864 ± 674
Arap Zamkı	812 ± 64
Jelatin	375 ± 132
Soya Proteini	491 ± 86
Kazein	177 ± 25
Peyniraltı suyu (PAS)	492 ± 118

Elde edilen emülsiyonların DLS sonuçları incelendiğinde (Tablo 4.9); CMC, Amilopektin, XG, agar, karragenan ve arap zamkıile hazırlanan örneklerin iyi emülsiyon oluşturmadıkları görülmüştür. Diğer yandan, kazein ve PAS'ın suda çözündürülmesindeki zorluklar sebebiyle kullanılmamasına karar verilmiştir. Ayrıca, hayvansal kaynaklı bir protein olan jelatinle elde edilen emülsiyonun meyve suyuna eklenmesi tüketicilerin ürünü kabul/tercihlerinde sorun yaratacağı düşünülmüştür. Diğer yandan, protein yapısında olan stabilizörlerin de düşük pH'da depolanmaları (pH 3) aşamasında çökelmeye sebep olabileceği öngörülmektedir. Bu nedenle, devam eden çalışmalarda jelatinin kullanılmamasına karar verilmiştir. **Sonuç olarak, uygun DLS değerleri ile öne çıkan nişasta ve soya proteinlerinin, bundan sonraki lavanta esansiyel yağ emülsiyon çalışmalarında kullanılmasına karar verilmiştir.**

Tween 80 için optimizasyon amacıyla belirlenen minumum konsantrasyonunun altında bile etkili olabileceği düşünülerek optimizasyon sonucunda belirlenen Tween80 miktarı (0.40 ml) %100 kabul edilip, azalan oranlarda (%100-75-50-25-12.5-0) Tween80 ilave edilerek nişasta stabilizörlüğünde (0.31 g) ve lavanta esansiyel yağ (2.32 ml) ileyeni emülsiyonlar hazırlanmıştır. Elde edilen DLS değerleri Tablo 4.10'da görülmektedir.

Tablo 4.10. Lavanta esansiyel emülsiyon ortamında kullanılabilecek minimum Tween80 miktarını belirleyebilmek için hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları

Tween80 miktarı	DLS Ortalama ± Standart Sapma
%100	15 ± 0 a
%75	28 ± 1 a
%50	47 ± 2 a
%25	76 ± 7 a
%12.5	116 ± 3 a
%0	534 ± 110 b

%100 Tween 80 0.4 ml/150 ml; %75 Tween 80 0.3 ml/150 ml; %50 Tween 80 0.2 ml/150 ml; %25 Tween 80 0.1 ml/150 ml; %12.5 Tween 80 0.05 ml/150 ml; %0 Tween 80. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

Kullanılan Tween 80 oranının lavanta esansiyel yağı ile elde edilen emülsiyonların DLS sonuçları üzerine etkisini incelediğimizde, varyans analizine göre %12.5 oranında Tween 80 eklenmesi durumunda DLS sonuçlarının istatistiksel olarak önemli derecede düşüş gösterdiği saptanmıştır. Bununla beraber, daha yüksek oranlar arasında ise DLS sonuçları arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır. Ancak, bu projede gıdalarda kullanılabilir (Food-Grade) nitelikte emülsiyonların hazırlanması hedeflendiğinden Tween 80'in hazırlanacak ortamlarda

bulunmamasına, sadece polisakkarit ve/veya protein bazlı maddeler kullanılarak emülsiyon oluşturulmasına karar verilmiştir.

4.3.3. Lavanta Esansiyel Yağı ile Mikro/nanoemülsiyon Eldesinde Uygulanacak Miktar Optimizasyonu

Ksantan gum kullanılarak hazırlanan ortamlarda yapılan hem işlem süreleri hem de ortam recetesi belirleme optimizasyon çalışmaları sonucunda ortaya konan optimum koşullar ve reçete kullanılarak 11 farklı polisakkarit ve/veya protein bazlı maddelerin emülsiyon karakteristikleri Tablo 4.9'da görülmektedir. Kullanılan bu reçeteyle en iyi LEY emülsiyonlarının nişasta ve soya proteini olduğu belirlenmiştir.

Projenin bu aşamasında kadar LEY ile elde edilen emülsiyonlarda miktar ve süre optimizasyon çalışmaları stabilizör olarak XG kullanımı ile yapılmıştır. Fakat, denenmiş olan **11 adet stabilizör içerisinden nişasta ve soya proteininin LEY emülsiyonlarında daha iyi DLS sonuçları verdiği belirlenmiştir**. Bu nedenle, LEY ile emülsiyon eldesinde eklenecek olan nişasta stabilizörünün miktarının ve işlem sürelerinin belirlenmesi için yeniden optimizasyon çalışmasının yapılması gerekli görülmüştür.

Eklenecek olan stabilizör (nişasta) ve esansiyel yağ miktarını belirlemek için farklıkonsantrasyonlarda optimizasyon çalışması yapılmıştır. Optimizasyon deneme desenine göre elde edilen emülsiyonlara ait DLS sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir. **Yapılan optimizasyon çalışması sonucunda elde edilen DLS ölçümlerine göre; 100 ml saf su içerisinde 0.21 g nişasta (stabilizör), 1.55 ml esansiyel yağ içeren emülsiyonların hazırlanmasına karar verilmiştir.**

Tablo 4.11. LEY ile mikro/nano emülsiyon eldesinde kullanılacak olan stabilizör ve EY miktarının optimizasyonunda oluşturulan deneme seti ve DLS değerleri

Örnek*	Nişasta (g)	Esansiyel Yağ (mL)	DLS Ortalama ± Standart Sapma
LN01	0.80	0.65	861 ± 379
LN02	1.30	1.00	630 ± 166
LN03	0.30	1.00	1041 ± 338
LN04	1.30	0.30	1094 ± 242
LN05	0.80	0.65	623 ± 134
LN06	0.80	1.14	933 ± 361
LN07	0.80	0.65	911 ± 238
LN08	0.09	0.65	1167 ± 304
LN09	0.30	0.30	1827 ± 359
LN10	0.80	0.65	764 ± 51
LN11	1.51	0.65	1508 ± 579

4.3.4. Lavanta Esansiyel Yağı ile Mikro/Nanoemülsiyon Eldesinde Uygulanacak Homojenizasyon ve Sonikasyon Süresinin Damlacık Boyutları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Daha önce belirlenen sürelerde ultrahomojenizasyon (18000 rpm/30 dk) ve sonikasyon (50 Hz/15 dk) işlemleri uygulanarak emülsiyon (LEY ve nişasta) elde edilmiştir. Ayrıca, homojenizasyon işlemi boyunca 5., 15. ve 30. dakikalarında örnek alınarak DLS sonuçları ölçülmüştür. Homojenizasyon işleminin farklı sürelerinde alınan örneklere ait DLS sonuçları Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Farklı homojenizasyon sürelerinde alınan emülsiyon örneklerine ait DLS sonuçları

Örnek*	DLS Ortalama ± Standart Sapma
1N5	934 ±134
1N15	749 ± 58
1N30	1042 ± 89
1N45	953 ± 212
2N5	693 ± 12
2N15	896 ± 142
2N30	711 ± 133
2N45	918 ± 111

*Emülsiyonlar 100mL saf su içerisine 0,21g Stabilizör (nişasta) ve 1,55mL Lavanta Esansiyel Yağı eklenerek hazırlanmıştır.1N5 ve 2N5 örneğinde sadece 5dk ultrahomojenizasyon işlemi uygulanmıştır. 1N15 ve 2N15 örneğinde sadece 15dk ultrahomojenizasyon işlemi uygulanmıştır. 1N30 ve 2N30 örneğinde sadece 30dk ultrahomojenizasyon işlemi uygulanmıştır. 1N45 ve 2N45 örneğinde sadece 30dk ultrahomojenizasyon + 15dk ultrasonik banyo işlemi uygulanmıştır.

Bu sonuçlara göre farklı homojenizasyon süreleri denendiğinde 5 dakikalık uygulamanın kabul edilebilir DLS sonucunu verdiği görülmektedir. Bununla birlikte, 5 dakika ultrahomojenizasyon sonrasında 5 dakika ultrasonik banyo uygulanarak elde edilen emülsiyonların DLS ve Zeta Potansiyeli sonuçları Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13. 5 dakika homojenizasyon ve 5 dakika ultrasonik banyo uygulanarak elde edilen emülsiyonların DLS ve Zeta Potansiyeli sonuçları

Örnek	DLS (Ortalama)	DLS (Standart Sapma)	Zeta
L01	325	11	-22,58
L02	446	28	-22,11

Sonuç olarak; 5 dk ultrahomojenizasyon ve 5 dk ultrasonik banyo **uygulamasının yeterli olduğu saptanmıştır.**

Yapılan bütün ön deneme ve optimizasyon çalışmaları sonucunda, nişasta ve soya proteinin stabilizör olarak kullanıldığı **lavanta esansiyel yağının emülsiyonlarının** hazırlanmasında kullanılacak reçete aşağıdaki gibidir:

- 100 ml saf su içerisinde 0.21 g stabilizör (nişasta/soya proteini) ve 1.55 ml esansiyel yağ (lavanta EY)
    - **Nişasta stabilizörü ile hazırlanan emülsiyon:** 0.21 g nişasta 100 ml saf su içerisinde ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda kaynayana kadar ısıtılır ve gerçek bir çözelti oluşması sağlanır. Oda sıcaklığına kadar soğutulan çözeltiye esansiyel yağ eklenerek sırasıyla ultrahomojenizasyon ve ultrasonik banyo işlemleri uygulanır.
    - **Soya proteini ile hazırlanan emülsiyon:** 0.21 g soya proteini 100 ml saf su içerisinde manyetik karıştırıcıda çözündürülür. Ardından esansiyel yağ eklenerek sırasıyla ultrahomojenizasyon ve ultrasonik banyo işlemleri uygulanır.

4.3.5. Defne Esansiyel Yağı ile Mikro/Nanoemülsiyon Eldesi Amacıyla Uygun Stabilizörlerin Belirlenmesi

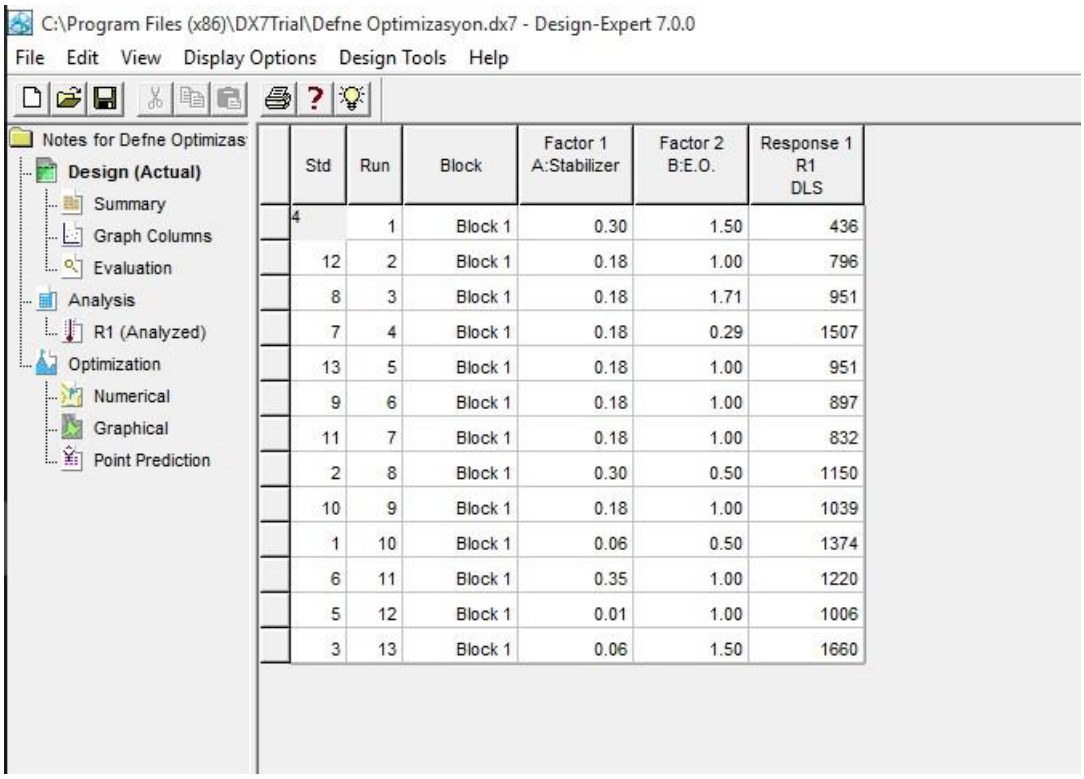
Defne esansiyel yağını en iyi şekilde stabilize edebilmek amacıyla kullanılması düşünülen farklı stabilizörlerle LEY için yapılan optimizasyon çalışmasında belirlenen koşullarda (0.21 g stabilizör, 1.55 ml EY: 5 dk homojenizasyon, 5 dk ultrasonik banyo) emülsiyon ortamı hazırlanmış ve DLS ölçümleri yapılmıştır. Sekiz farklı stabilizör ile elde edilen emülsiyonların DLS sonuçları Tablo 4.14'te gösterilmiştir. **DLS ölçümlerine göre amilopektin ve arapzamkı kullanımı uygun bulunmuştur.**

Tablo 4.14. Farklı stabilizörler ile hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları

Stabilizör	DLS (nm)	Standart Sapma
Amilopektin	310	110
Pektin	1487	574
CMC	1804	650
Agar	917	320
Xanthan Gum	14095	10393
Arap Zamkı	378	76
Jelatin	279	37
Karragenan	7762	2359

4.3.6. Defne Esansiyel Yağı ile Mikro/nanoemülsiyon Eldesinde Uygulanacak Miktar Optimizasyonu

Defne EY ile mikro/nanoemülsiyon oluşturulmasında eklenecek olan stabilizör ve esansiyel yağ miktarını belirlemek amacıyla Design Expert İstatistiksel paket programı kullanılarak yanıt yüzey yöntemine dayalı olarak kurgulanan deneme deseni Şekil 4.7'de verilmiştir.



Std	Run	Block	Factor 1 A:Stabilizer	Factor 2 B:E.O.	Response 1 R1 DLS
4	1	Block 1	0.30	1.50	436
12	2	Block 1	0.18	1.00	796
8	3	Block 1	0.18	1.71	951
7	4	Block 1	0.18	0.29	1507
13	5	Block 1	0.18	1.00	951
9	6	Block 1	0.18	1.00	897
11	7	Block 1	0.18	1.00	832
2	8	Block 1	0.30	0.50	1150
10	9	Block 1	0.18	1.00	1039
1	10	Block 1	0.06	0.50	1374
6	11	Block 1	0.35	1.00	1220
5	12	Block 1	0.01	1.00	1006
3	13	Block 1	0.06	1.50	1660

Şekil 4.7. DEY ve stabilizör (amilopektin) için miktar optimizasyonu

Farklı miktarlarda defne EY ve stabilizör (amilopektin) içeren emülsiyon örneklerine ait DLS sonuçları Tablo 4.15'te verilmiştir. Yapılan miktar optimizasyonu çalışmasında, DLS ölçümlerine göre; **100 ml saf su içerisinde 0,3 g amilopektin (stabilizör), 1,50 mL defne esansiyel yağı içeren emülsiyonların hazırlanmasına karar verilmiştir**.

Tablo 4.15. DEY ile mikro/nano emülsiyon eldesinde kullanılacak olan stabilizör ve EY miktarının optimizasyonunda oluşturulan deneme seti ve DLS değerleri

Örnek	Amilopektin (g)	Esansiyel Yağ (mL)	DLS Ortalama ± Standart Sapma
DAP01	0.06	0.50	1374 ± 95
DAP02	0.18	1.00	796 ± 82
DAP03	0.18	1.00	951 ± 170
DAP04	0.18	1.00	1039 ± 346
DAP05	0.35	1.00	1220 ± 182
DAP06	0.01	1.00	1006 ± 137
DAP07	0.18	1.00	897 ± 94
DAP08	0.18	0.29	1507 ± 244
DAP09	0.18	1.00	832 ± 152
DAP10	0.30	0.50	1150 ± 202
DAP11	0.18	1.71	951 ± 87
DAP12	0.30	1.50	436 ± 103
DAP13	0.06	1.50	1660 ± 343

4.3.7. Defne Esansiyel Yağı ile Mikro/nanoemülsiyon Eldesinde Uygulanacak İşlem Parametrelerinin Optimizasyonu

Defne esansiyel yağı ile emülsiyon eldesinde uygulanacak olan ultrahomojenizasyon ve ultrasonik banyo işlemlerinin sürelerinin optimizasyonu amacıyla, Design Expert istatistiksel paket programında yanıt yüzey yöntemlerinden biri olan merkezi tümleşik tasarım (CCD) kurgulanmıştır. Bu amaçla, miktar optimizasyonunda belirlenen oranlarda DEY ve stabilizör (amilopektin) içeren ortamlar için ultrahomojenizatör ve ultrasonikbanyo uygulamalarında farklı süre kombinasyonları denenmiştir. Uygulanan süre kombinasyonlarına ait deneme deseni ve elde edilen DLS ölçüm sonuçları sırasıyla Şekil 4.8 ve Tablo 4.16'da gösterilmektedir.

Response 1 R1

ANOVA for Response Surface 2FI Model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	13601.45	3	4533.82	0.95	0.4555	not significant
A-Turrax	*10836.81*	*1*	*10836.81*	*2.28*	*0.1655*	
B-Sonikatör	*1562.86*	*1*	*1562.86*	*0.33*	*0.5806*	
AB	*1201.78*	*1*	*1201.78*	*0.25*	*0.6273*	
Residual	42819.25	9	4757.69			
Lack of Fit	*5474.14*	*5*	*1094.83*	*0.12*	*0.9814*	*not significant*
Pure Error	*37345.11*	*4*	*9336.28*			
Cor Total	56420.70	12				

Şekil 4.8. Defne esansiyel yağı kullanılarak nano/mikroemülsiyon hazırlama prosesine ait homojenizatör ve sonik banyo uygulama sürelerinin optimizasyonu amacıyla oluşturulan merkezi tümleşik deneme deseni modeli

Tablo 4.16. Farklı süre kombinasyonları ile elde edilen mikro/nano emülsiyonlara ait DLS sonuçları

Örnek	Ultrahomojenizatör (dk)	Ultrasonik banyo (dk)	DLS Ortalama ± Standart Sapma
DAP01	15.00	0.86	226 ± 61
DAP02	15.00	15.00	186 ± 30
DAP03	15.00	15.00	175 ± 37
DAP04	5.00	5.00	280 ± 75
DAP05	25.00	25.00	271 ± 46
DAP06	15.00	15.00	242 ± 81
DAP07	15.00	15.00	411 ± 146
DAP08	5.00	25.00	170 ± 46
DAP09	15.00	29.14	253 ± 90
DAP10	25.00	5.00	311 ± 134
DAP11	15.00	15.00	208 ± 60
DAP12	0.86	15.00	204 ± 34
DAP13	29.14	15.00	319 ± 77

Sonuç olarak; DEY ile nano/mikroemülsiyon oluşturulmasında 5 dk ultrahomojenizasyon ve 5 dk sonikasyon işlemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Miktar ve süre optimizasyonları her esansiyel yağda birer stabilizör için (nişasta ve amilopektin) uygulanmış, diğeri için de (soya proteini, arapzamkı) uygunluğu DLS ölçümleri ile doğrulanarak kullanılmasına karar verilmiştir.

4.4. Ön Denemelerde Mikro/Nano Emülsiyonlarda Gerçekleştirilen Analizler

4.4.1. Lavanta Esansiyel Yağları ile Hazırlanan Emülsiyonların DLS (Dinamik Işık Saçılımı) Sonuçları

Nano/mikroemülsiyonlar ultrahomojenizatör ve sonikatör uygulamaları ile elde edilmiştir. Her bir emülsiyon için, hazırlanan karışıma (150 mL saf su + stabilizör + esansiyel yağ) 1 saat ultrahomojenizatör ve 1 saat sonikatör uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bazı sonuçlara ait DLS grafikleri EK 2'de sunulmuştur.

Xantham Gum kullanılarak hazırlanan farklı pH ve sıcaklıklarda depolanan örneklere ait DLS sonuçları Tablo 4.17 ve

Tablo **4.18**'de peyniraltı suyu (PAS) tozu kullanılarak hazırlanan emülsiyonlara ait DLS sonuçları da
Tablo **4.19**'da sunulmuştur.

Tablo 4.17. Çözücü olarak 150 mL saf su ve 60 mg Xantham Gum kullanılan örneklerde DLS sonuçları (Depolama Sıcaklığı +4°C).

Esansiyel Yağ Derişimi	750 µL	250 µL	1000 µL	1500 µL
DLS Ölçümleri (nm)	1189	790	933	922
	1583	909	-	-
	1332	2778	-	-
	1218	862	-	-
	2347	2247	-	-
	3386	1686	-	-
	1539	936	-	-
	2553	2244	-	-

-1000 ve 1500 µL esansiyel yağ derişimlerinde henüz depolama çalışması yapılmamıştır.

Tablo 4.18. Çözücü olarak 150 mL pH3 ve pH9 tampon çözeltileri ve 60 mg Xantham Gum kullanılan örneklerde DLS sonuçları

	Depolama Sıcaklığı			
	+4°C		+25°C	
pH/ Esansiyel Yağ Derişimi	pH3/750 µL	pH9/250 µL	pH3/750 µL	pH9/250 µL
DLS Ölçümleri (nm)	472	456	2032	1247
	385	341	2060	777
	608	446	2045	776
	1828	396	1855	498
	431	357	1277	658
	836	374	1365	845
	508	347	966	1009

Tablo 4.19. Çözücü olarak 150 mL saf su ve 60 mg ve 120 mgstabilizör (PAS) kullanılan örneklerde DLS sonuçları (Depolama Sıcaklığı +4°C).

DLS Ölçümleri	Stabilizör/ Esansiyel Yağ Derişimi		
	60 mg/ 750 µL	60 mg/ 250 µL	120 mg/ 750 µL
Nanometre (nm)	651	470	600
	504	3569	495
	1127	1909	1249
	3371	1203	2967
	1546	1794	2693
	3062	1673	2760
	3027	1448	2239

4.4.2. Defne Esansiyel Yağları ile Hazırlanan Emülsiyonların DLS (Dinamik Işık Saçılımı) Sonuçları

Nano/mikroemülsiyonlar ultrahomojenizatör ve sonikatör uygulamaları ile elde edilmiştir. Her bir emülsiyon için, hazırlanan karışıma (150 mL saf su + stabilizör + esansiyel yağ) 1 saat ultrahomojenizatör ve 1 saat sonikatör uygulaması gerçekleştirilmiştir. XanthamGum kullanılarak defne esansiyel yağlarından hazırlanan emülsiyonlarda DLS Sonuçları Tablo 4.20'de sunulmuştur.

Tablo 4.20. Çözücü olarak 150 mL saf su + 60 mg stabilizör (Xantham Gum) kullanılmıştır (Depolama Sıcaklığı +4°C).

DLS Ölçümleri	Esansiyel Yağ Derişimi	
	1000 µL	**1500 µL**
Nanometre (nm)	749	858

4.4.3. Lavanta Esansiyel Yağlarından Elde Edilmiş Emülsiyonların Türbidimetre Sonuçları

Kullanılan stabilizör çeşidine ve parametrelere göre emülsiyonlarda ölçülen türbidimetre sonuçları Tablo 4.21'de görülmektedir.

Tablo 4.21. Stabilizör çeşidi ve parametrelere göre türbidimetre sonuçları

Stabilizer/Parametreler[1]	Ölçüm I	Ölçüm II	Ortalama± Standart Sapma
Xantham Gum 60mg/EO 750µL/+4°C	454.00	316.00	385.00±97.58
Xantham Gum 60mg/EO 250µL/+4°C	159.00	138.00	148.50±14.85
PAS 60 mg/EO 750µL/+4°C	91.70	96.80	94.25±3.61
PAS 60 mg/EO 250µL/+4°C	6.06	6.18	6.12±0.08
PAS 120 mg/EO 750µL/+4°C	197.00	187.00	192.00±7.07
Xantham Gum 60mg/EO 1000µL/+4°C*	-	-	-
Xantham Gum 60mg/EO 1500µL/+4°C*	-	-	-
Xantham Gum 60mg/EO 1000µL/+4°C*	-	-	-
Xantham Gum 60mg/EO 1500µL/+4°C*	-	-	-

PAS: peyniraltı suyu tozu. *Xantham Gum' da hazırlanmış 1000µL ve 1500µL EO (defne ve lavanta) içeren emülsiyonlarda sonuç alınamamasının sebebi, türbidimetre cihazının ölçüm aralığı dışında bulanıklığa sahip olmaları. Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Kullanılan Stabilizör çeşidi ve Parametreler[1]:

XanthamGum 60mg/EO 750µL/+4°C: 150mL saf su içerisinde 60mg XG stabilizör olarak kullanılmış, 750µLesansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO:Lavanta, Depolama: +4°C).
XanthamGum 60mg/EO 250µL/+4°C: 150mL saf su içerisinde 60mg XG stabilizör olarak kullanılmış, 250µLesansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO:Lavanta, Depolama: +4°C).
PAS 60mg/EO 750µL/+4°C: 150mL saf su içerisinde 60mg PAS stabilizör olarak kullanılmış, 750µLesansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO:Lavanta, Depolama: +4°C).
PAS 60mg/EO 250µL/+4°C: 150mL saf su içerisinde 60mg PAS stabilizör olarak kullanılmış, 250µLesansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO:Lavanta, Depolama: +4°C).
PAS 120mg/EO 750µL/+4°C: 150mL saf su içerisinde 120mg PAS stabilizör olarak kullanılmış, 750µLesansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO:Lavanta, Depolama: +4°C).
XanthamGum 60mg/EO 1000µL/+4°C: 150mL saf su içerisinde 60mg XG stabilizör olarak kullanılmış, 1000µLesansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO: Lavanta, Depolama: +4°C).
XanthamGum 60mg/EO 1500µL/+4°C:150mL saf su içerisinde 60mg XG stabilizör olarak kullanılmış, 1500µLesansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO: Lavanta, Depolama: +4°C).

Xantham Gum 60mg/EO 1000µL/+4°C: 150mL saf su içerisinde 60mg XG stabilizör olarak kullanılmış, 1000µL esansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO: Defne, Depolama: +4°C).
Xantham Gum 60mg/EO 1500µL/+4°C:150mL saf su içerisinde 60mg XG stabilizör olarak kullanılmış, 1500µL esansiyel yağ eklenerek elde edilmiştir (EO: Defne, Depolama: +4°C).

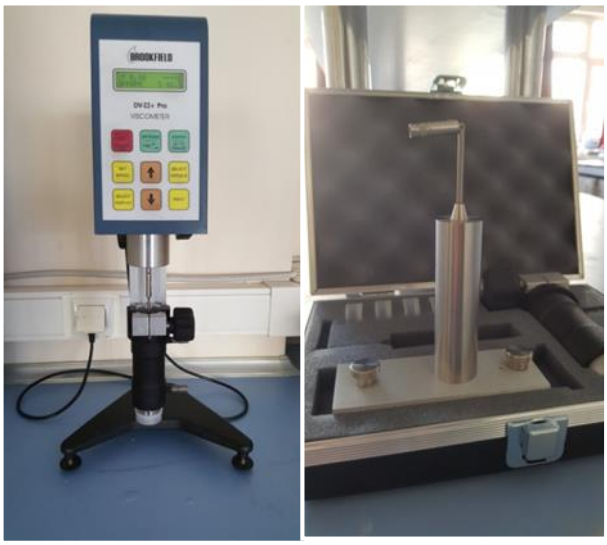
4.4.4. Defne ve Lavanta Esansiyel Yağlarında Viskozite Ölçümü

Viskozite ölçümü için; Brookfield DV-II+ Pro Viskozimetresi, S0 numaralı spindle kullanılmış olup dönüş hızı 100 rpm olarak ayarlanmıştır (Şekil6a ve b). Kullanılan stabilizör çeşidine ve parametrelere göre emülsiyonlarda ölçülen viskozite değerleri Tablo 4.22'de görülmektedir.

Tablo 4.22. Stabilizör çeşidi ve parametrelere göre viskozite ölçümleri

Stabilizer/Parametre	Viskozite (cP)	Tork (%)	Başlangıç Sıcaklığı	Son Sıcaklık	rpm
Xantham Gum 60 mg/EO 750µL (Lavanta)	2.23	37.2	21.5	22.3	100
Xantham Gum 60 mg/EO 250µL (Lavanta)	1.33	22.2	21.4	22.2	100
PAS 60 mg/EO 750 µL (Lavanta)	1.35	22.5	20.8	21.7	100
PAS 60 mg/EO 250 µL (Lavanta)	1.35	22.5	20.7	21.6	100
PAS 120 mg/EO 750 µL (Lavanta)	1.31	21.9	20.6	21.8	100
Xantham Gum 60 mg/EO 1000 µL (Lavanta)	3.22	53.6	19.5	21.8	100
Xantham Gum 60 mg/EO 1500 µL (Lavanta)	2.10	35.0	22.7	23.3	100
Xantham Gum 60 mg/EO 1000 µL (Defne)	1.58	26.4	21.4	22.5	100
Xantham Gum 60 mg/EO 1500 µL (Defne)	2.02	33.6	20.3	21.5	100

Tablo 4.21'de belirtilen parametreler kullanılmıştır. PAS: peyniraltı suyu tozu



Şekil 4.9. Viskozimetre ve spindle

4.4.5. Defne ve Lavanta Esansiyel Yağ ve Nanoemulsiyonlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Lavanta ve defne esansiyel yağlarının ve bu yağlarla oluşturulan nano/mikroemülsiyonların antibakteriyel etkisinin belirlenmesinde Gram negatif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla *Escherichia coli* ATCC 25922, Gram pozitif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla ise *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 referans suşları kullanılmıştır. Burada öncelikli amaç, nano/mikroemülsiyonların oluşturulmasında kullanılacak antimikrobiyal aktivitenin görüldüğü esansiyel yağ miktarına karar verilmesi olmuştur. Çalışmada defne ve lavanta yağlarının ve bunların nano/mikroemülsiyonların sporlu bakteri olan *Bacillus cereus* ve meyve sularında bozulma yapan *Alicyclobacillus acidoterrestris*'in referans suşları üzerine olan etkisi de ayrıca değerlendirilmiştir. Bunun yanında elde edilen emülsiyonların meyve suyu ortamındaki etkisinin de yukarıda bahsedilen referans suşları kullanılarak test edilmiştir.

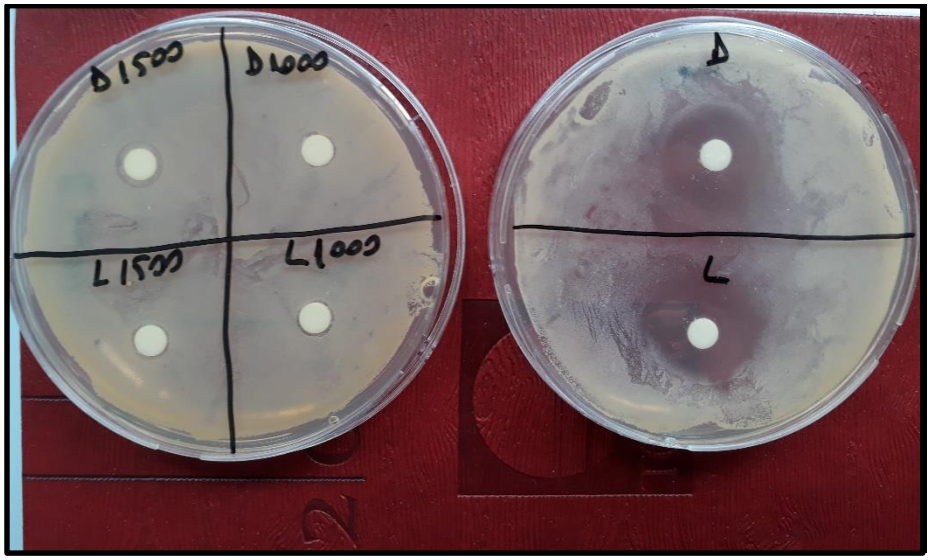
Elde edilen lavanta ve defne esansiyel yağlarının ve emülsiyonlarının antimikrobiyal aktiviteleri agar disk difüzyon ve agar kuyucuk yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir (Todorovand Dicks, 2006; Özcan et al., 2010; Cherrat et al., 2014). Agar disk difüzyon yönteminde Nutrient broth besiyerinde, 37°C'de, 18-24 saat süresince geliştirilmiş *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 referans suşları steril serum fizyolojik yardımıyla 0.5 MacFarland standart bulanıklığa ayarlanarak Müller Hinton agar besiyeri yüzeyine 0.1 mL miktarda yayılmıştır. Ham esansiyel yağlar ve esansiyel yağların farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış nano/mikroemülsiyonları steril, boş, 6 mm çapındaki kağıt disklere 15'er µL miktarda emdirilerek bakteri yayılmış besiyeri yüzeyine yerleştirilmiştir. Petriler 37°C'de, 18-24 saat inkübe edilerek ve inkübasyon sonunda inhibisyon zonlarının çapları ölçülerek antimikrobiyal aktivite yönüyle değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca agar kuyucuk yöntemi de denenmiştir. Bu yöntemde aktifleştirilmiş 0.1 mL *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 kültürleri ayrı [illegible],75 agar (w/v) içeren 20 mL miktardaki Brain Heart Infusion yumuşak [illegible]e edilip karıştırılarak steril petri kutularına dökülmüş ve buzdolabı [illegible]etilerek katılaşması sağlanmıştır. Katılaşan agar yüzeyine 1 mL'lik st[illegible]rı kullanılarak 8 mm çapında kuyucuklar açılmış ve her bir kuyucuk için[illegible]nsiyel yağlarından ve bunların nano/mikroemülsiyonlarından 100 µL[illegible] eklenmiştir. Olası antimikrobiyel aktivite, Petri kutularının 37 °C'de 24[illegible]ardından kuyucuklar etrafında oluşan şeffaf inhibisyon zonlarının ölçü[illegible] (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11).

Şekil 4.10. Lavanta ve defne esansiyel yağları ve esansiyel yağ içeren emülsiyonlarda antimikrobiyal aktivite. L250: 250 µL lavanta EY/150 mL su; L750: 750 µL lavanta EY/150 mL su.

Öncelikle, defne ve lavanta esansiyel yağlarının antimikrobiyal etkileri incelendiğinde, her iki esansiyel yağın Gram pozitif bir bakteri olan *Staphylococcus aureus* üzerine daha etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, Gram pozitif *S. aureus* bakterisi üzerine defne esansiyel yağının etkisinin daha fazla olduğu zon çapları (18 mm) ile de ortaya konmuştur. Buna karşın lavanta esansiyel yağının Gram pozitif *S. aureus* üzerine oluşturduğu zon çapı ise 11 mm olarak ölçülmüştür. Yine, esansiyel yağların Gram negatif bir bakteri olan *Escherichia coli* üzerine etkisi karşılaştırıldığında defne esansiyel yağının 11 mm zon çapı ile, lavantaya göre (10 mm) daha etkili olduğu belirlenmiştir. Lavanta esansiyel yağının farklı miktarlarda (250 µL ve 750 µL lavanta EY/150 mL su) kullanıldığı emülsiyonların antimikrobiyal etkileri incelendiğinde ise, *Staphylococcus aureus* üzerine lavanta yağının 750µL'lik emülsiyonunun etkisinin (zon çapı: 8 mm) lavanta yağının 250 µL'lik emülsiyonuna göre (zon çapı: 7 mm) daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, lavanta yağının 250µL ve 750µL'lik emülsiyonlarının *E. coli* üzerindeki etkileri incelendiğinde, her iki emülsiyonun da *E. coli* üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir. Ham yağlara benzer olarak emülsiyonların da Gram pozitif bakteri üzerine etkisinin daha fazla olduğu söylenebilmektedir.

Emülsiyonlardaki esansiyel yağ miktarlarının arttırılmasının antimikrobiyal aktivitede yaratacağı değişimi tespit etmek amacıyla defne ve lavanta yağlarının 1000µL ve 1500 µL'lik emülsiyonları hazırlanarak agar disk difüzyon yöntemiyle denemeler tekrarlanmıştır. *S. aureus* üzerine antimikrobiyal etkisinin defne ve lavanta emülsiyonlarının etkisi incelendiğinde defne

yağının 1500µL'lik emülsiyonunun etkisinin (zon çapı: 9 mm) 1000µL'lik emülsiyonuna göre (zon çapı: 7 mm) daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. *S. aureus* üzerine lavanta ve defne esansiyel yağlarının ve emülsiyonlarının antimikrobiyal aktiviteleri. L1000: 1000 µL lavanta EY/150 mL; L1500: 1500 µL lavanta EY/150 mL su; D1000: 1000 µL defne EY/150 mL su ve D1500: 1500 µL defne EY/150 mL su emülsiyonları.

Defne ve lavanta emülsiyonlarının *E.coli* üzerine antimikrobiyal etkileri incelendiğinde ise (Şekil 4.12), lavanta yağının 1500µL'lik emülsiyonunun etkisinin (zon çapı: 8 mm) hem lavanta yağının 1000µL'lik emülsiyonuna göre (zon çapı: 7 mm) hem de Şekil 4.10'da görülen lavanta yağının 250µL ve 750µL'lik emülsiyonlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aynı miktardaki lavanta emülsiyonuyla karşılaştırıldığında, defne emülsiyonunun daha fazla antimikrobiyal etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 4.12. *E. coli* üzerine lavanta ve defne esansiyel yağlarının ve emülsiyonlarınınantimikrobiyal aktiviteleri. L1000: 1000 µL lavanta EY/150 mL; L1500: 1500 µL lavanta EY/150 mL su; D1000: 1000 µL defne EY/150 mL su ve D1500: 1500 µL defne EY/150 mL su emülsiyonları.

4.4.6. Esansiyel Yağ ve Nano/Mikroemulsiyonlarının Antioksidan Aktivite Değerlerinin Belirlenmesi

Lavanta ve defne esansiyel yağlarının ve bunlardan hazırlanan emülsiyonların (1500 µL EY/150 mL su) TEAC değerleri, her bir örneğe ait inhibisyon eğrisinin eğiminin, troloks standart eğrisinin (EK 6) eğimine bölünüp, sonuçların her bir örnek için uygulanan seyreltme faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen sonuçlar Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.23. Defne ve lavanta esansiyel yağlarının ve hazırlanan emülsiyonların TEAC değerleri

Örnek	TEAC Değeri (mM troloks/mL*)
Defne esansiyel yağ	70.56±0.76
Defne XG 1500 emülsiyonu	0.96±0.01
Lavanta esansiyel yağ	1.27±0.02
Lavanta XG 1500 emülsiyonu	0.06±0.00

* Esansiyel yağ veya emülsiyon

4.4.7. Esansiyel Yağ ve Nano/mikroemülsiyonlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi (ön denemeler)

4.4.7.1. Lavanta Esansiyel Yağı, Nişasta ve Soya Proteini Nano/Mikroemülsiyonlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Agar Disk Difüzyon Yöntemi ile Belirlenmesi: Direkt Uygulamada Etkileri

Ham lavanta esansiyel yağın ve bu yağ ile oluşturulan nano/mikroemülsiyonların antibakteriyel etkisinin belirlenmesinde Gram negatif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla *Escherichia coli* ATCC 25922, Gram pozitif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla ise *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 ve sporlu bir bakteri olan *B. cereus* referans suşları kullanılmaktadır. Agar disk difüzyon yönteminde Nutrient broth besiyerinde, 37°C'de, 18-24 saat süresince geliştirilmiş *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 referans suşları steril serum fizyolojik yardımıyla 0.5 MacFarland standart bulanıklığa ayarlanarak Müller Hinton agar besiyeri yüzeyine 0.1 mL miktarda yayılmıştır.

Ham lavanta esansiyel yağı ve nişasta ve soya proteini kullanılarak oluşurulan nano/mikroemülsiyonları steril, boş, 6 mm çapındaki kağıt disklere 15'er µL miktarda emdirilerek bakteri yayılmış besiyeri yüzeyine yerleştirilmiştir. Petriler 37°C'de, 18-24 saat inkübe edilerek ve inkübasyon sonunda inhibisyon zonlarının çapları ölçülerek antimikrobiyal aktivite yönüyle değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.24. Disk difüzyon yöntemine göre ham lavanta esansiyel yağı (LEY) ve nişasta ve soya proteini nanoemülsiyonlarının referans bakteri suşları üzerine antimikrobiyal etkisi

Mikroorganizma	Antimikrobiyal etki (zon çapı, mm)		
	Ham lavanta esansiyel yağ	LEY– Nişasta nano/mikroemülsiyonu	LEY- Soya Proteini nano/mikroemülsiyonu
E. coli	20 ± 3 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	9.5 ± 1 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*	12 ± 1 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*
S. aureus	32 ± 5 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	9 ± 3 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	9 ± 1 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*
B. cereus	50 ± 6 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	10 ± 2 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	Ön denemelerde belirlenmedi.

Lavanta esansiyel yağ ve emülsiyon örneklerinin referans bakteri suşları üzerindeki etkileri Tablo 4.24'te verilen sonuçlara göre değerlendirildiğinde, lavanta esansiyel yağının *E.coli* (20 ± 3 mm inhibisyon zon çapı), *S.aureus* (32 ± 5 mm inhibisyon zon çapı) ve *B.cereus* (50 ± 6 mm inhibisyon zon çapı) üzerinde bakterisidal etki gösterdiği belirlenmiştir. Lavanta esansiyel yağının *B. cereus* üzerinde daha etkili bir inhibisyon sağlandığı görülmektedir.

