

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**ÇEŞNİLİ ZEYTİNYAĞLARININ OKSİDASYON
KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ**

Hatice Hande AKÇAR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 614.02.00

Sunuş Tarihi : 31.07.2009

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Aytaç SAYGIN GÜMÜŞKESEN

Bornova-İZMİR

Hatice Hande Akçar tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Çeşnili Zeytinyağlarının Oksidasyon Kinetiğinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 31.07.2009 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	:	
Raportör Üye.	:	
Üye	:	

ÖZET**ÇEŞNİLİ ZEYTİNYAĞLARININ OKSİDASYON
KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ**

AKÇAR, H. Hande

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof.Dr. Aytaç SAYGIN GÜMÜŞKESEN

Temmuz, 2009, 201 sayfa

Çeşnili zeytinyağı; natürel sızma zeytinyağlarına değişik baharat, meyve ve sebzeler veya bunların doğal aroma maddeleri katılarak çeşnilendirilmesi ile elde edilmektedir. Bu çalışmada çeşitli doğal aromalar ve aromatik bitki-zeytinyağı konsantrelerinin değişik konsantrasyonlarda kullanılmasıyla hazırlanan çeşnili zeytinyağı örnekleri duyuşsal olarak değerlendirilmiş ve en çok beğenilen konsantrasyonlar saptanmıştır. Kekik, fesleğen, biberiye ve turunc aromaları ile hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının, bu yağların hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağlarının, piyasadan temin edilen doğal aromalarla hazırlanmış çeşnili zeytinyağlarının ve aromatik bitki-zeytinyağı konsantreleri kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının; serbest yağ asidi içerikleri, peroksit değerleri, p-anisidin değerleri, toplam oksidasyon değerleri (totoks) ve UV özgül soğurma değerleri; *TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde* (Tebliğ No:

2007/36) verilen standart değerlerle karşılaştırılarak Duncan Testi uygulanmıştır.

Natürel sızma zeytinyağı ile çeşnili zeytinyağlarının indüksiyon periyotları ve raf ömürleri, ransimat cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Doğal aroma maddesi kullanımının natürel sızma zeytinyağının tüm sıcaklıklarda belirlenen indüksiyon periyotlarını yükselttiği saptanmıştır. Yağ örneklerinin raf ömürleri, değişik sıcaklıklarda belirlenen indüksiyon periyotları kullanılarak 25°C sıcaklık için hesaplanmıştır. Doğal aromalar kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin 9-16 ay, aromatik bitki-zeytinyağı konsantresi ile hazırlanan zeytinyağlarının raf ömürlerinin 8-13 ay arasında değiştiği saptanmıştır. Piyasadan temin edilen çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin ise 14-19 ay arasında değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Zeytinyağı, Oksidasyon, eşnili Zeytinyağı, Ransimat Yöntemi, Raf Ömrü.

ABSTRACT

OXIDATIVE STABILITY OF FLAVOURED OLIVE OILS

AKÇAR, H. Hande

MSc in Food Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Aytaç SAYGIN GÜMÜŞKESEN

July, 2009, 201 pages

Flavoured olive oil is produced by adding the flavours of various spices, herbs, fruits and vegetables to natural olive oil. In this study; various natural aromatic compounds and aromatic plant-olive oil concentrates are added to natural olive oil in a wide range of concentrations. Sensory evaluation is performed to determine the “most liked” concentration thymus, basilico, rosemary and bitter-orange flavoured olive oils, natural virgin olive oils used in the preparation of these flavoured olive oils, and commercial flavoured olive oil samples are subjected to free fatty acid content, peroxide value, p-anisidine value, totox value and UV absorbance analysis. The results of these analysis are compared with standard values in Turkish Food Codex Olive Oil and Olive Pomace Oil (Codex no: 2007/ 36). The results are also subjected to Duncan Test.

Induction period and shelf life of natural olive oil and flavoured olive oil samples are determined with rancimat apparatus. For every

VIII

temperature examined; induction period values are increased with the use of addition natural aromatic compounds. Shelf life of olive oil samples are calculated by using Rancimat data for 25°C with the extrapolation technique. Shelf life of natural aroma flavoured olive oi is found to be 9-16 months; whereas aromatic plant-olive oil concentrate flavoured olive oil samples have a shelf life between 8-13 months. Commercial flavoured olive oil samples have a shelf life between 14-19 months.

Keywords: Olive Oil, Oxidation, Flavoured Olive Oil, Rancimat Technique, Shelf Life.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında yakın ilgisini ve büyük desteğini gördüğüm, kendisinden feyzaldığım ve çok sevdiğim değerli hocam **Prof.Dr.Aytaç SAYGIN GÜMÜŞKESEN'e**,

Değerli önerileri ve desteği ile tüm çalışmam boyunca deneyimlerini benimle paylaşan sayın hocam **Yrd.Doç.Dr.Fahri YEMİŞÇİOĞLU'na**,

Duyusal değerlendirme çalışmalarında öneri ve görüşlerinden faydalandığım **Prof.Dr.Tomris ALTUĞ'a**, **Doç.Dr.Yeşim ELMACI'ya**, panelist olarak görev alan ve kıymetli zamanlarından fedakarlık ederek bana yardımcı olan **Ar.Gör.Perihan KENDİRCİ**, **Ar.Gör.Evren GÖLGE**, **Dr.Burak ALTINEL**, **Ar.Gör.Sırma YEĞİN'e** ve değerli arkadaşlarıma,

Çalışmam süresince katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen, **Ar.Gör.İsmail EREN'e**,

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde destekte bulunan, **Tariş Zeytinyağı Kombinasi'na**, **Komili/Yudum Anonim Şirketi'ne** ve **Tariş Pamukyağı Kombinasi'na**,

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu tez çalışmam sırasında da bana vermiş oldukları sonsuz destek ve gösterdikleri sevgi ve anlayış için **aileme**, en içten saygılarımla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	V
ABSTRACT	VII
TEŞEKKÜR	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XXII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XXIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XXVI
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	6
2.1 Zeytin ve Zeytinyağının Tarihçesi	6

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

2.2 Zeytin ve Zeytinyağı Sektörünün Dünya'daki ve Türkiye'deki Konumu.....	9
2.3 Zeytinyağı Üretim Teknolojisi.....	21
2.3.1 Zeytinyağı Üretim Aşamaları.....	24
2.4 Zeytinyağının Majör ve Minör Bileşenleri.....	36
2.5 Zeytinyağının Sınıflandırılması	38
2.6 Çeşnili Zeytinyağı.....	41
2.7 Zeytinyağının Duyusal Değerlendirilmesi.....	48
2.8 Yağların Oksidasyon Kinetiği.....	62
2.8.1 Bitkisel Yağların Oksidasyon Düzeyinin Belirlenmesi.....	73
2.8.2 Bitkisel Yağların Oksidatif Stabilesinin Belirlenmesi.....	76

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	88
3.1 Materyal.....	88
3.2 Yöntem.....	91
3.2.1 Çeşnili Zeytinyağlarının Hazırlanması.....	91
3.2.2 Analiz Yöntemleri.....	92
3.2.2.1 Zeytinyağ Örneklerinin Duyusal Değerlendirilmesi.....	92
3.2.2.2 Kimyasal Analizler.....	95
3.2.2.3 Kimyasal Analiz Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	103
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	104
4.1 Natürel ve Çeşnili Zeytinyağlarının Duyusal Değerlendirilmesi.....	104
4.2 Natürel ve Çeşnili Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri.....	109

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

4.3 Natürel ve Çeşnili Zeytinyağlarının İndüksiyon Periyotları ile Raf Ömürlerinin Belirlenmesi ve Oksidasyon Kinetiğinin İncelenmesi.....	117
5. SONUÇ.....	126
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	129
EKLER.....	150
Ek 1. Duyusal değerlendirmede sıralama toplamaları ($p<0.05$)....	150
Ek 2. Eşlenmiş kıyaslama testinde farklılığı belirlemek için gerekli yanıt sayıları.....	153
Ek 3. Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının Totoks Değerleri için Duncan Testi Grupları*.....	155

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

Ek 4. Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının Totoks Değerleri için Duncan Testi Grupları*.....	156
Ek 5. Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının 270nm Özgül Soğurma Değerleri için Duncan Testi Grupları*.....	157
Ek 6. Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının 270nm Özgül Soğurma Değerleri için Duncan Testi Grupları*.....	158
Ek 7. Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının 232nm Özgül Soğurma Değerleri için Duncan Testi Grupları*.....	159
Ek 8. Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının 232nm Özgül Soğurma Değerleri için Duncan Testi Grupları*.....	160

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

Ek 9. Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının ΔE Değerleri için Duncan Testi Grupları*.....	161
Ek 10. Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının ΔE Değerleri için Duncan Testi Grupları*.....	162
Ek 11. NSZ1'nin 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	163
Ek 12. NSZ1'nin 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	163
Ek 13. NSZ1'nin 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	164
Ek 14. NSZ1'nin 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	164
Ek 15. KAZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	165
Ek 16. KAZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	165
Ek 17. KAZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	166
Ek 18. KAZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	166
Ek 19. KAZT'nin 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	167
Ek 20. KAZT'nin 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	167
Ek 21. KAZT'nin 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	168

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

Ek 22. KAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	168
Ek 23. NSZ2'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	169
Ek 24. NSZ2'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	169
Ek 25. NSZ2'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	170
Ek 26. NSZ2'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	170
Ek 27. FAZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	171
Ek 28. FAZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	171
Ek 29. FAZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	172
Ek 30. FAZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	172
Ek 31. FAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	173
Ek 32. FAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	173
Ek 33. FAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	174
Ek 34. FAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	174
Ek 35. BAZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	175
Ek 36. BAZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	175
Ek 37. BAZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	176

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

Ek 38. BAZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	176
Ek 39. BAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	177
Ek 40. BAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	177
Ek 41. BAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	178
Ek 42. BAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	178
Ek 43. NSZ3'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	179
Ek 44. NSZ3'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	179
Ek 45. NSZ3'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	180
Ek 46. NSZ3'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	180
Ek 47. TAZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	181
Ek 48. TAZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	181
Ek 49. TAZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	182
Ek 50. TAZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	182
Ek 51. TAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	183
Ek 52. TAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	183
Ek 53. TAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	184

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

Ek 54. TAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	184
Ek 55. SAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	185
Ek 56. SAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	185
Ek 57. SAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	186
Ek 58. SAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	186
Ek 59. KKZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	187
Ek 60. KKZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	187
Ek 61. KKZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	188
Ek 62. KKZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	188
Ek 63. KFZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	189
Ek 64. KFZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	189
Ek 65. KFZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	190
Ek 66. KFZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	190
Ek 67. KABZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	191
Ek 68. KABZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	191
Ek 69. KABZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	192

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

Ek 70. KABZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat).....	192
Ek 71. NSZ1'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	193
Ek 72. KAZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	193
Ek 73. KAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	194
Ek 74. NSZ2'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	194
Ek 75. FAZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	195
Ek 76. FAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	195
Ek 77. BAZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	196
Ek 78. BAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	196
Ek 79. NSZ3'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	197
Ek 80. TAZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	197
Ek 81. TAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	198
Ek 82. SAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	198
Ek 83. KKZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	199
Ek 84. KFZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	199
Ek 85. KABZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	200

İÇİNDEKİLER (devamı)Sayfa

Ek 86. NSZ1'nin Dört Farklı Sıcaklıktaki (100°C, 110°C, 120°C, 130°C) logIP Verileri.....	200
Ek 87. NSZ1'nin 25°C'deki Raf Ömrünün Belirlenmesi	201

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Zeytinyağı Tüketiminde Ülkelerin Durumu (1990-2002).....	14
Şekil 2.2 Zeytin Meyvesinin Kısımları.....	21
Şekil 2.3 Zeytinyağı Üretim Akış Şeması.....	25
Şekil 2.4 Tadım İşleminin Tanımlanması.....	50
Şekil 2.5 Lipid Oksidasyon Mekanizması.....	68
Şekil 3.1 Metrohm Ransimat Cihazı.....	98
Şekil 3.2 Ransimat Yönteminin Prensibi.....	99
Şekil 3.3 Oksidatif Tepkimelerin Sürenin Fonksiyonu Olarak Gelişimi.....	100
Şekil 3.4 İndüksiyon Süresi.....	101
Şekil 3.5 Raf Ömrünün (RÖ) Belirlenmesi.....	102

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Dünya Zeytinyağı İhracatı (M: Bin Ton).....	11
Çizelge 2.2 Türkiye'nin Sezonlar İtibariyle Zeytinyağı İhracatı (M:kg, D:ABD \$).....	13
Çizelge 2.3 Son On Yıllık Üretim Periyodunda Başlıca Zeytinci Ülkelerin Zeytinyağı Üretimleri, (x 1000 Ton).....	16
Çizelge 2.4 Ülkemizde Son 15 Yıllık Periyotta Zeytin Ağacı Varlığı İle Salamuralık, Yağlık Dane ve Yağ Üretimi.....	18
Çizelge 2.5 Zeytinyağının Kimyasal Bileşimi.....	37
Çizelge 2.6 Sıralama Testi Değerlendirme Formu.....	55
Çizelge 2.7 Eşlenmiş Kıyaslama Testi Değerlendirme Formu.....	59
Çizelge 2.8 Natürel Zeytinyağlarına ait Duyusal Özellikler.....	60
Çizelge 2.9 C ₁₈ Serisi Yağ Asitlerinin 250°C'de Saptanan İndüksiyon Periyodu ve Rölatif Oksidasyon Hızı.....	65
Çizelge 2.10 Çeşitli Zeytinyağlarının Farklı Sıcaklıklardaki İndüksiyon Periyotları (IP, saat).....	80
Çizelge 2.11 Çeşitli Zeytinyağlarının Farklı Sıcaklıklardaki İndüksiyon Periyotları (IP, saat).....	85

ÇİZELGELER DİZİNİ (devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.12 Zeytinyağının PV(20 meq/kg), K_{232nm} (2.50) ve K_{270nm} (0.200)'e Ulaştığı Süre ve Ransiditenin Başlamasına Kadar Geçen Süre.....	86
Çizelge 3.1 Natürel Sızma Zeytinyağının Bazı Kimyasal Özellikleri....	90
Çizelge 4.1 Kekik (KAZ), Fesleğen (FAZ), Biberiye (BAZ) ve Turunç (TAZ) Aromalı Çeşnili Zeytinyağlarının Sıralama Toplamları.....	105
Çizelge 4.2 Kekik-Zeytinyağı (KKZ), Fesleğen-Zeytinyağı (KFZ) ve Acı Biber- Zeytinyağı (KABZ) Konsantreli Çeşnili Zeytinyağlarının Sıralama Toplamları.....	106
Çizelge 4.3 Kekik (KAZT), Fesleğen (FAZT), Biberiye (BAZT), Turunç (TAZT) ve Sarımsak (SAZT) Aromalı Çeşnili Zeytinyağlarının Sıralama Toplamları.....	107
Çizelge 4.4 Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri ve Duncan Testi Grupları*	112
Çizelge 4.5 Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri ve Duncan Testi Grupları*	116

ÇİZELGELER DİZİNİ (devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.6 Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Çeşnili Zeytinyağlarının İndüksiyon Periyotları.....	118
Çizelge 4.7 Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Çeşnili Zeytinyağlarının Raf Ömürleri.....	122
Çizelge 4.8 Kekik, Fesleğen ve Acı Biber Konsantresi Kullanılarak Hazırlanan Çeşnili Zeytinyağlarının İndüksiyon Periyotları.....	124
Çizelge 4.9 Kekik, Fesleğen ve Acı Biber Konsantresi Kullanılarak Hazırlanan Çeşnili Zeytinyağlarının Raf Ömürleri.....	125

SİMGELER VE KISALTMALAR

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$^{\circ}\text{C}$	Santigrad derece
<i>dk</i>	Dakika
<i>g</i>	gram
<i>kg</i>	kilogram
<i>L</i>	Litre
<i>mL</i>	mililitre
<i>s</i>	Saat
E_a	Aktivasyon Enerjisi (kJ/mol)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
<i>AB</i>	Avrupa Birliği
<i>ABD</i>	Amerika Birleşik Devletleri
<i>ASLT</i>	Accelerated Shelf Life Testing
<i>BAZ</i>	Biberiye Aromalı Zeytinyağı
<i>BAZT</i>	Piyasadan Temin Edilen Ticari Biberiye Aromalı Zeytinyağı
<i>E.Ü.</i>	Ege Üniversitesi
<i>FAZ</i>	Fesleğen Aromalı Zeytinyağı

SİMGELER VE KISALTMALAR (devamı)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
<i>FAZT</i>	Piyasadan Temin Edilen Ticari Fesleğen Aromalı Zeytinyağı
<i>IP</i>	İndüksiyon Periyodu
<i>KABZ</i>	Konsantre Acı Biberli Zeytinyağı
<i>KAZ</i>	Kekik Aromalı Zeytinyağı
<i>KAZT</i>	Piyasadan Temin Edilen Ticari Kekik Aromalı Zeytinyağı
<i>KFZ</i>	Konsantre Fesleğenli Zeytinyağı
<i>KKZ</i>	Konsantre Kekikli Zeytinyağı
<i>NSZ</i>	Natürel Sızma Zeytinyağı
<i>PV</i>	Peroksit değeri
<i>RÖ</i>	Raf Ömrü
<i>SAZT</i>	Piyasadan Temin Edilen Ticari Sarımsak Aromalı Zeytinyağı
<i>TAZ</i>	Turunç Aromalı Zeytinyağı
<i>TAZT</i>	Piyasadan Temin Edilen Ticari Turunç Aromalı Zeytinyağı
<i>TSE</i>	Türk Standartları Enstitüsü

SİMGELER VE KISALTMALAR (devamı)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
<i>Totoks</i>	Toplam Oksidasyon değeri
<i>UZK</i>	Uluslararası Zeytinyağı Konseyi
<i>ZAE</i>	Zeytincilik Araştırma Enstitüsü

1.GİRİŞ

Zeytinyağı; sadece zeytin ağacının (*Olea europaea sativa Hoffm. et Link*) olgun meyvelerinden mekanik yolla elde edilen, oda sıcaklığında sıvı olan, berrak, yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda, doğal olarak tüketilebilen önemli bir bitkisel kaynaklı yağdır (Gümüskesen ve Yemişçioğlu, 2004; Anon., 2007).

Zeytin meyvesi; %1-2 meyve kabuğu (epikarp), %63-86 meyve eti (mesokarp), %10-30 meyve çekirdeği (endocarp) ve %2-6 çekirdek içermektedir. Zeytin meyvesinde %40 oranındaki su ve %20-35 oranındaki yağ, mesokarp kısmında yer almaktadır. Zeytin meyvesindeki toplam yağın sadece %1'lik kısmı meyvenin mesokarp dışındaki kısımlarında bulunmaktadır (Anon., 2003).

Zeytinyağı bileşim ve lezzetinden dolayı beslenmede tercih edilen bir yağdır. Yüksek oranda tekli doymamış yağ asidi içeren ve iyi bir antioksidan kaynağı olan zeytinyağı, Akdeniz yöresinin temel yağ kaynağıdır. Zeytinyağının faydaları ve insan sağlığına olumlu etkileri çok fazladır. Kalori değeri çok yüksek, esansiyel yağ asitlerinin kaynağı ve yağda çözünen A, D, E ve K vitaminlerinin deposu olan zeytinyağı kendine özgü tat ve kokusu ile diğer bitkisel yağlara göre tercih edilen ve hazım olma derecesi yüksek olan önemli bir yağdır (Anon., 2003). Diğer taraftan yapılan çalışmalarda, iyi huylu kolesterol olarak bilinen HDL sentezini artırıcı etkisinin anlaşılmasından sonra beslenmedeki önemi daha da artmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri metabolizmada HDL

düzeyini yükseltmekte ve kalp damar rahatsızlıklarında azaltıcı ve koruyucu bir etki yaratmaktadır. Bunun yanında içeriğinde yüksek oranda bulunan antioksidanlar ve fenolikler nedeniyle zeytinyağı oksidasyona karşı oldukça stabildir ve gerek ısıtma işlemleri sırasında, gerekse beslenmede düşük düzeyde serbest radikal oluşturmaktadır (Ramirez-Tortosa vd., 1999).

Zeytinyağının Akdeniz ülkelerindeki üretim ve tüketim yoğunluğu 1956 yılında Birleşmiş Milletler bünyesinde, Uluslararası Zeytinyağı Anlaşmasının imzalanmasına gerekçe teşkil etmiştir. Bu anlaşma 1959 yılında Uluslararası Zeytinyağı Konseyinin kurulmasına, yani Uluslararası Zeytinyağı Konseyinin (UZK) kurulmasına neden olmuştur. Uluslararası Zeytinyağı Konseyine üye büyük üretici ülkeler aynı zamanda Avrupa Birliği'ne (AB) üye büyük üretici ülkeler olduğu için, dünya zeytinyağı tüketiminin yaklaşık %85'i AB ülkelerinde gerçekleştirilmektedir. İspanya, İtalya ve Yunanistan'ın dünyanın en büyük zeytinyağı tüketicisi ülkeleri kabul edildiği ve AB zeytinyağı tüketiminin %90'nını bu ülkelerin karşıladığı görülmektedir. Türkiye ise dünya zeytinyağı üretiminde; İspanya, İtalya, Yunanistan ve Tunus'tan sonra 5. sırada yer alırken, tüketimde Suriye'nin gerisinde ancak 6.sırada yer almaktadır (Anon., 2003).

Türkiye'de üretilen zeytinyağının yaklaşık 100 bin tonu ihraç edilmektedir. Zeytinyağı ihraç ettiğimiz ülkeler arasında İtalya, İspanya ve A.B.D. başta gelmektedir. Ülkemizde sürekli yöntemle üretim yapan 500'den fazla işletme faaliyet göstermektedir. Bu sayıya özellikle Ege

Bölgesinde yer alan küçük ölçekli zeytinyağı üretim tesisleri de dahil edildiğinde ortaya çıkan veriler zeytinyağının ülke ekonomisi açısından önemini ortaya koymaktadır (Anon., 2003).

Yüksek bir ekonomik değere sahip olan zeytinyağının üretiminde amaç; yağın duyuşal, fiziksel ve kimyasal özelliklerini en üst düzeyde koruyacak şekilde ve fiziksel yöntemler kullanarak zeytini yağa işlemek ve rafine edilmeksizin doğa olarak tüketilebilen zeytinyağı üretebilmektir. Zeytinyağı üretiminde klasik sistemler (pres) ve modern sistemler (santrifüj) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Presler kendi içerisinde hidrolik ve süper pres olarak ikiye ayrılırken, kontinu sistemlerde iki ve üç fazlı sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Klasik sistemlerden kontinu sistemlere geçişte; zeytin işleme maliyetlerinin özellikle de iş gücü maliyetinin düşürülmesi ve zeytinin bahçede/depolarda bekleme süresini azaltmak, bunun için de yüksek kapasiteye sahip dekantörleri kullanarak, zeytinyağı kalitesini iyileştirmek asıl hedef olmuştur.

Zeytinyağı ve pirina yağı tebliğine göre sınıflandırma yapıldığında zeytinyağları; natürel zeytinyağı, ham zeytinyağı (Lampant), prina yağı olarak 3 gruba ayrılmaktadır. Natürel zeytinyağları asitlik açısından sınıflandırıldığında natürel sızma zeytinyağı (%0.8), natürel birinci (%2), natürel ikinci (%3.3) ve çeşnili zeytinyağıdır (%0.8). Çeşnili Zeytinyağı; natürel sızma zeytinyağlarına değişik baharat, meyve ve sebzeler veya bunların doğal aroma maddeleri katılarak çeşnilendirilmesi ile elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit

cinsinden her 100 gramda 0.8 gramdan fazla olmayan yağıdır (Anon., 2007). Çeşnili zeytinyağlarının kalite ve saflık kriterleri natürel sızma zeytinyağı için verilen kriterlere uygun olmalıdır.

Doğal aroma maddeleri ile çeşnilendirilmiş zeytinyağı çeşitlerinden Dünyada en çok talep görenler; kekikli ve fesleğenli, biberiyeli, sarımsaklı zeytinyağlarıdır. Türkiye’de ise en çok talep gören çeşitler; kekikli ve fesleğenli zeytinyağlarıdır. Çeşnili zeytinyağlarından özellikle fesleğenli, kekikli, biberiyeli, sarımsaklı olanlar daha çok salata soslarında, turunçlu zeytinyağları ise daha çok unlu mamüllerin (bisküvi, kek, pasta) hazırlanmasında kullanılmaktadır (Anon., 2009).

Çeşnili zeytinyağlarının depolanmaları sürecinde ürünün duyuşal özelliklerinde olumsuz değişmelerin meydana geldiği üretici firmalar tarafından belirtilmektedir. Bu değişikliklerin tanımlanmasıyla ilgili detaylı bir araştırmanın olmaması nedeniyle, çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin natürel zeytinyağları ile aynı olduğu kabul edilmektedir. Gerek gıda sanayiinde gerek yağ sanayiinde yağların raf ömürlerinin belirlenmesinin önemi göz önünde bulundurulduğunda, çeşnili zeytinyağlarının raf ömürleriyle ilgili veri eksikliğinin giderilmesi önem taşımaktadır. Raf ömürleriyle ilgili yapılan çalışmalar daha çok zeytinyağı ve diğer tohum yağlarına ilişkindir. Çeşnili zeytinyağlarının raf ömürleriyle ve duyuşal değerlendirilmeleriyle ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Özellikle ülkemizde yürütülecek kapsamlı çalışmaların yetersizliği bu çalışmanın temel hareket noktasını oluşturmuştur.

Bitkisel yağlarla ilgili yapılan çalışmalarda ya yağların mevcut oksidasyon düzeyleri belirlenmektedir ya da oksidasyona karşı dirençleri incelenmektedir. Bitkisel yağların oksidatif stabilitesinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler; Aktif Oksijen Metodu (AOM), Schaal Oven Testi ve Ransimat Yöntemidir. Ransimat yönteminde; yüksek sıcaklıklarda yağın bozulması sonucu oluşan uçucu organik asitlerin, absorbe edildikleri suyun iletkenlik değerlerinde oluşturduğu değişiminin ölçülmesi ile indüksiyon periyodu saptanmaktadır. Ransimat yöntemi, diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında; tekrarlanabilirlik, güvenilirlik ve analiz süresi açısından en iyi sonuçları vermektedir. Bu çalışmada, değişik çeşit ve oranlarda doğal aroma maddeleri ve zeytinin aromatik bitkiyle beraber işlenmesi ile hazırlanan konsantreler kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Zeytin ve Zeytinyağının Tarihçesi

Akdeniz uygarlığının sembolü olan zeytin ağacı, tarih boyunca bu bölgede kurulan tüm uygarlıkların temelini oluşturmuştur. Zeytin yaklaşık 8000 yıl öncesinden bu yana insanlığa güzellik, sağlık ve lezzet pınarı olarak hizmet vermektedir. Zeytinin anavatanı Anadolu'dur. Ege adalarından Yunanistan, İtalya, Fransa ve İspanya'ya kadar uzanmış ve buradan da Kuzey Afrika'ya geçmiş, Güney Anadolu yoluyla Suriye, Mısır ve Fas'a kadar uzanarak bütün Akdeniz kıyılarını sarmıştır. Üçüncü bir kol olarak da Afganistan ve Pakistan'a kadar uzanmıştır. XVI. yüzyılda İspanyollar tarafından Güney ve Kuzey Amerika'ya götürülmesi ile zeytinin dünyadaki yayılışı tamamlanmıştır. Zeytinden yağ elde edilmesinde kullanılan ilk yöntem, zeytinlerin önce ayakla ezilmesi ve sıcak su ile yağının alınması şeklinde olmuştur. Bugün için dünyada bulunmuş en eski zeytinyağı tesisi, M.Ö. 6. yüzyıla ait olup İzmir' in Urla ilçesi yakınlarındaki antik Klazomenai kentinde bulunmaktadır. Daha sonra Romalılar zeytinin iki taş arasında ezilmesine dayanan yöntemi bulmuşlardır. İlk zamanlarda taşın dönmesi insanlar tarafından sağlanırken, daha sonra bu iş için hayvan gücünden yararlanılmıştır. Zamanla, ezilen zeytin hamurunun sıkıştırılması için Arşimet vidasının döndürülmesi ile oluşturulan basınçtan faydalanılmıştır. Mengene tabir edilen bu usul günümüzde de halen kullanılmaktadır. XIX. yüzyılda

buharın kullanılmaya başlaması ile zeytinyağı sanayinde yeni bir döneme girilmiş ve daha yüksek basınçla daha fazla zeytin işleme olanağı doğmuştur. Bu iş için kullanılan hidrolik presler teknolojik gelişmelere paralel olarak dizel motoru ve elektrikle çalışabilecek biçimde geliştirilmiş ve zamanla günümüzde kullanılan en modern sistem olan sürekli tesislere dek gelinmiştir (Ünsal, 2000).

Zeytin her zaman yeşil, genetik olarak periyodisite eğilimi gösteren uzun ömürlü bir meyve ağacıdır. Periyodisite; zeytin ağacının bir yıl ürün verme, diğer yıl az verme veya hiç ürün vermemesidir. Bu durum halk arasında “var yılı” ve “yok yılı” olarak adlandırılmakta ve kültürel bakım tedbirleri ile azaltılabilmektedir. Ancak ülkemizde arazi yapıları nedeniyle kültürel bakım tedbirleri uygulanamamakta ve bunun sonucu olarak elde edilen ürün miktarı yıldan yıla değişmektedir (Tunalıoğlu, 2002).

Zeytinyağı bu süreç boyunca Akdeniz insanının önemli bir gıdası olması yanı sıra, Akdeniz ticaretinin de temelini oluşturmuş ve sadece bir besin maddesi olarak değil aynı zamanda ışık kaynağı, sağlık ve güzellik iksiri olarak da kullanılmıştır. Akdeniz mutfağında yemeklerin hemen hepsinin zeytinyağı ile piştiği dönemlerde, batılıların yalnızca restoranlarda tanıştığı zeytinyağı, 1970’lerde yapılan ve batılılar arasında kalp hastalığına daha az yakalananların Akdenizliler olduğunu ve bunun da Akdenizlilerin bol miktarda tükettiği zeytinyağından kaynaklandığını ortaya çıkaran araştırma ile daha da önem kazanmıştır. Vücudun kaliteli gıdalara ihtiyacının arttığı gençlik ve ergenlik dönemi, kalsiyum kaybını

önleyerek kemik erimesine engel olması nedeniyle yaşlılık dönemi, içinde bulunan yağ asitleri hücre ve sinir sisteminin oluşturulmasında önemli bir etken teşkil etmesi nedeniyle hamilelik süreci, damar sertliğinin önlenmesine yardımcı olan "iyi yağ" oranı ve antioksidanların bol miktarda bulunması nedeniyle günlük yaşamda zeytinyağı kullanımı artmıştır. Özellikle 1980'li yıllardan sonra, batı ülkelerinin zeytinyağı tüketiminde çok büyük bir talep patlaması olmuş, tüketiciler artık bilinçli beslenmeye önem vermeye ve katkı maddesi içermeyen doğal ürünleri tercih etmeye başlamışlardır. İnsanlar "daha doğal" besin kullanımını keşfettikçe, zeytinyağı da bundan payına düşeni almıştır. Günümüze dönüldüğünde ise zeytinyağının vatanının, bin yıllar öncesinde olduğu gibi, yine Akdeniz olduğu görülmektedir. Bugün zeytinyağı üretiminin %98'i Akdeniz ülkeleri tarafından yapılmakta ve Akdenizliler, %78'lik bir oranla zeytinyağı tüketiminde birinci sırada yer almaktadırlar. Ancak özellikle ABD, Kuzey Avrupa, Brezilya, Japonya, Avustralya ve Kanada gibi ülkeler de zeytinyağının değerini keşfetmeye başlamışlar, zeytin pazarının hızla büyüdüğü ülkeler haline gelmişlerdir. Türkiye ise önemli zeytinyağı üreticilerinden biri olmasına rağmen zeytinyağını, üretiminin oldukça gerisinde tüketen bir ülkedir. Yunanistan'da kişi başına 20 kg, İtalya ve İspanya'da kişi başına 10-12 kg zeytinyağı tüketimi söz konusu iken Türkiye'de kişi başına zeytinyağı tüketimi ortalama 1 kg. olarak belirtilmektedir (Anon, 2003).

2.2 Zeytin ve Zeytinyağı Sektörünün Dünya'daki ve Türkiye'deki Konumu

Zeytin; tarih boyunca barışın sembolü olarak kabul edilmiştir. Kutsal sayılmış ve birçok efsaneye konu olmuştur. Zeytinin; Ege, Anadolu'nun Akdeniz kesimleri, Suriye ve Lübnan'dan ya da Mısır, Kuzey Afrika'nın Atlas Dağları kesiminden yayıldığı yönünde iki ayrı görüş bulunmaktadır. Ancak, orijini ne olursa olsun günümüzde zeytin ağaçlarının %98 gibi önemli bir bölümü Akdeniz ülkelerinde bulunmaktadır. Dünyada yaklaşık 10 milyon hektar alan üzerinde 900 milyonu aşkın zeytin ağacı olduğu tahmin edilmektedir. Zeytincilikte İtalya ve İspanya başı çekmektedir. Yunanistan, Türkiye, Tunus, Portekiz, Suriye, Fas ve Cezayir diğer önemli zeytin üreticisi ülkelerdir. Ana vatanı Anadolu olmasına karşın zeytin ağacı, günümüzde layık olduğu değere Akdeniz'in batı ucunda yer alan İspanya'da kavuşmuş ve söz konusu ülkedeki tarım politikası içinde, daima liste başı bir ürün olarak desteklenerek korunmuştur. Gerçekten İspanya günümüzde 200 milyona ulaşan ağaç varlığı ve yıllık ortalama 500 bin ton yağ ve 200 bin ton salamura zeytin üretimi yanında, yıllık kişi başına 10 kg zeytinyağı tüketimi ile Dünya zeytinciliğinde ilk sıraya oturmuştur. Ayrıca zeytinyağı ve salamura zeytin dış ticaretinden İspanya'nın günümüzdeki yıllık kazancının, 300-350 milyon dolar arasında değiştiği sanılmaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006).

Zeytin üretiminin Akdeniz ve benzeri iklime sahip olan ülkelerde gerçekleşmesi, zeytinyağı ihracatında sınırlı sayıda ülkenin söz sahibi

olmasına neden olmaktadır. Dünya zeytinyağı ihracatının yaklaşık %90'ı toplam yedi ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Dünya'da zeytinyağı talebinin yıldan yıla yükselmesi bu ülkelerin zeytinyağı ticaretindeki önemini daha da arttırmaktadır. AB ülkeleri, topluluk içi ticaret hariç olmak üzere, dünya zeytinyağı ihracatının yarısından fazlasını gerçekleştirmektedir.

Çizelge 2.1'de görüldüğü üzere, 2006/2007 sezonunda İtalya, İspanya, Yunanistan ve Portekiz'in AB dışına ihracatları sırasıyla 220 bin ton, 115 bin ton, 15 bin ton ve 19 bin olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Aynı dönemde UZK'nın verilerine göre Tunus'un ihracatı 120 bin ton, Türkiye'nin ihracatı ise 75 bin ton olarak tahmin edilmektedir (Göksu, 2007).

Çizelge 2.1 Dünya Zeytinyağı İhracatı (M: Bin Ton) (UZK, 2007)

Ülke	2003/2004		2004/2005		2005/2006		2006/2007	
	İhracat (M)	% pay	İhracat (M)	% pay	İhracat (M)	% pay	İhracat (M)	% pay
AB Ülkeleri	324.5	49.4	330.5	52.2	341.5	55.3	371.5	54.6
Tunus	209.0	31.8	98.0	15.5	120.0	19.4	120.0	17.6
Türkiye	46.0	7.0	93.5	14.8	73.0	11.8	75.0	11.0
Suriye	28.0	4.3	36.0	5.7	20.0	3.2	40.0	5.9
Ürdün	4.0	0.6	5.0	0.8	2.0	0.3	17.0	2.5
Fas	20.5	3.1	31.0	4.9	20.0	3.2	15.0	2.2
Arjantin	5.5	0.8	12.5	2.0	15.0	2.4	14.0	2.1
ABD	9.0	1.4	12.0	1.9	10.0	1.6	12.0	1.8
Filistin	8.0	1.2	10.0	1.6	10.0	1.6	9.0	1.3
Avustralya	0.5	0.1	1.5	0.2	3.5	0.6	5.0	0.7
Diğer	2.5	0.4	3.5	0.6	3.0	0.5	2.5	0.4
Dünya	657.5	100	633.5	100	618.0	100	681.0	100

Zeytinyağı üreticisi AB ülkeleri dünya üretim ve ihracatından aldığı pay kadar zeytinyağı ithalatından da önemli oranda pay almaktadır. Bu durum işleyip paketleyerek ihraç etmek üzere dökme zeytinyağı ithal etmelerinden kaynaklanmaktadır. 2005/2006 sezonunda AB'nin topluluk dışı ülkelere 183.5 bin ton ithalatı bulunmakta olup, bunun %73'ünü İtalya gerçekleştirmiştir. Son yıllarda Dünya'da zeytinyağı tüketiminin

artmasıyla birlikte başta ABD, Brezilya ve Japonya olmak üzere birçok ülkenin ithalatının da yükseldiği görülmektedir. Özellikle ABD son yıllarda gerçekleştirdiği 240 bin ton'a yaklaşan ithalatı ile Dünya'da önemli bir yere sahip olmuştur (Göksu, 2007).

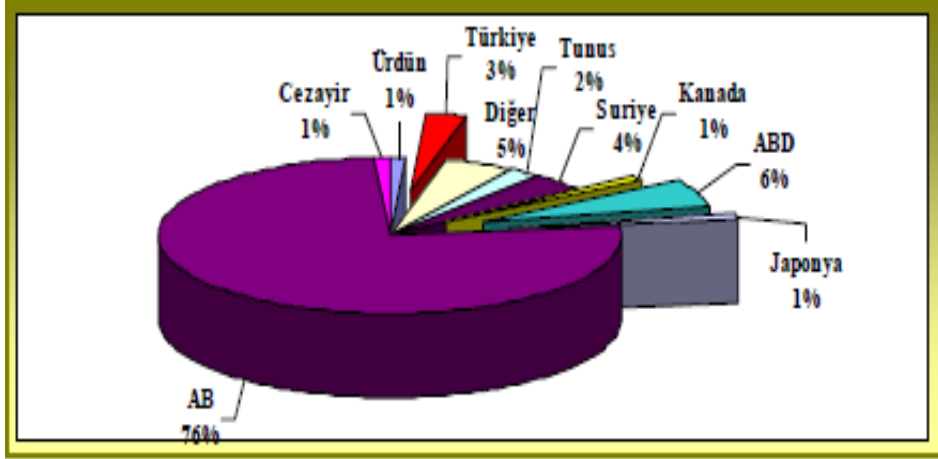
Üretici-ihracatçı konumundaki İspanya ve İtalya, ihracatımızda en önemli yere sahip olan ülkelerdir. Zeytinyağı ihracatımız bu ülkelerin üretim ve talep durumları ile birlikte, belirleyici rol oynadıkları dış piyasa oluşumlarına bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle üretici AB ülkeleri, Türkiye için hem büyük bir Pazar oluşturmakta, hem de diğer pazarlarda en büyük rakip olmaktadır. Son yıllarda Türkiye açısından en önemli ve istikrarlı zeytinyağı ithalatçısı ABD olmuştur. ABD'nin son üç sezonda ihracatımızdaki ortalama payı %20'dir. 2006 yılında ABD'nin yanı sıra Kanada, Fildişi Sahili, Suudi Arabistan, Japonya, Seyşeller, Avustralya, Güney Kore Cumhuriyeti ve BAE diğer önemli ihraç pazarlarımızı oluşturmuştur. Ancak ihracatımızın büyük bir bölümünün, üretici-ihracatçı konumunda olan İtalya ve İspanya'ya yöneldiği göz önünde bulundurulduğunda pazarlarının geliştirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin bazı yok yıllarında az miktarlarda zeytinyağı ithalatı bulunmasına karşın, son yıllarda önemli ölçüde bir ithalat kaydedilmemiştir (Göksu, 2007). Çizelge 2.2'de Türkiye'nin sezonlar itibariyle zeytinyağı ihracatı verilmiştir.

Çizelge 2.2 Türkiye'nin Sezonlar İtibariyle Zeytinyağı İhracatı
(M:kg, D:ABD \$) (Dış Ticaret Müsteşarlığı, 2007)

Sezon	M	D
1992/93	7 261 376	12 569 713
1993/94	10 673 892	15 025 567
1994/95	58 142 640	112 763 760
1995/96	22 313 709	70 403 261
1996/97	48 677 391	97 127 941
1997/98	43 346 976	70 180 993
1998/99	103 407 960	172 161 448
1999/00	14 685 498	31 432 316
2000/01	91 150 368	127 620 410
2001/02	25 351 075	45 222 480
2002/03	71 199 887	147 279 025
2003/04	48 058 111	127 655 956
2004/05	93 458 719	291 426 824
2005/06	51 047 929	205 867 156
2006/07	33 727 087	113 999 434

Son yıllarda özellikle ekstra natürel sızma ve natürel zeytinyağının toplam zeytinyağı ihracatındaki paylarının arttığı görülmektedir. Ekstra natürel zeytinyağının 1996 yılında toplam zeytinyağı ihracatındaki payı %5 iken yıllar itibariyle artarak 2001 yılında %35'e kadar yükselmiştir. 2006 yılındaki payı ise %22 olmuştur (Göksu, 2007).

Şekil 2.1’de zeytinyağı tüketiminde ülkelerin 1990-2002 yılları arasındaki durumu verilmiştir (www.internationaloliveoil.org).



Şekil 2.1 Zeytinyağı Tüketiminde Ülkelerin Durumu (1990-2002) (www.internationaloliveoil.org)

Şekil 2.1’de Dünya’da son yıllarda zeytinyağı üreten tüketici ülkeler dışında ABD, Kanada, Japonya, Avustralya ve Arjantin’in zeytinyağı tüketimine başladıkları ve bu miktarın her yıl artma eğiliminde olduğu görülmektedir (www.internationaloliveoil.org).

Zeytinyağı; zeytin meyvesinin mekanik yollarla işlenmesiyle elde edilen, bitkisel yağlar içerisinde fiziksel yöntemlerle doğal olarak üretilip tüketilebilen tek yağdır. Gerek hammaddesinin üretimi sırasında fazlaca el emeğine ihtiyaç göstermesi, gerekse daneden elde ediliş safhasında diğer tohum yağlarına kıyasla ayrıcalıklı bir teknoloji gerektirmesi ve beslenme yönünden gösterdiği üstün vasıflara bağlı olarak doğal halde

tüketilebilmesi, bir meyve suyu olması nedeniyle, daima diğer bitkisel sıvı yağlara kıyasla daha yüksek bir ekonomik değer bulmuştur. Zeytin ağaçları 30-40° enlemler arasında yayılma göstermektedir ve 35 ülkede zeytin tarımı yapılmaktadır. Dünyada 13 milyon/ton olan dane zeytin üretiminin büyük bir miktarı Akdeniz'e kıyı olan ülkelerde gerçekleştirilmektedir (Tunalıoğlu, 2002). Zeytin ağaç varlığının %98'i Akdeniz'e kıyı olan ülkelerde yer almakta bunun da %10'u Türkiye'de bulunmaktadır (UZK, 1997).

Zeytinden elde edilen en önemli ürün olan zeytinyağı, dünyada yılda 1,6-2,6 milyon ton civarında üretilmekte ve bunun %75-80 kadarı üretici ülkeler tarafından tüketilmektedir. Geriye kalan %20-25'lik kısım ise, milletlerarası pazarlara sunulmaktadır. Başlıca zeytinci ülkelerin zeytinyağı üretimleri, son on yıllık üretim periyodunda Çizelge 2.3'te verilmiştir (Kayahan ve Tekin, 2006).

Çizelge 2.3 Son on yıllık üretim periyodunda başlıca zeytinci ülkelerin zeytinyağı üretimleri,
(x 1000 Ton) (Kayahan ve Tekin, 2006)

ÜLKELER	ÜRETİM YILLARI									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
İspanya	338	947	1077	792	669	974	1411	861	1412	933
İtalya	620	370	620	404	735	509	657	534	685	760
Yunanistan	400	390	375	473	420	430	358	414	308	420
Tunus	60	270	93	215	210	130	35	70	280	110
Türkiye	40	200	40	170	70	175	65	140	79	145
Fas	35	110	70	65	40	35	60	45	100	50
Suriye	76	125	70	115	81	165	92	165	110	177
Portekiz	44	45	42	35	50	25	34	29	33	30
Ürdün	14	23	14	22	7	27	14	28	20	26
Filistin	12	12	9	6	2	20	18	22	5	10
Arjantin	11	12	8	7	11	4	10	11	14	7
Libya	4	10	6	8	7	4	7	7	7	6
İsrail	5	6	3	5	3	7	4	9	3	9
Diğerleri	25	25	24	31	36	34	35	44	35	36
Dün. Top.	1684	2545	2451	2348	2341	2539	2800	2479	3091	2719

Dünya zeytinciliğindeki İspanya, İtalya, Yunanistan ve Portekiz gibi büyük üretici ülkeler Çizelge 2.3'te görüldüğü üzere Avrupa Birliği çatısı altında toplanmıştır. AB ülkeleri 1999/00-2003/04 yılları ortalaması göz önünde bulundurulduğunda dünya zeytinyağı üretiminin %79.9'una sahiptir. AB ülkelerinden sonra Türkiye, Tunus, Suriye, Cezayir ve Fas zeytinyağı üretiminde önemli paya sahip diğer ülkelerdir. Türkiye; dünya zeytin ağacı varlığında 4'ncü, zeytinyağı üretiminde de 5. sıradadır. Ülkemizde zeytincilik ağırlıklı olarak Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yapılmaktadır. Zeytin ağacı varlığı 92.500'ü meyve veren, 10.700'ü de meyve vermeyen olmak üzere toplam 103.200 adettir (Kayahan ve Tekin, 2006).

Ülkemizdeki zeytinyağı üretimi, yıllara göre 40 bin ile 200 bin ton arasında değişmektedir. Ülkemizde zeytinyağının toplam sıvı yağ pazarı içindeki payı %10 olarak belirtilmektedir. Zeytinyağı tüketiminin %90'ı kentsel nüfus tarafından gerçekleştirilirken, bölgesel açıdan bu tüketimin %40'ı Marmara Bölgesi'nde, %30'u Ege Bölgesi'ndedir (Gümüşkesen ve Yemişçioglu, 2004). Ülkemizde son 15 yıllık süreçte zeytin ağacı varlığı ile salamuralık, yağlık dane ve yağ üretimleri Çizelge 2.4'te verilmiştir (DİE ve FAO, 2006).