4.4.7.2. Lavanta Esansiyel Yağı ve Emülsiyonlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Agar Disk Difüzyon Yöntemi ile Belirlenmesi: Duyusal Olarak Kabul Edilen Konsantrasyondaki Etkileri

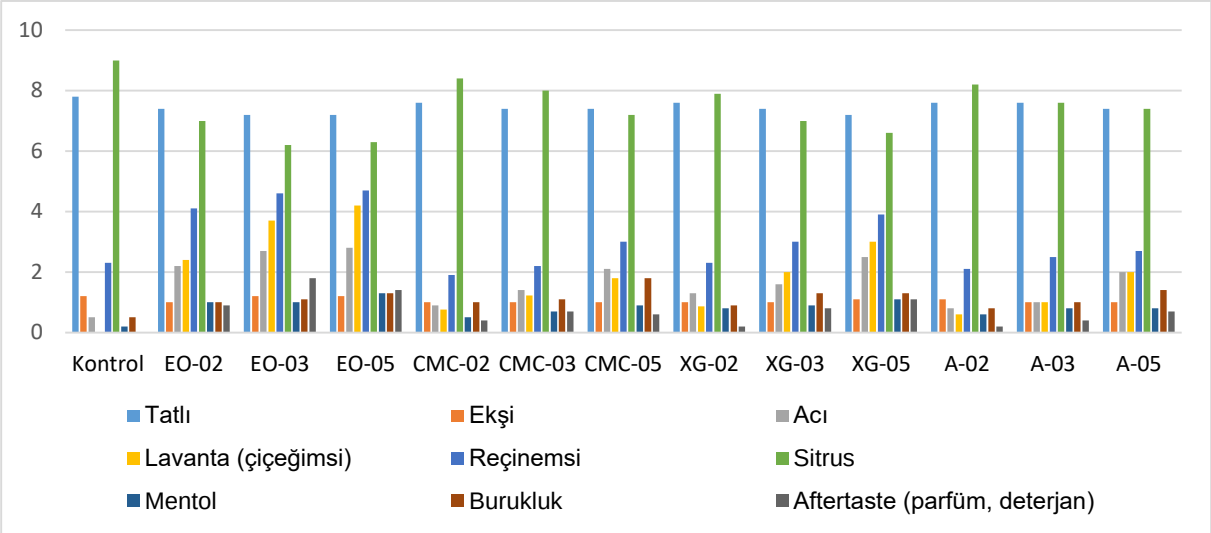
Ham lavanta esansiyel yağın ve bu yağ ile oluşturulan 2 farklı stabilizörle oluşturulan nano/mikroemülsiyonların bu kez duyusal olarak portakal suyunda belirlenen optimum konsantrasyonunun antibakteriyel etkisinin belirlenmesi amacıyla, 0.5 macfarland *E. coli* ve *S. aureus* kültür süspansiyonundan 100 µl Müller Hinton agar besiyeri yüzeyine yayılmıştır. Daha sonra, 25 µl emülsiyon üzerine 4.975 µl serum fizyolojik eklenerek elde edilen karışımdan (%0.5 duyusal konsantasyonuna denk gelen miktar) 15 µl diske yüklendikten sonra besiyeri yüzeyine yerleştirilmiştir. Petriler test bakterileri için uygun sıcaklık olan 37°C (*E. coli* ve *S. aureus* için) inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda inhibisyon zonlarının çapları ölçülerek antimikrobiyal aktivite düzeyleri belirlenmiştir (EK 7). Elde edilen sonuçlar Tablo 4.25'te verilmiştir.

Tablo 4.25. Lavanta esansiyel yağı ile hazırlanan soya proteini emülsiyonlarının disk difüzyon yöntemine göre inaktivasyon sonuçları (Ön deneme)

Mikroorganizma	Antimikrobiyal etki (zon çapı, mm)
	LEY- Soya Proteini nano/mikroemülsiyonu
E. coli	9 ± 1 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*
S. aureus	14 ± 2 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*

4.4.8. Taze Sıkım Portakal Suyuna Eklenen Lavanta ve Defne Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Duyusal Değerlendirmesi

Lavanta esansiyel yağı (LEY) ve farklı stabilizörler (karboksimetil selüloz (CMC), ksantan gum (XG) ve agar) kullanılarak hazırlanmış emülsiyonlar belirli oranlarda(%0.2, %0.3 ve %0.5) taze sıkılmış portakal suyuna ilave edilerek tanımlayıcı duyusal analizler konusunda eğitimli 7 panelist tarafından değerlendirilmiştir (EK 3). Burada amaç ürünlerin hem temel tatlar ve aromatik özellikleri açısından değerlendirilmesi hem de portakal suyuna ilave edilecek uygun konsantrasyonu belirlemektir. Buna göre, lavanta esansiyel yağ emülsiyonunun belirlenen oranlarda kullanımı ile ürünlerde temel tatlar olarak tatlı, ekşi ve acı; aromatik özellikler olarak ise lavanta (çiçeğimsi), reçinemsi, sitrus ve mentol aromaları; burukluk ve aftertaste (parfüm/deterjan) ağız hissi özellikleriortaya konmuştur. Bu kapsamda yapılan duyusal değerlendirme ön çalışma sonuçları Şekil 4.13'te verilmiştir. Sonuç olarak özellikle LEY emülsiyonlarının %0.2 veya 0.3 oranlarında kullanımının ürünün duyusal özelliklerini (tat ve aromasını) olumsuz etkilemediği belirlenmiştir. Bu seviyenin üzerine çıkıldığında ise üründe lavanta kokusununalgılandığı fakat ürünün duyusal özelliklerini çok da olumsuz etkilemediği saptanmıştır. Bu nedenle kullanılan lavanta emülsiyonun portakal suyundaki konsantrasyonu %0.5 i geçmeyecek şekilde ürün denemelerinin yapılabileceğine karar verilmiştir.



Şekil 4.13. Lavanta esansiyel yağ ve farklı stabilizörlerle hazırlanmış emülsiyonların ilave edildiği taze sıkılmış portakal sularının duyusal değerlendirmeleri (ön deneme)

(Kontrol: herhangi bir nano/mikroemülsiyon ilave edilmemiş olan örnek; EO-02, EO-03, EO-05:lavanta esansiyel yağ konsantrasyonları sırasıyla, %0.2, %0.3 ve %0.5 (v/v); CMC-02, CMC-03, CMC-05; karboksimetil selüloz ile hazırlanmış emülsiyonlar sırasıyla, %0,2; %0.3 ve %0.5 (v/v); XG: Ksantan gum ile hazırlanmış emülsiyonlar sırasıyla, %0.2, %0.3 ve %0.5 (v/v); A-02, A-03 ve A-05: Agar ile hazırlanmış emülsiyonlar sırasıyla, %0.2, %0.3 ve %0.5 (v/v)).

Ön çalışmada belirlenen konsantrasyonda (%0.5) lavanta ve defne esansiyel yağlarının emülsiyonlarını içeren taze sıkım portakal sularında gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 4.26 ve Tablo 4.27'de verilmiştir.

Tablo 4.26. Lavanta esansiyel yağı kullanılarak elde edilmiş emülsiyonların portakal suyuna ilavesi (%0.5) ile gerçekleştirilmiş duyusal değerlendirme sonuçları

Örnek*	Tatlı	Ekşi	Acı	Çiçeksi	Reçine	Sitrus	Mentol	Burukluk	Aftertaste	Çürük Portakal
PS	3.6±0.53	5.1±0.38	0.0±0	0.0±0	1.6±0.48	9.6±0.63	0.0±0	1.1±0.38	0.0±0	0.0±0
PSY	3.1±0.73	5.0±1.19	2.8±0.27	4.9±0.61	3.2±0.91	6.1±0.69	1.2±0.57	1.9±0.53	2.7±0.57	1.9±0.67
PS1	2.9±0.38	6.4±0.38	0.5±0.65	0.0±0	1.6±0.48	8.9±0.90	0.0±0	1.2±0.39	0.0±0	0.1±0.38
PS2	3.4±0.48	5.1±0.38	0.0±0	0.0±0	1.6±0.48	9.7±0.76	0.0±0	2.4±3.36	0.0±0	0.0±0
PSN	3.1±0.56	5.7±0.67	1.7±0.46	4.1±0.92	2.9±0.86	6.4±0.88	1.1±0.46	1.6±0.47	2.3±0.73	1.4±0.47
PSSP	2.6±0.50	6.4±1.05	1.6±0.63	3.1±0.98	2.4±0.78	6.2±0.85	1.1±0.62	1.6±0.47	2.0±0.77	1.1±0.49

*PS: Portakal suyu, PSY: Portakal suyu + esansiyel yağ, PS1: Portakal suyu + yağ eklenmemiş nişasta emülsiyonu, PS2: Portakal suyu + yağ eklenmemiş soya proteini emülsiyonu, PSN: Portakal suyu + nişasta emülsiyonu, PSSP: Portakal suyu + soya proteini emülsiyonu

Tablo 4.27. Defne esansiyel yağı kullanılarak elde edilmiş emülsiyonların portakal suyuna ilavesi (%0.5) ile gerçekleştirilmiş duyusal değerlendirme sonuçları

Örnek*	Tatlı	Ekşi	Acı	Çiçeksi	Reçine	Sitrus	Mentol	Burukluk	Aftertaste
PS	3.4±0.8	5.4±0.53	0.9±0.35	0.0±0	2.1±2.49	8.0±3.56	0.1±0.38	0.7±0.57	0.0±0
PSY	3.1±0.48	5.5±0.71	1.4±0.45	3.2±0.64	1.5±0.64	6.4±0.61	3.3±1.04	1.1±0.63	0.3±0.39
PS1	4.0±0.48	3.3±0.85	0.4±0.41	0.0±0	2.0±0.67	7.1±0.90	0.1±0	0.8±0.63	0.0±0
PS2	3.3±0.86	4.1±0.53	0.6±0.38	0.0±0	1.0±0.76	6.5±1.12	0.0±0	0.8±0.39	0.0±0
PSAP	3.3±0.55	5.3±0.54	1.3±0.50	1.8±0.75	1.5±0.60	7.0±0.54	1.5±0.54	1.4±0.59	0.1±0.27
PSAZ	2.9±0.66	4.8±0.61	2.4±0.53	3.9±0.79	1.6±0.56	6.1±0.65	3.4±0.66	1.4±0.73	1.1±0.84

*PS: Portakal suyu, PSY: Portakal suyu + esansiyel yağ, PS1: Portakal suyu + yağ eklenmemiş amilopektin emülsiyonu, PS2: Portakal suyu + yağ eklenmemiş arap zamkı emülsiyonu, PSAP: Portakal suyu + amilopektin emülsiyonu, PSAZ: Portakal suyu + arap zamkı emülsiyonu

4.5. Esansiyel Yağ Emülsiyonlarının Karakterizasyonu

Hazırlanan emülsiyonların haftalık periyotlarda Dinamik Işık Saçılımı (DLS), zeta potansiyeli, viskozite, renk ve bulanıklık ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca elde edilen mikro/nano emülsiyonlar ışık mikroskobu (4.5.2) ve TEM mikroskobunda görüntülenmiştir (4.5.3).

4.5.1. Emülsiyonların Depolama Stabilitesi

Farklı stabilizatör kullanılarak elde edilen lavanta ve defne esansiyel yağ emülsiyonlarında 8 haftalık depolama sonucu elde edilen veriler aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

Örnekler 3 farklı pH da (6*, 3 ve 9) ve 2 farklı sıcaklıkta (+4° C ve +25° C) depolanmıştır. Elde edilen örneklerde düzenli olarak Dinamik Işık Saçılımı (DLS), viskozite, renk ve bulanıklık ölçümleri yapılmıştır. *pH6 değeri her hangi bir tampon çözelti kullanılmadan, saf su ile hazırlanan emülsiyonun pH değerini temsil etmektedir.

4.5.1.1. Lavanta-Nişasta Emülsiyonunun Depolama Boyunca Fiziksel Özelliklerindeki Değişim

Lavanta esansiyel yağı ve stabilizatör olarak nişasta kullanılması ile elde edilen emülsiyonların depolanmasına bağlı fiziksel analiz sonuçları Tablo 4.28’ de verilmiştir.

Farklı pH ve sıcaklık şartlarında depolanan tüm lavanta- nişasta emülsiyon örneklerinde, dinamik ışık saçılımı (DLS) değerlerinin depolama sonucunda, başlangıca oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Emülsiyonun kendi doğal pH’ sı olan 6 değerine ait 2 sıcaklık şartında da DLS değerlerinin oldukça uyumlu ve istenene yakın olduğu gözlemlenmiştir. pH 6/ +4° C’ de

depolama sonucu ilk hafta 732 olan DLS değeri depolamanın tamamlanması ile 392 olarak, +25° C' de depolama sonucu başlangıçta 635 olan DLS değerinin depolamanın tamamlanması ile 448 olarak tespit edilmiştir.

Viskozite değişimi bütün depolama şartlarında depolama ile haftalara bağlı düzenli bir artış ya da azalış göstermemiştir. pH 3 ve 9 ortamlarında +4° C'de depolama verilerine göre depolamanın tamamlanmasıyla viskozite azalırken, diğer pH ve sıcaklık değerlerine ait verilerde viskozitenin depolama sonucunda başlangıca oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama başlangıç ve sonuç değerleri arası en belirgin fark pH 9/ +4° C'de depolama değerinde sırasıyla 1.48 cP ve 1.31 cP olarak tespit edilmiştir.

Lavanta- nişasta emülsiyonlarının depolama boyunca her hafta renk değerleri takip edilmiştir. Buna göre *L, a*, b** değerleri belirlenmiştir.

Tüm pH ve sıcaklık şartlarında depolama sonucu, ilk haftaya oranla emülsiyon geçirgenliğinin azaldığı belirlenmiştir. *L* değerlerine ait ilk ve son haftalar arasında en belirgin değişim pH 9 ortamındaki emülsiyonlarda gözlemlenmiştir. +4° C'de başlangıç değer 40,08 iken depolamanın tamamlanmasıyla 30.72 olarak, +25° C' de ilk hafta 43.15 olarak belirlenen değer depolama sonucunda 30.55 olarak kaydedilmiştir.

pH 6/ +25° C depolama şartları hariç tüm pH ve sıcaklık şartlarında depolamanın tamamlanmasıyla elde edilen verilerde, *a** değerlerinin depolama başlangıcına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. pH 6 ve +25° C' de depolama sonucu *a** değeri; ilk hafta -0.24 iken depolamanın tamamlanmasıyla bir azalma gösterdiği ve -0.31 olduğu tespit edilmiştir.

Lavanta- nişasta emülsiyonlarına ait bütün pH ve sıcaklık şartlarında depolamanın tamamlanmasıyla elde edilen verilerde, *b**değerlerinin depolama başlangıcına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Emülsiyonların depolamaya bağlı bulanıklık özelliği tüm örneklerde depolama sonucunda başlangıca oranla daha düşük olduğu ve bulanıklığın azaldığı tespit edilmiştir. En belirgin depolama başlangıç ve sonuç değerleri pH 6 ortamındaki iki sıcaklık değerlerinde belirlenmiştir. +4° C' de depolama sonucu ilk hafta 2.04 Abs olan bulanıklık değeri depolamanın son haftasında 0.81 olarak, +25° C' de depolama sonucu ilk hafta 1.91 Abs olan bulanıklık değeri depolamanın son haftasında 0.42 olarak saptanmıştır.

Tablo 4.28. Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyonun fiziksel özellikleri

pH	Sıcaklık	Haftalar	Analizler					
			DLS	cP	*L*	*a**	*b**	Bulanıklık
6	+4ºC	1	732 ± 21	1.27 ± 0.00	30.76 ± 0.33	-0.32 ± 0.01	-1.86 ± 0.14	2.04 ± 0.02
		2	596 ± 23	1.35 ± 0.01	28.28 ± 0.05	-0.35 ± 0.05	-0.11 ± 0.30	0.74 ± 0.12
		3	450 ± 42	1.33 ± 0.00	29.52 ± 0.43	-0.29 ± 0.02	-0.04 ± 0.33	0.81 ± 0.04
		4	425 ± 30	1.27 ± 0.00	28.72 ± 0.21	-0.26 ± 0.03	0.10 ± 0.25	0.57 ± 0.03
		5	507 ± 61	1.32 ± 0.01	30.01 ± 0.72	-0.29 ± 0.04	-0.27 ± 0.47	1.18 ± 0.34
		6	493 ± 44	1.32 ± 0.01	29.57 ± 0.57	-0.31 ± 0.05	-0.19 ± 0.48	1.07 ± 0.32
		7	437 ± 34	1.31 ± 0.00	28.44 ± 0.08	-0.29 ± 0.03	0.28 ± 0.27	0.40 ± 0.05
		8	392 ± 16	1.32 ± 0.00	29.55 ± 0.06	-0.11 ± 0.05	0.21 ± 0.08	0.81 ± 0.02
	+25ºC	1	635 ± 50	1.26 ± 0.00	31.83 ± 0.49	-0.24 ± 0.04	-1.55 ± 0.42	1.91 ± 0.06
		2	547 ± 42	1.32 ± 0.00	29.31 ± 0.22	-0.21 ± 0.06	0.26 ± 0.14	1.20 ± 0.00
		3	441 ± 15	1.35 ± 0.00	29.75 ± 0.11	-0.14 ± 0.05	0.38 ± 0.08	1.09 ± 0.01
		4	429 ± 13	1.30 ± 0.00	28.23 ± 0.23	-0.09 ± 0.06	0.45 ± 0.11	0.97 ± 0.07
		5	450 ± 19	1.33 ± 0.00	27.72 ± 0.08	-0.12 ± 0.07	0.37 ± 0.12	0.66 ± 0.04
		6	548 ± 7	1.32 ± 0.01	28.63 ± 0.05	-0.12 ± 0.06	0.41 ± 0.13	0.83 ± 0.10
		7	538 ± 10	1.31 ± 0.01	28.63 ± 0.11	-0.12 ± 0.07	0.37 ± 0.12	0.78 ± 0.02
		8	448 ± 11	1.31 ± 0.00	27.74 ± 0.44	-0.31 ± 0.04	0.34 ± 0.24	0.42 ± 0.01
3	+4ºC	1	1996 ± 184	1.39 ± 0.04	30.53 ± 0.12	-0.07 ± 0.01	-0.96 ± 0.04	1.95 ± 0.08
		2	1810 ± 222	1.36 ± 0.01	28.04 ± 0.10	-0.09 ± 0.01	0.15 ± 0.02	1.72 ± 0.01
		3	1719 ± 276	1.28 ± 0.00	28.40 ± 0.32	-0.11 ± 0.02	0.52 ± 0.05	1.70 ± 0.01
		4	1833 ± 121	1.33 ± 0.02	27.80 ± 0.11	-0.05 ± 0.01	0.49 ± 0.01	1.32 ± 0.03
		5	2286 ± 204	1.27 ± 0.01	27.53 ± 0.07	-0.17 ± 0.01	0.65 ± 0.04	1.61 ± 0.03
		6	1974 ± 245	1.34 ± 0.00	27.05 ± 0.16	-0.19 ± 0.01	0.74 ± 0.04	1.59 ± 0.04
		7	1722 ± 231	1.32 ± 0.01	27.50 ± 0.07	-0.12 ± 0.01	0.78 ± 0.00	1.31 ± 0.03
		8	975 ± 149	1.32 ± 0.00	27.47 ± 0.20	-0.06 ± 0.02	-0.22 ± 0.01	1.56 ± 0.05
	+25ºC	1	1240 ± 134	1.27 ± 0.01	33.33 ± 0.45	-0.12 ± 0.01	-2.27 ± 0.14	2.13 ± 0.00
		2	897 ± 44	1.31 ± 0.00	27.99 ± 0.19	-0.07 ± 0.01	-0.29 ± 0.03	1.81 ± 0.01
		3	1655 ± 109	1.36 ± 0.00	28.37 ± 0.18	-0.01 ± 0.01	-0.18 ± 0.04	1.77 ± 0.02
		4	1518 ± 195	1.30 ± 0.01	27.62 ± 0.36	-0.03 ± 0.01	-0.12 ± 0.01	1.73 ± 0.04
		5	1391 ± 184	1.30 ± 0.00	26.72 ± 0.15	-0.07 ± 0.03	-0.28 ± 0.05	1.70 ± 0.01
		6	1555 ± 250	1.32 ± 0.01	27.14 ± 0.05	-0.05 ± 0.02	-0.21 ± 0.04	1.53 ± 0.01
		7	808 ± 121	1.31 ± 0.00	27.16 ± 0.20	-0.06 ± 0.01	-0.18 ± 0.04	1.73 ± 0.06
		8	884 ± 120	1.32 ± 0.00	26.78 ± 0.32	-0.11 ± 0.01	0.86 ± 0.07	1.41 ± 0.06
9	+4ºC	1	1047 ± 114	1.48 ± 0.02	40.08 ± 1.88	-0.31 ± 0.05	-2.86 ± 0.09	2.44 ± 0.12
		2	1215 ± 155	1.37 ± 0.00	32.89 ± 1.09	-0.17 ± 0.04	-1.27 ± 0.11	2.08 ± 0.06
		3	1210 ± 179	1.28 ± 0.00	31.68 ± 0.85	-0.14 ± 0.04	-0.84 ± 0.10	1.92 ± 0.05
		4	1091 ± 147	1.32 ± 0.01	31.51 ± 0.66	-0.12 ± 0.04	-0.81 ± 0.05	1.97 ± 0.10
		5	1292 ± 66	1.33 ± 0.00	30.25 ± 0.06	-0.17 ± 0.02	-0.64 ± 0.04	1.80 ± 0.03
		6	1111 ± 100	1.37 ± 0.00	29.92 ± 0.13	-0.15 ± 0.00	-0.60 ± 0.01	1.83 ± 0.05
		7	1149 ± 135	1.30 ± 0.01	30.29 ± 0.58	-0.16 ± 0.03	-0.43 ± 0.12	1.69 ± 0.16
		8	869 ± 99	1.31 ± 0.01	30.72 ± 0.27	-0.14 ± 0.01	-1.21 ± 0.02	1.99 ± 0.02
	+25ºC	1	827 ± 56	1.28 ± 0.01	43.15 ± 1.21	-0.38 ± 0.03	-3.33 ± 0.06	2.50 ± 0.01
		2	1206 ± 90	1.31 ± 0.00	34.76 ± 0.15	-0.21 ± 0.00	-2.16 ± 0.07	2.16 ± 0.00
		3	1232 ± 70	1.31 ± 0.00	33.17 ± 0.15	-0.11 ± 0.01	-1.53 ± 0.02	2.10 ± 0.00
		4	1198 ± 92	1.29 ± 0.00	32.14 ± 0.12	-0.05 ± 0.01	-1.17 ± 0.02	2.05 ± 0.01
		5	1319 ± 121	1.29 ± 0.00	31.27 ± 0.32	-0.09 ± 0.02	-1.01 ± 0.02	2.05 ± 0.02
		6	1325 ± 146	1.33 ± 0.00	32.12 ± 0.22	-0.10 ± 0.01	-1.00 ± 0.03	1.96 ± 0.03
		7	704 ± 70	1.31 ± 0.00	31.90 ± 0.12	-0.12 ± 0.01	-1.01 ± 0.05	2.04 ± 0.03
		8	642 ± 75	1.34 ± 0.00	30.55 ± 0.50	-0.13 ± 0.02	-0.47 ± 0.10	1.72 ± 0.09

Çizelgede belirtilen veriler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. pH 6 değeri her hangi bir tampon çözelti kullanılmadan, saf su ile hazırlanan emülsiyonun pH değerini temsil etmektedir. *L*, ışık geçirgenlik değerlerini, 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgenlik),*a**: Kırmızı-Yesil Ekseni Değeri (*a*/a* kırmızılık (-*a*/-a*, yeşillik)), *b**: Sarı-Mavi Ekseni Değeri (*b*/b* sarılık (-*b*/-b*, mavilik)).

Elde edilen lavanta mikro-nano emülsiyonlarının 8 hafta depolama boyunca zeta potansiyelindeki değişim Tablo 4.29'da verilmiştir.

Tablo 4.29. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların depolama boyunca zeta potansiyelindeki değişim

			Lavanta/Nişasta	Lavanta/Soya Proteini
pH	Sıcaklık	Haftalar	Zeta (ortalama ± S. hata)	Zeta (ortalama ± S. hata)
6	+4ºC	0	-14.60 ± 0.35	-23.90 ± 2.49
		2	-17.89 ± 2.11	-26.83 ± 0.63
		4	-26.06 ± 11.6	-26.00 ± 6.00
		6	-16.73 ± 0.38	-20.85 ± 1.34
		8	-17.72 ± 0.98	-24.61 ± 3.54
	+25ºC	0	-10.59 ± 1.75	-25.53 ± 5.63
		2	-27.15 ± 2.15	-27.80 ± 1.00
		4	-13.95 ± 14.80	-41.00 ± 0.40
		6	-30.35 ± 8.65	-30.80 ± 0.50
		8	-33.02 ± 8.46	-28.75 ± 0.45
3	+4ºC	0	-2.21 ± 0.60	6.71 ± 2.39
		2	-13.02 ± 1.62	12.44 ± 9.56
		4	-9.30 ± 2.30	-3.66 ± 1.34
		6	-8.00 ± 3.00	-2.49 ± 0.02
		8	-10.29 ± 2.47	-5.85 ± 1.67
	+25ºC	0	-3.03 ± 0.46	3.82 ± 0.44
		2	-5.05 ± 0.60	-2.14 ± 0.83
		4	-9.97 ± 0.92	-4.72 ± 0.46
		6	-4.36 ± 0.60	0.16 ± 2.31
		8	-7.47 ± 0.80	0.10 ± 3.65
9	+4ºC	0	-12.36 ± 1.70	-26.58 ± 1.04
		2	-24.92 ± 4.48	-19.29 ± 20.40
		4	-29.25 ± 0.47	-45.75 ± 3.25
		6	-9.70 ± 13.30	-59.85 ± 10.10
		8	-18.63 ± 8.91	-47.84 ± 8.37
	+25ºC	0	-7.83 ± 0.10	-24.24 ± 5.04
		2	-12.54 ± 2.96	-31.46 ± 11.20
		4	-19.67 ± 8.73	-45.75 ± 5.55
		6	-23.45 ± 4.25	-53.96 ± 7.16
		8	-23.53 ± 0.88	-41.38 ± 1.27

Çizelgede belirtilen veriler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. pH 6 değeri her hangi bir tampon çözelti kullanılmadan, saf su ile hazırlanan emülsiyonun pH değerini temsil etmektedir.

4.5.1.2. Lavanta-Soya Proteini Emülsiyonunun Depolama Boyunca Fiziksel Özelliklerindeki Değişim

Lavanta- soya proteini emülsiyonlarının depolanmasına bağlı olarak gerçekleştirilen zeta potansiyeli sonuçları Tablo 4.29'da, fiziksel analiz sonuçları Tablo 4.30'da verilmiştir.

Lavanta- soya proteini emülsiyonlarında Dinamik Işık Saçılımı (DLS) ölçümlerinde; pH 6/ +25° C ve pH 9/ +4° C' de depolanan emülsiyonların son haftaya ait DLS değerleri ilk haftaya oranla daha yüksek bulunmuştur.

Emülsiyonların depolanması ile viskozite değerlerinin haftalara bağlı düzenli değişim göstermediği gözlemlenmiştir. Soya proteinine ait ilk hafta viskozite verilerinin diğer stabilizatörlere göre daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür. pH 9/ +4° C şartlarında depolanan ürünler haricinde diğer tüm koşullar için viskozite özelliği belirgin biçimde azalış göstermiştir. Depolamanın ilk ve son haftalarına bakacak olursak; en belirgin değişim pH 3/ +4° C şartlarına ait depolama koşullarında sırasıyla 2.00 cP' den 1.30 cP olarak, en az değişim ise pH 9/ +4° C şartlarında sırasıyla 1.36 cP iken 1.29 cP olarak belirlenmiştir.

Lavanta- soya proteini emülsiyonlarının depolama boyunca her hafta renk değerleri takip edilmiştir. Buna göre *L, a*, b** değerleri belirlenmiştir.

Buna göre; tüm pH ve sıcaklık şartlarında depolama sonucu *L* değerinin pH 3/ +4° C depolama şartları hariç tüm örneklerde depolama öncesine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Veriler arasında haftalara bağlı çok belirgin fark gözlenmemesine rağmen geçirgenlik özelliğinin azaldığı belirlenmiştir.

pH 6/ +4° C ve pH 3/ +25° C depolama şartları hariç tüm pH ve sıcaklık şartlarında depolamanın tamamlanmasıyla elde edilen verilerde, *a** değerlerinin depolama başlangıcına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Lavanta- Soya Proteini emülsiyonlarında depolama sonucu *a** değeri değişiminde en belirgin farklılık pH 3/ +25° C depolama şartlarında; 1. hafta -0.70 iken, son hafta -0.25 olarak tespit edilmiştir.

Depolamaya bağlı lavanta- soya proteini emülsiyonlarının *b**değerlerinin değişimine bakacak olursak; tüm şartlarda depolama sonucunda verilerin ilk haftaya oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Lavanta-soya proteini emülsiyonlarının depolama boyunca bulanıklık değişimi verilerine göre; depolama sonucu ürünlerin başlangıca oranla bulanıklığın azaldığı belirlenmiştir.

Tablo 4.30. Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyonun fiziksel özellikleri

pH	Sıcaklık	Haftalar	Analizler					
			DLS	cP	*L*	*a**	*b**	Bulanıklık
6	+4ºC	1	814 ± 69	1.87 ± 0.04	25.85 ± 0.16	-0.26 ± 0.01	0.80 ± 0.04	1.56 ± 0.03
		2	2403 ± 321	1.31 ± 0.01	24.68 ± 0.09	-0.18 ± 0.02	1.23 ± 0.07	0.48 ± 0.01
		3	2178 ± 176	1.33 ± 0.01	24.61 ± 0.03	-0.22 ± 0.01	1.23 ± 0.03	0.42 ± 0.01
		4	2331 ± 236	1.31 ± 0.01	24.38 ± 0.07	-0.23 ± 0.01	1.14 ± 0.05	0.31 ± 0.00
		5	2558 ± 146	1.32 ± 0.01	24.89 ± 0.10	-0.23 ± 0.01	1.62 ± 0.07	0.16 ± 0.02
		6	2214 ± 109	1.30 ± 0.00	25.26 ± 0.10	-0.27 ± 0.01	1.51 ± 0.03	0.18 ± 0.00
		7	2454 ± 303	1.31 ± 0.00	25.25 ± 0.13	-0.27 ± 0.02	1.69 ± 0.13	0.23 ± 0.05
		8	762 ± 73	1.30 ± 0.00	25.46 ± 0.12	-0.29 ± 0.19	1.70 ± 0.10	0.11 ± 0.02
	+25ºC	1	678 ± 47	1.67 ± 0.03	26.67 ± 0.05	-0.36 ± 0.01	0.24 ± 0.03	1.89 ± 0.07
		2	919 ± 50	1.36 ± 0.00	24.59 ± 0.12	-0.19 ± 0.01	0.93 ± 0.04	1.08 ± 0.07
		3	1099 ± 238	1.27 ± 0.00	24.59 ± 0.08	-0.21 ± 0.01	1.05 ± 0.02	0.93 ± 0.02
		4	1346 ± 98	1.33 ± 0.00	25.95 ± 0.37	-0.28 ± 0.01	1.21 ± 0.06	1.06 ± 0.07
		5	2053 ± 119	1.33 ± 0.00	25.03 ± 0.11	-0.25 ± 0.02	1.04 ± 0.03	0.88 ± 0.09
		6	1320 ± 217	1.31 ± 0.00	24.70 ± 0.23	-0.25 ± 0.02	0.95 ± 0.05	0.84 ± 0.07
		7	1729 ± 261	1.30 ± 0.00	24.91 ± 0.19	-0.23 ± 0.03	0.82 ± 0.06	0.50 ± 0.13
		8	1612 ± 255	1.32 ± 0.01	24.61 ± 0.13	-0.22 ± 0.02	0.93 ± 0.10	0.47 ± 0.10
3	+4ºC	1	2202 ± 396	2.00 ± 0.02	24.81 ± 0.05	-0.30 ± 0.01	1.15 ± 0.02	0.75 ± 0.00
		2	2138 ± 370	1.33 ± 0.00	24.69 ± 0.10	-0.27 ± 0.02	1.60 ± 0.14	0.24 ± 0.01
		3	3357 ± 261	1.33 ± 0.01	24.85 ± 0.05	-0.31 ± 0.03	1.80 ± 0.08	0.21 ± 0.04
		4	3420 ± 456	1.33 ± 0.00	24.52 ± 0.11	-0.30 ± 0.01	1.56 ± 0.07	0.16 ± 0.05
		5	3310 ± 153	1.31 ± 0.00	25.01 ± 0.19	-0.34 ± 0.03	2.05 ± 0.12	0.09 ± 0.00
		6	3931 ± 136	1.32 ± 0.00	25.19 ± 0.21	-0.38 ± 0.02	2.15 ± 0.12	0.12 ± 0.03
		7	3415 ± 350	1.29 ± 0.00	25.35 ± 0.12	-0.32 ± 0.02	2.41 ± 0.11	0.23 ± 0.12
		8	2487 ± 182	1.30 ± 0.00	25.03 ± 0.09	-0.29 ± 0.01	2.12 ± 0.13	0.05 ± 0.02
	+25ºC	1	2668 ± 196	1.68 ± 0.03	24.96 ± 0.12	-0.27 ± 0.01	1.16 ± 0.04	0.50 ± 0.00
		2	1328 ± 184	1.36 ± 0.00	24.93 ± 0.17	-0.25 ± 0.01	1.43 ± 0.07	0.56 ± 0.08
		3	1721 ± 415	1.30 ± 0.00	24.55 ± 0.05	-0.26 ± 0.00	1.40 ± 0.04	0.25 ± 0.05
		4	3769 ± 319	1.34 ± 0.00	25.00 ± 0.24	-0.28 ± 0.02	1.23 ± 0.07	0.38 ± 0.04
		5	3633 ± 93	1.33 ± 0.01	24.66 ± 0.13	-0.30 ± 0.00	1.44 ± 0.09	0.25 ± 0.02
		6	2404 ± 260	1.33 ± 0.00	24.35 ± 0.07	-0.28 ± 0.02	1.43 ± 0.05	0.33 ± 0.08
		7	2704 ± 201	1.34 ± 0.00	24.48 ± 0.18	-0.26 ± 0.01	1.05 ± 0.05	0.16 ± 0.05
		8	2922 ± 201	1.32 ± 0.01	24.82 ± 0.07	-0.29 ± 0.02	1.30 ± 0.04	0.09 ± 0.03
9	+4ºC	1	1100 ± 209	1.36 ± 0.01	28.21 ± 0.72	-0.46 ± 0.04	0.90 ± 0.04	2.04 ± 0.04
		2	2731 ± 415	1.30 ± 0.01	25.52 ± 0.73	-0.29 ± 0.04	1.83 ± 0.15	0.95 ± 0.32
		3	2129 ± 183	1.31 ± 0.00	25.20 ± 0.44	-0.33 ± 0.03	1.94 ± 0.14	0.59 ± 0.07
		4	2236 ± 212	1.32 ± 0.00	24.76 ± 0.31	-0.33 ± 0.04	1.75 ± 0.22	0.49 ± 0.10
		5	2118 ± 262	1.30 ± 0.00	24.85 ± 0.20	-0.35 ± 0.04	1.58 ± 0.12	0.58 ± 0.03
		6	1631 ± 192	1.32 ± 0.00	26.00 ± 0.40	-0.48 ± 0.03	2.44 ± 0.13	0.41 ± 0.09
		7	1702 ± 163	1.28 ± 0.00	25.38 ± 0.11	-0.43 ± 0.02	2.03 ± 0.10	0.39 ± 0.00
		8	1005 ± 244	1.29 ± 0.00	25.27 ± 0.12	-0.42 ± 0.00	1.84 ± 0.08	0.24 ± 0.00
	+25ºC	1	604 ± 73	1.68 ± 0.02	31.01 ± 0.91	-0.70 ± 0.07	0.45 ± 0.08	2.08 ± 0.05
		2	1092 ± 97	1.34 ± 0.00	24.38 ± 0.24	-0.23 ± 0.02	1.01 ± 0.02	1.09 ± 0.08
		3	955 ± 119	1.30 ± 0.00	24.56 ± 0.60	-0.23 ± 0.02	1.24 ± 0.03	0.76 ± 0.03
		4	1878 ± 267	1.32 ± 0.01	25.69 ± 0.02	-0.33 ± 0.02	1.34 ± 0.10	0.81 ± 0.10
		5	1683 ± 70	1.32 ± 0.00	23.75 ± 0.55	-0.27 ± 0.02	1.36 ± 0.05	1.05 ± 0.19
		6	1006 ± 152	1.33 ± 0.00	25.17 ± 0.13	-0.33 ± 0.03	1.24 ± 0.09	0.76 ± 0.14
		7	1145 ± 148	1.31 ± 0.01	23.99 ± 0.47	-0.24 ± 0.01	1.18 ± 0.05	0.70 ± 0.03
		8	1213 ± 151	1.30 ± 0.00	24.91 ± 0.26	-0.25 ± 0.02	1.25 ± 0.03	0.57 ± 0.02

Çizelgede belirtilen veriler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. pH 6 değeri herhangi bir tampon çözelti kullanılmadan, saf su ile hazırlanan emülsiyonun pH değerini temsil etmektedir. *L*, ışık geçirgenlik değerlerini, 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgenlik),*a**: Kırmızı-Yeşil Ekseni Değeri (*a*/a* kırmızılık (-*a*/-a*, yeşillik)), *b**: Sarı-Mavi Ekseni Değeri *(b*/b* sarılık (-*b*/-b*, mavilik))

4.5.1.3. Defne-Amilopektin Emülsiyonunun Depolama Boyunca Fiziksel Özelliklerindeki Değişim

Defne-amilopektin emülsiyonlarının depolanmasına bağlı olarak gerçekleştirilen fiziksel analiz sonuçları Tablo 4.31' de, zeta potansiyeli sonuçları ise Tablo 4.32'de verilmiştir.

Dinamik Işık Saçılımı (DLS) ölçümlerine göre; +25° C depolama verilerinin tüm pH değerlerinde, +4° C' ye oranla DLS değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. pH 9/ +25° C' de depolanan emülsiyonların başlangıç DLS değeri 605 iken depolama sonucunda bu değer 540 olarak tespit edilmiştir. Aynı şartlarda depolanan emülsiyonlara ait diğer haftalarda da sonuçların diğer şartlara oranla daha stabil olduğunu söylemek mümkündür.

Emülsiyonların depolanması ile viskozite değişimi haftalara bağlı düzenli bir artış ya da azalış göstermemiştir. Tüm pH değerleri için viskozite değerleri +4° C' de, +25° C' ye oranla daha düşüktür. pH 6, +4° C' de depolanan emülsiyonun depolama öncesi viskozitesi 1.32 cP iken depolamanın tamamlanmasıyla viskozite değeri 1.34 cP olarak belirlenmiştir. Diğer tüm şartlarda örneklerin depolamayla birlikte viskozite değerlerinin başlangıca oranla azaldığı tespit edilmiştir.

Defne-amilopektin emülsiyonlarının depolama boyunca her hafta renk değerleri takip edilmiştir. Buna göre *L, a*, b** değerleri belirlenmiştir.

Buna göre; tüm pH ve sıcaklık şartlarında depolama sonucu *L* değerinin depolama öncesine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. pH 3 depolama öncesi ve sonrası verilerinin diğer şartlara oranla daha stabil olduğu gözlemlenmiştir. +4° C' de ilk haftada *L* değeri 27.56 iken depolamanın son haftasında 26.68 olarak, +25° C' de ilk haftada *L* değeri 26.32 iken depolamanın son haftasında 25.60 olarak tespit edilmiştir.

Bütün pH ve sıcaklık şartlarında depolamanın tamamlanmasıyla elde edilen verilerde, *a** ve *b**değerlerinin depolama başlangıcına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *a** ve *b**değerlerine ait en belirgin değişim pH 9 depolamasına ait örneklerde gözlemlenmiştir.

+4° C' de *a** değeri depolama başlangıcında -0.58 iken depolamanın tamamlanması ile -0.07 olarak, +25° C' de *a** değeri ilk hafta -0.51 iken depolamanın tamamlanması ile -0.07 olarak tespit edilmiştir.

+4° C' de *b** değeri depolama başlangıcında -2.27 iken depolamanın tamamlanması ile -0.48 olarak belirlenmiştir. +25° C' de depolanan emülsiyonlarda ise *b** değeri ilk hafta -2.38 iken depolamanın tamamlanması ile 0.02 değeri elde edilmiştir.

Emülsiyonlarda depolamaya bağlı tüm örneklerde ürünlerin başlangıca oranla bulanıklığının azaldığı saptanmıştır. Tüm pH değerlerinde +4° C' de berraklaşma, +25° C' de depolamaya oranla daha belirgin gözlemlenmiştir.

Tablo 4.31. Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyonun fiziksel özellikleri

pH	Sıcaklık	Haftalar	Analizler					
			DLS	cP	*L*	*a**	*b**	Bulanıklık
6	+4°C	1	347 ± 42	1.32 ± 0.00	46.63 ± 0.49	-0.42 ± 0.02	-1.67 ± 0.11	2.68 ± 0.01
		2	1506 ± 235	1.38 ± 0.00	28.18 ± 0.55	-0.20 ± 0.02	-0.69 ± 0.03	2.39 ± 0.05
		3	1626 ± 196	1.36 ± 0.00	25.69 ± 0.48	-0.15 ± 0.02	-0.63 ± 0.06	2.02 ± 0.03
		4	1929 ± 334	1.34 ± 0.01	24.56 ± 0.39	-0.13 ± 0.02	-0.50 ± 0.01	1.67 ± 0.02
		5	1850 ± 272	1.35 ± 0.02	27.42 ± 0.81	-0.26 ± 0.03	-0.83 ± 0.04	1.80 ± 0.11
		6	1501 ± 141	1.26 ± 0.01	26.51 ± 0.44	-0.04 ± 0.00	-0.59 ± 0.04	0.83 ± 0.12
		7	1427 ± 176	1.33 ± 0.01	26.34 ± 0.50	-0.16 ± 0.01	-0.50 ± 0.01	1.37 ± 0.12
		8	1045 ± 219	1.34 ± 0.01	22.99 ± 0.34	-0.20 ± 0.02	-0.26 ± 0.07	1.07 ± 0.15
	+25°C	1	328 ± 41	1.36 ± 0.02	49.79 ± 0.94	-0.49 ± 0.01	-2.10 ± 0.04	2.65 ± 0.01
		2	1493 ± 183	1.34 ± 0.00	29.39 ± 0.29	-0.21 ± 0.001	-0.89 ± 0.06	2.46 ± 0.03
		3	669 ± 79	1.34 ± 0.00	28.15 ± 0.30	-0.18 ± 0.01	-0.66 ± 0.08	2.32 ± 0.02
		4	743 ± 137	1.35 ± 0.01	27.11 ± 0.00	-0.13 ± 0.01	-0.69 ± 0.01	2.19 ± 0.02
		5	849 ± 107	1.38 ± 0.01	31.02 ± 1.09	-0.15 ± 0.03	-0.78 ± 0.11	2.16 ± 0.02
		6	955 ± 282	1.27 ± 0.00	30.07 ± 0.38	-0.07 ± 0.03	-0.67 ± 0.07	1.36 ± 0.01
		7	774 ± 153	1.46 ± 0.01	21.65 ± 1.37	-0.13 ± 0.07	0.08 ± 0.08	2.35 ± 0.01
		8	717 ± 106	1.34 ± 0.02	25.89 ±0.18	-0.08 ± 0.01	-0.35 ± 0.02	2.24 ± 0.00
3	+4°C	1	1510 ± 323	1.34 ± 0.01	27.56 ± 0.19	-0.31 ± 0.14	-0.76 ± 0.02	2.72 ± 0.01
		2	1578 ± 209	1.35 ± 0.00	25.90 ± 0.61	-0.21 ± 0.04	-0.62 ± 0.03	2.41 ± 0.00
		3	1326 ± 210	1.34 ± 0.00	25.66 ± 0.50	-0.24 ± 0.02	-0.60 ± 0.03	2.02 ± 0.03
		4	2225 ± 317	1.33 ± 0.00	23.48 ± 0.65	-0.27 ± 0.01	-0.60 ± 0.03	1.91 ± 0.02
		5	1398 ± 130	1.34 ± 0.00	23.48 ± 0.65	-0.27 ± 0.01	-0.60 ± 0.03	1.89 ± 0.02
		6	1574 ± 82	1.29 ± 0.00	25.17 ± 0.32	-0.16 ± 0.06	-0.53 ± 0.03	1.01 ± 0.02
		7	1044 ± 162	1.33 ± 0.01	24.52 ± 0.18	-0.23 ± 0.01	-0.41 ± 0.04	1.60 ± 0.09
		8	1004 ± 132	1.28 ± 0.01	26.68 ± 0.18	-0.13 ± 0.01	-0.26 ± 0.01	1.47 ± 0.07
	+25°C	1	1867 ± 312	1.35 ± 0.02	26.32 ± 0.41	-0.18 ± 0.00	-0.68 ± 0.03	2.22 ± 0.01
		2	1301 ± 230	1.34 ± 0.01	24.73 ± 0.84	-0.18 ± 0.02	-0.61 ± 0.02	2.30 ± 0.03
		3	833 ± 98	1.33 ± 0.01	25.35 ± 0.31	-0.17 ± 0.01	-0.54 ± 0.02	2.17 ± 0.06
		4	886 ± 296	1.32 ± 0.00	24.95 ± 0.08	-0.15 ± 0.01	-0.54 ± 0.01	2.16 ± 0.05
		5	687 ± 66	1.34 ± 0.01	24.95 ± 0.08	-0.15 ± 0.01	-0.54 ± 0.01	2.13 ± 0.06
		6	893 ± 149	1.29 ± 0.01	27.83 ± 0.55	-0.17 ± 0.02	-0.54 ± 0.03	1.49 ± 0.07
		7	797 ± 111	1.40 ± 0.01	23.77 ± 0.82	-0.19 ± 0.01	-0.16 ± 0.03	1.97 ± 0.06
		8	766 ± 124	1.30 ± 0.01	25.60 ± 0.55	-0.17 ± 0.02	-0.28 ± 0.04	1.92 ± 0.02
9	+4°C	1	262 ± 18	1.38 ± 0.01	52.56 ± 0.16	-0.58 ± 0.01	-2.27 ± 0.01	2.65 ± 0.13
		2	1329 ± 198	1.36 ± 0.01	29.83 ± 1.75	-0.19 ± 0.04	-0.91 ± 0.07	2.31 ± 0.01
		3	875 ± 145	1.33 ± 0.00	26.53 ± 0.92	-0.21 ± 0.01	-0.72 ± 0.03	1.91 ± 0.02
		4	1288 ± 139	1.31 ± 0.00	25.67 ± 0.38	-0.22 ± 0.01	-0.70 ± 0.02	1.73 ± 0.03
		5	861 ± 95	1.33 ± 0.00	29.52 ± 0.44	-0.25 ± 0.04	-1.28 ± 0.07	1.92 ± 0.04
		6	949 ± 51	1.27 ± 0.01	31.31 ± 0.92	-0.28 ± 0.01	-1.50 ± 0.05	0.91 ± 0.00
		7	459 ± 43	1.32 ± 0.00	28.27 ± 0.37	-0.16 ± 0.04	-0.61 ± 0.26	1.54 ± 0.04
		8	441 ± 51	1.29 ± 0.01	26.86 ± 0.17	-0.07 ± 0.02	-0.48 ± 0.20	1.04 ± 0.02
	+25°C	1	605 ± 112	1.35 ± 0.01	48.29 ± 1.89	-0.51 ± 0.02	-2.38 ± 0.04	2.63 ± 0.10
		2	833 ± 277	1.34 ± 0.00	31.57 ± 0.34	-0.23 ± 0.01	-0.90 ± 0.06	2.60 ± 0.10
		3	530 ± 83	1.32 ± 0.00	31.37 ± 0.28	-0.23 ± 0.01	-0.85 ± 0.08	2.40 ± 0.13
		4	621 ± 90	1.31 ± 0.00	30.07 ± 0.29	-0.25 ± 0.03	-0.86 ± 0.10	2.37 ± 0.12
		5	513 ± 58	1.33 ± 0.01	32.14 ± 0.66	-0.28 ± 0.02	-1.09 ± 0.05	2.32 ± 0.13
		6	731 ± 112	1.30 ± 0.01	34.35 ± 0.93	-0.31 ± 0.01	-1.38 ± 0.13	1.83 ± 0.09
		7	433 ± 41	1.41 ± 0.00	23.28 ± 1.38	-0.08 ± 0.02	0.04 ± 0.08	2.16 ± 0.23
		8	540 ± 72	1.27 ± 0.00	25.72 ± 1.43	-0.07 ± 0.02	0.02 ± 0.02	2.40 ± 0.05

Çizelgede belirtilen veriler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. pH 6 değeri her hangi bir tampon çözelti kullanılmadan, saf su ile hazırlanan emülsiyonun pH değerini temsil etmektedir. L, ışık geçirgenlik değerlerini, 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgenlik),a*: Kırmızı-Yesil Ekseni Değeri (a*/a kırmızılık (-a*/-a, yeşillik)), b*: Sarı-Mavi Ekseni Değeri (b*/b sarılık (-b*/-b, mavilik))

Tablo 4.32. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların depolama boyunca zeta potansiyelindeki değişim

			Defne/Amilopektin	Defne/Arap Zamkı
pH	Sıcaklık	Haftalar	Zeta (ortalama ± S. hata)	Zeta (ortalama ± S. hata)
6	+4°C	0	-37.90 ± 2.90	-34.10 ± 1.80
		2	-22.81 ± 7.59	-37.61 ± 4.01
		4	-18.08 ± 3.82	-38.01 ± 2.64
		6	-26.00 ± 7.00	-39.17 ± 14.20
		8	-25.84 ± 5.54	-30.35 ± 5.15
	+25°C	0	-46.48 ± 5.92	-38.64 ± 2.93
		2	-33.56 ± 5.62	-32.67 ± 0.17
		4	-25.60 ± 6.70	-43.85 ± 4.45
		6	-40.40 ± 2.07	-36.45 ± 0.45
		8	-38.75 ± 3.45	-43.65 ± 1.95
3	+4°C	0	-10.99 ± 2.37	-11.20 ± 0.41
		2	-6.59 ± 0.02	-8.22 ± 0.86
		4	-4.20 ± 1.10	-4.95 ± 0.65
		6	-6.68 ± 0.23	-11.54 ± 0.77
		8	-5.65 ± 2.15	-8.30 ± 2.30
	+25°C	0	-11.30 ± 2.77	-20.25 ± 6.00
		2	-5.09 ± 0.09	-12.02 ± 0.60
		4	-5.77 ± 0.12	-15.95 ± 0.05
		6	-10.10 ± 0.50	-16.00 ± 0.80
		8	-7.57 ± 0.33	-18.60 ± 2.00
9	+4°C	0	-46.76 ± 5.01	-42.35 ± 6.25
		2	-55.10 ± 5.10	-38.44 ± 2.31
		4	-68.42 ± 0.10	-38.45 ± 2.85
		6	-69.85 ± 2.05	-31.90 ± 5.50
		8	-32.80 ± 2.70	-31.70 ± 2.90
	+25°C	0	-32.02 ± 7.70	-35.67 ± 7.66
		2	-43.77 ± 1.83	-44.43 ± 0.17
		4	-59.24 ± 21.80	-48.36 ± 5.65
		6	-71.55 ± 3.25	-30.40 ± 1.70
		8	-71.60 ± 9.20	-45.50 ± 0.50

4.5.1.4. Defne- Arap Zamkı Emülsiyonu Depolama Örnekleri

Defne-amilopektin emülsiyonlarının depolanmasına bağlı olarak gerçekleştirilen zeta potansiyeli sonuçlrı Tablo 4.32'de fiziksel analiz sonuçları ise Tablo 4.33' de verilmiştir.

Farklı pH ve sıcaklık şartlarında depolanan tüm defne- arap zamkı emülsiyon örneklerinde, dinamik ışık saçılımı (DLS) değerlerinin depolama sonucunda, başlangıca oranla daha düşük olduğu saptanmıştır. +25° C depolama verilerinin tüm pH değerlerinde +4° C' ye oranla DLS değerlerinin birbiriyle daha uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Viskozite değişimi emülsiyonun doğası olan pH 6 ve +4° C sıcaklık koşulu hariç diğer şartlarda depolama sonucunda haftalara bağlı düzenli bir artış ya da azalış göstermemiştir. pH 6/ +4°C depolama örneklerinde ise sürekli bir azalış gözlemlenmiştir. Aynı şartlarda gerçekleştirilen

depolamanın ilk haftasında 1.38 cP olarak belirlenen viskozite değeri, depolamanın tamamlanması ile 1.30 cP olarak kaydedilmiştir.

Defne- arap zamkı emülsiyonlarının depolama boyunca her hafta renk değerleri takip edilmiştir. Buna göre *L, a*, b** değerleri belirlenmiştir.

Buna göre; tüm pH ve sıcaklık şartlarında depolama sonucu elde edilen *L* değerlerinin depolama öncesine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Depolamanın tamamlanması ile ürünlerin geçirgenliğinin azaldığı belirlenmiştir. pH 3 ve +25° C depolama değerlerinin defne-amilopektin emülsiyonlarında da karşılaşıldığı üzere, diğer şartlara oranla daha stabil olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre pH 3 ve +25° C' de ilk haftada *L* değeri 34,29 iken depolamanın son haftasında 29,71 olarak tespit edilmiştir.

pH 3 ve +25° C depolaması hariç tüm pH ve sıcaklık şartlarında depolamanın tamamlanmasıyla elde edilen verilerde, *a** ve *b**değerlerinin depolama başlangıcına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. pH 3 ve +25° C' de depolama sonucu *a** değeri; ilk hafta -0,02 iken depolamanın tamamlanmasıyla -0.11 olarak tespit edilmiştir.

Bütün pH ve sıcaklık şartlarında depolamanın tamamlanmasıyla elde edilen verilerde, *b**değerlerinin depolama başlangıcına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *b**değerlerinin, *a** değerlerine oranla depolama ile daha belirgin bir değişim gösterdiği gözlemlenmiştir.

Defne- arap zamkı emülsiyonlarında bulanıklık özelliğinin tüm örneklerde depolama sonucunda başlangıca oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yalnızca pH 3 ve +4° C şartlarında depolama sonucu haftalara bağlı sürekli bir azalış gözlemlenirken, diğer depolama koşullarında haftalık verilerin stabil bir azalış göstermediği saptanmıştır. pH 3 ve +4° C depolama şartlarına ait emülsiyon örneklerinde başlangıç bulanıklık değeri 2.72 Abs iken, depolamanın tamamlanmasıyla 1.47 Abs olarak belirlenmiştir.

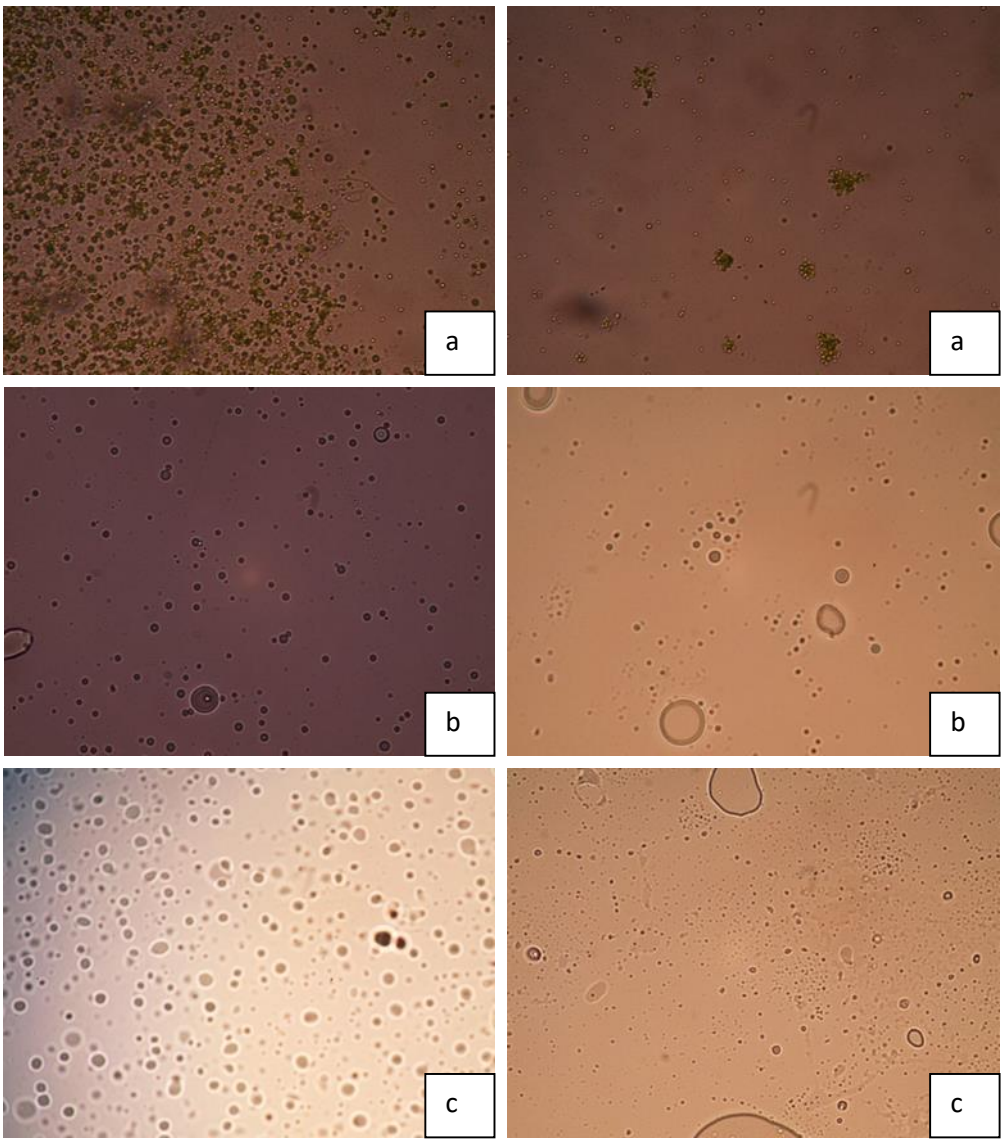
Tablo 4.33. Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyonun fiziksel özellikleri

pH	Sıcaklık	Haftalar	Analizler					
			DLS	cP	*L*	*a**	*b**	Bulanıklık
6	+4ºC	1	567 ± 99	1.38 ± 0.01	43.34 ± 1.10	-0.47 ± 0.04	-1.88 ± 0.07	2.68 ± 0.01
		2	1550 ± 269	1.36 ± 0.01	34.26 ± 0.13	-0.33 ± 0.10	-1.49 ± 0.22	2.39 ± 0.05
		3	1413 ± 264	1.35 ± 0.00	30.24 ± 0.06	-0.18 ± 0.05	-0.70 ± 0.11	2.02 ± 0.03
		4	1679 ± 263	1.34 ± 0.00	27.37 ± 0.18	-0.06 ± 0.02	-0.38 ± 0.15	1.67 ± 0.02
		5	1650 ± 250	1.34 ± 0.00	27.57 ± 0.99	-0.02 ± 0.04	-0.31 ± 0.12	1.80 ± 0.11
		6	1311 ± 123	1.28 ± 0.00	28.14 ± 0.13	-0.05 ± 0.01	-0.55 ± 0.06	1.50 ± 0.09
		7	877 ± 77	1.30 ± 0.00	25.08 ± 0.27	-0.17 ± 0.02	-0.18 ± 0.02	1.37 ± 0.04
		8	809 ± 72	1.30 ± 0.00	24.10 ± 0.53	-0.18 ± 0.02	-0.24 ± 0.03	1.31 ± 0.04
	+25ºC	1	421 ± 61	1.34 ± 0.00	41.94 ± 0.61	-0.48 ± 0.02	-1.46 ± 0.07	2.65 ± 0.01
		2	567 ± 58	1.35 ± 0.01	35.35 ± 0.61	-0.43 ± 0.04	-1.25 ± 0.06	2.46 ± 0.03
		3	871 ± 143	1.33 ± 0.01	33.55 ± 0.43	-0.27 ± 0.05	-0.84 ± 0.07	2.32 ± 0.02
		4	666 ± 94	1.31 ± 0.00	31.13 ± 0.20	-0.13 ± 0.04	-0.64 ± 0.14	2.19 ± 0.02
		5	612 ± 59	1.33 ± 0.01	29.79 ± 0.41	-0.02 ± 0.01	-0.38 ± 0.13	2.16 ± 0.02
		6	526 ± 85	1.35 ± 0.02	30.53 ± 0.29	-0.09 ± 0.00	-0.24 ± 0.04	2.23 ± 0.07
		7	624 ± 85	1.38 ± 0.04	34.06 ± 0.50	-0.42 ± 0.04	-0.68 ± 0.12	2.35 ± 0.01
		8	647 ± 98	1.31 ± 0.00	33.21 ± 0.36	-0.36 ± 0.05	-0.85 ± 0.03	2.34 ± 0.00
3	+4ºC	1	327 ± 28	1.38 ± 0.00	42.22 ± 0.78	-0.27 ± 0.05	-1.11 ± 0.31	2.72 ± 0.03
		2	1035 ± 188	1.39 ± 0.00	34.02 ± 0.22	-0.02 ± 0.06	-0.16 ± 0.26	2.41 ± 0.01
		3	824 ± 134	1.36 ± 0.00	32.64 ± 0.25	-0.06 ± 0.02	0.16 ± 0.03	2.02 ± 0.07
		4	1560 ± 216	1.34 ± 0.01	30.68 ± 0.35	-0.10 ± 0.03	0.38 ± 0.12	1.91 ± 0.03
		5	1404 ± 141	1.30 ± 0.00	29.78 ± 1.32	-0.07 ± 0.02	0.45 ± 0.18	1.89 ± 0.04
		6	1065 ± 338	1.26 ± 0.00	30.33 ± 0.82	-0.18 ± 0.08	-0.32 ± 0.10	1.66 ± 0.05
		7	763 ± 167	1.31 ± 0.01	27.24 ± 1.89	-0.19 ± 0.03	0.22 ± 0.58	1.60 ± 0.19
		8	663 ± 81	1.30 ± 0.02	26.48 ± 0.75	-0.25 ± 0.04	-0.03 ± 0.30	1.47 ± 0.14
	+25ºC	1	432 ± 58	1.37 ± 0.00	34.29 ± 0.54	-0.02 ± 0.02	-0.09 ± 0.14	2.22 ± 0.01
		2	580 ± 72	1.36 ± 0.01	31.35 ± 1.89	-0.07 ± 0.03	-0.04 ± 0.12	2.30 ± 0.06
		3	679 ± 94	1.34 ± 0.00	31.20 ± 1.39	-0.05 ± 0.01	-0.06 ± 0.06	2.17 ± 0.13
		4	565 ± 72	1.35 ± 0.00	31.48 ± 0.83	-0.00 ± 0.03	-0.11 ± 0.05	2.16 ± 0.09
		5	618 ± 70	1.44 ± 0.02	31.20 ± 0.40	-0.03 ± 0.05	-0.28 ± 0.15	2.13 ± 0.11
		6	509 ± 51	1.30 ± 0.00	32.82 ± 1.48	-0.13 ± 0.04	-0.01 ± 0.13	2.00 ± 0.12
		7	620 ± 72	1.41 ± 0.05	27.37 ± 1.43	-0.03 ± 0.02	0.76 ± 0.07	1.97 ± 0.11
		8	638 ± 80	1.23 ± 0.00	29.71 ± 0.30	-0.11 ± 0.12	0.17 ± 0.43	1.92 ± 0.05
9	+4ºC	1	369 ± 48	1.37 ± 0.00	46.11 ± 0.55	-0.60 ± 0.02	-1.94 ± 0.09	2.65 ± 0.25
		2	1412 ± 200	1.37 ± 0.01	30.26 ± 0.65	-0.31 ± 0.02	-1.21 ± 0.13	2.31 ± 0.01
		3	1180 ± 150	1.32 ± 0.00	29.53 ± 0.19	-0.23 ± 0.02	-0.66 ± 0.06	1.91 ± 0.05
		4	1235 ± 119	1.29 ± 0.00	27.96 ± 0.77	-0.13 ± 0.02	-0.58 ± 0.07	1.73 ± 0.07
		5	722 ± 74	1.30 ± 0.00	27.28 ± 1.46	-0.13 ± 0.04	-0.64 ± 0.05	1.92 ± 0.08
		6	999 ± 59	1.26 ± 0.00	26.72 ± 0.54	-0.10 ± 0.07	-1.06 ± 0.13	1.78 ± 0.03
		7	675 ± 69	1.28 ± 0.01	25.02 ± 0.38	-0.20 ± 0.04	-0.66 ± 0.11	1.54 ± 0.09
		8	580 ± 50	1.26 ± 0.03	24.51 ± 1.30	-0.15 ± 0.06	-0.46 ± 0.06	1.16 ± 0.16
	+25ºC	1	168 ± 30	1.37 ± 0.00	43.54 ± 6.34	-0.52 ± 0.21	-1.84 ± 0.22	2.63 ± 0.20
		2	439 ± 68	1.37 ± 0.00	38.52 ± 6.44	-0.48 ± 0.21	-1.67 ± 0.31	2.60 ± 0.19
		3	536 ± 84	1.34 ± 0.00	35.69 ± 5.27	-0.31 ± 0.10	-1.32 ± 0.48	2.40 ± 0.25
		4	550 ± 70	1.31 ± 0.00	33.86 ± 4.27	-0.26 ± 0.09	-1.09 ± 0.68	2.37 ± 0.25
		5	515 ± 68	1.31 ± 0.00	33.86 ± 2.06	-0.26 ± 0.10	-1.09 ± 0.54	1.83 ± 0.17
		6	406 ± 35	1.27 ± 0.01	33.88 ± 1.83	-0.26 ± 0.07	-1.39 ± 0.40	2.10 ± 0.53
		7	550 ± 44	1.35 ± 0.00	29.34 ± 3.07	-0.30 ± 0.22	-0.83 ± 0.92	2.16 ± 0.45
		8	492 ± 72	1.24 ± 0.00	32.27 ± 1.68	-0.36 ± 0.03	-1.34 ± 0.24	2.40 ± 0.11

Çizelgede belirtilen veriler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. pH 6 değeri her hangi bir tampon çözelti kullanılmadan, saf su ile hazırlanan emülsiyonun pH değerini temsil etmektedir. L, ışık geçirgenlik değerlerini, 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgenlik),a*: Kırmızı-Yesil Ekseni Değeri (a*/a kırmızılık (-a*/-a, yeşillik)), b*: Sarı-Mavi Ekseni Değeri (b*/b sarılık (-b*/-b, mavilik)).

4.5.2. Esansiyel Yağlardan Elde Edilen Mikro/nanoemülsiyonların Işık Mikroskobu Altındaki Görüntüleri

Lavanda ve defne esansiyel yağlarından elde edilen emülsiyonların ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.14'te verilmiştir. Görüntüler OLYMPUS CX31, JAPAN (40x/ 0,65) ile gerçekleştirilmiştir. Işık mikroksobu kullanılarak elde edilen görüntüler emülsiyon oluşumu hakkında ayrıntılı bilgi vermediği için tüm emülsiyonlarda ölçüm yapılmamıştır. Tüm örneklerde Transmisyon Elektron Mikroskobu (TEM) görüntüleri dikkate alınarak uygun ölçülerde emülsiyon oluştuğuna karar verilmiştir.



Şekil 4.14. Mikro/nanoemülsiyonların mikroskop görüntüleri

a: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon
b: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon
c: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon

4.5.3. Esansiyel Yağlardan Elde Edilen Mikro/nanoemülsiyonların Transmisyon Elektron Mikroskobu (TEM) Görüntüleri

Elektron mikroskobu görüntüleri pdf dosyası olarak ayrıca yüklenmiştir.

4.6. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Aroma-Aktif Bileşenleri (GC/O)

Lavanta ve defne esansiyel yağlarından iki farklı stabilizör ile hazırlanan emülsiyonlar ve ham yağların gaz kromatografisi/olfaktometri ile aroma-aktif bileşenleri belirlenmiş ve aroma yoğunlukları Tablo 4.34 ve Tablo 4.35'de verilmiştir. Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarında 40 adet, defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarında ise 32 adet aroma maddesi koklamalar sonucunda belirlenmiştir.

Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarında toluene, camphene, α-pinene, β-pinene, myrcene, α-terpinene, 1,8 cineole, (Z)-ocimene, (Z)-linalool oxide, linalool, 2,6-nonadienal, borneol ve linalool oxide öne çıkan aroma bileşikleridir (Tablo 4.34). Defne esansiyel yağı ve mülsiyonlarında ise önemli aroma maddeleri; toluene, butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester, heptanone, α-pinene, octenone, 1,8 cineole, β-phellandrene, linalool, 2-phenylethyl alcohol, limonene oxide, 2,6-nonadienal, borneol ve lavandulol olarak belirlenmiştir (Tablo 4.35).

Tablo 4.34. Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarının aroma-aktif bileşenleri ve yoğunlukları

RT	RI*	Kimyasal	Aroma	LEO	LN	LS
5	770	Toluene	Naylon/plastik	7	4.9	5.1
5.4	794	1-Hexenol	Green/çimen	2	1.6	1.8
6.1	825	Hydroxypentanone	Kirli/eski/ferah	1.5	1.3	1.0
6.3	833	-	Kirli	2.0	-	-
6.4	837	-	Sardunya	4.0	3.0	2.4
6.6	845	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester	Şekerli/tatlı/meyvemsi	1.0	-	-
7	862	Hexanol	Yaprak/ot	1.5	-	1.4
7.1	866	Ethyl 3-methylbutanoate	Meyve	1.0	-	1.5
7.3	875	Dimethylthiazole	Kirli/ıslak/kirli havlu	3.0	2.3	1.5
7.5	883	2-Hexenol	Yaprak/ferah	4.0	1.9	1.6
7.8	896	Heptanone	Kirli/metalik/fishy/okside yağ	4.5	2.9	3.6
8	903	Methional	Patates	1.5	2.3	2.8
8.7	929	α-thujene	Popcorn gibi	-	0.8	2.0
8.8	933	α-pinene	Mentol/nane	2.0	1.8	1.0
9.9	973	Camphene	Mantar	7.5	6.8	5.5
10.2	984	β-pinene	Kirli/metal/ferah/okside	2.5	3.5	2.1
10.4	992	Myrcene	Kolonya/ester/alkol/limon	3.0	1.8	2.0
10.7	1003	Ethyl hexanoate	Çiçek/kolonya	3.0	1.5	1.8

11	1014	α-terpinene	Kirli/okside yağ	2.0	2.0	1.0
11.1	1017	(+)-limonene	Kolonya	-	-	1.0
11.6	1036	1,8 Cineole	Mentol/nane/terpen/ester	4.5	3.0	3.3
11.8	1043	(Z)-ocimene	Gül	2.0	3.0	1.1
12	1050	β-phellandrene	Mantar	2.5	-	0.8
12.3	1061	2-Octenal	Yaprak/ot/bitki	1.3	1.3	1.3
12.5	1069	(Z)-linalool oxide	Gül	0.8	1.3	0.8
12.7	1076	γ-terpinene	Bitki	-	1	-
13.1	1090	δ-terpinene	Ester/kirli	1.0	1.0	2.0
13.4	1101	Linalool	Çiçek/lavanta	2.5	3.3	2.1
13.7	1113	2-Phenylethyl alcohol	Sabun/çiçek/ester/baharat	2.0	3.5	0.9
14.3	1135	Camphor	Ester/balık	1.0	1.0	0.8
14.6	1147	(E)-limonene oxide	Bitki/meyve/ester	0.5	2.5	1.1
14.7	1150	Nonanol	Saman/bitki	1.0	1.8	1.0
14.8	1154	2,6-Nonadienal	Salatalık	4.5	5.3	3.3
15	1162	E 2 nonenal	Saman/kuru çay	1.0	3.3	2.3
15.2	1169	Pinocarveol	Kuru ot	2.5	-	3.0
15.3	1173	Borneol	Küflü bez/küflü meyve	3.5	3.9	4.0
15.7	1188	Lavandulol	Ot/kuru ot	1.0	1.0	1.4
15.9	1195	α-terpineol	Eski/yağ/okside	1.5	-	2.0
16.5	1216	Linalool oxide	Kızarmış yağ	3.5	3.3	2.6
17.2	1240	Isobornyl formate	Sabun/ferah/okside	1.0	1.5	1.3
17.6	1254	Linalyl acetate	Lavanta/yanık/çiçek	-	3.8	1.5
18.2	1274	Geraniol	Ferah/ot/lavanta/sitrus	2.0	1.5	1.8

LEO: Lavanta esansiyel yağı, LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon, RI*: DB5 kolona göre alıkonma indisi

Xiao vd. (2017), lavanta esasiyel yağında bulunan başlıca aroma-aktif bileşenleri; limonene, (Z)-ocimene, linalool, borneol, α-terpineol, geraniol, linalyl acetate, camphor, α-pinene, ß-pinene ve 1,8-cineole olarak belirlemişlerdir.

Tablo 4.35. Defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarının aroma-aktif bileşenleri ve yoğunlukları

RT	RI	Kimyasal	Aroma	DEO	DAP	DAZ
4.5	741	Methyl-2-butenal	Ferah/bitki	1.0	0.9	1.4
4.8	759	Pentenal	Şekerli sakız/meyve	1.5	1.6	2.0
5	770	Toluene	Plastik/naylon	3.0	3.6	4.5
5.4	794	1-Hexenol	Çimen	2.3	3.5	1.9
6.4	837	o-Xylene	Sardunya	1.3	2.4	2.4
6.6	845	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester	Şekerli sakız/meyve	2.8	3.1	2.5
7.6	887	-	Şekerli tatlı ester	1.0	1.3	1.6
7.8	896	Heptanone	Kirli/yağsı/metal	3.0	4.0	4.4
8.1	907	2,4-Hexadienal	Yaprak	0.8	1.0	-
8.6	926	α-Thujene	Yaprak/bitki/ferah mentol	1.5	1.4	1.0
8.8	933	α-Pinene	Ferah/terpen	0.8	1.0	1.5
9.7	966	-	Ester/oje/meyvemsi/yağsı	0.9	2.9	2.4
10	977	Octenone	Mantar	6.0	5.5	6.5
10.4	992	Myrcene	Reçine/terpen	1.0	-	3.0
10.61	1000	2,4-Heptadienal	Kirli-yağ	1.5	2.0	3.0
11.6	1036	1,8 Cineole	Defne/terpen/oje/viks/mentol	4.8	5.3	6.0
12	1050	β-phellandrene	Gül	1.0	3.5	4.0
12.4	1065	2-Octenal	Çay/kuru ot	2.0	1.5	1.5
12.6	1072	Nonenone	Mantar	2.0	2.0	1.8
13.2	1094	δ-Terpinene	Terpen/bitki/şekerli	1.0	-	0.8
13.4	1101	Linalool	Çay/ot/tatlı/çiçek	1.5	2.5	2.0
13.6	1109	-	Yağımsı/tatlı	2.0	-	-
13.7	1113	2-phenylethyl alcohol	Ester/çiçek	3.0	2.9	3.0
14.2	1132	Limonene oxide	Nane/terpen/tatlımsı	2.8	2.6	2.8
14.4	1139	Camphor	Baharat	2.0	2.0	2.0
14.6	1147	(E)-Limonene oxide	Yağ	4.0	1.9	1.5
14.7	1150	2,6-Nonadienal	Salatalık	5.0	5.0	3.9
15	1158	(E)-2-Nonenal	Saman ot	2.5	2.8	2.5
15.3	1173	Borneol	Nane/ferah/küflü	1.5	1.6	1.3
15.6	1184	Lavandulol	Klorlu su/yosun	1.8	2.0	1.5
15.9	1195	α-terpineol	Terpen/tatlı/baharat	1.8	1.5	1.0
16.4	1213	Linalool oxide	Yağ/yanmış yağ	1.5	1.5	2.0
17.1	1237	-	Brothy-kirli-şekli	1.0	1.3	1.3
17.4	1247	Isobornyl formate	Ferah/çiçek/kolonya	1.5	1.8	-
19.5	1319	Decadienal	Broth/yağ	0.5	1.0	1.0
20.6	1356	Terpinyl acetate	Balıkhane/terpen/defne	1.5	1.1	2.0

DEO: Defne esansiyel yağı, DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon, RI*: DB5 kolona göre alıkonma indisi

4.7. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Uçucu Bileşikleri (GC/MS)

Her iki materyal ile mikrodalga cihazında yukarıda belirlenen optimum koşullarda EY ekstraksiyonları gerçekleştirilerek GC-MS analizleri için gerekli miktarda EY elde edilmiştir. Örnekler analiz edilinceye kadar -20 ^{o}C'de muhafaza edilmiştir.

Defne ve lavanta EY uçucu bileşiklerine ait GC-MS kromatogramları sırasıyla EK 5'de sunulmuştur. Yapılan analizler sonucunda, lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarında 86 adet uçucu bileşen belirlenerek miktarları Tablo 4.36'de verilmiştir. Tablo 4.37'da ise lavanta esansiyel yağı için önemli bazı uçucular ele alınarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.36. Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarında belirlenen uçucu bileşikler (mg/L)

Alıkonma zamanı	Uçucu bileşikler	LEO	LN	LS
3.95	Acetone	0.61 ± 0.38	0.45 ± 0.02	0.35 ± 0.01
4.51	Propanal, 2-methyl-	0.20 ± 0.07	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.02
4.62	2-Butenal	2.62 ± 0.07	1.01 ± 0.10	0.96 ± 0.22
4.77	Acetic acid	0.00	0.14 ± 0.06	0.00
4.84	3-Buten-2-one	3.69 ± 2.22	0.52 ± 0.02	0.47 ± 0.15
5.06	Furan, 2-methyl-	0.00	0.00	0.12 ± 0.06
8.05	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-	0.00	0.61 ± 0.00	0.47 ± 0.11
10.40	2-Butenal, 3-methyl-	2.96 ± 1.40	2.11 ± 0.02	1.79 ± 0.39
10.96	3-Hexen-2-one	0.39 ± 0.21	0.29 ± 0.00	0.27 ± 0.05
11.12	Hexanal	0.57 ± 0.29	0.40 ± 0.01	0.35 ± 0.11
12.32	Hexane, 1-methoxy-	2.98 ± 1.86	2.08 ± 0.17	1.67 ± 0.78
13.69	2-Hexenal, (E)	1.68 ± 0.65	1.26 ± 0.04	1.08 ± 0.29
14.46	1-Hexanol	4.65 ± 2.07	3.65 ± 0.08	3.33 ± 0.86
15.64	Crotonaldehyde, 2-vinyl-	6.35 ± 0.87	3.75 ± 0.09	3.33 ± 0.86
15.81	4-methylene-5-hexenal	3.09 ± 1.19	2.30 ± 0.02	2.05 ± 0.54
16.77	2-Furancarboxaldehyde	0.00	0.26 ± 0.01	0.21 ± 0.06
17.37	Delta 3-carene	1.62 ± 0.92	1.04 ± 0.06	0.89 ± 0.48
17.54	Thujene	3.43 ± 0.06	1.17 ± 0.04	0.95 ± 0.50
17.84	2-methyl-5-isopropenylfuran	22.99 ± 2.40	9.71 ± 0.62	7.78 ± 3.83
17.96	alpha-pinene	14.09 ± 7.16	8.97 ± 0.41	7.54 ± 4.08
18.68	2,6-Dimethyl-1,3,6-heptatriene	0.39 ± 0.01	0.00	0.00
18.79	alpha-Fenchene	12.00 ± 11.70	0.00	0.11 ± 0.06
18.89	Camphene	20.64 ± 10.50	13.57 ± 0.63	11.37 ± 5.94
19.08	Verbene	2.80 ± 0.05	0.00	0.97 ± 0.08
19.51	Benzaldehyde	0.52 ± 0.02	0.00	0.29 ± 0.00
19.86	1-Heptanol	0.00	0.00	0.23 ± 0.01
20.10	Sabinene	11.37 ±8.63	0.00	10.52 ± 0.46
20.40	2-beta-pinene	19.21 ± 6.87	12.46 ± 0.34	10.34 ± 0.25
20.72	3-Octanone	0.00	0.00	44.06 ± 0.75
20.96	beta-Myrcene	113.39 ± 25.0	66.04 ± 2.97	55.76 ± 3.58
21.03	Herboxide	0.00	0.00	9.99 ± 4.42
21.24	Butanoic acid, butyl ester	6.61 ± 0.96	2.99 ±0.04	2.54 ± 1.04
21.34	2,4-Heptadienal, (E,E)-	5.24 ± 1.26	3.68 ± 0.02	3.26 ± 1.00
21.82	Herboxide second isomer	0.00	0.00	9.03 ± 3.64
21.91	L-Phellandrene	3.34 ± 0.14	1.63 ± 0.06	1.35 ± 0.60
22.14	Acetic acid, hexyl ester	77.65 ± 34.6	59.87 ± 1.84	50.26 ± 20.70
22.48	alpha-Terpinene	9.26 ± 1.2	4.96 ± 0.16	4.12 ± 1.95
22.61	o-cymene	1.54 ± 0.01	0.70 ± 0.04	0.55 ± 0.21

22.91	m-cymene	19.45 ± 2.69	11.17 ± 0.28	9.21 ± 4.15
23.20	dl-Limonene	98.92 ± 14.00	41.08 ± 1.01	34.46 ± 16.8
23.45	1,8-cineole	1082.17 ± 109.00	525.68 ± 4.77	453.64 ± 150.00
23.64	2-Isopropylfuran	6.89 ± 0.23	3.25 ± 0.22	2.75 ± 0.50
24.02	Beta ocimene	183.76 ± 23.20	83.51 ± 4.04	70.55 ± 31.00
24.68	gamma-Terpinene	19.20 ± 2.02	8.47 ± 0.32	6.98 ± 3.16
25.16	3,5-dimethylanisole	6.17 ± 0.84	2.81 ± 0.13	2.31 ± 1.07
25.40	cis-linaloloxide	174.97 ± 17.3	82.89 ± 1.52	79.24 ± 16.4
25.72	beta cymene	1.58 ± 0.19	0.80 ± 0.05	0.66 ± 0.27
26.13	alpha-terpinolene	54.55 ± 2.05	29.41 ± 1.43	24.68 ± 11.20
26.22	Linalool oxide	61.05 ± 21.10	41.21 ± 1.35	40.25 ± 7.93
26.36	Dehydro-p-cymen	14.68 ± 2.60	6.17 ± 0.30	5.51 ± 2.26
27.11	Linalool L	2312.51 ± 483	1197.87 ± 90.2	1065.25 ± 272
27.77	3-octanyl acetate	21.22 ± 3.58	10.83 ± 0.68	9.46 ± 3.33
28.41	2,6-Dimethyl-1,3,5,7-octatetraene (E)	34.46 ± 0.29	20.61 ± 1.74	17.82 ± 7.10
28.74	1,3,8-p-menthatriene	1.12 ± 0.07	0.60 ± 0.00	0.47 ± 0.19
29.22	Propanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester	47.98 ± 8.08	24.45 ± 1.74	21.71 ± 7.33
29.62	Camphor	968.90 ± 138	505.73 ± 24.90	355.76 ± 36.1
29.93	Sabina ketone	3.19 ± 0.34	1.80 ± 0.20	0.00
30.10	Phenol, 2,3,5,6-tetramethyl-	14.97 ± 2.37	7.81 ± 0.82	6.80 ± 1.88
30.21	Pinocarvone	2.83 ± 0.40	1.51 ± 0.05	1.32 ± 0.44
30.74	Borneol L	127.01 ± 25.2	64.97 ± 7.95	57.27 ± 13.80
31.08	4-Terpineol	17.11 ± 2.90	8.90 ± 0.67	7.99 ± 1.81
31.26	Ethanone, 1-(4-methylphenyl)-	3.16 ± 0.41	1.53 ± 0.13	1.31 ± 0.39
31.46	Propanoic acid	230.96 ± 41.4	119.22 ± 11.3	107.32 ± 33.00
31.83	alpha terpineol	135.12 ± 25.30	69.11 ± 9.39	61.40 ± 14.10
32.29	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	10.62 ± 2.13	6.45 ± 0.78	4.23 ± 2.81
33.07	Cis-geraniol	10.34 ± 2.04	5.50 ± 1.02	4.63 ± 1.24
33.46	Borneol acetate	12.43 ± 2.10	6.53 ± 0.58	5.80 ± 1.79
33.55	3,4-Dimethoxytoluene	19.09 ± 3.53	9.84 ± 1.05	8.90 ± 2.61
33.84	Butanoic acid, 3-methyl-, hexyl ester	9.01 ± 1.06	0.00	8.16 ± 2.31
34.09	Propanal, 2-methyl-3-phenyl-	11.00 ± 1.52	6.15 ± 0.71	5.34 ± 1.47
34.34	Linalyl acetate	939.14 ± 135	531.02 ± 68.90	477.06 ± 126.00
34.65	Piperitone	0.00	0.80 ± 0.28	0.59 ± 0.27
35.13	2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	1.08 ± 0.38	0.32 ± 0.01	0.23 ± 0.04
35.78	Lavandulyl acetate	64.32 ± 13.80	33.68 ± 4.93	30.19 ± 7.59
36.05	Endobornyl acetate	9.72 ± 2.05	4.90 ± 0.61	4.45 ± 1.21
37.32	p-mentha	0.81 ± 0.13	0.39 ± 0.06	0.35 ± 0.06
37.92	Hexyl tiglate	15.86 ± 3.31	8.60 ± 1.35	7.76 ± 1.95
38.82	alpha-terpinenyl acetate	0.00	7.16 ± 1.15	6.31 ± 1.57
39.03	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-	0.00	0.35 ± 0.09	0.30 ± 0.10
39.20	Neryl acetate	26.30 ± 8.60	11.95 ± 1.85	10.64 ± 2.61
40.68	beta bourbonene	3.12 ± 0.57	1.65 ± 0.25	1.54 ± 0.40
40.83	beta-elemene	1.46 ± 0.33	0.79 ± 0.11	0.73 ± 0.19
41.07	Methyl eugenol	1.40 ± 0.26	0.70 ± 0.13	0.60 ± 0.19
42.29	trans-Caryophyllene	19.16 ± 3.52	10.25 ± 1.60	9.55 ± 2.41
43.37	trans-beta-Farnesene	3.74 ± 0.71	2.18 ± 0.40	2.00 ± 0.48
44.87	Germacrene-D	0.68 ± 0.09	0.64 ± 0.14	0.58 ± 0.13

LEO: Lavanta esansiyel yağı, LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon

Lavanta esansiyel yağında uçucu bileşenlerin büyük bölümünü terpenler, alkoller, esterler ve ketonlar oluşturmaktadır. Tablo 4.36 incelendiğinde lavanta esansiyel yağında linalool L, 1,8-cineole, camphor ve linalyl acetate konsantrasyonlarının diğer uçucu bileşenlere göre daha

yüksek olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Xiao vd (2017), beş farklı lavanta esansiyel yağında GC/MS ile belirledikleri 30 adet uçucu bileşen içerisinde linalool, linalyl acetate, camphor ve 1,8-cineole' in diğer maddelere kıyasla daha yüksek miktarlarda bulunduklarını saptamışlardır.