Çizelge 2.4 Ülkemizde son 15 yıllık periyotta zeytin ağacı varlığı ile salamuralık, yağlık dane ve yağ üretimi (DİE ve FAO kayıtları, 2006)

Yıl	Ağaç Sayısı (Adet * 1000)			Dane Üretimi (Ton)			Yağ Üretimi (Ton)
	Toplam	Meyve Veren	Meyve Vermeyen	Toplam	Yemeklik	Yağlık	
1990	86560	80600	5960	1100000	337000	763000	80000
1991	87705	81520	6185	640000	181000	459000	60000
1992	87088	81260	5828	750000	231000	519000	56000
1993	87163	81703	5460	550000	200000	350000	48000
1994	88147	82192	5955	1400000	350000	1050000	160000
1995	87581	81437	6144	515000	206000	309000	40000
1996	89740	83200	6540	1800000	435000	1365000	200000
1997	95730	85780	9950	510000	200000	310000	40000
1998	93450	85850	7600	1650000	430000	1220000	170000
1999	95500	87130	8370	600000	240000	360000	70000
2000	97770	89200	8570	1800000	490000	1310000	190000
2001	99000	90000	9000	600000	235000	365000	65000
2002	101600	91700	9900	1800000	450000	1350000	140000
2003	102750	92250	10500	850000	350000	500000	79000
2004	107100	94950	12150	1600000	400000	1200000	145000

Söz konusu Çizelge 2.4 incelendiğinde dikkati çeken en önemli nokta, teknik tarımın gerektiğince uygulanmadığının, ya da pek az uygulandığının önemli bir göstergesi olan periyodisitenin,

zeytinciliğimize kuvvetle hakim olduğudur. Çünkü daha çok yağa yönelik dane üretimi yapılan ülkemizde, var ve yok yılları arasındaki dane üretimleri incelendiğinde, diğer zeytinci ülkelerin üretimlerine kıyasla daha büyük farklılıklar olduğu, ya da Ülkemizde periyodisitenin daha etkin bir şekilde yaşandığı ortaya çıkmaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006).

Çizelge 2.4'te dikkati çeken diğer bir önemli nokta ise, Ülkemizde zeytin danelerinden elde edilen yağ miktarının, genel olarak kabul edilen %20'lik yağ verimine kıyasla oldukça düşük olmasıdır. Gerçekten 15 yıllık dane ve yağ üretim verimlerine göre hesaplandığında, yıllara göre Türkiye'deki yağ veriminin %10,37-19,44 gibi oldukça farklı değerler arasında değiştiği ve ortalama olarak %13.85 civarında bir yağ verimiyle çalışıldığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Buna koşut olarak, Ülkemizde pratik bir yaklaşımla kabul edildiği gibi, 5kg daneden 1kg yağ elde edilmesi yerine, ortalama 7kg daneden 1kg yağ elde edilebilmektedir. Bu sonuçta Ülkemizde zeytin yetiştiriciliğinde aşılamayan olumsuz etkenler gibi, danelerin yağa işlenmesinde yararlanılan teknolojiye de, henüz gerektiğince ulaşamadığını ortaya koymaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006).

Ülkemiz zeytinciliği açısından tipik olan diğer bir özellik, zeytin alanlarından yaklaşık %81'inin yamaç alanlarda ve çoğunlukla yaşlı ağaçlardan kurulmuş olmasıdır. Bu durum özellikle ürün maliyetinde hasat girdisini arttırıcı önemli bir faktör oluşturmaktadır. Diğer taraftan, ülkemizde ağaç başına dane verimi 9-10 kg olup, ortalama olarak bu

verimin %75'ini yağlık, %25'ini ise, salamuralık çeşitler oluşturmaktadır. Ayrıca Ülkemiz zeytinciliğinde genel olarak Ege Bölgesinde yağlık çeşitlerin plantasyonu yaygınlaşmışken, Marmara Bölgesi zeytinleri daha çok salamuralık çeşitler olarak bilinmektedir (Kayahan ve Tekin, 2006).

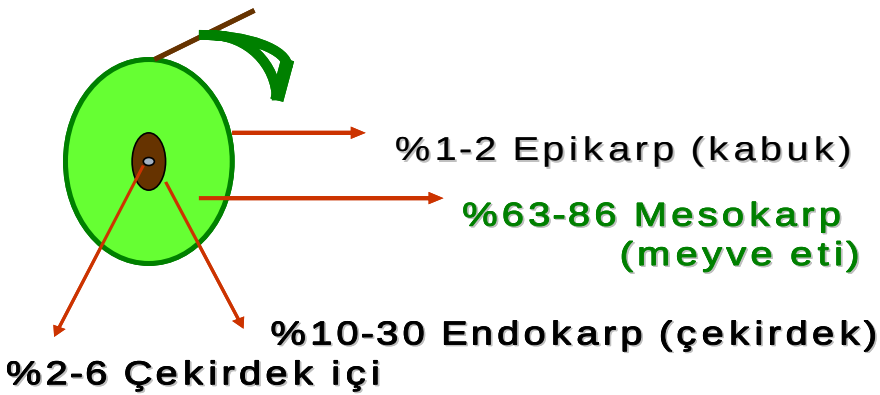
Türkiye'de 88 çeşit zeytin bulunmakta ve toplam zeytin çeşitlerinin %74'ünü yağlık bir çeşit olan Memecik oluşturmaktadır. İkinci önemli çeşidin Ayvalık (Edremit) ve diğer çeşitlerin Gemlik, Domat, Uslu, Memeli, İzmir Sofralık, Yamalak, Edincik Su, Çelebi, Halhalı, Karamürsel Su, Çilli, Kaba, Erkence, Trilya olduğu bilinmektedir (Gökçe,1991).

Zeytincilik Araştırma Enstitüsü tarafından ülkemiz için **yağlık zeytin çeşitleri Ege Bölgesi için;** Ayvalık, Çakır, Çekişte, Erkence, Memecik, Memeli, **Akdeniz Bölgesi için;** Sarı Haşebi, Saurani, **Güneydoğu Anadolu Bölgesi için;** Halhalı, Kalem Bezi, Kilis Yağlık, Nizip yağlık, Yağ Çelebi olarak belirtilmektedir (Gökçe,1991).

Sofralık zeytin çeşitleri Ege Bölgesi için; Ayvalık, Çekişte, Çilli, Domat, Edincik Su, İzmir Sofralık, Kiraz, Memecik, Memeli, Uslu, **Marmara Bölgesi için;** Çelebi, Gemlik, Karamürsel Su, Samanlı, **Akdeniz Bölgesi için;** Büyük Topak Ulak, Sarı Haşebi, Sarı Ulak, Tavşan Yüreği, **Güneydoğu Anadolu Bölgesi için;** Eğriburun, Halhalı, Kalem Bezi, Kan Çelebi, Nizip Yağlık, Yağ Çelebi olarak verilmektedir (Gökçe, 1991).

2.3 Zeytinyağı Üretim Teknolojisi

Zeytin, nisan-mayıs ayları arasında yeşilimsi-beyaz renkli çiçekler açan, kışın yapraklarını dökmeyen bir meyvedir. Gövdeleri çok dallı bir ağaç olan zeytin meyvesi önce yeşil, olgunlaştıktan sonra da varyetesine göre pembe, bordo ya da parlak siyah bir renk alır. Etli meyvenin içinde sert bir çekirdek vardır. Meyvenin etli kısmından ve çekirdeğinden elde edilen yağı bakımından çok değerli bir ağaçtır. Yaprğından çekirdeğine kadar tümüyle değerlendirilebilir. Zeytin, en fazla yağ içeren meyvelerden biridir. Zeytin; su, protein, yağ, selüloz, fosfor, kükürt, kalsiyum, klor, demir, bakır, manganez, A, C ve E vitaminlerini içermektedir. Zeytin meyvesinin %15-30'u yağ, %50-70'i su, %1-2'si protein, %1-5'i kül ve %2-6'sı şekerden oluşmaktadır (Gümüşkesen ve Yemişcioğlu, 2009). Zeytin meyvesinin kısımları Şekil 2.2'de görölmektedir.



Şekil 2.2 Zeytin meyvesinin kısımları

Zeytin meyvesinin önemli besin maddelerinden birisi olarak kabul edilmesinin nedenlerinden biri de içermiş olduğu yağdır. Zeytinin karbonhidratlı besinlerin diyetle bulunması durumunda, bunların yağca zenginleştirilmesini sağladığı ve temel yağ asitlerince de zengin bir kaynak olduğu ifade edilmektedir (Aktan ve Kalkan, 1999; Şahin vd., 2000; Uylaşer ve Karaman, 2005).

Zeytin meyvesinin 100 g.'ı içerdiği yağ miktarına bağlı olarak 100-214 kal'lık enerji vermektedir (Türker, 1975; Desroiser, 1977; Landron vd., 1979).

Zeytin meyvesinin yağ içeriği ve kompozisyonunun çevresel faktörler ve çeşit ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca yağ asidi ve mineral içeriği, yağ kalitesini etkileyen en önemli faktörler olarak bildirilmektedir (Türker, 1975; Woodroof ve Luh, 1975; Tressler ve Woodroof, 1976; Landron vd., 1979; Kılıç, 1986; Nergiz ve Engez, 2000; Şahin vd., 2000).

Zeytinyağı; zeytin ağacının (*Olea europaea sativa Hoffm. et Link*) olgun meyvelerinden mekanik yolla elde edilen, oda sıcaklığında sıvı olan, berrak, yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda, doğal olarak tüketilebilen önemli bir bitkisel kaynaklı yağdır. Çözgen kullanılarak ekstrakte edilen veya reesterifikasyon işlemi görmüş yağlar ve diğer cins yağlarla karışımı bu tanımın dışındadır (Anon., 2007; Gümüşkesen ve Yemişcioğlu, 2004).

Yüksek bir ekonomik değere sahip olan zeytinyağının üretiminde amaç; yağın duyuşal, fiziksel ve kimyasal özelliklerini en üst düzeyde koruyacak şekilde ve fiziksel yöntemler kullanarak zeytini yağa işlemek ve rafine edilmeksizin doğa olarak tüketilebilen zeytinyağı üretebilmektir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

Zeytinyağı üretiminde klasik sistemler (presler) ve modern sistemler (santrifüj) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Presler kendi içinde hidrolik ve süper pres olarak ikiye ayrılırken, sürekli sistemler iki ve üç fazlı sistemler olarak iki grupta incelenmektedir. Klasik sistemlerden sürekli sistemlere geçişte; zeytin işleme maliyetlerinin özellikle de iş gücü maliyetinin düşürülmesi ve zeytinin bahçede/depolarında bekleme süresini azaltılması, bunun için de yüksek kapasiteye sahip dekantörler kullanılarak, zeytinyağı kalitesini iyileştirmek asıl hedef olmuştur (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

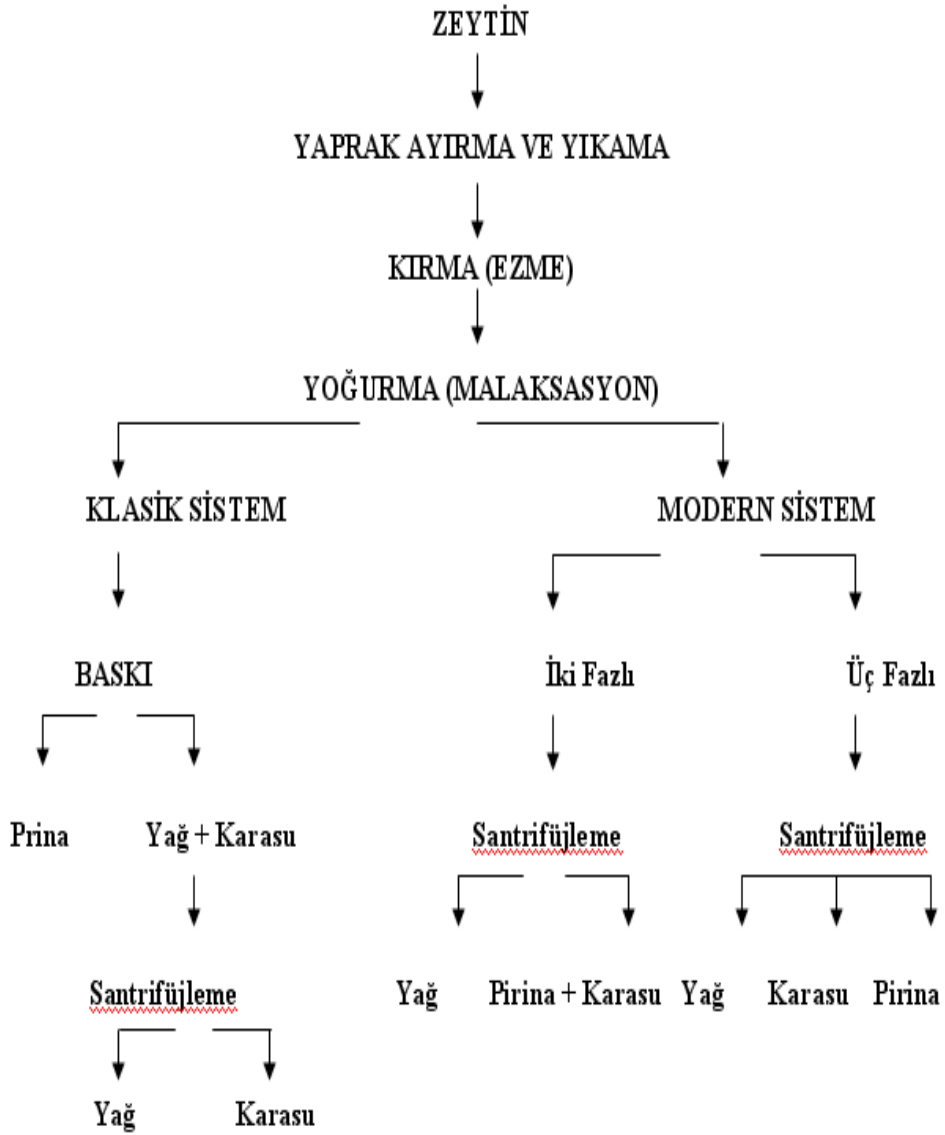
2.3.1 Zeytinyağı Üretim Aşamaları

Zeytinyağı üretimi; ön işlemler, sıvı fazın (yağ ve karasu) katı fazdan uzaklaştırılması, yağ ve kara suyun ayrılması olmak üzere üç basamakta gerçekleştirilmektedir.

Ön işlemler ise üç aşamadan oluşmaktadır;

- Yaprakların uzaklaştırılması – yıkama,
- Zeytinlerin kırılması,
- Zeytin hamurunun yoğrulması (malaksasyon)

Ön işlemler zeytinden yağ ekstraksiyonuna uygun reolojiye sahip bir hamur elde edilmesi amacıyla uygulanır (Gümüskesen ve Yemişçioğlu, 2004). Zeytinyağı üretim akış şeması Şekil 2.3'te görülmektedir.



Şekil 2.3 Zeytinyağı Üretim Akış Şeması (Stefano vd., 1999)

Zeytin işleme teknolojisinin ilkesi; temel olarak mesokarp hücrelerinde oluşan yağı açığa çıkarmak ve bu yağı zeytinin diğer bileşenlerinden ayırmaktır. Zeytin danelerinin yağ verimi ve kalitesi açısından en uygun olgunluğa geldiği zaman (*olgunlaşma indeksinin 3-3.5 olduğu zaman*) hasat edilerek bekletilmeksizin zeytin sıkma tesislerine getirilerek oksidatif ve mikrobiyal bozunmaya yola açmayacak şekilde bir an önce işlenmesi gerekmektedir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

Zeytinlerin Depolanması; Zeytinlerin taşınması sırasında kalite ve miktar olarak kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Taşınma işlemi çuvalar veya plastik kasalar kullanılarak traktörler ile yapılmaktadır. Zeytinlerin taşınması sırasında zarar görmemesi için taşınmasında plastik kasalar kullanılmalıdır. Zeytinden iyi kalitede yemeklik zeytinyağı elde etmek için zeytinlerin hasat edilir edilmez yağa işlenmeleri gerekmektedir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004). Zeytinler hemen işlenmiyorsa depoda ideal koşullarda; maksimum 25°C sıcaklıkta, maksimum %75 bağıl nemde, maksimum 20-30cm yüksekliğindeki yığınlar halinde ya da plastik kasalarda bekletilmelidir. Zeytinler jüt çuval ve de naylon çuvallarda bekletilmemelidir. Etkin bir hijyenin sağlanması için hasat sonrası zeytin muhafaza kasaları mutlaka yıkanıp temizlenmelidir (Çolakoğlu vd., 1988). Zeytinler ideal koşullarda 2- 3 günden fazla bekletilmemelidir. Hasat aşaması da zeytinyağı elde edilmesinde önemli aşamalardan biridir. Hasat için harcanan emek yönetime bağlı olmakla birlikte oldukça yüksektir (Kiritsakis, 1998). Ancak hasatta karşılaşılan güçlükler, zeytinin periyodisite gösteren bir ürün olması ve 1.5-2 ay gibi

kısa bir süre içinde hasat edilme zorunluluğu zeytinlerin depolanmalarını gerekli kılmaktadır (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004). Zeytinler düz ve beton satırlı bölmelerde veya kerevetlerde, 10-12 cm'den yüksek olmamak kaydıyla yayılarak, bozulmadan daha uzun süre depolanabilmektedir. Üst üste yerleştirilen kerevetler, 150*75*10 cm boyutlarında olup yaklaşık 100 kg zeytin kapasitelidir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

Yaprak Ayırma ve Yıkama Aşaması; İşletmeye gelen zeytinlerin işlenmeden önce tař, toprak ve yabancı maddelerden arındırılması ve mutlaka yıkanması gerekmektedir. Yabancı maddeler yağın kalitesini düşürdüğu gibi, tat ve koku gibi duysal özellikler üzerinde de olumsuz etki yaratmaktadır. Zeytinlerin içerebileceği dal, yaprak, toprak v.b. yabancı maddelerin uzaklaştırılması amacıyla uygulanır. İklim koşullarına ve zeytin toplama yöntemine bağlı olarak yabancı madde miktarının %15 değerine kadar ulaştığı bilinmektedir. Özellikle yađ kalitesi aćısından ve kullanılan ekipmanların güvenliği için zeytinlerin yıkanması önemlidir. Temizleme aşamasında, zeytinlerde bulunabilecek yaprak ve dal parćaları işlemden sonra yağda acı tat oluşturacağından ve yapraklardaki klorofil ışık bulunan ortamlarda fotooksidasyona neden olacağından ayrılmalıdır (Kiritsakis, 1998).

Di Giovacchino vd. (2002), tarafından yapılan bir çalışmada; zeytinin yaprakla beraber işlenmesinin yağın toplam fenolik madde içeriği ve oksidatif stabilitesi üzerinde etkili olmadığı belirtilmektedir.

Yabancı maddeler yağın kalitesini düşürdüğü gibi, tat ve koku gibi duyuşal özellikler üzerinde de olumsuz etki yaratmaktadır. Zeytinin fazla miktarda yaprak içermesi, özellikle metal kırıcıların kullanılması durumunda; yağın yeşil renginin artmasına, duyuşal açıdan da istenmeyen sonuçların oluşmasına neden olmaktadır. Bir dizi yıkama işlemiyle temizlenen meyvelerin yüzeyindeki fazla suyun uzaklaştırılması, daha sonraki işlem basamaklarında emülsiyon oluşumunun engellenmesi bakımından önemlidir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

Kırma (Ezme) Aşaması; Yıkamadan sonra zeytin meyveleri kırma ünitelerine gönderilirler. Yabancı maddelerden arındırılan ve yıkanan zeytinler, hücrelerinde bulunan yağ damlacıklarının açığa çıkarılması için kırma ve ezme işlemine tabi tutulurlar. Bu aşama zeytin işlemenin en önemli aşamalarından biridir ve amaç hücre çeperlerini parçalayarak yağın vakuollerden ayrılmasını sağlamaktır. Kırma sırasında mikroskopik halde bulunan yağ damlacıkları daha büyük yağ damlalarına dönüştürölür (Kiritsakis, 1998). Ezme işlemi; mesokarp kısmında yer alan hücre çeperlerinin fiziksel yolla hasara uğratılması ve böylelikle mikromoleköler yapıdaki yağ zerreciklerinin birleşerek; katı-sıvı faz ayırımına daha uygun ve akışkan bir form kazanmalarının sağlanması amacıyla uygulanır (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004). Bu amaçla; klasik ve kesikli sistemlerde granitten yapılmış *taş değirmenler*, sürekli sistemlerde ise otomasyona elverişlilikleri nedeniyle *metal kırıcılar* kullanılmaktadır.

Klasik sistemlerde; genelde taş değirmenler, kullanılırken, ***sürekli sistemlerde;*** metal değirmenler/kırıcılar tercih edilmektedir. Metal kırıcılar, yüksek kapasitesi, az yer kaplaması, kullanım kolaylığı, ekonomik olması gibi avantajlarının yanında, yüksek hızdan dolayı emülsiyon oluşma riski, metal parçaların aşınma riski ve hücrelerin taş değirmenlerdeki gibi tam olarak parçalanmamasından dolayı, hamurun yoğrulma süresinin daha uzun olması gibi dezavantajlara sahiptir (Gümüşkesen ve Yemişcioğlu, 2004).

Zeytinyağının kalitesi üzerine kırma metodunun etkisini belirlemek için yapılan çalışmalarda, taş kırıcıların veya metal kırıcıların serbest yağ asitliği, peroksit değeri, UV bölgede spektrofotometrik absorpsiyon değerleri ve duyuşal değerlendirme gibi özelliklerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Angerosa ve Giacinto, 1995; Alloggio vd., 1996). Ancak metal kırıcıların kullanılması; yağın toplam fenolik madde içeriğini yükseltmekte, buna bağlı olarak yağın oksidatif stabilitesini de artırmaktadır. Fakat kırma yönteminin yağların toplam fenol içeriği üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Çok sert metal kırıcıların kullanılması ile elde edilen yağların toplam fenol içeriği, taş kırıcıların kullanılması ile elde edilen yağların toplam fenol içeriğine kıyasla daha yüksektir. Bu durum zeytin etinin tamamen kırılması, dolayısıyla zeytin etinin farklı hücresel dokularına bağlı fenolik maddelerinin yüksek oranda salınmasıyla açıklanmaktadır. Böylece zeytin ezmesinde fenolik maddelerin konsantrasyonu artmaktadır (Ranalli 1989; Angerosa ve Salinas, 1990).

Zeytin Hamurunun Yoğrulması (Malaksasyon); Bu işlemin amacı; zeytin hamurunun homojenleştirilmesi ve yağ globüllerinin birleşerek elde edilen hamurun bir sonraki sıvı-katı faz ayrımı işlemine hazırlanmasıdır. Zeytin ezildikten sonra özellikle metal değirmenler kullanıldığında, yoğrulması gerekir. Bu işlem daha sonra katı/sıvı fazların ayrılması için hamurun hazırlanmasında önemli bir aşamadır. Yoğurma işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken iki önemli parametre, yoğurma süresi ve hamur sıcaklığıdır. Kalite ve randıman açısından optimum yoğurma süresinin 75-90 dakika ve hamur sıcaklığının da maksimum 30⁰C olması gerekmektedir. Yoğurma işleminin amacı; devamlı bir faz oluşturacak şekilde yağ damlacıklarının birleşerek büyük damlalar oluşturmasını kolaylaştırmak ve yağ/su emülsiyonunu kırarak yağın serbest hale gelmesini sağlamaktır. Yoğurma kademesinde; yağ damlacıklarının devamlı bir faz oluşturacak şekilde birleşerek büyük damlalar oluşturması ve yağ-su emülsiyonunu kırarak yağın serbest hale gelmesi sağlanır. Örneğin; kırma-ezme işleminden sonra yağ damlacıklarının %45'i 30 µ'dan büyük iken, yoğurma işleminden sonra bu oran %80'e yükselmektedir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004). Yoğurmada genellikle silindirik bir mil etrafında bıçak bulunan karıştırıcılar kullanılır. Yoğurma ezmenin çeşidine bağlı olmakla birlikte oldukça yavaştır (19-20 devir/dakika). Süre ise olgun zeytinler kullanıldığında 20-30 dk'dır. Yoğurma işleminde iyi sonuç alabilmek için ezmenin sıcaklığı ve yoğurma süresi kontrol edilmelidir (Kiritsakis, 1998).

Di Giovacchino ve Mascolo (1988), yaptıkları çalışmada yoğurma süresinin ve sıcaklığının artması ile zeytinyağı ekstraksiyon veriminin arttığını belirlemişlerdir.

Yoğurma süresinin uzaması toplam fenol içeriğinde bir azalma meydana getirmektedir. Ancak bu azalma oranının %10-20'yi geçmediği belirtilmektedir. Yoğurma süresinin uzaması aynı zamanda toplam uçucu bileşiklerde artışa neden olmaktadır (Angerosa vd., 2001). Yapılan çalışmalarda yoğurmanın zeytinyağının serbest asitlik, peroksit değeri, UV bölgede spektrofotometrik absorpsiyon değerleri ile duyuşal değerlendirme gibi kalite parametrelerini değıştirmedeği görölmüşür. Yoğurma sıcaklığının 50-60°C değerinden yüksek olması vaksların, alifatik alkollerin ve triterpen di-alkollerin yağdaki çözünörlüğünü arttırmakta, bunun sonucunda da standart dışı zeytinyağı üretimi söz konusu olmaktadır (Di Giovacchino vd., 2001).

Zeytin Ezmesinden Yağın Ekstraksiyonu; Yoğurma işleml tamamlanan zeytin hamurunun bünyesinde bulunan yağ fazının ayrılması için presler veya dekantör denilen makineler kullanılmaktadır. Sürekli sistemlerde kullanılan dekantörler iki veya üç çıkışlı olabilmektedir. Yağ, karasu ve pirina çıkan sistemler “üç fazlı” olarak adlandırılırken, sadece yağ ve pirina çıkan sistemler de “iki fazlı” olarak adlandırılmaktadır. Zeytin hamurundan sıvı fazı oluşturan yağ ve karasu karışımının ekstraksiyonunda presleme, santrifüjleme ya da seçici filtrasyon (perkolasyon) olarak adlandırılan sistemler kullanılmaktadır (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

Presleme; zeytinden yağ eldesinde kullanılan en eski ve en yaygın metottur. Bu teknik yıllar boyu değişmiş ve günümüzde daha güçlü ve güvenilir makineler kullanılmaya başlanmıştır. Önceleri insan ve hayvan gücüyle çalıştırılan presler, hidrolik preslerin keşfinden sonra otomatik hale gelmiştir. Presleme işleminde kırılmış ve yoğrulmuş zeytin ezmesi torbalara 2-3 cm kalınlığında ve düzgün bir şekilde yerleştirilir. Daha sonra torbalar yükleme ünitesi yardımıyla prese yüklenir. Daha stabil bir yükleme için 3-4 torba arasına metal plaka ve bir bez parçası yerleştirilir. Hareketli kısım genellikle alttan yukarı doğru hareket eder ve uygulanan basınç sıvı fazı katı fazdan ayırır (Kiritsakis, 1998).

Hidrolik presler; presleme ve pompa ünitelerinden oluşmuşlardır. Presin yüksekliği genelde 2.15 m olup, 145 diskli bir presin presleyebileceği zeytin hamurunun miktarı 20000 kg/gün'dür. Piston çapı 35-40 cm olan modern preslerde uygulanabilen basınç $350-400 \text{ kg/cm}^2$, enerji gereksinimleri 1.5-1.5 kW'tır (Gümüşkesen, 1999).

Hidrolik presler; düşük yatırım maliyetleri, basit makine gereksinimleri, düşük enerji tüketimleri, az miktarda karasu üretmeleri, prinada düşük nem ve yağ bırakmaları sebepleriyle tercih edilmektedir. Fakat işlemin kesikli olması, torba kontaminasyonunun söz konusu olması, işçilik maliyetlerinin yüksek olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Di Giovacchino, 1989; Kiritsakis, 1991).

Santrifüjleme; yağ, su ve çözünmeyen katıların yoğunluk farkından yararlanarak, ayırım yapma prensibine dayanan bir zeytinyağı

işleme yöntemidir. Ayırım daha çok yatık santrifüjlerde gerçekleştirilir. Bu yöntemle mikrojeller içindeki hapsedilmiş yağı santrifüjle alabilmek için zeytin hamuruna su ilave edilir. Su kullanıldığı için de önemli oranda fenolik madde kaybı söz konusudur. Su, sıvı fazda fenollerin konsantrasyonunu azaltmaktadır (Welsh ve Williams 1989; Di Giovacchino vd., 1994; Bianchi, 1999). Bu sistemin bir başka dezavantajı ise yüksek miktarda üretilen atık suyun çevre kirliliği sorunu yaratmasıdır (Kiritsakis, 1998).

Zeytin ezmesine ilave edilen suyun miktarını azaltmak ve karasu miktarını düşürmek için iki fazlı sistemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri İspanya’da yaygın olarak kullanılan iki fazlı santrifüj dekantör (integral tipi) tipidir ve zeytin ezmesine su ilave edilmeden yağ ve prınayı ayırmaktadır. İki fazlı ve yarı santrifüj dekantör tipli olan sistem İtalya’da yaygındır ve her 100 kg zeytin ezmesi başına 0-30 l ılık su ilave edilmekte; yağ, prına (%55-60 nemli) ve karasu (5-30 l/100 kg zeytin) elde edilmektedir. Sürekli sistemlerde kullanılan dekantörler iki veya üç çıkışlı olabilmektedir. Yağ, karasu ve pirina çıkan sistemler “üç fazlı” olarak adlandırılırken, sadece yağ ve pirina çıkan sistemler de “iki fazlı” olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca zeytinyağı üretiminde **perkolasyon (seçici filtrasyon) sistemi** de kullanılmakta olup, bu sistemde zeytinden yağ elde edilmesi, yağın ve karasuyun çelik bıçaklara göre farklı yüzey gerilimine sahip olması prensibine dayanmaktadır. Perkolasyon yöntemiyle yağ elde edildikten sonra kalan kısım tekrar pres veya dekantörlerden geçirilir. Çünkü bu yöntemle zeytin hamuru içerisindeki yağın sadece %30’u alınabilmektedir (Di Giovacchino vd., 2001).

Karasuyun Zeytinyağından Ayrılması; Katı/sıvı faz ayrımından sonra, elde edilen yağ bünyesinde bir miktar karasu bulundurduğu için, sıvı/sıvı faz ayrımı için separatörlerden geçirilerek, içerisinde bulunan karasu ve yabancı maddelerden arındırılarak, daha temiz bir yağ elde edilerek depolara gönderilmektedir. Değişik sistemlerden elde edilen yağ-karasu karışımındaki karasuyun, zeytinyağı üretiminde son işlem basamağı olan ayırma işlemi ile yağdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla dekantasyonla ayırma ve santrifüjle ayırma yöntemleri kullanılmaktadır. Doğal dekantasyonda ayırma işleminin çok uzun sürede gerçekleşmesi, yağ ve karasuyun çok uzun süre ve oksidasyona açık bir ortamda temas etmesi, yağın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Santrifüjleme ile ayırma işleminde kullanılan aletin çalışma ilkesi, santrifüj kuvvetin etkisi ile yoğunlukları farklı olan zeytinyağı ile karasuyun birbirinden ayrılmasıdır. Etkin bir ayırmada yağda kalan su miktarının %0.5 değerinin altında olması gerekmektedir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu 2004).

Karasudan arındırılan zeytinyağı, bir miktar tortu oluşturan madde ve su içermektedir. Bu maddeler zeytinyağının depolanması sırasında kaliteyi olumsuz etkileyerek yağ asitliğinde yükselmeye neden olmaktadır. Bu nedenle zeytinyağının filtre edilerek içindeki yabancı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Bu amaçla genellikle pamuklu filtreler yaygın olarak kullanılmaktadır (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu 2004).

Zeytinyağının Depolanması ve Filtrasyonu; Natürel Zeytinyağı, en uygun yöntemlerden yararlanılarak ve özenle elde edilmiş olsa bile, kalite kaybına uğramaması için, tüketime kadar geçecek süreçte de yine en uygun koşullarda depolanması gerekmektedir. Çünkü zeytinyağının depolanması sırasında oksidatif tepkimelere bağlı olarak oluşan bozulmalar geri dönüşümsüz olup, depolama koşullarına çok bağlıdır. Bu nedenle zeytinyağının depolanmasında temel bir ilke olarak, sıcaklığın 10°C'nin üstünde olmamasına ve yağın ışıkla temas etmemesine mutlaka özen gösterilmelidir (Kayahan ve Tekin, 2006).

Zeytinyağı, paslanmaz çelik tanklarda, hava azot gazı ile yer değiştirilerek 15-17°C sıcaklıkta depolanmalıdır. Oksijen zamanla yağları okside eder, yağın lezzetini bozar ve yağda peroksit sayısının yükselmesine sebep olur. Depolama süresinde ele alınması gereken önemli faktör ışıktır. Işığın yağın oksidasyonunu hızlandırıcı etkisi vardır. Kuvvetli ışık, yağın renk maddeleri olan klorofil ve beta karoten kaybına ve vitaminler üzerinde etkilere neden olmaktadır (Çolakoğlu, 1992).

Zeytinyağı filtrasyonunun amacı, yağı safsızlıklardan arındırmaktır. Bu yağ bir süzme operasyonundan geçirmekle mümkün olmaktadır. Filtrasyon işleminde klasik iki yöntem kullanılmaktadır; birinci yöntem çok basit bir model olan pamuklu filtreler, ikinci yöntem ise yağı pompa vasıtasıyla kağıt filtreden geçiren filtre preslerdir. Pamuklu filtreler galvanizli sac veya Krom-Nikel malzemeden yapılmış tekli veya üst üste konan iki delikli kap olup alt kısımları deliklidir.

Süzme materyali olarak pamuk kullanılıp yağ kendi ağırlığı ile süzölmektedir (Acar, 1992).

2.4 Zeytinyağının Majör ve Minör Bileşenleri

Zeytinyağının yapısında bulunan majör ve minör bileşenler kullanılan zeytinin çeşidine, üretim yılına, ekolojik koşullara, zeytinin geldiği bölgeye ve zeytinin sıkılma yöntemine göre değişir. Zeytinyağı; yağ asitleri, vitaminler, uçucu bileşenler, suda eriyen bileşenler ve mikroskobik zeytin parçacıklarından oluşan, karmaşık bir bileşimdir. Zeytinyağının kimyasal yapısı; doymuş yağ asitleri (%15), çoklu doymamış yağ asitleri (%15) ve temel olarak da, tekli doymamış yağ asitlerinden (%70) oluşur. Zeytinyağının yağ asidi bileşiminin ana özelliği; tekli doymamış asit düzeyinin yüksek olmasıdır. Bu ise beslenme ilkelerine uygun ve beslenme açısından dengeli bir bileşimdir. Zeytinyağının kimyasal bileşimi Çizelge 2.5'te verilmiştir.

Çizelge 2.5 Zeytinyağının Kimyasal Bileşimi (Anon.,1981)

Zeytinyağı Bileşenleri	
Major Bileşenler (% 99) (Sabunlaşan Maddeler)	Minör Bileşenler (% 1) (Sabunlaşmayan Maddeler)
Yağ Asitleri	Alfa Tokoferol (Vit E) (12 – 150 mg / kg)
Oleik Asit (% 56 – 83) Linoleik Asit (% 3.5 – 20) Palmitik Asit (% 7.5 – 20) Stearik Asit (% 0.6 – 6.0) Linolenik Asit (% < 1.6)	Steroller (100 – 260 mg / 100 g yağ) Beta-sitosterol (% 06) Campesterol (% 3) Stigmasterol (% 1)
Gliseritler	Fenolik Bileşenler (30 – 500 mg /kg) Tyrisol ve Hidroksityrisol
OOO POO OOL POL SOO	Hidrokarbonlar (mg/100g yağ) Squalen (136 – 708) Beta-karoten (3 – 36)
	Triterpenik Alkoller (255 mg /100 g yağ) Siklo – artenol
	Alifatik Alkoller (200 mg/ 100 g yağ)
	Fosfolipitler (40 – 135 mg / kg)
	Renk Vericiler Klorofil (1 – 10 mg / kg) Feofilinler (0.2 – 24 mg / kg)
	Aroma Bileşenleri (250 – 600 mg / kg)

Zeytinyağına, kendine has lezzetini veren birçok bileşik vardır. Bu bileşikler arasında fenolik bileşikler de yer almaktadır. Zeytinyağı, antioksidan olan Oleuropein ve Hidroksitirosolün de zengin kaynağıdır. **Hidroksitirosol;** zeytin ve zeytinyağında bulunan, oleuropeinin parçalanma ürünü olan doğal-güçlü fenolik bir antioksidandır. Hidroksitirosol, en güçlü doğal serbest radikal baskılayıcısıdır. Zeytinyağına duyuşal özelliğini verir ve acılaşmayı önler. İşlenmiş zeytin meyvesinde ve zeytinyağında bulunur. Taze zeytinyağında miktarı daha azdır. Zeytinyağı üretim aşamalarında oleuropein miktarı azalırken, hidroksitirosol miktarı artar. Zeytinyağı, en yüksek **E vitamini** aktivitesi gösteren **α -tokoferol** içerir. **A vitamini, D vitamini,** az miktarda **fitoserol maddesi** de zeytinyağında bulunmaktadır. Ayrıca zeytinyağında bulunan; **kalsiyum, fosfor, potasyum, kükürt, magnezyum, demir, bakır** gibi bazı mineraller kemik gelişimini sağlamaktadır (Benavente-Garcia vd., 2000; Tuck vd., 2002; Silva vd., 2006).

2.5 Zeytinyağının Sınıflandırılması

Zeytinyağı; *Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğı*’nde (Tebliğ No: 2007/ 36) serbest asit içeriğine göre üç grup altında incelenmektedir.

1. Natürel zeytinyağı: Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısıt ortamda, sadece yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya

fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri itibariyle sınıfına ait özelliklere uygun yağları ifade eder.

Natürel zeytinyağları ise serbest yağ asidi içeriklerine göre dört grupta incelenmektedir;

- **Natürel sızma zeytinyağı:** Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0.8 gramdan fazla olmayan yağlardır.
- **Natürel birinci zeytinyağı:** Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2.0 gramdan fazla olmayan yağlardır.
- **Natürel ikinci zeytinyağı:** Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 3.3 gramdan fazla olmayan yağlardır.
- **Çeşnili zeytinyağı:** Natürel sızma zeytinyağlarına değişik baharat, meyve ve sebzeler veya bunların doğal aroma maddeleri katılarak çeşitlendirilmesi ile elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0.8 gramdan fazla olmayan yağdır.

2. Ham zeytinyağı/lampant: Doğrudan tüketime uygun olmayan, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden %3.3'ün üzerinde olan ya da duyuşal ve karakteristik özellikleri bakımından natürel zeytinyağı

özelliklerini taşımayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlardır.

- **Rafine zeytinyağı:** Ham zeytinyağının doğal trigliserit yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0.3 gramdan fazla olmayan yağdır.

- **Riviera zeytinyağı:** Rafine zeytinyağı ile gıda olarak doğrudan tüketilebilecek natürel zeytinyağları karışımından oluşan ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1.0 gramdan fazla olmayan yağdır.

3. Pirina yağı: Pirinanın solventlerle ekstraksiyonu veya diğer fiziksel işlemler sonucu elde edilen, reesterifikasyon işleminden geçmemiş, diğer yağlar ve karışımları ile karıştırılmamış yağlardır. Pirina yağı hiçbir koşulda zeytinyağı olarak adlandırılmaz.

- **Rafine pirina yağı:** Doğrudan tüketime sunulmayan, ham pirina yağının doğal trigliserit yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0.3 gramdan fazla olmayan yağdır.

- **Karma pirina yağı:** Rafine pirina yağı ile doğrudan tüketime uygun natürel zeytinyağları karışımından oluşan, serbest yağ

asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1.0 gramdan fazla olmayan yağdır.

2.6 eşnili Zeytinyağı

eşnili zeytinyağı; natürel sızma zeytinyağlarına değişik baharat, meyve ve sebzeler veya bunların doğal aroma maddeleri katılarak çeşnilendirilmesi ile elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0.8 gramdan fazla olmayan yağ olarak tanımlanmaktadır (Anon., 2007a).

eşnili zeytinyağlarının kalite ve saflık kriterleri natürel sızma zeytinyağı için verilen kriterlere, kullanılacak olan doğal aroma maddeleri ise Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin “Gıda Aroma Maddeleri (16.11.1997-23172, 3.bölüm)” bölümünde yer alan hükümlere uygun olmak zorundadır.

Ayrıca eşni ile beraber ön işlemlerden geçirilerek zeytinin işlenmesi sonucunda elde edilen çeşnili zeytinyağında bulaşanların ve pestisit kalıntı miktarlarının da Türk Gıda Kodeksi'nin ilgili düzenlemelerine uygun olması gerekmektedir. Ambalajlamada, eşnili zeytinyağlarında ürün adının önünde çeşni maddesinin adının belirtilmesi zorunludur.

eşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında yaygın olarak kullanılan doğal aroma maddeleri; kekik, fesleğen, biberiye, sarımsak, turunç,

defne, çay, bergamut, limon, portakal, mandalina, kırmızı biber ve yeşil biber aromasıdır. Ayrıca aromatik bitkilerin zeytinyağı ile beraber işlenmesinden elde edilen bitki konsantrelerinden ise kekik, fesleğen, defne, acı biber ve limon konsantreleri çeşnili zeytinyağı üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kekik (*Thymus vulgaris*), ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasından *Thymus* cinsini oluşturan çimenlik, tarla, orman kıyılarında ve çayırlarda görülen bitki türlerinin ortak adıdır (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Kekik>). Kekiğ tıbbi olarak iltihap giderici, ağrı dindirici, balgam söktürücü, güçlendirici, ferahlatıcı, dezenfekte edici ve hazmı kolaylaştırıcı özellikler verilmiştir. Kekiğın yaprak ve çiçeklerinde timol, simol, karvakrolden oluşan yüksek miktarda uçucu yağ, ayrıca saponin, fenolik bileşikler, demir ve kalsiyum tuzları bulunduğu tespit edilmiştir. Bitkisel ekstraktlar içerisinde antimikrobiyal etkisi nedeniyle en fazla kullanılan ve en çok bilinen ekstrakt kekik uçucu yağıdır. Kekik uçucu yağında en fazla bulunan antibakteriyel bileşikler fenolik yapıdaki karvakrol ve timoldür (Botsoglou ve ark. 2003). Bu bileşikler antibakteriyel özelliklerini fonksiyonel hidroksil grupları ve yüksek redoks potansiyelleri sayesinde göstermektedirler. Karvakrol, protonların hücre dışı sıvısına geçişini arttırarak, patojen mikroorganizmaların stoplazmik zarlarının parçalanıp, ölmelerine sebep olur. Karvakrol aynı zamanda tat verici ve iştah artırıcı bir bileşiktir (Çetin ve Yıldız 2004). Dünya kekik pazarının yaklaşık %70'i ülkemizin elinde bulunmaktadır. Yıllık on bin ton civarında üretimi yapılan kekiğın halen ülke ekonomisine büyük katkısı vardır. Bu bakımından kekiğın

bulundurduğu antioksidant maddelerin gıdaların raf ömrünü uzatmada kullanılması ülkemiz açısından da büyük avantaj getirecektir.

Fesleğen (*Ocimum basilicum*), %0.2-1 oranında uçucu yağ içerir (Baytop, 1984; Ceylan, 1987; Akgül, 1993). Farklı fesleğen kültürlerinde uçucu yağ içerikleri farklı olmakla beraber monoterpenler ve fenilpropanoidler yaygın olarak bulunur (Tateo, 1989; Marotti ve ark., 1996). Sarımsı-yeşil renkli bir sıvı olan bu yağın en önemli bileşenleri limonene, camphor, 1,8-cineol, linalool ve geraniol gibi monoterpen türevleri ile eugenol, methyl eugenol, chavicol, estragole, methylcinnemat gibi fenol türevleridir (Charles ve Simon, 1992; Martins ve ark., 1999; Werker ve ark., 1993; Miele ve ark., 2001). Yağdaki bileşik ekolojik özelliklere göre değişmekle birlikte Türkiye’de yetişen bitkilerin uçucu yağında ana bileşen olarak Linalool (%35-55), Eugenol(%13.4), Methyl eugenol (%9.5) saptanmıştır (Akgül, 1989). Fesleğen’in %14 oranında protein, %6.1 oranında karbonhidrat ve yüksek oranda A ile C vitamini içerdiği de bildirilmiştir (Sharma ve ark., 1987; Farrell, 1985).

Fesleğenin yaprak ve çiçekleri salata, pizza, et, omlet, pilav, çorba, sirke, sos, türlü baharat karışımlarında, bazı likör ve içkilerin yapımında da kullanılmaktadır (Srivastava, 1980; Akgül, 1993). Fesleğen, sindirim sistemini ve sinir sistemini olumlu etkiler; şişkinlik, mide krampı, kolitler ve sindirim problemleri için kullanım alanıdır. Yapılan bir çalışmada sebzelerin fesleğen veya kekik özünden elde edilen yağlarla yıkanmasının insanlarda ishal ve barsak sistemi rahatsızlıklarına neden olan şigellayı azalttığı sonucu paylaşılmıştır. Ayrıca anti-

romatizmal etkisi ile dikkat çekici sağlık faydaları bulunmaktadır (Anon, 2004). Yatıştırıcı etkisi sayesinde, sinirlilik, depresyon, gerginlik ve uykusuzluk durumlarında yardımcı olmaktadır.

Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) yapraklarında %1-2 oranında uçucu yağ olduğu bildirilmiştir (Baytop, 1984). Biberiyenin antioksidan etkisinin yapısında bulunan **karnosol**, **karnosik asit** ve **rosmanol** bileşenlerinden ileri geldiği belirtilmektedir. Baytop (1984) biberiyenin, dahilen kabıza karşı, hazım sistemi uyarıcısı, safra arttırıcı ve idrar söktürücü olarak, haricen cerahatli yaraların tedavisinde, uçucu yağının ise romatizma ağrılarını dindirici olarak kullanıldığını belirtmiştir. Biberiye yaprağı tüm veya ufalanmış halde çorbalarda, güveçlerde, sosis, et, balık ve tavuk yemeklerinde tat verici olarak, uçucu yağı gıda maddelerinde, parfümeride ve kozmetikte (sabun, krem, deodorant, saç tonikleri, şampuanlar vs.) kullanılmaktadır. Bitki ve ekstraktları antibakteriyal ve antioksidant etkiye sahip olup et ve yağların kalitesinin bozulmadan saklanması sağlamaktadır.