Tablo 4.37. Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarının önemli uçucu bileşenleri (mg/L)

Uçucu bileşikler	LEO	LN	LS	*p*
Thujene	3.43[a]	1.17[b]	0.95[b]	0.016
.alpha.-Pinene	14.09	8.97	7.54	0.638
Camphene	20.64	13.57	11.37	0.659
2-.beta.-Pinene	19.21	12.46	10.34	0.502
beta-Myrcene	113.39	66.04	55.76	0.263
L-Phellandrene	3.34	1.63	1.35	0.052
alpha-Terpinene	9.26	4.96	4.12	0.181
DL-Limonene	98.92	41.08	34.46	0.064
1,8-Cineole	1082.17	525.68	453.64	0.051
beta Ocimene	183.76	83.51	70.55	0.067
cis Linalol oxide	54.55	29.41	24.68	0.522
.alpha.-Terpinolene	61.05	41.21	40.25	0.092
Linalool L	2312.51	1197.87	1065.25	0.126
Camphor	968.90[a]	505.73[ab]	355.76[b]	0.028
Borneol L	127.01	64.97	57.27	0.113
.alpha. Terpineol	135.12	69.11	61.40	0.103
Linalyl acetate	939.14	531.02	477.06	0.113

LEO: Lavanta esansiyel yağı, LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon

Tablo 4.37'da verilen 17 adet uçucu bileşenin esansiyel yağ, nişasta emülsiyonu ve soya proteini emülsiyonu içerisindeki konsantrasyonları karşılaştırıldığında sadece thujene ve camphor-un istatistiksel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek thujene miktarı esansiyel yağ örneğinde bulunurken, emülsiyon örneklerindeki miktarı istatistiksel olarak daha az bulunmuştur. Kullanılan stabilizörün (nişasta, soya proteini) thujene konsantrasyonu üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Camphor bileşiğinin esansiyel yağdaki ve nişasta emülsiyonundaki konsanstrasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmazken; soya proteini emülsiyonunda azalma olduğu saptanmıştır.

Defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarında 125 adet uçucu bileşik belirlenerek Tablo 4.38'da konsantrasyonları ile birlikte verilmiştir. Defne esansiyel yağında 1,8-cineole, sabinene, linalool L, α-terpinenyl acetate, linalyl acetate ve camphor bileşiklerinin diğer bileşiklere göre daha yüksek miktarlarda bulunduğu belirlenmiştir. Defne esansiyel yağında 1,8-cineole uçucuların %33,4'ünü, linalool L ise %6,4'ünü oluşturmaktadır. Quijano ve Pino (2007), Clevenger hidrodistilasyon yöntemi ile ekstrakte ettikleri defne esansiyel yağında uçucu bileşenlerin % 22'sini 1,8-cineolün oluşturduğunu saptamışlardır. Başka bir çalışmada ise mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemi (622W/85 dk) ile elde edilen defne esansiyel yağında 1,8-cineole konsantrasyonu 731,75 mg/mL olarak belirlenmiştir (Bayramoğlu vd, 2009).

Tablo 4.38. Defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarında belirlenen uçucu bileşikler (mg/L)

Alıkonma zamanı	Uçucu bileşikler	DEO	DAP	DAZ
4.64	2-Butenal	0.72 ± 0.14	0.25 ± 0.01	0.21 ± 0.01
7.25	Furan, 2-ethyl-	0.11 ± 0.04	0.54 ± 0.03	0.61 ± 0.01
8.54	1H-Pyrrole, 1-methyl-	0.00	0.62 ± 0.03	0.63 ± 0.02
9.12	Propanoic acid, 1-methylethyl ester	0.00	0.13 ± 0.01	0.14 ± 0.02
9.69	Toluene	0.24 ± 0.13	2.76 ± 0.29	2.65 ± 0.04
10.92	Propanoic acid, 2-methyl-, butyl ester	0.06 ± 0.00	0.48 ± 0.03	0.45 ± 0.01
11.12	Hexanal	0.61 ± 0.10	1.19 ± 0.07	1.23 ± 0.05
12.45	2-butanol, 3-methly-, acetate	0.00	0.30 ± 0.02	0.29 ± 0.01
13.68	2-Hexenal, (E)-	2.16 ± 0.19	4.20 ± 0.24	4.38 ± 0.02
14.47	1-Hexanol	0.68 ± 0.08	0.00	0.00
15.35	Butanoic acid, 2-methyl-, 1methylethyl ester	0.41 ± 0.10	1.47 ± 0.09	1.40 ± 0.01
15.64	Crotonaldehyde, 2-vinyl-	1.36 ± 0.01	0.00	0.00
15.81	4-methylene-5-hexenal	1.76 ± 0.06	0.51 ± 0.03	0.53 ± 0.00
17.38	Delta 3-carene	0.67 ± 0.22	0.53 ± 0.00	0.52 ± 0.01
17.55	Thujene	23.21 ± 5.96	35.55 ± 0.31	39.09 ± 0.43
17.86	2-methyl-5-isopropenylfuran	11.20 ± 2.28	0.00	0.14 ± 0.02
18.02	alpha-Pinene	169.48 ± 47	224.21 ± 2.78	221.68 ± 1.16
18.51	2,4(10)-thujadien	1.56 ± 0.27	2.76 ± 0.05	3.13 ± 0.06
18.79	Fenchene	0.73 ± 0.20	1.05 ± 0.00	1.06 ± 0.01
18.89	Camphene	9.17 ± 2.32	9.77 ± 0.02	10.08 ± 0.05
19.09	Verbene	0.00	0.00	0.23 ± 0.01
19.17	2-Heptenal, (E)-	0.79 ± 0.02	0.00	0.00
19.51	Benzaldehyde	0.97 ± 0.11	1.25 ± 0.02	1.57 ± 0.21
20.19	Sabinene	326.81 ± 72.4	585.53 ± 3.06	599.42 ± 8.26
20.48	2-.beta.-Pinene	177.55 ± 40.4	219.72 ± 0.69	224.53 ± 3.15
20.70	3-Octanone	9.25 ± 1.00	2.61 ± 0.15	2.81 ± 0.07
20.96	beta-Myrcene	57.45 ± 11.70	54.40 ± 0.39	55.35 ± 0.56
21.03	Herboxide	26.34 ± 6.33	15.58 ± 0.46	16.29 ± 1.10
21.24	Butanoic acid, butyl ester	0.66 ± 0.10	0.00	0.00
21.34	2,4-Heptadienal, (E,E)-	1.01 ± 0.57	0.00	0.00
21.61	Isovalveric acid, butyl ester	0.53 ± 0.10	0.00	0.00
21.83	Herboxide second isomer	20.78 ± 2.58	1.35 ± 0.01	1.74 ± 0.00
21.93	L-Phellandrene	31.47 ± 6.24	30.86 ± 0.15	31.37 ± 0.52
22.05	delta 3-carene	10.96 ± 2.28	8.44 ± 0.07	8.23 ± 0.29
22.16	2,4,6-Trimethyl-1,3-benzenediamine	32.84 ± 6.62	0.00	0.00
22.51	alpha-terpinene	56.89 ± 10.8	46.06 ± 0.08	36.81 ± 12.2
22.63	o-cymene	3.85 ± 0.66	0.00	0.00

22.80	p-cymene	0.00	2.25 ± 0.12	2.25 ± 0.33
22.93	m-cymene	81.80 ± 3.83	27.42 ± 1.13	31.46 ± 2.69
23.21	dl-Limonene	0.00	135.99 ± 5.44	140.10 ± 17.10
23.57	1,8-Cineole	1361.57 ± 294	4973.94 ± 233	4769.14 ± 54.2
23.64	2-Isopropylfuran	2.29 ± 0.11	0.00	0.00
23.99	Beta ocimene	14.42 ± 2.02	2.42 ± 0.07	2.49 ± 0.01
24.28	1,6-octadiene, 3,5-dimethyl	1.04 ± 0.31	1.27 ± 0.05	0.00
24.39	Alpha-Phellandiene	1.87 ± 0.31	0.00	0.00
24.52	Pulegone	0.97 ± 0.13	0.00	0.00
24.73	gamma-Terpinene	121.02 ± 19.8	85.69 ± 0.77	87.72 ± 1.79
25.16	3,5-dimethylanisole	6.51 ± 0.95	0.00	0.00
25.24	1-Octanol	2.17 ± 0.14	0.26 ± 0.02	0.00
25.37	cis-linaloloxide	0.00	18.82 ± 0.32	19.66 ± 0.15
26.13	alpha-terpinolene	43.04 ± 5.74	26.00 ± 0.44	26.98 ± 0.37
26.30	2-Nonanone	0.00	2.02 ± 0.15	2.10 ± 0.02
26.36	Dehydro-p-cymen	12.35 ± 0.76	4.04 ± 0.41	4.73 ± 0.22
26.86	Linalool L	322.34 ± 7.06	76.28 ± 1.75	82.26 ± 2.65
27.08	1,5,7-Octatrien-3-ol, 3,7-dimethyl	54.00 ± 0.78	0.00	0.00
27.48	2,5-dimethyl-3-ethylfuran	0.92 ± 0.04	0.00	0.00
27.57	1,3,8-para-menthatrıene	7.04 ± 0.56	1.62 ±0.04	1.69 ± 0.01
27.92	2,2-dimethylallylidenecyclopropane	11.82 ± 0.68	1.04 ± 0.05	1.11 ± 0.03
28.04	trans-p-2,8-Menthadien-1-ol	0.00	0.00	2.76 ± 0.10
28.22	p-menth-2-en-1-ol	5.30 ± 0.07	5.25 ± 0.17	5.49 ± 0.16
28.31	alpha-campholene aldehyde	2.40 ± 0.15	3.84 ± 0.18	3.95 ± 0.01
28.39	2,6-Dimethyl-1,3,5,7-octatetraene (E)	19.58 ± 1.79	0.00	0.00
28.77	1,7-Octadien-3-one, 2-methyl-6-methylene	5.74 ± 0.35	6.85 ± 0.24	7.56 ± 0.23
29.11	trans-Pinocarveol	0.00	12.90 ± 0.24	13.83 ± 0.44
29.19	Propanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester	10.11 ± 3.69	0.00	0.00
29.52	Camphor	201.43 ± 0.92	14.76 ± 0.43	15.00 ± 0.23
29.66	1,5,7-Octatrien-3-ol, 2,6-dimethyl	0.00	0.00	2.23 ± 0.16
29.76	p-Cresol	0.68 ± 0.11	0.99 ± 0.04	1.01 ± 0.03
29.92	Sabina ketone	4.96 ± 0.01	0.00	0.00
30.09	Phenol, 2,3,5,6-tetramethyl-	5.19 ± 0.30	0.00	0.00
30.20	Pinocarvone	7.58 ± 0.04	17.29 ± 0.70	17.47 ± 0.27
30.72	Borneol L	46.28 ± 3.40	7.48 ± 0.04	8.31 ± 0.43
31.11	4-Terpineol	69.46 ± 4.13	98.87 ± 1.37	112.89 ± 7.72
31.26	Ethanone, 1-(4-methylphenyl)-	3.03 ± 0.56	0.00	0.00
31.41	Butanoic acid, hexyl ester	44.89 ± 2.49	0.00	0.00
31.80	Alpha-Terpineol	71.42 ± 7.25	90.71 ±0.29	104.42 ± 6.75
32.24	2,6-Dimethyl-3,5,7-octatriene-2-ol, E	7.55 ± 1.01	0.85 ± 0.02	0.90 ± 0.04
32.42	Piperitol isomer II	2.42 ± 0.20	0.00	0.00
32.58	5-Isopropenyl-2-methylcyclopent-1-enecarboxaldehyde	1.66 ± 0.03	0.00	0.25 ± 0.02
32.88	trans-(+)-carveol	4.16 ± 0.44	1.51 ± 0.01	1.65 ± 0.16
33.55	3,4-Dimethoxytoluene	0.00	2.06 ± 0.00	2.31 ± 0.16
34.09	Propanal, 2-methyl-3-phenyl-	11.20 ± 1.49	4.09 ± 0.00	4.55 ± 0.29
34.28	Linalyl acetate	249.01 ± 30.1	9.13 ± 0.13	9.68 ± 0.60
34.55	2-Undecanone	2.78 ± 0.30	2.35 ± 0.04	2.38 ± 0.13
34.64	Piperitone	1.26 ± 0.16	0.46 ± 0.00	0.45 ± 0.03
35.12	2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	0.91 ± 0.16	0.57 ± 0.01	0.64 ± 0.06
35.23	4-Thujen-2.alpha.-yl acetate	3.24 ± 0.45	3.81 ± 0.06	4.10 ± 0.26
35.77	Lavandulyl acetate	15.99 ± 2.39	2.23 ± 0.08	2.43 ± 0.18
36.04	Endobornyl acetate	9.08 ± 1.05	6.57 ± 0.08	6.94 ± 0.34
36.11	Sabinyl acetate	1.85 ± 0.23	2.28 ± 0.10	2.46 ± 0.18
36.25	Methyl nonyl ketone	3.33 ± 0.50	2.29 ± 0.14	2.44 ± 0.18
36.33	Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)-	1.71 ± 0.38	0.51 ± 0.14	0.55 ± 0.02

36.52	cis-Pinen-3-ol	0.00	2.39 ± 0.08	2.58 ± 0.19
37.68	Benzene, 1,4-diethyl-	2.63 ± 0.43	0.76 ± 0.04	0.80 ± 0.06
37.92	Hexyl tiglate	5.23 ± 0.98	1.04 ± 0.05	1.08 ± 0.09
38.63	(2-Methylprop-1-enyl)-cyclohexa-1,3-diene	3.08 ± 0.55	0.96 ±0.05	1.01 ± 0.10
38.90	alpha-terpinenyl acetate	294.32 ± 54.70	343.96 ± 16.00	354.53 ± 31.3
39.06	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-	12.34 ± 4.22	9.20 ± 0.69	9.82 ± 0.98
39.20	Neryl acetate	7.99 ± 1.72	5.38 ± 0.37	5.49 ± 0.61
39.79	5,6,7,8-tetrahydrothieno[2,3-b]quinoline	1.51 ± 0.30	0.62 ± 0.03	0.58 ± 0.07
40.01	alpha-ylangene	2.55 ± 2.32	1.02 ± 0.08	0.00
40.07	cis-geraniol	7.86 ± 1.88	2.65 ± 0.21	3.18 ± 0.48
40.30	alpha-cubebene	1.85 ± 0.25	0.25 ± 0.03	0.16 ± 0.05
40.69	Beta-bourbonene	3.02 ± 0.48	0.48 ± 0.02	0.31 ± 0.07
40.84	Beta-elemene	24.96 ± 4.98	7.75 ± 0.15	6.07 ± 1.05
41.07	Methyl eugenol	22.77 ± 7.68	20.59 ± 1.62	21.90 ± 2.48
42.29	trans-Caryophyllene	19.95 ± 3.48	4.36 ± 0.06	3.07 ± 0.56
42.84	alpha-Guaiene	2.00 ± 0.45	0.51 ± 0.02	0.35 ± 0.10
43.10	2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	3.67 ± 1.10	1.68 ± 0.16	1.45 ± 0.23
43.36	trans-beta-Farnesene	1.52 ± 0.41	0.46 ± 0.03	0.00
43.50	beta-panasinsene	2.06 ± 0.46	0.62 ± 0.01	0.46 ± 0.09
43.82	alpha-Caryophyllene	3.51 ± 0.64	1.06 ± 0.07	0.78 ± 0.12
43.90	Isocaryophillene	4.85 ± 1.09	1.48 ± 0.04	1.07 ± 0.22
44.40	Aristolene	0.87 ± 0.24	0.00	0.00
44.87	Germacrene-D	1.54 ± 0.43	0.53 ± 0.03	0.39 ± 0.08
45.12	Anisyl acetone	1.63 ± 0.49	1.26 ± 0.20	1.22 ± 0.17
45.23	beta-Selinene	5.64 ± 1.45	1.96 ± 0.12	1.58 ± 0.32
45.34	Valencene	1.53 ± 0.50	0.56 ± 0.07	0.50 ± 0.09
45.49	alpha-selinene	4.41 ± 1.22	1.58 ± 0.10	1.34 ± 0.27
46.14	alpha-amorphene	2.74 ± 0.90	0.99 ± 0.10	0.82 ± 0.22
46.28	delta-Cadinene	1.77 ± 0.63	0.71 ± 0.09	0.60 ± 0.14
46.47	(-)-alpha-panansinsen	1.12 ± 0.40	0.42 ± 0.05	0.00
47.07	cıs-alpha-bısabolene	1.01 ± 0.45	0.40 ± 0.08	0.36 ± 0.11
47.28	alpha-calacorene	0.61 ± 0.26	0.17 ± 0.02	0.15 ± 0.03
49.03	(-)-Caryophyllene oxide	7.77 ± 3.68	2.89 ± 0.48	2.67 ± 0.35

DEO: Defne esansiyel yağı, DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon

Defne esansiyel yağı için önemli uçucu bileşenler için ayrıca istatistiksel analizler gerçekleştirilerek farklılıklar ortaya konmuştur (Tablo 4.39). Buna göre, sabinene, 1,8-cineole ve terpineol maddelerinin konsantrasyonunun mikro/nano emülsiyon oluşturulması ile artış gösterdiği saptanmıştır. Diğer taraftan beta ocimene, borneol L, trans-(+)-carveol ve linalyl acetate bileşiklerinin ise esansiyel yağ formunda yüksek miktarlarda bulunurken emülsiyonlarda azaldığı görülmüştür (içerdikleri esansiyel yağ miktarları eşit).

Tablo 4.39. Defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarının önemli uçucu bileşenleri (mg/L)

Uçucu bileşikler	DEO	DAP	DAZ	*p*
Thujene	23.21	35.55	39.09	0.093
alpha-Pinene	169.48	224.21	221.68	0.394
Camphene	9.17	9.77	10.08	0.891
Sabinene	326.81[b]	585.53[a]	599.42[a]	0.032
2-beta-Pinene	177.55	219.72	224.53	0.409
beta-Myrcene	57.45	54.40	55.35	0.949
L-Phellandrene	31.47	30.86	31.37	0.992
alpha-Terpinene	56.89	46.06	36.81	0.430
1,8-Cineole	1361.57[b]	4973.94[a]	4769.14[a]	0.002
beta Ocimene	14.42[a]	2.42[b]	2.49[b]	0.008
gamma-Terpinene	121.02	85.69	87.72	0.194
alpha-Terpinolene	43.04	26.00	26.98	0.060
Linalool L	322.34[a]	76.28[b]	82.26[b]	0.000
Camphor	201.43	14.76	15.00	0.000
4-Terpineol	69.46[b]	98.87[ab]	112.89[a]	0.020
Borneol L	46.28[a]	7.48[b]	8.31[b]	0.001
alpha-Terpineol	71.42	90.71	104.42	0.059
Trans-(+)-Carveol	4.16[a]	1.51[b]	1.65[b]	0.010
Linalyl acetate	249.01[a]	9.13[b]	9.68[b]	0.004
alpha-Terpinenyl acetate	294.32	343.96	354.53	0.551

DEO: Defne esansiyel yağı, DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon

4.8. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Antioksidan Aktivite Düzeyleri

Lavanta esansiyel yağı (LEY) ve iki farklı stabilizör (nişasta ve soya proteini) kullanılarak hazırlanan mikro/nanoemülsiyonların antioksidan aktivite düzeyleri TEAC yöntemine göre belirlenmiştir. Aynı şekilde, defne yaprağı esansiyel yağı (DEY) ve iki farklı stabilizör (Amilopektin ve Arap zamkı) ile elde edilen mikro/nanoemülsiyonların antioksidan aktivite düzeyleri de belirlenmiştir. Sonuçlar EK 6'da verilen Troloks standart eğrisinden yararlanarak hesaplanmış ve Tablo 4.40'de verilmiştir.

Tablo 4.40. Lavanta ve defne esansiyel yağları ve mikro/nanoemülsiyonlarının TEAC değerleri

Örnek	TEAC değeri (Mm troloks/ml örnek)
LEO	1.272 ± 0.015
LN	0.062 ± 0.001
LS	0.312 0.016
Soya Proteini kontrol*	0.308 0.005
Nişasta kontrol*	0.021 ± 0.001
DEO	70.562 ± 0.756
DAP	0.927 0.013
DAZ	1.194 0.015
Amilopektin kontrol*	0.030 0.001
Arap zamkı kontrol*	0.070 0.001

LEO: Lavanta esansiyel yağı, LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon, DEO: Defne esansiyel yağı, DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon. Sonuçlar "ortalama ± standart sapma" olarak verilmiştir. *Kontrol örnekleri: Esansiyel yağ eklenmeden 0.21 g stabilizör ile hazırlanan çözelti

4.9. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Toplam Fenolik Madde Miktarları

Esansiyel yağ ve mikro/nanoemülsiyonların toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteau yöntemine göre belirlenmiştir. Esansiyel yağ örnekleri %80'lik metanol çözeltisi ile 1:1 oranında seyreltilerek, nanoemülsiyon örnekleri ise direkt olarak analize alınmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının belirlenebilmesi için gallik asidin 1000 mg/L stok çözeltisinden 5 farklı konsantrasyonda (25-50-100-250-500 mg/L) çözeltileri hazırlanmış ve analiz aşamaları standart çözeltiler için uygulanmıştır. Gallik asidin 5 farklı konsantrasyonuna karşılık 765 nm dalga boyunda kaydedilen absorbans değerleri ile standart kurve (EK 6) elde edilmiştir. Örneklerin toplam fenol içerikleri bu eğrinin denklemine dayalı olarak hesaplanmış ve

Örnek	Gallik asit miktarı (mg/L)
LEO	665.6 ± 91.4
LN	33.1 ± 9.0
LS	94.8 ± 10.9
Soya Proteini Kontrol*	67.67 ± 0.72
Nişasta Kontrol*	1.54 ± 1.54
DEO	2438.9 ± 299.1
DAP	170.6 ± 25.6
DAZ	243.1 ± 37.0
Amilopektin kontrol*	16.63 ± 0.36
Arap zamkı kontrol*	4.96 ± 0.36

'te verilmiştir. Sonuç olarak defne esansiyel yağının ve emülsiyonlarının gerek antioksidan aktivitesi gerekse toplam fenolik madde içeriği lavanta esansiyel yağı içeren örneklerden daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.41. Esansiyel yağlar ve mikro/nanoemülsiyonların toplam fenolik madde içerikleri

Örnek	Gallik asit miktarı (mg/L)
LEO	665.6 ± 91.4
LN	33.1 ± 9.0
LS	94.8 ± 10.9
Soya Proteini Kontrol*	67.67 ± 0.72
Nişasta Kontrol*	1.54 ± 1.54
DEO	2438.9 ± 299.1
DAP	170.6 ± 25.6
DAZ	243.1 ± 37.0
Amilopektin kontrol*	16.63 ± 0.36
Arap zamkı kontrol*	4.96 ± 0.36

LEO: Lavanta esansiyel yağı, LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon
LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon, DEO: Defne esansiyel yağı
DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon, Sonuçlar "ortalama±standart sapma" olarak verilmiştir. *Kontrol örnekleri: Esansiyel yağ eklenmeden 0.21 g stabilizör ile hazırlanan çözelti. Nişasta ve soya proteini çözeltileri 100 mL distile su içerisine 0.21 g stabilizör; amilopektin ve arap zamkı çözeltileri ise 0.3 g stabilizör eklenerek hazırlanmıştır.

4.10. Esansiyel Yağ ve Emülsiyonların Antimikrobiyal Aktiviteleri

4.10.1. Lavanta Esansiyel Yağı ve Emülsiyonlarının Antimikrobiyal Etkileri

4.10.1.1. Disk Difüzyon Yöntemi (Lavanta)

Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarının antimikrobiyal etkisinin belirlenmesinde Gram negatif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla *Escherichia coli* ATCC 25922, Gram pozitif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla ise *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 ve sporlu bir bakteri olan *B. cereus* ve *Alicyclobacillus acidoterrestris* referans suşları kullanılmıştır. Agar disk difüzyon yöntemine göre elde edilen inhibisyon zonları Tablo 4.42'ta verilmiştir.

Tablo 4.42. Lavanta esansiyel yağı ile hazırlanan nişasta ve soya proteini emülsiyonlarının disk difüzyon yöntemine göre inaktivasyon sonuçları

Mikroorganizma	Antimikrobiyal etki (zon çapı, mm)		
	LEO	LN	LS
E. coli	10 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	9 ± 1 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)* 12.5 ± 3 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*	10 ± 2 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)* 11.5 ± 1 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*
S. aureus	11 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	13 ± 2 *(sadece geciktirme, bakteriyostatik etki)*	16 ± 3 *(sadece geciktirme, bakteriyostatik etki)*
B. cereus	45-54 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	7 ± 1 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	7.25 ± 0.5 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*
A. acidoterrestris	55 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	9.25 ± 1.5 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*	9.75 ± 1.7 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*

LEO: Lavanta esansiyel yağı, LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon, Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Lavanta emülsiyonları (nişasta/soya proteini) hazırlanırken; 100 mL saf su içerisinde 0,21 g stabilizör çözündürülerek 1,55 mL esansiyel yağ eklenmiştir. Karışıma 5 dk ultrahomojenizatör, 5 dk ultrasonik banyo işlemleri uygulanmıştır.

Ham lavanta yağında *A. Acidoterrestris* sporlarına ve *B. cereus* referans suşuna karşı, *E. coli* ATCC 25922 ve *S. aureus* ATCC 6538 referans suşlarına göre bakteriyosidal etkinin daha iyi olduğu görülmektedir. Nişasta ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyonlarda ise bakteriyosidal etkinin *E. coli* ATCC 25922 ve *B. cereus* referans suşlarına karşı daha etkili olduğu, *A. acidoterrestris* sporlarına ve *S. aureus* ATCC 6538 referans suşlarına karşı ise bakteriyostatik etkilerinin olduğu görülmüştür.

4.10.1.2. İnaktivasyon Kinetiği (Lavanta)

Escherichia coli üzerine etkisi

Lavanta esansiyel yağından elde edilen mikro/nano emülsiyonların *E.coli* üzerine etkisi Tablo 4.43'de verilmiştir. Kontrol örneğinde 60 dk sonunda 0,79 log'luk bir artış görülürken, nişasta ve soya proteini emülsiyon örneklerinde ise sırasıyla 0.57, 1,57 log birimlik azalma olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.43. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *E.coli* üzerine inaktivasyon kinetiği

Süre	log kob/mL (ortalama ± standart hata)					
	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
Kontrol	8.09 ± 0.03	8.75 ± 0.04	8.82 ± 0.01	8.80 ± 0.01	8.82 ± 0.01	8.88 ± 0.01
LN	8.51 ± 0.28	9.01 ± 0.05	8.04 ± 0.04	8.34 ± 0.30	8.47 ± 0.21	7.94 ± 0.29
LS	8.89 ± 0.07	8.63 ± 0.21	7.94 ± 0.47	7.33 ± 0.64	7.22 ± 0.02	7.32 ± 0.00

LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon, Bakteri yükleri log kob/mL ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Staphylococcus aureus üzerine etkisi

Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Staphylococcus aureus* üzerine etkisi Tablo 4.44'da verilmiştir. Kontrol grubunda 60 dakika sonunda 0.12 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 3.75 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 1.85 log'luk bir azalma görülmektedir. Lavanta esansiyel yağları ile hazırlanan nano/mikroemülsiyonlarda kontrol grubuna göre *S. aureus* üzerine bakterisidal etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 4.44. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Staphylococcus aureus* üzerine inaktivasyon kinetiği

Süre	logkob/mL (ortalama ± standart hata)					
	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
Kontrol	8.48 ± 0.03	8.55 ± 0.09	8.53 ± 0.01	8.56 ± 0.05	8.56 ± 0.02	8.60 ± 0.03
LN	7.58 ± 0.14	6.88 ± 0.67	5.91 ± 0.53	6.11 ± 0.40	4.43 ± 0.31	3.83 ± 0.21
LS	8.30 ± 0.10	8.29 ± 0.11	8.19 ± 0.11	8.19 ± 0.08	7.36 ± 0.13	6.45 ± 0.02

LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon, Bakteri yükleri log kob/mL ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Bacillus cereus üzerine etkisi

Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Bacillus cereus* üzerine inaktivasyon kinetiğine ilişkin sonuçlar Tablo 4.45'de verilmiştir. Kontrol grubunda 60 dakika sonunda 0.18 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 4.07 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 5.68 log'luk bir azalma görülmektedir. Lavanta esansiyel yağları ile hazırlanan nano/mikroemülsiyonlarda kontrol grubuna göre *B. cereus* üzerine bakterisidal etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 4.45. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Bacillus cereus* üzerine inaktivasyon kinetiği

Süre	logkob/mL (ortalama ± standart hata)					
	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
Kontrol	7.01 ± 0.01	7.05 ± 0.01	7.06 ± 0.01	7.09 ± 0.01	7.12 ± 0.02	7.19 ± 0.02
LN	6.94 ± 0.05	3.27 ± 0.12	2.98 ± 0.03	2.86 ± 0.07	2.89 ± 0.08	2.87 ± 0.06
LS	7.31 ± 0.11	4.77 ± 0.10	5.11 ± 0.14	4.65 ± 0.26	3.03 ± 0.13	1.63 ± 0.33

LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon, Bakteri yükleri log kob/mL ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Alicyclobacillus acidoterrestris üzerine etkisi

Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Alicyclobacillus acidoterrestris* üzerine etkisi Tablo 4.46'de verilmiştir. Kontrol grubunda 60 dakika sonunda 0.28 log'luk ve LS grubunda 60 dakika sonunda 0.17 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 0.16 log'luk bir azalma görülmektedir.

Tablo 4.46. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Alicyclobacillus acidoterrestris* üzerine inaktivasyon kinetiği

Süre	logspor/mL (ortalama ± standart hata)					
	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
Kontrol	7.12 ± 0.02	7.31 ± 0.01	7.33 ± 0.01	7.34 ± 0.01	7.37 ± 0.01	7.40 ± 0.01
LN	6.54 ± 0.08	6.16 ± 0.04	6.37 ± 0.07	5.95 ± 0.15	6.53 ± 0.07	6.38 ± 0.06
LS	6.61 ± 0.05	6.70 ± 0.02	6.71 ± 0.03	6.79 ± 0.02	6.75 ± 0.04	6.78 ± 0.03

LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon, Bakteri yükleri log kob/mL ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

4.10.2. Defne Esansiyel Yağı ve Emülsiyonlarının Antimikrobiyal Etkileri

4.10.2.1. Disk Difüzyon Yöntemi (Defne)

Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarında uygulandığı şekilde defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarının *E.coli*, *S. aureus, B.cereus* ve *A. acidoterrestris* üzerindeki antimikrobiyal aktiviteleri agar disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiş, elde edilen sonuçlar Tablo 4.47'da verilmiştir. Zon çaplarının ölçüldüğü petri kaplarının görüntüleri EK 7'de görülmektedir.

Tablo 4.47. Defne esansiyel yağı ile hazırlanan amilopektin ve arap zamkı emülsiyonlarının disk difüzyon yöntemine göre inaktivasyon sonuçları

Mikroorganizma	Antimikrobiyal etki (zon çapı, mm)		
	DEO	DAP	DAZ
E. coli	11 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	8.5 ± 1 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)* 15 ± 3 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*	8 ± 1 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)* 13 ± 1 *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*
S. aureus	18 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	14 ± 1 *(sadece geciktirme, bakteriyostatik etki)*	14 ± 1 *(sadece geciktirme, bakteriyostatik etki)*
B. cereus	25 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	7 ± 0 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	6,5 ± 0 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*
A. acidoterrestris	25 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)* *60* *(geciktirme dahil, bakteriyostatik etki)*	7.5 ± 0.6 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*	7.75 ± 0.5 *(direkt inhibisyon, bakteriyosidal etki)*

DEO: Defne esansiyel yağı, DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon, Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Defne emülsiyonları (Amilopektin/arap zamkı) hazırlanırken; 100 mL saf su içerisinde 0.30 g stabilizör çözündürülerek 1.50 mL esansiyel yağ eklenmiştir. Karışıma 5 dk ultrahomojenizatör, 5 dk ultrasonik banyo işlemleri uygulanmıştır.

Ham defne yağında *A. acidoterrestris* sporlarına ve *B. cereus* referans suşuna karşı, *E. coli* ATCC 25922 ve *S. aureus* ATCC 6538 referans suşlarına göre bakteriyosidal etkinin daha iyi olduğu görülmektedir. Amilopektin ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyonlarda ise bakteriyosidal etkinin *E. coli* ATCC 25922, *B. cereus* referans suşlarına ve *A. acidoterrestris*

sporlarına karşı daha etkili olduğu, ve *S. aureus* ATCC 6538 referans suşlarına karşı ise bakteriyostatik etkilerinin olduğu görülmüştür.

4.10.2.2. İnaktivasyon Kinetiği (Defne)

Escherichia coli üzerine etkisi

Defne esansiyel yağından elde edilen mikro/nano emülsiyonların *E.coli* üzerine etkisi Tablo 4.48'da verilmiştir. Kontrol örneğinde 60 dk sonunda 0,79 log'luk bir artış görülürken, amilopektin ve arap zamkı emülsiyon örneklerinde ise sırasıyla 1,99 ve 1,71 log birimlik azalma olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.48. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *E.coli* üzerine inaktivasyon kinetiği

Süre	logkob/mL (ortalama ± standart hata)					
	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
Kontrol	8.09 ± 0.03	8.75 ± 0.04	8.82 ± 0.01	8.80 ± 0.01	8.82 ± 0.01	8.88 ± 0.01
DAP	9.21 ± 0.05	8.97 ± 0.03	8.88 ± 0.03	8.87 ± 0.26	8.32 ± 0.18	7.22 ± 0.03
DAZ	8.85 ± 0.07	9.04 ± 0.05	8.81 ± 0.04	8.29 ± 0.05	7.48 ± 0.10	7.14 ± 0.13

DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon, Bakteri yükleri log kob/mL ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Staphylococcus aureus üzerine etkisi

Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Staphylococcus aureus* üzerine etkisi Tablo 4.49'de verilmiştir. Kontrol grubunda 60 dakika sonunda 0.12 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 60 dakika sonunda 2.72 log'luk, DAZ grubunda 60 dakika sonunda 3.55 log'luk bir azalma görülmektedir.

Defne esansiyel yağları ile hazırlanan nano/mikroemülsiyonlarda kontrol grubuna göre *S. aereus* üzerine bakterisidal etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 4.49. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Staphylococcus aureus* üzerine inaktivasyon kinetiği

Süre	logkob/mL (ortalama ± standart hata)					
	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
Kontrol	8.48 ± 0.03	8.55 ± 0.09	8.53 ± 0.01	8.56 ± 0.05	8.56 ± 0.02	8.60 ± 0.03
DAP	8.79 ± 0.04	8.35 ± 0.05	8.69 ± 0.09	8.24 ± 0.18	8.02 ± 0.02	6.07 ± 0.45
DAZ	8.52 ± 0.10	8.18 ± 0.20	8.35 ± 0.02	8.26 ± 0.22	6.07 ± 0.40	4.97 ± 0.31

DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon, Bakteri yükleri log kob/mL ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Bacillus cereus üzerine etkisi

Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Bacillus cereus* üzerine etkisi Tablo 4.50'de yer almaktadır. Kontrol grubunda 60 dakika sonunda 0.18 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 15. dakikadan sonra, DAZ grubunda 10. dakikadan sonra gelişim engellenmiştir.

Defne esansiyel yağları ile hazırlanan nano/mikroemülsiyonlarda kontrol grubuna göre *B. cereus* üzerine güçlü bakterisidal etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 4.50. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Bacillus cereus* üzerine inaktivasyon kinetiği

Süre	logkob/mL (ortalama ± standart hata)					
	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
Kontrol	7.01 ± 0.01	7.05 ± 0.01	7.06 ± 0.01	7.09 ± 0.01	7.12 ± 0.01	7.19 ± 0.02
DAP	7.63 ± 0.32	6.38 ± 0.39	4.97 ± 0.18	4.47 ± 0.39	< 0.99	< 0.99
DAZ	8.28 ± 0.02	8.34 ± 0.09	4.72 ± 0.05	< 0.99	< 0.99	< 0.99

DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon, Bakteri yükleri log kob/mL ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

Alicyclobacillus acidoterrestris üzerine etkisi

Tablo 4.51'a göre, kontrol grubunda 60 dakika sonunda 0.28 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 60 dakika sonunda 0.11 log'luk, DAZ grubunda 60 dakika sonunda 0.40 log'luk bir azalma görülmektedir.

Tablo 4.51. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların *Alicyclobacillus acidoterrestris* üzerine inaktivasyon kinetiği

Süre	logspor/mL (ortalama ± standart hata)					
	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
Kontrol	7.12 ± 0.04	7.31 ± 0.02	7.33 ± 0.01	7.34 ± 0.01	7.37 ± 0.01	7.40 ± 0.01
DAP	6.34 ± 0.09	6.22 ± 0.06	6.45 ± 0.03	6.55 ± 0.03	6.63 ± 0.05	6.23 ± 0.03
DAZ	6.84 ± 0.11	6.65 ± 0.11	6.73 ± 0.08	6.83 ± 0.11	7.24 ± 0.04	6.44 ± 0.10

DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon, Bakteri yükleri log kob/mL ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

4.11. Portakal Suyu Denemesi

4.11.1. Nanoemülsiyonların Meyve Suyu Ortamındaki Antibakteriyel Etkisi

Elde edilen mikro/nano emülsiyonların portakal suyu ortamındaki antimikrobiyal etkisi *E.coli, S. aureus, B. cereus ve A. acidoterrestris* için iki farklı sıcaklıkta (+25ºC ve +4ºC) incelenmiş ve sonuçları Tablo 4.52 ve Tablo 4.53'de verilmiştir.

Tablo 4.52. Lavanta esansiyel yağları ile elde edilen nano/mikroemülsiyonlarının portakal suyu ortamında inaktivasyon kinetiği

	+25ºC						
E. coli	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.24 ± 0.01	6.42 ± 0.01	6.56 ± 0.00	6.59 ± 0.00	6.63 ± 0.00	6.75 ± 0.00
	LN	6.25 ± 0.00	6.27 ± 0.00	6.20 ± 0.02	6.10 ± 0.01	6.00 ± 0.01	5.84 ± 0.05
	LS	6.23 ± 0.01	6.20 ± 0.01	6.15 ± 0.01	6.02 ± 0.03	5.78 ± 0.03	5.60 ± 0.02
	+4ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.18 ±0.01	6.21 ± 0.02	6.24 ± 0.01	6.30 ± 0.01	6.34 ± 0.01	6.40 ± 0.00
	LN	6.20 ± 0.01	6.20 ± 0.01	6.13 ± 0.02	5.99 ± 0.02	5.86 ± 0.02	5.67 ± 0.02
	LS	6.20 ± 0.01	6.17 ± 0.01	6.04 ± 0.02	5.76 ± 0.04	5.77 ± 0.04	5.45 ± 0.03
Staphylococcus aureus	+25ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.54 ± 0.02	6.51 ± 0.02	6.50 ± 0.01	6.64 ± 0.03	6.72 ± 0.01	6.77 ± 0.01
	LN	6.55 ± 0.04	6.47 ± 0.02	6.40 ± 0.06	6.33 ± 0.08	5.52 ± 0.02	5.25 ± 0.01
	LS	6.57 ±0.07	6.54 ± 0.04	6.46 ± 0.06	6.39 ± 0.05	5.58 ± 0.00	5.32 ± 0.01
	+4ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.59 ± 0.02	6.59 ± 0.01	6.62 ± 0.01	6.62 ± 0.01	6.63 ± 0.01	6.71 ± 0.02
	LN	6.51 ± 0.08	6.49 ± 0.04	6.36 ± 0.04	6.25 ± 0.03	5.07 ± 0.01	4.81 ± 0.03
	LS	6.64 ± 0.03	6.55 ± 0.02	6.44 ± 0.04	6.31 ± 0.06	5.28 ± 0.02	5.05 ± 0.02
Bacillus cereus	+25ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.64 ± 0.05	6.67 ± 0.03	6.68 ± 0.01	6.68 ± 0.03	6.71 ± 0.02	6.75 ± 0.04
	LN	6.65 ± 0.03	4.59 ± 0.02	2.10 ± 0.02	2.07 ± 0.01	2.04 ± 0.01	1.85 ± 0.04
	LS	6.68 ± 0.05	4.46 ± 0.04	2.08 ± 0.01	1.95 ± 0.02	1.86 ± 0.01	1.61 ± 0.06
	+4ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.65 ± 0.05	6.66 ± 0.03	6.67 ± 0.03	6.69 ± 0.03	6.72 ± 0.03	6.73 ± 0.05
	LN	6.67 ± 0.01	4.31 ± 0.10	2.04 ± 0.01	1.98 ± 0.01	1.90 ± 0.02	1.11 ± 0.08
	LS	6.66 ± 0.04	4.29 ± 0.10	2.04 ± 0.02	1.89 ± 0.03	1.80 ± 0.01	0.68 ± 0.23
Alicyclobacillus	+25ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.68 ± 0.02	6.75 ± 0.02	6.81 ± 0.01	6.84 ± 0.02	6.94 ± 0.01	6.99 ± 0.02
	LN	6.73 ± 0.04	6.75 ± 0.02	6.77 ± 0.03	6.69 ± 0.02	6.67 ± 0.02	6.66 ± 0.03

	LS	6.75 ± 0.03	6.80 ± 0.02	6.79 ± 0.02	6.70 ± 0.05	6.65 ± 0.06	6.67 ± 0.07
	+4ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.88 ± 0.04	6.90 ± 0.03	6.93 ± 0.01	6.95 ± 0.02	6.97 ± 0.03	6.98 ± 0.04
	LN	6.86 ± 0.01	6.90 ± 0.01	6.87 ± 0.03	6.77 ± 0.01	6.74 ± 0.02	6.73 ± 0.03
	LS	6.90 ± 0.01	6.92 ± 0.01	6.89 ± 0.02	6.85 ± 0.02	6.77 ± 0.01	6.74 ± 0.04

LN: Lavanta esansiyel yağı ve nişasta ile hazırlanan emülsiyon, LS: Lavanta esansiyel yağı ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyon

+25ºC'de depolamada, kontrol grubunda *E.coli* için 60 dakika sonunda 0.50 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 0.41 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 0.63 log'luk bir azalma görülmektedir. +4ºC'de depolamada kontrol grubunda *E.coli* için 60 dakika sonunda 0.23 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 0.53 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 0.75 log'luk bir azalma görülmektedir.

+25ºC depolamada kontrol grubunda *Staphylococcus aureus* için 60 dakika sonunda 0.24 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 1.30 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 1.25 log'luk bir azalma görülmektedir. +4ºC depolamada kontrol grubunda *Staphylococcus aureus* için 60 dakika sonunda 0.12 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 1.69 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 1.59 log'luk bir azalma görülmektedir.

+25ºC depolamada kontrol grubunda *Bacillus cereus* için 60 dakika sonunda 0.11 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 4.80 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 5.07 log'luk bir azalma görülmektedir. +4ºC depolamada kontrol grubunda *Bacillus cereus* için 60 dakika sonunda 0.09 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 5.56 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 5.98 log'luk bir azalma görülmektedir.

+25ºC depolamada Kontrol grubunda *Alicyclobacillus acidoterrestris* için 60 dakika sonunda 0.31 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 0.07 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 0.08 log'luk bir azalma görülmektedir. +4ºC depolamada Kontrol grubunda *Alicyclobacillus acidoterrestris* için 60 dakika sonunda 0.11 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 0.13 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 0.16 log'luk bir azalma görülmektedir.

+25ºC depolamada kontrol grubunda *E. coli* için 60 dakika sonunda 0.50 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 60 dakika sonunda 0.95 log'luk, DAZ grubunda 60 dakika sonunda 0.94 log'luk bir azalma görülmektedir. +4ºC depolamada kontrol grubunda *E. coli* için 60 dakika sonunda 0.23 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 60 dakika sonunda 1.04 log'luk, DAZ grubunda 60 dakika sonunda 0.84 log'luk bir azalma görülmektedir.

+25ºC depolamada kontrol grubunda *Staphylococcus aureus* için 60 dakika sonunda 0.24 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 60 dakika sonunda 1.41 log'luk, DAZ grubunda 60 dakika sonunda 1.51 log'luk bir azalma görülmektedir. +4ºC depolamada kontrol grubunda *Staphylococcus aureus* için 60 dakika sonunda 0.12 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 60 dakika sonunda 2.21 log'luk, DAZ grubunda 60 dakika sonunda 2.59 log'luk bir azalma görülmektedir.

+25ºC depolamada kontrol grubunda *Bacillus cereus* için 60 dakika sonunda 0.11 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 15. dakikadan sonra, DAZ grubunda 15. dakikadan sonra gelişim engellenmiştir. +4ºC depolamada kontrol grubunda *Bacillus cereus* için 60 dakika sonunda 0.09 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 15. dakikadan sonra, DAZ grubunda 10. dakikadan sonra gelişim engellenmiştir.

Tablo 4.53. Defne esansiyel yağları ile elde edilen nano/mikroemülsiyonlarının portakal suyu ortamında E. coli referans suşu için inaktivasyon kinetiği sonuçları

E. coli	+25ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.24 ± 0.01	6.42 ± 0.01	6.56 ± 0.00	6.59 ± 0.00	6.63 ± 0.00	6.75 ± 0.00
	DAP	6.27 ± 0.02	6.37 ± 0.01	6.25 ± 0.02	6.11 ± 0.01	5.99 ± 0.01	5.32 ± 0.06
	DAZ	6.28 ± 0.01	6.33 ± 0.00	6.21 ± 0.02	6.16 ± 0.01	6.00 ± 0.01	5.34 ± 0.08
	+4ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.18 ± 0.01	6.21 ± 0.02	6.24 ± 0.01	6.30 ± 0.01	6.34 ± 0.01	6.40 ± 0.00
	DAP	6.20 ± 0.01	6.27 ± 0.04	6.12 ± 0.01	6.05 ± 0.02	5.97 ± 0.02	5.16 ± 0.05
	DAZ	6.23 ± 0.00	6.28 ± 0.03	6.20 ± 0.01	6.09 ± 0.02	6.02 ± 0.02	5.39 ± 0.04
Staphylococcus aureus	+25ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.54 ± 0.02	6.51 ± 0.02	6.50 ± 0.01	6.64 ± 0.03	6.72 ± 0.01	6.77 ± 0.01
	DAP	6.50 ± 0.02	6.49 ± 0.01	6.45 ± 0.01	6.44 ± 0.01	6.31 ± 0.02	5.08 ± 0.02
	DAZ	6.52 ± 0.02	6.50 ± 0.01	6.48 ± 0.01	6.48 ± 0.01	6.37 ± 0.03	5.02 ± 0.02
	+4ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.59 ± 0.02	6.59 ± 0.01	6.62 ± 0.01	6.62 ± 0.01	6.63 ± 0.01	6.71 ± 0.02
	DAP	6.61 ± 0.00	6.59 ± 0.01	6.50 ± 0.01	6.50 ± 0.01	6.48 ± 0.02	4.40 ± 0.04
	DAZ	6.59 ± 0.02	6.57 ± 0.02	6.49 ± 0.02	6.49 ± 0.03	6.04 ± 0.01	4.00 ± 0.15
Bacillus cereus	+25ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.64 ± 0.05	6.67 ± 0.03	6.68 ± 0.01	6.68 ± 0.03	6.71 ± 0.02	6.75 ± 0.04
	DAP	6.63 ± 0.04	6.35 ± 0.04	5.06 ± 0.01	4.50 ± 0.05	<0.99	<0.99
	DAZ	6.70 ± 0.03	6.33 ± 0.08	5.01 ± 0.02	4.13 ± 0.03	<0.99	<0.99
	+4ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.65 ± 0.05	6.66 ± 0.03	6.67 ± 0.03	6.69 ± 0.03	6.72 ± 0.03	6.73 ± 0.05
	DAP	6.56 ± 0.13	6.15 ± 0.12	4.99 ± 0.03	<0.99	<0.99	<0.99
	DAZ	6.72 ± 0.04	5.91 ± 0.08	4.98 ± 0.04	<0.99	<0.99	<0.99
	+25ºC						
Al ic	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.68 ± 0.02	6.75 ± 0.02	6.81 ± 0.01	6.84 ± 0.02	6.94 ± 0.01	6.99 ± 0.02

	DAP	6.83 ± 0.02	6.80 ± 0.02	6.71 ± 0.04	6.65 ± 0.05	6.67 ± 0.03	6.62 ± 0.02
	DAZ	6.84 ± 0.03	6.81 ± 0.02	6.78 ± 0.03	6.69 ± 0.05	6.73 ± 0.04	6.71 ± 0.02
	+4ºC						
	Süre	0. dk	5. dk	10. dk	15. dk	30. dk	60. dk
	Kontrol	6.88 ± 0.04	6.90 ± 0.03	6.93 ± 0.01	6.95 ± 0.02	6.97 ± 0.03	6.98 ± 0.04
	DAP	6.87 ± 0.04	6.86 ± 0.04	6.79 ± 0.04	6.76 ± 0.04	6.72 ± 0.04	6.45 ± 0.07
	DAZ	6.92 ± 0.04	6.91 ± 0.02	6.89 ± 0.03	6.82 ± 0.03	6.70 ± 0.03	6.65 ± 0.03

DAP: Defne esansiyel yağı ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyon, DAZ: Defne esansiyel yağı ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyon

+25ºC depolamada kontrol grubunda *Alicyclobacillus acidoterrestris* için60 dakika sonunda 0.31 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 60 dakika sonunda 0.21 log'luk, DAZ grubunda 60 dakika sonunda 0.13 log'luk bir azalma görülmektedir. +4ºC depolamada kontrol grubunda *Alicyclobacillus acidoterrestris* için 60 dakika sonunda 0.11 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 60 dakika sonunda 0.43 log'luk, DAZ grubunda 60 dakika sonunda 0.27 log'luk bir azalma görülmektedir.

4.11.2. Bir Haftalık Depolama Boyunca Toplam Canlı ve Maya/Küf Sayılarındaki Değişim

Laboratuvar ortamında meyve sıkacağı kullanılarak elde edilen portakal suları 2 kat tülbent bezinden geçirilerek, portakal sularına ön denemelerde belirlenen miktar olan %0.5 oranında nano/mikroemülsiyonlar eklenmiştir. Daha sonra 250 ml'lik steril schott şişelerinde 2 tekerrürlü olarak hazırlanan örneklerde günlük olarak (örneklerin hazırlandığı 0. gün ve takibinde 7 günlük depolama süresince) mikrobiyolojik ekim yapılarak, toplam canlı ve maya-küf sayıları belirlenmiştir.

Örnekler +4ºC'de ve +25 ºC'de depolanmış ve nano/mikroemülsiyon eklenmemiş portakal suyu kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Hazırlanan portakal suyu örneklerinden aseptik koşullarda steril tüplere alınan örneklerden serum fizyolojik (0.1 mL örnek+9,9 mL SF) içerisinde seri dilüsyonlar (0, -2, -4, -6 ve -8.) hazırlanmıştır. Hazırlanan bu dilüsyonlardan 0.1 mL alınarak besiyeri üzerine yayma plak yöntemi ile inoküle edilmiştir.

Lavanta ve defne esansiyel yağlarından elde edilen mikro/nano emülsiyonların eklendiği portakal sularının +4 ve +25 ºC'de 7 gün depolanması boyunca belirlenen toplam canlı ve maya/küf sayılarındaki değişimler Tablo 4.56, Tablo 4.55, Tablo 4.56 ve Tablo 4.57'da verilmiştir.

Toplam Canlı Sayım Sonuçları (depolama sıcaklığı: +4ºC)

Kontrol grubunda 7 gün sonunda 0.37, LN grubunda 0.98, LS grubunda 1.03, DAP grubunda 0.91, DAZ grubunda 1.14 log'luk bir artış görülmektedir.

Tablo 4.54. +4ºC'de depolanan portakal suyunda toplam canlı sayıları

	logkob/mL (ortalama ± standart hata)							
Günler	0. gün	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün
Kontrol	3.59 ± 0.02	3.41 ± 0.03	3.69 ± 0.00	3.72 ± 0.08	3.83 ± 0.06	3.93 ± 0.08	3.92 ± 0.08	3.96 ± 0.02
LN	3.35 ± 0.03	3.55 ± 0.02	3.75 ± 0.02	3.99 ± 0.02	4.11 ± 0.03	4.32 ± 0.07	4.22 ± 0.04	4.33 ± 0.02
LS	3.39 ± 0.03	3.49 ± 0.06	3.90 ± 0.08	3.84 ± 0.27	3.82 ± 0.10	4.46 ± 0.08	4.43 ± 0.08	4.42 ± 0.10
DAP	3.60 ± 0.14	4.29 ± 0.41	4.63 ± 0.76	4.28 ± 0.14	4.29 ± 0.07	4.53 ± 0.11	4.49 ± 0.11	4.51 ± 0.06
DAZ	3.27 ± 0.04	3.50 ± 0.04	3.69 ± 0.15	4.14 ± 0.03	4.12 ± 0.01	4.23 ± 0.06	4.31 ± 0.04	4.41 ± 0.05

K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

Toplam Canlı Sayım Sonuçları (depolama sıcaklığı: +25ºC)

Kontrol grubunda 7 gün sonunda 4.83, LN 3.22, LS grubunda 3.10, DAP grubunda 2.42, DAZ grubunda 2.93 log'luk bir artış görülmektedir.

Tablo 4.55. +25ºC'de depolanan portakal suyunda toplam canlı sayıları

	logkob/mL (ortalama ± standart hata)							
Günler	0. gün	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün
Kontrol	3.60 ± 0.07	4.83 ± 0.09	4.93 ± 0.02	5.61 ± 0.29	6.46 ± 0.13	6.64 ± 0.15	7.16 ± 0.01	8.43 ± 0.18
LN	3.31 ± 0.02	3.73 ± 0.10	3.00 ± 0.00	6.57 ± 1.30	5.51 ± 0.10	7.02 ± 0.43	5.75 ± 0.40	6.53 ± 0.27
LS	3.66 ± 0.12	5.71 ± 0.20	3.90 ± 0.26	5.83 ± 0.23	6.41 ± 0.02	6.53 ± 0.19	7.06 ± 0.14	6.76 ± 0.14
DAP	3.58 ± 0.15	5.93 ± 0.12	3.38 ± 0.10	4.65 ± 0.04	5.99 ± 0.07	6.67 ± 0.21	6.20 ± 0.19	6.00 ± 0.23
DAZ	3.58 ± 0.10	6.35 ± 0.12	5.06 ± 0.67	4.79 ± 0.12	6.15 ± 0.16	7.59 ± 0.11	5.53 ± 0.56	6.51 ± 0.28

K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu
DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

Maya-Küf Sayım Sonuçları (depolama sıcaklığı: +4ºC)

Kontrol grubunda 7 gün sonunda 0.23, LN grubunda 1.80, LS grubunda 0.84, DAP grubunda 1.31, DAZ grubunda 0.86 log'luk bir artış görülmektedir.

Tablo 4.56. +4ºC'de depolanan portakal suyunda maya/küf sayıları

	logkob/mL (ortalama ± standart hata)							
Günler	0. gün	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün
Kontrol	3.78 ± 0.08	3.56 ± 0.04	3.68 ± 0.00	3.40 ± 0.26	3.91 ± 0.02	3.89 ± 0.00	3.99 ± 0.06	4.01 ± 0.01
LN	3.52 ± 0.05	3.66 ± 0.04	3.84 ± 0.03	3.97 ± 0.03	4.06 ± 0.03	4.23 ± 0.02	4.17 ± 0.06	5.32 ± 0.63

LS	3.60 ± 0.06	3.64 ± 0.06	3.93 ± 0.03	4.09 ± 0.07	4.07 ± 0.06	4.34 ± 0.09	4.33 ± 0.06	4.44 ± 0.08
DAP	3.42 ± 0.07	3.94 ± 0.17	4.25 ± 0.11	4.30 ± 0.14	4.26 ± 0.17	4.50 ± 0.09	4.33 ± 0.21	4.73 ± 0.20
DAZ	3.44 ± 0.08	3.72 ± 0.09	3.95 ± 0.07	4.11 ± 0.03	4.07 ± 0.08	4.20 ± 0.06	4.26 ± 0.06	4.30 ± 0.03

K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu
DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

Maya-Küf Sayım Sonuçları (depolama sıcaklığı: +25°C)

Kontrol grubunda 7 gün sonunda 4.10, LN grubunda 2.44, LS grubunda 2.57, DAP grubunda 2.08, DAZ grubunda 2.37 log'luk bir artış görülmektedir.

Tablo 4.57. +25°C'de depolanan portakal suyunda maya/küf sayıları

	logkob/mL (ortalama ± standart hata)							
Günler	0. gün	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün
Kontrol	3.76 ± 0.06	4.10 ± 0.01	4.77 ± 0.07	4.13 ± 0.04	6.62 ± 0.01	7.24 ± 0.49	6.54 ± 0.07	7.86 ± 0.15
LN	3.52 ± 0.04	3.69 ± 0.08	3.17 ± 0.60	4.93 ± 0.16	5.43 ± 0.43	5.55 ± 0.10	4.99 ± 0.48	5.96 ± 0.57
LS	3.77 ± 0.10	3.85 ± 0.39	4.21 ± 0.06	4.83 ± 0.73	6.38 ± 0.13	6.49 ± 0.27	6.10 ± 0.32	6.34 ± 0.19
DAP	3.61 ± 0.09	5.04 ± 0.14	3.26 ± 0.57	5.24 ± 0.06	5.64 ± 0.36	5.96 ± 0.26	6.03 ± 0.18	5.69 ± 0.34
DAZ	3.66 ± 0.13	4.32 ± 0.28	4.31 ± 0.19	5.36 ± 0.33	5.97 ± 0.12	5.99 ± 0.33	5.53 ± 0.59	6.03 ± 0.16

K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

4.11.3. Bir Aylık Depolama Boyunca Mikrobiyal Analizler

Laboratuvar ortamında meyve sıkacağı kullanılarak elde edilen portakal suları 2 kat tülbent bezinden geçirilerek steril schott şişelerine (1 litre) alınmıştır. Portakal sularına ön denemelerde belirlenen miktar olan %0.5 oranında nano/mikroemülsiyonlar eklenmiştir. 2 tekerrürlü hazırlanan örneklerden haftalık periyodlarda (örneklerin hazırlandığı 0. gün ve takibinde 4 haftalık depolama süresince) toplam canlı ve maya-küf sayımları yapılmıştır. Örnekler +4°C'de depolanmış ve nano/mikroemülsiyon eklenmemiş portakal suyu kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

Hazırlanan portakal suyu örneklerinden aseptik koşullarda steril tüplere alınan örneklerden serum fizyolojik (0.1 mL örnek+9.9 mL SF) içerisinde seri dilüsyonlar (0, -2, -4, -6 ve -8.) hazırlanmıştır. Hazırlanan bu dilüsyonlardan 0.1 mL alınarak besiyeri üzerine yayma plak yöntemi ile inoküle edilmiştir.

Toplam Canlı Sayım Sonuçları

Lavanta ve defne esansiyel yağından elde edilen mikro/nano emülsiyonlar eklenen ve +4°C'de depolanan portakal sularının 4 hafta boyunca toplam canlı sayımlarındaki değişim Tablo 4.58'da verilmiştir. Kontrol grubunda 4 hafta sonunda 2.63, LN grubunda 3.45, LS grubunda 3.09, DAP grubunda 2.76, DAZ grubunda 3.27 log'luk bir artış görülmektedir.

Tablo 4.58. +4°C'de depolanan portakal sularının toplam canlı sayılarındaki değişim

	logkob/mL (ortalama ± standart hata)				
Günler	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta
Kontrol	3.75 ± 0.03	6.73 ± 0.03	7.48 ± 0.0	6.07 ± 0.03	6.38 ± 0.11
LN	3.81 ± 0.05	6.87 ± 0.22	6.91 ± 0.02	7.00 ± 0.73	7.26 ± 0.21
LS	3.69 ± 0.14	7.48 ± 0.22	6.30 ± 0.12	6.60 ± 0.23	6.78 ± 0.04
DAP	3.86 ± 0.05	5.85 ± 0.77	5.39 ± 0.37	5.98 ± 0.05	6.62 ± 0.37
DAZ	3.67 ± 0.10	5.31 ± 0.32	5.30 ± 0.23	6.05 ± 0.06	6.94 ± 0.02

K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

Maya-Küf Sayım Sonuçları

Lavanta ve defne esansiyel yağından elde edilen mikro/nano emülsiyonlar eklenen ve +4°C'de depolanan portakal sularının 4 hafta boyunca maya/küf sayımlarındaki değişim Tablo 4.59'te verilmiştir. Kontrol grubunda 4 hafta sonunda 3.23, LN grubunda 2.89, LS grubunda 2.46, DAP grubunda 1.85, DAZ grubunda 2.73 log'luk bir artış görülmektedir.

Tablo 4.59. +4°C'de depolanan portakal sularının maya/küf sayılarındaki değişim

	logkob/mL (ortalama ± standart hata)				
Günler	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta
Kontrol	3.84 ± 0.03	4.34 ± 0.00	6.66 ± 0.02	5.68 ± 0.15	7.07 ± 0.17

LN	3.94 ± 0.05	4.41 ± 0.03	6.66 ± 0.05	5.49 ± 0.15	6.83 ± 0.26
LS	3.86 ± 0.17	5.46 ± 0.57	5.29 ± 0.27	5.70 ± 0.69	6.32 ± 0.24
DAP	4.02 ± 0.03	4.69 ± 0.18	5.25 ± 0.49	4.18 ± 0.13	5.87 ± 0.37
DAZ	3.53 ± 0.20	4.67 ± 0.02	4.78 ± 0.08	5.76 ± 0.10	6.26 ± 0.28

K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

4.11.4. Bir Aylık Depolama Boyunca Viskozite Değişimi

Portakal sularının + 4 ºC'de 4 hafta depolama boyunca viskozitelerindeki değişim Tablo 4.60'da verilmiştir**.**

Tablo 4.60. Nanoemülsiyon ilave edilmiş portakal sularının viskozite değerleri

	Ortalama±S.E				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
K	5.37 ± 0.03 ^{Ab}	4.77 ± 0.03 ^{Bb}	8.52 ± 0.12 ^{Aba}	4.08 ± 0.18 ^{Bb}	3.84 ± 0.18 ^{Db}
LN	5.79 ± 0.48 ^{Ab}	5.18 ± 0.44 ^{Bb}	10.17 ± 0.23 ^{Aa}	8.02 ± 0.37 ^{ABab}	8.61 ± 0.89 ^{BCDa}
LS	8.09 ± 1.09 ^{Ab}	11.40 ± 1.00 ^{Aa}	11.50 ± 2.05 ^{Aa}	9.47 ± 0.29 ^{Aab}	10.27 ± 1.63 ^{ABab}
DAP	6.08 ± 1.07 ^{Ab}	10.28 ± 0.18 ^{Aa}	4.82 ± 0.14 ^{Bb}	3.80 ± 0.29 ^{Bb}	9.35 ± 0.32 ^{BCa}
DAZ	7.94 ± 0.88 ^{Aab}	9.57 ± 0.78 ^{ABa}	9.36 ± 1.20 ^{Aba}	5.30 ± 0.04 ^{ABbc}	4.83 ± 0.21 ^{CDc}

$^{A-D}$ Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P ≤0.05). $^{a-c}$ Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P ≤0.05). S.E: Standart hata K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

Depolamaya bağlı olarak kontrol örneğinde 2. hafta hariç örnekler arasında istatistiksel açıdan farklılık olmadığı belirlenmiştir (P≥ 0.05).

Lavanta–nişasta emülsiyonu ilave edilen portakal sularında 0. ve 1. haftalarda viskozite değerinde istatistiksel farklılık gözlenmezken, takip eden haftalarda örneklerde farklılık saptanmıştır. Lavanta- soya proteini emülsiyonu ile depolanan portakal sularında 1. ve 2. hafta örnekleri kendi arasında, 3. hafta örnekleri de 4. hafta örnekleri ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca bu emülsiyona ait örneklerde 0. hafta örneğinin diğer haftalarla istatistiksel açıdan ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Defne esansiyel yağı ile elde edilen nano/makro emülsiyonlarda ise durum şöyledir; DAP (defne- amilopektin) ilave edilen portakal sularının viskozite verilerine göre, 0, 2 ve 3. haftalara ait örnekler arasında farklılık olmadığı, 1 ve 4. haftalara ait örneklerin de istatistiksel açıdan birbiri ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Defne- arap zamkı emülsiyonu ilave edilen portakal sularında 1 ve 2. haftalara ait örnekler birbiri ile aynı iken diğer haftalarda istatistiksel açıdan farklılık gözlenmektedir ($P \leq 0.05$).

Demirdöven ve Baysal (2012) yapmış oldukları bir çalışmada, doğrudan ve farklı ön işlem teknikleri uygulanan portakal suyunun kalite değişimlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada hiçbir işlem uygulanmadığı takdirde portakal suyunun viskozite değeri 4.73 mPa.s olarak belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada portakal suyuna ait viskozite değerleri haftalara bağlı değişiklikler gösterse de referans çalışma ile kısmen benzerlik göstermektedir.

Bir başka çalışmada keten tohumu yağı ve edilen emülsiyon örneklerinin 28 gün depolanması sonucu çeşitli değerlendirilmeleri yapılmıştır. Çalışmada organik fazdaki yüksek miktarda yağın çözeltide yüksek bir partikül büyüklüğüne ve viskozitesinde artışa yol açacağı ifade edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada bazı stabilizatörlerde başlangıca oranla sonraki haftalarda viskozite değerlerinde artış belirlenmiştir (De Campo vd 2017).

Tarçın yağının tween 80 ile nanoemulsiyonu oluşturulmuş, örneklerin 20, 30,40° C sıcaklıklarında 8 hafta süreyle depolanması gerçekleştirilmiştir. Burada farklı oranlarda (%5-%10) tarçın yağı ilavesi yapılmıştır. Çalışmada tarçın yağ oranının fazla olması emülsiyon stabilitesini olumsuz etkilemiş ve viskozite değerleri haftalara bağlı düzenli bir değişim göstermemiştir. Bu durumun emülsiyon içerisindeki yağ damlacıklarının topaklanma mekanizmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Yapmış olduğumuz portakal suyu depolamasında farklı stabilizatörlere ait viskozite değişimleri bu bağlamda çalışmayla paralel bir sonuç vermektedir (Yuliani, 2018).

4.11.5. Bir Aylık Depolama Boyunca Toplam Fenolik Madde Miktarındaki Değişim

Lavanta ve defne esansiyel yağından elde edilen mikro/nano emülsiyonlar eklenen ve +4°C'de depolanan portakal sularının 4 hafta boyunca toplam fenolik madde miktarlarındaki değişim Tablo 4.61'de verilmiştir.

Tablo 4.61. Depolama boyunca toplam fenolik madde değişimi

	5. Hafta	6. Hafta	7. Hafta	8. Hafta	9. Hafta

Kontrol	398.1 ± 7.8 [a]	397.8 ± 6.6 [a]	396.4 ± 5.3 [a]	346.4 ± 3.5 [ab]	332.2 ± 7.1 [b]
LN	490.7 ± 8.3 [a]	469.6 ± 3.9 [a]	464.9 ± 7.5 [ab]	438.1 ± 9.2 [ab]	410.3 ± 6.4 [b]
LS	645.1 ± 3.3 [a]	596.8 ± 2.4 [ab]	561.4 ± 6.3 [bc]	527.2 ± 5.3 [c]	495.8 ± 9.4 [d]
DAP	665.2 ± 4.1 [a]	622.4 ± 4.1 [ab]	602.2 ± 3.1 [b]	564.9 ± 3.2 [bc]	511.9 ± 4.8 [c]
DAZ	739.9 ± 3.9 [a]	663.5 ± 7.5 [b]	620.2 ± 7.8 [bc]	577.4 ± 1.5 [cd]	536.4 ± 2.5 [d]

Toplam fenolik madde miktarları mg/L gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir. [a-d] Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$). Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

Tablo 4.61 incelendiğinde, esansiyel yağ içeren emülsiyonların eklenmesi sonucu toplam fenolik madde miktarında en büyük artış DAZ emülsiyonu eklenen portakal sularınında görülmüştür. Bununla beraber, portakal suyu örneklerinde depolama ile toplam fenolik madde miktarında azalma olduğu görülmektedir. Kontrol portakal suyunun toplam fenol miktarında %16,5, LN örneğinde %16,4, LS örneğinde %23,1, DAP örneğinde %23,0 ve DAZ örneğinde %27,5 azalma olduğu saptanmıştır. Rapisarda ve ark. (1999), Valensiya geç çeşidinde Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenen toplam fenol miktarını 488±19.7 µg/mL ferulik asit eşdeğeri olarak belirlemişlerdir.

9.1.1. Bir Aylık Depolama Boyunca Antioksidan Aktivite Düzeyindeki Değişim

Lavanta ve defne esansiyel yağından elde edilen mikro/nano emülsiyonlar eklenen ve +4°C'de depolanan portakal sularının 4 hafta boyunca antioksidan aktivite düzeylerindeki değişim Tablo 4.62'de verilmiştir.

Lavanta ve defne esansiyel yağlarını içeren emülsiyonların eklendiği portakal sularının antioksidan kapasite düzeyleri başlangıçta, 2,46-3,67 mM arasında değişmektedir. Rapisarda ve ark. (1999), Valencia-late çeşidi portakal suyunun antioksidan aktivite düzeyini 0,74 ± 0,04 mM troloks eşdeğeri olarak belirlemişlerdir.

0. Haftada LN örneği ile kontrol örneği arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık görülmemektedir. LS, DAP ve DAZ örneklerinde ise esansiyel yağ içeren emülsiyonların portakal suyuna eklenmesi ile sırasıyla 1,09; 0,78 ve 0,89 mM'lık artış sağlanmıştır. Burada stabilizör olarak kullanılan soya proteininin antioksidan özelliğinin de artışa etkisi olmuştur. Depolamanın 0. ve 4. haftalarındaki antioksidan aktivite düzeyleri karşılaştırıldığında; kontrol, LS ve DAZ örneklerinde istatistiksel olarak bir fark görülmezken, LN ve DAP örneklerinde sırasıyla 0,61 ve 0,82 mM'lık azalma olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.62. Depolama boyunca antioksidan aktivite düzeyindeki değişim

Örnek	Troloks eşdeğeri, mM				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
K	2.58±0.01^{Ba}	2.35±0.02^{Ba}	2.35±0.00^{Ba}	2.29±0.00^{Ba}	2.23±0.00^{BCa}
LN	2.46±0.04^{Ba}	2.36±0.07^{Ba}	2.36±0.08^{Ba}	1.94±0.04^{Bb}	1.85±0.03^{Cb}
LS	3.67±0.11^{Aa}	3.60±0.16^{Aa}	3.56±0.20^{Aa}	3.41±0.19^{Aa}	3.34±0.07^{Aa}
DAP	3.36±0.24^{Aa}	3.49±0.12^{Aa}	3.55±0.02^{Aa}	3.24±0.00^{Aa}	2.54±0.05^{Bb}
DAZ	3.47±0.11^{Aa}	3.67±0.04^{Aa}	3.48±0.02^{Aa}	3.50±0.01^{Aa}	3.49±0.03^{Aa}

$^{A-C}$ Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P ≤0.05). $^{a-b}$ Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P ≤0.05). Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. K: Kontrol, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

9.1.2. Bir Aylık Depolama Boyunca Uçucu Bileşenlerdeki Değişim

9.1.3. Lavanta Esansiyel Yağı ile Elde Edilen Emülsiyonların Eklendiği Portakal Sularında Belirlenen Uçucu Bileşikler

Lavanta esansiyel yağından elde edilen nişasta ve soya proteini emülsiyonlarının eklendiği portakal sularının 4 hafta depolanması boyunca uçucu bileşenlerdeki değişimler Tablo 4.63'da verilmiştir. Toplamda 57 adet uçucu bileşik belirlenmiş olup lavanta esansiyel yağı için önemli olan bazı uçucu bileşenlerdeki değişimler ayrı ayrı ele alınarak, kullanılan stabilizör ve depolama süresinin maddelerin konsantrasyonları üzerine etkileri incelenmiştir (Tablo 4.64).