Turunçgil (*citrus aurantium*), sedefotugiller familyasından; 1-6 m boyunda, kış aylarında yaprak dökmeyen bir ağaçtır. Olgunlaşmamış meyvelerin kabuklarında uçucu yağ, C vitamini (askorbik asit), pektin ve hesperidin vardır. Çiçeklerinden turunç çiçeği esansı çıkarılmaktadır (Chen vd., 1981; Candelore vd., 1999; Carpene vd., 1999). Turunç bitkisinin meyvesinde bulunan ana aktif madde sinefrindir. Sinefrin kimyasal yapısı açısından, Ma Huang katkı maddesini içeren pek çok soğuk algınlığı ve alerji ilacında, kilo kaybını ve vücut enerjisini teşvik

edici bir dizi katkı ürününde bulunan efedrin veya yapay efedrine çok benzemektedir (Langin vd., 1991; Galitzky vd., 1993; Galitzky vd., 1995; Hu ve Wang, 1996; Satoh vd., 1996; Miyazawa vd., 1999; Fontana vd., 2000). Ayrıca sinirleri yatıştırmakta, spazmları gidermekte ve hazmı kolaylaştırmaktadır. Parfümericilikte kullanılmaktadır.

Sarımsak (*Allium sativum* L.) dişleri tarihin ilk çağlarından beri hem gıda hem de ilaç olarak kullanılmaktadır. Hayvan deneyleri ile klinik deneylerde sarımsağın damar sertliğini tedavi edici, tansiyon düşürücü ve bilhassa LDL (Low density lipoproteins) kolesterolü, yani kötü kolesterolü düşürücü etkileriyle, sindirim sistemi rahatsızlıklarını önleyici etkileri gösterilmiştir (Hasler, 2000, Robbers & Tyler, 2000). Sarımsak, etkin madde olarak kükürtlü organik bileşikler veya tiyosülfatlar içerir. Sarımsağın antimikrobiyal, antifungal, antiviral, hipokolesterolemik, hipotansif ve antioksidan etkilerinden özellikle allisin'in sorumlu olduğu gösterilmiştir. Allisin sarımsağın kötü kokusundan da sorumludur. Alisin, sarımsakta bulunan kokusuz kükürtlü aminoasit türevi alliin'e allinaz enziminin etkisiyle açığa çıkar. Sarımsakta yaklaşık %1 oranında bulunan alliin sarımsak dişlerinin dokusunun zedelenmesi veya ezilmesiyle hızla allisin'e dönüşür. 1 mg alliin'den yaklaşık 0.5 mg allisin meydana gelir (Lawson, 1998, Blumenthal vd., 2000). Sarımsağın distilasyonu ile % 0.1-0.4 verimle uçucu yağ elde edilir. Bu yağda allisin'in parçalanma ürünleri allilsülfürler (örn., diallildisülfür), ajoenler, vinilditiinler ve diğer tiyosülfatlar bulunur. Allisinden oluşan ajoen sarımsağın, aspirin kadar etkili antitrombotik ajanıdır (Koch & Lawson, 1996, Lawson, 1998).

Kırmızıbiber, *Capsicum annuum* ve varyeteleri “İspanyol biberi” ve “Paprika”, *Capsicum frutescens* ise “çili (Chillies)” olarak bilinir. Biberin yapısında başta askorbik asit olmak üzere bazı vitaminler, kırmızı karotenoidler, yağ, mineraller ve aromatik bileşikler bulunmaktadır. Kırmızıbiber askorbik asit yönünden oldukça zengindir. Turunçgillerden daha fazla askorbik asit içermektedir. Kırmızıbiberde bulunan askorbik asit ve karotenoidler sahip oldukları antioksidan özellikleri sayesinde, bazı tip kanserleri, kardiyovasküler hastalıkları, arteriyosklerozisi ve yaşlanmayı önleyici etki göstermektedir (Weisburger, 1998). Karotenoidler, insan sağlığı açısından son derece faydalı olmaları yanı sıra kullanıldıkları gıdalara kazandırmış oldukları cazip renkten dolayı birçok araştırmaya konu olmuştur.

Aromatik bitkiler, eski çağlardan bu yana içerdikleri esansiyel yağ asitleri nedeniyle ilaç, parfümeri, kozmetik sanayinde yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca bu esansiyel yağlar antimikrobiyal ve antioksidatif özellikleri nedeniyle lezzet verici ajan olarak gıdalarda da kullanılmaktadır. Aromatik bitkilerin antioksidatif ve antimikrobiyal özellikleriyle ilgili literatürde birçok çalışma mevcuttur (Özcan ve Akgül, 1995; Pokorny vd., 2001; Lee ve Shibamoto, 1991; Tanabe vd., 2002; Moldao-Martins, 2004).

Türkiye’de en çok talep gören çeşnili zeytinyağı çeşitleri; kekikli ve fesleğenli zeytinyağıdır. Dünya’da en çok talep gören çeşnili zeytinyağı çeşitleri ise; kekikli, fesleğenli, biberiyeli ve sarımsaklı zeytinyağı olarak belirtilmektedir. Fesleğenli, biberiyeli, kekikli,

sarımsaklı zeytinyağları genelde salata soslarında, turunçlu zeytinyağları ise unlu mamullerin (bisküvi, kek, pasta) hazırlanmasında kullanılmaktadır (Anon., 2009).

Çeşnili zeytinyağlarının üretimi; natürel sızma zeytinyağına *doğal aroma maddelerinin* ya da *aromatik bitki-zeytinyağı konsantrelerinin* ilavesi olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

Doğal aroma maddeleri kullanarak çeşnili zeytinyağı üretimi;

uygun fiziksel, enzimatik veya mikrobiyolojik yöntemlerle bitkisel kaynaklardan elde edilen, aroma özelliği taşıyan maddelerin (TGK 05.09.2008 - 26988) belirli oranda natürel sızma zeytinyağına ilave edilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Çeşnili zeytinyağı üretiminde ilave edilecek doğal aroma maddesinin miktarı, tüketici istemleri göz önünde tutularak belirlenmektedir.

Aromatik bitki - zeytinyağı konsantresi kullanarak çeşnili zeytinyağı üretiminde; temizlenerek yabancı maddelerden arındırılan aromatik bitkiler zeytin ile birlikte ezilerek zeytin + aromatik bitki hamuru elde edilmektedir (Moldao-Martins, 2004). Bu hamur yoğurma işlemine tabi tutulduktan sonra yağa işlenmektedir. Bu şekilde çeşnili zeytinyağı üretiminde kullanılacak aromatik bitkinin yağda çözünen fraksiyonlarını yoğun olarak içeren çeşnili zeytinyağı konsantresi elde edilmektedir. Bu yağ belirli oranlarda natürel sızma zeytinyağına ilave edilerek çeşnili zeytinyağı üretimi gerçekleştirilmektedir. İlave edilecek

miktar, duyuşal analiz yapılarak tüketici tercihleri doğrultusunda belirlenmektedir.

Çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin belirlenmesiyle ilgili detaylı bir araştırmanın olmaması nedeniyle, çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin natürel zeytinyağları ile aynı olduğu kabul edilmektedir.

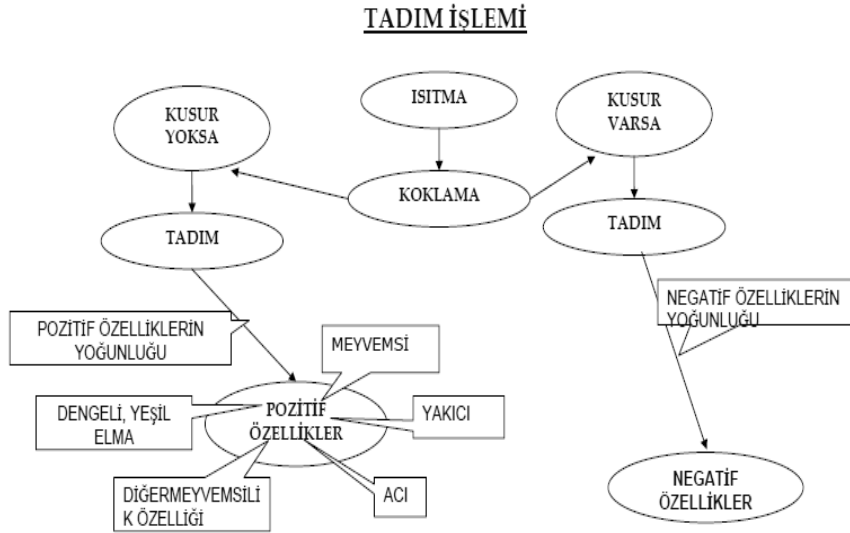
2.7 Zeytinyağının Duyusal Değerlendirilmesi

Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'ne göre; **“Duyusal Analiz”** gıdaların işitme, dokunma, koklama ve görme duyuları ile algılanan karakteristiklerini hissetmek, ölçmek, analizlemek ve yorumlamak için kullanılan bilimsel yöntem olarak tanımlanmaktadır. Gerek natürel gerekse çeşnili zeytinyağlarının kalite kriterleri arasında duyuşal değerlendirme oldukça önemli bir yer almaktadır. TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği kapsamında (Anon., 2007a), duyuşal değerlendirmelerin de zorunlu hale getirilmesi için 3 yıllık bir geçiş süresi verilmiştir. Bu süreçte zeytinyağının duyuşal olarak değerlendirilmesi amacıyla panelistlerin eğitimi amaçlanmaktadır.

Zeytinyağının kalitesini belirlemede lezzet, koku gibi duyuşal özellikler çok önem taşımaktadır. Bu amaçla konusunda uzman kişiler tarafından, **“panelistler”** yetiştirilmektedir. Gıda ürünlerinin organoleptik özelliklerinin değerlendirmesini koklayarak ve tadarak yapan kişiye **“panelist”**, gıda maddesini tadarak yapılan duyuşal

muayene “*tadım*”, duyuşal metodoloji tecrübesi ve yüksek derecedeki duyuşal hassasiyeti ile seçilmiş tadımcı olup değişik ürünlerin tekrarlanabilen duyuşal muayenelerinde tutarlı olarak karar veren kişıye “*uzman panelist*”, duyuşal deneye katılmak üzere seçilen tadımcılar grubuna ise “*panel*” denmektedir (Anon., 1996a).

Duyuşal analiz laboratuvarı; ferah, sakın ve her türlü kokudan ve gürültüden uzak olmalı, psikolojik olarak rahatlatıcı bir ortam oluşturulmalı, genel olarak gün ışığı ve floresans lambalarla aydınlatılmalı, nispi nem %60-70, ortam sıcaklığı 20-22°C olmalı ve klima ile kontrol altına alınmalı, bir panel yöneticisi ile 8-12 kişilik eğitimli paneliste sahip olmalıdır. Panelistlerin birbirlerinden etkilenmelerini önlemek üzere paneller ayrılmalı, masanın yüzeyi düz ve pürüzsüz olmalı, kolay temizlenebilmelidir. Masa üstünde tadımdan sonra ağız çalkalamak için bir lavabo ve su bulunmalıdır. Numuneyi aynı sıcaklıkta (28°C±2) tutmak üzere bir ısıtıcı konulmalıdır (Anon., 1996b). Şekil 2.4’te tadım işleminin tanımlanması şematik olarak verilmiştir.



Şekil 2.4 Tadım İşleminin Tanımlanması (Anon., 2008)

Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'ne (Anon., 1996c) göre; tadım için renkli cam kaplara 15 ml natürel zeytinyağı konulmaktadır. Kap hafifçe sağa sola eğilerek uçucu ve aromatik bileşenlerinin açığa çıkması sağlanır ve zeytinyağı koklanır. Daha sonra 3 ml kadar natürel zeytinyağı ağza alınır ve dil üzerinde damağa kadar dağıtılır. Ağızdan kısa ve arka arkaya nefes alınır. Bu nefesler numunenin ağız boşluğunda dağılmasını, yağın bünyesindeki uçucu ve aromatik bileşenlerin genze kadar yayılmasını sağlayacaktır. Bunların sonucunda, lezzet ve koku yönüyle algılar birleştirilerek bir değerlendirme yapılır. Ağızdaki temas hissi, yağın akıcılığı, yapışkanlığı, keskinliği, iğneleyicilik özellikleri de kaliteyi değerlendirirken oldukça önemlidir. Tadım aralarında bir küçük dilim elma yenmesi tavsiye edilir veya ağız oda sıcaklığındaki bir miktar

suyla çalkalanır. Ağızın çalkalanması ile bir sonraki tadım arasında en azından 15 dakika geçmesi beklenir.

Duyusal analizlerde zeytinyağında tespit edilebilen özellikler, zeytinyağında olumlu kabul edilen özellikler, tatlı, taze meyve lezzeti, yeşil yaprak, taze ot lezzeti, diğerk bazı meyvelerin (elma, muz) lezzeti ve hafifliktir (Anon., 1996c).

Pozitif Lezzet zellikleri

Meyvemsi: eşidine bağılı olan ve olgun ya da ham olsun, sağılam, taze zeytinlerden elde edilen yağın karakteristik tadı ve kokusudur.

Acı: Yeşil zeytinlerden ve rengi dönük zeytinlerden elde edilen yağın karakteristik tadıdır.

Keskin/yakıcı: Hasat yılının başında, esas olarak hala olgunlaşmamış zeytinlerden üretilmiş yağların karakteristik keskin duyusal hissidir.

Negatif Lezzet zellikleri

Kokmuş, Küflü: Yığın olarak saklanan, ileri bir anaerobik (oksijensiz yaşayabilen) fermentasyondan geçmiş zeytinlerden elde edilen yağın karakteristik tadıdır.

Küflü- Rutubetli: Günlerce rutubetli koşullarda saklanmış olmasının bir sonucu olarak içinde büyük sayılarda mantar ve mayaların gelişmiş olduğu meyvelerden elde edilen yağların karakteristik tadıdır.

Çamurlu tortu: Yer altı tanklarında ve fiçilerinde dibe çöken tortuyla temas halinde bırakılmış yağın karakteristik tadıdır.

Şarabımsı-sirkemsi: Belirli yağların şarap veya sirkeyi hatırlatan karakteristik tadıdır. Bu lezzet, esas olarak zeytinlerdeki, asetik asit, etil asetat ve etanol oluşumuna yol açan bir fermantasyon sürecinden ötürüdür.

Metalik: Metalleri hatırlatan tattır. Bu, ezme, karıştırma, presleme veya saklama esnasında metalik yüzeylerle uzun süreli temasta bulunmuş yağın karakteristiğidir.

Çürük, Bayat/eski: Bir oksidasyon sürecinden geçmiş yağların tadıdır.

Isıtılmış veya yakılmış: Yağların, işleme sırasında, özellikle zeytin hamuru ısı ile karıştırılmışsa ve eğer bu işlem elverişsiz ısı koşullarda yapılmışsa, aşırı ve/veya çok uzun süreli ısıtmadan kaynaklanan karakteristik lezzetidir.

Saman-tahta: Kurumuş zeytinlerden üretilmiş yağların karakteristik tadıdır.

Kaba: Bazı yağların ağızda yarattığı kalın, macunsu histir.

Makine yağı: Yağın, mazot, gres veya madeni yağı anımsatan tadıdır.

Karasu: Yağın, karasu ile uzun süreli temas sonucu edindiği tattır.

Salamura: Salamurada korunmuş zeytinlerden sıkılmış yağın tadıdır.

Halfa otu: Yeni halfa otu hasırlara bastırılmış zeytinlerden elde edilen yağın karakteristik tadıdır. Lezzet, hasırların yeşil veya kurutulmuş halfa otundan yapılmış olmasına bağlı olarak değişebilmektedir.

Topraklı: Üzerlerinde toprak veya çamurla toplanmış ve yıkanmamış olan zeytinlerden elde edilmiş yağın tadıdır.

Kurtlu: Zeytin sineği (*Bactrocera oleae*) kurtlarının ağır saldırısına uğramış zeytinlerden elde edilen yağın tadıdır.

Salatalık: Bir yağın, bilhassa teneke kaplarda hava geçirmez şekilde çok uzun süre ambalajlı kaldığında üreyen ve 2-6 nonadienal formasyonuna atfedilen tattır.

Çeşnili zeytinyağlarında, en uygun doğal aroma ve aromatik bitki-zeytinyağı konsantresi konsantrasyonunu ve tüketici beğenisini saptamak için *sıralama testi* ve *eşlenmiş kıyaslama testi* uygulanmaktadır.

Sıralama testi; spesifik bir karakteristiğın yoğunluğu bakımından artan veya azalan sıra ile 3 veya daha fazla örneği panelistin sıralamasına dayanmaktadır. Bu test daha çok yeni ürün geliştirmede düşük kalitedeki örnekleri iyilerinden ayıklamak amacıyla uygulanmaktadır. Bu yöntem oldukça hızlı sonuç veren ve uygulaması kolay olan bir teknik olup, çok sayıda örnek kıyaslanabilmektedir. Bu testte örnekler tercih derecesine veya genel kalite, renk, hacim, sertlik, lezzet şiddetleri, vb. gibi spesifik özelliklerine göre sıralanabilmektedir. Söz konusu teknikten panelistlerin eğitiminde de yararlanılmaktadır. Bir oturumda en fazla 20 örnek değeriendirilmekte ancak bu durum yorgunluk ve dikkat kaybı yaratabileceğinden genelde 6 örnekle çalışılması önerilmektedir (Altuğ ve Elmacı, 2005). Sıralama testinde kullanılan değeriendirme formu örneği Çizelge 2.6’da görölmektedir.

Çizelge 2.6 Sıralama testi değerlendirme formu (Amerine vd., 1965; Altuğ ve Elmacı'dan, 2005)

SIRALAMA TESTİ					
Panelistin Adı Soyadı:			Ürün: Armut		Tarih:
Size verilen örnekleri aşağıdaki çizelgelerde lezzet ve sertlik artışlarına göre sıralayınız.					
<u>Lezzet</u>			<u>Sertlik</u>		
En Çok	Sıra	<u>Örnek Kodu</u>	En Yumuşak	Sıra	<u>Örnek Kodu</u>
	1			1	
	2			2	
	3			3	
En Az	4		En Sert	4	

Sıralama test tekniği uygulanırken panelistlerden kaynaklanan bazı varyasyonların giderilmesi de mümkün olmaktadır. Bunlardan birinci durum bazı panelistlerin tüm örnekleri diğer panelistlerden daha gevşek veya daha sıkı şekilde değerlendirmelerinden

kaynaklanabilmektedir. Bu durum panelistin sıralama toplamalarının her örnek için aynı olup olmadığını kontrol ederek önlenebilmektedir. Ancak bazı grup panelistler bazı örnekleri yüksek kalitede değerlendirirken, aynı örnekler aynı oturumda diğer grup panelistler tarafından düşük kaliteli olarak sıralanabilmektedir. İşlemler arasındaki farklılıkları maskeleyebilecek olan bu tip etkileşimler panelistlerin bireysel tekrarlarını değerlendirme ve panelistleri belirli bir mantığa göre gruplama yoluyla önlenebilmektedir (Altuğ ve Elmacı, 2005).

Antoun ve Tsimidoub (1997) tarafından yapılan bir çalışmada çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında; kekik, biberiye ve sarımsak kullanılmıştır. Bunların ekstraktları alınmış, %2 (kütle/kütle) oranında zeytinyağına ilave edilerek hazırlanan çeşnili zeytinyağları 37°C’de cam şişelerde depolanmıştır. Hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının oksidatif stabiliteleri ve raf ömürleri, kontrol zeytinyağı örneğiyle kıyaslanmıştır. Kontrol örneklerinin peroksit değerleri 70 meq O₂/kg yağ’a ulaştığında, kekikli zeytinyağı ve biberiyeli zeytinyağı örneklerinin peroksit değerlerinin kontrol zeytinyağı örneklerinden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Zeytinyağına sarımsak ekstraktının ilavesinin ise zeytinyağının oksidasyon stabilitesini değiştirmediği saptanmıştır. Çeşnili zeytinyağlarında tüketicinin koku ve lezzet açısından beğenisini ölçmek için 0-5 puanlı hedonik skala kullanılmıştır. Yapılan sıralama testi sonuçlarına göre; en beğenilen sarımsaklı zeytinyağı, ikinci beğenilen kekikli, üçüncü ise biberiyeli zeytinyağıdır. Çeşni içermeyen zeytinyağı ise sıralamada en son sırada yer almıştır. Aynı çalışmada kekikli zeytinyağının değişen konsantrasyonlardaki beğeni düzeylerini

ölçmek için sıralama testi uygulanmıştır. Panel için zeytinyağına %1, %2 ve %5 oranlarında kekik ekstraktı ilave edilmiştir. Panelistlerden kontrol örneği ve kekikli zeytinyağı örneklerinin; koku ve lezzetine göre en az beğenilen konsantrasyondan (1 puan) en çok beğenilen konsantrasyona (5 puan) doğru bir sıralama yapılması istenmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda panelistler %2'lik konsantrasyondaki kekikli zeytinyağını tercih etmişlerdir. Ayrıca kontrol örneğinin lezzeti çok zayıf bulunmuş, %1'lik konsantrasyondaki kekikli zeytinyağının lezzetinin çok hafif, natürel zeytinyağına yakın olduğu, %2'lik konsantrasyondaki kekikli zeytinyağının ideal olduğu, %5'lik konsantrasyondaki kekikli zeytinyağının ise damakta keskin ve acı bir lezzet bıraktığı ve kokusunun aşırı keskin olduğu belirtilmiştir.

Martins vd. (2004), kekik (T) ve mentol (M) ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının kimyasal özelliklerini ve duyusal özelliklerini incelemişler ve tüketici testi yapmışlardır. Örneklerin uçucu yağ asitlerini GC ve GC-MS ile saptamışlardır. Çeşnili zeytinyağların duyusal özellikleri incelendiğinde; bitki aromasının, keskinlik ve soğukluk hissinin, diğer karakteristik özelliklerine göre (acılık ve bitki lezzeti) daha yoğun olarak algılandığı ifade edilmiştir. Tüketici testi için, kekik ve mentol ekstraktlarını, zeytinyağına farklı oranlarda (%0.008T + %0.002M, %0.000T + %0.200M ve %0.008T + %0.200M) karıştırarak üç çeşit çeşnili zeytinyağı hazırlamışlardır. Paneli, yaşları 19 ile 60 arasında değişen 50 panelist gerçekleştirmektedir. Elde edilen sonuçlara göre; ilk karışımın yoğun kekik aroması nedeniyle en çok tercih edildiği,

ikinci karışımın ise soğukluk hissinin yoğun olarak algılanması nedeniyle beğenilmediği görülmüştür.

Eşlenmiş kıyaslama testinde; panelistlere iki örnek aynı anda sunulmakta ve “örnekler arasında farklılık var mı?” sorusu yöneltilmektedir. Eşlenmiş kıyaslama testinde bellek etkisi en düşük düzeydedir. Örneklerin sunuluşu rastgele olmalı ve panelist her çifti bağımsız olarak değerlendirmelidir. Bu testin dezavantajı; örneklerin karakteristiklerinde tam ve kesin bir homojenliğin gerekli olmasıdır (Altuğ ve Elmacı, 2005).

Panelistlerin değerlendirmelerini bir cevap formuna işaretlemeleri istenilmektedir. Söz konusu değerlendirmede kullanılan test formu örneği Çizelge 2.7’de verilmiştir.

Çizelge 2.7 Eşlenmiş kıyaslama testi değerlendirme formu

(Stone ve Sidel, 1985; Altuğ ve Elmacı'dan, 2005)

EŞLENMİŞ KİYASLAMA TESTİ	
Panelistin Adı Soyadı:	Tarih:
Önünüzde iki çeşnili zeytinyağı örneği bulunmaktadır. Soldaki örnekten başlayarak kıyaslayınız ve örnekler arasında farklılık var mı, yok mu belirtiniz. Eğer farklılık varsa, tercih ettiğiniz örneği işaretleyiniz. Sadece tahmin de olsa bir karar vermeniz gerekmektedir. Teşekkürler.	
<u>Örnek Kodları</u> 124 359	<u>Farklılık</u> Var - Yok

Çizelge 2.8'de görüldüğü üzere zeytinyağı; kusurların medyanı 0'a eşit ve meyvemsi özelliğin medyanı 0'dan fazla olduğu zaman natürel sızma sınıfında; kusurların medyanı 0'dan fazla ve 2.5'tan az veya eşit ve meyvemsi özelliğin medyanı 0'dan fazla olduğu zaman natürel birinci sınıfında; kusurların medyanı 2.5'dan fazla ve 6.0'dan az veya eşit ya da kusurların medyanı 2.5'dan az veya eşit ve meyvemsi özelliğin medyanı 0'a eşit olduğu zaman natürel ikinci sınıfında;

kusurların medyanı 6.0'dan fazla olduğunda lampant natürel sınıfında sınıflandırılmaktadır (Anon., 2007b).

Çizelge 2.8 Natürel Zeytinyağlarına Ait Duyusal Özellikler

	Kusurların Ortancası/Medyanı (Me)	Meyvemsi Özellik Ortancası/Medyanı (Me)
Natürel Sızma Zeytinyağı	Me=0	Me >0
Natürel Birinci Zeytinyağı	$0 < Me \leq 2.5$	Me >0
Natürel İkinci Zeytinyağı	$2.5 < Me \leq 6.0^*$	Me=0

*Kusurların ortancası 2.5' a eşit ya da 2.5' dan küçük ve meyvemsi özellik ortancası 0' a eşit olduğunda

İspanya'da yapılan bir çalışmada 57 zeytinyağı örneği, 12 deneyimli panelistle 14 duyusal özellik açısından karşılaştırılmış ve istatistik modeller geliştirilmiştir. Regresyon analiziyle ölçülen her bir karakterin modeli geliştirilmiştir (Aparico vd., 1992).

İspanya’da yapılan bir başka çalışmada ise, bir bölgedeki 4 farklı alandan elde edilen zeytinler ve zeytinyağları duysal özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Zeytinlerin fiziksel farklılıklarının onlardan elde edilen zeytinyağlarına pek yansımadağı, ancak yağlar arasında duysal farklılıklar bulunduğı belirlenmiştir. En önemli duysal özellikler olarak “meyvems, odunsu-incir, yeşil, acı ve yakıcı” terimleri önerilmiştir. Ölçülen bütün özellikler dikkate alınarak yapılan gruplama analiziyle (cluster analizi) farklı bölgelerin yağları belirlenen özellikler açısından gruplandırılmıştır (Rial ve Falque, 2003).

Ekstraksiyon koşullarının (malaksasyon sıcaklık ve süresi) zeytinyağındaki bazı aromaların oluşumu ve duysal özellikleri üzerine etkisi araştırılmış ve 25 °C’de 30-45 dakika malaksasyonun en iyi sonucu verdiği bulunmuştur. Bu çalışmada zeytinyağı için “yeşil, tatlı, meyve, olgun meyve, olgun zeytin, tanımsız ve acı-yakıcı” terimlerinin en iyi tanımlayıcı karakterler olduğı rapor edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada E-2-hekzen-1-ol, E-3-hekzen-1-ol ve hekzan-1-ol’un istenmeyen karakterlerle iyi korelasyon verdiği de belirlenmiştir (Aparico ve Morales, 1999).

Zeytinyağının sterol içeriğı ile duysal özellikleri arasındaki ilişki de incelenmiştir. Depolama sırasında sterol miktarının yükseldiğı, duysal kalitenin ise düştüğü belirtilmektedir. Özellikle yükselen stigmasterol miktarı ile düşen duysal kalite arasında ilişki bulunmuştur. Ayrıca sterol kompozisyonu ve toplam sterol miktarının zeytinyağının orijininin belirlenmesinde kullanılabileceğı de belirtilmiştir (Gutierrez vd., 2000).

Motiva vd. (2003) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada donma zararı görmüş zeytinlerin polifenol içerikleri ile duyuusal özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Donma zararının zeytinyağındaki vanilik asit miktarını arttırdığı ve bu artışın da daha tatlı bir yağ lezzetine neden olduğu belirlenmiştir.

2.8 Yağların Oksidasyon Kinetiği

Tüm yağlarda olduğu gibi, natürel zeytinyağlarında oluşan bozulmalar, enzimatik ya da kimyasal tepkimeler sonucu oluşan hidrolitik acılaşma ve oksidatif bozulmalar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ancak natürel zeytinyağı söz konusu olduğunda, içerdiği pulp maddelerindeki lipaz grubu enzimlerin aktivitesini yitirmemiş olması nedeniyle, hidrolitik acılaşma oldukça süratli ve baskın bir şekilde oluşmaktadır. Bu nedenle natürel zeytinyağı üretiminin tüm aşamalarında sıcaklığın 35°C'nin üzerine çıkmaması gerekmekte ve bu sıcaklık düzeyi ise pulp maddelerdeki enzimlerin inaktivasyonu için yeterli olmamaktadır. Buna karşın rafine edilmemesi nedeniyle, natürel zeytinyağının toplam fenolik madde ve tokoferol içeriği doğal olarak yüksektir. Bu nedenle de natürel zeytinyağının oksidatif stabilitenin bir ölçütü olan indüksiyon periyodu uzun olduğundan, oksidatif bozulmalardan daha az etkilenmektedir (Kayahan ve Tekin, 2006).

Lipitlerde oluşan oksidatif tepkimeler, oluşum şekil ve koşullarına bağlı olarak, kimyasal veya enzimatik olabildiği gibi, otokatalitik, termik

oksidasyon, oksi-polimerizasyon (kuruma) ya da bunların karışımı şeklinde ortaya çıkabilmektedir. Ancak hangi şekilde olursa olsun, lipit oksidasyonunda daima, yapıda yer alan doymamış bileşenlerin oranı ile, ortamda bulunan oksijen, tepkimelerin başlamasına neden olan iki temel faktördür. Bunların dışında yine ortamdaki ışık dalga boyu, çok değerlikli metallerin kontaminasyonu ve ortamın sıcaklık derecesi, tepkimelerin başlamasını ve hızlanmasını etkileyen diğer faktörlerdir (Kayahan, 2003).

Yağların oksidasyonundaki tepkime hızı, kısmi oksijen basıncı, yağın oksijenle temas ettiği yüzey genişliği, yağın bileşimindeki yağ asitlerinin çeşit ve miktarı, sıcaklık ve nem gibi depolama koşulları ve içerdiği prooksidan ve antioksidanların etkinlik ve miktarına bağlı olarak, değişiklik göstermektedir (Kayahan, 2003).

Lipit içeren gıdalarda ilk oksidasyon ürünleri, genellikle belirli bir depolama süresi geçtikten sonra ortaya çıkmaktadır. Oksidasyon tepkimelerinin hızlanması, spesifik bir evre olan **indüksiyon periyodunun** aşılmasından sonra gerçekleşmektedir. Bununla birlikte, yapılarında fazlaca prooksidan maddeleri içeren gıdalardaki lipitler, bir indüksiyon periyodu geçirmeksizin, doğrudan ve süratli bir oksidasyon tepkimesi gösterirler (Kayahan, 2003).

Lipitlerin oksidasyonunda indüksiyon periyodunun uzunluğu ve tepkimenin hızı, birinci derecede lipitlerin yağ asitleri bileşimine bağlıdır. Gerçekten Çizelge 2.9'da görüldüğü gibi, yağ asitlerinin içerdiği allil gurubu ($-C=C-$) arttıkça, oksidatif tepkimenin rölatif hızı artarak, bu

yapıları içeren yağların indüksiyon periyodu kısalmaktadır (Kayahan, 2003).

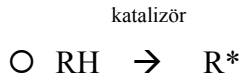
Bitkisel kaynaklı yağlar doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içerirler. Özellikle yapılarında çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek oranda bulunduran soya yağı, ayçiçeği yağı, mısırözü yağı vb. yağlar stabil bileşikler olmadıkları için hızla okside olarak biyolojik önemlerini yitirirler. Tek karbon atomu doymamış yağ asidi (oleik asit) bakımından zengin olan yağlarda ise oksidatif tepkimeler oldukça yavaştır. Bu grupta yer alan en önemli bitkisel sıvı yağ zeytinyağıdır. Yağlar; ısı, ışık, su, hava ve bazı metaller gibi dış etkenler ile bakteri, maya, küf gibi mikroorganizmaların etkisine karşı çok duyarlıdır (Kayahan, 1992). Kayahan (2003), Berlitz ve Grosch'a (1992) atfen yapılan bir çalışmada 250°C'de saptanan C₁₈ serisi yağ asitlerinin indüksiyon periyodu ve rölatif oksidasyon hızı Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Çizelge 2.9 C₁₈ serisi yağ asitlerinin 250°C’de saptanan indüksiyon periyodu ve rölatif oksidasyon hızı. (Berlitz ve Grosch, 1992; Kayahan’dan, 2003)

	Allil grup adedi	İndüksiyon süresi (saat)	Rölatif oksidasyon hızı
Stearik a.	0	-	1
Oleik a.	1	82.00	100
Linoleik a.	2	19.00	1200
Linolenik a.	3	1.34	2500

Oksidasyon; herhangi bir madde ile moleküler oksijen arasında meydana gelen reaksiyon olarak tanımlanır. Oksidasyonu açıklayan zincir tepkimeleri üç aşamadan oluşmaktadır.

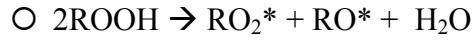
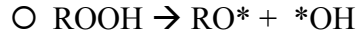
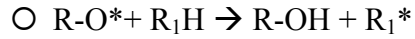
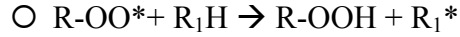
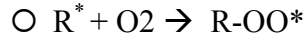
■ **Birinci kademe (İndüksiyon süresi)**



Bu aşamada doymamış yağ asidinin çift bağından biri ısı, ışık ve bazı metallerin etkisiyle oksijen alır ve peroksi (R-COO), alkoksi (R-O), veya alkil (R-) gibi serbest radikaller oluşmaya başlar. Bu aşamada

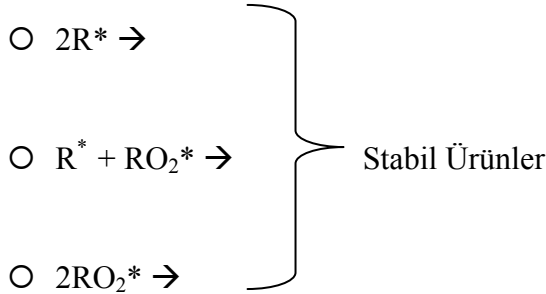
yağların kompozisyonunda çok büyük değişikler olmaz (Frankel, 1980; Berlitz ve Grosch, 1992; Kayahan'dan, 2003; Dana ve Saguy, 2001; Velasco ve Dobarganes, 2002; Gómez vd., 2004a; 2004b).

■ *İkinci kademe (Tepkimenin Gelişmesi)*



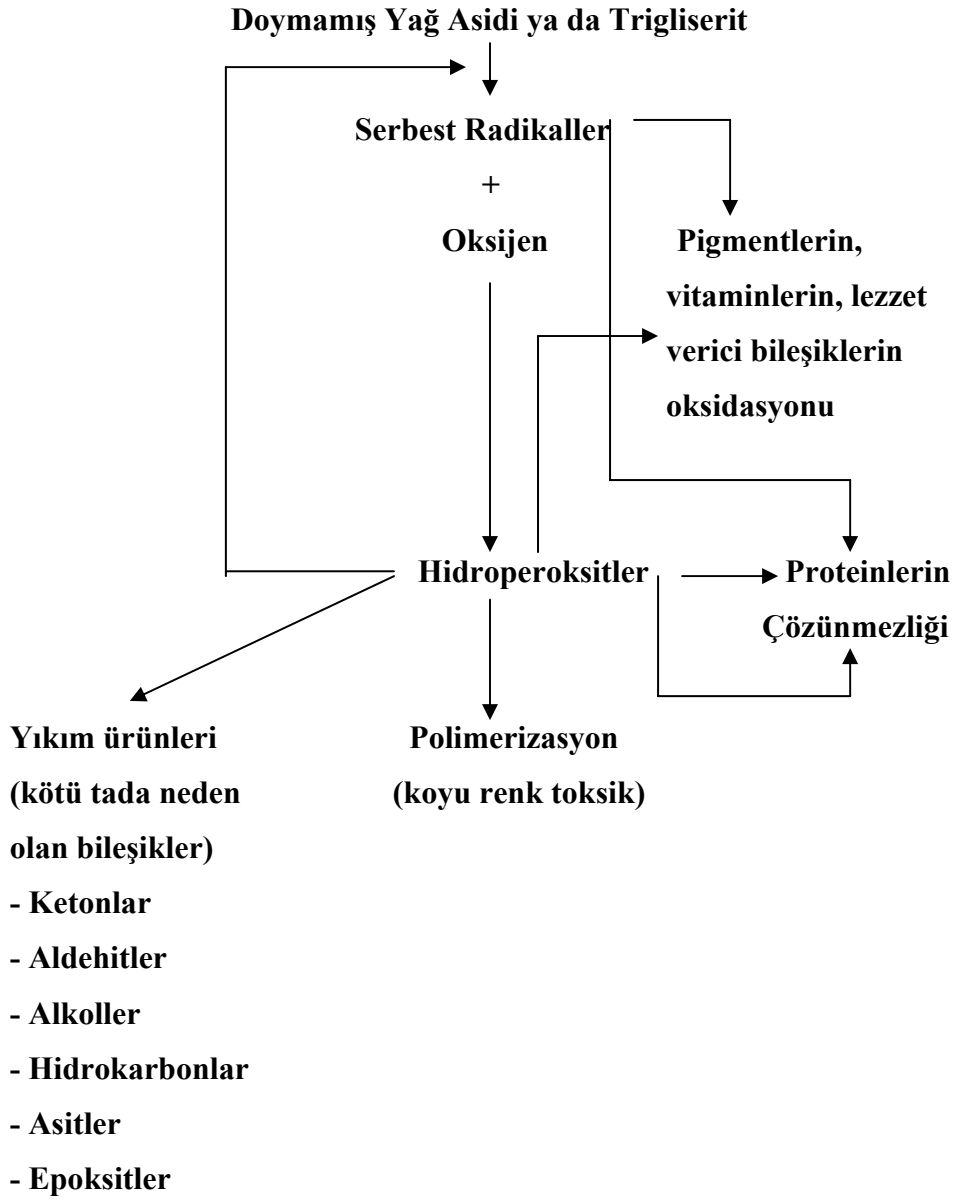
Serbest radikallerin oluşumundan sonra oksidasyon tepkimesi, serbest radikallere oksijenin moleküler formda bağlanması ve aktif epoksit, oksit, peroksit ve hidroperoksit radikallerinin oluşması şeklinde gelişmektedir (Frankel, 1980; Velasco ve Dobarganes, 2002; Kayahan, 2003; Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

■ *Üçüncü kademe (Zincir Parçalanması)*



Bu aşamada; oluşan peroksitler ve hidroperoksitler parçalanarak aldehitler, ketonlar, organik asitler ve alkoller meydana gelmektedir. Ayrıca bu aşamada oluşan bu bileşikler birleşerek daha büyük yapıdaki molekülleri oluştururlar. Polimerizasyon olarak bilinen bu olay sonucu viskoz yapıdaki dimerik ve polimerik maddeler meydana gelmekte, yağ kuruyan bir yapı kazanmaktadır (Frankel, 1980; Dana ve Saguy, 2001; Velasco ve Dobarganes, 2002; Gómez vd., 2004a; 2004b; Gümüşkesen ve Yemişçioğlu 2004).

Şekil 2.5'te lipit oksidasyon mekanizmasının aşamaları görülmektedir.



Şekil 2.5 Lipid Oksidasyon Mekanizması (Labuza, 1971)

Yağlarda oluşan bu yıkım mekanizması sonucunda yağda istenmeyen tat ve koku maddeleri oluşmakta, yağın beslenme değeri düşmekte, yağ toksik özellik kazanmaktadır. Ayrıca yağın biyolojik değeri de düşmekte, yağda çözünen vitaminler tahribata uğramakta, yağın içerdiği doymamış yağ asitleri azalmaktadır (Labuza, 1971; Gómez vd., 2004a; 2004b).

Lipitlerin yağlarda ve yağ içeren diğer gıda maddelerinde oksidasyonu, yalnızca neden oldukları tat ve koku bozulmaları yönünden önem taşımaz. Bunun yanında oksidasyon sırasında değişik tepkime ürünlerinin insan sağlığı açısından tehlike oluşturması, hatta karsinogenik maddelerin oluştuğunun ileri sürülmesi, bu tepkimelerin mekanizması ve oluşan ürünlerin nitelikleri üzerindeki araştırmaların yoğunlaşmasını zorunlu hale getirmiştir (Kayahan, 2003).

Raf ömrü, bir gıda ürününün bozunma olmaksızın depolanabileceği süre olarak kabul edilmektedir (Wilbey, 1997). Raf ömrünün kabul edilmiş tekdüze bir tanımı olmamakla beraber, raf ömrü ve/veya raf ömrü sonunun tayini için kullanılan kriterin tanımı, gıdaların özelliklerine ve tanımlamanın yapılış amacına bağlı olmaktadır. Örneğin Avrupa Birliği'nin gıda etiketlemesi üzerine yayınlanmış olan direktifinde, *gıdaların uygun şekilde depolandığında spesifik özelliklerinin korunacağı süre* olarak tanımlanan *minumum dayanıklılık süresi (time of minimum durability)* kavramı yer almaktadır (Taoukis vd., 1997). Herhangi bir gıda maddesinin raf ömrünün değerlendirilmesinde başvuru genel ve pratik yol, söz konusu gıdada

seçilecek olan kalite karakteristiklerinin zamana karşı olan değişimlerinin belirlenmesi olarak görülmektedir. Bu nedenle gıdanın kalite özelliklerinin kantitatif olarak tayin edilmesinde ampirik ve/veya analitik teknikler kullanılmaktadır. Mikroorganizmaların sayımı ya da kimyasal bileşenlerin tayini analitik tekniklere, duyuşal kalite karakteristiklerinin şiddetindeki değişimlerin izlenmesinde duyuşal  lme tekniklerinin kullanımı ise ampirik tekniklere örnek olarak gösterilmektedir (Singh, 1994).

Gıda kalitesindeki değişimlerin modellenmesinde kimyasal kinetik yaklaşımının kullanımı ilk olarak Kwolek ve Bookwalter (1971) tarafından önerilmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında ürün stabilitesinin matematiksel olarak değerlendirilmesinde; seçilen kalite kriterinin, depolama süresinin ve sıcaklığın üç değişken olarak göz önünde bulundurulduğunu ifade etmektedirler (Evranoz, 1987; Taoukis vd., 1997).

Kinetik belirlemede oluşturulan metodolojide, gıdanın güvenliğini ve kalitesini etkileyen kimyasal ve biyolojik reaksiyonların tanımlanması ilk sırada yer almaktadır. Daha sonra ise, gıda bileşenleri ve prosesler boyunca yapılan dikkatli bir çalışma ile bozunma oranı üzerine en önemli kritik etkiye sahip olduğu düşünülen reaksiyonlar belirlenmektedir. Sıcaklık, ışık, basınç, bağıl nem, vb.gibi çevresel faktörlerin etkileri kontrol edilebilir etkiler oldukları d ş n lmekte ve bu faktörlerin etkileri, belirlenen varyasyonlar içerisinde ihmal edilebilir etkiler olarak görülmektedir. Bu nedenle, sadece i faktörlerin etkilerinin yer alacağı

basitleştirilmiş reaksiyon denklemleri geliştirilmekte ve buradaki temel amacın, gıda kalitesine etki eden bileşenlerin konsantrasyonlarındaki değişimlerinin zamanının bir fonksiyonu olarak modellenmesi olduğu vurgulanmaktadır (Singh, 1994; Taoukis vd., 1997; Gómez vd., 2004a; 2004b).

Gıdalar, kompleks sistemler oldukları için, kalitede gözlenen değişikliklere neden olan kimyasal reaksiyon mekanizmalarını izole etmek ya da değişik işlem koşullarında reaksiyon hızını tanımlayan matematiksel modelleri oluşturmak her zaman mümkün değildir (Labuza ve Riboh, 1982; Gómez vd., 2004a; 2004b).

Gıdalarda kalite kaybı şu şekilde ifade edilir (Labuza, 1984);

$A \rightarrow B$

A: istenen kalite

B: istenmeyen kalite

Labuza (1984), kimyasal reaksiyonlar sonucu gıdaların kalitelerinde meydana gelen değişikliklerin sıfıncı mertebeden ya da birinci mertebeden reaksiyonlar olduğunu belirtmiştir.

Kalite kaybının ve kazancının zamana göre değişimi şöyle ifade edilir;

Sıfırıncı dereceden reaksiyonlar için;

$$\text{Kayıp} \rightarrow [A] = [A]_0 - k_0 t$$

$$\text{Kazanç} \rightarrow [B] = [B]_0 + k_0 t$$

Bir gıda ürününün belirlenen kalite faktöründe meydana gelen kayıplar depolama süresi boyunca sabit kaldığı ve kayıp oranının söz konusu kalite faktörünün konsantrasyonuna bağlı olmadığı bozunma reaksiyonları, sıfırıncı dereceden reaksiyonlar ($n=0$) olarak tanımlanmaktadır (Labuza, 1982; Singh, 1994; Gómez vd., 2004a; 2004b).

Birinci dereceden reaksiyonlar için;

$$\text{Kayıp} \rightarrow \ln[A]/[A_0] = -k_1 t \quad [A] = [A_0]e^{-k_1 t}$$

$$\text{Kazanç} \rightarrow \ln[B]/[B_0] = k_1 t \quad [B] = [B_0]e^{k_1 t}$$

Raf ömrü çalışmalarında birçok durumda, bazı kalite faktörlerinin bozunma reaksiyon oranları, depolama süresi boyunca basit ve sabit kalmamaktadır. Gerçekte, birçok bozunma reaksiyon tipinde reaksiyon derecesinin (n), rasyonel ya da tam sayı olmak üzere 0'dan 2'ye kadar değişen değerler aralığına sahip olduğunu belirten Labuza, çeşitli

gıdalara $n=1$ olan birinci dereceden bozunma reaksiyonunun yaklaşımının uygulandığı vurgulanmaktadır. Birinci dereceden bozunma reaksiyonlarında kalite faktörüne ait reaksiyon oranı, sabit kalmayıp söz konusu kalite faktörünün bozunmadan kalan miktarına bağlı olmaktadır. Yani, belirlenen kalite faktöründeki bozunmadan kalan miktar, depolama süresi boyunca azaldıkça bozunma reaksiyon oranı yavaşlamakta, bir başka ifade ile reaksiyon oranı üssel şekilde azalmaktadır (Labuza, 1982; Singh, 1994; Taoukis vd., 1997; Gómez vd., 2004a; 2004b).