Tablo 4.63. Lavanta esansiyel yağı ile elde edilmiş emülsiyonların eklendiği portakal sularının depolama boyunca uçucu bileşenleri (µg/L)

		Kontrol					LN					LS				
RT*	Uçucu bileşikler	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
3.73	Ethanol	552.94 ± 97.90	977.70 ± 448.00	1139.47 ± 121.00	2712.21 ± 603.00	2954.09 ± 145.00	598.47 ± 41.30	913.12 ± 60.60	1248.03 ± 69.80	1509.74 ± 52.30	3864.19 ± 1103.00	534.91 ± 64.90	779.18 ± 75.20	1059.47 ± 184.00	1279.91 ± 447.00	1780.25 ± 158.00
5.23	Acetic acid, ethyl ester	126.69 ± 16.50	206.18 ± 46.20	1162.46 ± 49.40	2245.736 ± 42.24	2468.51 ± 130.00	32.83 ± 4.57	146.10 ± 59.60	790.84 ± 102.00	1013.51 ± 451.00	1431.50 ± 266.00	40.81 ± 7.12	152.85 ± 90.60	366.08 ± 94.50	987.55 ± 386.00	1266.50 ± 482.00
8.46	3-Methyl-1-butanol	78.81 ± 0.58	162.05 ± 76.60	165.41 ± 3.94	302.38 ± 46.60	297.18 ± 17.80	23.81 ± 2.79	78.03 ± 19.00	133.97 ± 22.50	149.84 ± 10.90	469.29 ± 188.00	25.19 ± 2.46	53.10 ± 20.50	102.27 ± 38.20	106.02 ± 65.50	204.31 ± 6.37
8.61	2-Methyl-1-butanol	36.56 ± 0.24	73.74 ± 35.80	110.75 ± 2.09	193.12 ± 32.30	192.63 ± 11.70	10.30 ± 1.34	30.86 ± 5.57	51.35 ± 6.46	62.97 ± 0.57	155.86 ± 45.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.12	Hexanal	522.16 ± 32.00	354.08 ± 170.00	411.67 ± 18.00	304.49 ± 54.30	293.49 ± 15.80	200.80 ± 21.40	368.73 ± 6.60	247.87 ± 42.90	201.57 ± 63.90	154.02 ± 15.80	264.43 ± 16.40	287.25 ± 47.80	412.55 ± 163.00	209.77 ± 9.65	190.46 ± 22.04
13.25	2-Butenoic acid, ethyl ester	27.10 ± 4.73	12,06 ± 2.18	18.73 ± 3.21	13.80 ± 2.38	12.99 ± 0.26	9.56 ± 0.17	20.75 ± 2.66	16.54 ± 3.89	13.66 ± 5.61	9.39 ± 1.16	17.07 ± 1.35	23.56 ± 1.75	27.71 ± 6.64	13.58 ± 2.38	15.25 ± 0.77
13.46	Ethyl 2-methylbutyrate	24.00 ± 1.70	13.71 ± 7.07	17.96 ± 2.70	16.29 ± 3.81	15.12 ± 1.22	6.85 ± 1.31	17.68 ± 1.82	13.36 ± 2.48	9.54 ± 3.97	10.03 ± 1.26	9.49 ± 0.89	11.53 ± 6.02	14.05 ± 2.95	9.12 ± 1.81	9.05 ± 1.00
14.46	1-Hexanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.19 ± 2.23	93.01 ± 21.20	94.16 ± 9.70	118.39 ± 9.35	83.27 ± 25.20	19.66 ± 4.39	61.53 ± 0.64	120.58 ± 9.23	79.78 ± 33.30	91.80 ± 26.70
17.96	alpha-pinene	23.15 ± 8.18	28.04 ± 22.20	11.55 ± 0.32	9.31 ± 2.06	9.48 ± 0.29	26.84 ± 7.92	25.18 ± 4.67	18.86 ± 5.47	19.84 ± 4.37	17.20 ± 7.81	29.09 ± 15.00	19.83 ± 2.13	16.59 ± 3.29	16.06 ± 5.01	35.20 ± 21.40
18.88	Camphene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.37 ± 1.28	5.44 ± 0.70	4.82 ± 0.58	4.52 ± 0.37	0.00
20.39	2-.beta.-pinene	13.53 ± 4.42	28.09 ± 22.20	19.98 ± 5.20	15.87 ± 0.37	25.74 ± 0.91	31.39 ± 3.74	53.82 ± 7.95	50.20 ± 7.18	54.38 ± 1.28	58.28 ± 1.50	38.20 ± 2.15	40.17 ± 2.65	54.20 ± 1.38	53.25 ± 10.90	43.87 ± 1.83
20.68	3-Octanone	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.46 ± 10.60	207.72 ± 21.00	179.65 ± 14.40	153.04 ± 23.40	156.19 ± 4.48	169.30 ± 14.60	194.12 ± 8.71	218.63 ± 23.40	154.95 ± 17.20	169.17 ± 6.61
20.92	.beta.-Myrcene	164.24 ± 75.10	108.42 ± 13.80	65.00 ± 12.90	51.28 ± 15.80	54.06 ± 1.45	347.91 ± 59.40	336.68 ± 58.30	246.48 ± 35.50	301.22 ± 67.90	277.44 ± 68.20	412.96 ± 147.00	304.97 ± 10.80	311.97 ± 32.00	295.04 ± 65.80	212.55 ± 26.10
21.23	Butanoic acid, butyl ester	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40 ± 1.31	19.13 ± 13.10	0.00	0.00	0.00
21.38	2,4-Heptadienal, (E,E)-	32.01 ± 10.60	10.13 ± 0.16	17.33 ± 3.42	12.42 ± 2.85	11.61 ± 0.48	23.38 ± 2.64	29.96 ± 6.15	15.36 ± 2.56	16.69 ± 1.13	78.45 ± 46.10	36.61 ± 6.60	29.27 ± 3.24	33.01 ± 2.65	21.64 ± 3.02	21.43 ± 1.45
21.82	Herboxide second isomer	4.34 ± 0.53	9.33 ± 1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.91	L-Phellandrene	9.27 ± 1.87	16.31 ± 5.33	29.44 ± 2.78	18.65 ± 8.47	0.00	6.95 ± 1.57	11.29 ± 5.03	14.19 ± 0.37	10.74 ± 3.74	16.07 ± 2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.09	Acetic acid, hexyl ester	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.17 ± 4.99	0.00	24.28 ± 8.07	21.02 ± 1.05	12.15 ± 7.55	152.33 ± 7.58	24.43 ± 14.20	0.00	31.04 ± 9.83	58.90 ± 46.70

23.27	dl-Limonene	12412.71 ± 4192.00	22536.69 ± 4485.00	7865.94 ± 277.00	7202.23 ± 1471.00	7857.17 ± 103.00	15476.90 ± 4025.00	15277.86 ± 2999.00	11571.53 ± 2218.00	12741.85 ± 2797.00	12817.45 ± 5011.00	17031.99 ± 7268.00	11920.89 ± 1440.00	11180.74 ± 1817.00	10970.37 ± 2876.00	8340.41 ± 493.00
23.30	Sabinene	33.72 ± 11.60	30.67 ± 0.89	11.85 ± 0.71	8.44 ± 3.43	5.64 ± 1.60	48.90 ± 8.13	52.61 ± 6.87	34.06 ± 4.11	58.95 ± 11.30	60.51 ± 10.70	56.09 ± 17.90	44.20 ± 3.46	62.24 ± 2.33	63.42 ± 12.70	45.75 ± 6.23
23.46	1,8-Cineole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	998.88 ± 42.70	1502.33 ± 165.00	1248.76 ± 90.20	986.01 ± 126.00	1155.47 ± 64.40	1375.50 ± 118.00	1353.28 ± 6.44	1328.73 ± 26.70	1074.63 ± 274.00	1212.03 ± 138.00
23.97	Delta 3 Carene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	127.55 ± 2.22	120.15 ± 5.07	78.82 ± 1.22	77.31 ± 14.90	68.03 ± 9.07	185.55 ± 31.50	140.19 ± 19.50	106.25 ± 4.28	91.25 ± 8.68	63.60 ± 1.11
24.67	gamma-Terpinene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.98 ± 0.16	10.99 ± 0.94	7.03 ± 0.74	7.79 ± 1.42	6.29 ± 2.31	11.76 ± 4.00	10.39 ± 0.20	9.07 ± 0.72	9.15 ± 2.12	0.00
25.23	1-Octanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.27 ± 3.56	10.81 ± 2.78	12.32 ± 2.11	12.26 ± 1.78	10.17 ± 3.62	18.90 ± 5.70	18.07 ± 5.26	18.11 ± 2.77	13.54 ± 1.36	10.13 ± 1.84
25.34	cis-linalooloxide	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	152.44 ± 16.40	269.95 ± 5.97	298.93 ± 5.37	259.51 ± 37.30	165.71 ± 43.50	230.03 ± 5.31	226.82 ± 7.60	255.17 ± 31.40	154.98 ± 82.60	223.13 ± 92.40
26.11	alpha-terpinolene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.04 ± 0.94	36.91 ± 2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26.17	trans-Linalool oxide	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.66 ± 11.10	149.87 ± 0.14	197.47 ± 5.49	164.69 ± 26.20	106.82 ± 34.20	131.65 ± 0.08	126.12 ± 6.83	145.36 ± 14.40	85.28 ± 49.10	139.72 ± 70.00
26.83	Linalool L	53.74 ± 14.90	41.26 ± 9.04	40.92 ± 0.13	42.18 ± 5.89	38.72 ± 1.51	11846.66 ± 980.00	12812.67 ± 646.00	12498.34 ± 780.00	11367.51 ± 623.00	9996.02 ± 2183.00	13353.12 ± 1376.00	14051.24 ± 223.00	12886.71 ± 237.00	9882.54 ± 1542.00	9854.77 ± 1724.00
27.11	1-Octen-3-ol acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.89 ± 4.26	28.34 ± 2.54	21.45 ±0.07	18.21 ± 1.59	11.91 ± 1.22	63.15 ± 4.01	31.26 ± 3.30	19.68 ± 0.50	13.11 ± 0.47	0.00
27.85	Thujone	168.46 ± 7.57	157.49 ± 7.26	175.30 ± 16.90	165.98 ± 9.46	154.87 ± 1.50	175.60 ± 3.29	12.67 ± 0.12	182.74 ± 0.96	168.63 ± 4.46	167.05 ± 2.81	187.71 ± 3.81	183.43 ± 1.02	171.39 ± 6.34	172.99 ± 4.00	166.28 ± 1.90
28.16	Hexanoic acid, 3-hydroxy-, ethyl ester	29.73 ± 0.79	31.55 ± 19.60	12.31 ± 7.14	15.70 ± 3.77	13.26 ± 2.12	21.09 ± 5.82	24.80 ± 6.24	39.63 ± 6.18	26.94 ± 2.72	10.98 ± 1.90	22.00 ± 3.37	29.35 ± 2.33	18.97 ± 3.75	0.00	0.00
28.23	Alloocimene, 2,4,6-Octatriene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.07 ± 0.42	0.00	11.11 ± 0.54	12.28 ± 1.69	0.00
29.17	Propanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.07 ± 5.32	34.53 ± 7.02	15.56 ± 9.35	22.55 ± 0.16	14.80 ± 2.47
29.46	1,7,7-trimethyl-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1959.04 ± 27.1	2486.10 ± 142.00	2307.41 ± 152.00	1925.93 ± 166.00	1827.42 ± 285.00	2337.11 ± 135.00	2343.37 ± 9.69	2312.97 ± 25.90	1659.25 ± 455.00	1760.17 ± 324.00
30.05	4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.91 ± 14.70	74.03 ± 5.42	80.99 ± 2.36	53.54 ± 14.10	58.01 ± 20.60
30.67	Borneol L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	424.07 ± 7.67	435.45 ± 5.78	497.44 ± 19.10	467.35 ± 7.49	159.08 ± 83.80	474.50 ± 41.00	495.45 ± 9.90	465.83 ± 7.50	320.93 ± 84.50	328.30 ± 83.30
31.05	4-methyl-1-(1-methylethyl)-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.62 ± 1.44	65.78 ± 1.02	75.28 ± 1.06	73.62 ± 5.94	60.21 ± 11.50	71.36 ± 16.80	78.44 ± 3.92	72.49 ± 10.90	51.67 ± 20.00	53.78 ± 21.80
31.38	Butanoic acid, hexyl ester	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	232.28 ± 29.00	130.41 ± 7.44	66.66 ± 1.01	35.95 ± 6.13	15.89 ± 0.11	308.41 ± 28.30	178.28 ± 42.00	90.29 ± 15.20	52.28 ± 11.50	20.10 ± 1.56

31.60	Octanoic acid, ethyl ester	7.98 ± 3.92	0.00	0.00	6.37 ± 0.62	12.80 ± 0.37	19.78 ±0.06	9.64 ± 0.79	7.21 ± 0.58	8.22 ± 0.45	238.76 ± 162.00	23.90 ± 4.61	14.14 ± 5.83	9.46 ± 1.10	6.96 ± 0.44	21.88 ± 12.70
31.75	Alpha Terpineol	142.50 ± 30.60	177.06 ± 92.40	145.15 ± 3.66	158.21 ± 22.20	154.95 ± 12.50	855.65 ± 66.10	1159.27 ± 72.20	1708.06 ± 9.47	2124.91 ± 43.70	1869.70 ± 795.00	931.09 ± 144.00	1531.66 ± 349.00	1595.81 ± 664.00	1738.79 ± 1262.00	2469.69 ± 1947.00
32.28	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69 ± 2.06	9.73 ± 1.54	0.00	11.13 ± 4.01	9.20 ± 1.47
33.04	Nerol, 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.21 ± 11.90	79.14 ± 26.40	129.09 ± 21.20	135.32 ± 11.10	99.72 ± 69.90	108.95 ± 16.60	138.59 ± 34.00	118.48 ± 1.52	84.68 ± 16.70	80.32 ± 29.70
33.44	Isobornyl formate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.96 ± 2.63	20.53 ± 0.85	17.87 ± 2.03	15.15 ± 1.30	12.17 ± 2.60
33.54	3,4-Dimethoxytoluene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.71 ± 3.81	15.78 ± 0.72	17.34 ± 0.48	18.60 ± 1.92	19.50 ± 0.86	24.55 ± 4.52	19.84 ± 3.14	15.90 ± 1.78	15.43 ± 0.15	11.39 ± 0.63
33.83	Butanoic acid, 3-methyl-, hexyl ester	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.25 ± 3.50	12.53 ± 0.38	12.67 ± 1.20	12.22 ± 1.74	13.42 ± 2.08	19.77 ± 2.71	15.77 ± 2.84	11.55 ± 1.19	11.63 ± 0.88	8.50 ± 0.32
34.09	Benzaldehyde, 4-(1-methylethyl)-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.35 ± 2.33	0.00	0.00	0.00	9.35 ± 1.97
34.22	Linalyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2745.60 ± 439.00	1711.29 ± 61.00	1389.10 ± 49.00	1043.65 ± 89.10	731.93 ± 29.70	3517.73 ± 428.00	2131.48 ± 209.00	1344.09 ± 182.00	1040.67 ± 5.85	584.84 ± 92.40
35.76	Lavandulyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	277.38 ± 38.90	213.69 ± 33.80	154.98 ± 8.15	150.85 ± 22.40	91.94 ± 5.18
36.04	Endobornyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.47 ± 3.13	17.39 ± 2.16	14.88 ± 1.18	13.65 ± 1.84	10.16 ± 1.07
37.91	Hexyl tiglate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.47 ± 7.44	24.32 ± 1.20	23.96 ± 0.28	21.80 ± 2.34	19.57 ± 0.58	41.90 ± 8.40	35.04 ± 5.58	20.62 ± 2.20	19.99 ± 1.92	14.58 ± 0.58
38.82	alpha-terpınenyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.66 ± 1.59	7.59 ± 1.38	0.00	8.79 ± 2.02	9.01 ± 3.08
39.20	Neryl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	120.45 ± 20.80	58.34 ± 3.49	65.51 ± 14.80	66.90 ± 2.15	54.30 ± 13.30	145.43 ± 25.0	101.38 ± 18.10	67.02 ± 17.70	70.41 ± 12.00	67.07 ± 12.00
40.07	Methyl eugenol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	187.12 ± 27.40	73.43 ± 4.02	101.24 ± 35.20	99.83 ± 6.56	76.51 ± 25.9	235.72 ± 39.10	146.54 ± 26.20	97.39 ± 40.60	105.78 ± 13.20	62.71 ± 55.80
40.29	alpha-cubebene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.15 ± 0.62	7.68 ± 1.84	6.73 ± 0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.29	trans-Caryophyllene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.47 ± 1.86	19.78 ± 2.84	11.38 ± 3.62	16.40 ± 3.61	16.16 ± 7.09	38.29 ± 7.05	21.52 ± 5.21	12.21 ± 2.41	11.44 ± 1.32	0.00
45.3	Valencene	158.62 ± 74.20	141.85 ± 50.10	110.79 ± 19.60	114.76 ± 5.79	121.44 ± 6.67	294.41 ± 27.50	150.01 ± 17.40	121.74 ± 31.60	157.08 ± 40.70	144.46 ± 47.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.50	alpha-selinene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.12 ± 9.10	10.40 ± 0.09	0.00	0.00	0.00

*RT: Alıkonma zamanı, dk, LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu

Tablo 4.64. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların eklendiği portakal sularında bazı uçucu bileşenlerin depolama boyunca değişimi

	Ethanol					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	552.94	977.70	1139.47	2712.21	2954.09	1667.3
LN	598.47	913.12	1248.03	1509.74	3864.19	1626.7
LS	534.91	779.18	1059.47	1279.91	1780.25	1086.7
Ortalama	562.11c	890.00c	1149.00bc	1834.00b	2866.20a	
	2-beta-pinene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	13.53	28.09	19.98	15.87	25.74	20.61b
LN	31.39	53.82	50.20	54.38	58.28	49.61A
LS	38.20	40.17	54.20	53.25	43.87	45.94A
Ortalama	27.71	40.69	41.46	41.17	42.63	
	beta-Myrcene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	164.24	108.42	65.00	51.28	54.06	88.60
LN	347.91	336.68	246.48	301.22	277.44	301.95
LS	412.96	304.97	311.97	295.04	212.55	307.50
Ortalama	308.37a	250.02ab	207.82ab	215.84ab	181.35b	
	dl-Limonene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	12412.71	22536.69	7865.94	7202.23	7857.17	11575
LN	15476.90	15277.86	11571.53	12741.85	12817.45	13577
LS	17031.99	11920.89	11180.74	10970.37	8340.41	11889
Ortalama	14974ab	16578a	10206ab	10305ab	9671.7b	
	gamma-Terpinene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol*	-	-	-	-	-	
LN	8.98	10.99	7.03	7.79	6.29	8.22
LS	11.76	10.39	9.07	9.15	0	8.07
Ortalama	10.37a	10.69a	8.05ab	8.47a	3.15b	
	Linalool L					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	53.74	41.26	40.92	42.18	38.72	43.37B
LN	11846.66	12812.67	12498.34	11367.51	9996.02	11704A
LS	13353.12	14051.24	12886.71	9882.54	9854.77	12006A
Ortalama	8417.9	8968.4	8475.3	7097.4	6629.8	
	Alpha-terpineol					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	142.50	177.06	145.15	158.21	154.95	155.57B
LN	855.65	1159.27	1708.06	2124.91	1869.70	1543.5A

LS	931.09	1531.66	1595.81	1738.79	2469.69	1653.4A
Ortalama	643.08	955.99	1149.7	1340.6	1498.1	
	Linalyl acetate					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	-	-	-	-	-	-
LN	2745.60	1711.29	1389.10	1043.65	731.93	1524.3
LS	3517.73	2131.48	1344.09	1040.67	584.84	1723.8
Ortalama	3131.7a	1921.4b	1366.6bc	1042.2c	658.38c	

Konsantrasyonlar µg/L olarak verilmiştir. LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, - belirlenememiştir.

Farklı stabilizörler kullanılarak hazırlanan emülsiyonların portakal suyundaki miktarları depolama boyunca incelenmiştir. Belirlenen uçucu bileşenlerden bazılarının miktarlarına stabilizör çeşidi ve depolamanın etkisi önemli bulunmuştur. İstatistiksel olarak depolamanın etanol (P: 0,000), gamma-terpinene (P: 0,005), beta-myrcene (P: 0,026), linalyl acetate (P: 0,000) ve dl-limonene (P: 0,016) miktarlarına etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol örneğinde gamma-terpinene tespit edilememiştir. Alpha-terpineol P: 0,003), linalool L (P: 0,000) ve 2-beta-pinene (P: 0,025) miktarlarına grup etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Hexanal (P: 0,416) ve 1,8-cineole (P 0,050) miktarlarına depolama ve grup etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Kontrol örneğinde ise 1,8-cineole uçucu bileşeni tespit edilmemiştir. 2-butanoic acid, ethyl ester (P: 0,089), alpha-pinene (P: 0,278) ve L-phellandrene (P: 0,050) miktarlarına depolama ve grup etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Lavanta soy proteini emülsiyonu ilave edilmiş portakal suyu örneğinde L-phellandrene uçucu bileşeni tespit edilememiştir.

9.1.4. Defne Esansiyel Yağı ile elde edilen emülsiyonların eklendiği portakal sularında belirlenen uçucu bileşikler

Defne esansiyel yağından elde edilen amilopektin ve arap zamkı emülsiyonlarının eklendiği portakal sularının 4 hafta depolanması boyunca uçucu bileşenlerindeki değişim Tablo 4.65'da verilmiştir. Toplamda 52 adet uçucu bileşik tanımlanarak konsantrasyonları belirlenmiştir. Ayrıca defne esansiyel yağı için önemli olan bazı uçucu bileşenlerdeki değişimler ayrı ayrı ele alınarak, kullanılan stabilizör ve depolama süresinin maddelerin konsantrasyonları üzerine etkileri incelenmiştir (Tablo 4.66).

Tablo 4.65. Defne esansiyel yağı ile elde edilmiş emülsiyonların eklendiği portakal sularının depolama boyunca uçucu bileşenleri (µg/L)

		Kontrol					DAP					DAZ				
RT*	Uçucu bileşikler	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
3.73	Ethanol	552.94 ± 97.90	977.70 ± 448.00	1139.47 ± 121.00	2712.21 ± 603.00	2954.09 ± 145.00	510.62 ± 74.10	625.10 ± 45.70	593.43 ± 329.00	1001.17 ± 3.94	2668.02 ± 555.00	435.27 ± 6.30	622.10 ± 70.00	688.44 ± 28.6	945.28 ± 240.00	3298.92 ± 158.00
5.23	Acetic acid, ethyl ester	126.69 ± 16.50	206.18 ± 46.20	1162.46 ± 49.40	2245.736 ± 42.24	2468.51 ± 130.00	45.23 ± 12.90	116.26 ± 35.80	353.42 ± 93.50	477.22 ± 12.60	795.20 ± 262.00	36.67 ± 2.17	95.15 ± 30.70	269.42 ± 4.18	495.00 ± 150.00	1436.87 ± 1059.00
8.46	3-Methyl-1-butanol	78.81 ± 0.58	162.05 ± 76.60	165.41 ± 3.94	302.38 ± 46.60	297.18 ± 17.80	37.27 ± 4.87	76.71 ± 22.40	101.44 ± 15.50	153.00 ± 24.50	517.13 ± 127.00	35.57 ± 1.44	62.80 ± 5.61	87.21 ± 24.1	116.25 ± 36.30	428.49 ± 87.70
8.61	2-Methyl-1-butanol	36.56 ± 0.24	73.74 ± 35.80	110.75 ± 2.09	193.12 ± 32.30	192.63 ± 11.70	15.20 ± 2.21	27.31 ± 4.45	31.55 ± 10.80	45.99 ± 5.39	126.96 ± 31.90	15.30 ± 0.323	29.57 ± 2.23	34.05 ± 1.93	53.46 ± 5.87	164.58 ± 11.40
11.12	Hexanal	522.16 ± 32.00	354.08 ± 170.00	411.67 ± 18.00	304.49 ± 54.30	293.49 ± 15.80	458.22 ± 80.00	457.71 ± 79.80	349.43 ± 132.00	206.83 ± 114.00	75.98 ± 20.80	384.98 ± 6.69	500.96 ± 93.10	334.27 ± 157.00	227.66 ± 96.00	197.44 ± 102.00
11.73	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	14.85 ± 3.04	31.59 ± 23.30	22.17 ± 4.61	21.25 ± 2.06	35.48 ± 3.34	12.86 ± 0.24	17.62 ± 4.61	55.79 ± 29.70	15.40 ± 0.71	27.09 ± 1.75	11.67 ± 1.89	7.91 ± 3.53	12.01 ± 1.64	30.86 ± 11.70	19.85 ± 1.76
13.25	2-Butenoic acid, ethyl ester	27.10 ± 4.73	12.06 ± 2.45	18.73 ± 3.21	13.80 ± 2.38	12.99 ± 0.26	19.46 ± 5.99	26.03 ± 5.68	16.46 ± 10.40	12.63 ± 5.83	7.99 ± 0.05	16.67 ± 1.08	29.12 ± 4.64	16.65 ± 6.08	13.98 ± 3.18	11.53 ± 3.17
13.46	Ethyl 2-methylbutyrate	24.00 ± 1.70	13.71 ± 7.07	17.96 ± 2.70	16.29 ± 3.81	15.12 ± 1.22	15.88 ± 3.68	19.11 ± 3.66	14.37 ± 7.08	12.62 ± 4.30	8.08 ± 3.38	12.58 ± 2.17	18.86 ± 1.04	14.45 ± 1.37	13.72 ± 0.29	0.00
17.54	Thujene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.91 ± 1.30	9.93 ± 1.23	0.00	0.00	0.00
17.96	.alpha.-pinene	23.15 ± 8.18	28.04 ± 22.20	11.55 ± 0.32	9.31 ± 2.06	9.48 ± 0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	204.95 ± 11.70	235.69 ± 31.30	121.07 ± 7.79	110.35 ± 6.65	124.43 ± 7.76
18.51	2,4(10)-thujadien	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.85 ± 1.50	9.04 ± 2.02	0.00	0.00	0.00	8.80 ± 0.53	8.15 ± 1.12	5.19 ± 0.46	0.00	0.00
18.88	Camphene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.84 ± 0.67	7.56 ± 1.53	0.00	0.00	0.00
20.39	2-beta-pinene	13.53 ± 4.42	28.09 ± 22.20	19.98 ± 5.20	15.87 ± 0.37	25.74 ± 0.91	374.58 ± 150.00	241.73 ± 93.20	136.69 ± 1.96	79.21 ± 21.50	90.96 ± 15.30	201.36 ± 12.50	229.76 ± 27.60	127.32 ± 8.35	121.81 ± 9.28	126.02 ± 0.41
20.92	beta-Myrcene	164.24 ± 75.10	108.42 ± 13.80	65.00 ± 12.90	51.28 ± 15.80	54.06 ± 1.45	463.06 ± 104.12	495.09 ± 121.00	236.71 ± 83.90	166.81 ± 73.10	185.10 ± 7.64	348.73 ± 33.90	347.06 ± 27.12	235.31 ± 10.30	190.38 ± 23.90	207.77 ± 5.70
21.38	2,4-Heptadienal, (E,E)-	32.01 ± 10.60	10.13 ± 0.16	17.33 ± 3.42	12.42 ± 2.85	11.61 ± 0.48	41.87 ± 5.38	31.55 ± 2.64	14.21 ± 5.09	5.63 ± 3.10	28.88 ± 0.69	31.38 ± 4.60	26.56 ± 0.23	10.08 ± 4.04	7.03 ± 2.06	41.77 ± 17.50
21.82	Herboxide second isomer	4.34 ± 0.53	9.33 ± 1.39	0.00	0.00	0.00	10.86 ± 0.94	10.15 ± 2.75	17.37 ± 0.28	7.89 ± 1.82	7.65 ± 0.78	8.34 ± 0.13	9.47 ± 1.98	9.51 ± 0.56	13.30 ± 5.71	10.34 ± 0.21
21.91	L-Phellandrene	9.27 ± 1.87	16.31 ± 5.33	29.44 ± 2.78	18.65 ± 8.47	0.00	67.46 ± 3.91	76.19 ± 19.10	64.76 ± 4.64	31.06 ± 5.51	40.31 ± 8.20	60.88 ± 2.35	75.03 ± 3.61	48.62 ± 3.37	49.39 ± 2.29	47.64 ± 0.26
22.48	alpha terpinene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.40 ± 3.94	233.88 ± 73.10	137.22 ± 5.68	68.71 ± 12.10	115.79 ± 16.90	165.56 ± 18.30	241.03 ± 22.70	129.94 ± 0.67	117.82 ± 0.52	119.75 ± 0.36
22.91	m-cymene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	247.22 ± 2.04	308.41 ± 81.20	322.22 ± 0.15	220.95 ± 81.50	199.22 ± 13.70	219.99 ± 13.60	335.70 ± 26.80	286.83 ± 34.00	307.66 ± 59.90	312.23 ± 27.70
23.27	dl-Limonene	12412.71 ± 4192.00	22536.69 ± 4485.00	7865.94 ± 277.00	7202.23 ± 1471.00	7857.17 ± 103.00	22597.32 ± 3321.00	23550.94 ± 4118.00	14119.52 ± 4291.00	10545.00 ± 4891.00	10720.27 ± 1020.00	16412.29 ± 1380.00	20469.08 ± 1887.00	12814.99 ± 491.00	11441.89 ± 547.00	12647.30 ± 945.00

23.30	Sabinene	33.72 ± 11.60	30.67 ± 0.89	11.85 ± 0.71	8.44 ± 3.43	5.64 ± 1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.46	1,8-Cineole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18622.61 ± 1729.00	17702.70 ± 1235.00	18439.40 ± 7.92	14832.50 ± 2628.00	14776.34 ± 5043.00	17026.28 ± 981.00	21690.66 ± 1310.00	17048.77 ± 785.00	19367.91 ± 738.00	21313.10 ± 466.00
24.67	gamma-terpinene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	407.35 ± 7.61	511.27 ± 158.00	254.31 ± 41.90	182.50 ± 51.00	266.43 ± 38.60	386.74 ± 23.50	536.71 ± 55.70	310.32 ± 26.8	264.36 ± 51.90	307.89 ± 2.68
25.23	1-Octanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.47 ± 2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26.11	alpha-terpinolene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	103.87 ± 3.91	126.66 ± 32.80	105.78 ± 8.33	59.36 ± 17.40	79.02 ± 12.00	94.25 ± 4.78	138.92 ± 15.30	87.07 ± 3.89	88.93 ± 4.34	96.40 ± 0.72
26.36	Dehydro-p-cymen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.85 ± 0.82	12.08 ± 3.05	28.37 ± 12.70	9.85 ± 2.59	8.44 ± 0.58	6.98 ± 1.43	13.23 ± 1.79	9.43 ± 1.99	16.29 ± 3.57	13.85 ± 0.20
26.83	Linalool L	53.74 ± 14.90	41.26 ± 9.04	40.92 ± 0.13	42.18 ± 5.89	38.72 ± 1.51	426.01 ± 47.20	377.20 ± 12.60	373.53 ± 56.40	302.53 ± 70.70	299.61 ± 18.00	368.60 ± 30.70	417.70 ± 38.10	348.96 ± 18.20	341.44 ± 1.63	322.20 ± 12.50
28.16	Hexanoic acid, 3-hydroxy-ethyl ester	29.73 ± 0.79	31.55 ± 19.60	12.31 ± 7.14	15.70 ± 3.77	13.26 ± 2.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.47	p-menth-2-en-1-ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.77 ± 0.44	13.78 ± 2.39	6.86 ± 0.96	4.17 ± 1.46	5.58 ± 2.14
30.17	Pinocarvone	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.37 ± 4.86	50.98 ± 0.99	36.68 ± 5.88	21.17 ± 7.43	9.34 ± 2.67	64.57 ± 2.82	62.24 ± 5.41	38.56 ± 3.08	25.54 ± 1.48	13.87 ± 2.10
30.52	Linalyl propionate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.43 ± 1.52	121.96 ± 9.92	92.58 ± 0.81	91.16 ± 3.81	80.87 ± 4.45
30.67	Borneol L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.62 ± 0.28	13.30 ± 3.53	15.69 ± 0.90	18.71 ± 1.04	19.48 ± 0.98
31.09	4-Terpineol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2402.26 ± 129.00	2321.63 ± 156.00	2493.08 ± 115.00	1929.30 ± 349.00	1796.37 ± 438.00	2367.75 ± 96.20	2950.57 ± 268.00	2479.33 ± 59.00	2519.09 ± 87.80	2375.70 ± 81.40
31.53	Myrtenol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.14 ± 0.99	16.33 ± 1.98	11.27 ± 1.67	21.96 ± 2.22	19.23 ± 0.77
31.75	Alpha Terpineol	142.50 ± 30.60	177.06 ± 92.40	145.15 ± 3.66	158.21 ± 22.20	154.95 ± 12.50	617.94 ± 52.60	951.24 ± 113.00	1245.22 ± 43.00	1252.41 ± 31.30	1571.21 ± 383.00	559.80 ± 18.40	1020.44 ± 125.00	1089.09 ± 354.00	1503.64 ± 610.00	1685.85 ± 771.00
33.55	3,4-Dimethoxytoluene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.12 ± 0.54	9.88 ± 0.53	9.64 ± 0.39	7.73 ± 1.51	0.00	8.34 ± 0.06	13.30 ± 1.15	9.08 ± 0.38	8.85 ± 0.36	0.00
34.11	Propanal, 2-methyl-3-phenyl-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.17 ± 0.90	10.92 ± 2.45	7.68 ± 2.57	0.00	0.00
36.04	Endobornyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.67 ± 0.11	23.96 ± 2.81	19.33 ± 2.45	16.03 ± 4.29	17.97 ± 2.55	30.11 ± 3.02	31.96 ± 2.87	25.58 ± 4.06	24.62 ± 1.87	26.45 ± 1.39
36.11	Sabinyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.76 ± 0.74	7.40 ± 1.08	0.00	0.00	0.00
37.32	Pseudolimonene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.86 ± 2.72	98.72 ± 12.10	82.34 ± 16.90	72.69 ± 18.40	79.83 ± 10.80	117.45 ± 11.90	124.43 ± 15.20	55.03 ± 43.30	102.81 ± 4.54	103.98 ± 0.12
38.84	.alpha.-terpinenyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1975.76 ± 34.00	1670.75 ± 200.00	1378.01 ± 336.00	1228.69 ± 343.00	1314.84 ± 235.00	1940.36 ± 173.00	2115.55 ± 258.00	1800.48 ± 144.00	1733.48 ± 64.70	1752.31 ± 15.80
39.04	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.63 ± 2.22	62.53 ± 6.49	43.31 ± 6.55	34.55 ± 4.91	22.27 ± 7.90	49.92 ± 3.70	0.00	0.00	42.23 ± 4.21	30.53 ± 2.89
39.20	Neryl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.42 ± 0.37	12.68 ± 0.84	11.68 ± 1.88	8.86 ± 2.11	8.60 ± 1.55	18.69 ± 1.35	16.28 ± 2.52	9.75 ± 4.24	10.67 ± 2.23	8.25 ± 1.26

40.29	alpha-cubebene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.72 ± 2.95	5.98 ± 0.12	0.00	0.00	0.00	15.70 ± 5.30	10.58 ± 1.15	5.50 ± 0.39	0.00	0.00
40.83	beta-elemene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.42 ± 1.65	17.68 ± 4.06	0.00	7.16 ± 3.98	46.86 ± 8.16	25.27 ± 3.65	22.15 ± 4.99	10.43 ± 0.90	7.91 ± 0.35	95.64 ± 37.80
41.06	Methyl eugenol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.06 ± 6.68	177.07 ± 14.70	168.17 ± 22.00	129.21 ± 26.10	87.24 ± 33.00	158.46 ± 11.50	226.48 ± 21.20	178.86 ± 14.00	157.26 ± 3.06	126.04 ± 7.99
42.29	trans-Caryophyllene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.16 ± 1.04	10.42 ± 2.65	0.00	0.00	0.00	15.34 ± 1.80	12.70 ± 3.10	5.71 ± 0.19	0.00	6.31 ± 0.19
45.24	beta-Selinene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.36 ± 0.82	5.73 ± 1.43	0.00	0.00	0.00
45.34	Valencene	158.62 ± 74.20	141.85 ± 50.10	110.79 ± 19.60	114.76 ± 5.79	121.44 ± 6.67	274.75 ± 75.00	185.71 ± 10.80	133.03 ± 75.10	109.56 ± 62.50	111.51 ± 26.50	218.37 ± 45.80	207.80 ± 26.80	122.11 ± 6.64	101.39 ± 8.05	108.89 ± 0.61
45.50	alpha-selinene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.39 ± 4.45	14.06 ± 1.60	7.11 ± 0.67	5.15 ± 0.42	5.81 ± 0.12
46.28	delta-Cadinene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50 ± 2.80	6.53 ± 0.07	0.00	0.00	0.00	11.98 ± 2.73	10.27 ± 2.06	0.00	0.00	0.00
46.48	(-)-alpha-panansinsen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.47 ± 2.66	6.52 ± 0.39	0.00	0.00	0.00	9.60 ± 2.49	8.03 ± 1.17	0.00	0.00	0.00

*RT: Alıkonma zamanı, dk, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

Tablo 4.66. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların eklendiği portakal sularında bazı uçucu bileşenlerin depolama boyunca değişimi

	Ethanol					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	552.94	977.70	1139.47	2712.21	2954.09	1667.3
DAP	510.62	625.10	593.43	1001.17	2668.02	1079.7
DAZ	435.27	622.10	688.44	945.28	3298.92	1198.0
Ortalama	499.61c	741.63c	807.81c	1552.89b	2973.68a	
	Hexanal					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	522.16	354.08	411.67	304.49	293.49	377.18
DAP	458.22	457.71	349.43	206.83	75.98	309.63
DAZ	384.98	500.96	334.27	227.66	197.44	329.06
Ortalama	455.12a	437.59a	365.12ab	246.32b	188.97b	
	2-Butenoic acid. ethyl ester					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	27.10	12.06	18.73	13.80	12.99	16.94
DAP	19.46	26.03	16.46	12.63	7.99	16.51
DAZ	16.67	29.12	16.65	13.98	11.53	17.59
Ortalama	21.08a	22.41a	17.28ab	13.47bc	10.83c	
	alpha-pinene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	
Kontrol	23.15Ba	28.04Ba	11.55Ba	9.31Ba	9.48Ba	
DAP*	-	-	-	-	-	
DAZ	204.95Aa	235.69Aa	121.07Ab	110.35Ab	124.43Ab	
	2-beta-pinene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	13.53	28.09	19.98	15.87	25.74	20.64B
DAP	374.58	241.73	136.69	79.21	90.96	184.63A
DAZ	201.36	229.76	127.32	121.81	126.02	161.25A
Ortalama	196.49	166.53	94.66	72.30	80.90	
	beta-Myrcene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	164.24	108.42	65.00	51.28	54.06	88.60B
DAP	463.06	495.09	236.71	166.81	185.10	309.35A
DAZ	348.73	347.06	235.31	190.38	207.77	265.85A
Ortalama	325.34a	316.86ab	179.01bc	136.16c	148.97c	
	L-Phellandrene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	
Kontrol	9.27Ba	16.31Ba	29.44Aa	18.65Aa	0Ba	
DAP	67.46Aab	76.19Aa	64.76Aab	31.06Ab	40.31Aab	
DAZ	60.88Aa	75.03Aa	48.62Aa	49.39Aa	47.64Aa	

	Alpha terpinene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	-	-	-	-	-	
DAP	176.40	233.88	137.22	68.71	115.79	146.40
DAZ	165.56	241.03	129.94	117.82	119.75	154.82
Ortalama	170.98ab	237.45a	133.58b	93.27b	117.77b	
	dl-Limonene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	12412.71	22536.69	7865.94	7202.23	7857.17	11575
DAP	22597.32	23550.94	14119.52	10545.00	10720.27	16307
DAZ	16412.29	20469.08	12814.99	11441.89	12647.30	14757
Ortalama	17141ab	22186a	11600b	9729.7b	10408b	
	gamma-Terpinene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	-	-	-	-	-	-
DAP	407.35	511.27	254.31	182.50	266.43	324.37
DAZ	386.74	536.71	310.32	264.36	307.89	361.20
Ortalama	397.05ab	523.99a	282.32b	223.43b	287.16b	
	Linalool L					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	53.74	41.26	40.92	42.18	38.72	43.37B
DAP	426.01	377.20	373.53	302.53	299.61	355.77A
DAZ	368.60	417.70	348.96	341.44	322.20	359.78A
Ortalama	282.79	278.72	254.47	228.72	220.18	
	4-Terpineol					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	-	-	-	-	-	-
DAP	2402.26	2321.63	2493.08	1929.30	1796.37	2188.5B
DAZ	2367.75	2950.57	2479.33	2519.09	2375.70	2538.5A
Ortalama	2385	2631.1	2486.2	2224.2	2086	
	alpha-terpineol					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	142.50	177.06	145.15	158.21	154.95	155.57
DAP	617.94	951.24	1245.22	1252.41	1571.21	1127.6
DAZ	559.80	1020.44	1089.09	1503.64	1685.85	1171.8
Ortalama	440.08b	716.25ab	826.48ab	971.42ab	1137.3a	
	Alpha-terpinenly acetate					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	-	-	-	-	-	
DAP	1975.76	1670.75	1378.01	1228.69	1314.84	1513.6B
DAZ	1940.36	2115.55	1800.48	1733.48	1752.31	1868.4A

Ortalama	1958.1	1893.2	1589.2	1481.1	1533.6	
	Methyl eugenol					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	-	-	-	-	-	-
DAP	176.06	177.07	168.17	129.21	87.24	147.55B
DAZ	158.46	226.48	178.86	157.26	126.04	169.42A
Ortalama	167.26ab	201.77a	173.52ab	143.23ab	106.64b	
	Valencene					
	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	158.62	141.85	110.79	114.76	121.44	129.49
DAP	274.75	185.71	133.03	109.56	111.51	162.91
DAZ	218.37	207.80	122.11	101.39	108.89	151.71
Ortalama	217.25a	178.46ab	121.97b	108.57b	113.95b	

A-B Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P ≤0.05). a-b Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P ≤0.05). Konsantrasyonlar µg/L olarak verilmiştir.DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu, - belirlenememiştir.

Depolamanın etanol (P: 0,000), 2-butenoic acid, ethyl ester (P: 0,005), Alpha terpinene (P: 0,006), dl-Limonene (P: 0,001), gamma-terpinene (P: 0,014), alpha-terpineol (P: 0,017), valencene (P: 0,009) ve hexanal (P: 0,002) miktarlarına etkisi önemli bulunmuştur. 2-beta-pinene (P: 0,001), 4-Terpineol (P: 0,025), alpha-terpinenly acetate (P: 0,017) ve Linalool L (P: 0,001) miktarlarına grup etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Alpha-pinene (P: 0,007) ve L-Phellandrene (P: 0,046) miktarlarına defne arap zamkı emülsiyonu ilavesi ve depolamanın ortak etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Defne amilopektin emülsiyonu ilave edilmiş portakal suyu örneğinde alpha-pinene bileşeni tespit edilememiştir. Beta-Myrcene miktarına grup ve depolamanın ortak etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamış (P: 0,225), ancak grup (P: 0,008) ve depolamanın (0,001) ayrı ayrı etkileri önemli bulunmuştur. Methyl eugenol miktarına grup ve depolamanın ortak etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamış (P: 0.545), ancak grup (P: 0,004) ve depolamanın (P: 0,015) etkisi ayrı ayrı önemli bulunmuştur.