2.8.1 Bitkisel Yağların Oksidasyon Düzeyinin Belirlenmesi

Bitkisel yağların oksidasyon düzeylerinin belirlenmesinde serbest yağ asidi miktarı, peroksit değeri, p-anisidin değeri, totoks değeri, dielektrik sabiti, *Tiyobarbitürik Asit* Tayini (TBA) ve UV ışığında özgül soğurma (K_{232nm} ve K_{270nm}) değerlerinden yararlanılmaktadır.

Serbest yağ asidi miktarı, yağ içersinde serbest halde bulunan, gliserine bağlı olmayan yağ asitleridir. Trigliceridlerin oksidasyonun yan ürünleridir. Konsantrasyonun fazla olması yağın acılaştığının göstergesidir (Yousfi vd.,2005; Korkut vd., 2007). Natürel sızma zeytinyağında, kabul edilebilir en yüksek değer %0.8 (oleik asit cinsinden)'dir (Anon., 2007a). Zeytinyağları için önemli bir kalite ölçütüdür. Çünkü yağın serbest asitlik içeriği bir taraftan zeytinyağlarının sınıflandırmasında, diğer bir deyişle, ticari değerlerinin belirlenmesinde

kullanılırken, diğer taraftan da zeytinyağının yemeklik veya rafınajlık olması hakkında bilgi vermektedir (Kiritsakis vd., 2002; Kayahan ve Tekin, 2006).

Natürel sızma zeytinyağında **peroksit değeri** çok önemli olup 20 meq/kg yağ'ı geçmesi istenmez (Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, Tebliğ No:2007/ 36). Peroksit değeri oksidatif bozulmanın başlangıç aşamasında oluşan hidroperoksitlerin miktarını vermektedir (Kiritsakis vd., 2002; Anwar vd., 2003; Gómez vd., 2004a; 2004b; Yousfi vd., 2005).

Okside olmuş bir yağda peroksitler oksidasyonun ileri safhalarda karbonil gibi dekompoze olmuş ikincil ürünlere dönüşürler. **p-Anisidin değeri**; yüksek molekül ağırlıklı bu karbonil bileşiklerini (aldehitler, 2-alkenler vb.) ifade eder (Dana ve Saguy, 2001; Naz vd., 2003; Ohno, Y., 2005).

Yağlarda oksidasyon sonucu peroksitler, aldehitler ve ketonlar oluşur. Bu üç bileşiğin toplamı **totoks (toplam oksidasyon) değerini** vermekte olup, CRN (The Council for Responsible Nutrition, Uluslararası Beslenme Konseyi) tarafından kullanılan bir standarttır (Anon, 2002).

Yüksek sıcaklıklara maruz kalan yağların kalitelerinin belirlenmesinde; kullanımı kolay, eğitilmiş kişilere ihtiyaç duyulmayan, laboratuvar koşulları gerektirmeyen yeni test yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu yöntemlerden biri de yağın **dielektrik sabitinin**

belirlenmesidir. Bu amaçla “Food-Oil Sensor Oil Quality Analyzer” kullanılmaktadır. Yağın oksidasyonu sırasında oluşan polar moleküllerin miktarının artması ile yağın dielektrik sabiti de yükselmektedir (Stevenson vd., 1984).

Yağ ve yağlı gıdalarda oksidasyon sonucu oluşan ve oksidatif ransidite düzeyini belirlemek açısından oldukça iyi ve hassas bir yöntem olan **tiyobarbitürik asit (TBA) tayini**, mg malonaldehit/kg örnek olarak ifade edilir (Dana ve Saguy, 2001; Bilgin vd., 2006). Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu süresince malonaldehit oluşur. Glasial asetik asitle hazırlanan 2-tiyobarbitürik asit çözeltisi malonaldehitlerle kompleks oluşturmaktadır. Oluşan renkli kompleksin absorbandsı 538 nm’de belirlenerek malonaldehit miktarı hesaplanmaktadır (Bilgin vd., 2006).

Spektrofotometrik yöntemler; özellikle zeytinyağının saflığını ve kalitesini belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yağın UV ışığında özgül soğurma (K_{232nm} ve K_{270nm}) değerindeki yükselme; oksidatif tepkimeler sonucunda ya da zeytinyağının rafinasyonu sırasında ve özellikle ağartma ve deodorizasyon aşamasında oluşabilmektedir (Sciancalepore vd., 2000; Yousfi vd.,2005). Dien konjügasyon **232nm**, trien konjügasyon ise **270nm** dalga boyundaki UV soğurma değerinin yükselmesine neden olmaktadır (Gómez vd., 2004; Kayahan ve Tekin, 2006). Natürel sızma zeytinyağında UV ışığında özgül soğurmanın kabul edilebilir maksimum değeri 270nm. de ≤ 0.25 , $\Delta E \leq 0.01$ olmalıdır (Anon.,2007a).

2.8.2 Bitkisel Yağların Oksidatif Stabilesinin Belirlenmesi

Bitkisel yağların oksidatif stabilesinin belirlenmesinde; *Aktif Oksijen Metodu (AOM)*, *Schaal Oven Test* ve *Ransimat Yönteminden* yararlanılmaktadır.

Aktif Oksijen Metodu: Bu yöntemde yağ 98°C’de zorlandırılmış oksidasyona tabi tutularak peroksit sayısının 100 meq/kg değerine ulaşması için gerekli süre, *indüksiyon periyodu* olarak ifade edilmektedir (Velasco ve Dobarganes, 2002; Mateos vd., 2005).

Schaal Oven Testi: Bu yöntemde yağ 60°C sıcaklıkta oksidasyona tabi tutulmakta ve peroksit sayısı, konjuge dien değeri ya da hekzanal miktarı belirlenerek *indüksiyon periyodu* tespit edilmektedir (Kiritsakis vd., 2002; Velasco ve Dobarganes, 2002; Mateos vd., 2005).

Ransimat Yöntemi; Bu yöntem; yağların indüksiyon periyotlarının belirlenmesinde kullanılan ve oldukça zor olan AOM (aktif oksijen metodu) yönteminin otomatikleştirilmiş ve hızlandırılmış şeklidir. Ransimat yönteminde, yüksek sıcaklıklarda yağın bozulması sonucu oluşan uçucu organik asitlerin absorbe edildikleri suyun iletkenlik değerlerinde oluşturduğu değişiminin ölçülmesi ile *indüksiyon periyodu* saptanmaktadır. Bu yöntem, kullanım sürecinde oldukça gelişmiş,

uluslararası standartlara dahil edilmiştir (Kiritsakis vd., 2002; Anwar vd., 2003; Mateos vd., 2005).

Läubli vd. (1988), yağların oksidatif stabilitelerinin ölçümünde Aktif Oksijen Metodu (AOM) ve Ransimat Yönteminden yararlanmışlardır. Çalışmada materyal olarak; yerfıstığı yağı, ayçiçek yağı, zeytinyağı, bitkisel margarin, domuz yağı, yemeklik tereyağı olmak üzere 6 değişik yağ çeşidi kullanılmıştır. Denemeler 100, 110 ve 120°C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta yapılmıştır. Ransimat yöntemiyle oksidatif stabilitesi belirlenecek 2 gram yağ örneği, 10dk'lık süre ile ısıtıcı içerisinde bekletilerek, örnek kabı içerisine alınmıştır. İstenilen deneme sıcaklığına kadar ısıtılan örnek içerisinden belirli debide hava geçirilerek zorlandırılmış oksidasyon koşulları oluşturulmakta, meydana gelen ve uçucu olan oksidatif bozulma ürünleri distile su içeren absorpsiyon kabında tutularak suyun iletkenlik değerindeki değişim kaydedilmektedir. AOM metodunda ise örnek, önceden 10dk ısıtılmış üç örnek kabına koyulmuş ve sadece iki reaksiyon kabı hava kaynağına bağlanmış, üçüncü kap ise hem hava kaynağına hem de absorpsiyon kabına bağlanmıştır. Belirli aralıklarla alınan örneklerin peroksit değerinde süreye bağlı olarak oluşan değişimler saptanarak indüksiyon periyodu belirlenmiştir. AOM ve Ransimat yöntemi ile elde edilen indüksiyon periyodu sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmada her bir yağ çeşidinin her iki yöntemle saptanan indüksiyon süreleri ile korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. İndüksiyon periyoduna ait elde edilen sonuçlar arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğu saptanmıştır.

Ancak Ransimat yönteminin iş gücü, zaman ve kullanılan kimyasal malzeme açısından daha avantajlı olduğu belirtilmektedir.

Anwar vd. (2003), bitkisel ve havansal kaynaklı yağların oksidatif stabilitesinin belirlenmesinde Ransimat ve Aktif Oksijen Yöntemlerini kullanmışlardır. Her iki yöntemde de yağların 110°C, 120°C ve 130°C’de indüksiyon periyodları (IP) incelenmiştir. 120°C 20 L/saat gaz akış hızında, margarin ve tereyağının indüksiyon periyodları (IP) 4.98-6.04 saat, kolza yağının IP’u 4.10 saat, soya yağının 4.00 saat ve shortening gibi dayanıklı yağların IP’ları ise 10.00-15.47 saat arasında değişmektedir. 110°C, 120°C ve 130°C’de ransimat yöntemiyle saptanan IP’ları (40.31–46.06, 19.97–25.22, ve 9.00–13.33) yüzdesel olarak ifade edilerek AOM ile karşılaştırma yapılmıştır. 110°C’deki değerler kıyaslandığında hemen hemen aynı olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre; çalışma sıcaklığındaki her 10°C’deki artışın, indüksiyon periyodunda yaklaşık olarak %50 oranında bir azalma sağladığı görülmüştür. Her iki yöntemden elde edilen sonuçların istatistiksel açıdan uyumlu olduğu ve aralarında lineer bir korelasyon görüldüğü belirtilmiştir. Ancak Ransimat yönteminin AOM’e göre 4-5 kat daha hızlı sonuç veren bir yöntem olduğu saptanmıştır.

Mulinacci vd. (1982), 1999-2002 yılları arasında hasat edilen çekirdeği ile birlikte ve çekirdeği çıkarılarak işlenmiş 16 farklı çeşit zeytinden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asidi miktarını, peroksit değerini, UV ışığında özgül soğurma (K_{232nm} ve K_{270nm}) değerlerini, yağ asidi kompozisyonunu, minör komponentlerin miktarını

belirlemişlerdir. İki farklı işleme yöntemiyle elde edilmiş zeytinyağlarında oluşan lezzet farklılıklarını belirlemek amacıyla duyuusal değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca çalışmalarında yağların indüksiyon periyotlarını Ransimat Metrohm 679 cihazıyla, 110 °C ve 20 l/h gaz akış hızında belirlemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre çekirdeksiz zeytinlerden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının serbest yağ asidi miktarı azalmış, UV absorbans değerleri hemen hemen aynı kalmış, fenolik bileşiklerin miktarı ve oksidasyona karşı stabiliteleri ise artmıştır. Çekirdek çıkarma işlemi sonucunda zeytinyağının raf ömrü ile minör bileşiklerin miktarı ve antioksidan kapasitesi arasında lineer bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla çekirdeği çıkarılmış zeytinlerden elde edilen yağların daha uzun indüksiyon periyotlarına, daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çekirdeği çıkarılmış zeytinyağlarının duyuusal özelliklerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Mateos vd. (2006), çeşitli natürel sızma zeytinyağlarının farklı sıcaklık ve gaz akış hızındaki [12 l/s (90°C, 98°C), 15 l/s (110°C), 19 l/s (120°C) ve 24 l/s (130°C,140°C)] indüksiyon periyotlarını belirlemişlerdir. Bu değerler çizelge 2.10'da görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre; 110°C'nin en uygun analiz sıcaklığı olduğu ve analiz süresini 98°C'e göre %63 kısalttığı belirtilmektedir. Çalışma sıcaklığının 98°C'den 120°C'ye yükselmesiyle analiz süresinin %84, 130°C'ye yükselmesiyle ise %92 oranında kısaltıldığı saptanmıştır.

Çizelge 2.10 Çeşitli Zeytinyağlarının farklı sıcaklıklardaki İndüksiyon Periyotları (IP, saat)

Zeytinyağı	İndüksiyon Periyodu (saat)				
	98°C	110°C	120°C	130°C	140°C
örnek 1	145.0	56.1	26.7	13.1	6.1
örnek 2	53.7	21.4	10.1	5.1	2.3
örnek 3	62.0	24.4	11.4	5.5	5.5
örnek 4	51.0	20.7	10.4	5.3	2.5
örnek 5	30.5	11.5	5.10	2.4	1.1
örnek 6	20.2	8.1	3.7	1.8	0.9
örnek 7	86.0	33.4	15.6	7.5	3.7
örnek 8	310.1	103.0	48.3	22.2	9.8
örnek 9	209.9	77.0	35.0	17.2	7.7

Damechki vd. (2001), kekik ve biberiye çeşnili zeytinyağlarındaki prooksidan ve antioksidanların varlığını incelemişlerdir. Zeytinyağına ağırlığının %5'i kadar kurutulmuş kekik ve biberiye ilave edilerek yağda çözünen bileşenlerin zeytinyağına geçmesi için 24, 48 ve 72 saat süreyle beklenmiştir. Daha sonra kekik ve biberiye parçaları filtrasyon ile yağdan uzaklaştırılmıştır. Ekstraksiyon süresinin zeytinyağının duyuusal özelliklerinde bir değişim oluşturmadığı belirtilmektedir. Zeytinyağının toplam polifenol içeriğinin kekikli zeytinyağında 3.5, biberiyeli zeytinyağında ise 1.7 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Kekik ve

biberiye ile muamele edilen zeytinyağının tokoferol içeriğinde ise bir değişme olmadığı ifade edilmiştir. Kekikli zeytinyağının feofitin, lutein, α - β karoten içeriğinin yükseldiği saptanmıştır. Ransimat yöntemiyle yağların indüksiyon periyotlarını 20l/s gaz akış hızında ve 120°C çalışma sıcaklığında belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre; kontrol örneğinin indüksiyon periyodu 4.37 saat olup, 24, 48 ve 72 saat süreyle kekikle işlenen zeytinyağının indüksiyon periyotları sırasıyla; 9.03, 8.72 ve 8.32 saat olarak belirlenmiştir. Biberiye ile hazırlanan zeytinyağının indüksiyon süreleri ise sırasıyla; 6.73, 6.97 ve 6.93 saat olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, kekikli ve biberiyeli zeytinyağlarının oksidatif stabilitesinin kontrol örneğine göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca aromatik bitkilerle hazırlanan zeytinyağının toplam klorofil içeriğindeki artışın raf ömrü üzerinde kritik bir faktör olduğu da belirtilmektedir.

Gambacorta vd. (2006), kekik, biberiye, sarımsak ve acı biberle çeşnilendirilmiş natürel sızma zeytinyağlarını 1-7 ay boyunca depolamışlar ve depolama süresi boyunca yağdaki kimyasal ve duyuşal değişiklikleri saptamışlardır. Çeşnili yağların hazırlanmasında kekik, biberiye, acı biber konsantrelerinden 10, 20 ve 40 g/l yağ, sarımsak konsantresinden 20, 30 ve 40 g/l yağ oranlarında kullanılmıştır. Çeşnili zeytinyağlarının serbest yağ asidi miktarı, peroksit değeri, K_{232nm} ve K_{270nm} değeri ve duyuşal özelliklerinde depolama sırasında oluşun değişiklikler incelenmiştir. Depolama sürecinde kontrol örneklerine göre; çeşnili zeytinyağı örneklerinin peroksit değeri ve K_{232nm} değerinin azaldığı, serbest asitlik, K_{270nm} değeri ise değişmediği

belirtilmektedir. Ayrıca depolama sürecinde örneklerin duyuşal özellikleri de incelenmiştir. Duyusal değerdendirmede bitki konsantreleri arasındaki konsantrasyon seviyelerinin farklılıkları ve depolama sonucu oluşun lezzet değışiklikleri 6 puanlı nümerik skala kullanılarak incelenmiştir. Bu skalaya göre; meyve lezzeti, acılık, yakıcılık ve bozuk lezzeti belirlemişlerdir. Bir ay süreyle depolanan çeşnili zeytinyağlarında meyve lezzetinin daha baskın, acılık, baharat ve tatlılık lezzetlerinin ise hemen hemen aynı olduğunu tespit etmişlerdir. 7 ay boyunca depolanmış 10 g/l konsantrasyonundaki çeşnili zeytinyağlarında zeytin lezzetinin azaldığı, 40 g/l oranında kekik, biberiye, sarımsak, acı biber kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarında aromatik bitki lezzetinin arttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca duyuşal değerdendirmede 20 g/l biberiyeli zeytinyağı, 30 g/l sarımsaklı zeytinyağı, 40 g/l kekikli zeytinyağı, 40 g/l acı biberli zeytinyağı en çok tercih edilen yağ olarak belirtilmektedir.

Nilüfer vd. (2004), çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan defne, kekik ve sarımsağın antioksidan etkilerini araştırmışlardır. Kuru kekik, defne ve taze sarımsak (25g/500g) zeytinyağına ilave edilmiş ve bu yağlar cam şişelerde 25°C ve 30°C’de 4 hafta boyunca depolanmışlardır. Kontrol örneğine Bütillendirilmiş Hidroksi Toluen (BHT) %0.02 oranında ilave edilerek depolama aynı koşullarda yapılmıştır. Oksidasyon düzeyini belirlemek amacıyla; asitlik ve peroksit analizleri yapılmış, indüksiyon periyodu ransimat yöntemiyle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar; defne, kekik ve sarımsağın antioksidan etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Kekiğın antioksidan seviyesinin en yüksek olduğu saptanmıştır.

Cinquanta vd. (2001), farklı hasat dönemlerinden elde edilen 4 çeşit zeytinyağının oksidatif stabilitelerini belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Zeytinyağlarının başlangıç L^* , a^* , b^* değerlerini, olgunlaşma indekslerini, serbest yağ asidi miktarını ve yağ asidi kompozisyonunu belirlemişlerdir. Bunları üç yıl boyunca yeşil cam şişelerde karanlık odada depolamışlardır. Depolanan zeytinyağlarının her 6 ayda bir peroksit değeri, K_{232nm} ve K_{270nm} değerlerine, toplam fenolik madde miktarı belirlenmiş, oksidatif stabilitelerinin saptanmasında Schaal oven testi kullanılmıştır. Schaal oven testinde; 0.25 l yağ örneği ağzı açık cam şişeye alınarak, $75 \pm 1^\circ C$ 'de sabit sıcaklıkta çalışan etüvde bekletilmiştir. Yağdaki aktif oksijen miktarının 70 meq/kg değerine ulaşması için gerekli süre, *indüksiyon periyodu* olarak ifade edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre; 1ay süresince depolanmış zeytinyağlarının oksidatif stabilitelerinin 6, 12, 18 aylıklara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Depolama süresi arttıkça yağların peroksit değeri ve K_{232nm} ve K_{270nm} değerlerinin de arttığı saptanmıştır. Ayrıca toplam fenolik madde miktarı en yüksek olan çeşidin oksidatif direncinin en yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Gutiérrez vd. (2002) yaptıkları bir çalışmada; natürel sızma zeytinyağının oksidasyonu sırasında majör ve minör komponentlerindeki değişiklikleri incelemişlerdir. İndüksiyon periyodunda tokoferol, polifenol, renk pigmentleri gibi doğal antioksidanların ilk indirgenen bileşikler olduklarından dolayı miktarlarında önemli bir azalma kaydedilmiş, peroksit değeri ve K_{232nm} ve K_{270nm} değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Oksidasyonun üssel olarak ilerleyen evresinde,

oleik asit, linoleik asit, linolenik asit miktarlarında azalma görülmüş, serbest yağ asidi miktarının da arttığı saptanmıştır. Zeytinyağının doğal antioksidan içerikleri ile yağların raf ömrü arasında doğrusal ilişki olduğu belirtilmektedir.

Velasco ve Dobarganes (2002), natürel sızma zeytinyağının triağılglicerol kompozisyonu, yapısındaki çoklu doymamış yağ asitlerini az içermiş olması, polifenol ve tokoferol gibi doğal fenolik antioksidanların bulunması nedeniyle oksidatif bozulmaya karşı dirençli olduğunu belirtmişlerdir. Rafinasyon işlemi sırasında yağdaki polifenol miktarının azalması nedeniyle rafine yağların oksidasyon direncinin, natürel sızma zeytinyağına göre daha düşük olduğunu vurgulamışlardır.

Ceballos vd. (2003), 6 farklı çeşit zeytinyağını ransimat yöntemini kullanarak 100°C’de 10 L/saat gaz akış hızında, toplam 63 saat boyunca hızlandırılmış oksidasyona maruz bırakmışlardır. Yağ örneklerinin her 3 saate bir klorofil ve karotenoid içeriklerine, L*, a*, b* değerlerine bakmışlardır. Zeytinyağının oda sıcaklığındaki (20°C) değerlerine göre; 63 saat sonundaki L*, a*, b* değerlerinin azaldığı ve bazı örneklerin parlaklığını (L*) kaybedip renginin koyulaştığı gözlemlenmiştir. Ayrıca klorofil miktarının %67, karotenoid miktarının %58 oranında azaldığı belirtilmiştir.

Hasenhuettl ve Wan (1992) yaptıkları çalışmada; Ransimat Model 617 Metrohm cihazını kullanarak 20 L/saat gaz akış hızında 100°C, 110°C, 120°C, 130°C ve 140°C’de zeytinyağı, yerfıstığı yağı, kolza yağı, mısır yağı, soya yağı ve aspir yağının indüksiyon periyotlarını

belirlemişlerdir. Çizelge 2.11’de bu yağların indüksiyon periyotları verilmiştir. Çizelgedeki veriler incelendiğinde de görüldüğü gibi zeytinyağı diğer yağ çeşitlerine göre en dayanıklı yağ çeşididir.

Çizelge 2.11 Çeşitli Zeytinyağlarının farklı sıcaklıklardaki İndüksiyon Periyotları (IP, saat)

Zeytinyağı çeşidi	İndüksiyon Periyodu (saat)				
	100°C	110°C	120°C	130°C	140°C
Zeytinyağı	20.0	11.0	5.5	3.5	1.8
Mısır yağı	16.0	9.0	4.5	3.0	1.5
Yerfıstığı yağı	13.0	7.0	4.0	2.5	1.0
Soya yağı	10.0	6.0	3.0	2.0	0.9
Kolza yağı	9.0	5.0	2.5	1.5	0.8
Aspir yağı	5.0	3.0	1.8	1.5	0.7

Gómez vd. (2004), zeytinyağını farklı sıcaklıklarda (25, 40, 50, 60 ve 75°C) karanlıkta bekletmişler ve oksidasyon kinetiğini incelemişlerdir. İndüksiyon periyodunda birincil oksidasyon ürünlerini sıfırıncı dereceden reaksiyon olarak tanımlamışlar, Arrhenius eşitliğini kullanarak hidroperoksitlerin aktivasyon enerjisini (E_a) hesaplamışlardır.

İkincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunu ikinci dereceden reaksiyon olarak tanımlamışlar ve reaksiyon hızının sıcaklığın yükselmesiyle üssel olarak arttığını belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2.12’de verilmiştir.

Çizelge 2.12 Zeytinyağının PV (20 meq/kg), K_{232nm} (2.50) ve K_{270nm} (0.200)’e ulaştığı süre ve ransiditenin başlamasına kadar geçen süre

T (°C)	Süre (saat)			
	PV (20 meq/kg)	K_{232nm} (2.50)	K_{270nm} (0.200)	Ransidite
25	1146	1301	2473	1506
40	246	302	913	339
50	112	169	557	246
60	63	107	317	198
75	36	50	161	100

Iqbal ve Bhanger (2007) sarımsak ekstraktının, hızlandırılmış koşullarda ayçiçeği yağının stabilitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, sarımsağın metanol ekstraktını, farklı konsantrasyonlarda ve 50°C’de ayçiçeği yağına ilave ederek oksidasyon hızındaki değişimi incelemişler, sonuçları 200ppm BHA ve BHT içeren kontrol örneği ile karşılaştırmışlardır. Sarımsak içeren ayçiçeği yağının (1000ppm) 24 günlük depolama süresi sonunda peroksit, serbest yağ asidi içeriği, konjuge dien, trien ve tiyobarbitürik asit oluşumu bakımından oksidasyon stabilitesi en yüksek yağ olduğunu saptamışlardır.

Çalışmamızda değişik çeşit ve oranlarda doğal aroma maddeleri ve aromatik bitki konsantreleri ile hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının duyuşal özellikleri, kimyasal özellikleri, ransimat yöntemiyle oksidatif stabiliteleri ve raf ömürleri belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağı ve doğal aroma maddeleri (*kekik, fesleğen, turunç ve biberiye aromaları*) Tariş Zeytinyağı Kombinası'ndan (İzmir), aromatik bitki-zeytinyağı konsantreleri (*kekik, fesleğen ve acı biber konsantreleri*) ise Komili/Yudum Fabrikası'ndan (Ayvalık) temin edilmiştir. Ticari olarak piyasaya sunulan çeşnili zeytinyağı örnekleri (*kekikli, fesleğenli, biberiyeli, turunçlu ve sarımsaklı*) de çalışmada kullanılmıştır. Denemede kullanılan örneklerin kodları aşağıda yer almaktadır.

1. Natürel Sızma Zeytinyağı (NSZ)

2. Doğal aroma kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağları;

- Kekik Aromalı Zeytinyağı (KAZ)
- Fesleğen Aromalı Zeytinyağı (FAZ)
- Biberiye Aromalı Zeytinyağı (BAZ)
- Turunç Aromalı Zeytinyağı (TAZ)

3. Piyasadan temin edilen ticari çeşnili zeytinyağları;

- Kekik Aromalı Zeytinyağı (KAZT)
- Fesleğen Aromalı Zeytinyağı (FAZT)
- Biberiye Aromalı Zeytinyağı (BAZT)
- Turunçlu Aromalı Zeytinyağı (TAZT)
- Sarımsak Aromalı Zeytinyağı (SAZT)

4. Aromatik bitki-zeytinyağı konsantresi ile hazırlanmış çeşnili zeytinyağları;

- Konsantre Kekikli Zeytinyağı (KKZ)
- Konsantre Fesleğenli Zeytinyağı (KFZ)
- Konsantre Acı Biberli Zeytinyağı (KABZ)

Çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağının bazı kimyasal özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Birinci Parti Natürel Sızma Zeytinyağının (NSZ1)
Bazı Kimyasal Özellikleri

Kimyasal Özellikler		Natürel Sızma Zeytinyağı
Serbest yağ asidi miktarı (%oleik asit)		0.75
Peroksit sayısı (meq O ₂ /kg yağ)		16.9
p-anisidin değeri		3.3
Totoks değeri		37.1
232 nm’de özgül soğurma değeri		2.80
270 nm’de özgül soğurma değeri		0.19
$\Delta A_{1cm}^{1\%}$		0.001
Yağ asidi kompozisyonu (%)	Miristik asit (C14:0)	0.01
	Palmitik asit (C16:0)	12.77
	Palmitoleik asit (C16:1)	0.74
	Heptadekanoik (C17:0)	0.14
	Stearik asit (C18:0)	3.02
	Oleik asit (C18:1)	71.32
	Linoleik asit (C18:2)	10.59
	Araşidik asit (C20:0)	0.48
	Linolenik asit (C18:3)	0.28
	Gadoleik (C20:1)	0.56
	Lignoserik asit (C24:0)	0.09

Çeşnili zeytinyağı örneklerinin hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağlarının başlangıç serbest yağ asidi içerikleri, peroksit değerleri, p-anisidin değerleri, totoks değerleri, UV ışığında özgül absorbans değerleri ve ransimat yöntemiyle indüksiyon periyotları belirlenerek birinci (NSZ1), ikinci (NSZ2) ve üçüncü (NSZ3) parti natürel sızma zeytinyağı olarak kodlanmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Çeşnili Zeytinyağlarının Hazırlanması

Çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında doğal aroma maddeleri (*kekik, fesleğen, biberiye, turunç*) ve aromatik bitki - zeytinyağı konsantreleri (*kekik, fesleğen, acı biber*) kullanılmıştır.

En çok beğenilen doğal aroma konsantrasyonunun belirlenmesi için *kekik, fesleğen, biberiye, turunç* aromalarından %0.03, %0.05, %0.07, %0.09, %0.11 ve %0.13 oranlarında natürel sızma zeytinyağına ilave edilerek çeşnili zeytinyağı örnekleri hazırlanmış ve bu örnekler duyuşsal olarak değerlendirilmiştir.

Çeşnili zeytinyağı örneklerinin hazırlanmasında; zeytin, aromatik bitkilerden kekik, fesleğen ve acı biber ile beraber zeytin ezmesi haline getirildikten sonra yağa işlenerek, aromatik bitkilerin yağda çözünen fraksiyonlarını içeren konsantreler elde edilmektedir. Hazır olarak temin

edilen bu konsantreler; %10, %20, %30, %40, %50 ve %60 oranında natürel sızma zeytinyağına ilave edilerek çeşnili zeytinyağı örnekleri hazırlanmıştır. En beğenilen aromatik bitki - zeytinyağı konsantreleri konsantrasyonu da duyuusal analiz uygulanarak belirlenmiştir.

Hazırlanan çeşnili zeytinyağı örnekleri duyuusal ve kimyasal analizleri yapıłana kadar kahverengi şişelerde, +4°C sıcaklıkta depolanmıştır. Her analiz 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

3.2.2 Analiz Yöntemleri

Natürel sızma zeytinyağı ve çeşnili zeytinyağı örneklerine duyuusal değeriendirme ve kimyasal analizler uygulanmıştır. Uygulanan kimyasal analizler; yağların serbest yağ asidi içerikleri, peroksit değeri, p-anisidin testi, toplam oksidasyon değeri (totoks değeri), UV ışığında özgül soğurma değeri, yağ asidi kompozisyonu ve ransimat yöntemiyle oksidasyon stabilitesinin ve raf ömrünün belirlenmesidir.

3.2.2.1 Zeytinyağı Örneklerinin Duyusal Değeriendirilmesi

Panelist eğitimi: Panelistlerin seçimi amacıyla lezzet değeriendirmesinde TS-3904 (2001)'de belirtilen 6 temel tat ve koku duyarlılığı testlerinden yararlanılmıştır. **Altı temel tada duyarlılığın saptanması testinde;** panelistlerin altı temel tada (tatlı, tuzlu, ekşi, acı,

metalik, umami) duyarlılıkları belirlenmiştir. ***Koku testinde*** ise; panelistlere değişik kokudaki kimyasal maddeler cam tüpler içerisinde sunulmakta ve panelistlerden bu bileşiklerin kimyasal adlarını belirtmeleri veya kokuyu duyuşal terimlerle tanımlamaları istenmiştir (Altuğ ve Elmacı, 2005).

Eğitim panelinde panelistlere; doğal aroma maddeleri ve aromatik bitki konsantresi ile hazırlanmış çeşnili zeytinyağlarının 3 farklı konsantrasyonu ile natürel sızma zeytinyağı sunulmuştur. Panelistler, farklı konsantrasyondaki örnekleri azalardan artan konsantrasyona doğru sıralamışlardır. Yedi panelistle iki oturum gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme sırasında ağız içi hissinin nötrleştirilmesi amacıyla tuzsuz tost ekmeğı ve su kullanılmıştır. Panel, iki oturum arasında on dakika olacak şekilde saat 14:00-14:30 arasında düzenlenmiştir. Panelde çeşnili zeytinyağları, alüminyum folyo ile sarılmış 50 ml’lik cam beherler içerisinde 15-20 ml olarak sunulmuştur.

Deneme planına göre hazırlanan zeytinyağı örneklerinin duyusal değerlendirilmesi “***sıralama testi***” ve “***eşlenmiş kıyaslama testi***” ile gerçekleştirilmiştir.

Sıralama Testi’nde panel; altı farklı konsantrasyondaki çeşnili zeytinyağ örneklerinin 1-6’lık skala sistemi kullanılarak tercihe göre en çok beğenilenden “1 puan”, en az beğenilene doğru “6 puan” sıralanmasıyla, sekiz panelist ve iki oturum şeklinde düzenlenmiştir.

Tariş Zeytinyağ Kombinasi'nda doğal aroma maddeleri (*kekik, fesleğen, biberiye, turunç ve sarımsak*) kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağı örnekleri de duyuşal olarak değerlendirilmiştir. Çeşnili zeytinyağları arasında hangi doğal aroma ile hazırlananın en çok beğenildiğinin saptanması için, 16 paneliste sıralama testi uygulanmıştır.

Panel sonuçları istatistiksel olarak %5 güven eşiğinde, doğal aroma ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarında ve aromatik bitki-zeytinyağı konsantreleriyle çeşnilendirilmiş zeytinyağlarında; 6 işlem ve 16 tekrara karşılık gelecek şekilde Kramer ve Twigg (1984) tarafından belirtilen şekilde hesaplanmıştır. Sonuçlar Ek 1'de verilmiştir.

Eřlenmiř Kıyaslama Testi; kekik aroması (%0.05) (KAZ) ve kekik ile zeytinin beraber işlenmesi ile elde edilen konsantrenin (%20) kullanılmasıyla hazırlanan kekik çeşnili zeytinyağlarına (KKZ) uygulanmıştır. Söz konusu konsantrasyonlar duyuşal değerlendirme sonucunda panelistler tarafından en beğenilen konsantrasyon olarak saptanan değerlerdir. *KAZ* ve *KKZ* arasında lezzet ačíısından bir farklılık olup olmadığı belirlenmiş ve bu iki zeytinyağının hangisinin daha çok tercih edildiği test edilmiştir. Bu amaçla eşlenmiş kıyaslama testi kullanılmıştır. 8 eğitilmiş panelistle her oturumda bir tekrar yapacak şekilde iki oturum gerçekteştirilmiştir. Örnekler panele eşler halinde sunulmuş ve panelistlerden “farklılık vardır” veya “yoktur” yanıtını vermeleri istenilmiştir. Eřlenmiř kıyaslama testi sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Ek 2'deki çizelgeden yararlanılmıştır.

3.2.2.2 Kimyasal Analizler

Serbest Yağ Asidi Miktarının Saptanması

Örneklerin serbest yağ asidi içerikleri IUPAC 2.201’de belirtilen yöntemle göre saptanarak %oleik asit cinsinden ifade edilmiştir (Anon., 1979).

Peroksit Değerinin Saptanması

Örneklerin peroksit değeri IUPAC 2.501’de belirtilen yöntemle göre saptanmış, $meqO_2/kg$ yağ olarak ifade edilmiştir (Anon., 1979).

p-Anisidin Değerinin Saptanması

Yağların oksidasyonunda aldehit yapıdaki yüksek moleküllü karbonil bileşikler olan ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlenmesinde kullanılan p-anisidin testi, IUPAC 2.504’de verilen yöntemle göre yapılmıştır (Anon.,1979).

Toplam Oksidasyon Değerinin Saptanması

Yağların oksidasyonunda birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin beraberce değerlendirilmesinde toplam oksidasyon değeri

(totoks değeri) kullanılmaktadır (Rossell, 1991). Totoks değeri aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\text{Totoks Değeri} = (2 \text{ PV} + \text{p-AV})$$

PV: Peroksit Değeri

AV: p-anisidin değeri

UV Işığında Özgül Soğurma Değerinin Saptanması

Zeytinyağı örneklerinin 232 nm ve 270 nm dalga boylarındaki özgül soğurma değerleri TS 342 “Yemeklik Zeytinyağı Muayene Metotları”na göre belirlenmiştir (Anon., 1973).

Yağ Asidi Kompozisyonunun Saptanması

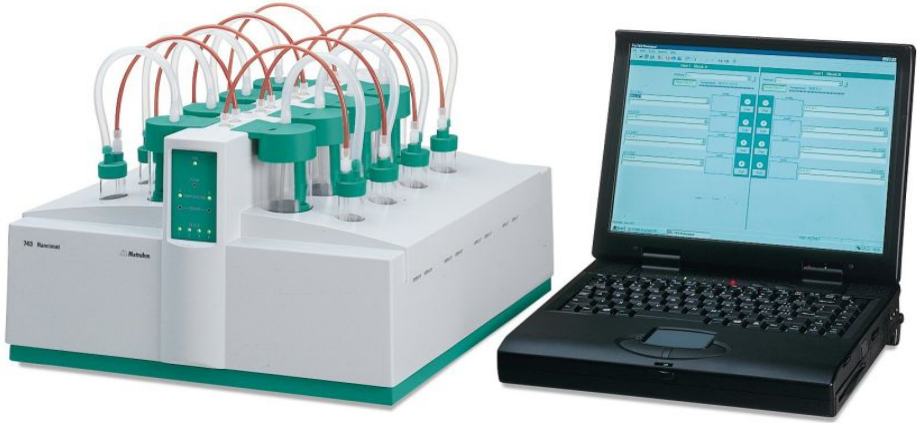
Çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu, Tariş Pamuk Yağı Kombinasi laboratuvarındaki Finnigan Trace GC Ultra Gaz Kromatografisi cihazı kullanılarak, IUPAC 2.302’de (Anon., 1979) belirtilen yönteme göre belirlenmiştir.

İşlem koşulları:

- Fırın sıcaklığı: 170 °C/1 dk., 2°C/dak., 220°C/10 dk.
- Kolon: Packard-Becker B.V model 439 (2m*1/4"*2mm) Glass (coated 9 15% DEGS Chromosorb WHP 100-120 mesh)
- Kolon sıcaklığı: 150-200°C
- Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 250°C
- Dedektör sıcaklığı: FID, 250°C
- Taşıyıcı gaz hızı: N₂, 25 ml/dk. (sabit akış)
- Split oranı: 1/50
- Enjektör kapasitesi: 10 mikrolitre
- Enjekte edilen örnek miktarı: 1µl
- Analiz süresi: 35 dk.

Ransimat Yöntemiyle Oksidatif Stabilite ve Raf Ömrünün**Belirlenmesi**

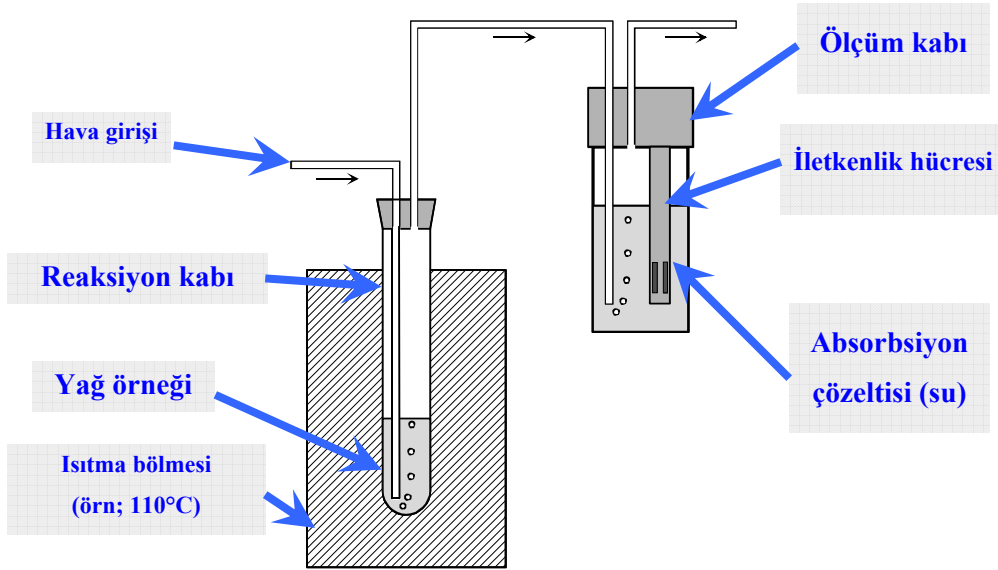
Araştırmada kullanılan yağ örneklerinin oksidatif stabilite ve raf ömürleri Şekil 3.1’de gösterilen Metrohm Ransimat model 743 (Metrohm, Switzerland) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1 Metrohm Ransimat Cihazı

Ransimat cihazı bilgisayar destekli, gaz hızı ve sıcaklığı otomatik olarak ayarlanabilen, grafiksel yöntemde indüksiyon periyodunu veren modern bir sistemdir. Cihazda 2 farklı sıcaklığa sahip 8 ölçüm istasyonu mevcuttur. Söz konusu cihazda 8 farklı sıcaklıkta, 32 adet örnek analiz edilebilmektedir. Cihazın çalışma sıcaklığı 50-220°C arasında değişmektedir. Cihaz analiz sonuçlarını, otomatik olarak değerlendirmektedir.

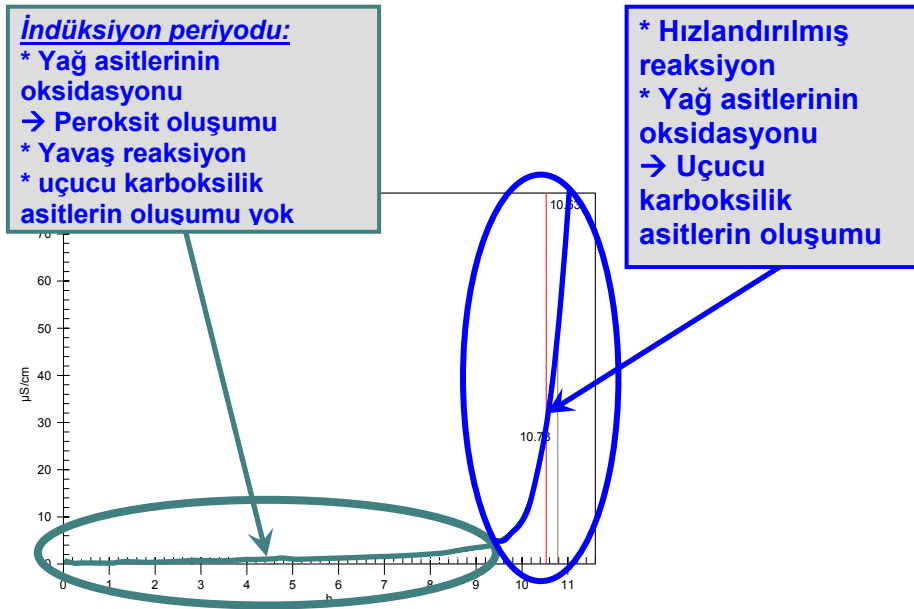
Ransimat yöntemi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında; tekrarlanabilirlik, güvenilirlik ve analiz süresi açısından en iyi sonuçları vermektedir. Şekil 3.2’de ransimat yönteminin prensibi gösterilmiştir.



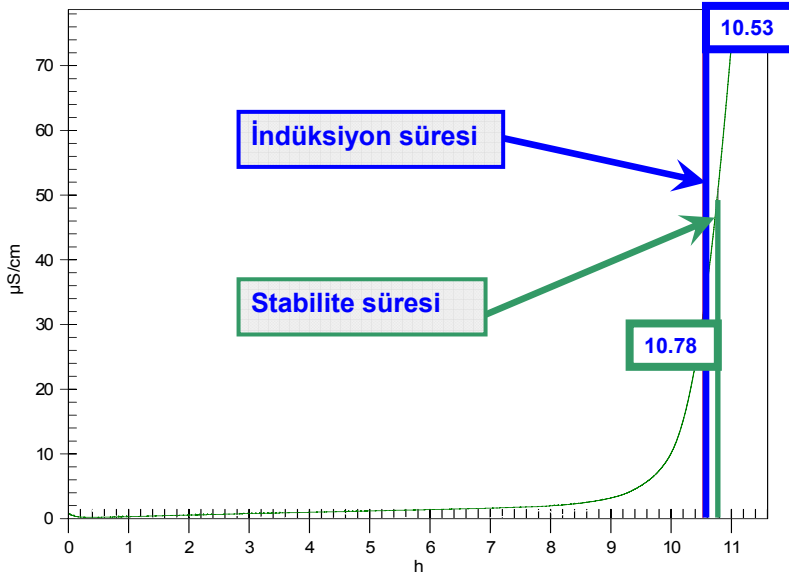
Şekil 3.2 Ransimat Yönteminin Prensibi

Ransimat yönteminde yaklaşık 3 gram örnek, örnek tüpüne yerleştirilir. Bir kompresör yardımıyla hava yağa verilmektedir. Hava genellikle 20 l/s debiyle yağa beslenmektedir. Bu arada yağın sıcaklığı, çalışma sıcaklığına kadar çıkarılmaktadır. Genelde 110°C kullanılmakla beraber zeytinyağı gibi oksidasyona karşı direnci yüksek olan yağlarda sıcaklık, analiz süresini kısaltmak amacıyla 130-140°C'ye çıkarılabilmektedir. Ancak en uygun sıcaklığın her yağ çeşidi için ön denemelerle saptanması gerekmektedir. Ölçüm sıcaklığına ısıtılan yağa belirli debide hava verilerek zorlandırılmış bir oksidasyon ortamı yaratılmaktadır. Oksidatif tepkimeler sonucu oluşan uçucu bileşenler ölçüm kolonunda yer alan su tarafından absorbe edilmektedir. Burada kullanılan saf suyun elektriksel iletkenliğinin 0.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den daha düşük

olması gerekmektedir. Ölçüm kabındaki suda çözünen oksidasyon ürünlerindeki artışa bağlı olarak suyun iletkenliğindeki değişim cihaz tarafından otomatik olarak kaydedilmektedir. Şekil 3.3'te görüldüğü gibi oksidasyon süresiyle suyun iletkenliği arasındaki değişim grafiksel olarak ifade edilmektedir. Ancak belirli bir noktaya gelindikten sonra uçucu bileşenlerin konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak suyun iletkenliğinde hızlı bir yükselme oluşmaktadır. Elde edilen grafik yardımıyla yağın oksidasyona direncinin bir ölçütü olan indüksiyon süresi hesaplanmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.3 Oksidatif tepkimelerin sürenin fonksiyonu olarak gelişimi



Şekil 3.4 İndüksiyon Süresi

Zeytinyağı örneklerinin raf ömrünün ($R\ddot{O}$) belirlenmesinde dört farklı sıcaklıkta (100°C , 110°C , 120°C , 130°C) saptanan indüksiyon periyotları kullanılarak ekstrapolasyon yardımıyla oda sıcaklığındaki (25°C) indüksiyon periyodu hesaplanmaktadır. Bu hesaplama ransimat cihazında otomatik olarak yapılmaktadır (Şekil3.5).