9.1.5. Bir Aylık Depolama Boyunca Duyusal Özelliklerdeki Değişim

Lavanta ve defne esansiyel yağından elde edilen mikro/nano emülsiyonlar eklenen ve +4°C'de depolanan portakal sularının 4 hafta boyunca duyusal özelliklerindeki değişim Tablo 4.67 'de verilmiştir. Portakal sularına ön denemelerde belirlenen miktar olan %0.5 oranında nano/mikroemülsiyonlar eklenmiştir. 2 tekerrürlü hazırlanan örnekler karışık halde panelistlere sunularak, haftalık periyodlarda (örneklerin hazırlandığı 0. gün ve takibinde 4 haftalık

depolama süresince) duyusal analizleri gerçekleştirilmiştir. Nano/mikroemülsiyon eklenmemiş portakal suyu kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.67. Depolama boyunca portakal sularının duyusal özelliklerindeki değişim

	Tatlı				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	4.33 ± 0.21^{Aa}	3.67 ± 0.33^{Aba}	2.25 ± 0.17^{Abc}	1.58 ± 0.15^{BCc}	1.08 ± 0.08^{ABc}
LN	4.08 ± 0.29^{Aa}	4.08 ± 0.35^{Aa}	3.29 ± 0.20^{Aa}	3.46 ± 0.14^{Aa}	-*
LS	4.50 ± 0.28^{Aa}	3.63 ± 0.35^{Aba}	2.67 ± 0.16^{Acb}	3.29 ± 0.18^{Acb}	2.33 ± 0.11^{Ac}
DAP	4.04 ± 0.20^{Aa}	3.96 ± 0.38^{Aa}	2.71 ± 0.18^{Aba}	3.25 ± 0.20^{ABb}	0.13 ± 0.16^{Ac}
DAZ	4.00 ± 0.26^{Aa}	4.04 ± 0.33^{Aa}	3.04 ± 0.21^{Ab}	2.79 ± 0.24^{Aba}	0.46 ± 0.13^{Ac}
	Ekşi				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	5.00 ± 0.34^{Aab}	5.08 ± 0.27^{Aa}	5.42 ± 0.15^{Aa}	3.08 ± 0.08^{Ab}	5.17 ± 0.17^{BCa}
LN	5.83 ± 0.30^{Aa}	4.67 ± 0.32^{Aab}	4.42 ± 0.25^{Ab}	3.50 ± 0.16^{Ab}	-*
LS	5.00 ± 0.32^{Aa}	4.54 ± 0.32^{Aa}	4.25 ± 0.27^{Aab}	3.13 ± 0.09^{Ab}	3.88 ± 0.13^{Cab}
DAP	5.42 ± 0.34^{Ab}	4.71 ± 0.35^{Abc}	4.88 ± 0.29^{Abc}	3.46 ± 0.16^{Ac}	7.63 ± 0.24^{Aba}
DAZ	5.08 ± 0.29^{Ab}	4.50 ± 0.38^{Acb}	4.71 ± 0.32^{Acb}	3.33 ± 0.17^{Ad}	6.67 ± 0.36^{Aa}
	Acı				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	0.00 ± 0.00^{Ba}	1.17 ± 0.38^{Ba}	1.25 ± 0.11^{Ba}	1.17 ± 0.17^{Aa}	0.42 ± 0.2^{Ba}
LN	1.96 ± 0.23^{Aa}	2.63 ± 0.32^{Aa}	2.50 ± 0.32^{Aba}	2.08 ± 0.29^{Aa}	-*
LS	2.25 ± 0.14^{Aa}	1.92 ± 0.25^{ABa}	2.71 ± 0.16^{Aa}	1.92 ± 0.22^{Aa}	1.71 ± 0.16^{Ba}
DAP	2.50 ± 0.22^{Ab}	2.42 ± 0.35^{ABb}	2.00 ± 0.17^{ABb}	2.17 ± 0.26^{Aba}	2.71 ± 0.14^{Aa}
DAZ	2.08 ± 0.10^{Aa}	1.92 ± 0.17^{ABa}	1.96 ± 0.19^{Aba}	2.33 ± 0.18^{Aa}	3.33 ± 0.29^{ABa}
	Çiçeksi				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	0.92 ± 0.08^{Ba}	0.58 ± 0.38^{Ba}	0.00 ± 0.00^{Ba}	0.00 ± 0.00^{Ba}	0.00 ± 0.00^{Ca}
LN	3.88 ± 0.30^{Aa}	1.83 ± 0.21^{ABb}	2.38 ± 0.07^{Ab}	2.63 ± 0.23^{Ab}	-*
LS	3.83 ± 0.30^{Aa}	2.33 ± 0.21^{Ab}	2.96 ± 0.07^{Aba}	2.75 ± 0.23^{Aba}	2.58 ± 0.18^{Ab}
DAP	4.21 ± 0.32^{Aa}	2.21 ± 0.17^{Ab}	2.42 ± 0.16^{Ab}	2.29 ± 0.30^{Ab}	1.75 ± 0.10^{Bb}
DAZ	3.75 ± 0.38^{Aa}	2.33 ± 0.25^{Ab}	2.21 ± 0.14^{Ab}	2.04 ± 0.22^{Ab}	1.42 ± 0.16^{Bb}
	Reçine				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	1.00 ± 0.13	1.25 ± 0.40	1.50 ± 0.18	1.58 ± 0.27	0.75 ± 0.11
LN	2.50 ± 0.20	2.58 ± 0.18	2.08 ± 0.18	1.92 ± 0.19	-*
LS	2.58 ± 0.25	2.58 ± 0.24	2.17 ± 0.18	2.04 ± 0.16	1.63 ± 0.21
DAP	2.13 ± 0.19	2.75 ± 0.18	2.33 ± 0.18	2.75 ± 0.13	2.21 ± 0.07
DAZ	2.29 ± 0.25	3.08 ± 0.26	2.38 ± 0.19	2.13 ± 0.23	2.17 ± 0.13
	Sitrus				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	8.17 ± 0.17^{Aa}	7.50 ± 0.34^{Aa}	6.00 ± 0.26^{Ab}	3.92 ± 0.08^{Ac}	2.92 ± 0.27^{Bc}
LN	6.33 ± 0.13^{Ba}	6.04 ± 0.21^{Ba}	5.71 ± 0.14^{Aba}	4.96 ± 0.22^{Ab}	-*
LS	6.04 ± 0.04^{Ba}	5.88 ± 0.26^{Ba}	5.75 ± 0.18^{Aa}	5.00 ± 0.22^{Aba}	4.33 ± 0.15^{Ab}
DAP	5.75 ± 0.18^{Ba}	6.50 ± 0.25^{Ba}	5.50 ± 0.19^{Aa}	4.79 ± 0.26^{Ab}	3.04 ± 0.14^{Bc}
DAZ	5.92 ± 0.18^{Ba}	5.96 ± 0.22^{ABa}	5.67 ± 0.20^{Aba}	4.50 ± 0.17^{Ab}	2.67 ± 0.39^{Bc}
	Mentol				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	0.00 ± 0.00^{Ba}	0.25 ± 0.11^{Ba}	0.00 ± 0.00^{Ba}	0.67 ± 0.17^{Aa}	0.25 ± 0.17^{Aa}
LN	1.25 ± 0.13^{Aba}	1.88 ± 0.25^{Aa}	1.00 ± 0.09^{ABba}	0.83 ± 0.11^{Ab}	-*
LS	1.33 ± 0.11^{Aba}	1.96 ± 0.24^{Aa}	0.96 ± 0.07^{ABcb}	0.67 ± 0.07^{Acb}	0.42 ± 0.10^{Ac}
DAP	1.75 ± 0.31^{Aba}	2.33 ± 0.20^{Aa}	0.96 ± 0.11^{ABcb}	1.08 ± 0.16^{Acb}	0.59 ± 0.11^{Ac}
DAZ	1.58 ± 0.45^{Aa}	1.54 ± 0.24^{Aa}	1.38 ± 0.07^{Aab}	0.98 ± 0.12^{Aab}	0.50 ± 0.12^{Ab}
	Burukluk				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	0.83 ± 0.11^{Bb}	0.17 ± 0.11^{Bb}	1.25 ± 0.21^{Aab}	2.08 ± 0.08^{Aa}	0.17 ± 0.11^{Bb}
LN	1.96 ± 0.16^{Aa}	1.83 ± 0.22^{Aa}	1.88 ± 0.11^{Aa}	2.17 ± 0.13^{Aa}	-*
LS	2.21 ± 0.10^{Aa}	1.46 ± 0.13^{Aba}	1.75 ± 0.10^{Aa}	2.00 ± 0.14^{Aa}	0.63 ± 0.13^{Bb}

DAP	2.04 ± 0.21^{Aab}	1.50 ± 0.22^{Aab}	1.88 ± 0.11^{Ab}	2.04 ± 0.18^{Aab}	2.71 ± 0.33^{Aa}
DAZ	2.04 ± 0.16^{Aab}	1.71 ± 0.18^{Ab}	1.54 ± 0.10^{Aab}	1.88 ± 0.18^{Aab}	2.42 ± 0.28^{Aa}
	Aftertaste				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	0.58 ± 0.08^{Ba}	0.00 ± 0.00^{Ba}	0.00 ± 0.00^{Ca}	0.00 ± 0.00^{Ba}	0.00 ± 0.00^{Ba}
LN	2.08 ± 0.08^{Aa}	1.79 ± 0.16^{Aba}	1.17 ± 0.10^{Bb}	1.79 ± 0.14^{Aba}	-*
LS	2.33 ± 0.11^{Aa}	1.88 ± 0.15^{Aa}	2.42 ± 0.21^{Aa}	2.00 ± 0.15^{Aa}	1.71 ± 0.16^{Aa}
DAP	2.63 ± 0.24^{Aa}	1.83 ± 0.23^{Aab}	1.96 ± 0.13^{Bab}	1.79 ± 0.20^{Aab}	1.46 ± 0.17^{Ab}
DAZ	2.04 ± 0.20^{Aa}	1.92 ± 0.23^{Aab}	1.38 ± 0.16^{ABab}	1.58 ± 0.19^{Aab}	1.13 ± 0.18^{Ab}
	Olgun meyve				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	-	-	4.83 ± 0.17^{Aa}	1.92 ± 0.08^{Ab}	2.00 ± 0.18^{Ab}
LN	-	-	2.29 ± 0.23^{Ba}	2.92 ± 0.14^{Aa}	-*
LS	-	-	0.75 ± 0.12^{Cb}	2.50 ± 0.16^{Aa}	1.54 ± 0.21^{Ab}
DAP	-	-	2.29 ± 0.14^{Ca}	2.25 ± 0.27^{Aa}	1.13 ± 0.23^{Aa}
DAZ	-	-	1.29 ± 0.17^{Ba}	2.04 ± 0.16^{Aa}	1.92 ± 0.15^{Ab}
	Isırıcı (Bite)				
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kontrol	-	-	-	0.00 ± 0.00^{Ba}	0.25 ± 0.11^{Ba}
LN	-	-	-	0.04 ± 0.04^{B}	-*
LS	-	-	-	0.08 ± 0.08^{Bb}	1.04 ± 0.23^{Ba}
DAP	-	-	-	0.48 ± 0.16^{Ab}	4.79 ± 0.32^{Aa}
DAZ	-	-	-	1.13 ± 0.14^{ABa}	4.17 ± 0.36^{Aa}
	Alkol/maya				
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	
Kontrol	-	0.00 ± 0.00^{Ad}	1.83 ± 0.11^{Ac}	3.92 ± 0.13^{Ab}	5.00 ± 0.11^{Aa}
LN	-	0.17 ± 0.11^{Aa}	0.33 ± 0.13^{Ba}	0.54 ± 0.11^{DCa}	-*
LS	-	0.00 ± 0.00^{Aa}	0.04 ± 0.04^{Ba}	0.29 ± 0.17^{Da}	0.21 ± 0.17^{Ca}
DAP	-	0.17 ± 0.17^{Ac}	0.63 ± 0.20^{Bb}	0.92 ± 0.14^{Ba}	0.44 ± 0.13^{Bb}
DAZ	-	0.00 ± 0.00^{Ab}	0.33 ± 0.13^{Bab}	1.83 ± 0.13^{Ca}	0.86 ± 0.13^{CBab}

$^{A-B}$ Aynı sütundaki farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$). $^{a-c}$ Aynı satırdaki farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu, *4. Haftada LN örneğinde bozulma olduğu için duyusal değerlendirme yapılamamıştır. 0, 1, ve 2. haftalarda bite özelliği tespit edilememiştir.

9.1.6. Tüketici Beğeni Testi

Lavanta ve defne esansiyel yağlarından elde edilen emülsiyonların eklendiği portakal sularında tüketici testi sonuçları Tablo 4.68'de verilmiştir. Tüketici testine göre, tat-koku açısından en yüksek skoru kontrol grubu portakal suyu alırken, lavanta ve defne emülsiyonları eklenen portakal suları aynı derecede beğenilmiştir. Benzer şekilde, beğeni sırasında da ilk sırayı kontrol alırken diğer gruplar arasında farklılık saptanmamıştır.

Tablo 4.68. Lavanta ve defne esansiyel yağlarından elde edilen portakal sularının tüketici testi sonuçları

Portakal suyu	Görünüş	Kıvam	Tat-Koku	Beğeni sırası
Kontrol	6.87±0.21^{A}	6.81±0.20^{A}	6.70±0.22^{A}	1.57^{B}
LN	6.28±0.22^{AB}	5.79±0.24^{B}	3.88±0.28^{B}	3.45^{A}
LS	6.01±0.23^{B}	5.71±0.23^{B}	3.87±0.26^{B}	3.41^{A}
DAP	5.94±0.22^{B}	5.61±0.22^{B}	3.85±0.24^{B}	3.39^{A}
DAZ	6.26±0.22^{AB}	5.94±0.24^{AB}	4.41±0.26^{B}	3.19^{A}
P değeri	0.029	0.020	0.000	0.000

$^{A-B}$ Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.
Görünüş kıvam tat koku Welch testi $p < 0,05$, Beğeni sırası nonparametric Friedman $p < 0,01$
LN: Lavanta-nişasta emülsiyonu eklenen portakal suyu, LS: Lavanta-soya proteini emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAP: Defne-amilopektin emülsiyonu eklenen portakal suyu, DAZ: Defne-arap zamkı emülsiyonu eklenen portakal suyu

9.2. Farklı bir ürüne uygulama: Lavanta ve Defne Esansiyel Yağı ile Aromatize Edilmiş Dondurma

Çalışmamızda ayrıca lavanta ve defne esansiyel yağlarının farklı gıda ürünlerinde kullanımı da araştırılmıştır. Bu amaçla, esansiyel yağlar ile aromatize edilen dondurmalar için 48 kişinin katıldığı (32 kadın, 16 erkek) bir tüketici testi gerçekleştirilmiş, sonuçlar Tablo 4.69'da verilmiştir.

Dondurma Reçetesi

- 1 litre süt
- 70 mL krema
- 125 g şeker
- 90 g/L süt tozu

Tüketici testi için hazırlanan örneklerde kontrol grubu esansiyel yağ ilave edilmemiş sade dondurma olarak kullanılmıştır. Lavanta ve defne esansiyel yağları içeren dondurmalarda ise esansiyel yağ miktarı 100 µL'dir.

Tablo 4.69. Lavanta ve defne esansiyel yağları eklenen dondurmaların tüketici testi sonucu

Dondurma	Görünüş	Tat-Lezzet	Beğeni sırası
Kontrol	5.94 ± 0.24	6.71 ± 0.23	1.29
Lavanta esansiyel yağı içeren	6.17 ± 0.26	4.25 ± 0.36	2.33
Defne esansiyel yağı içeren	5.79 ± 0.27	4.02 ± 0.33	2.38

10. SONUÇ ve ÖNERİ

Esansiyel yağlar aromatik bitkilerin doğal ürünleridir. Birçok yararlı özellikleri olan biyoaktif bileşenlere sahiptirler. Suda kolaylıkla çözünmeyen ve çok kararlı (stabil) olmayan yağlardır. Özellikle, ışık, sıcaklık, nem ve hava gibi çevresel bazı faktörler bu yağların kararlılığını olumsuz etkileyebilmektedir. Esansiyel yağların nano/mikroemülsiyonla kararlı hale getirilmesi çözünürlüklerini artırmakta ve istemeyen koşulların olumsuz etkilerinden korumaktadır.

Bu çalışmada, 1) Lavanta ve defne esansiyel yağlarından kararlı nano/mikroemülsiyon formülasyonların hazırlanması, 2) Nano/mikroemülsiyonların aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini belirleyerek kontrol örnekleri ile karşılaştırılması ve 3) Hazırlanan nano/mikroemülsiyonları taze sıkılmış portakal suyuna ilave ederek depolama boyunca ürünün antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal özelliklerinin ortaya konması hedeflenmiştir.

Lavanta ve defne bitkileri üretim alanları olan Isparta ve Hatay illerinden sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan lavanta ve defnenin bazı bileşenleri belirlenmiş olup sırasıyla nem içeriklerinin % 11,72 ve 7,72; kül içeriklerinin ise % 12,78 ve %4,34 olduğu saptanmıştır. Mikrodalga destekli Clevenger cihazı kullanılarak lavanta ve defne esansiyel yağları elde edildikten sonra mikro/nanoemulsiyonların eldesinde kullanılmak üzere optimizasyon çalışmaları yapılmış ve en uygun koşulların lavanta esansiyel yağı için nişasta ve soya, defne yağı için amilopektin ve arap zakı kullanılarak elde edildiği görülmüştür.

Örnekler üç farklı pH da (6, 3 ve 9) ve 2 farklı sıcaklıkta (4° C ve 25° C) depolanmıştır. Elde edilen örneklerde düzenli aralıklarla Dinamik Işık Saçılımı (DLS), viskozite, renk ve bulanıklık ölçümleri yapılmıştır. Defne ve lavanta esansiyel yağlarından mikro ve nano boyutlarda emülsiyonların üretimleri gerçekleştirilmiştir. Lavanta esansiyel yağında nişasta kullanılarak hazırlanan emülsiyonların stabilitesini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen DLS sonuçlarının soy proteini kullanılana göre daha uygun olduğu görülmüştür. Amilopektin ve arap zamkı kullanılarak hazırlanan defne esansiyel yağı örneklerinde Dinamik Işık Saçılımı (DLS) ölçümlerine göre; 25°C'de depolama verilerinin tüm pH değerlerinde, 4° C' ye oranla DLS değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Esansiyel yağlar, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından GRAS (Genel olarak güvenli-zararsız) tat/koku maddeleri veya gıda katkıları olarak sınıflandırılmakla birlikte antibakteriyel etkilerinden dolayı gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılabilmektedirler. Bu çalışmada lavanta ve defne esansiyel yağı ve emülsiyonlarının antimikrobiyal etkisinin belirlenmesinde Gram negatif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla *Escherichia coli* ATCC 25922, Gram pozitif bakteriye olan etkisini görmek amacıyla ise *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 ve sporlu bir bakteri olan *B. cereus* ve *Alicyclobacillus acidoterrestris*

referans suşları kullanılmıştır. Ham lavanta yağında *A. acidoterrestris* sporlarına ve *B. cereus* referans suşuna karşı, *E. coli* ATCC 25922 ve *S. aureus* ATCC 6538 referans suşlarına göre bakteriyosidal etkinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Nişasta ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyonlarda ise bakteriyosidal etkinin *E. coli* ATCC 25922 ve *B. cereus* referans suşlarına karşı daha etkili olduğu, *A. acidoterrestris* sporlarına ve *S. aureus* ATCC 6538 referans suşlarına karşı ise bakteriyostatik etkilerinin olduğu görülmüştür.

Ham defne yağında *A. acidoterrestris* sporlarına ve *B. cereus* referans suşuna karşı, *E. coli* ATCC 25922 ve *S. aureus* ATCC 6538 referans suşlarına göre bakteriyosidal etkinin daha iyi olduğu görülmektedir. Amilopektin ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyonlarda ise bakteriyosidal etkinin *E. coli* ATCC 25922, *B. cereus* referans suşlarına ve *A. acidoterrestris* sporlarına karşı daha etkili olduğu, ve *S. aureus* ATCC 6538 referans suşlarına karşı ise bakteriyostatik etkilerinin olduğu görülmüştür.

Portakal suyu ortamında gerçekleştirilen inaktivasyon kinetiği çalışmasında 4°C depolanan kontrol grubunda *Bacillus cereus* için 60 dakika sonunda 0.09 log'luk bir artış görülürken, LN grubunda 60 dakika sonunda 5.56 log'luk, LS grubunda 60 dakika sonunda 5.98 log'luk bir azalma görülmektedir. Defne yağı ile yapılan kinetik çalışmasında ise 4°C depolanan kontrol grubunda *Bacillus cereus* için 60 dakika sonunda 0.09 log'luk bir artış görülürken, DAP grubunda 15. dakikadan sonra, DAZ grubunda 10. dakikadan sonra gelişim engellenmiştir.

Esansiyel yağların antioksidan özelliklerinin belirlendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Lavanta ve defne esansiyel yağları ile hazırlanan emülsiyonlarının meyve suyunda kullanılarak antioksidan özelliklerin belirlendiği ilk çalışmalardan biridir. LS, DAP ve DAZ örneklerinde esansiyel yağ içeren emülsiyonların portakal suyuna eklenmesi antioksidan özelliklerde sırasıyla 1,09; 0,78 ve 0,89 mM'lık artış sağlanmıştır. Depolamanın 0. ve 4. haftalarındaki antioksidan aktivite düzeyleri karşılaştırıldığında; kontrol, LS ve DAZ örneklerinde önemli bir fark görülmezken, LN ve DAP örneklerinde sırasıyla 0,61 ve 0,82 mM'lık azalma olduğu belirlenmiştir. Esansiyel yağ içeren emülsiyonların eklenmesi sonucu toplam fenolik madde miktarında en büyük artış DAZ emülsiyonu eklenen portakal sularınında görülmüştür. Defne esansiyel yağının ve emülsiyonlarının gerek antioksidan aktivitesi gerekse toplam fenolik madde içeriği lavanta esansiyel yağı içeren örneklerden daha yüksek bulunmuştur.

Lavanta esansiyel yağı ve emülsiyonlarında toluene, camphene, α-pinene, β-pinene, myrcene, α-terpinene, 1,8 cineole, (Z)-ocimene, (Z)-linalool oxide, linalool, 2,6-nonadienal, borneol ve linalool oxide öne çıkan aroma bileşikleridir. Defne esansiyel yağı ve mülsiyonlarında ise önemli aroma maddeleri; toluene, butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester,

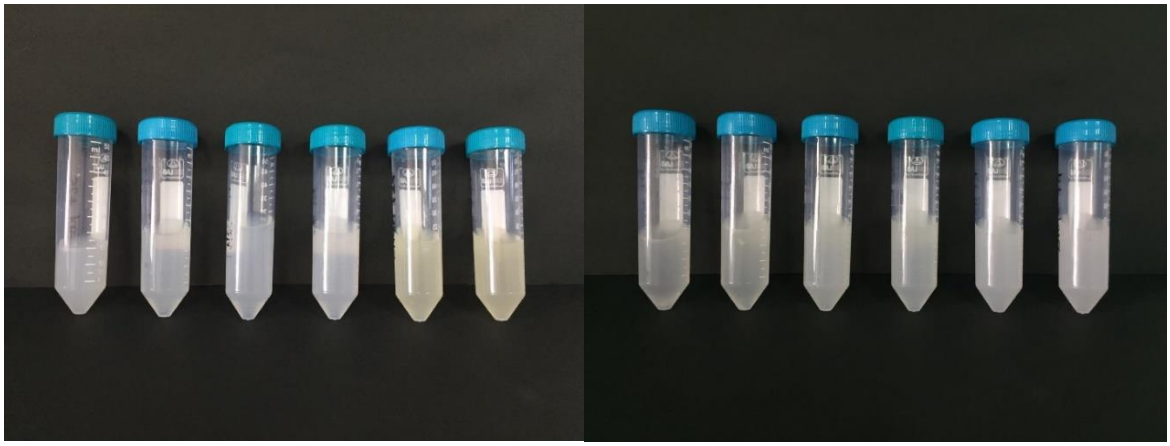
heptanone, α-pinene, octenone, 1,8 cineole, β-phellandrene, linalool, 2-phenylethyl alcohol, limonene oxide, 2,6-nonadienal, borneol ve lavandulol olarak belirlenmiştir.

Portakal suyu örneklerine tanımlayıcı duyusal analizleri ve tüketici testi olmak üzere iki farklı analiz uygulanmıştır. Panelistler tarafından tatlı, acı, ekşi, çiçek, reçine, sitrus, mentol ve alkol/maya terimleri belirlenmiştir. Lavanta ve defne esansiyel yağlarından elde edilen emülsiyonların eklendiği portakal sularında tüketici testi sonuçlarına göre, tat-koku açısından en yüksek puanı kontrol grubu portakal suyu alırken, lavanta ve defne emülsiyonları eklenen portakal suları aynı derecede beğenilmiştir. Benzer şekilde, beğeni sırasında da ilk sırayı kontrol alırken diğer gruplar arasında farklılık saptanmamıştır.

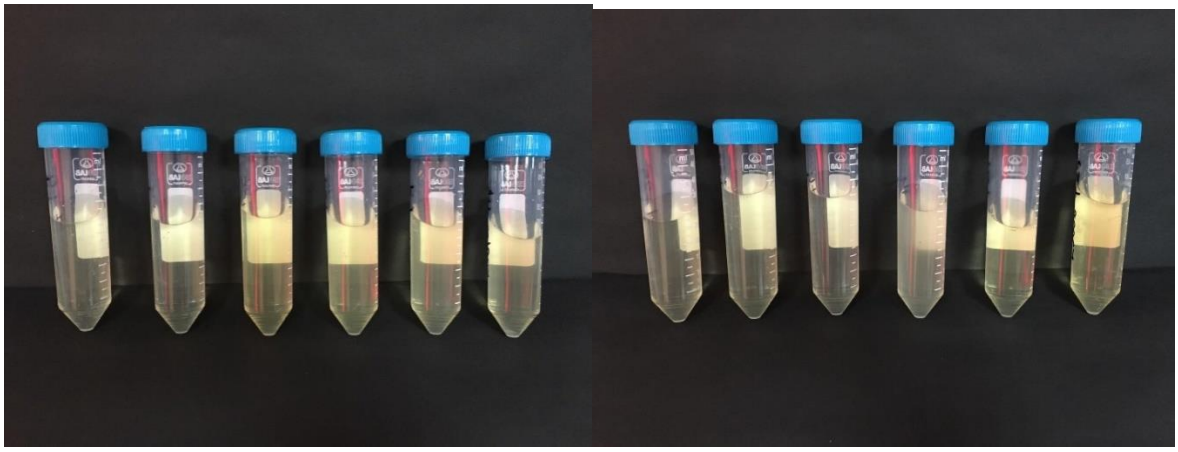
Sonuç olarak, bu çalışma nano/mikroemülsiyonla stabilize edilmiş esansiyel yağların hazırlanması ve gerçek gıda örneklerinde kullanım olanaklarının ortaya konması konusunda temel bazı bilgiler sağlamıştır. Gıda güvenliği için kimyasallar yerine bazı esansiyel yağların, stabiliteleri artırılarak doğal alternatif olarak kullanılabilirliği portakal suyu örneği ile ortaya konmuştur. İleride yapılacak çalışmalarda hızlı bozulabilen taze sıkılmış meyve sularında, taze doğranmış meyve ve sebzelerde ve bazı et ürünlerinde denemeler yapılarak etkileri incelenebilir.

11. EKLER

EK 1 Mikro/nanoemülsiyonların görüntüleri



Lavanta ve nişasta ile hazırlanan emülsiyonlar



Lavanta ve soya proteini ile hazırlanan emülsiyonlar

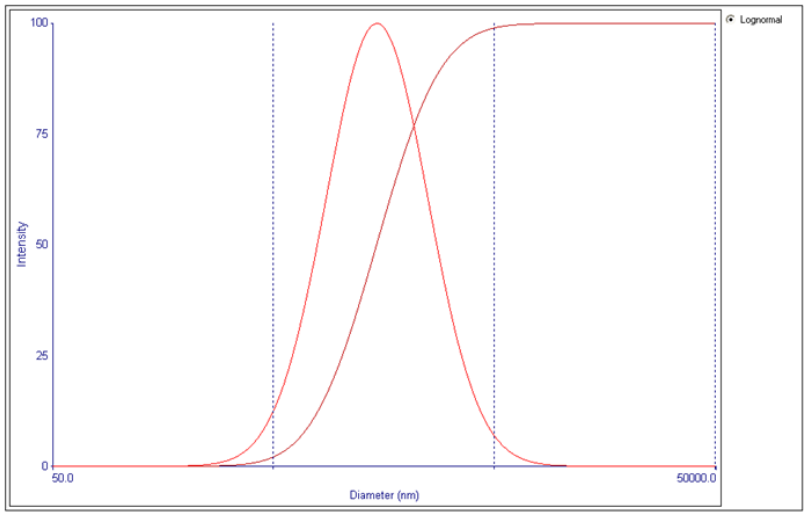
Defne ve amilopektin ile hazırlanan emülsiyonlar

Defne ve arap zamkı ile hazırlanan emülsiyonlar

EK 2 DLS grafikleri

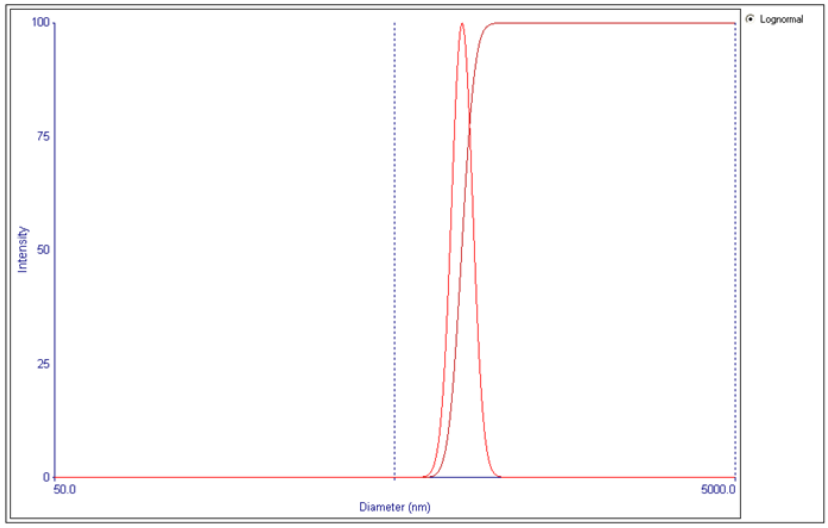
Grafik 1. 150mL saf su + 60mg Xantham Gum + 750 µL EO (Lavanta)

Depolama: +4ºC



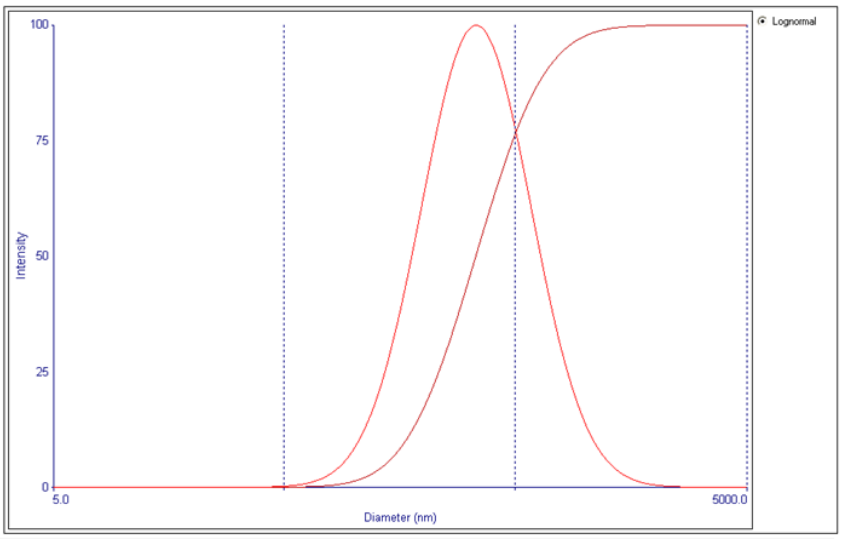
Grafik 2. 150mL pH3 tampon çözeltisi + 60mg Xantham Gum + 750 µL EO (Lavanta)

Depolama: +4ºC



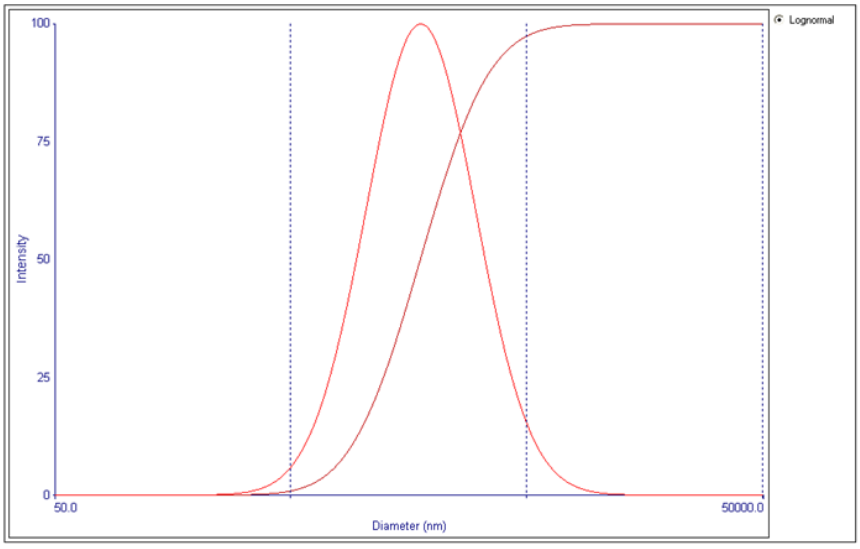
Grafik 3. 150mL pH9 tampon çözeltisi + 60mg Xantham Gum + 750 µL EO (Lavanta)

Depolama: +4°C



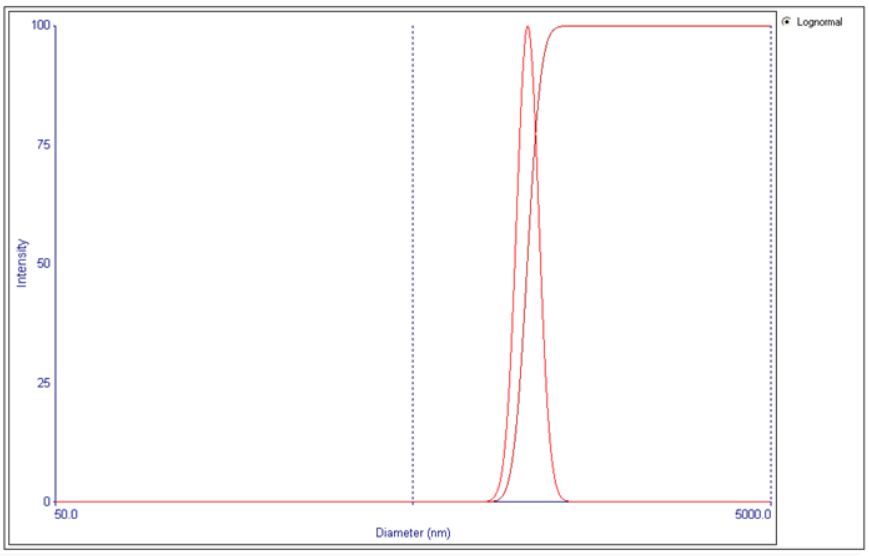
Grafik 4. 150mL saf su + 120mg PAS + 750 µL EO (Lavanta)

Depolama: +4°C



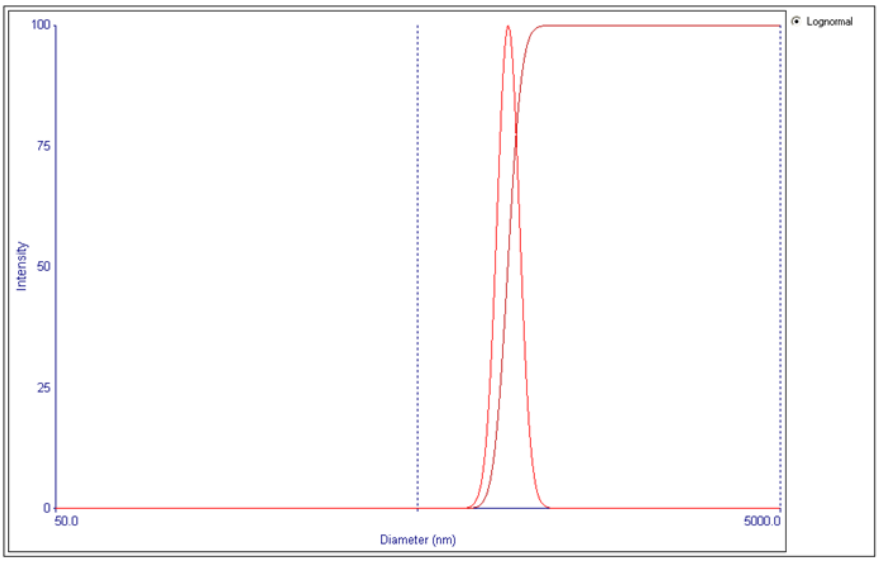
Grafik 5. 150mL saf su + 60mg XanthamGum + 1500 µL EO (Lavanta)

Depolama: +4ºC

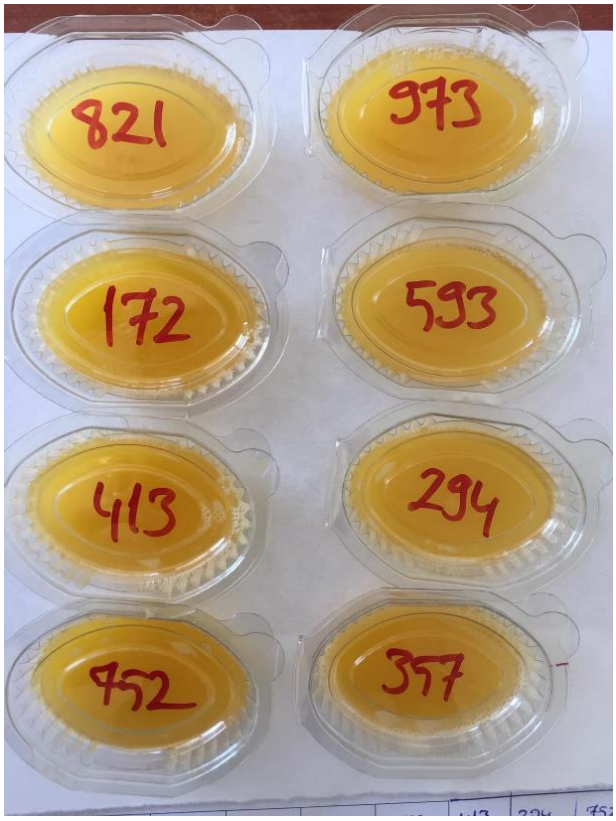


Grafik 6. 150mL saf su + 60mg XanthamGum + 1500 µL EO (Defne)

Depolama: +4ºC



EK 3 Duyusal Değerlendirme



Esansiyel yağ ve emülsiyon ilave edilmiş portakal sularında duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirme paneli 1

Duyusal değerlendirme paneli 2

EK 4 Duyusal Değerlendirme Formları

Tanımlayıcı duyusal değerlendirmelerde kullanılan form

Panelist: Tarih:

Tatlı									
Ekşi									
Acı									
Çiçeksi									
Reçine									
Sitrus									
Mentol									
Burukluk									
Aftertaste *(parfüm-deterjan)*									
Alkol/Maya									

Örnekler 0-10'luk skala üzerinden değerlendirilecektir.

Tüketici testinde kullanılan form

Panelist: Tarih:

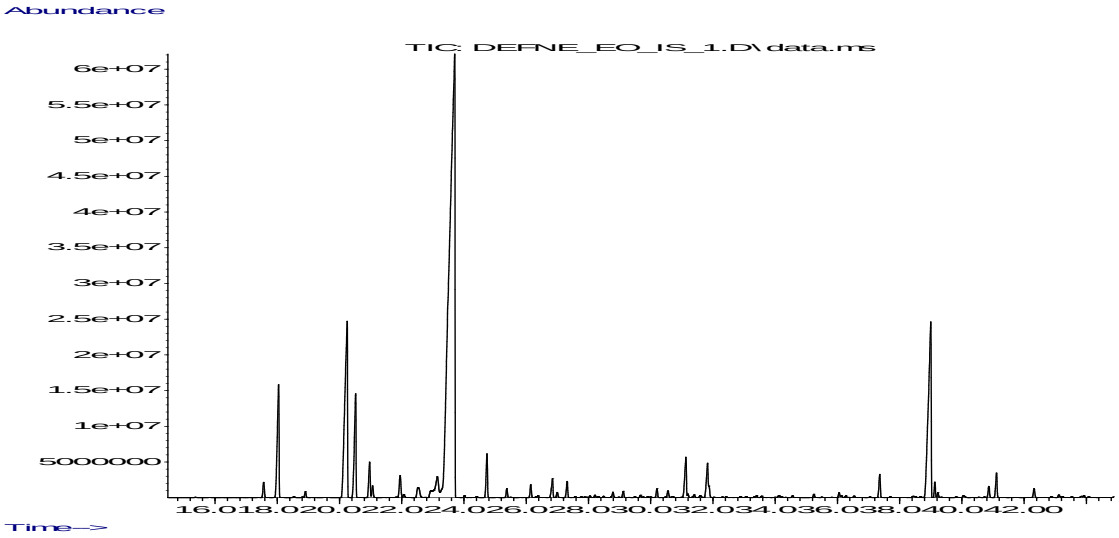
1. Lütfen örnekleri tadarak görünüş, kıvam ve tat-koku açısından 1 (hiç beğenmedim)'den 9 (çok fazla beğendim)'a kadar puanlayınız.

Örnek kodu		Hiç beğenmedim				Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
821	Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
172	Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
436	Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
945	Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
287	Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

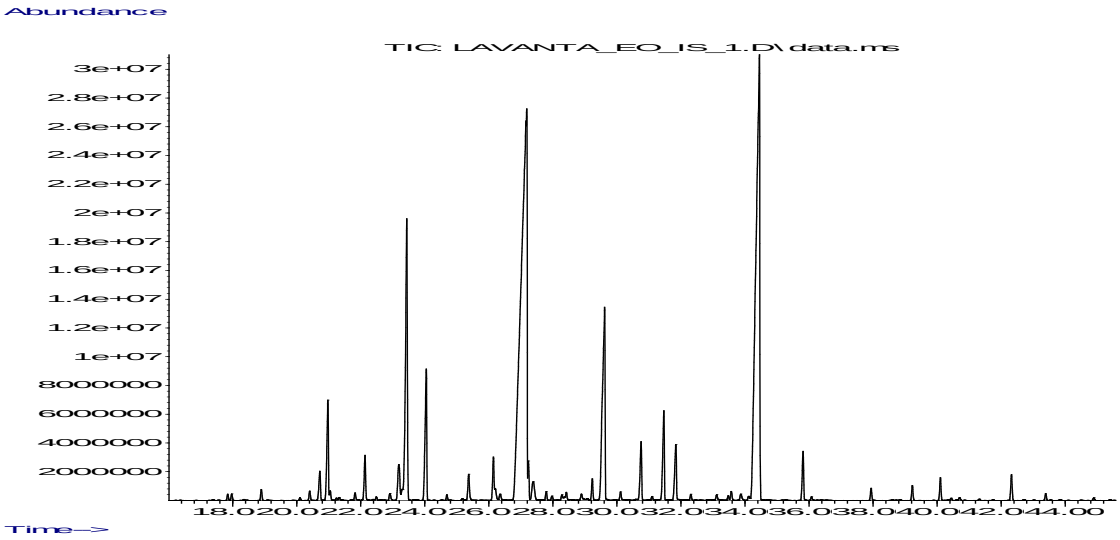
2. Lütfen ürünleri en çok beğendiğinizden en az beğendiğinize göre sıralayınız.

1. 2. 3. 4. 5.