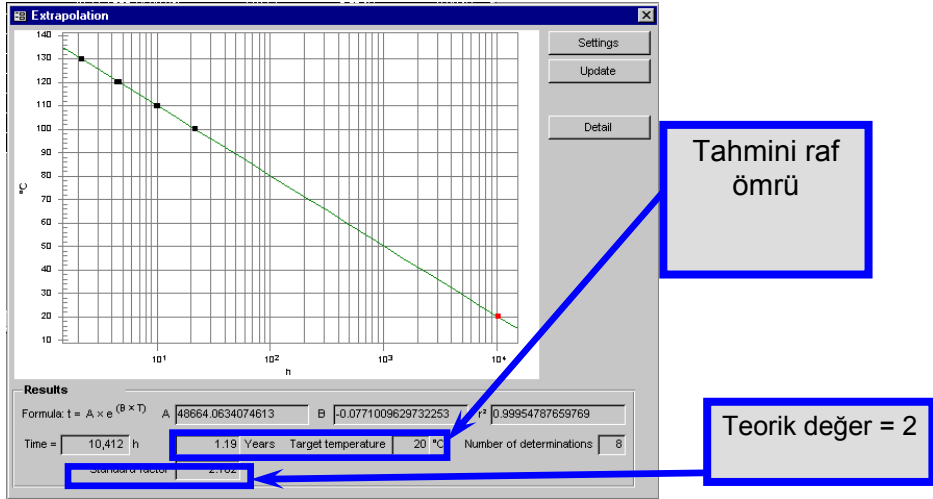
Natürel sızma zeytinyağları ile bu yağlar kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağı örneklerinin dört farklı sıcaklığa karşı belirlenen indüksiyon periyotlarının logaritmaları ile ölçüm sıcaklığı arasındaki ilişkiyi belirleyen matematiksel ifade kullanılarak raf ömrü hesaplanmaktadır. Birinci parti natürel sızma zeytinyağının (NSZ1) raf

ömrü hesaplamasına ait veriler, oluşturulan çizge ve denklem Ek 86-87’de verilmiştir.

Birinci parti natürel sızma zeytinyağı için türetilen matematiksel ifade aşağıda yer almaktadır;

$$y = -27,774x + 137,37$$

Yukarıdaki denklemde “y” ölçüm sıcaklığını, “x” ise söz konusu sıcaklıkta hesaplanan raf ömrünü göstermektedir. Bu denklem kullanılarak 25°C sıcaklıktaki raf ömrü 1,29 yıl (15.5 ay) olarak hesaplanmaktadır.



Şekil 3.5 Raf Ömrünün (RÖ) Belirlenmesi

3.2.2.3 Kimyasal Analiz Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan doğal aroma maddelerinin ve aromatik bitki konsantrelerinin çeşit ve konsantrasyonunun, yağın totoks değeri, UV ışığında özgül soğurma değerleri ve $\Delta A_{1\text{cm}}^{\%1}$ üzerindeki etkileri arasındaki farklılık SPSS for Windows (Version 15.0) paket programı kullanılarak %95 güven aralığında Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1 Natürel ve Çeşnili Zeytinyağlarının Duyusal Olarak Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında öncelikle farklı aromalar kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağı örnekleri duyusal olarak değerlendirilmiştir.

Çeşnili zeytinyağı örneklerinin hazırlanmasında en uygun doğal aroma maddesi ile aromatik bitki-zeytinyağı konsantresi konsantrasyonunun ve doğal aroma maddesi kullanılarak hazırlanmış olan ticari örnekler arasında en beğenilen doğal aroma çeşidinin saptanabilmesi amacıyla sıralama testi ve eşlenmiş kıyaslama testi uygulanmıştır.

Doğal aroma maddeleri ve aromatik bitki-zeytinyağı konsantresi kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağı örneklerinin sıralama testi sonuçları istatistiksel olarak %5 güven aralığında, 6 işlem ve 16 tekrara karşılık gelecek şekilde hesaplanmıştır. Ek1’de görüldüğü gibi üst değerler 40-72, alt değerler 45-67 olarak belirlenmiştir.

Doğal aroma konsantreleri ile hazırlanan örneklerle ait sıralama toplamları istatistiksel olarak geçerli 40-67 sınır değerleriyle karşılaştırıldığında, 40 sınır değerine en yakın sıralama toplamlarının *KAZ*, *FAZ* ve *TAZ* için 43, *BAZ* için 41 olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, en çok beğenilen çeşnili zeytinyağlarının; kekik aroması için

%0.05, fesleğen, biberiye ve turunç aromaları için %0.07 oranında doğal aroma kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağları olduğunu ortaya koymaktadır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Kekik (KAZ), fesleğen (FAZ), biberiye (BAZ) ve turunç (TAZ) aromalı çeşnili zeytinyağlarının sıralama toplamları

Örnek kodları		Doğal aroma konsantrasyonu (%)					
		0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13
Sıralama toplamları	KAZ	53	43	45	50	65	70
	FAZ	61	46	43	53	53	74
	BAZ	58	43	41	43	73	78
	TAZ	75	69	43	55	49	45

Aromatik bitkinin zeytinyağı ile beraber işlenmesiyle elde edilen konsantrenin kullanılmasıyla hazırlanan çeşnili zeytinyağı örneklerinin sıralama toplamları (Ek 1) istatistiksel olarak geçerli 40-67 sınır değerleriyle karşılaştırıldığında, 40 sınır değerine en yakın sıralama toplamlarının *KKZ* için 38, *KFZ* için 28 ve *KABZ* için 41 olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, en çok beğenilen çeşnili

zeytinyağlarının; kekik-zeytinyağı konsantresi için %20, fesleğen ve acı biber- zeytinyağı konsantresi için %40 oranında konsantre kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağları olduğunu ortaya koymaktadır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Kekik-zeytinyağı (KKZ), fesleğen-zeytinyağı (KFZ) ve acı biber- zeytinyağı (KABZ) konsantreli çeşnili zeytinyağlarının sıralama toplamları

Örnek kodları		Aromatik bitki konsantresi konsantrasyonu (%)					
		%10	%20	%30	%40	%50	%60
Sıralama Toplamları	KKZ	43	38	48	60	78	78
	KFZ	74	52	50	28	59	73
	KABZ	80	64	55	41	42	54

Piyasadan temin edilen ve doğal aroma maddeleri kullanılarak hazırlanan ticari çeşnili zeytinyağı örneklerinden en beğenilen çeşninin saptanması amacıyla da sıralama testi uygulanmıştır. Bu amaçla kekik, fesleğen, biberiye, turunç ve sarımsak doğal aromaları kullanılarak hazırlanan ticari çeşnili zeytinyağı örneklerinin sıralama testi sonuçlarına ait sıralama toplamları Ek 1’de yer almaktadır. Ek 1’de verilen sıralama

toplamları istatistiksel olarak geçerli 40-67 sınır değerleriyle karşılaştırıldığında beğeni sıralaması; kekik, fesleğen, biberiye, turunç ve sarımsak doğal aromaları kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağları olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Kekik (KAZT), fesleğen (FAZT), biberiye (BAZT), turunç (TAZT) ve sarımsak (SAZT) aromalı çeşnili zeytinyağlarının sıralama toplamları

Örnek kodları	KAZT	FAZT	BAZT	TAZT	SAZT
Sıralama toplamları	40	41	42	60	68

Antoun ve Tsimidoub (1997) tarafından yapılan bir çalışmada; kekik, biberiye ve sarımsak çeşnili zeytinyağları arasında tercihe göre sıralamanın; sarımsak, kekik ve biberiye olduğu belirtilmektedir. Damechki vd. (2001)'nin yaptıkları çalışmada ise, kekik ve biberiye çeşnili zeytinyağları arasından kekik çeşnili zeytinyağının daha çok tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmada kekik çeşnili zeytinyağı en çok beğenilen, sarımsak çeşnili zeytinyağı ise en az beğenilen yağ olarak sıralamada yer almıştır.

Duyusal değerlendirme sonucunda en çok beğenilen çeşninin kekik olması nedeniyle doğal kekik aroması (KAZ) ve kekik-zeytinyağı konsantresi (KKZ) kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağı örnekleri

arasında duyuşal açıdan farklılık olup olmadığı *Eşlenmiş Kıyaslama Testi* uygulanarak belirlenmiştir.

Eşlenmiş kıyaslama testi sonuçlarına göre; toplam yanıt sayısı $(8*1*2)= 16$ olarak gerçekleştirilen çalışmada, 15 “farklılık vardır” yanıtı elde edilmiştir (Ek 2). Elde edilen sonuçlar ışığında KAZ ile KKZ arasında duyuşal açıdan istatistiksel olarak %99.5 olasılıkla “farklılık vardır” sonucuna varılmıştır. Ayrıca 16 panelistin 7’sinin kekik-zeytinyağı konsantresi, 9’unun ise kekik doğal aroması kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağını beğendiğı saptanmıştır.

4.2 Natürel ve Çeşnili Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri

Kekik, fesleğen, biberiye ve turunç aromaları ile hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının, bu yağların hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağlarının ve piyasadan temin edilen doğal aromalarla hazırlanmış çeşnili zeytinyağlarının (*kekikli, fesleğenli, biberiyeli, turunçlu ve sarımsaklı*) serbest yağ asidi içerikleri, peroksit değerleri, p-anisidin değerleri, toplam oksidasyon değerleri (totoks) ve UV özgül soğurma değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen ve doğal aroma maddeleri kullanılarak üretilen çeşnili zeytinyağlarının serbest yağ asidi içeriklerinin %0.51-0.75 arasında değiştiği görülmektedir. *TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde* (Anon., 2007) çeşnili zeytinyağlarının en yüksek serbest yağ asidi içeriklerinin %0.8 olması gerektiği belirtilmektedir. Serbest yağ asidi içerikleri açısından çeşnili zeytinyağlarının standartlara uygun olduğu görülmektedir.

Çeşnili zeytinyağlarının peroksit değerlerinin de, *TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde* (Anon., 2007) belirtildiği gibi en yüksek 20 meq O₂ /kg yağ olması gerekmektedir. Çizelge 4.4'de verilen değerler incelendiğinde; çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan birinci parti (NSZ1) ve ikinci parti (NSZ2) natürel sızma zeytinyağlarının ve bu yağlar kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının peroksit değerlerinin standart değerinin altında olduğu görülmektedir. Ancak üçüncü parti (NSZ3) natürel sızma zeytinyağının ve bu zeytinyağı

kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının peroksit değerlerinin (29.7 meq O₂ /kg yağ) standart değerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Piyasadan temin edilen çeşnili zeytinyağlarının peroksit değerlerinin ise 19.1-27.7 arasında değiştiği saptanmıştır. Turunç aromalı zeytinyağının peroksit değerinin en yüksek, sarımsak ve kekik aromalı zeytinyağının peroksit değerinin ise en düşük olduğu, bunu ise biberiye aromalı zeytinyağının takip ettiği görülmektedir.

Çeşnili zeytinyağlarının, ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlenebilmesi açısından p-anisidin değerleri saptanarak toplam oksidasyon değerleri de hesaplanmış, totoks değerleri Duncan Testi ile istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir (Çizelge 4.4 ve Ek 3). Duncan testi ile oluşturulan gruplandırmalar, doğal aroma ilavesinin çeşnili zeytinyağlarının totoks değerleri üzerinde istatistiksel açıdan %95 güven aralığında bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir. Çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağlarının totoks değerleri istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği için, doğal aroma çeşitleri arasında bir kıyaslama yapılabilmesi mümkün olamamıştır.

Yağlardaki oksidatif bozulma düzeyinin belirlenmesinde 232 nm ve 270 nm'deki özgül soğurma değerlerindeki değişimler de ölçülmektedir. Yağların oksidasyonu sırasında oluşan ilk bozulma ürünleri olan hidroperoksitler 232 nm'deki, hidroperoksitlerin parçalanması sonucu oluşan ürünler ise yağın 270nm'deki özgül soğurma değerini yükseltmektedir. TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğinde

(Anon., 2007), natürel sızma zeytinyağının 270nm deki özgül soğurma değerinin ≤ 0.25 , $\Delta A_{1cm}^{ \%1}$ değerinin ise ≤ 0.01 olması gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle çeşnili zeytinyağlarının 270nm dalga boyundaki özgül soğurma ve $\Delta A_{1cm}^{ \%1}$ değerleri de incelenmiş, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Söz konusu çizelge incelendiğinde de görülebileceği gibi, kekik, fesleğen ve biberiye aromaları kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının 270nm deki özgül soğurma değerlerinin yüksek olduğu, bu farklılığın Duncan Testi ile istatistiksel açıdan, %95 güven sınırında önemli olduğu belirlenmiştir (Ek 5). Örneklerin totoks değerlerindeki artış da bu değişimle paralellik göstermektedir. Ayrıca örneklerin 270nm deki özgül absorbans ve $\Delta A_{1cm}^{ \%1}$ değerlerinin standart değerler arasında değiştiği görülmektedir (Ek 9).

Üçüncü grup natürel sızma zeytinyağının 270nm deki özgül soğurma değerleri başlangıç değerleri yüksek olduğu için, bu yağ kullanılarak hazırlanan turunc aromalı zeytinyağının da 270nm özgül soğurma ve $\Delta A_{1cm}^{ \%1}$ değerleri, standart değerlerden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Piyasadan temin edilen çeşnili zeytinyağlarının ise bu özellikler açısından standart dışı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4 Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri ve Duncan Testi Grupları *

Çeşnili Zeytinyağı Çeşidi	Serbest Yağ Asidi Miktarı (%)	Peroksit Değeri (meq aktif oksijen/kg yağ)	p-Anisidin Değeri	Totoks Değeri*	UV Işığında Özgül Soğurma Değeri				
					$A_{1cm}^{ \%1}$				$\Delta A_{1cm}^{ \%1*}$
					270 nm *	274 nm	266 nm	232 nm *	
NSZ1	0.75	16.9	3.3	37.1 a	0.19 a	0.18	0.20	2.80 d	0.001 a
KAZ	0.72	16.6	3.2	37.5 a	0.24 c	0.24	0.23	2.64 b	0.004 b
<i>KAZT</i>	<i>0.54</i>	<i>19.6</i>	<i>4.6</i>	<i>43.7 d</i>	<i>0.36 g</i>	<i>0.35</i>	<i>0.38</i>	<i>4.05 f</i>	<i>0.002 ab</i>
NSZ2	0.73	18.0	3.3	39.3 b	0.21 b	0.21	0.20	2.90 e	0.008 c
FAZ	0.75	18.5	3.2	41.2 c	0.28 e	0.28	0.27	2.71 c	0.011 de
FAZT	0.56	24.9	6.8	56.5 f	0.49 k	0.47	0.51	5.00 h	0.004 b
NSZ2	0.73	18.0	3.3	39.3 b	0.21 b	0.21	0.20	2.90 e	0.008 c
BAZ	0.71	19.0	3.2	40.2 bc	0.24 d	0.25	0.20	2.41 a	0.02 g
<i>BAZT</i>	<i>0.54</i>	<i>25.2</i>	<i>4.9</i>	<i>55.2 e</i>	<i>0.46 i</i>	<i>0.43</i>	<i>0.47</i>	<i>5.68 l</i>	<i>0.011 d</i>
NSZ3	0.72	29.7	3.0	62.4 g	0.47 j	0.44	0.48	5.60 k	0.013 ef
TAZ	0.76	29.7	1.7	61.1 g	0.46 i	0.43	0.47	5.06 i	0.014 f
<i>TAZT</i>	<i>0.54</i>	<i>27.7</i>	<i>5.6</i>	<i>61.1 g</i>	<i>0.41 h</i>	<i>0.38</i>	<i>0.42</i>	<i>5.52 j</i>	<i>0.008 c</i>
<i>SAZT</i>	<i>0.51</i>	<i>19.1</i>	<i>5.2</i>	<i>43.4 d</i>	<i>0.35 f</i>	<i>0.33</i>	<i>0.36</i>	<i>4.19 g</i>	<i>0.008 c</i>

Komili Yudum Fabrikasından temin edilen kekik, fesleğen ve acı biberin zeytinyağı ile beraber işlenmesiyle hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının serbest yağ asidi içerikleri, peroksit değerleri, p-anisidin değerleri, toplam oksidasyon değerleri (totoks) ve UV özgül soğurma değerleri ile natürel sızma zeytinyağının TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğinde (Anon., 2007) belirtilen standart değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Aromatik bitki-zeytinyağı konsantreleri kullanılarak üretilen çeşnili zeytinyağlarının serbest yağ asidi içeriklerinin %0.72-0.93 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.5). Serbest yağ asidi içerikleri açısından çeşnili zeytinyağlarının konsantre acı biberli zeytinyağı dışında *TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği*'ne (Anon., 2007) uygun olduğu görülmektedir.

Çeşnili zeytinyağlarının peroksit değerlerinin ise 16.9-40.6 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.5). Çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan birinci parti (NSZ1), ikinci parti (NSZ2) ve üçüncü parti (NSZ3) natürel sızma zeytinyağlarının peroksit değerlerinin standart değer in altında olduğu, bu yağlar kullanılarak hazırlanan kekik-zeytinyağı, fesleğen-zeytinyağı ve acı biber-zeytinyağı konsantreli zeytinyağlarının peroksit değerlerinin ise standart değer in üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durumun zeytinin aromatik bitki ile birlikte sıkılmasıyla elde edilen konsantrenin aromatik bitkideki prooksidan özellikteki maddeleri de içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu nedenle genel olarak çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında doğal aromaların kullanılması tercih edilmektedir.

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi, örneklerin totoks değerlerindeki artış da peroksit değerlerindeki değişimle paralellik göstermektedir. Konsantre acı biberli zeytinyağının totoks değerinin en yüksek olduğu, konsantre kekikli zeytinyağının ise en düşük totoks değerine sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca Duncan testi ile oluşturulan gruplandırmalar (Ek 4-6-8-10), aromatik bitki konsantresi ilavesinin çeşnili zeytinyağlarının totoks değerleri, 270nm deki ve 232 nm deki özgül absorbands ve $\Delta A_{1cm}^{ \%1}$ üzerinde istatistiksel açıdan %95 güven aralığında önemli olduğunu göstermektedir.

Örneklerin 270nm deki ve 232 nm'deki özgül soğurma ve $\Delta A_{1cm}^{ \%1}$ değerlerinin standart değerler arasında değiştiği görülmektedir. Ancak üçüncü parti natürel sızma zeytinyağının başlangıç değerleri yüksek olduğu için, bu yağ kullanılarak hazırlanan konsantre acı biberli zeytinyağının da 270nm ve 232nm özgül soğurma ve $\Delta A_{1cm}^{ \%1}$ değerleri, standart değerlerden daha yüksektir.

Gouveia (2006) tarafından yapılan bir çalışmada; acı biber ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının 232nm ve 270 nm'deki özgül soğurma değerlerinin natürel zeytinyağıyla aynı olduğu görülmüş, ancak acı biberin zeytinyağında prooksidan özellik gösterdiği belirtilmiştir.

Gambacorta vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada da, aromatik bitki konsantreleriyle çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının (acı biber, kekik,

biberiye, sarımsak) peroksit değeri ve 232nm'deki özgül soğurma değerinin azaldığı, serbest yağ asidi içeriğinin ve 270nm'deki özgül soğurma değerinin ise değişmediği saptanmıştır.

Çizelge 4.5 Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber- Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri ve Duncan Testi Grupları *

Çeşnili Zeytinyağı Çeşidi	Serbest Yağ Asidi Miktarı (%)	Peroksit Değeri (meq aktif oksijen/kg yağ)	p-Anisidin Değeri	Totoks Değeri*	UV Işığında Özgül Soğurma Değeri				
					$A_{1cm} \%1$				$\Delta A_{1cm} \%1^*$
					270 nm*	274 nm	266 nm	232 nm*	
NSZ1	0.75	16.9	3.3	37.1 a	0.19 a	0.18	0.20	2.80 a	0.001 a
KKZ	0.78	25.5	3.7	54.7 b	0.25 c	0.25	0.24	3.19 c	0.008 ab
NSZ2	0.73	18.0	3.3	39.3 a	0.21 b	0.21	0.20	2.90 b	0.008 ab
KFZ	0.79	25.0	3.6	53.6 b	0.30 d	0.28	0.28	3.18 c	0.017 b
NSZ3	0.72	29.7	3.0	62.4 c	0.47 e	0.44	0.48	5.60 d	0.013 b
KABZ	0.93	40.6	6.1	87.3 d	0.61 f	0.57	0.62	6.53 e	0.015 b
NSZ	≤ 0.8	20	-	-	≤ 0.25	-	-	-	≤ 0.01

4.3 Natürel ve Çeşnili Zeytinyağlarının İndüksiyon Periyotlarının ile Raf Ömürlerinin Belirlenmesi ve Oksidasyon Kinetiğinin İncelenmesi

Natürel sızma zeytinyağı ile çeşnili zeytinyağlarının indüksiyon periyotları ve raf ömürleri, ransimat cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla en beğenilen konsantrasyonlar kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının dört farklı sıcaklıktaki (100°C, 110°C, 120°C, 130°C) indüksiyon periyotları saptanmıştır. Doğal aroma ile hazırlanan ve piyasadan temin edilen örneklerin 100°C, 110°C, 120°C ve 130°C'deki indüksiyon periyoduna ait grafikler sırasıyla Ek 11-58'de verilmiştir.

Çizelge 4.6'da; kekik, fesleğen, biberiye ve turunç aromaları ile hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının ve bu yağların hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağlarının değişik sıcaklıklarda belirlenen indüksiyon periyotları ile piyasadan hazır olarak temin edilen doğal aromalarla hazırlanmış çeşnili zeytinyağlarının (*kekikli, fesleğenli, biberiyeli, turunçlu ve sarımsaklı*) indüksiyon periyotları görülmektedir.

Çizelge 4.6 Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Çeşnili Zeytinyağlarının İndüksiyon Periyotları

IP (saat)	Örnek kodları	T (°C)			
		100	110	120	130
	NSZ1	22.50	9.46	4.21	1.86
	KAZ	22.54	9.80	4.24	1.89
	<i>KAZT</i>	<i>26.74</i>	<i>11.63</i>	<i>4.80</i>	<i>2.32</i>
	NSZ2	17.12	7.31	3.19	1.41
	FAZ	17.91	7.63	3.42	1.53
	<i>FAZT</i>	<i>19.27</i>	<i>7.89</i>	<i>3.38</i>	<i>1.59</i>
	NSZ2	17.12	7.31	3.19	1.41
	BAZ	19.11	7.82	3.37	1.53
	<i>BAZT</i>	<i>23.77</i>	<i>10.06</i>	<i>4.37</i>	<i>1.93</i>
	NSZ3	11.80	4.75	2.09	1.02
	TAZ	12.12	4.83	2.09	0.97
	<i>TAZT</i>	<i>20.13</i>	<i>8.82</i>	<i>3.26</i>	<i>1.55</i>
	<i>SAZT</i>	<i>19.99</i>	<i>8.48</i>	<i>3.68</i>	<i>1.65</i>

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, doğal aroma maddesi kullanımının natürel sızma zeytinyağının tüm sıcaklıklarda belirlenen indüksiyon periyotlarını yükselttiği görülmektedir. Çizelge 4.6’da verilen 110°C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları kullanılarak hesaplanan indüksiyon periyodundaki % artış değerleri; turunç, kekik, fesleğen ve

biberiye aromalı çeşnili zeytinyağları için sırasıyla %1.68, %3.59, %4.38 ve %6.98 olarak hesaplanmıştır. Özellikle biberiye aroması ilavesinin indüksiyon periyodunda en yüksek düzeyde artış oluşturduğu görülmektedir.

Shahidi ve Nacz (1995), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) yapraklarında rozmarinik asit ve karnozik asit gibi güçlü antioksidanlar bulunduğunu belirtmektedir. Biberiyenin antioksidan etkisinin abietatrien türevi diterpenler, karnozik asit ve karnozol bileşenlerinden kaynaklandığı bilinmektedir. Benzer etkiye sahip diğer bileşikler rozmanol, epirozmanol, izorozmanol, rozmaridifenol, rozmadial ve miltirondur.

Antoun ve Tsimidou (1997) ve Damechki vd. (2001) kekik ile biberiye, Nilüfer vd. (2004) ise kekik kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının oksidatif stabilitelerinin yükseldiğini belirtmektedirler.

Bocco vd. (1998)'nin belirttikleri gibi turunçgil, toplam meyve ağırlığının %50'sini oluşturan kabuk ve çekirdek içeriği ile antioksidan kaynağı olarak görülmektedir. Turunçgil meyvesinin yan ürünlerinden özellikle kabuklarında, yenilebilir kısımdan çok daha yüksek oranda fenolik bileşenler bulunduğu belirtilmektedir.

Sarımsak ekstraktı, hızlandırılmış koşullarda yağların stabilitesi üzerine yüksek antioksidan etkiye sahip olmaktadır (Antoun ve Tsimidou, 1997; Nilüfer vd, 2004; Gambacorta vd., 2006; Igbal ve Bhanger, 2007). Ayaz ve Alpsoy (2007)'unda belirttikleri gibi; *allium*

sativum L. antioksidan özelliğini; kükürt ihtiva eden bileşiklerden uçucu yağlar (allisin, alliin ve ajoene), enzimler (alinaz, peroksidaz ve mirasinaz), karbonhidratlar (sakaroz, glikoz), mineraller (selenyum), hücreleri serbest radikallerin zararından korumaya yardımcı olan sistein, glutamin, izolösin ve metionin gibi aminoasitler, quersetin ve siyanidin gibi biyoflavonoidler, allistatin I ve allistatin II, C, E ve A vitaminleri ile niasin, B1, B2 vitaminleri, beta karoten, bioflavonoidler gibi kimyasal maddeler ile gerçekleştirmektedir.

Piyasadan temin edilen örneklerin indüksiyon periyotlarının genel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6). Bu durumun çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağlarının indüksiyon periyotlarının daha yüksek, ilave edilen doğal aroma maddelerinin konsantrasyonlarının ise daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 110°C sıcaklıktaki indüksiyon periyotlarına göre sıralamanın; kekikli (11.63 s), biberiyeli (10.06 s), turunçlu (8.82 s), sarımsaklı (8.48 s) ve fesleğenli (7.89 s) zeytinyağı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi indüksiyon periyodu, işlem sıcaklığının yükselmesi ile düşmektedir. Hasenhuettl ve Wan (1992) tarafından yapılan bir çalışmada; 20 L/saat gaz akış hızında, 100°C, 110°C, 120°C, 130°C ve 140°C'de zeytinyağının indüksiyon periyotlarının sırasıyla, 20.0; 11.0; 5.5; 3.5; 1.8 saat olduğu belirtilmektedir. Genel olarak analiz sıcaklığındaki her 10°C'lik artışın,

indüksiyon periyodunu %50 oranında düşürdüğü görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Yağ örneklerinin raf ömürlerinin hesaplanmasında kullanılan ekstrapolasyon grafikleri sırasıyla Ek 71-82’de verilmiştir.

Doğal aroma kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının 25°C sıcaklıkta ekstrapolasyonla hesaplanan raf ömürleri (RÖ) ise Çizelge 4.7’de görülmektedir.

Çizelge 4.7 Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı
Çeşnili Zeytinyağlarının Raf Ömürleri

Örnek kodu	RÖ	
	(25°C-yıl)	(25°C-ay)
NSZ1	1.29	16
KAZ	1.29	16
<i>KAZT</i>	<i>1.46</i>	<i>18</i>
NSZ2	1.01	12
FAZ	0.95	11
<i>FAZT</i>	<i>1.14</i>	<i>14</i>
NSZ2	1.01	12
BAZ	1.20	14
<i>BAZT</i>	<i>1.45</i>	<i>17</i>
NSZ3	0.61	7
TAZ	0.75	9
<i>TAZT</i>	<i>1.61</i>	<i>19</i>
<i>SAZT</i>	<i>1.17</i>	<i>14</i>

Tariş Zeytinyağı Kombinasyonu yetkilileri ile yapılan görüşmede yurt içinde natürel sızma ve riviera zeytinyağları için raf ömrünün 30 ay, rafine zeytinyağı için 18 ay, çeşnili zeytinyağları için ise 9 ay olarak uygulandığı belirtilmektedir. Çizelge 4.7 incelendiğinde piyasadan temin edilen çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin 14-19 ay arasında değiştiği görülmektedir. Tarafımızdan hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin ise 9-16 ay arasında değiştiği saptanmıştır. Özellikle çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağının kalitesine bağlı olarak değişmekle beraber, genel olarak doğal aroma kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin 9 aydan daha uzun olduğu görülmektedir.

Antoun ve Tsimidoub (1997) tarafından yapılan çalışmada, kekik ve biberiye çeşnili zeytinyağlarının antioksidan etkileri nedeniyle raf ömürlerinin, sarımsak çeşnili zeytinyağı ve natürel zeytinyağından daha uzun olduğu belirtilmektedir.

Kekik, fesleğen ve acı biber - zeytinyağı konsantresi kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının dört farklı sıcaklıktaki (100°C, 110°C, 120°C, 130°C) indüksiyon periyotları saptanarak sonuçlar Çizelge 4.8’de, indüksiyon periyodu grafikleri ise sırasıyla Ek 59-70’te verilmiştir.

Çizelge 4.8 Kekik, Fesleğen ve Acı Biber Konsantresi
Kullanılarak Hazırlanan Çeşnili Zeytinyağlarının İndüksiyon Periyotları

IP (saat)	Örnek kodu	T (°C)			
		100	110	120	130
	NSZ1	22.50	9.46	4.21	1.86
	KKZ	20.21	8.81	3.90	1.76
	NSZ2	17.12	7.31	3.19	1.41
	KFZ	14.57	6.08	2.53	1.13
	NSZ3	11.80	4.75	2.09	1.02
	KABZ	10.02	3.76	1.67	0.77

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi; aromatik bitki konsantreleriyle hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının dört farklı sıcaklıkta belirlenen indüksiyon periyotlarında genel olarak düşme saptanmıştır. Bu azalmanın, çeşnili zeytinyağlarının hazırlanmasında kullanılan konsantrelerin prooksidatif madde içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Aromatik bitki konsantresi kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının 25°C sıcaklıkta ekstrapolasyonla hesaplanan raf ömürleri (RÖ) ise Çizelge 4.9’da, ekstrapolasyon grafikleri sırasıyla Ek 83-85’te verilmiştir.

Çizelge 4.9 Kekik, Fesleğen ve Acı Biber Konsantresi Kullanılarak Hazırlanan Çeşnili Zeytinyağlarının Raf Ömürleri

Örnek kodu	RÖ	
	(25°C-yıl)	(25°C-ay)
NSZ1	1.29	16
KKZ	1.04	13
NSZ2	1.01	12
KFZ	0.81	10
NSZ3	0.61	7
KABZ	0.66	8

Çizelge 4.9 incelendiğinde; kekik-zeytinyağı, fesleğen-zeytinyağı ve acı biber-zeytinyağı konsantreleri kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin 8-13 ay arasında değiştiği görülmektedir.

5. SONUÇ

Yapılan çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Farklı aromaların değişik konsantrasyonlarda kullanılmasıyla hazırlanan çeşnili zeytinyağı örneklerinin duyuşal olarak değerdendirilmesi sonucunda, en çok beğenilen çeşnili zeytinyağlarının; kekik aroması için %0.05, fesleğen, biberiye ve turunç aromaları için %0.07 oranında doğal aroma kullanılarak hazırlanan zeytinyağları olduğu saptanmıştır.

2. Farklı aromatik bitki-zeytinyağı konsantrelerinin değışik konsantrasyonlarda kullanılmasıyla hazırlanan çeşnili zeytinyağı örneklerinin duyuşal olarak değerdendirilmesi sonucunda, en çok beğenilen çeşnili zeytinyağlarının; kekik-zeytinyağı konsantresi için %20, fesleğen ve acı biber-zeytinyağı konsantresi için %40 oranında konsantre kullanılarak hazırlanan zeytinyağları olduğu belirlenmiştir.

3. Piyasadan temin edilen ve doğal aroma maddeleri kullanılarak hazırlanan ticari çeşnili zeytinyağı örneklerinden en beğenilen çeşninin saptanması amacıyla uygulanan sıralama testi sonucunda beğeni sıralaması; kekik, fesleğen, biberiye, turunç ve sarımsak doğal aromaları kullanılarak hazırlanan zeytinyağları olarak belirlenmiştir.

4. Doğal kekik aroması ve kekik-zeytinyağı konsantresi kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağı örnekleri arasında duyuşal açıdan farklılık olduğu *Eşlenmiş Kıyaslama Testi* uygulanarak belirlenmiştir.

5. Kekik, fesleğen, biberiye ve turunç aromaları ile hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının, bu yağların hazırlanmasında kullanılan natürel sızma zeytinyağlarının, piyasadan temin edilen doğal aromalarla hazırlanmış çeşnili zeytinyağlarının (*kekikli, fesleğenli, biberiyeli, turunçlu ve sarımsaklı*) ve aromatik bitki-zeytinyağı konsantreleri kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının; serbest yağ asidi içerikleri, peroksit değerleri, p-anisidin değerleri, toplam oksidasyon değerleri (totoks) ve UV özgül soğurma değerleri; *TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği*'nde verilen standart değerlerle karşılaştırılarak Duncan Testi uygulanmıştır.

6. Natürel sızma zeytinyağı ile çeşnili zeytinyağlarının indüksiyon periyotları ve raf ömürleri, Metrohm Rancimat model 743 (Metrohm, Switzerland) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Doğal aroma maddesi kullanımının natürel sızma zeytinyağının tüm sıcaklıklarda belirlenen indüksiyon periyotlarını yükselttiği saptanmıştır. Özellikle biberiye aroması ilavesinin indüksiyon periyodunda en yüksek düzeyde artış oluşturduğu belirlenmiştir.

7. Piyasadan temin edilen örneklerin indüksiyon periyotlarının genel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır. 110°C sıcaklıktaki

indüksiyon periyotlarına göre sıralamanın; kekikli, biberiyeli, turunçlu, sarımsaklı ve fesleğenli zeytinyağı olduğu bulgulanmıştır.

8. Yağ örneklerinin raf ömürleri, değişik sıcaklıklarda belirlenen indüksiyon periyodları kullanılarak 25°C sıcaklık için hesaplanmıştır. Doğal aromalar kullanılarak hazırlanan çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin 9-16 ay, aromatik bitki-zeytinyağı konsantresi ile hazırlanan zeytinyağlarının raf ömürlerinin 8-13 ay arasında değiştiği saptanmıştır. Piyasadan temin edilen çeşnili zeytinyağlarının raf ömürlerinin ise 14-19 ay arasında değiştiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akgül,A.**, 1989, Volatile Oil Composition of Sweet Basil (*Ocimumbasilicum* L.) cultivating in Turkey. Food Science eapartment, Faculty of Agriculture, Atatürk University, Erzurum, Turkey. 87-88.
- Akgül,A.**, 1993, Fesleğen Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:15, 79-81.
- Aktan, N. ve Kalkan, H.**, 1999, Sofralık Zeytin Teknolojisi, Ege Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir, 17-23.
- Alloggio, V., Capanio, F. and Leonardis, T.D.**, 1996, Influenza delle tecniche di preparazione della paste di olive sulla qualità dell’olio. Nota I. Profilo quali-quantitavo delle sostanze fenoliche, mediante HPLC, in olio d’oliva vergine della cv Ogliarola Salentina. Riv. Ital. Sost. Grasse., 73; 355-360.
- Altuğ, T. ve Elmacı, Y.**, 2005, Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Meta Basımevi, Bornova-İzmir, 130 s.
- Angerosa, F. and Salinas, M.**, 1990, Influenza della frangitura sulle caratteristiche di qualità dell’olio di oliva . Atti del Seminario Internazionale ‘Olio di oliva e olive da tavola: tecnologia e qualità’. Ed. Ist. Sper. Elaiotecnica, Città S. Angelo; 135-146.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Amirante, P., Clodoveo, M., Dugo, G., Leone, A., Tamborrino A.,** 2006, Advance technology in virgin olive oil production from traditional and de-stoned pastes: Influence of the introduction of a heat exchanger on oil quality, Food Chemistry 98 (2006) 797–805.
- Angerosa, F. and Giacinto, L.D.,** 1995, Caratteristiche di qualità dell'olio di oliva vergine in relazione ai metodi di frangitura. Nota II. Riv. Ital. Sost. Grasse., 72; 1-4.
- Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C. and Vito, R.,** 2001, Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. Food Chem., 72; 19-28.
- Anonymous,** 1973, T.S.E. Yemeklik Zeytinyağı Muayene Metodları, TS-342, Dördüncü Baskı, Ankara.
- Anonymous,** 1979, IUPAC, Standart Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 6.Basım, Pergamon Pres, Great Britain.
- Anonymous,** 1996a, UZK- COI/T.20/Doc.no.4.
- Anonymous,** 1996b, UZK- COI/T.20/Doc.no.6.
- Anonymous,** 1996c, COI/T.20/Doc. no. 13/Rev.1.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Anonymous, 2002, RB Working group raises the quality bar for long chain omega-3 EPA ve DHA products, National Research Council (NRC).

Anonymous, 2003, Türkiye I.Zeytinyağı Ve Sofralık Zeytin Sempozyumu Bildirileri, Tarih Zeytinyağı Üretim Tesisleri, İzmir.

Anonymous, 2004, Besin Mikrobiyolojisi dergisi, Şubat-2004

Anonymous, 2007a, TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, Tebliğ No: 2007/36

Anonymous, 2007b, IOOC-COI/T.20/Doc. No 15/Rev. 2, September, 2007

Anonymous, 2008, Vinolive (Şarap, Zeytin, Zeytinyağı ve Teknolojileri Fuarı) 2008 Sempozyumu Bildirileri, İzmir/Türkiye.

Anonymous, 2009, Tarih Zeytinyağı, Çiğli-İzmir.

Antoun N. and Tsimidoub M., 1997, Gourmet olive oils: stability and consumer acceptability studies, *Food Research International*, 30, 131-13.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Anwar, F., Bhanger, M.I. and Kazi, T.G.,** 2003, Relationship Between Rancimat and Active Oxygen Method Values at Varying Temperatures for Several Oils and Fats, *JAOCs* 80, 151–155.
- Aparico, R., Gutierrez, F., and Morales, J.R.,** 1992, Relationship between flavour descriptors and overall grading of analytical panels for virgin olive oil, *J.Sci.Food Agric.*, 58:555-562.
- Aparico, R. And Morales, M.T.,** 1999, Effect of extraction conditions on sensory quality of virgin olive oil, *JAOCs*, 76:295-300.
- Aparicio, R., Roda, L., Albi, M. and Gutie'rrez F.,** 1999, Effect of Various Compounds on Virgin Olive Oil Stability Measured by Rancimat, *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47, 4150-4155.
- Ayaz, E. ve Alpsoy, H.,** 2007, Sarımsak (*Allium sativum*) ve Geleneksel Tedavide Kullanımı, *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, Cilt 31, Sayı 2, Sayfa(lar) 145-149.
- Baytop, T.,** 1984, Türkiye'de Bitkilerle Tedavi. İ.Ü. Yayın No:3255, Ecz. Fak. Yayın No: 40. İstanbul

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Benavente-Garcia, O., Castillo J., Lorente, J., Ortuno, A., Del Rio, J.A.,** 2000, Antioksidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L.leaves, Food Chem., 68 (4):457-462.
- Berkem, A.R., Baykut S.,** 1980, Fizikokimya, İstanbul Üniv. Yayınları, Sayı:2735, Kimya Fakültesi, No:42, Fatih Yayınevi.
- Bilgin, S., Erdem, M.A. ve Duyar H.E.,** 2006, Pişmiş ve Çiğ Olarak Buzdolabı Sıcaklığında Muhafaza Edilen Kahverengi Karides'in, *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758), Kimyasal Kalite Değişimleri, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der., 18 (2), 171-179.
- Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Florou-Paneri, P.,Christaki, E.and Spais, A. B.,** 2003, Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and atocopheryl acetate supplementation. Food Res. International 36: 207–213.
- Campos, V.M., Salvador, M.D. and Fregapane, G.,** 2007, Comparative Study of Virgin Olive Oil Behavior under Rancimat Accelerated Oxidation Conditions and Long-Term Room Temperature Storage, *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55, 8231–8236.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Candelore MR, Deng L, Tota L, Guan XM, Amend A, Liu Y, Newbold R, Cascieri MA, Weber AE., 1999, Potent and selective human beta(3)-adrenergic receptor antagonists. *J Pharmacol Exp Ther.* 1999; Aug;290(2):649-55.

Carpene C, Galitzky J, Fontana E, Atgie C, Lafontan M, Berlan M., 1999, Selective activation of beta3-adrenoceptors by octopamine: comparative studies in mammalian fat cells. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.* 1999; Apr;359(4):310-21.

Ceballos, C., Moyano, M., Vicario, I., Alba, J. and Heredia, J., 2003, Chromatic Evolution of Virgin Olive Oils Submitted to an Accelerated Oxidation Test, *JAOCS* 80, 257–262.

Charles, C., And Simon, J.E., 1992, A New Geraniol Chemotype of *Ocimum gratissimum* L. *J. Essent. Oil Res.* 4. Pp. 231–234.

Chen X, Liu LY, Deng HW, Fang YX, Ye YW., 1981, The effects of Citrus aurantium and its active ingredient N-methyltyramine on the cardiovascular receptors. *Yao Hsueh Hsueh Pao.* 1981; Apr;16(4):253-9.

Cinquanta, L., Esti, M. and Di Matteo M., 2001, Oxidative Stability of Virgin Olive Oils, *JAOCS*, Vol. 78, no. 12 (2001), p.1197-1202

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Çetin, T. ve Yıldız, G.**, 2004, Esansiyel yağların yem katkı maddesi olarak kullanımı. Yem Magazin, 38: 41-47.
- Çolakoğlu, A., ve Oktar, A.**, 1988, Zeytinyağı Sanayi Tesislerinin taşımaları gereken asgari teknik ve hijyenik şartlar, No: 43, ZAE, Bornova.
- Damechki, M., Sotiropoulou, S. and Tsimidou, M.**, 2001, Antioxidant and pro-oxidant factors in oregano and rosemary gourmet olive oils, Grasas y Aceites, Vol. 52. Fasc. 3-4 (2001), 207-213.
- Desroiser, N.W.**, 1977, Elements of Food Technology, The Avi Publishing Comp. Inc., Westport, Connecticut, 772 p.
- Di Giovacchino, L. and Mascolo, M.**, 1988, Incidenza delle tecniche operative nell'estrazione dell'olio dalle con il sistema continuo. Nota II. Riv. Ital. Sost. Grasse., 65; 283-289.
- Di Giovacchino, L., Costantini, N., Serraiocco, A., Surricchio, G. Basti, C.**, 2001, Natural antioxidants and volatile compounds of virgin olive oils obtained by two or three-phases centrifugal decanters, European Journal of Lipid Science and Technology, 103, 279-285.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Di Giovacchino, L., Sestili, S. and Vincenzo, D.D.,** 2002, Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *Eur. J. Lipid Sci Technol.*, 104; 587-601.
- Evranuz, Ö.,** 1987, Gıda İşleme Ve Muhafazasında Kaliteyi Etkileyen Etmenler ve Son Tüketim Tarihinin Saptanması, *Gıda Sanayii*, 1, 12-16.
- Fontana E, Morin N, Prevot D, Carpenne C.,** 2000, Effects of octopamine on lipolysis, glucose transport and amine oxidation in mammalian fat cells. *Comp Biochem Physiol C Pharmacol Toxicol Endocrinol.* 2000; Jan;125(1):33-44.
- Frankel, E.N.,** 1980, Lipid Oxidation, *Northern Regional Research Center, Agricultural Research*, 19, 1-22.
- Frega, N., Mozzon, M. and Lercker, G.,** 1999, Effects of Free Fatty Acids on Oxidative Stability of Vegetable Oil, *JAOCS* 76, 325–329 (March 1999).
- Galitzky J, Carpenne C, Bousquet-Melou A, Berlan M, Lafontan M.,** 1995, Differential activation of beta 1-, beta 2- and beta 3-adrenoceptors by catecholamines in white and brown adipocytes. *Fundam Clin Pharmacol*, 1995; 9(4):324-31.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Galitzky J, Carpenne C, Lafontan M, Berlan M.**, 1993, Specific stimulation of adipose tissue adrenergic beta 3 receptors by octopamine. *C R Acad Sci III.*, 1993; 316 (5):519-23.
- Gambacorta, G., Faccia, M., Pati, S., Lamacchia, C., Baiano A. and La Notte E.**, 2006, changes in the chemical and sensorial profile of extra virgin olive oils flavored with herbs and spices during storage, *Journal of Food Lipids* 14 (2007) 202–215.
- Gómez S., Campos V., Salvador M., Fregapane G.**, 2004a, Oxidation kinetics in olive oil triacylglycerols under accelerated shelf-life testing (25–75°C), *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 106, 369–375.
- Gómez S., Campos V., Salvador M., Fregapane G.**, 2004b, Evolution of the Oxidation Process in Olive Oil Triacylglycerol Under Accelerated Storage Conditions (40–60°C), *JAOCS* 81, 177–184.
- Gouveia, F., Duarte, C., Costa, M., Bernardo-Gil, M. and Moldão-Martins, M.**, 2006, Oxidative stability of olive oil flavoured by *Capsicum frutescens* supercritical fluid extracts, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 108 (2006) 421–428.
- Gökçe, H.**, 1991, Standard Zeytin Çeşitleri Katalogu, Yayın No 334, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı, Ankara, 107s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Göksu, Ç.,** 2007, Dünya zeytinyağı ticareti, Dünya Gıda Dergisi, Ağustos-2007
- Gutierrez, F., Varona, I., and Albi, M.A.,** 2000, Relation of acidity and sensory quality with sterol content of olive oil from stored fruit, J.Agric.Food Chem., 48:1106-1110.
- Gutiérrez, F., Villafranca, M.J. and Castellano, J.M.,** 2002, Changes in the Main Components and Quality Indices of Virgin Olive Oil During Oxidation, *JAACS* 79, 669–676 (July 2002).
- Gümüskesen, A.,** 1999, Bitkisel Yağ Teknolojisi, İzmir, 182 s.
- Gümüskesen, A. ve Yemişçioğlu F.,** 2004, Bitkisel Yağ Teknolojisi, İzmir, 224 s.
- Gümüskesen, A. ve Yemişçioğlu F.,** 2009, Zeytinyağının Rafinasyonu “Zeytinyağı”, Editörler: **Göğüş, F., Özkaya, M.T., Ötleş S.,** Eflatun Yayınevi, ISBN 978-605-4160-04-4, 274 s. (96-117).
- Hasenhuettl, G.and Wan, P.J.,** 1992, Temperature effects on the determination of oxidative stability with the Metrohm Rancimat, *JAACS*, Vol. 69, no:6.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Hasler, C.M.**, 2000, Plants as medicine: The role of phytochemicals in optimal health. In *Phytochemicals and Phytopharmaceuticals*, edited by F. Shahidi and C.-T. Ho, pp. 1-12. Champaign, Illinois: AOAC Press.
- Hu S, Wang G.**, 1996, Textual studies on shangzhou zhiqiao fructus Aurantii. *Chung Kuo Chung Yao Tsa Chih*. 1996,Mar; 21(3):137-8, 189.
- Iqbal, S. and Bhanger, M.I.**, 2007, Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage, *Food Chemistry*, 100:246-254.
- Kayahan, M.**, 1992, Zeytinyağında Standardizasyon ve Gerekliliği, *Ekonomik ve Teknik Dergi Standart*, 372 s., 87-91.
- Kayahan, M.**, 2003, Yağ Kimyası, Ankara, 220s.
- Kayahan, M. ve Tekin, A.**, 2006, Zeytinyağı Üretim Teknolojisi, Ankara, 199 s.
- Kılıç., O.**, 1986, Sofralık Siyah ve Yeşil Zeytin Üretimi, U.U. Yayınları No: 7-006-0136, Bursa 13s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Kiritsakis, A.K.**, 1991, Extraction of olive oil. In Olive Oil.J. Am. Oil Chem. Soc.; 61- 79.
- Kiritsakis, A. P.**, 1998, Olive Oil from tree to the table. Pub. By Food and Nutrition Pres Inc., Connecticut, 348 p.
- Kiritsakis, A.K.**, 2002, Virgin olive oil compositon and its effect on human health, Inform., 13:237-241.
- Kiritsakis, A., Kanavouras, A. and Kiritsakis, K.**, 2002, Chemical analysis, quality control and packaging issues of olive oil, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104 (2002) 628–638.
- Koch, H.P. and Lawson, L.D.**, 1996, Garlic: The Science and Therapeutic Application of *Allium sativum* L. and related species, 2nd edn, Baltimore: Williams & Wilkins.
- Korkut, A., Kop A. ve Demir P.**, 2007, Balık Yemlerinde Kullanılan Balık Yağı ve Özellikleri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 24 (1-2):195-199.
- Kwolek, W.F. and Bookwalter, G.N.**, 1971, Predicting storage stability from time-temperature data, *Food Technology*, 25 (10), 1025-1031,1037.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Labuza, T.P.**, 1971, Kinetics of Lipid Oxidation in Foods, *CRC Critical Reviews in Food Technology*, 10 (2), 355-594.
- Labuza, T.P. and D.Riboh**, 1982., Theory and Application of Arrhenius Kinetics to the Prediction of Nutrient Losses in Foods, *Food Technology*, 10, 66-74.
- Labuza, T.P.**, 1984, Application of Chemical Kinetics to Deterioration of Foods, *Journal Chemical Education*, 61 (4), 348-358.
- Landron, V.R., Ramos, R.C. and Allen D.D**, 1958, Composition and nutritive value of some Spanish varieties of table olives, III.Packaged pickled green olives, *Grasasysus Derivados*, 30, (+) pp 221-226.
- Langin D, Portillo MP, Saulnier-Blache JS, Lafontan M.**, 1991, Coexistence of three beta-adrenoceptor subtypes in white fat cells of various mammalian species. *Eur J Pharmacol.* 1991 Jul 9;199(3):291-301.
- Läubli, M.W., Bruttel P.A. and Schalch, E.**, 1988, A modern Method of Determining the Oxidative stability of Fats and Oils, *International Food Marketing and Technology*, No:1.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Lawson, L.D.**, 1998, Garlic: A review of its medicinal effects and indicate active compounds. In *Phytomedicines of Europe, Chemistry and Biological Activity*, edited by L.D. Lawson and R. Bauer, pp. 176-209. Washington, DC: American Chemical Society.
- Lawson, L.D. and Bauer, R.**, 1998, *Phytomedicines of Europe, Chemistry and Biological Activity*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Lee, S. D., Chung, S. K., Kim, H. K., Yam, K. L.**, 1991, Nonenzymatic Browning in Dried Red pepper products. *Journal of Food Quality*, 14: 153-163.
- Marotti, M., Piccaglia, R., And Giovannelli, E.**, 1996, Differences in essential oil composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivar related to morphological characteristics. *J. Agric. Food Chem.* **44**, pp. 3926–3929.
- Martins, A.P., Salgueiro, L.R. Vila, R., Tomi, F., Canigueral, S., Casanova, J., Proenca Da Cunda, A., and Adzet, T.**, 1999, Compoition of The Essential Oils of *O. canum* *O. Gratissumun* and *O. minumum*. *Planta Med.* **65**, pp. 187- 189.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Martins, M., Costa, S., Neves, C., Cavaleiro, C., Salgueiro, L., Costa, M.,** 2004, Olive oil flavoured by the essential oils of *Mentha piperita* and *Thymus mastichina* L., *Food Quality and Preference*, 15, 447–452.
- Mateos, R., Uceda, M., Aguilera, M.P., Escuderos, M.E. and Maza, G.,** 2006, Relationship of Rancimat method values at varying temperatures for virgin olive oils, *Eur Food Res Technol* (2006) 223: 246–252.
- Mathaus, B.W.,** 1996, Determination of the oxidative stability of vegetable oils by Rancimat and Conductivity and Chemiluminescence measurements, *JAOCs*, Vol. 73, no:8.
- Miele, M., Pondero, R., Ciarallo, G., And Mazzei, M.,** 2001. Methyl-Eugenol in *Ocimum basilicum* L. cv Genovese Gigante. *J. Agric. Food Chem.* **49** (2001), pp. 517–521.
- Miyazawa M, Okuno Y, Fukuyama M, Nakamura S, Kosaka H.,** 1999, Antimutagenic activity of polymethoxyflavonoids from *Citrus aurantium*. *J Agric Food Chem.* 1999 Dec;47(12):5239-44.
- Motilva, M-J., Morello, J-R., Ramo, T., and Romero, M-P.,** 2003, Effect of freeze injuries in olive oil fruit on virgin olive oil composition, *Food Chem.*, 81:547-553.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Mulinacci, N., Giaccherini, C., Innocenti, M., Romani, A., Vincieri, F., Marotta F. and Mattei A.,** 2005, Analysis of extra virgin olive oils from stoned olives, *J Sci Food Agric*, 85:662–670 (2005).
- Nergiz, C and Engez Y.,** 2000, Food Chemistry, 69 (2000) 55-59.
- Nilüfer, D., Alkan, Ö., Capanoğlu, E. and Boyacıoğlu D.,** 2004, Antioxidant effect of different herbs and garlic in olive oil, Istanbul Technical University, Istanbul-Turkey.
- Ohno, Y.,** 2005, Stability of edible oils containing triacylglycerol and diacylglycerol in the presence of tocopherol and/or vitamin C, *Journal of Oleo Science*, Vol.54, no:4, 241-249.
- Ramirez-Tortosa, M.C., Urbano, G., Lo´pez-Jurado, M., Nestares, T., Gomez, M., Mir, A., Ros, E., Mataix, J. and Gil, A.,** 1999, Extra-Virgin Olive Oil Increases the Resistance of LDL to Oxidation More than Refined Olive Oil in Free-Living Men with Peripheral Vascular Disease, *J. Nutr.* 129: 2177–2183.
- Ranalli, A.,** 1989, Confronto tra frangitore a mertelli e frantoio tradizionale: incidenza sulla qualità dell’olio. *L’Informatore Agrario*, 22; 43-49.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Rial, D.J., and Falque, E.,** 2003, Characteristics of olive oil fruits and extra-virgin olive oils obtained from trees growing in Appellation of Controlled Origin ‘Sierra Magina’, *J.Sci.Food Agric.*, 83:912-919.
- Robbers, J.E. and Tyler, V.E.,** 2000, *Tyler’s Herbs of Choice*, New York: Haworth Herbal Press.
- Rossell, B.,** 1991, How to Measure Oxidative Rancidity in Fats and Fatty Foods, *Lipid Technology*, 3(4), 122-126.
- Salvador, M.D., Aranda, F., Go’mez-Alonso, S. and Fregapane, G.,** 2007, Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability *Food Chemistry* 74 (2001) 267–274.
- Satoh Y, Tashiro S, Satoh M, Fujimoto Y, Xu JY, Ikekawa T.,** 1996, Studies on the bioactive constituents of Aurantii Fructus Immaturus. *Yakugaku Zasshi*. 1996 Mar;116(3):244-50.
- Shahidi, F. and Naczk, M.,** 1995, *Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications*, Lancaster: Technomics.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Sciancalepore, V., Stefano, G. and Piacquadio, P.,** 2000, Effects of the cold percolation system on the quality of virgin olive oil, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 102 (2000) 680–683.
- Singh, P.R.,** 1994, Scientific principles of shelf-life evaluation, 3-26, Shelf Life Evaluation of Foods, C.M.D. Man and A.A.Jones (Eds.), Blackie Academic and Professional, London, 321 p.
- Srivastava, A.K.,** 1980, French Basil and it's Cultivation In India. Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants. 47416, Sitapura Road, Lucknow-226007 India. P.1-15.
- Stefano, G., Piacquadio, P., Servili, M., Giovacchino, L. and Sciancalepore V.,** 1999, Effect of extraction systems on the phenolic composition of virgin olive oils, *Fett/Lipid* 101 (1999), Nr. 9, S. 328–332.
- Stevenson, S.G., Vaisey-Genser, M. and Eskin, N.A.M.,** 1984, Quality Control in the Use of Deep Frying Oils, *JAOCs*, 61(6), 1102-1106.
- Şahin, I., Korukluoğlu, M., Uylaşer, V. Ve Göçmen, D.,** 2000, Diyet zeytini ve zeytin ezmesi Üretimi Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu, 6-9 Haziran 2000, Bursa, 179-184.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Taoukis, P.S., Labuza, T.P.**, 1989, Applicability of time-temperature indicators as shelf life monitors of food products, *Jornal of Food Science*, 54 (4), 783-788.
- Taoukis, P.S., Labuza, T.P. and Saguy, I.S.**, 1997, Kinetics of foods deterioration and shelf-life prediction, 361-402, *Handbook of Food Engineering Practice*, Valentes, K.J., Rotstein, E. and Singh, R.P. (Eds), CRC Press, Baco Raton.
- Tateo, F.**, 1989, The composition of various oils of *Ocimum basilicum* L. J. Agric. Food Chem. **1**, pp. 137–138.
- Tressler, D.K. and Woodroof J.G.**, 1976, Food Products Formulary, The Avi Publishing Comp. Inc., Westport, Connecticut, 276 p.
- Tuck, K.L., hayball, P.J.**, 2002, Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects, *Nutr. Biochem.* 13: 636.
- Tunalıoğlu, R.**, 2002, Zeytinyağı, T.E.A.E-Bakış, Aralık, Ankara.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği**, 1997, Gıda Aroma Maddeleri, 16.11.1997-23172, 3.bölüm.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği**, 2007, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, Tebliğ No: 2007/ 36

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Türker I.**, 1975, Asit Fermentasyonları (Sirke, Turşu, Sofralık Zeytin ve Boza Teknolojileri), A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, 577, Ders Kitabı:194 s. 125-171.
- Uylaşer, V. ve Karaman, B.**, 2005, Zeytin ve Zeytinyağının beslenmedeki Önemi, Dünya Gıda 2005 (2):68-70.
- Ünsal, A.**, 2000, Ölmez Ağacın Peşinde, Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağı, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 281s.
- Velasco, J. and Dobarganes, C.**, 2002, Oxidative stability of virgin olive oil, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104 (2002) 661–676.
- Weisburger, J. H.**, 1998, Evaluation of the Evidence on the Role of Tomato Products in Disease Prevention. Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine, 218: (2), 140-143.
- Werker, E., Putievsky, E., Ravid, U., Dudai, N., And Katzir, I.**, 1993, Glandular Hairs and Essential Oil in Developing Leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). *Ann. Bot.* **71**, pp. 43–50.
- Wilbey, R.A.**, 1997, Estimating Shelf Life, *International Journal of Dairy Technology*, 50 (2), 64-67.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Woodroof, J.G. and Luh, B.S., 1975, Commercial Fruit Processing, The Avi Publishing Comp. Inc., Westport, Connecticut, 710 p.

Yousfi K., Cert R.S. and Garc'ia J.M., 2006, Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation, Eur Food Res Technol (2006) 223: 117–124.

Ek Çizelge 1. Duyusal değerdendirmede sıralama toplamları ($p<0.05$) (Kramer ve Twigg, 1984)

150

	İşlem sayısı veya sıralanan örnek sayısı										
Tekrar Sayısı	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18	5-19	5-21
3	-	-	-	4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28	5-31	5-34
	-	4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25	9-27	10-29
4	-	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36	8-39	9-43
	-	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31	14-34	15-37
5	-	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43	12-48	13-52
	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38	18-42	20-45
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	16-41	14-46	15-51	17-55	18-60
	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45	23-49	25-53

7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58	21-63	22-69
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51	28-56	30-61
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64	25-71	22-77
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57	33-63	36-68
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71	30-78	32-85
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-40	26-46	29-52	32-58	35-64	38-70	41-76
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-25	27-63	30-70	32-78	35-85	37-93
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	34-56	37-63	40-70	44-76	47-83
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85	39-93	42-101
	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-69	45-76	49-83	53-90
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91	44-100	47-109
	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67	45-75	50-82	54-90	58-98
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98	49-107	52-117
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-89	59-97	64-105

14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104	54-114	57-125
	18-24	23-35	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	59-95	65-103	70-112
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111	58-122	63-132
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	53-82	59-91	64-101	70-110	75-120
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117	63-129	68-140
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	62-98	69-107	75-117	81-127
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100	58-112	63-124	68-136	73-148
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113	81-123	87-134
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	52-92	57-105	61-118	68-130	73-143	79-155
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-108	79-119	86-130	93-141
19	24-33	30-46	37-58	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136	78-150	84-163
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125	91-137	99-148
20	26-34	32-49	39-61	45-95	52-88	58-102	65-115	71-129	77-143	83-157	90-170
	26-34	34-46	42-58	50-70	57-83	65-95	73-107	81-119	89-131	97-143	105-155

Ek Çizelge 2. Eşlenmiş kıyaslama testinde farklılığı belirlemek için gerekli yanıt sayıları (TS-4920, 1986)

Cevap sayısı	Önemlilik derecelerine göre en az pozitif cevap sayıları		
	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$	$\alpha \leq 0.001$
7	7	7	-
8	7	8	-
9	8	9	-
10	9	10	10
11	9	10	11
12	10	11	12
13	10	12	13
14	11	12	13
15	12	13	14
16	12	14	15
17	13	14	16
18	13	15	16
19	14	15	17
20	15	16	18
21	15	17	18
22	16	17	19
23	16	18	20
24	17	19	20
25	18	19	21
26	18	20	22
27	19	20	22
28	19	21	23
29	20	22	24
30	20	22	24
31	21	23	25

32	22	24	26
33	22	24	26
34	23	25	27
35	23	25	27
36	24	26	28
37	24	27	29
38	25	27	29
39	26	28	30
40	26	28	31
41	27	29	31
42	27	29	32
43	28	30	32
44	28	31	33
45	29	31	34
46	30	32	34
47	30	32	35
48	31	33	36
49	31	34	36
50	32	34	37
60	37	40	43
73	43	46	49
80	48	51	55
90	54	57	61
100	59	63	66

Ek Çizelge 3. Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının Totoks Değerleri için Duncan Testi Grupları*

TOTOKS

	Zeytinyağı Çeşidi	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7	1
Duncan^{a,b}	KAZ	3	36,4700						
	NSZ1	3	37,1433						
	NSZ2	3		39,2800					
	BAZ	3		40,1900	40,1900				
	FAZ	3			41,1800				
	SAZT	3				43,4385			
	KAZT	3				43,7230			
	BAZT	3					55,2205		
	FAZT	3						56,5193	
	TAZT	3							61,0690
	TAZ	3							61,1138
	NSZ3	3							62,3528
	Sig.		,288	,155	,123	,650	1,000	1,000	,060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,575. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000. b Alpha = ,05.

Ek Çizelge 4. Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının Totoks Değerleri için Duncan Testi Grupları*

156

TOTOKS

	Zeytinyağı Çeşidi	N	Subset			
		1	2	3	4	1
Duncan^{a,b}	NSZ1	3	37,1433			
	NSZ2	3	39,2800			
	KFZ	3		53,6000		
	KKZ	3		54,7433		
	NSZ3	3			62,3528	
	KABZ	3				87,2621
	Sig.		,183	,464	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3,427.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b Alpha = ,05.

Ek Çizelge 5. Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının 270nm Özgöl Soğurma Değerleri için Duncan Testi Grupları *

K270nm

Duncan ^{a,b}	Zeytinyağı Çeşidi	N	Subset										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	NSZ1	3	,1919	,2097	,2396	,2444	,2839	,3527	,3627	,4079	,4577 ,4589	,4736	,4923
	NSZ2	3											
	KAZ	3											
	BAZ	3											
	FAZ	3											
	SAZT	3											
	KAZT	3											
	TAZT	3											
	BAZT	3											
	TAZ	3											
	NSZ3	3											
FAZT	3												
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	,109	1,000	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 7,35E-007. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000. b Alpha = ,05.

Ek Çizelge 6. Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının 270nm Özgöl Soğurma Değerleri için Duncan Testi Grupları *

K270nm

Duncan^{a,b}	Zeytinyağı Çeşidi	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6	1
	NSZ1	3	,1919					
	NSZ2	3		,2097				
	KKZ	3			,2537			
	KFZ	3				,2951		
	NSZ3	3					,4736	
	KABZ	3						,6094
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4,13E-005.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b Alpha = ,05.

Ek Çizelge 7. Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının 232nm Özgöl Soğurma Değerleri için Duncan Testi Grupları*

K232nm

Zeytinyağı Çeşidi	N	Subset												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
Duncan ^{a,b}	BAZ	3	2,4130											
	KAZ	3		2,6405										
	FAZ	3			2,7050									
	NSZ1	3				2,7966								
	NSZ2	3					2,9000							
	KAZT	3						4,0497						
	SAZT	3							4,1927					
	FAZT	3								4,9861				
	TAZ	3									5,0601			
	TAZT	3										5,5212		
	NSZ3	3											5,5969	
	BAZT	3												5,6788
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,000.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000. b Alpha = ,05.

Ek Çizelge 8. Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının 232nm Özgöl Soğurma Değerleri için Duncan Testi Grupları*

51

K232nm

Zeytinyağı Çeşidi		N	Subset			
		1	2	3	4	5
Duncan^{a,b}	NSZ1	3	2,7966			
	NSZ2	3		2,9000		
	KFZ	3			3,1800	
	KKZ	3			3,1921	
	NSZ3	3				5,5969
	KABZ	3				6,5279
	Sig.		1,000	1,000	,742	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,002.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b Alpha = ,05.

Ek Çizelge 9. Kekik, Fesleğen, Biberiye, Turunç ve Sarımsak Aromalı Zeytinyağlarının ΔE Değerleri için Duncan Testi Grupları*

ΔE

Zeytinyağı Çeşidi		N	Subset					
		1	2	3	4	5	6	7
Duncan^{a,b}	NSZ1	3	,0010					
	KAZT	3	,0020	,0020				
	KAZ	3		,0036				
	FAZT	3		,0036				
	TAZT	3			,0079			
	NSZ2	3			,0081			
	SAZT	3			,0083			
	BAZT	3				,0107		
	FAZ	3				,0111	,0111	
	NSZ3	3					,0129	,0129
	TAZ	3						,0136
	BAZ	3						
	Sig.		,249	,111	,673	,693	,059	,442
								,0208
								1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1,26E-006.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000. b Alpha = ,05.

Ek Çizelge 10. Kekik-Zeytinyağı, Fesleğen-Zeytinyağı ve Acı Biber-Zeytinyağı Konsantreli Zeytinyağlarının ΔE Değerleri için Duncan Testi Grupları *

		ΔE		
Zeytinyağı Çeşidi		N	Subset	
		1	2	1
Duncan^{a,b}	NSZ1	3	,0010	
	NSZ2	3	,0081	,0081
	KKZ	3	,0084	,0084
	NSZ3	3		,0129
	KABZ	3		,0147
	KFZ	3		,0172
	Sig.			
			,178	,118

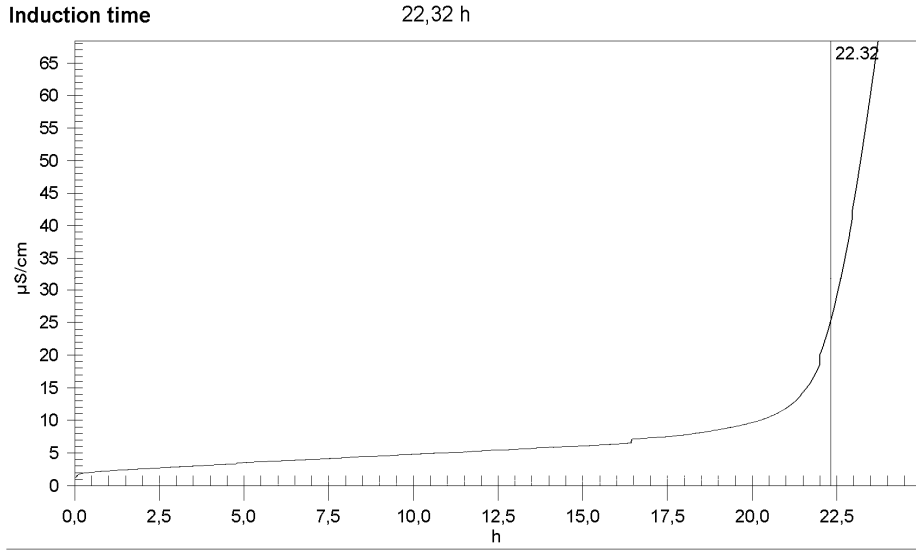
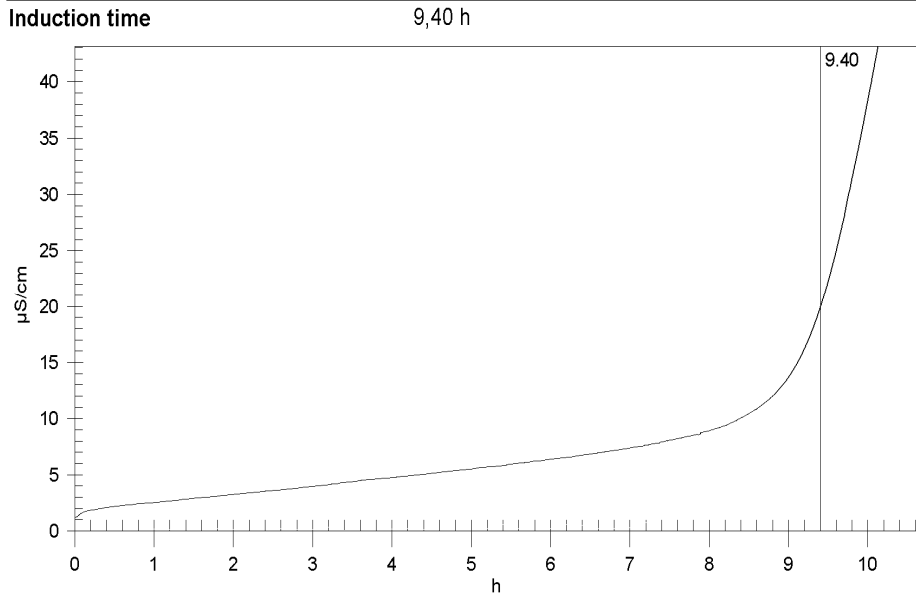
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

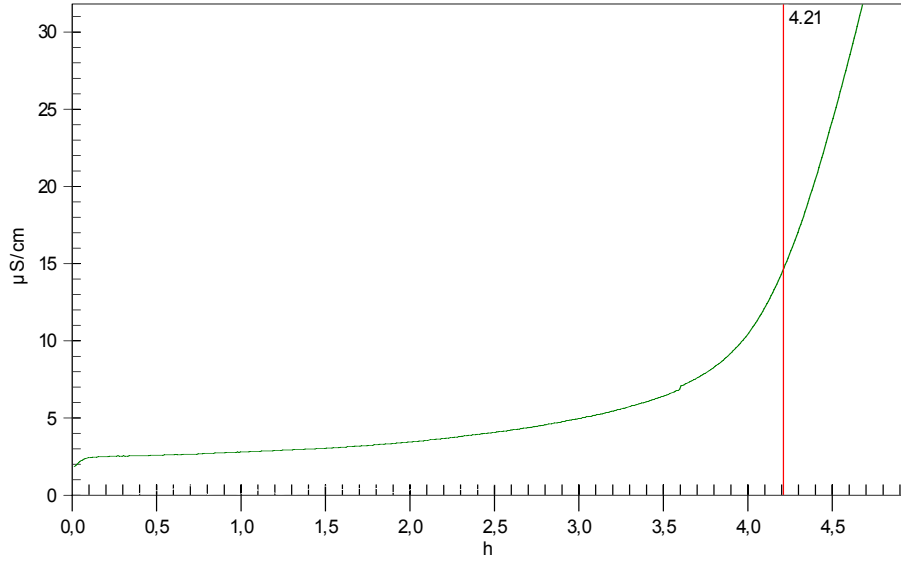
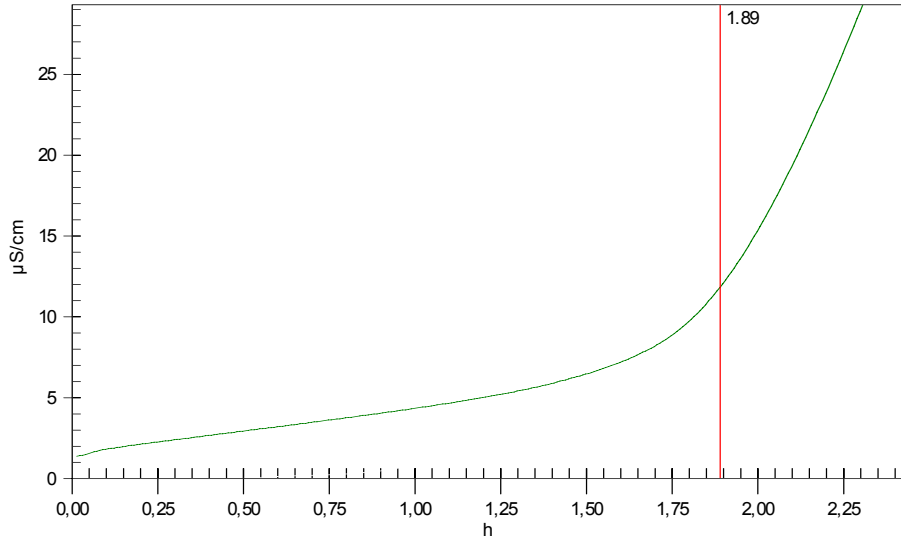
Based on Type III Sum of Squares

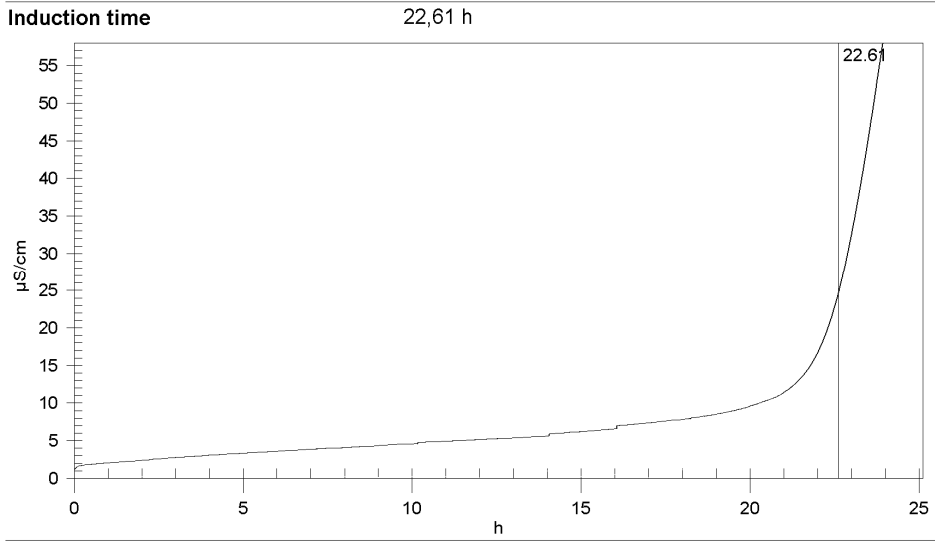
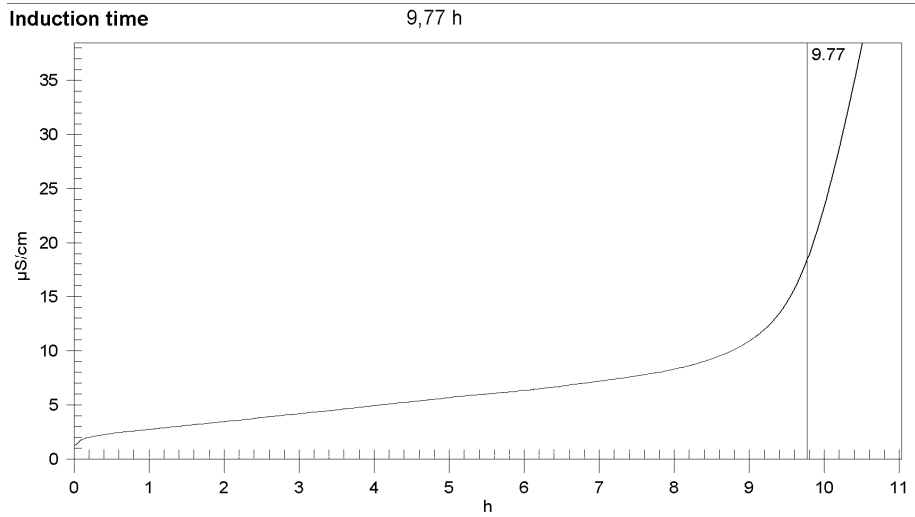
The error term is Mean Square(Error) = 3,66E-005.

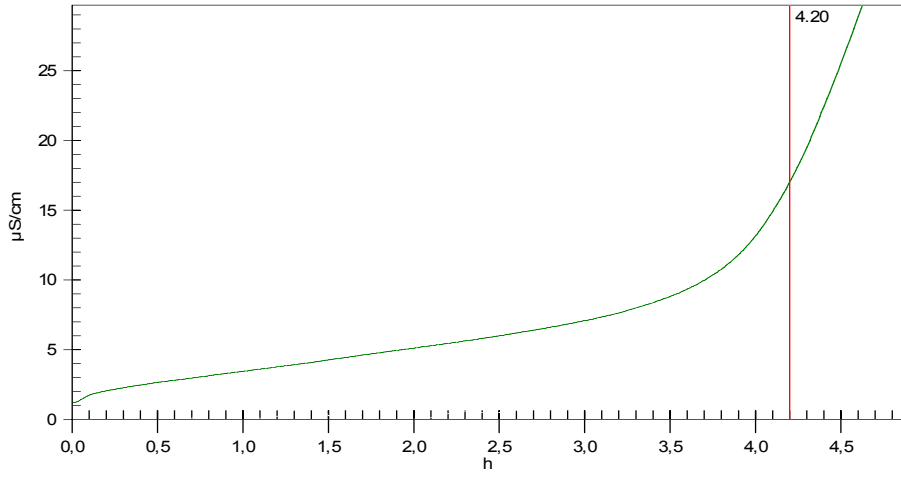
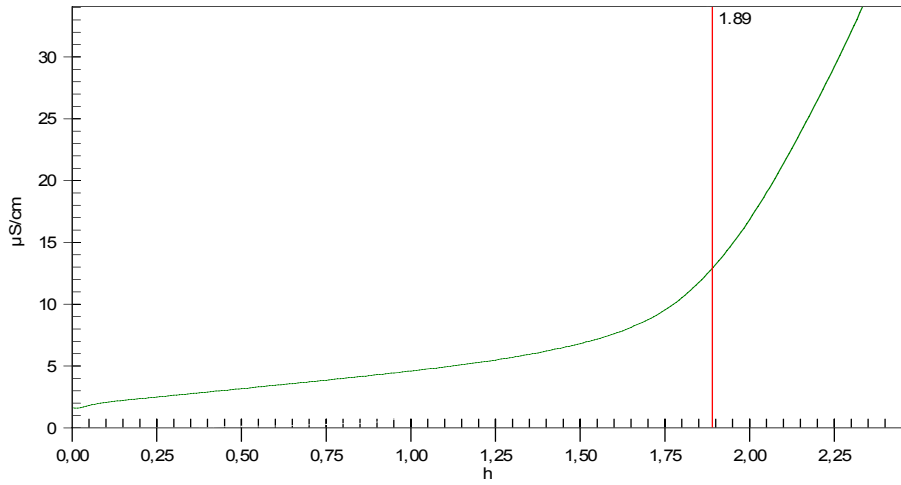
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

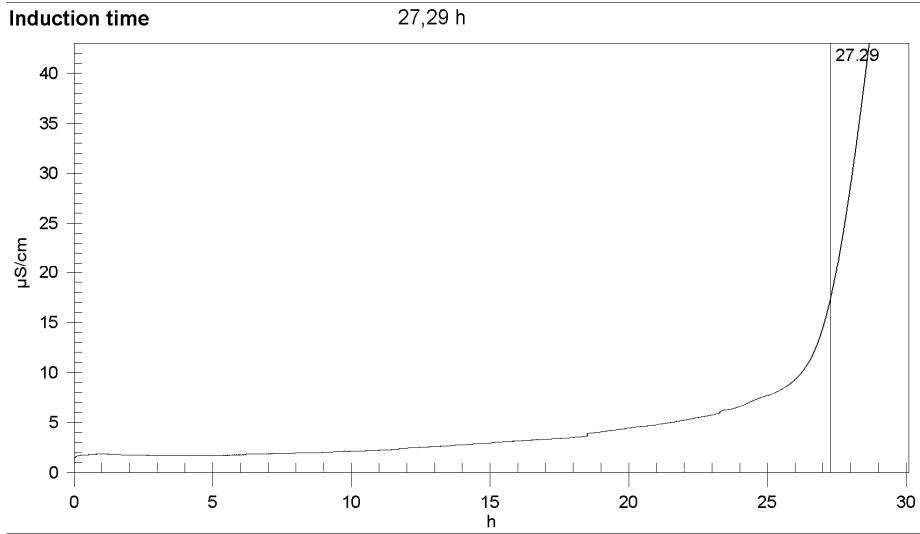
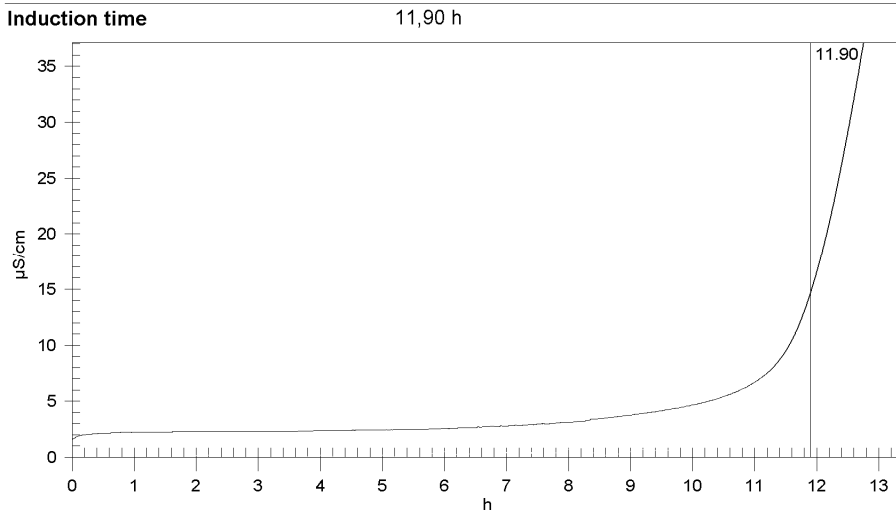
b Alpha = ,05.

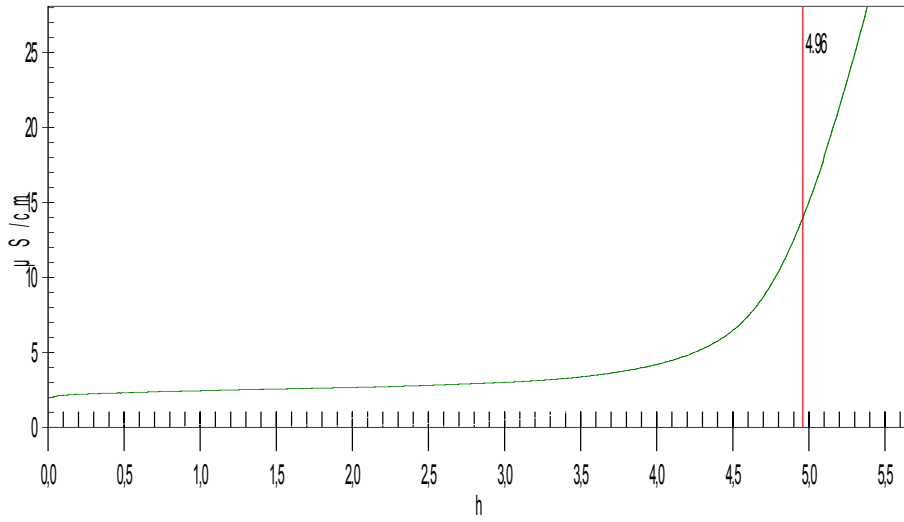
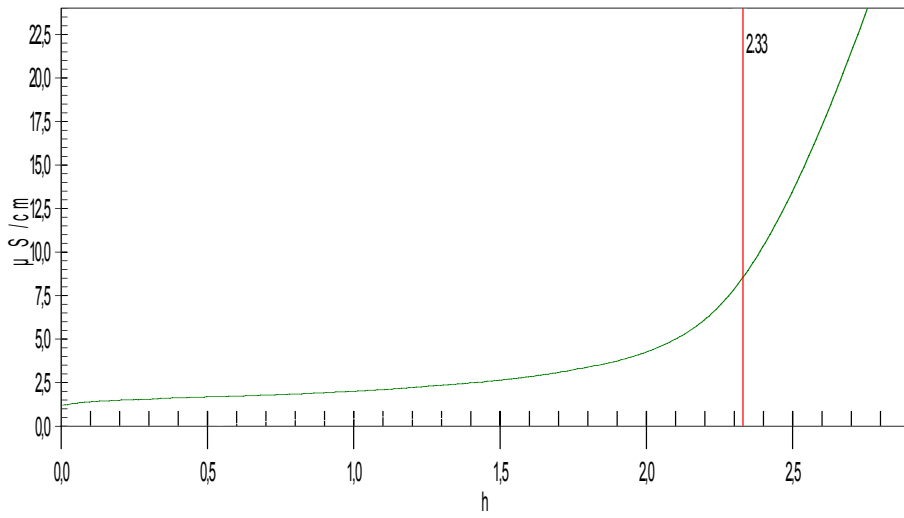
Ek Çizelge 11. NSZ1'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 12. NSZ1'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

Ek Çizelge 13. NSZ1'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 14.** NSZ1'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

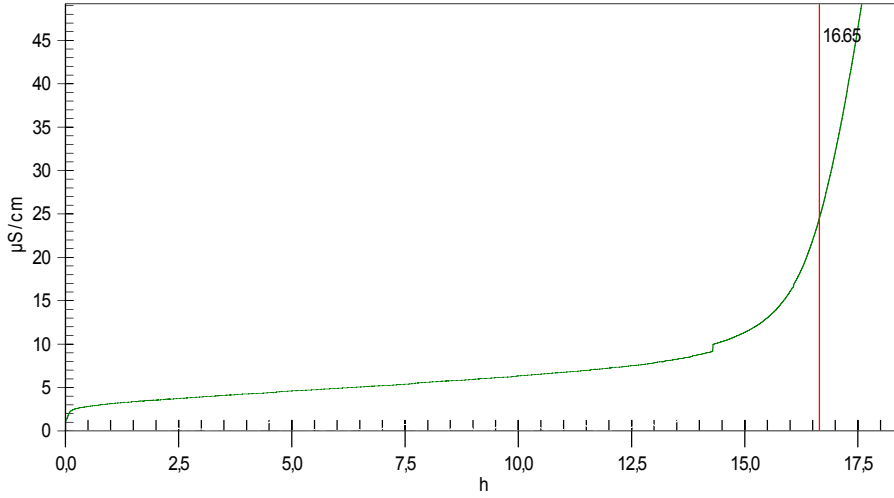
Ek Çizelge 15. KAZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 16. KAZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

Ek Çizelge 17. KAZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 18. KAZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

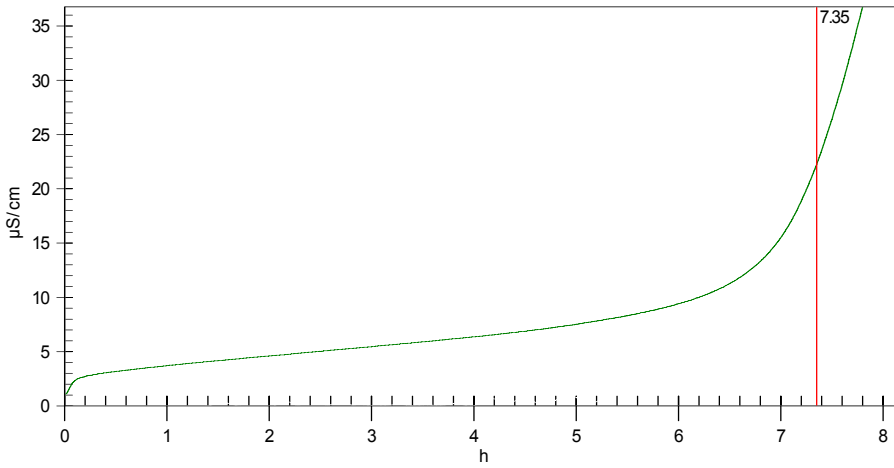
Ek Çizelge 19. KAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 20. KAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

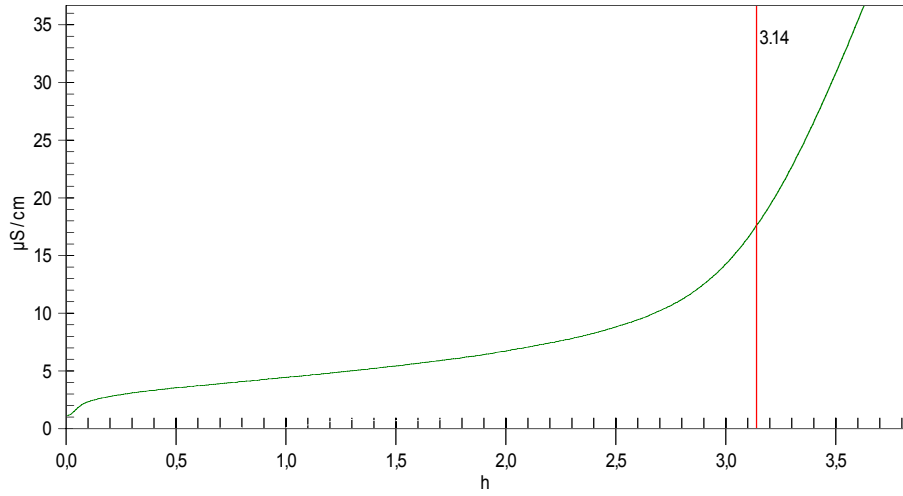
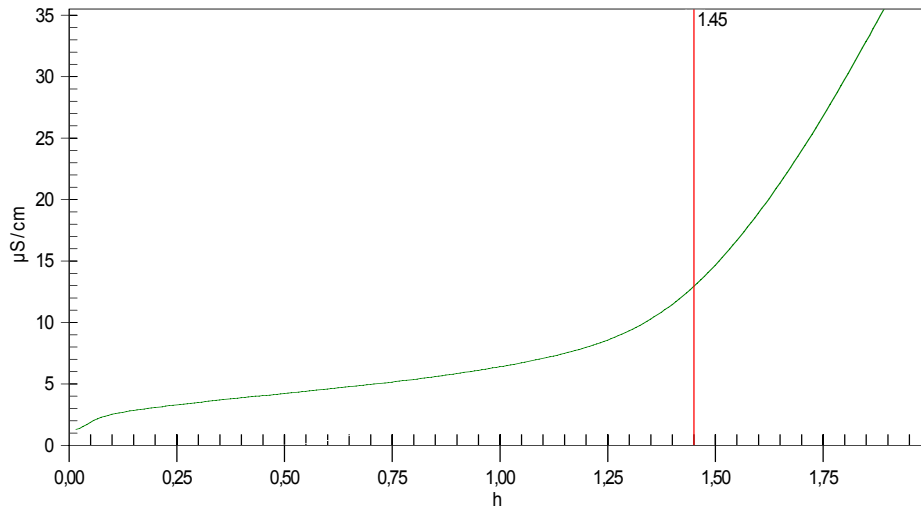
Ek Çizelge 21. KAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 22.** KAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