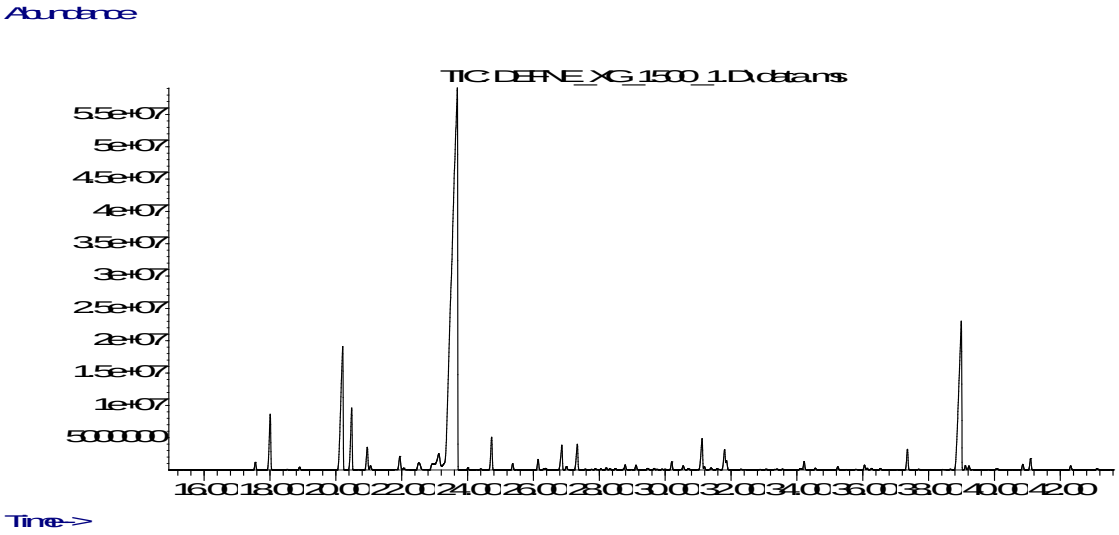
EK 5 GC-MS Kromatogramları



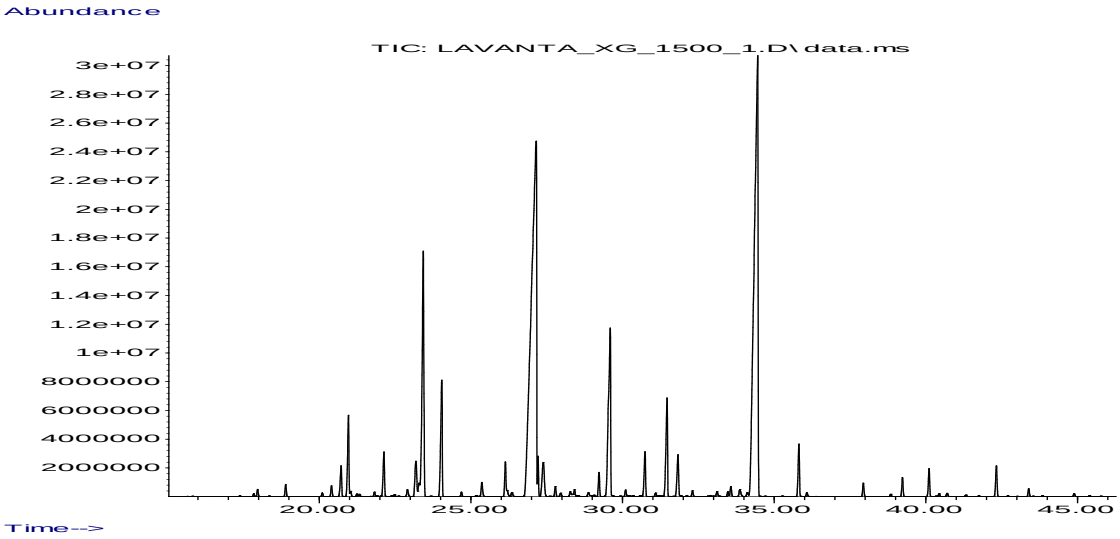
Defne esansiyel yağ uçucu bileşenleri



Lavanta esansiyel yağ uçucu bileşenleri

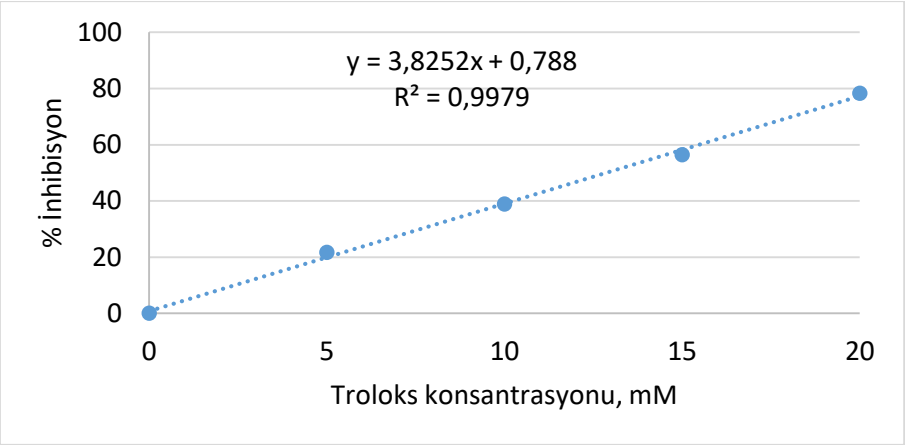


Defne esansiyel yağ emülsiyonu (1500 µL EY/150 mL su) uçucu bileşenleri

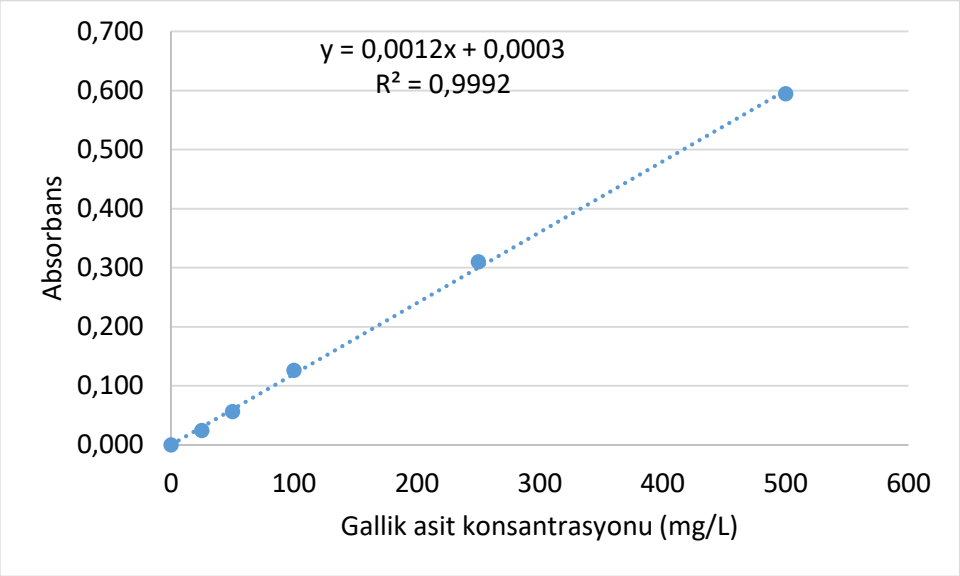


Lavanta esansiyel yağ emülsiyonu (1500 µL EY/150 mL su) uçucu bileşenleri

EK 6 Antioksidan ve Toplam Fenolik Madde Analizlerinde Yararlanılan Standart Eğriler

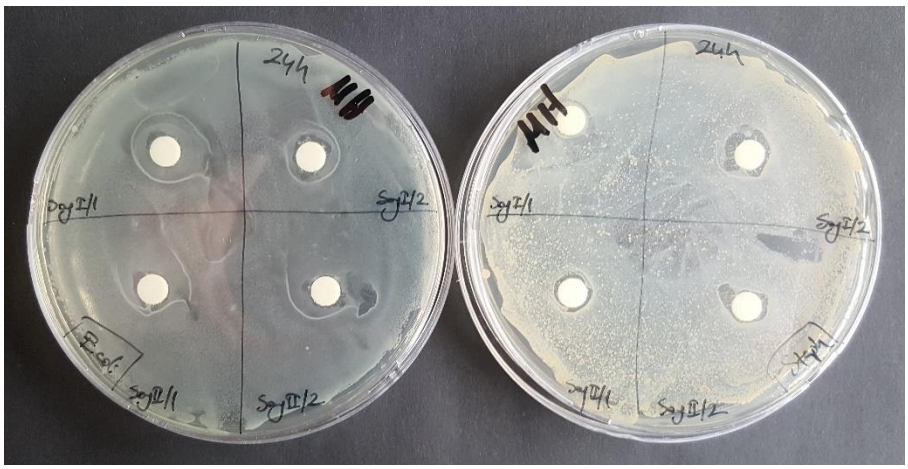


Troloks standart eğrisi

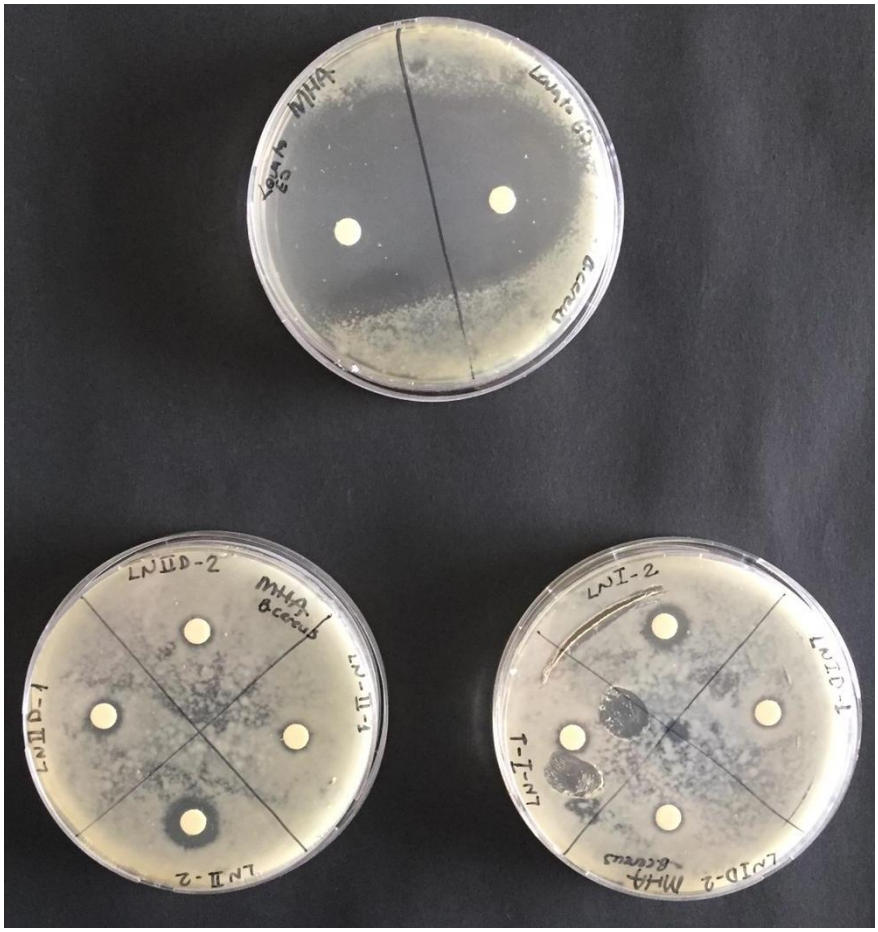


Gallik asit standart eğrisi

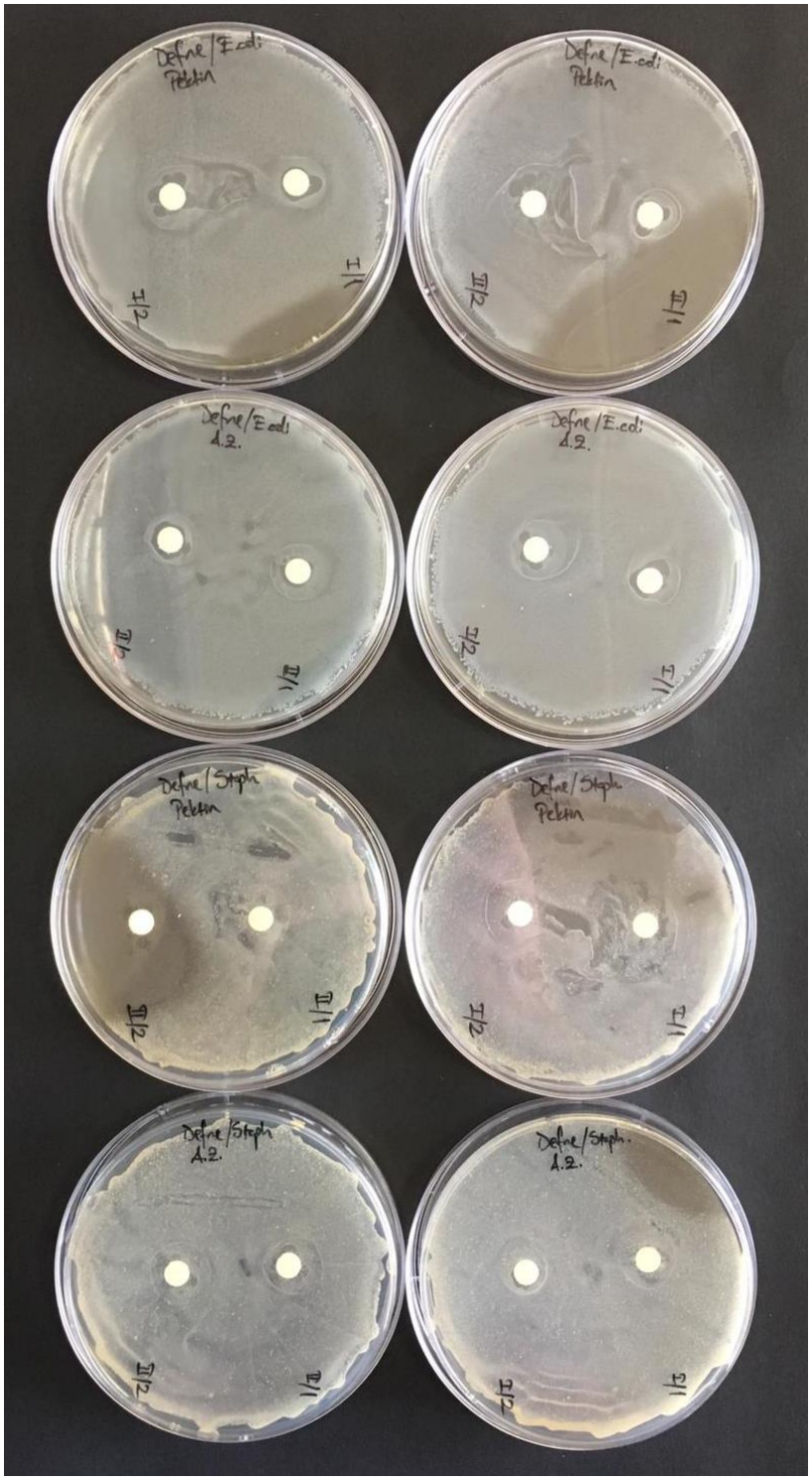
EK 7 Antimikrobiyal Aktivite



Lavanta EY ile elde edilen nişasta ve soya protein emülsiyonlarının *E.coli* ve *S.aureus* üzerine etkisi: Disk Difüzyon Yöntemi (Duyusal değerlendirme konsantrasyonu)



Lavanta EY ile elde edilen nişasta ve soya protein emülsiyonlarının *B. cereus* üzerine etkisi: Disk Difüzyon Yöntemi



Defne EY ile elde edilen amilopektin ve arap zamkı emülsiyonlarının *E.coli* ve *S.aureus* üzerine etkisi: Disk Difüzyon Yöntemi (Duyusal değerlendirme konsantrasyonu)

12. KAYNAKLAR

Abbasin, S. ve Mohammadi, S. 2013. “Stabilization of milk–orange juice mixture using Persian gum: Efficiency and mechanism”, Food Bioscience, 2, 53–60.

Adorjan, B. ve Buchbauer, G. 2010. “Biological properties of essential oils: an updated review”, Flavour and Fragrance Journal, 25(6), 407–426.

Almadiy, AA., Nenaah, GE., Al Assiuty, BA., Moussa, EA., Mira, NM. 2016. “Chemical composition and antibacterial activity of essential oils and major fractions of four Achillea species and their nanoemulsions against foodborne bacteria”, LWT - Food Science and Technology 69, 529-537

Anonim, 2012. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sektör Raporu. Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı.

Anwer, K. Md, Jamil, S., Ibnouf, EO, ve Faiyaz Shakeel. 2014. “Enhanced antibacterial effects of clove essential oil by nanoemulsion”, J. Oleo Sci. 63 (4) 347-354.

Arts, M.J.T.J., Haenen, G.R.M.M., Voss, H.P. ve Bast, A. 2001. “Masking of antioxidant capacity by the interaction of flavonoids with protein”, Food and Chemical Toxicology, 39, 787-791.

Aslancan, H. ve Sarıbaş. R. 2011. “Lavanta Yetiştiriciliği”, Meyvecilik Araştırma İstasyon Müdürlüğü, Yayın No: 41. Eğirdir, Isparta.

Avsar, Y.K., Karagul-Yuceer, Y., Drake, M.A., Singh, T.K., Yoon, Y. ve Cadwallader, K.R. 2004. “Characterization of Nutty Flavor in Cheddar Cheese”, Journal of Dairy Science, 87, 1999–2010.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. ve Idaomar, M. 2008. “Biological effects of essential oils-a review”, Food and Chemical Toxicology, 46 (2), 446–475.

Bayramoglu, S. Sahin, S. ve Sumnu, G. 2008. “Solvent-free microwave extraction of essential oil from oregano”. J. Food Engineering, 88, 535-540.

Bayramoğlu, B., Şahin, S., Şumnu, G. 2009. “Extraction of Essential Oil from Laurel Leaves

Baysal, A.H., Molva, C. ve Unluturk, S. 2013. “UV-C light inactivation and modeling kinetics of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in white grape and apple juices”, International Journal of Food Microbiology, 166, 494–498.

Bektaşoğlu, S. 2005. Uçucu Yağlar. Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.

Beyaz, M. 2014. “Esansiyel Yağlar: Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antimutajenik Aktiviteleri”, Akademik Gıda, 12, 45-53.

Beykia, M., Zhaveha, S., Khalilib, S.T., Rahmani-Cheratic, T., Abollahic, A., Bayatd, M., Tabatabaeie, M. ve Mohsenifar, A. 2014. “Encapsulation of Mentha piperita essential oils in chitosan–cinnamicacid nanogel with enhanced antimicrobial activity against *Aspergillus flavus*”, Industrial Crops and Products, 54, 310–319.

Bhargava, K., Conti, D.S., da Rocha, S. R.P. ve Zhang, Y. 2015. “Application of an oregano oil nanoemulsion to the control of foodborne bacteria on fresh lettuce”, Food Microbiology, 47, 69-73.

Bilia, A.R., Guccione, C., Isacchi, B., Righeschi, C., Firenzuoli, F. ve Bergonzi, M.C. 2014. “Essential Oils Loaded in Nanosystems: A Developing Strategy for a Successful Therapeutic Approach”, Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine,Volume, doi: 10.1155/2014/651593.

Bousbia, N., Abert Vian, M., Ferhat, MA., Petitcolas, E., Meklati, BY. ve Chemat, F. 2009. “Comparison of two isolation methods for essential oil from rosemary leaves: Hydrodistillation and microwave hydrodiffusion and gravity”. Food Chemistry, 114, 355-362.

Buchbauer, G., Jirovetz, L., Jager, W., Plank, C. ve Dietrich, H. 1993. “Fragrance compounds and essential oils with sedative effects upon inhalation”, Journal of Pharmaceutical Sciences, 82(6), 660–664.

by Using Microwaves”, Separation Science and Technology, 44, 722–733.

Cavanagh, H.M.A. ve Wilkinson, J.M. 2002. “Biological Activities of Lavender Essential Oil”, Phytotherapy Research 16, 301–308.

Cemeroğlu, B. 2007. “Gıda Analizleri”, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34, Ankara.

Chang, Y., McLandsborough, L. ve McClements, D.J. 2015. “Fabrication, stability and efficacy of dual-component antimicrobial nanoemulsions: Essential oil (thyme oil) and cationic surfactant (lauric arginate)”, Food Chemistry, 172, 298–304.

Chemat, F., Lucchesi, ME., Smadja, J., Favretto, L., Colnaghi, G., Visinoni, F. 2006. “Microwave accelerated steam distillation of essential oil from lavender: A rapid, clean and environmentally friendly approach”. Analytica Chimica Acta 555, 157-160

Cherrat L., Espina L., Bakkali M., Garcia-Gonzalo D., Pagan R., Laglaoui A. 2014. “Chemical composition and antioxidant properties of *Laurus nobilis* L. and *Myrtus communis* L. essential oils from Morocco and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes for food preservation”. J Sci Food Agric, 94: 1197–1204.

Cortés-Rojas, D.F., Souza, C.R.F. ve Oliveira,W.P. 2014. “Encapsulation of eugenol rich clove extract in solid lipid carriers”, Journal of Food Engineering,127, 34–42.

Çalıkoğlu, E., Kıralan, M. ve Bayrak, A. 2006. “Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye’deki Duruma Genel Bir Bakış”, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu.

Dadalıoglu, I. ve Akdemir Evrendilek, G. 2004. “Chemical Compositions and Antibacterial Effects of Essential Oils of Turkish Oregano (Origanum minutiflorum), Bay Laurel (Laurus nobilis), Spanish Lavender (Lavandula stoechas L.), and Fennel (Foeniculum vulgare) on Common Foodborne Pathogens”, Journal of Agricultural Food Chemistry, 52, 8255−8260.

de Campo, C., dos Santos, P. P., Costa, T. M. H., Paese, K., Guterres, S. S., Rios, A.d. O., & Flôres, S. H. (2017). Nanoencapsulation of chia seed oil with chia mucilage (Salvia hispanica L.) as wall material: Characterization and stability evaluation. Food Chemistry, 234, 1–9.
Demirdöven, A., Baysal, T., 2012. “Elektriksel Ön İşlem ve Isıl İşlem Uygulamalarının Portakal Suyu Kalitesine Etkileri”, Gıda, 37 (2), 79-86.

Djenane, D., Aider, M., Yangüela, J., Idir, L., Gómez, D. ve Roncales, P. 2012. “Antioxidant and antibacterial effects of Lavandula and Mentha essential oils in minced beef inoculated with *E. coli* O157:H7 and *S. aureus* during storage at abuse refrigeration temperature”, Meat Science, 92, 667–674.

Donsì, F., Cuomo, A., Marchese, E. ve Ferrari, G. 2014. “Infusion of essential oils for food stabilization: Unraveling the role of nanoemulsion-based delivery systems on mass transfer and antimicrobial activity”, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 22, 212–220.

El Asbahani, A., Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Aït Addi, E.H., Casabianca, H., El Mousadik, A., Hartmann, D., Jilale, A., Renaud, F.N.R. ve Elaissari, A., 2015. “Essential oils: From extraction to encapsulation”, International Journal of Pharmaceutics, 483, 220-243.

Elmastas, M., Gülçin, İ., Işildak, O., Küfrevioğlu, Ö.İ., İbaoğlu, K., ve Aboul-Eneinc, H.Y. 2006. “Radical Scavenging Activity and Antioxidant Capacity of Bay Leaf Extracts”, Journal of the Iranian Chemical Society, 3, 258-266.

Farhat, A., Fabiano-Tixier, AS., El Maataoui, M., Maingonnat, JF., Romdhane, M., Chemat. F. 2011. “Microwave steam diffusion for extraction of essential oil from orange peel: Kinetic data, extract's global yield and mechanism”, Food Chemistry, 125, 255 - 261.

Fernandes, R.V., Borges, S.V. ve Botrel, D.A. 2014. “Gum arabic/starch/maltodextrin/inulin as wall materials on the microencapsulation of rosemary essential oil”, Carbohydrate Polymers, 101, 524– 532.

Friedman, M., Henika, P.R., Levin, C.E. ve Mandrell, R.E. 2004. “Antibacterial Activities of Plant Essential Oils and Their Components against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* in Apple Juice”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 6042−6048.

Ghosh, V., Mukherjee, A. ve Chandrasekaran, N. 2013. “Ultrasonic emulsification of food-grade nanoemulsion formulation and evaluation of its bactericidal activity”, Ultrasonics Sonochemistry, 20, 338–344.

Ghosh, V., Mukherjee, A. ve Chandrasekaran, N. 2014. “Eugenol-loaded antimicrobial nanoemulsion preserves fruit juice against, microbial spoilage”, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 114, 392–397.

Golmakani, MT. ve Rezaei, R. 2008. “Comparison of microwave assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris* L”. Food Chemistry, 109, 925 - 930.

Göker, Y. ve Acar, M.İ. 1983. “Orman Yan Ürünlerinden (Laurus nobilis L.) Akdeniz Defnesi”, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 33, 1,124-140.

Guerra-Rosas, MI., Morales-Castro, J., Ochoa-Martínez, LA., Salvia-Trujillo, L. ve Martín-Belloso, O. 2016. “Long-term stability of food-grade nanoemulsions from high methoxyl pectin containing essential oils”, Food Hydrocolloids, 52, 438-446.

Gulcin, I., Gungor Sat, I., Beydemir, S., Elmastas, M. ve Kufrevioglu, O.I. 2004. “Comparison of antioxidant activity of clove (Eugenia caryophylata Thunb) buds and lavender (Lavandula stoechas L.)”, Food Chemistry 87, 393–400.

Hammad, A. A., Abd El-Khalek, H. H., Youssef K. A. ve Abd El-Kader, R. M. 2013. “Microbiological, Nutritional and Sensorial Changes in Fresh Carrot Juice Preserved by Irradiation”, Food Science and Quality Management, 11,61-69.

Hashtjin, A.M. ve Abbasi, S. 2015. “Nano-emulsification of orange peel essential oil using sonication and native gums”, Food Hydrocolloids, 44, 40-48.

İlyasoğlu, H. ve El, S.N. 2010. “Nanoemülsiyonlar: Oluşumları, Yapıları ve Kollodial Salınım Sistemleri Olarak Gıda Sektöründe Kullanım Alanları”, Gıda, 35, 143-150.

Joung, H.J., Choi, M.J., Kim, J.T., Park, S.H., Park, H.J. ve Shin, G.H. 2016. “Development of Food-Grade Curcumin Nanoemulsion and its Potential Application to Food Beverage System: Antioxidant Property and *In Vitro* Digestion”, Journal of Food Science, 81, N745-N753.

Kara, N. 2011. “Uçucu Yağ Üretimine Uygun Lavanta (lavandula sp.) Çeşitlerinin Belirlenmesi ve Mikroçoğaltım Olanaklarının araştırılması”. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Isparta.

Landry, K.S., Chang, Y., McClements, D.J. ve McLandsborough, L. 2014. “Effectiveness of a novel spontaneous carvacrol nanoemulsion against *Salmonella enterica Enteritidis* and *Escherichia coli* O157:H7 on contaminated mung bean and alfalfa seeds”, International Journal of Food Microbiology, 187, 15–21.

Liang, R., Xu, S., Shoemaker, C.F., Li, Y., Zhong, F. ve Huang, Q. 2012. “Physical and Antimicrobial Properties of Peppermint Oil Nanoemulsions”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60, 7548−7555.

Lis-Balchin, M., ve Hart, S. 1999. “Studies on the mode of the action of the essential oil of lavender (Lavandula angustifolia P. Miller)”. Phytother Res., 13:540-542.

Lopeza, A., Castrob, S., Andinaa, M.J., Uresa, X., Munguíaa, B., Llabotb, J.M., Elderc, H., Dellacassad, E., Palmab, S. ve Domíngueza, L. 2014. “Insecticidal activity of microencapsulated Schinus molle essential oil”, Industrial Crops and Products 53, 209-216.

Mehyar, F., Al-Isamil, K.M., Al-Ghizzawi, H.M. ve Holley, R.A. 2014. “Stability of Cardamom (*Elettaria cardamomum*) Essential Oil in Microcapsules Made of Whey Protein Isolate, Guar Gum, and Carrageenan Ghadeer”, Journal of Food Science, 79(10), C1939-C1949.

Meilgaard, M., Civille, G.V. ve Carr, B.T. 1999. “Descriptive Analysis Techniques”. In Sensory Evaluation Techniques, 3, 161-170.

Minitab, 2017. Minitab Version 18. Minitab Inc., United Kingdom.

Nenaah, GE., Ibrahim, SIA. ve Al-Assiuty, BA. 2015. “Chemical composition, insecticidal activity and persistence of three Asteraceae essential oils and their nanoemulsions against *Callosobruchus maculatus (F.)”,* Journal of Stored Products Research 61, 9-16.

NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library, 2008. National Institute of Standards and Technology Standard Reference Data Program, Gaithersburg, MD. 20899.

Otoni, C.G., Pontes, S.F.O., Medeiros, E.A.A. ve Soares, N.F.F. 2014. “Edible Films from Methylcellulose and Nanoemulsions of Clove Bud (Syzygium aromaticum) and Oregano (Origanum vulgare) Essential Oils as Shelf Life Extenders for Sliced Bread”, Journal of Agricultural Food Chemistry, 62, 5214−5219.

Ozcan B., Esen M., Sangun M. K., Coleri A., Caliskan M. 2010. “Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of *Laurus nobilis* seed oil”. Journal of Environmental Biology, 31(5) 637-641.

Ozogul, Y., Yuvka, I., Ucar, Y., Durmus, M., Kösker, AR., Öz , M. Ve Ozogul, F. 2017. “Evaluation of effects of nanoemulsion based on herb essential oils(rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets during ice storage”, LWT - Food Science and Technology 75, 677-684

Özkan, G., Sagdiç, O., Baydar, N.G. ve Baydar, H. 2004. “Note: Antioxidant and Antibacterial Activities of Rosa damascena Flower Extracts”, Food Science and Technology International, 4, 277-281.

Pan, K., Chen, H., Davidson, P.M. ve Zhong, Q. 2014. “Thymol Nanoencapsulated by Sodium Caseinate: Physical and Antilisterial Properties”, Journal of Agricultural Food Chemistry, 62, 1649−1657.

Quijano, C.E., Pino, J.A. 2007. “Characterization of the leaf essential oil from laurel (Laurus nobilis L.) grown in Colombia”, Revista CENIC Ciencias Químicas, 38, No. 3.

Răileanu, M., Todan, L., Voicescu, M., Ciuculescu, C. ve Maganu, M. 2013. “A way for improving the stability of the essential oils in an environmental friendly formulation”, Materials Science and Engineering C, 33. 3281–3288.

Rapisarda, P., Tomaino, A.,. Lo Cascio, R., Bonina, F., De Pasquale, A., Saija, A., 1999. “Antioxidant Effectiveness As Influenced by Phenolic Content of Fresh Orange Juices”, Journal of Agricultral Food Chemistry, 47; 4718–4723.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C. 1999. “Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay”, Free Radical Biology and Medicine, 26, 1231-1237.

Reineccius, R. 1999. Source Book of Flavors. Aspen Publication, Maryland, ABD.

Ribes, S., Fuentes, A., Talens, P., Barat, JM., Ferrari, G. ve Donsì, F. 2017. “Influence of emulsifier type on the antifungal activity of cinnamon leaf, lemon and bergamot oil nanoemulsions against *Aspergillus niger”,* Food Control, 73, 784-795.

Rocha-Filho PA, Camargo MFP, Ferrari M, Maruno M 2014. “Influence of Lavander Essential Oil Addition on Passion Fruit Oil Nanoemulsions: Stability and In vivo Study”. J Nanomed Nanotechnol 5:198.

Rojas-Grau, M.A., Raybaudi-Massilia, R.M., Soliva-Fortuny, R.C., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H. ve Martin-Belloso. O. 2007. “Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples”, Postharvest Biology and Technology, 45, 254-264.

Salvia-Trujillo, L., Alejandra Rojas-Graü, M., Soliva-Fortuny, R. ve Martín-Belloso, O. 2013a. “Effect of processing parameters on physicochemical characteristics of microfluidized lemongrass essential oil-alginate nanoemulsions”, Food Hydrocolloids, 30, 401-407.

Salvia-Trujillo, L., Alejandra Rojas-Graü, M., Soliva-Fortuny, R. ve Martín-Belloso, O. 2013b. “Physicochemical Characterization of Lemongrass Essential Oil-Alginate Nanoemulsions: Effect of Ultrasound Processing Parameters”. Food Bioprocess Technol, 6, 2439-2446.

Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, A., Soliva-Fortuny, R. ve Martín-Belloso, O. 2015. “Physicochemical characterization and antimicrobial activity of foodgrade emulsions and nanoemulsions incorporating essential oils”, Food Hydrocolloids, 43, 547-556.

Severino, R., Ferrari, G., Vu, K.D., Donsì, F., Salmieri, S. ve Lacroix, M. 2015. “Antimicrobial effects of modified chitosan based coating containing nanoemulsion of essential oils, modified atmosphere packaging and gamma irradiation against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Typhimurium* on green beans”, Food Control, 50, 215-222.

Sheskin D.J., 2004. Parametric and Nonparametric Statistical Procedures. Chapman & sanHall/CRC, New York, ABD.

Singleton, V.L. ve Rossi, J.A. 1965. “Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents”, American Journal of Enology and Viticulture, 16,144-153.

Sosa, N., Zamora, M.C., van Baren, C. ve Schebor, C. 2014. “New Insights in the Use of Trehalose and Modified Starches for the Encapsulation of Orange Essential Oil”, Food Bioprocess Technol., 7, 1745-1755.

Sourmaghi, MHS., Kiaee, G., Golfakhrabadi, F., Jamalifar, H. ve Khanavi, M. 2015. “Comparison of essential oil composition and antimicrobial activity of *Coriandrum sativum* L. extracted by hydrodistillation and microwave-assisted hydrodistillation”, J Food Sci Technol., 52 (4), 2452-2457.

SPSS, 2017. SPSS Professional Statistics 25.0. Chicago, IL: SPSS Inc.

Statistica, 2014. Statistica 12.5. Tulsa, OK, USA: StatSoft Inc.

Sugumar, S., Ghosh, V., Nirmala, MJ., Mukherjee, A. ve Chandrasekaran, N. 2014. “Ultrasonic emulsification of eucalyptus oil nanoemulsion: Antibacterial activity against Staphylococcus aureus and wound healing activity in Wistar rats”. Ultrasonics Sonochemistry 21, 1044-1049.

Tiwari, B.K., Valdiramidis, P.V., O’Donnell, C.P., Muthukumarappan, K., Bourke, P. ve Cullen, P.J. 2009. **“**Application of natural antimicrobials for food preservation”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(14), 5987–6000.

Tran, M.T.T. ve Farid, M. 2004. ”Ultraviolet treatment of orange juice”, Innovative Food Science and Emerging Technologies. 5(4), 495-502.

TS 2134. 1987.” Baharat-Rutubet Miktari Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TÜİK. 2014. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı.

Ulusoy, S., Bosgelmez-Tınaz, G. ve Secilmis-Canbay, H. 2009. “Tocopherol, Carotene, Phenolic Contents and Antibacterial Properties of Rose Essential Oil, Hydrosol and Absolute”, Current Microbiology, 59, 554–558.

Van den Dool, H. ve Kratz, P.D., 1963. “A Generalization of The Retention Index System Including Linear Temperature Programmed Gas Liquid Partition Chromatography”, Journal of Chromatography, 11, 463-471.

Varona, S., Rojo, S.R., Martín, A., Cocero, M.J., Serra, A.T., Crespo, T. ve Duarte, C.M.M. 2013. “Antimicrobial activity of lavandin essential oil formulations against three pathogenic food-borne bacteria”, Industrial Crops and Products 42, 243–250.

Wang, HW., Liu YQ, Wei, SL., Yan ZJ., ve Lu, K. 2010. “Comparison of Microwave-Assisted and Conventional Hydrodistillation in the Extraction of Essential Oils from Mango (*Mangifera indica* L.) Flowers”. Molecules, *15*, 7715-7723.

Wiley Registry of Mass Spectral Data 7th edition (Fred. W. McLafferty) ISBN: 978-0471473251, October 2005.

Won, M.M., Cha, E.J., Yoon, O.K., Kim, N.S., Kim, K. ve Lee, D.S. 2009. “Use of headspace mulberr y paper bag micro solid phase extraction for characterization of volatile aromas of essential oils from Bulgarian rose and Provence lavender”. Analytica Chimica Acta 631, 54-61.

Wu, J.E., Lin, J. ve Zhong, Q. 2014. “Physical and antimicrobial characteristics of thyme oil emulsified with soluble soybean polysaccharide”. Food Hydrocolloids, 39,144-150.

Xiao, Z., Li, Q., Niu, Y., Zhou, X., Liu, J., Xu, Y., Xu, Z. 2017. “Odor-active compounds of different lavender essential oils and their correlation with sensory attributes”, Industrial Crops & Products, 108, 748-755.

Xue, J. ve Zhong, Q. 2014a. “Thyme Oil Nanoemulsions Coemulsified by Sodium Caseinate and Lecithin”, Journal of Agricultural Food Chemistry, 62, 9900−9907.

Xue, J. ve Zhong, Q. 2014b. “Blending Lecithin and Gelatin Improves the Formation of Thymol Nanodispersions”, Journal of Agricultural Food Chemistry, 62, 2956−2962.

Yuliani, S., Muchtadi, T.R., Syakir, M., 2018. “Changes in characteristics of nanoemulsion of cinnamon oil and their relationships with instability mechanisms during storage”, Journal of Food Processing and Preservation, 42 (10): 1-11.

Zahi, M.R., Liang, H. ve Yuan, Q. 2015. “Improving the antimicrobial activity of D-limonene using a novel organogel-based nanoemulsion”, Food Control, 50, 554-559.

Zhang, S., Zhang, M. Fang, Z., Liu, Y. 2017. “Preparation and characterization of blended cloves/cinnamon essential oil nanoemulsions”, LWT - Food Science and Technology, 75, 316-322

Ziani, K., Chang, Y., McLandsborough, L. ve McClements, D.J. 2011. “Influence of surfactant charge on antimicrobial efficacy of surfactant-stabilized thyme oil nanoemulsions”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(11), 6247-6255.

Zuzarte, M., Goncalves, M.J., Cavaleiro, C., Cruz, M.T., Benzarti, A., Marongiu, B., Maxia, A., Piras, A. ve Salgueiro, L. 2013. “Antifungal and anti-inflammatory potential of Lavandula stoechas and Thymus herba-barona essential oils”, Industrial Crops and Products 44, 97–103.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. YONCA YÜCEER
Proje No:	117O313
Proje Başlığı:	Nano/Mikroemülsiyonla Stabilize Edilmiş Esansiyel Yağların Aromatik, Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi: Portakal Suyu Uygulaması
Proje Türü:	1001 - Araştırma
Proje Süresi:	24
Araştırmacılar:	SİNE ÖZMEN TOĞAY, MÜGE İŞLETEN HOŞOĞLU, AYŞEGÜL KIRCA TOKLUCU
Danışmanlar:	NURETTİN ŞAHİNER
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	ÇANAKKALE ONSEKİZ MART Ü. MÜHENDİSLİK F. GIDA MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/10/2017 - 15/10/2019
Onaylanan Bütçe:	491220.0
Harcanan Bütçe:	440574.22
Öz:	Esansiyel yağlar aromatik bitkilerin doğal ürünleridir. Birçok yararlı özellikleri olan biyoaktif bileşenlere sahiptirler. Esansiyel yağlar bazı gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal olarak kullanılmaktadırlar. Ancak, suda kolaylıkla çözünmeyen ve çok kararlı (stabil) olmayan yağlardır. Özellikle, ışık, sıcaklık, nem ve hava bu yağların kararlılığını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu çalışmanın amaçları; 1) lavanta ve defne esansiyel yağlarından kararlı nano/mikroemülsiyon formülasyonları hazırlamak, 2) nano/mikroemülsiyonların aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini belirleyerek kontrol örneklerinin özellikleriyle karşılaştırmak ve 3) ayrıca hazırlanan nano/mikroemülsiyonları taze sıkılmış portakal suyuna ilave ederek depolama boyunca ürünün antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal özelliklerini ortaya koymaktır. Bu projede lavanta ve defneden ekstrakte edilen esansiyel yağlar ile gıdalarda kullanılabilir nitelikte mikro/nano emülsiyonlar oluşturulmuştur. Elde edilen emülsiyonlarda dinamik ışık saçılması (DLS), zeta potansiyeli (ZP), bulanıklık, vizkozite ve renk gibi fiziksel özellikler belirlenmiştir. Ayrıca hazırlanan mikro/nano emülsiyonların farklı sıcaklık (5 ve 25°C) ve pH'lardaki (3 ve 9) stabiliteleri 2 ay depolama boyunca incelenmiştir. Mikro/nano emülsiyonların aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri belirlenerek kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada ayrıca mikro/nano emülsiyonlar taze sıkılmış portakal suyuna ilave edilerek depolama boyunca ürünün antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal özellikleri detaylı olarak ortaya konmuştur. Sonuç olarak, elde edilen emülsiyonların aromatik, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin kullanılan stabilizöre bağlı olarak değişiklik gösterebildiği saptanmıştır. Lavanta esansiyel yağından elde edilen emülsiyonların S. aureus yükünde 60 dk sonunda 3,8 log?a kadar; B. cereus yükünde ise 5,7 log?a kadar azalma sağladığı belirlenmiştir. Defne esansiyel yağından elde edilen emülsiyonun ise 15 dk inkübasyon sonunda B. cereus yükünde 8 log düşüş sağlanmıştır. Hazırlanan emülsiyonların portakal suyuna uygulanması ile referans suşlara değişen oranlarda etki göstermekle beraber, özellikle B. cereus?un inhibisyonunda başarılı olduğu görülmüştür. Defne esansiyel yağının ve emülsiyonlarının gerek antioksidan aktivitesi gerekse toplam fenolik madde içeriği lavanta esansiyel yağı içeren örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Emülsiyon eklenen portakal sularının uçucu bileşenlerinin ve duyusal özelliklerinin depolama süresi ve kullanılan stabilizörden etkilendiği belirlenmiştir. Bu çalışma nano/mikroemülsiyonla stabilize edilmiş esansiyel yağların hazırlanması ve gerçek gıda örneklerinde olası kullanımlarıyla ilgili temel bazı bilgiler sağlamıştır.
Anahtar Kelimeler:	emülsiyon, esansiyel yağ, aroma, antimikrobiyal, antioksidan
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır

TÜBİTAK