Ek Çizelge 23. NSZ2'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

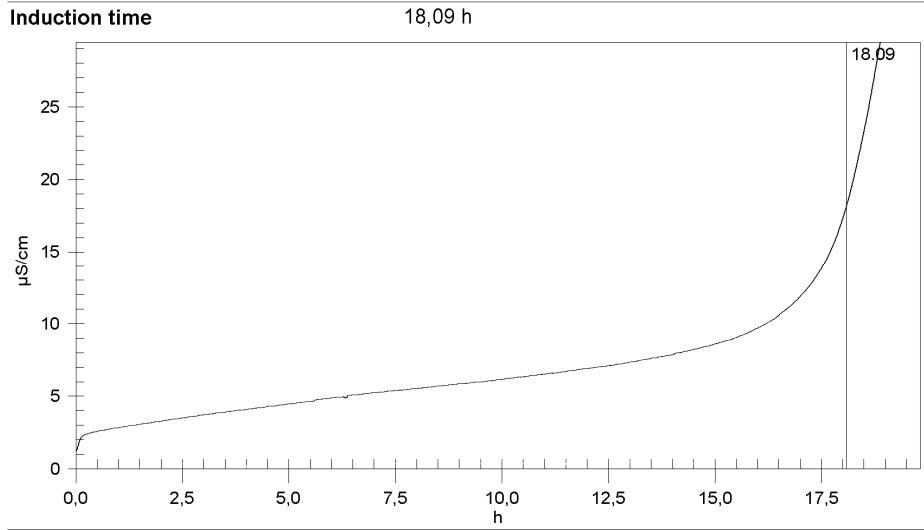


Ek Çizelge 24. NSZ2'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

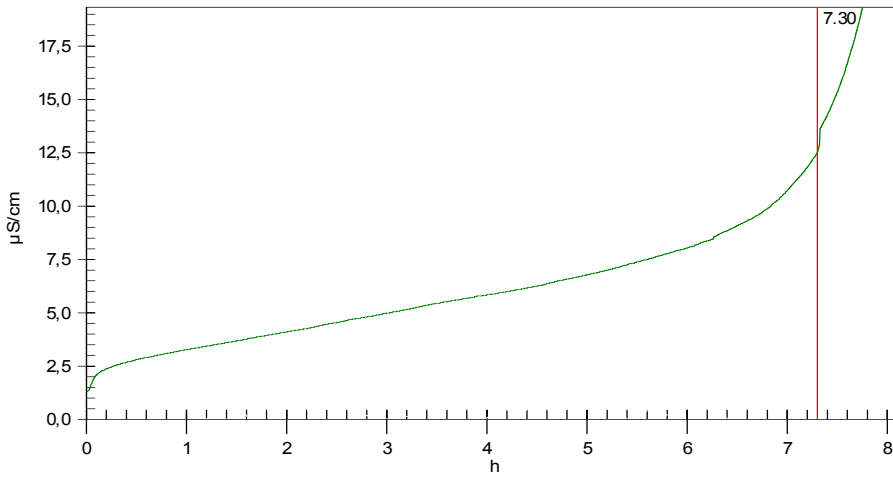


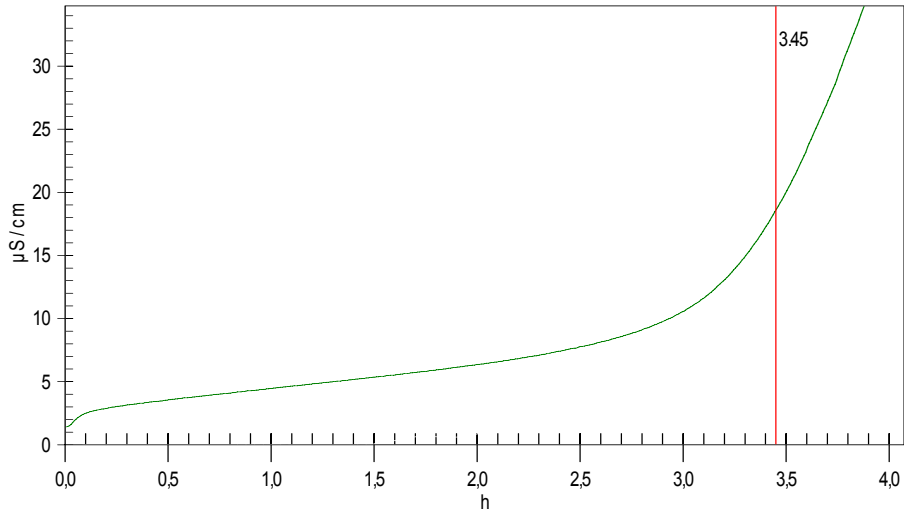
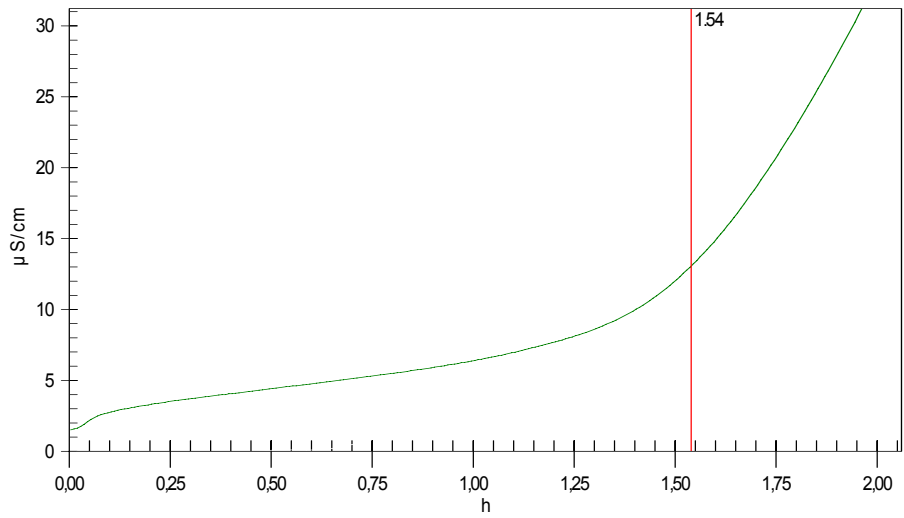
Ek Çizelge 25. NSZ2'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 26.** NSZ2'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

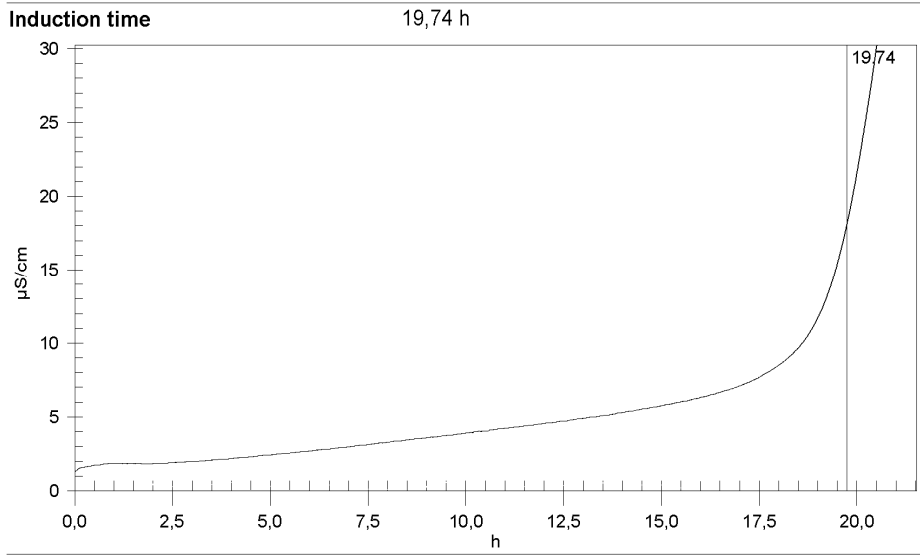
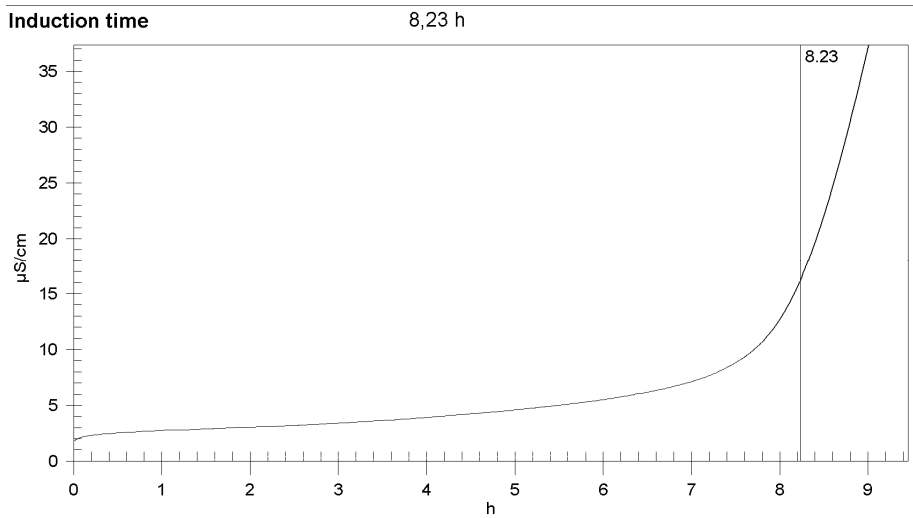
Ek Çizelge 27. FAZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

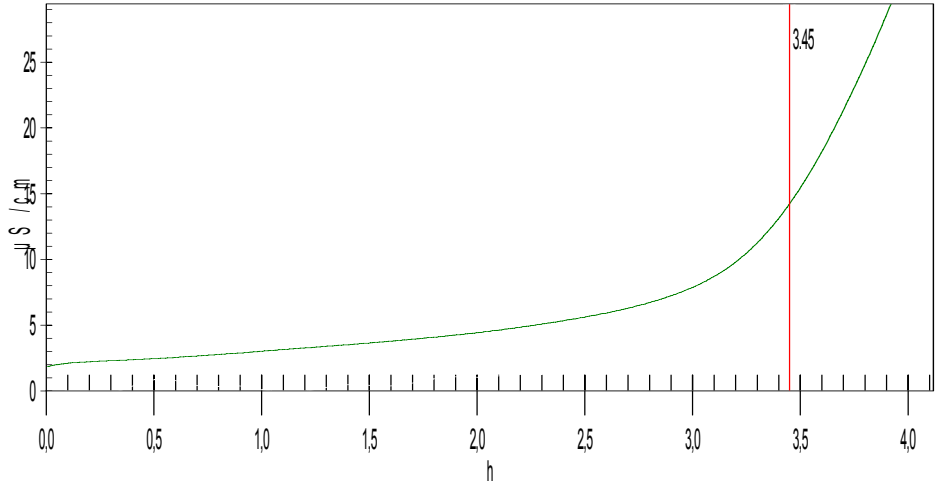
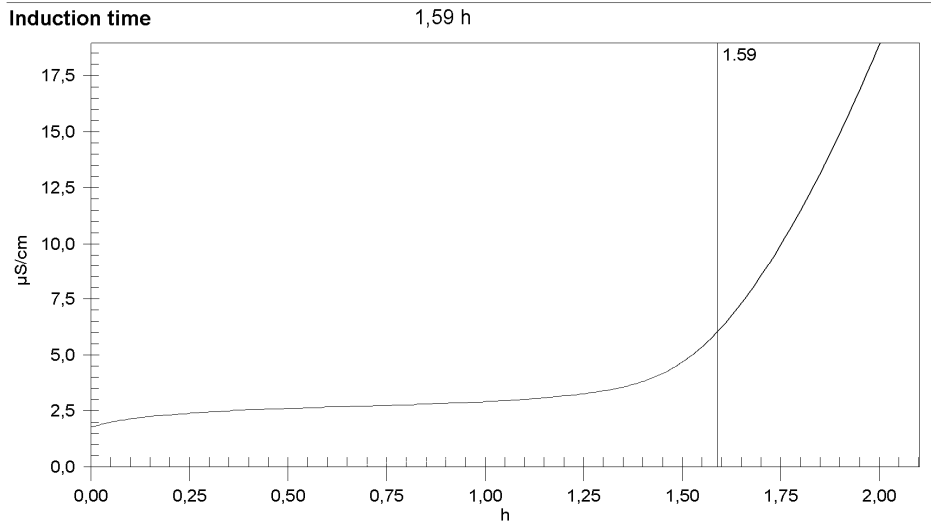


Ek Çizelge 28. FAZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

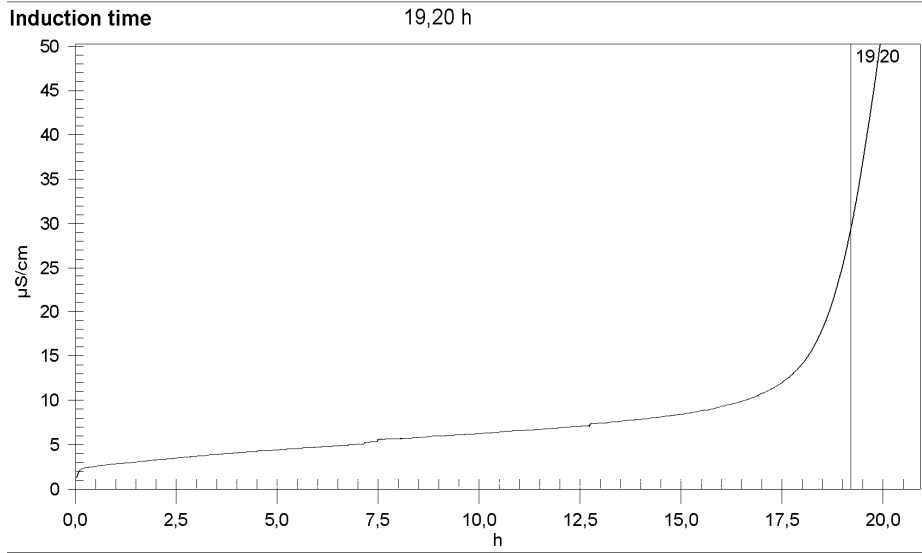


Ek Çizelge 29. FAZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 30.** FAZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

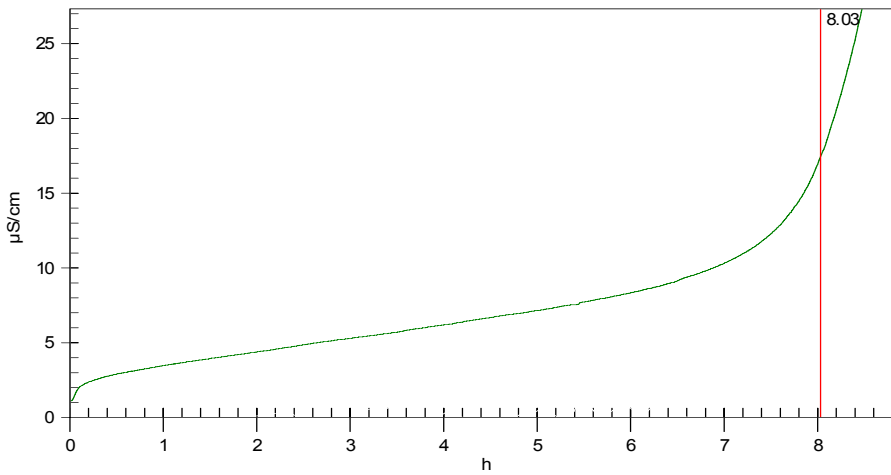
Ek Çizelge 31. FAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 32. FAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

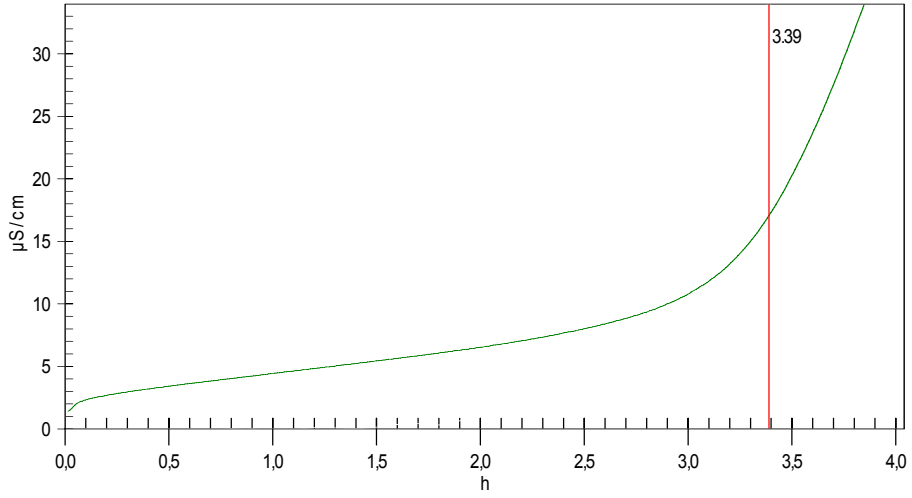
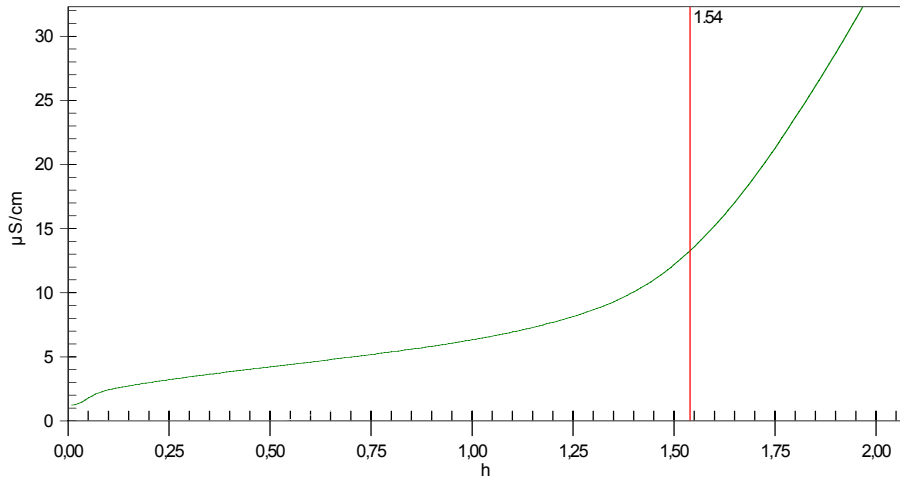
Ek Çizelge 33. FAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 34.** FAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

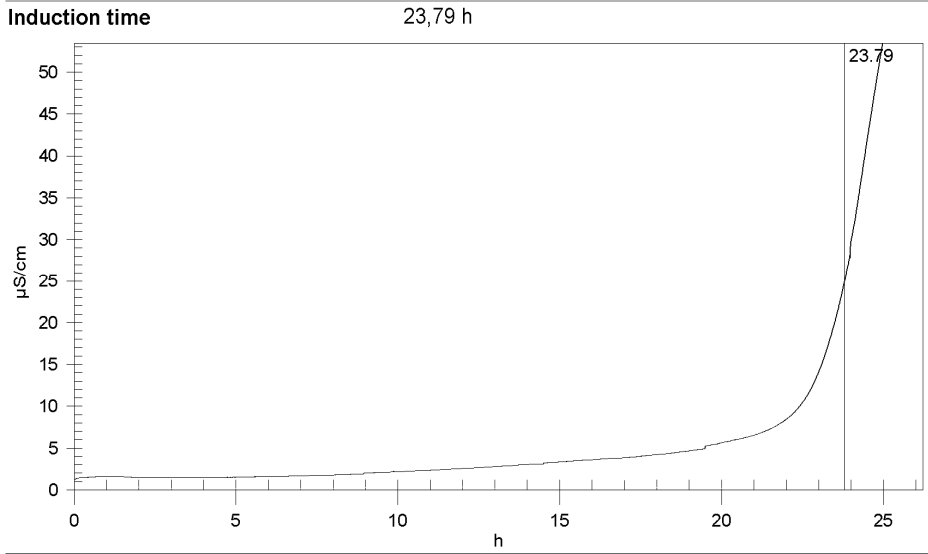
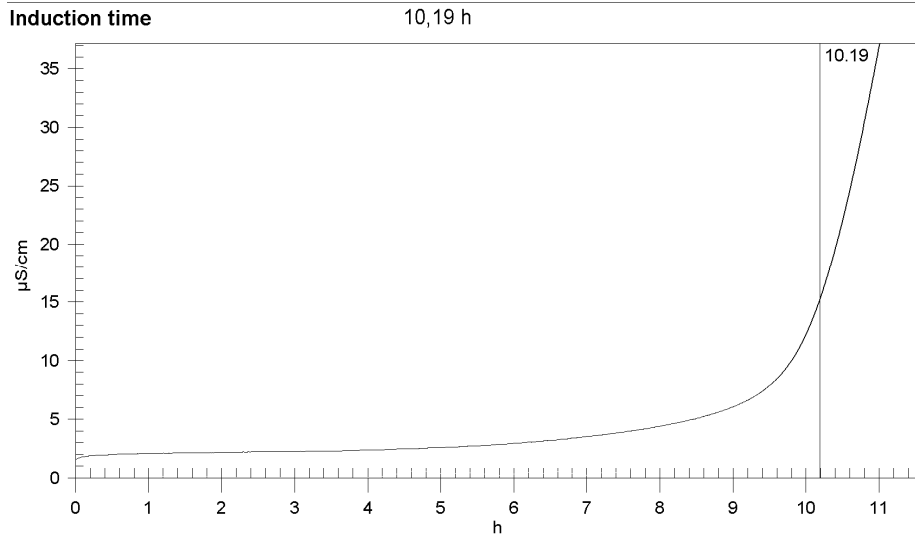
Ek Çizelge 35. BAZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

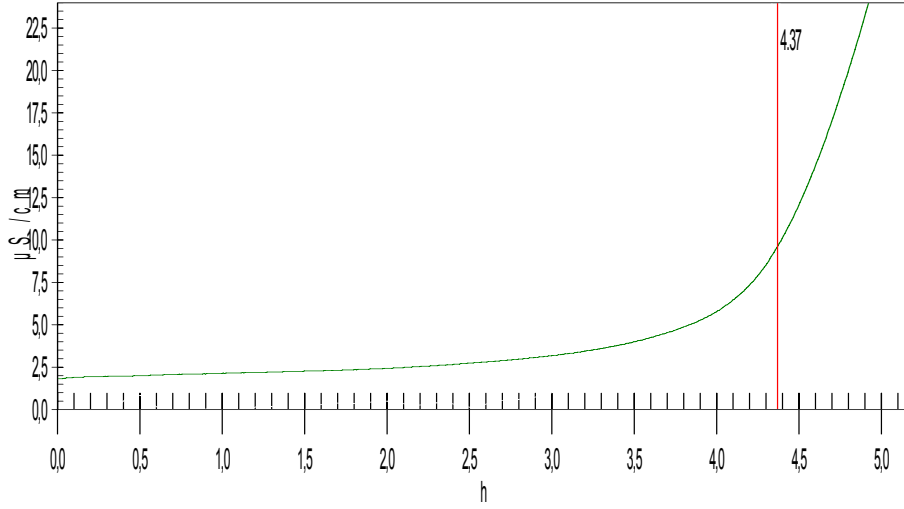
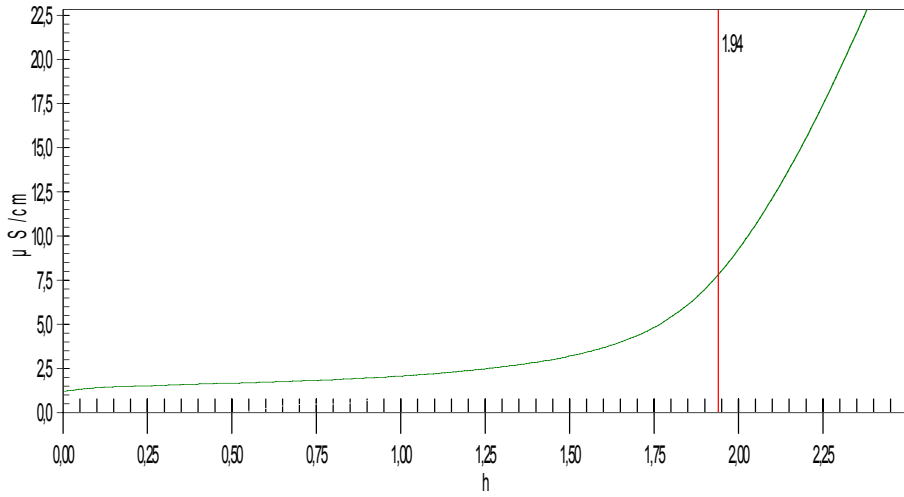


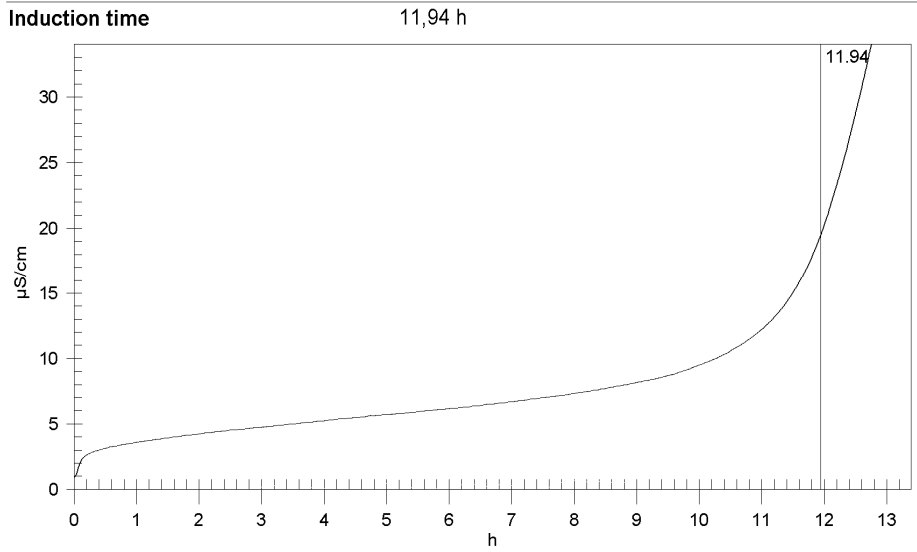
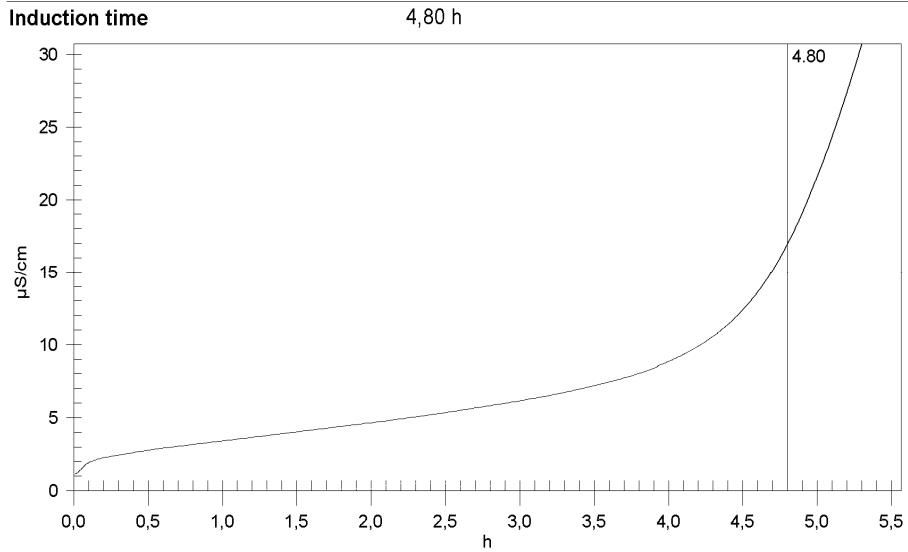
Ek Çizelge 36. BAZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

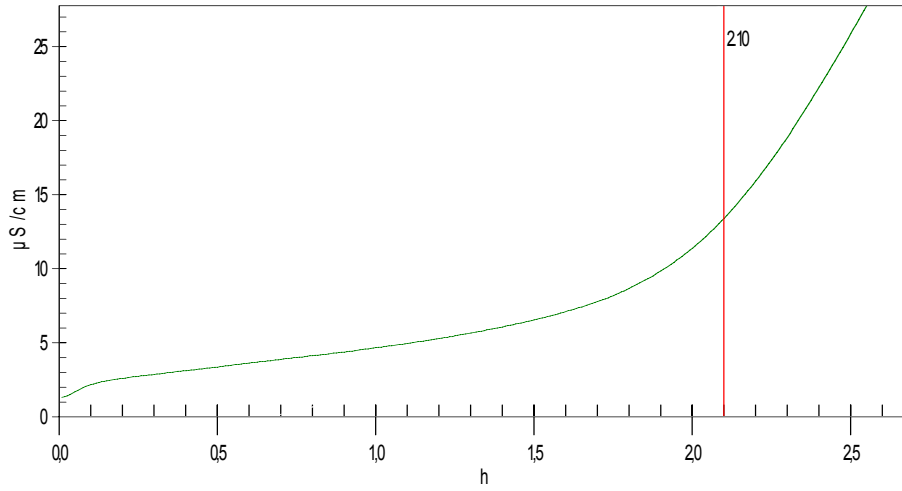
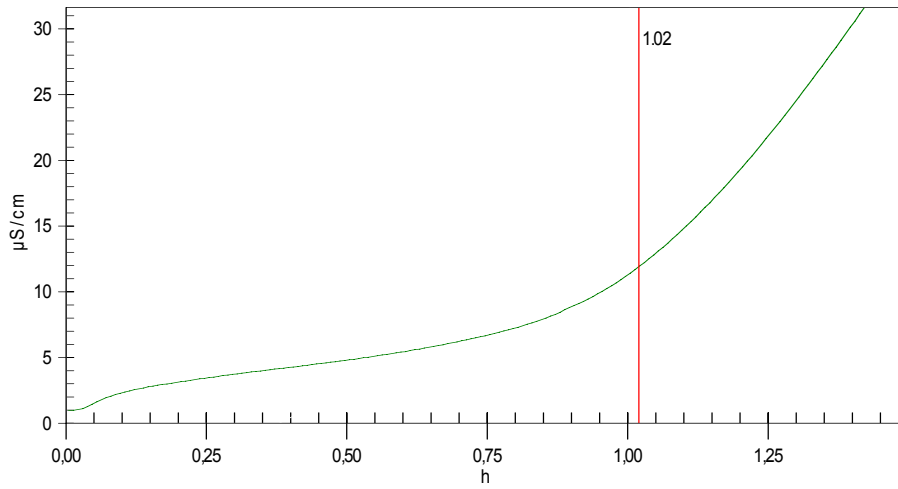


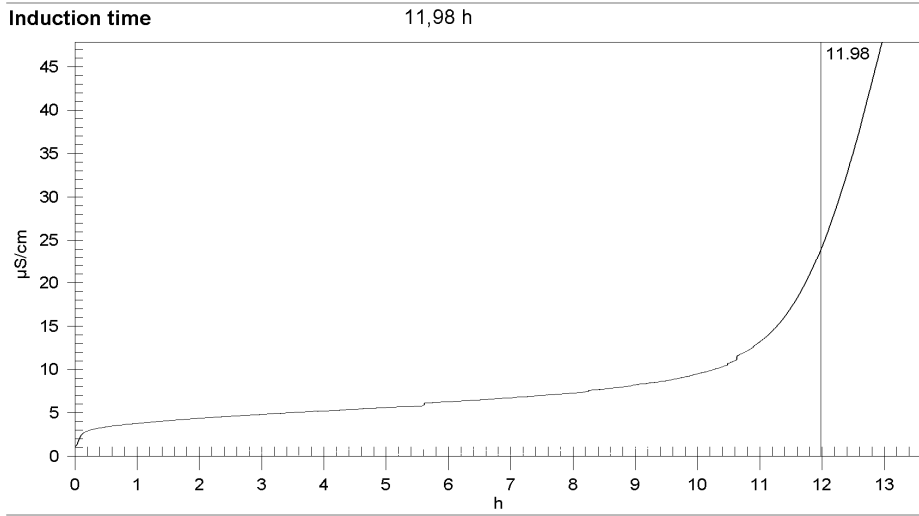
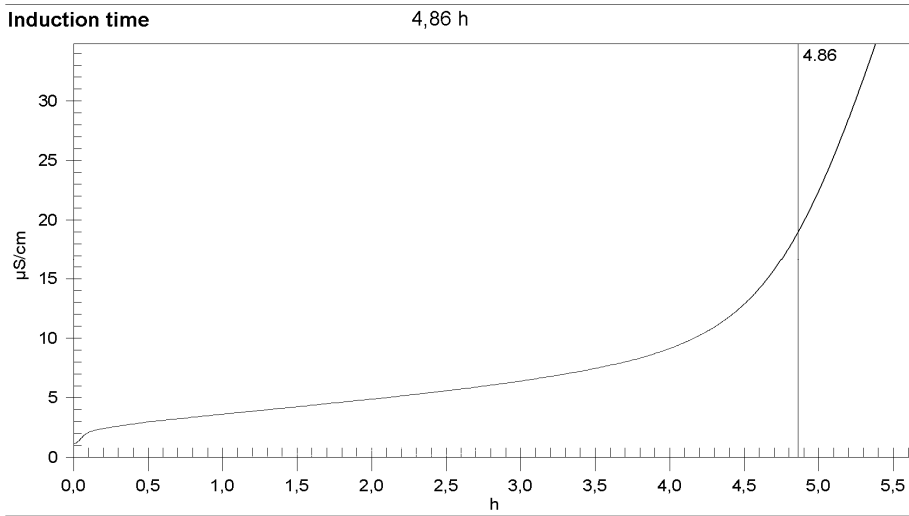
Ek Çizelge 37. BAZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 38.** BAZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

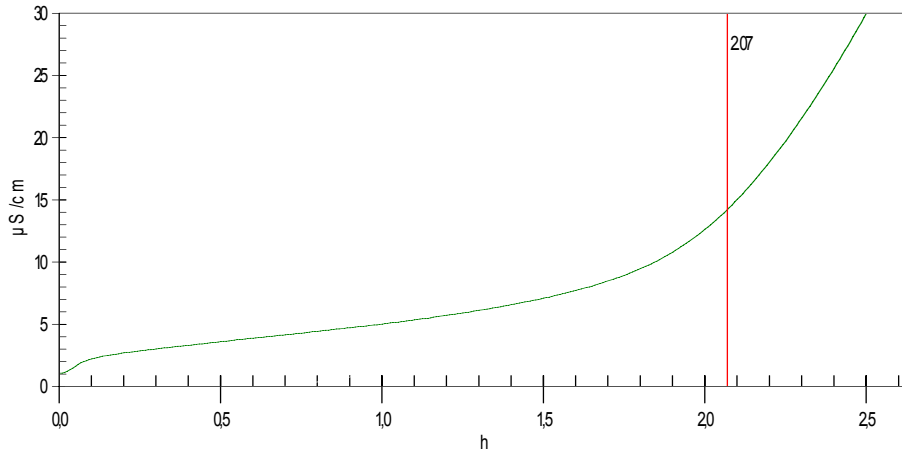
Ek Çizelge 39. BAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 40. BAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

Ek Çizelge 41. BAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 42.** BAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

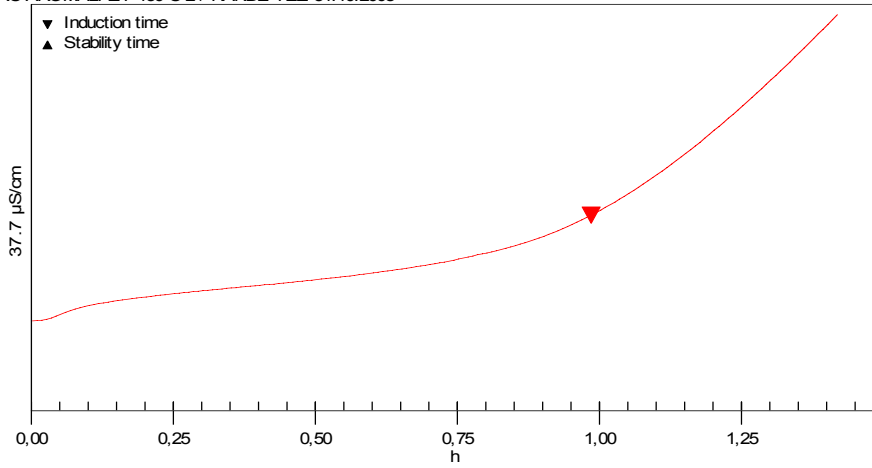
Ek Çizelge 43. NSZ3'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 44.** NSZ3'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

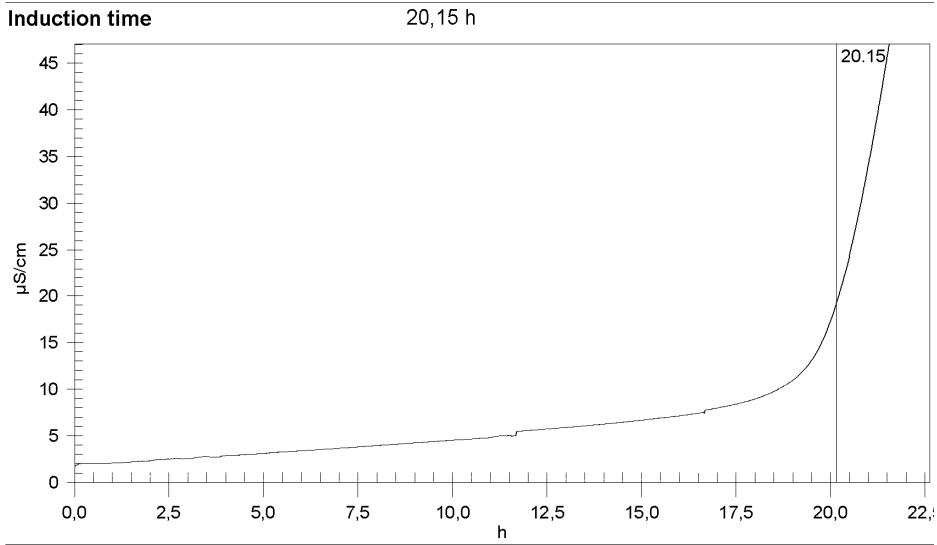
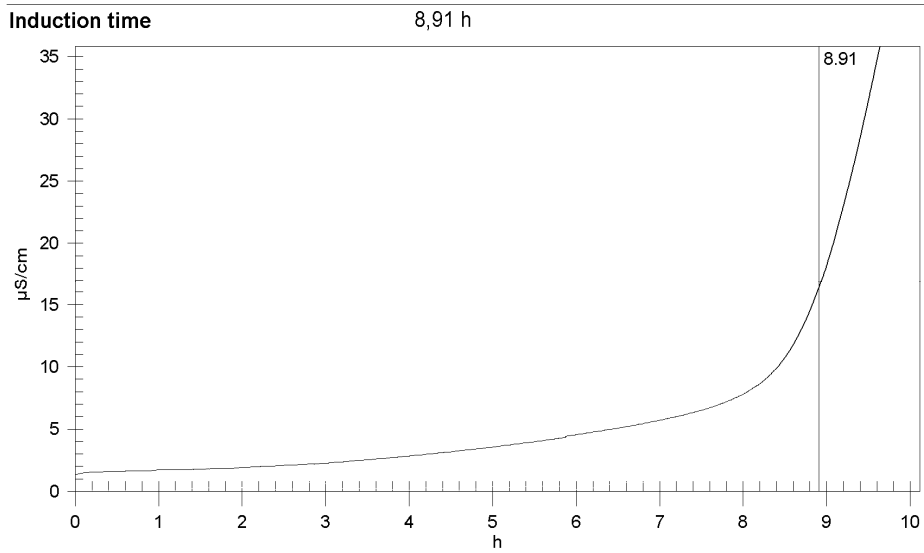
Ek Çizelge 45. NSZ3'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 46.** NSZ3'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

Ek Çizelge 47. TAZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 48.** TAZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

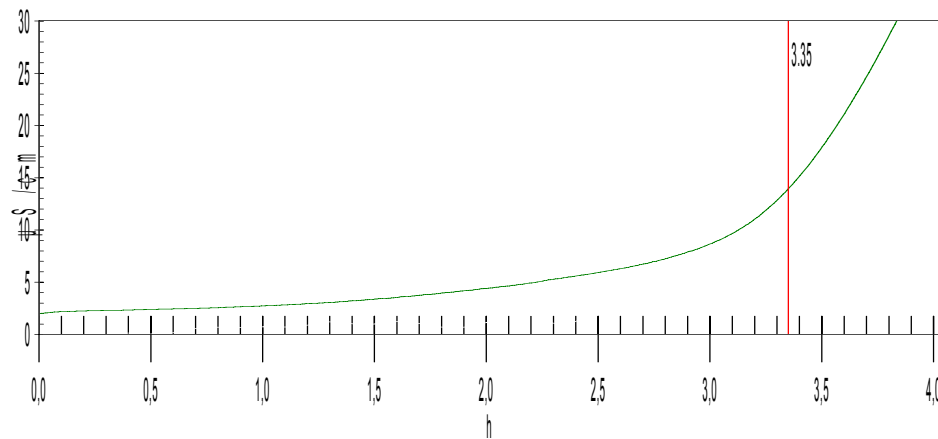
Ek Çizelge 49. TAZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 50.** TAZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

VC AROMALI ZY 130 C 2 / HANDE TEZ 31.10.2008

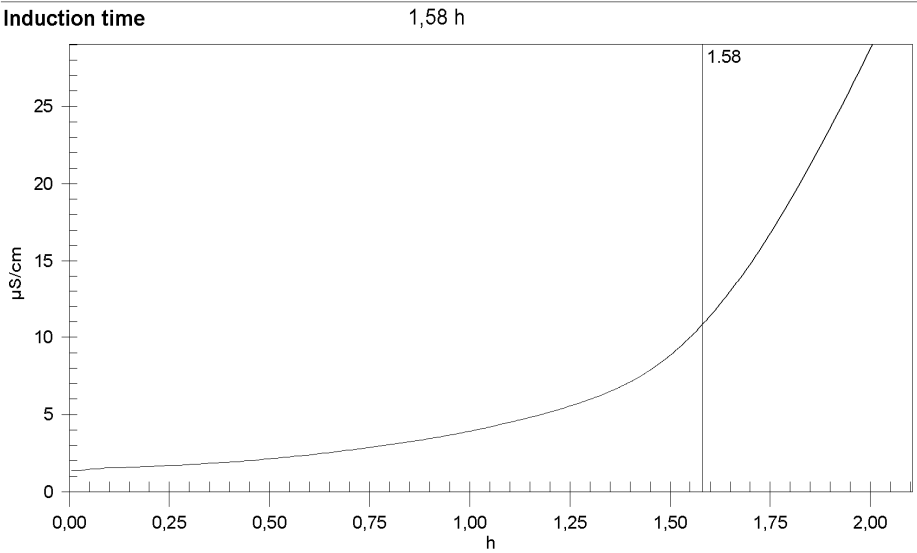


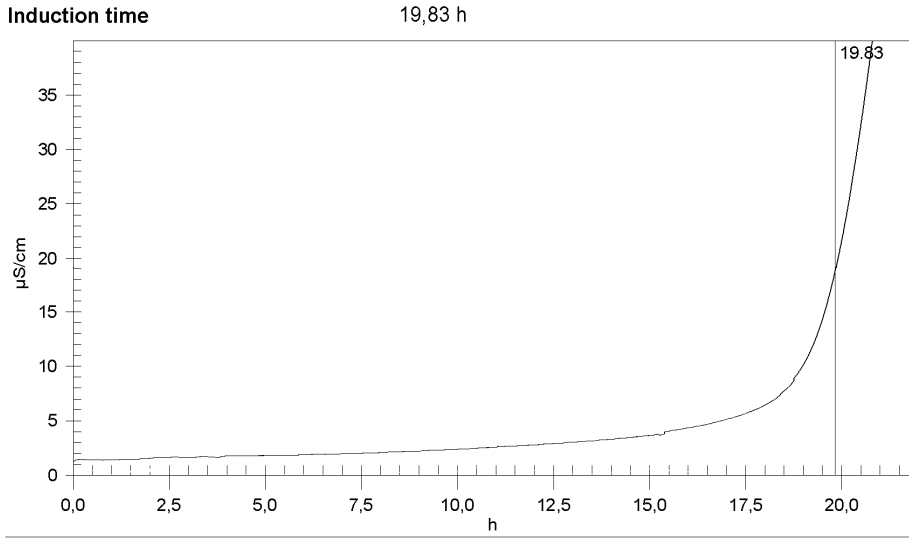
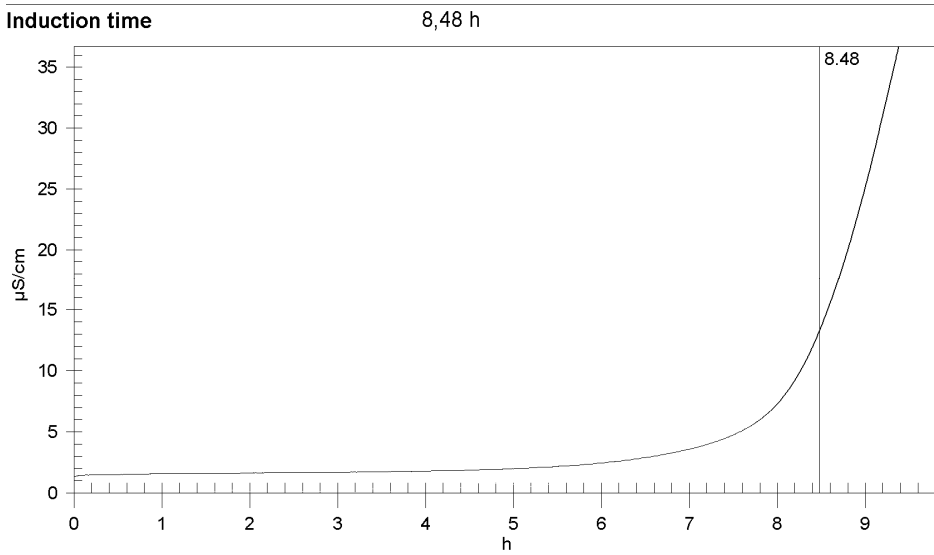
Ek Çizelge 51. TAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 52.** TAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

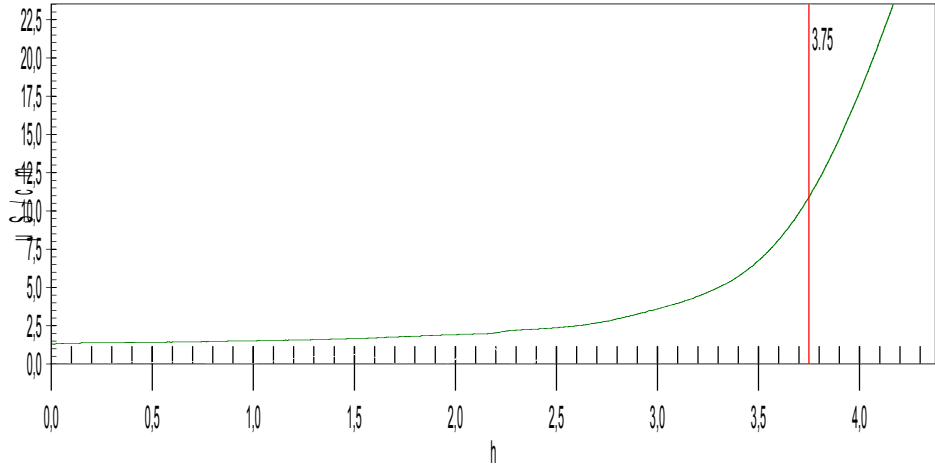
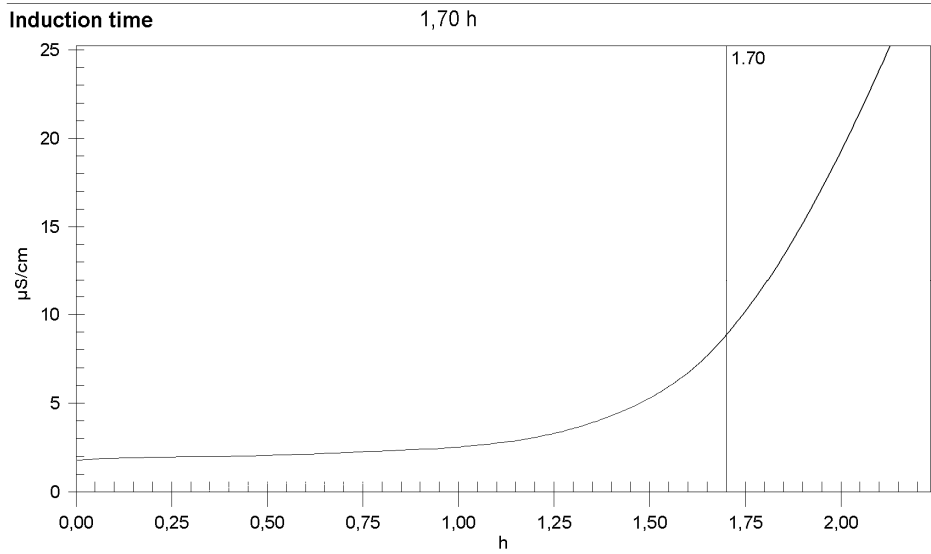
Ek Çizelge 53. TAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

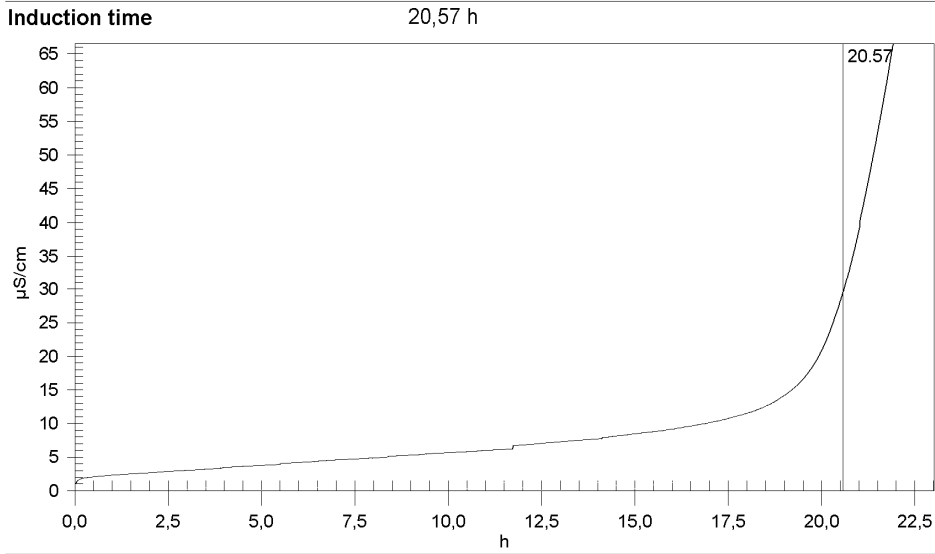
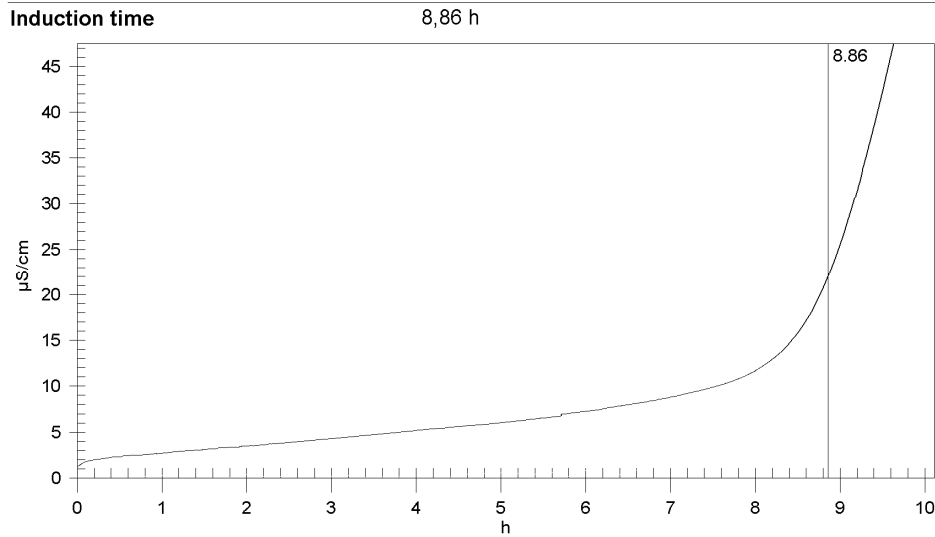


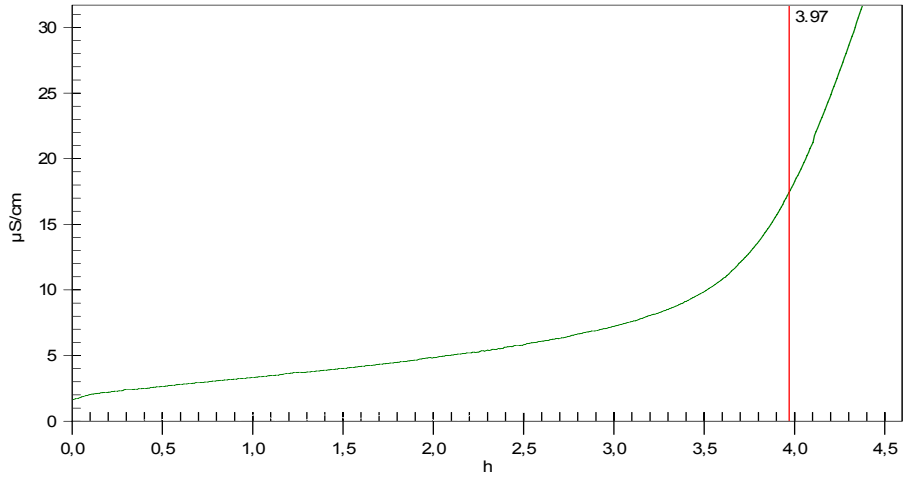
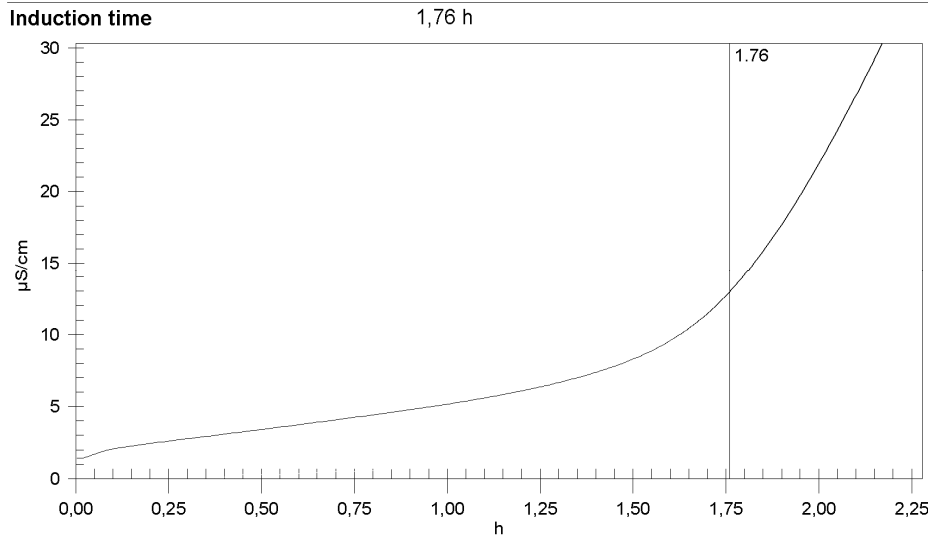
Ek Çizelge 54. TAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)



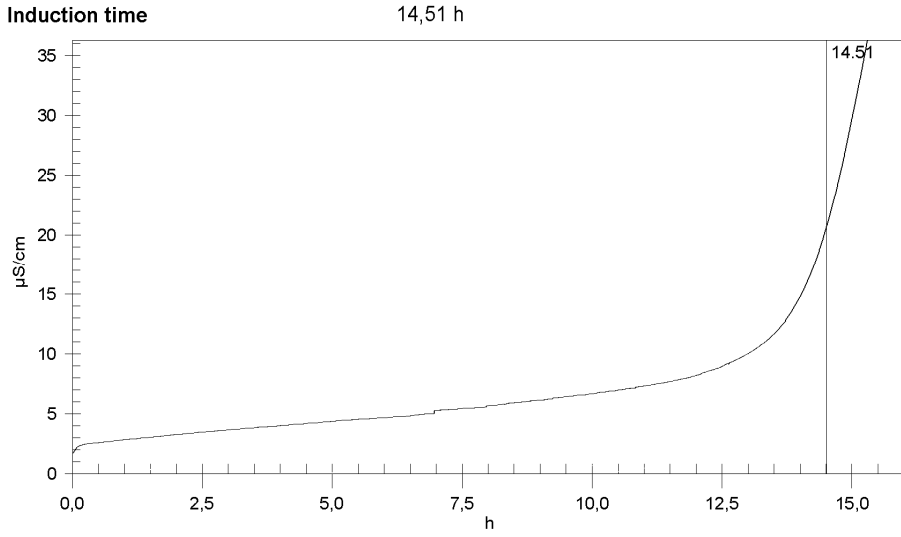
Ek Çizelge 55. SAZT'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 56. SAZT'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

Ek Çizelge 57. SAZT'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 58. SAZT'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

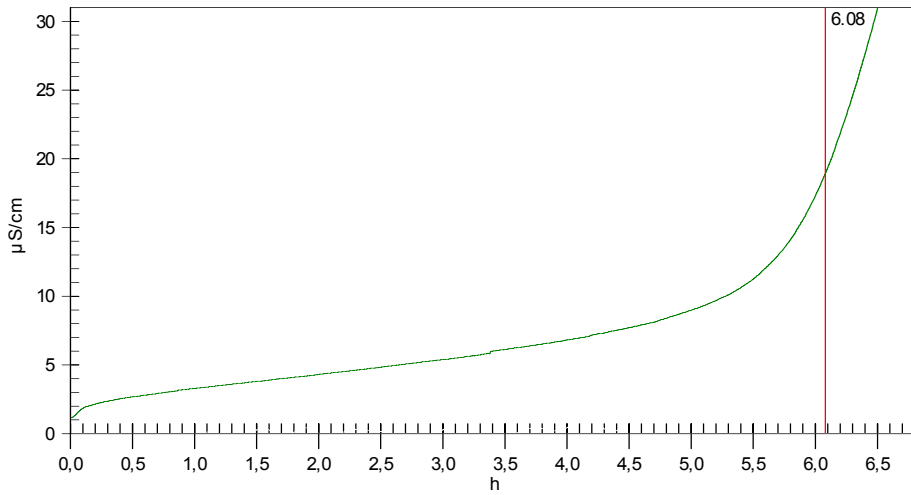
Ek Çizelge 59. KKZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 60. KKZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

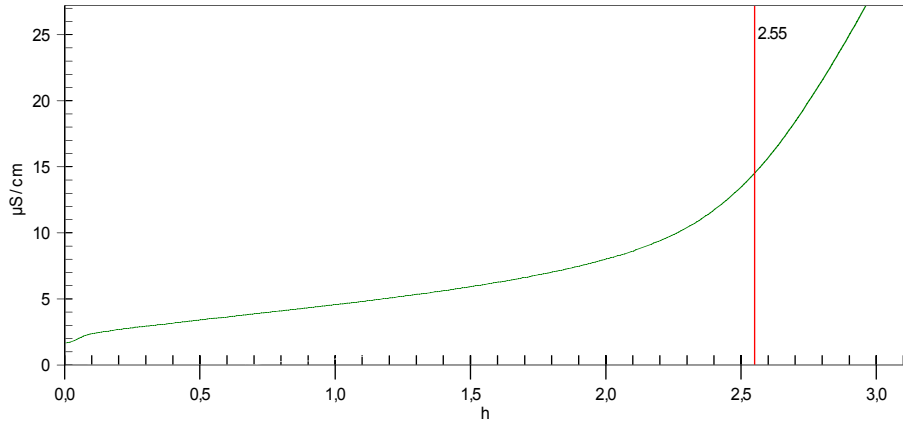
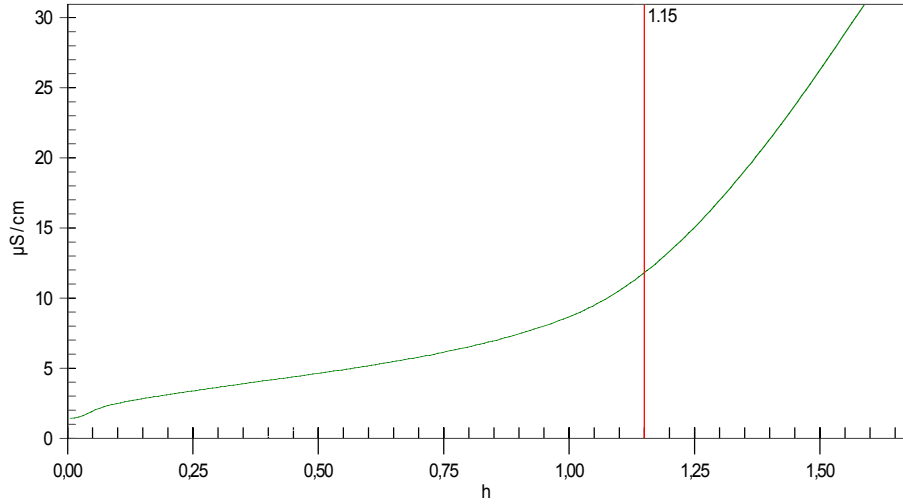
Ek Çizelge 61. KKZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 62.** KKZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

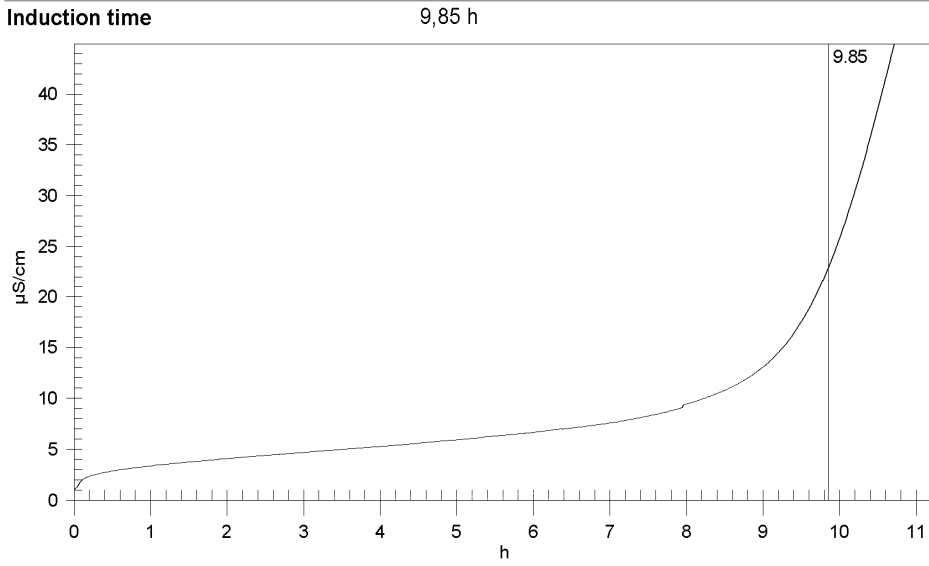
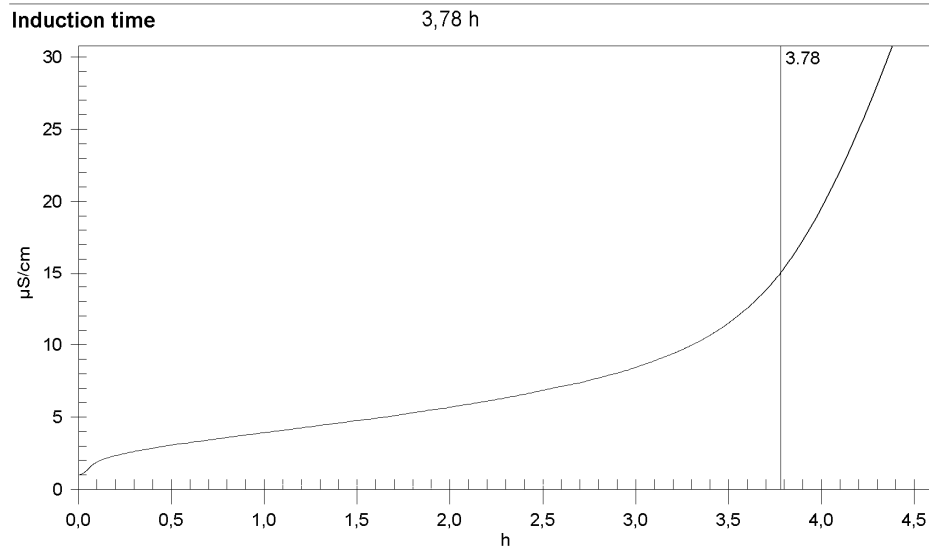
Ek Çizelge 63. KFZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)



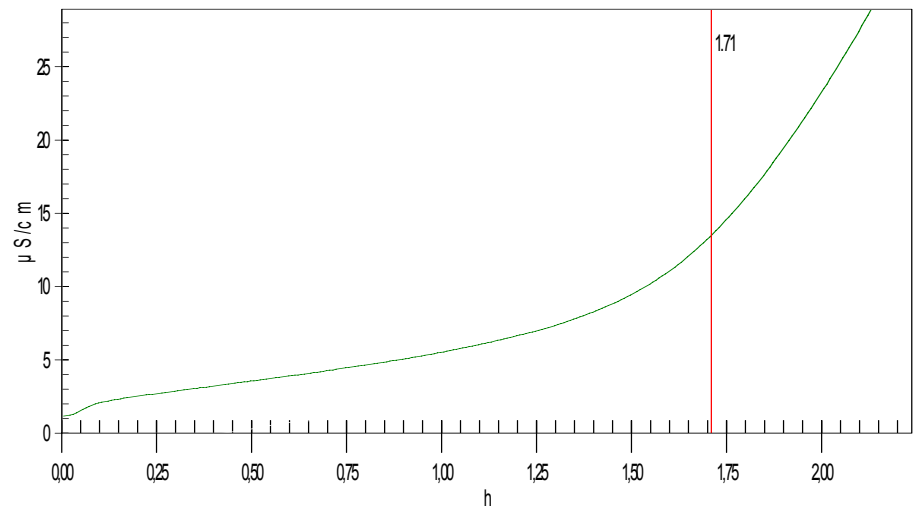
Ek Çizelge 64. KFZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)



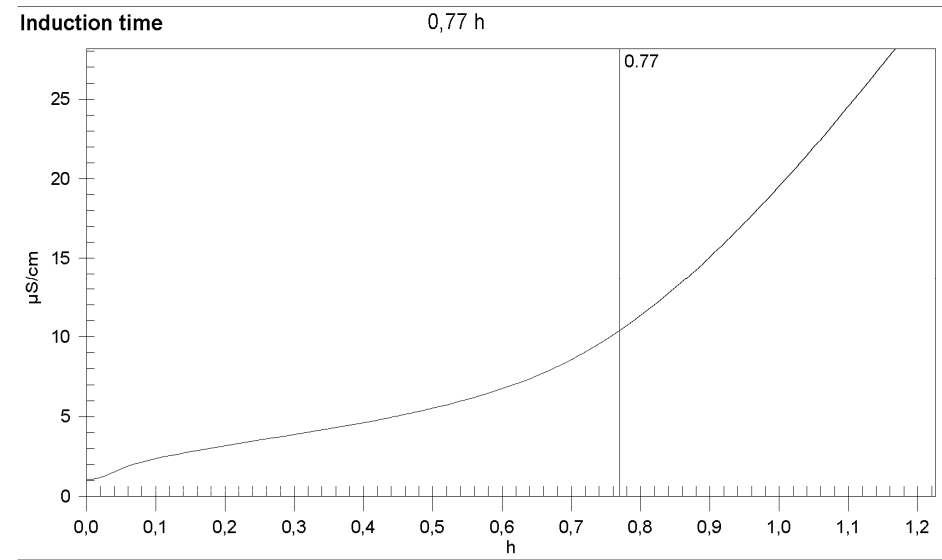
Ek Çizelge 65. KFZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 66.** KFZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)

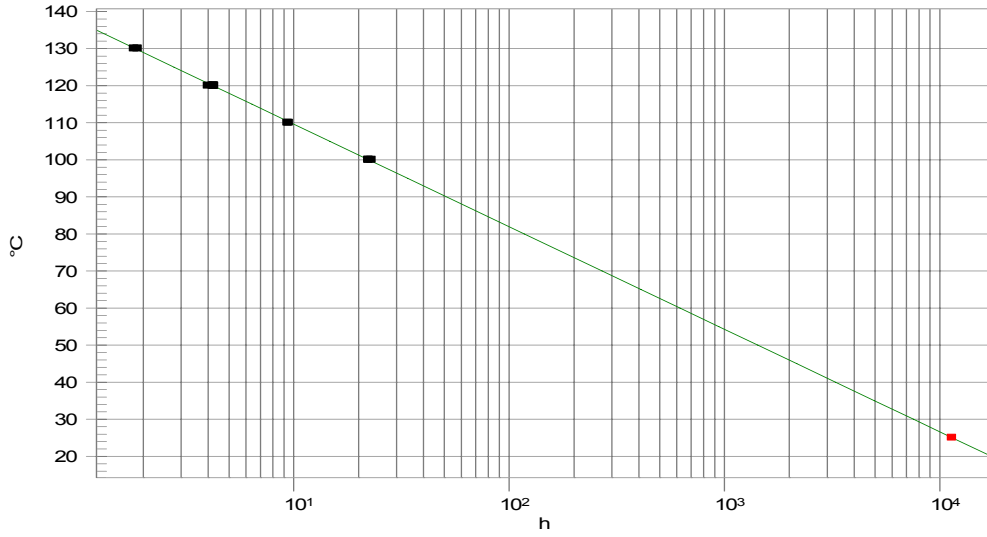
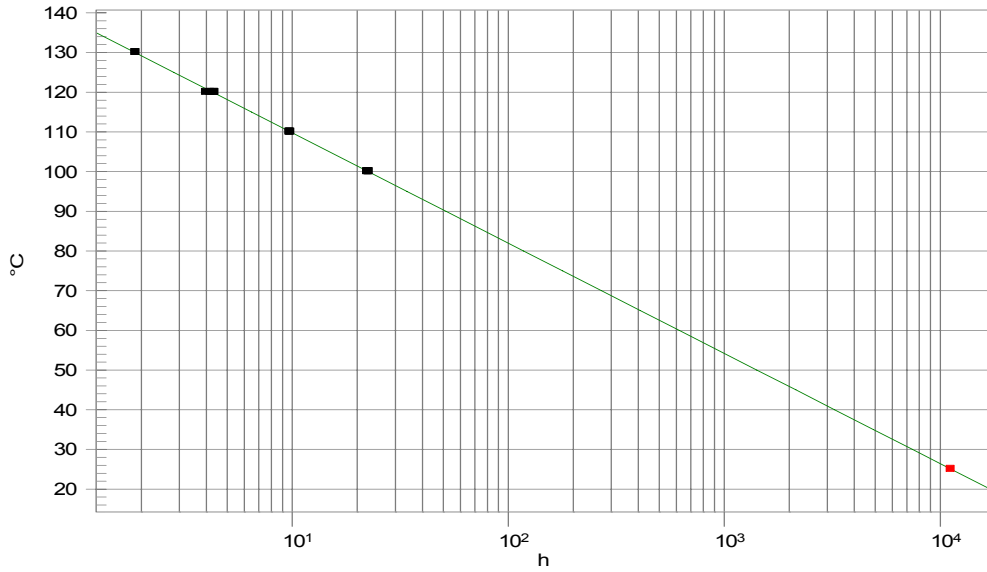
Ek Çizelge 67. KABZ'nın 100°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**Ek Çizelge 68. KABZ'nın 110°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)**

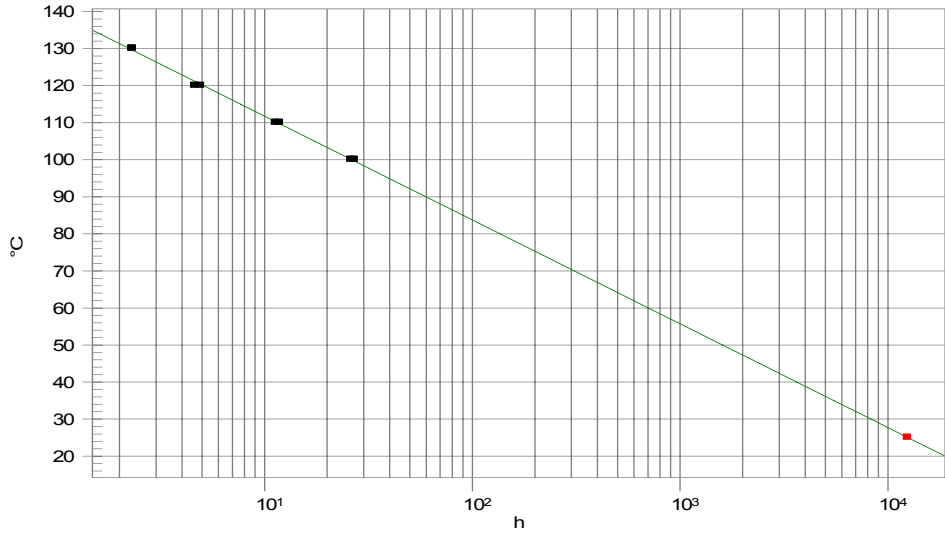
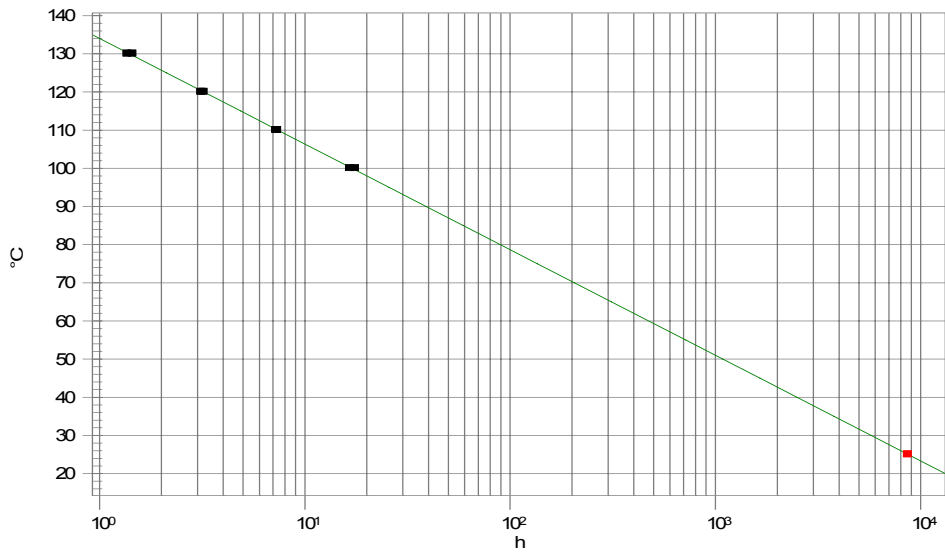
Ek Çizelge 69. KABZ'nın 120°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)



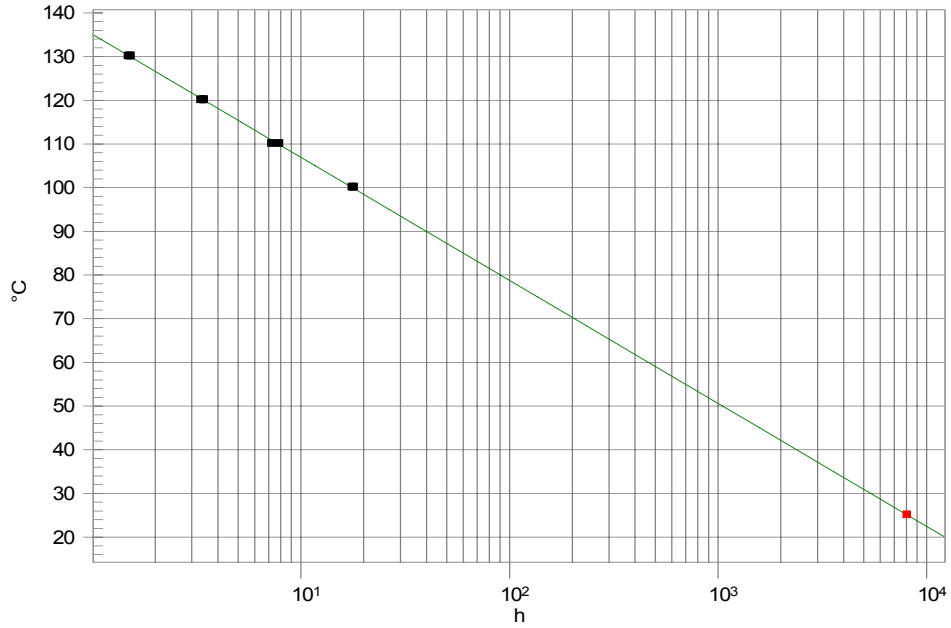
Ek Çizelge 70. KABZ'nın 130°C'deki İndüksiyon Periyodu (saat)



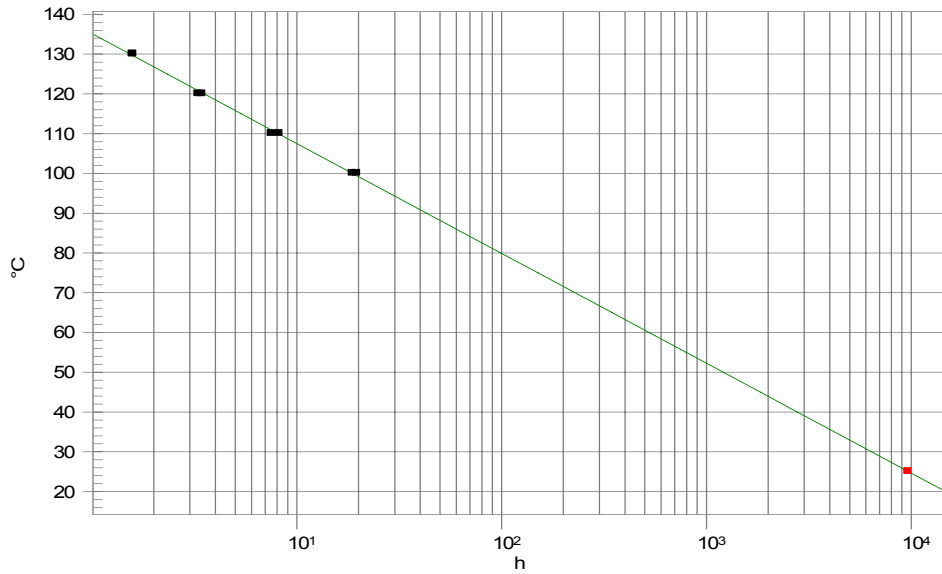
Ek Çizelge 71. NSZ1'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**Ek Çizelge 72. KAZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**

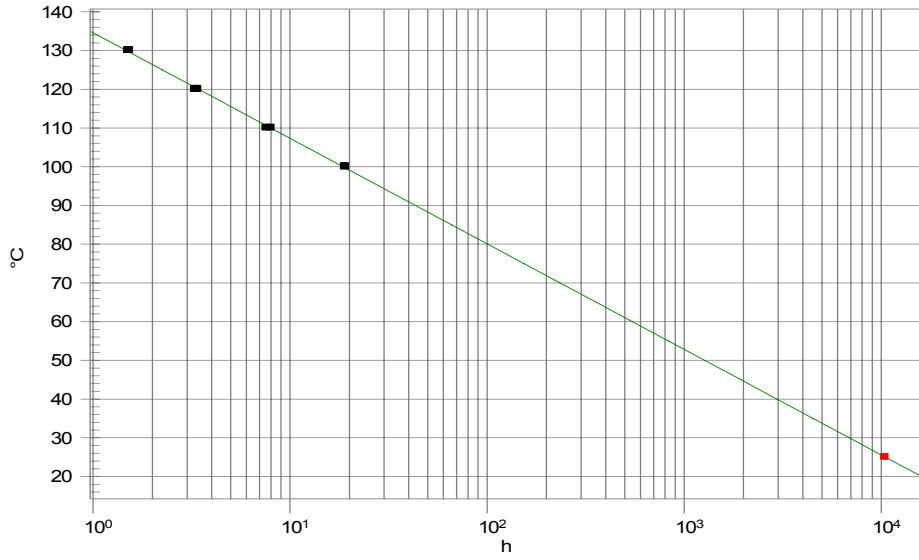
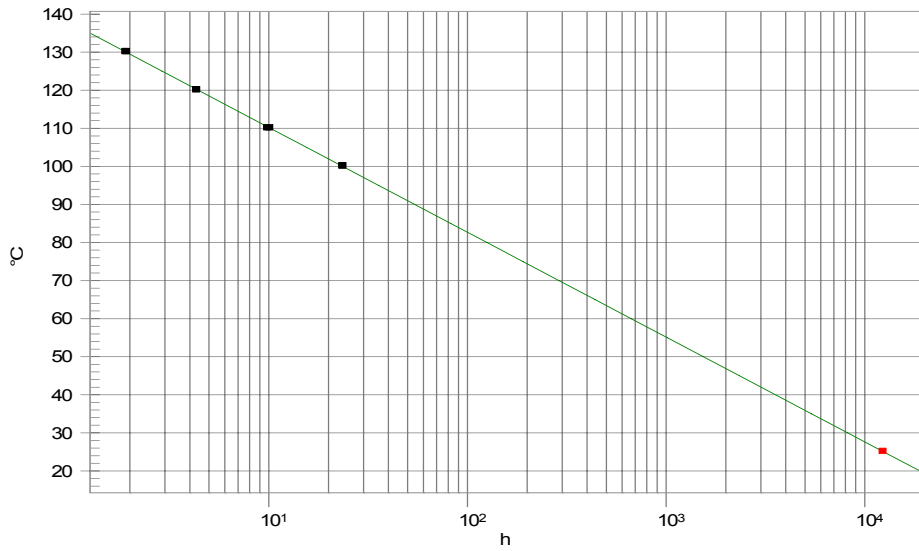
Ek Çizelge 73. KAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**Ek Çizelge 74. NSZ2'nin Raf Ömrünün Belirlenmesi**

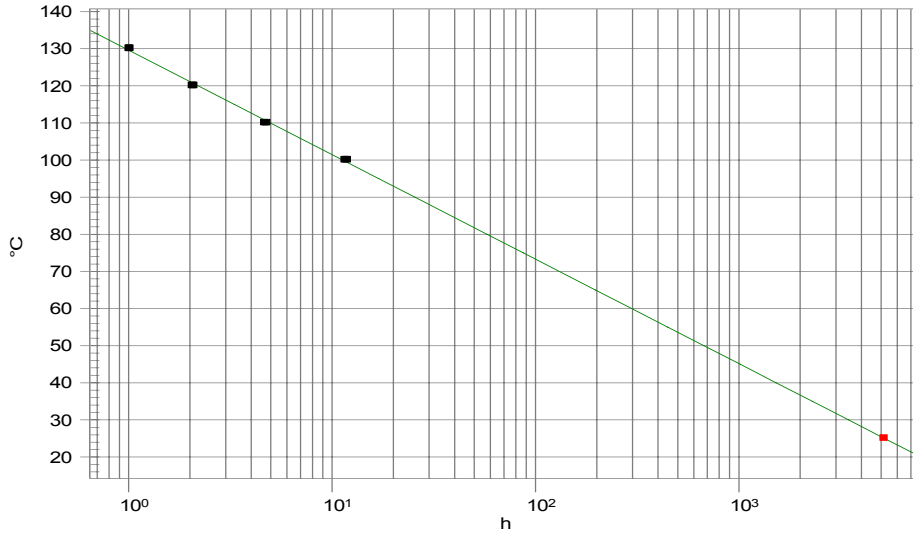
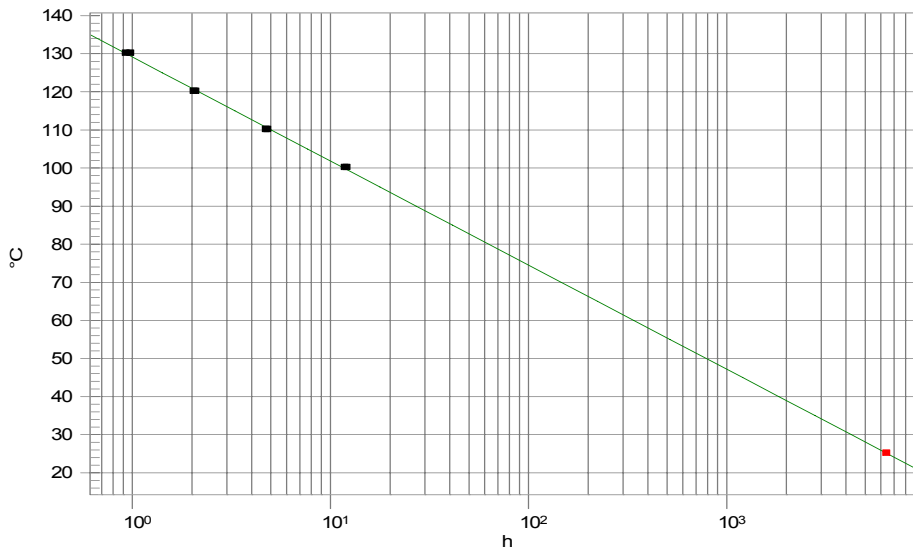
Ek Çizelge 75. FAZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi

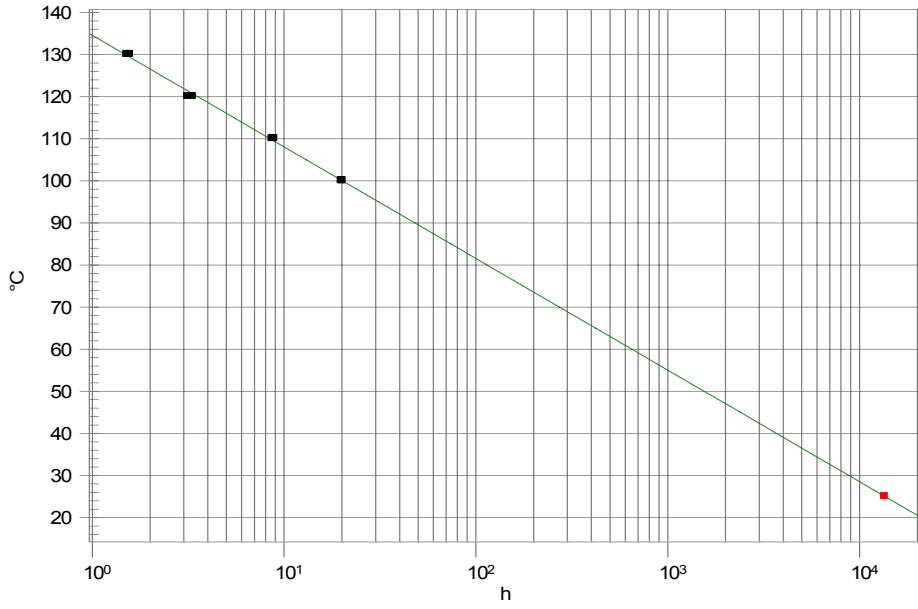
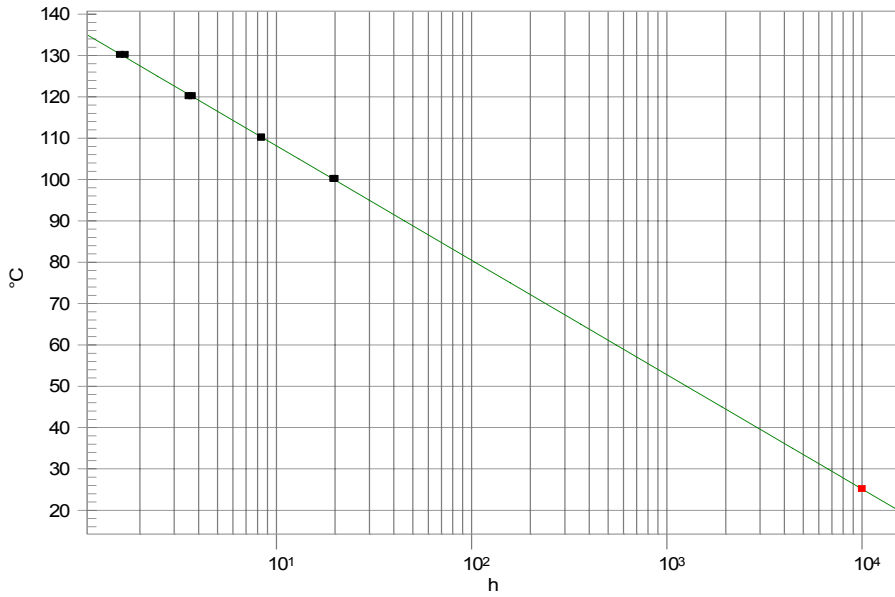


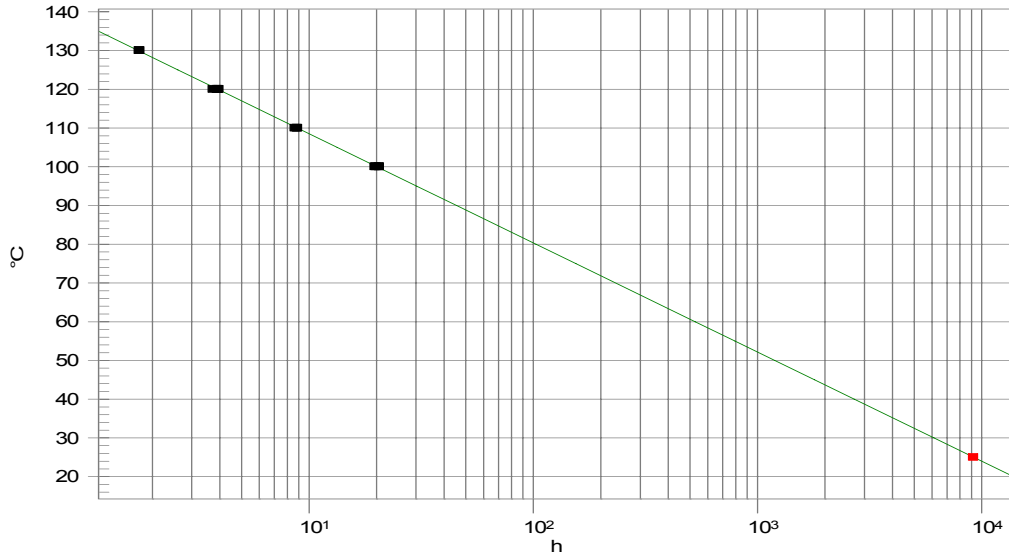
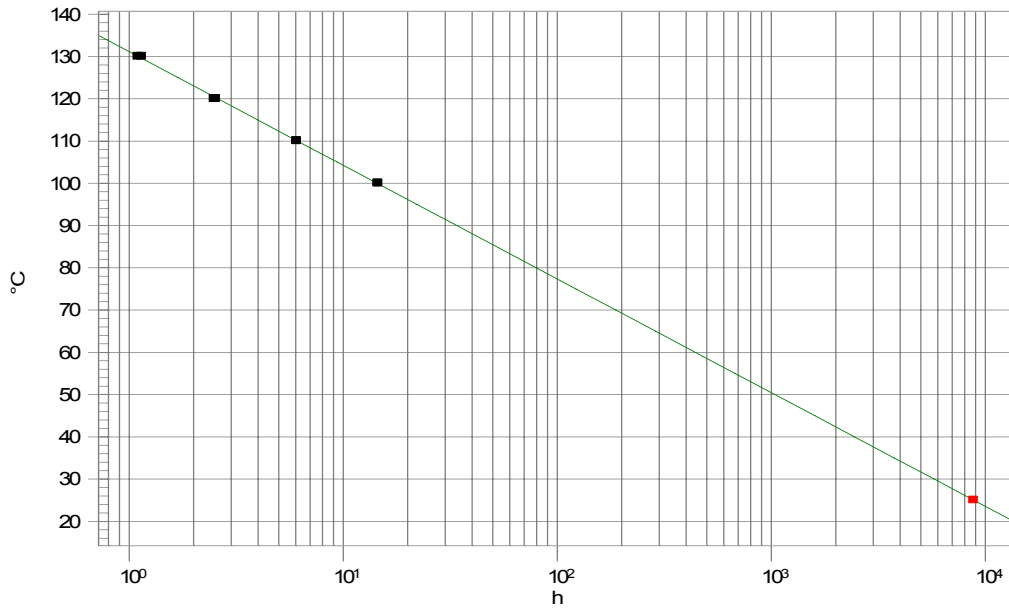
Ek Çizelge 76. FAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi



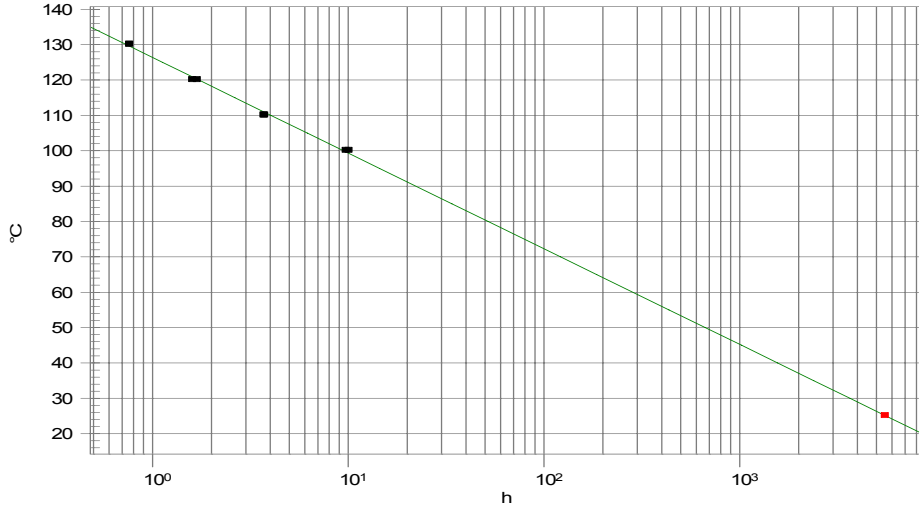
Ek Çizelge 77. BAZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**Ek Çizelge 78. BAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**

Ek Çizelge 79. NSZ3'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**Ek Çizelge 80. TAZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**

Ek Çizelge 81. TAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**Ek Çizelge 82. SAZT'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**

Ek Çizelge 83. KKZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**Ek Çizelge 84. KFZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi**

Ek Çizelge 85. KABZ'nın Raf Ömrünün Belirlenmesi



Ek 86. NSZ1'nin Dört Farklı Sıcaklıktaki (100°C, 110°C, 120°C, 130°C) logIP Verileri

Sıc. (°C)	N (s)	Log N (s)
100	22,5	1,352182518
110	9,46	0,975891136
120	4,21	0,624282095
130	1,86	0,269512944

Ek 87. NSZ1'nin 25°C'deki Raf Ömrünün Belirlenmesi